การปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐาน

นางสาวอรทัย บุญดำเนิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-14-2318-7
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREATMENT OF SILK FABRIC AND NYLON FABRIC WITH AMORPHOUS SILK

Miss Orathai Boondamnoen

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Materials Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-2318-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐาน
โดย	นางสาวอรทัย บุญดำเนิน
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ไพพรรณ สันติสุข)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรทัย บุญดำเนิน : การปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐาน.
(TREATMENT OF SILK FABRIC AND NYLON FABRIC WITH AMORPHOUS SILK)
อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์, 93 หน้า. ISBN 974-14-2318-7.

งานวิจัยนี้เป็นการปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐาน โดยเตรียมจากการละลายไหมบดในตัวทำละลายผสม ในอัตราส่วนของ ไหมบด เอทานอล น้ำ และแคลเซียมคลอไรด์ อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1:5:6:8 ตามลำดับ ที่ 50 องศาเซลเซียส ในเวลา 15 ชั่วโมง ได้สารละลายซึ่งเป็นไหมอสัณฐานโดยวิเคราะห์จากเทคนิค FTIR และ XRD จากนั้นนำมาปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยวิธีจุ่มอัดผ้าลงในสารละลายไหมโดยร้อยละของการดูดซับสารละลายเท่ากับ 70-80 ของน้ำหนักผ้า อบแห้งผ้าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอบผนึกที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

จากการทดสอบพบว่า ความเหลือง ความเข้มสีหลังการย้อม และร้อยละของความชื้นของผ้าไหมหลังการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ความต้านทานการยับและความต้านทานแรงฉีกขาดลดลงเนื่องจากผ้าไหมมีความกระด้างจากการหลงเหลือของแคลเซียมคลอไรด์บนผ้า ซึ่งยืนยันด้วยการวิเคราะห์ธาตุจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพร้อมอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ และหาปริมาณธาตุด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence (XRF) สำหรับผ้าไนลอนหลังการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีความขาวเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากอนุภาคของไททาเนียมไดออกไซด์ในเส้นใยหลุดออกมาจากเส้นใยไนลอนขณะที่เส้นใยบนผิวผ้าถูกละลายด้วยสารละลายไหม ความเข้มสีและร้อยละของความชื้นของผ้าไนลอนไม่เปลี่ยนแปลง ความต้านทานการยับและความต้านทานแรงฉีกขาดลดลงเนื่องจากผ้าไนลอนมีความกระด้างจากการหลงเหลือของแคลเซียมคลอไรด์บนผ้าเช่นเดียวกับผ้าไหม

ภาควิชาวัสดุศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2548.....

4772559123 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
KEY WORD: SILK / NYLON / AMORPHOUS SILK / TREATMENT

ORATHAI BOONDAMNOEN: TRAETMENT OF SILK FABRIC AND NYLON FABRIC WITH AMORPHOUS SILK. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. USA SANGWATANAROJ, Ph.D. 93 pp. ISBN 974-14-2318-7.

This research concerned a treatment of silk and nylon fabrics with amorphous silk containing in a prepared silk solution. The silk solution was prepared by dissolving silk powder in a mixed solution containing ethanol, water and calcium chloride at a weight ratio of 1:5:6:8 respectively, at 50 ^{o}C for 15 hours. Fourier Transform Infrared analysis confirmed that the solution contained silk while XRD spectra showed an existence of silk in the solution. The silk solution was applied on both silk fabric and nylon fabric by a padding method to obtain 70-80% wet pick up. Then the solution was fixed on the fabric by drying at 80 ^{o}C for 5 minutes and curing at 110 ^{o}C for 2 minutes.

It was found that the yellowness, the color strength and the moisture content of the silk fabric remained unchange after the treatment. Its wrinkle recovery angle and tear strength decreased while the fabric stiffness increased and this was due to the existence of calcium chloride on the treated fabric, confirmed by the analytical scanning electron microscopy and X-Ray fluorescence analysis. Nylon fabric showed an increase of whiteness after the treatment while its wrinkle recovery angle and tear strength decreased due to an increase of the fabric stiffness. This treatment did not change the color strength and the moisture content of the nylon fabric.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Materials Science ..... Student's signature Orathai Boondamnoen
Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology Advisor's signature .....
Academic year 2005 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์นั้น เป็นเพราะได้รับคำแนะนำทางด้านวิชาการ ความเอื้อเฟื้อทางด้านเครื่องมือ วัตถุดิบ และสถานที่สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งได้รับความช่วยเหลือ และการแนะแนวในการทำวิทยานิพนธ์จากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งมีรายนามดังนี้

1. ผศ. ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหา และแนะแนวในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

2. รศ.เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

3. ศ. ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

4. รศ.ไพพรรณ สันติสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และช่วยตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

5. ผศ. ดร.สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

6. บริษัท เอเชีย ไฟเบอร์ (มหาชน) จำกัด เอื้อเฟื้อผ้าไนลอน

7. บริษัท ซีบา เสปเชียลตี เคมิคอล จำกัด เอื้อเฟื้อสีย้อมและสารช่วยย้อม

8. บริษัท วี พี ซี กรุ๊ป เอื้อเฟื้อสารตกแต่งสำเร็จกันยับและสารช่วยเปียก

9. ศูนย์วิจัยหม่อนไหมศรีสะเกษ สนับสนุนเส้นไหมและผ้าไหม

10. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอบคุณเพื่อน และบุคคลอันเป็นที่รักที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า จนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เป็นผลสำเร็จตามที่มุ่งหวัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... ง

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 วารสารปริทรรศน์..... 3

2.1 ไหม..... 3

2.1.1 ประวัติของไหม..... 3

2.1.2 การผลิตเส้นใยไหม..... 3

2.1.3 โครงสร้างทางกายภาพของไหม..... 6

2.1.4 โครงสร้างทางเคมีของไหม..... 6

2.1.5 สมบัติของไหม..... 10

2.1.6 ประโยชน์และการใช้งาน..... 11

2.1.7 การดูแลรักษา..... 12

2.2 ไนลอน..... 12

2.2.1 ประวัติของไนลอน..... 12

2.2.2 กระบวนการผลิต..... 13

2.2.3 โครงสร้างทางกายภาพ..... 15

2.2.4 โครงสร้างทางเคมี..... 17

2.2.5 สมบัติของไนลอน..... 17

2.2.6 ประโยชน์และการใช้งาน..... 19

2.2.7 การดูแลรักษา..... 19

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 20

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3 การทดลอง..... 23
3.1 วัสดุและสารเคมี..... 23
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์..... 24
3.3 ขอบเขตการทดลอง..... 26
3.4 การทดลอง..... 27
3.4.1 การเตรียมสารละลาย..... 27
3.4.1.1 การบดเส้นใยไหม..... 27
3.4.1.2 การเตรียมสารละลายไหม..... 27
3.4.2 การวิเคราะห์สารละลาย..... 28
3.4.2.1 การวิเคราะห์สารละลายไหมด้วยเทคนิค FT-IR..... 28
3.4.2.2 การวิเคราะห์ตะกอนไหมด้วยเทคนิค XRD..... 29
3.4.3 การปรับสภาพผ้า..... 31
3.4.4 การทดสอบ..... 31
3.4.4.1 ความขาวของผ้า..... 31
3.4.4.2 ความชื้นของผ้า..... 32
3.4.4.3 การย้อมติดสีของผ้า..... 33
3.4.4.4 การตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยสารเชื่อมขวาง..... 35
3.4.4.5 องศาการคืนตัวต่อการยับ..... 35
3.4.4.6 ความแข็งแรงของผ้า..... 36
3.4.4.7 ลักษณะพื้นผิวผ้าและชนิดธาตุบนผ้า..... 38
3.4.4.8 ชนิดและปริมาณธาตุบนผ้า..... 39

4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 41
4.1 สารละลายไหม..... 41
4.1.1 การละลายเส้นไหมบด..... 41
4.1.2 การวิเคราะห์สารละลายไหมด้วยเทคนิค FTIR..... 42
4.1.3 การวิเคราะห์ตะกอนไหมด้วยเทคนิค XRD..... 44
4.2 การปรับสภาพผ้า..... 45
4.2.1 ความขาวของผ้า..... 46
4.2.2 ความชื้นของผ้า..... 47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

4.2.3 การย้อมติดสีของผ้า..... 49
4.2.4 การตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยสารเชื่อมขวาง..... 51
4.2.5 องศาการคืนตัวต่อการยับ..... 55
4.2.6 ความแข็งแรงของผ้า..... 58
4.2.7 ลักษณะพื้นผิวผ้าและชนิดธาตุบนผ้า..... 59
4.2.8 ชนิดและปริมาณธาตุบนผ้า..... 63

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 65
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 65
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 66

รายการอ้างอิง..... 67

ภาคผนวก..... 69
ภาคผนวก ก..... 70
ภาคผนวก ข..... 72
ภาคผนวก ค..... 87
ภาคผนวก ง..... 90

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 2.1	ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของเซริซินและไฟโบรอิน.....	7
ตารางที่ 2.2	หมู่ข้างเคียงต่างๆ ที่เกาะอยู่ในโมเลกุลโปรตีน.....	9
ตารางที่ 3.1	รายการสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	23
ตารางที่ 3.2	รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	24
ตารางที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการละลายไหมบดพันธุ์ น.ค. 4 ปริมาณ 10 กรัมกับน้ำหนักตะกอนไหมที่ได้	42
ตารางที่ 4.2	ความขาว ความเหลืองของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม.....	46
ตารางที่ 4.3	ร้อยละของความชื้นที่มีอยู่ของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม.....	48
ตารางที่ 4.4	ความเข้มสีของผ้าย้อมซึ่งเป็นผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม.....	50
ตารางที่ 4.5	องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพ ด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง และไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จสารกันยับ.....	52
ตารางที่ 4.6	องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม.....	56
ตารางที่ 4.7	ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง.....	58
ตารางที่ 4.8	ปริมาณธาตุแคลเซียม และคลอไรด์บนผ้าไหมและผ้าไนลอนจากการ วิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRF.....	63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปประกอบ		หน้า
รูปที่ 2.1	วงจรของไหม	4
รูปที่ 2.2	ภาพเส้นไหม	6
รูปที่ 2.3	องค์ประกอบพื้นฐานของกรดอะมิโน	8
รูปที่ 2.4	ขั้นตอนการผลิตเส้นใยไนลอน 6 และไนลอน 66	15
รูปที่ 2.5	รูปร่างภาคตัดขวางของเส้นใยไนลอน	16
รูปที่ 2.6	ลักษณะโมเลกุลที่มีการจัดเรียงตัวแบบฟันเลื่อย	17
รูปที่ 3.1	เครื่องบดพัลเวอร์ไรเซอร์	27
รูปที่ 3.2	อ่างเขย่า	28
รูปที่ 3.3	เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	28
รูปที่ 3.4	เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์	29
รูปที่ 3.5	การสะท้อนรังสีเอกซ์จากระนาบผลึก	30
รูปที่ 3.6	เครื่องวัดสี	31
รูปที่ 3.7	เครื่องชั่งน้ำหนักระบบอินฟราเรด	33
รูปที่ 3.8	ขั้นตอนการย้อม	34
รูปที่ 3.9	เครื่องย้อม Labtec	34
รูปที่ 3.10	ตัวอย่างการตัดชิ้นทดสอบ	36
รูปที่ 3.11	เครื่องทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับ	36
รูปที่ 3.12	ตัวอย่างชิ้นทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด	37
รูปที่ 3.13	เครื่องทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด	38
รูปที่ 3.15	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และอุปกรณ์วิเคราะห์	38
รูปที่ 3.13	เครื่อง XRF	39
รูปที่ 3.14	หลักการวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิค XRF	40
รูปที่ 4.1	FT-IR เสปกตรัมเปรียบเทียบระหว่างตัวทำละลายไหม สารละลายไหมพันธุ์น.ค. 4 และสารละลายไหมพันธุ์ดอกบัว	43
รูปที่ 4.2	XRD ดิฟแฟรกโตแกรมเปรียบเทียบตะกอนไหมและไหมบดของไหมพันธุ์น.ค.4	44
รูปที่ 4.3	XRD ดิฟแฟรกโตแกรมเปรียบเทียบตะกอนไหมและไหมบดของไหมพันธุ์ดอกบัว	44
รูปที่ 4.4	XRD ดิฟแฟรกโตแกรมของไหมอสัณฐานในงานวิจัยของ Kushal Sen และ Murugesh Babu	45

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละความชื้นของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลาย..... 48
รูปที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้มสีของผ้าย้อมซึ่งเป็นผ้าไหม และผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม..... 50
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงองศาการคืนตัวด้านหน้าและด้านหลังของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง และไม่ล้างก่อนการตกแต่งสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ 53
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม..... 56
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง..... 58
รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหม ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 59
รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 60
รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 60
รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอน ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 61
รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 61
รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า..... 61

บทที่ 1

บทนำ

ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตจากหนอนไหม มีองค์ประกอบหลักเป็นโปรตีน โครงสร้างโมเลกุลเกิดจากกรดอะมิโนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอไมด์หรือเปปไทด์ โดยมีหมู่เอมีนและคาร์บอกซิลอิสระเรียงอยู่บนสายโซ่โมเลกุล เส้นใยไหมเมื่อลอกกาวแล้วจะมีความมันเงา สวยงาม นุ่มนวลน่าสัมผัส เป็นเส้นใยธรรมชาติเพียงชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาว มีความเหนียว ทนทานแม้จะเป็นเส้นใยขนาดเล็ก มีสมบัติที่ดีหลายประการ สามารถใช้งานได้กว้างขวางและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย สามารถนำไปผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์และเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม เสื้อผ้าไหมสวมใส่สบาย เพราะเส้นใยสามารถดูดซึมความชื้นได้ดี แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้างคือเมื่อเส้นใยเปียกความต้านทานการยับจะลดลงจึงทำให้ผ้าไหมยับเมื่อเปียกน้ำ จากการใช้งานและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ทำให้มีการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อลดสมบัติด้อย และเสริมสมบัติดีที่มีอยู่ให้มากขึ้น เช่น การปรับปรุงผ้าไหมให้สามารถต้านทานการยับมากขึ้น โดยการเคลือบผ้าไหมด้วยสารพอลิคาร์บอกซิลิกแอซิด หรือ อิพอกไซด์ และสารอนุพันธ์ของอิพอกไซด์ [1] นอกจากนี้มีการปรับปรุงผ้าไหมให้สามารถดูดซึมสีย้อมและความชื้นให้ดียิ่งขึ้น แม้ว่าจะดูดซึมดีอยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณการใช้สีย้อมและสารเคมี โดยมีปรากฏอยู่ในงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น การใช้สารเชื่อมขวาง อิพอกซี ซิลิโคน ประเภทเอ [2] หรือการใช้ สารประเภท ไดเบสิกแอซิดแอนไฮไดรด์ [3] หรือการปรับปรุงพื้นผิวของผ้าด้วยพลาสมา ล้วนแต่ทำให้ผ้าไหมมีความสามารถในการดูดซึมสีย้อม สารเคมีและความชื้นได้ดียิ่งขึ้นทั้งนั้น

ไนลอนเป็นเส้นใยสังเคราะห์ชนิดแรกที่มนุษย์ผลิตขึ้น โดยมีวัตถุดิบที่เป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม มอนอเมอร์ของไนลอนจะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของไนลอน ไนลอนสามารถดูดซึมความชื้นได้ค่อนข้างต่ำ การเรียงตัวของพอลิเมอร์ค่อนข้างเป็นระเบียบ แต่มีการเรียงตัวแบบฟันเลื่อยของพอลิเมอร์ ทำให้มีสมบัติยืดหยุ่นที่ดี ทนทานต่อการขัดถูค่อนข้างดี ไนลอนเป็นเส้นใยเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถจัดรูปทรงให้อยู่ตัวถาวรด้วยความร้อน (heat setting) สมบัติของไนลอนสามารถกำหนด และปรับปรุงได้ในขั้นตอนการผลิตซึ่งแตกต่างจากเส้นใยธรรมชาติ ไนลอนเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง เหนียว คงรูปดี การใช้งานของไนลอนใช้ได้ในหลายประเภททั้งเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม เชือก เต็นท์ ผ้าใบ อย่างไรก็ตามไนลอนยังมีสมบัติด้อยบางประการที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงหรือตกแต่งสำเร็จ เช่น การปรับปรุงเรื่องการระบายความร้อนของเส้นใยไนลอนด้วยการพัฒนาเส้นใยให้มีโครงสร้างฟูขึ้นในรูปของเส้นด้ายเท็กซ์เจอร์ การตกแต่งสำเร็จเพื่อช่วยลดการเกิดไฟฟ้าสถิต เรียกว่า nylonizing เป็นกระบวนการที่เพิ่ม

ความสามารถในการดูดซึมความชื้นด้วยการเคลือบไนลอน 8 ลงไปบนผ้าไนลอน ซึ่งไนลอน 8 จะไปช่วยทำให้ไนลอนสามารถดูดซึมความชื้นได้ดีขึ้น หรือการตกแต่งสำเร็จเพื่อทำให้ผ้าไนลอนกันน้ำได้ เพื่อใช้ในการผลิตเป็นเสื้อกันฝน หรือ ผ้าม่านในห้องน้ำ เป็นต้น

ปัจจุบันการแข่งขันของอุตสาหกรรมสิ่งทอในตลาดโลกมีสูงขึ้น ทั้งด้านปริมาณการผลิตและคุณภาพของสินค้า ผู้ผลิตไม่สามารถกำหนดราคาสินค้าแต่เพียงผู้เดียวได้ เพราะผู้บริโภคนิยมเลือกสินค้าที่มีคุณภาพสูงแต่ราคาต่ำ ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องพยายามลดต้นทุนการผลิตให้มากที่สุดแต่ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ในราคาไม่สูงมากไป การย้อมสีและการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอนับเป็นวิธีการที่เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น หากสามารถลดปริมาณการใช้สีย้อมและสารเคมีในการผลิตจะช่วยทำให้ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นลดลงได้

เป็นที่รู้กันดีว่า สีย้อมและสารเคมีสามารถแทรกซึมเข้าในส่วนของเส้นใยที่มีการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ที่ไม่เป็นระเบียบ หรือ อสัณฐาน (amorphous region) ได้ดี แต่ไม่สามารถเข้าในส่วนที่เป็นระเบียบ หรือ ส่วนผลึก (crystalline region) ได้ ดังนั้นถ้าเส้นใยมีส่วนของอสัณฐานเพิ่มขึ้นก็จะทำให้เส้นใยสามารถดูดซึมสีย้อมและสารเคมีมากขึ้น ซึ่งน่าจะส่งผลให้การย้อมหรือการตกแต่งสำเร็จมีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย ปริมาณการใช้สีย้อมหรือสารเคมีก็อาจจะลดลงด้วย การเพิ่มส่วนของอสัณฐานให้กับเส้นใยอาจทำได้โดยการเคลือบเส้นใยด้วยสารที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายเส้นใยแต่มีระดับการจัดเรียงของสายโซ่พอลิเมอร์ต่ำหรือมีส่วนของอสัณฐานมากซึ่งเป็นวิธีของงานวิจัยนี้ โดยสารเคลือบที่ใช้ในที่นี้คือ ไหมอสัณฐาน ซึ่งเตรียมได้จากการละลายเส้นไหมในสารละลายผสมของ เอทานอล น้ำ และแคลเซียมคลอไรด์ แล้วจึงนำมาเคลือบบนผิวผ้าไหมและผ้าไนลอน

งานวิจัยนี้ได้ตั้งประเด็นว่า ไหมอสัณฐานเป็นพอลิเอไมด์ น่าจะมีความเข้ากันได้ดีกับผ้าไหมและผ้าไนลอนซึ่งเป็นพอลิเอไมด์เช่นกัน โดยที่ไหมอสัณฐานจะเคลือบติดบนผ้าทั้งสองชนิดนี้ด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้ผ้ามีส่วนของอสัณฐานเพิ่มขึ้น การดูดซึมสีย้อมหรือสารเคมีจึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 ไหม

2.1.1 ประวัติของไหม [4]

ประวัติการเลี้ยงไหมในโลก

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม สันนิษฐานว่าเริ่มต้นในประเทศจีนเมื่อประมาณ 4,700 ปีมาแล้ว มีตำนานเล่าว่าพระนางซีลิงสี (Xi Ling Shi) พระมเหสีของจักรพรรดิชวนหยวน (Xaun Yaun) ได้สังเกตเห็นรังไหม จึงเก็บไปและด้วยความบังเอิญนางกำนัลได้ทำรังไหมตกลงในถ้วยน้ำร้อน เมื่อดึงขึ้นพบว่าเป็นเส้นใยยาวมาก จึงทดลองนำมาทอผ้า จากนั้นมาจึงมีการเลี้ยงและผลิตไหมเป็นต้นมา ทำให้ประเทศจีนมีการผูกขาดการผลิตและค้าขายผ้าไหมมาเป็นเวลากว่า 3,000 ปี จนกระทั่งต่อมาได้แพร่หลายไปยังประเทศอื่นๆ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น แล้วสู่ตะวันตกทางอินเดีย สเปน และอิตาลี

ประวัติการเลี้ยงไหมในประเทศไทย

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในประเทศไทยเริ่มเมื่อใดไม่สามารถยืนยันได้ แต่สันนิษฐานว่าคนไทยที่อพยพมาจากประเทศจีนนำเข้ามา จนกระทั่งในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 ได้มีการสนับสนุนการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมโดยทั่วไปโดยเฉพาะในภาคอีสาน มีการบำรุงและจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะขึ้นในปี พ.ศ. 2444 การจ้างผู้เชี่ยวชาญชาวต่างชาติมาให้ความรู้และการฝึกหัดราษฎรเรื่อยมา แต่การพัฒนานี้จำเป็นต้องใช้เงินเป็นจำนวนมากทำให้ในปี พ.ศ. 2455 รัฐบาลได้ยกเลิกการบำรุงงานปลูกหม่อนเลี้ยงไหม

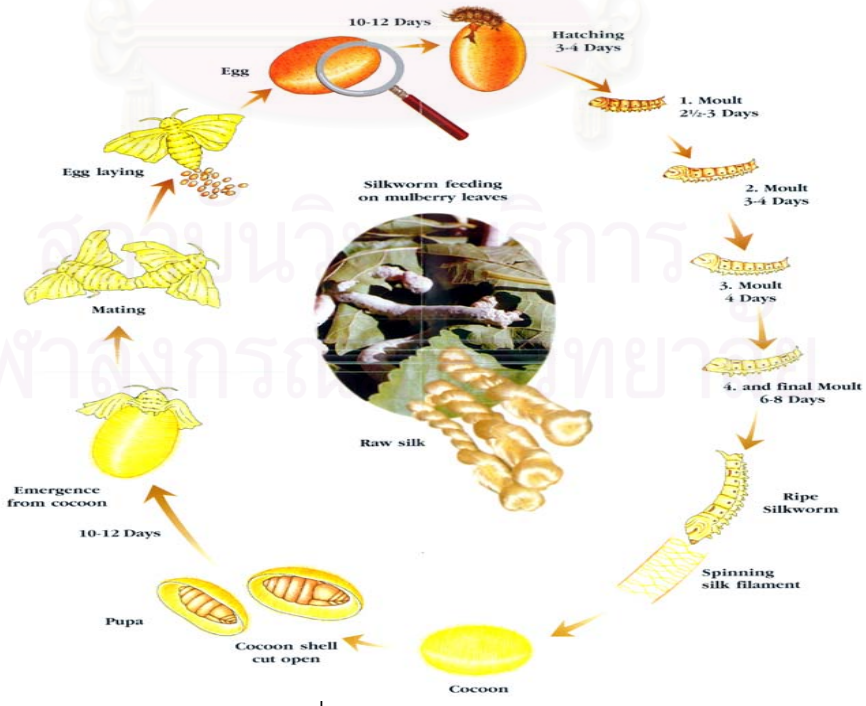
ต่อมาในปี พ.ศ.2475 ทางราชการได้กลับมาพิจารณาเรื่องไหมกันอีกครั้ง และมีการพัฒนาการผลิตไหมอย่างต่อเนื่องจนมาถึงปัจจุบัน

2.1.2 การผลิตเส้นใยไหม [5]

การผลิตและการเลี้ยงไหมนี้ประเทศญี่ปุ่นนับว่าเป็นประเทศที่มีการพัฒนาและการศึกษามาก มีการให้อาหารเทียมแทนใบหม่อนแก่หนอนไหม กระบวนการเพาะเลี้ยงไหมเรียกว่า sericulture เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนามาจากประเทศญี่ปุ่น โดยเริ่มตั้งแต่การพัฒนาพันธุ์ไหมและการทดลองในห้องปฏิบัติการ พันธุ์ไหมที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดคือพันธุ์ Bombyx mori วงจรการเพาะเลี้ยงไหมจะเริ่มจากขั้นตอนการวางไข่ของตัวแมลงไหมหลังจากที่ไข่สุกและแตกออก

ตัวอ่อนของหนอนไหมจะถูกเลี้ยงด้วยใบหม่อนอ่อนโดยใช้เวลา 35 วัน หนอนไหมเจริญเติบโตได้เร็วมีน้ำหนักประมาณ 10,000 เท่าของน้ำหนักตัวเดิม หนอนไหมจะสร้างรังไหม (cocoon) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยที่เกิดจากตัวหนอนไหมฉีดปล่อยของเหลวออกมาจากต่อม 2 ต่อมในรูเดียวกันจากส่วนหัวของตัวหนอน ดังนั้นจึงได้ออกมาเป็นเส้นใยคู่ที่เกาะติดกันด้วยกาวไหมเซริซิน (sericin) ช่วงเวลา 2-3 วันหนอนไหมสามารถปั่นเส้นใยออกมาได้ยาวถึง 1.6 กิโลเมตร และล้อมรอบตัวของมันเองไว้ เมื่อตัวหนอนเจริญเติบโตต่อไปจะเปลี่ยนสภาพเป็นดักแด้แล้วเจริญเป็นแมลง จากนั้นก็ปล่อยสารละลายที่สามารถละลายเส้นใยที่รังไหมให้ขาดออกเป็นรูเปิดออกมาสู่ภายนอกได้ ในธรรมชาติการผสมและวงจรไหมดังกล่าวเกิดขึ้นเพียงปีละครั้งเท่านั้นแต่ด้วยมีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่อาจทำได้ถึงปีละ 3 ครั้ง วงจรชีวิตของไหมสามารถสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ไข่ ซึ่งต่อไปจะพัฒนาเป็นตัวหนอน
2. หนอนไหมปั่นเส้นใยออกมาเพื่อสร้างเป็นรังไหมเพื่อป้องกันตนเองและเจริญเป็นดักแด้
3. ดักแด้เปลี่ยนเป็นแมลง แล้วเจาะรังไหมออกสู่ภายนอก
4. แมลงไหมตัวเมียจะเริ่มวางไข่อันเป็นการเริ่มวงจรชีวิตใหม่ภายในระยะเวลา 3 วันหลังจากออกมาจากรังไหม แมลงจะเกิดการผสมพันธุ์และตัวเมียตัวหนึ่งอาจให้ไข่ได้มากถึง 350 – 400 ใบ หลังจากนั้นก็จะตาย วงจรชีวิตของหนอนไหมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วงจรชีวิตของไหม [6]

เพื่อให้ได้เส้นใยไหมที่ยาวต่อเนื่องจำเป็นต้องทำการฆ่าแมลงในรังไหมก่อนเสมอ วิธีการที่ทำกันก็คือการนำรังไหมไปต้มซึ่งเป็นการต้มให้กาวไหมนิ่มและทำให้สามารถสาวออกเป็นเส้นได้ ในขณะเดียวกันกาวไหมบางส่วนก็จะหลุดออกมาด้วย สำหรับเส้นใยที่ขาดหรือที่เป็นส่วนด้านในของรังไหมนั้นจะมีความยาวที่ไม่มากก็จะนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายที่เรียกว่า ไหมปั่น (spun silk)

ตัวอย่างพันธุ์ไหมที่ผลิตในประเทศไทยที่ใช้ในงานวิจัยนี้ [7]

1. ไหมไทยพื้นบ้าน

- **พันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ** 1

เป็นไหมพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีความแข็งแรง เลี้ยงง่าย และเหมาะกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย สามารถเลี้ยงได้ในสภาพที่มีอุณหภูมิ 33-35 องศาเซลเซียส ตัวหนอนไหมมีสีขาวนวลตลอดตัว มีอายุเฉลี่ย 22 วัน 3 ชั่วโมง ดักแด้สมบูรณ์ร้อยละ 85.18 มีจำนวนไข่ไหมต่อแม่ 275 ฟอง มีเปลือกรังเฉลี่ยต่อรังร้อยละ 12.73 ซึ่งรังไหมมีขนาดกว้าง 1.44 เซนติเมตร ยาว 317 เซนติเมตร มีลักษณะหัวป้านท้ายแหลมสีเหลือง ความยาวเส้นใยประมาณ 262 เมตรต่อรัง และเป็นไหมสีเหลือง

- **พันธุ์นครราชสีมา** 4 **(น.ค.** 4)

หนอนไหมพันธุ์นี้มีสีขาวนวลตลอดลำตัว มีอายุเฉลี่ย 22 วัน 3 ชั่วโมง ดักแด้สมบูรณ์ร้อยละ 84.75 มีจำนวนไข่ต่อแม่สูงประมาณ 328 ฟอง มีเปลือกรังเฉลี่ยต่อรังร้อยละ 12.16 ขนาดรังไหมกว้าง 1.46 เซนติเมตร ยาว 3.00 เซนติเมตร มีลักษณะหัวป้านท้ายแหลมสีเหลือง ความยาวเส้นไหมเฉลี่ย 251 เมตรต่อรัง และเป็นไหมสีเหลืองที่มีความเหลืองมากกว่าพันธุ์ดอกบัวและพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1

2. ไหมไทยลูกผสม

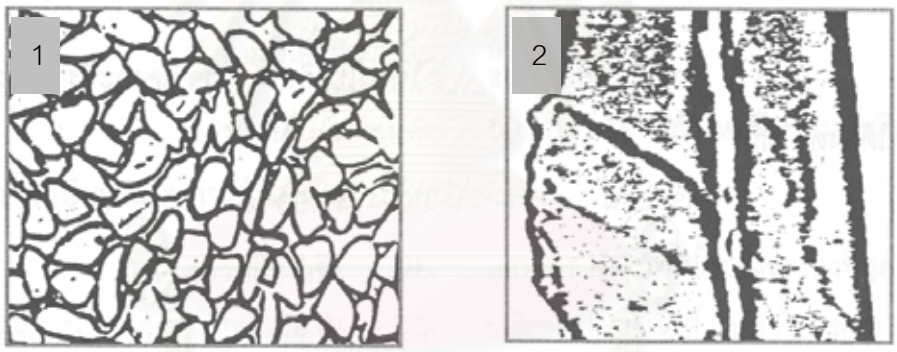
- **พันธุ์อุบลราชธานี** 60-35 **(ดอกบัว)**

เป็นพันธุ์ไหมที่แข็งแรง เลี้ยงง่าย เลี้ยงได้ผลดีตลอดฤดูฝนและฤดูหนาว หนอนไหมมีสีขาวอายุสั้นประมาณ 18 วัน ดักแด้สมบูรณ์สูงถึงร้อยละ 94.90 จำนวนไข่ไหมต่อแม่สูงถึง 388 ฟอง มีเปลือกรังเฉลี่ยต่อรังร้อยละ 16.1 ซึ่งรังไหมมีขนาดกว้าง 1.80 เซนติเมตรยาว 3.50 เซนติเมตรมีลักษณะหัวป้านค่อนข้างกลมสีเหลือง ความยาวเส้นไหมเฉลี่ย 519 เมตรต่อรัง และเป็นไหมสีเหลืองที่มีความเหลืองน้อยกว่าพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 และพันธุ์น.ค. 4

2.1.3 โครงสร้างทางกายภาพของไหม

ไหมเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องตลอดเส้น ตัวไหมจะมีต่อมซึ่งสามารถสร้างของเหลวโปรตีน 2 ชนิดคือ ไฟโบรอิน มีลักษณะเป็นเส้นใยคู่เนื่องจากต่อมที่รีดเส้นใยไหมของตัวหนอนไหมมีลักษณะเป็นสองรูคู่กัน ส่วนของเหลวอีกชนิดคือ เซริซิน ซึ่งจะเคลือบเส้นใยไฟโบรอินทั้งคู่ไว้ เซริซินจะเคลือบโดยตลอดความยาว เซริซินที่ชั้นกลางและชั้นในจะมีโครงสร้างการเคลือบที่สม่ำเสมอกว่าชั้นนอก

ภาคตัดขวางของเส้นไหม มีลักษณะพื้นที่หน้าตัดเป็นสามเหลี่ยมมุมมน [5] มีไฟโบรอิน 2 เส้น ซึ่งถูกล้อมด้วยกาวเซริซิน (sericin) เมื่อสังเกตไฟโบรอิน 1 เส้นจากกล้องจุลทรรศน์แบบออปติคัลจะพบว่ามีไฟบริล 50-150 เส้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3-3 ไมโครเมตร) [8] แต่จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะพบ ไฟบริล 900-1,400 เส้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2-0.4 ไมโครเมตร) พื้นที่หน้าตัดของเส้นใยไฟโบรอินนั้นไม่คงที่ตลอดเส้น โดยไพโบรอินชั้นนอกสุด ชั้นกลาง และชั้นในของรังไหม มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 80, 100 และ 60 ตารางไมโครเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 ภาพเส้นไหม 1) ภาพภาคตัดขวาง 2) ภาพตามยาวของไหม [5]

2.1.4 โครงสร้างทางเคมีของไหม

เส้นไหมดิบเป็นโปรตีน หรือพอลิเอไมด์ (polyamide) ที่เกิดจากปฏิกิริยาการควบแน่นของกรดแอลฟาอะมิโน โดยทั่วไปแล้วเส้นใยไหมมีไฟโบรอินร้อยละ 70 เซริซินร้อยละ 20-30 เส้นใยจากรังไหมประมาณร้อยละ 97 เป็นโปรตีนบริสุทธิ์ และส่วนประกอบอื่นๆ อีกเพียงเล็กน้อย เช่น ขี้ผึ้ง คาร์โบไฮเดรต วัตถุสีและสารอนินทรีย์

ส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ในไฟโบรอิน อาจวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆ ได้ดังนี้ [5]

คาร์บอนร้อยละ	48.00 -49.00
ไฮโดรเจนร้อยละ	6.40 - 6.51
ไนโตรเจนร้อยละ	17.35 -18.89
ออกซิเจนร้อยละ	26.00 -27.90

เมื่อลอกกาวเส้นไหมออกแล้ว จะมีไฟโบรอินซึ่งเป็นโปรตีนเหลืออยู่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดแอลฟาอะมิโน จากการวิเคราะห์พบว่ามีกรดอะมิโนต่างๆ 18 ชนิด [10] ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างง่ายๆ เช่น ไกลซีน (glycine) เซรีน (serine) และอะลานีน (alanine)

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของเซริซินและไฟโบรอิน
(กรดอะมิโนเป็นกรัมในโปรตีน 100 กรัม) [10]

กรดอะมิโน		เซริซิน	ไฟโบรอิน
non-polar amino acid	Glycine	8.66	41.25
	Alanine	3.51	28.87
	Valine	3.14	2.63
	Leucine	1.02	0.32
	Praline	0.77	0.44
	Phenylalanine	0.66	-
		0.50	0.58
Acidic amino acid	Aspartic acid	17.03	0.76
	Glutamic	7.46	0.69
Basic amino acid	Arginine	6.07	0.86
	Histidine	1.88	-
	Lysine	4.95	0.17

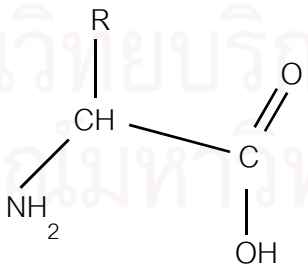
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของเซริซินและไฟโบรอิน (ต่อ)

กรดอะมิโน		เซริซิน	ไฟโบรอิน
Oxy amino acid	Serine	27.32	13.22
	Threonine	7.48	0.81
	Tyrosine	4.43	10.96
Sulfur-complex amino acid	Methionine	-	-
	Cystine	0.20	-
รวม		95.08	101.56

กาวไหมประกอบกรดอะมิโนที่คล้ายกับไฟโบรอิน แต่สัดส่วนของกรดอะมิโนนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจะพบโครงสร้างโมเลกุลของทั้งสองส่วนที่ต่างกัน เนื่องจากกาวไหมไม่มีส่วนที่เป็นผลึกเลย จึงไม่สามารถหาข้อมูลจากการศึกษาการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ได้

การศึกษาไฟโบรอินด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ พบว่าไฟโบรอินประกอบด้วยโมเลกุลที่เรียงตัวเป็นระเบียบเป็นส่วนใหญ่และมี repeat pattern 6.95 องศาอังสตรอม ซึ่งสัมพันธ์กับกรดอะมิโน 2 ชนิด คือ ไกลซีน และอะลานีน

โครงสร้างไหมเลี้ยงส่วนใหญ่เป็นแบบ –G-A-G-A- ส่วนไหมป่าเป็น –A-A-A-A- โดยที่ G คือ ไกลซีน และ A คือ อะลานีน [9]

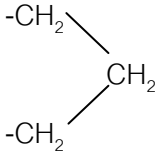
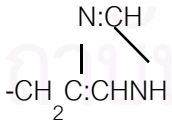
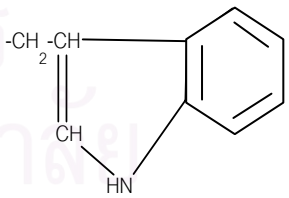


รูปที่ 2.3 องค์ประกอบพื้นฐานของกรดอะมิโน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากที่กล่าวว่าไฟโบรอินประกอบด้วยกรดอะมิโนต่างๆ 18 ชนิด โดยแต่ละชนิดนั้นจะมีองค์ประกอบพื้นฐานดังรูปที่ 2.3 แต่จะเป็นชนิดใดนั้นจะต่างที่ “R” ตารางที่ 2.2 จะแสดงหมู่ข้างเคียง (R) ของกรดอะมิโนชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2.2 หมู่ข้างเคียงชนิดต่างๆ ที่เกาะอยู่ในโมเลกุลโปรตีน [10]

กรดอะมิโน	หมู่ข้างเคียง	กรดอะมิโน	หมู่ข้างเคียง
Glycine	-H	Serine	$-CH_2OH$
Alanine	$-CH_3$	Threonine	$-CH(OH)CH_3$
Valine	$-CH(CH_3)_2$	Tyrosine	$-CH_2C_6H_4OH$
Leucine	$-CH_2CH(CH_3)_2$		
Isoleucine	$-CH(CH_3)CH_2CH_3$		
Phenylalanine	$-CH_2C_6H_5$		
Aspartic acid	$-CH_2COOH$	Proline	
Glutamic	$-CH_2CH_2COOH$		
Arginine	$-(CH_2)_3NHC(NH)NH_2$	Cystine	$-CH_2SSCH_2-$
Lysine	$-(CH_2)_4NH_2$	Methionine	$-CH_2CH_2SCH_3$
Histidine		Tryptophane	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.5 **สมบัติของไหม** [5,10,11]

สมบัติทางกายภาพ

ลักษณะภายนอก	ไหมดิบจะเป็นลักษณะของเส้นใยคู่เกาะติดกันด้วยกาวไหมหลังการลอกกาวไหมออกแล้วจะแยกออกเป็นเส้นใยเดี่ยว เรียบ และพื้นที่หน้าตัดเป็นสามเหลี่ยมมุมมน
ความยาว	ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาวโดยประมาณ 1,300-2,000 ฟุต
ความแข็งแรง	ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงสูง มีค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาดขณะแห้งอยู่ที่ 3.5- 5.0 กรัมต่อดีเนียร์และความแข็งแรงขณะเปียกจะลดลงประมาณร้อยละ 15-25
การยืดตัวและการหดกลับ	ยืดตัวได้สูงสุดร้อยละ 15 ถ้ายืดออกไปร้อยละ 2 จะหดตัวกลับได้ถึงร้อยละ 90
ความคงรูป	เมื่อผ่านการซักผ้าจะหด แต่เมื่อดึงและรีดผ้าจะคืนกลับเข้าสู่ขนาดเดิมได้
ความมัน	ภายหลังจากที่ลอกกาวแล้วไหมมีความมันดีมาก
สี	สีขาว สีเหลืองจนถึงสีเทา
ความร้อน	สามารถทนความร้อนได้ถึง 170 องศาเซลเซียส
การดูดซึมความชื้น	ร้อยละ 11 (ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65)
ความถ่วงจำเพาะ	1.25

สมบัติทางเคมี

กรด	ไม่ถูกทำลายด้วยกรดทั่วไป แต่ถูกทำลายได้เมื่อกรดมีความเข้มข้นสูง
ด่าง	ถูกทำลายได้ด้วยด่างที่มีความเข้มข้นสูงและอุณหภูมิสูงพอ ด่างแก่มีผลทำให้ความมันของไหมลดลง
เกลือคลอไรด์	ถูกทำลายด้วยสารที่มีส่วนผสมของเกลือคลอไรด์ผสมอยู่ ได้แก่ เหงื่อ น้ำยาดับกลิ่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารละลายอินทรีย์	ทนต่อสารละลายอินทรีย์ทั่วไป น้ำยาซักแห้งจะไม่ละลายเส้นใย
สารซักฟอก	ภายใต้ภาวะการซักปกติจะไม่เกิดผลเสียต่อไหม เช่น พวกสารประเภทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือเปอร์บอเรต แต่ถูกทำลายได้ด้วยสารซักฟอกประเภทสารออกซิไดส์ เช่น พวกที่มีโซเดียมไฮโปรคลอไรด์
แสง	ผ้าไหมอ่อนไหวต่อแสงแดด ถ้าถูกโดยตรงเป็นเวลานานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและความแข็งแรงจะลดลง
การย้อมสี	ย้อมได้ด้วยสีแอซิด สีเบสิก และสีไดเรกท์

สมบัติทางชีวภาพ

ปกติไหมจะไม่มีปัญหาเรื่องราและแมลง ยกเว้นเก็บไว้ในภาวะที่ค่อนข้างเปียกชื้น หรือผลจากสารที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จ

สมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อน

ไหมเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดีจึงเกิดไฟฟ้าสถิตได้ และไม่นำความร้อน

สมบัติการติดไฟ

เมื่อติดไฟจะลุกไหม้อย่างช้าๆ เมื่อนำออกจากเปลวไฟสามารถดับเองได้ กลิ่นเหมือนเส้นผมไหม้ ขี้เถ้าเป็นเม็ดสีดำ เปราะ

2.1.6 ประโยชน์และการใช้งาน

ไหมมีสมบัติที่ดีหลายประการดังที่กล่าวข้างต้น ทำให้การใช้งานของไหมเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง ทั้งผ้าทอและผ้าถัก แล้วแต่การใช้งาน เช่น ผ้าบางเหมาะสำหรับใช้ทำเสื้อผ้าเนื้อบางเบา ผ้าพันคอ ผ้าคลุมผม ผ้าหนาเหมาะสำหรับทำเสื้อผ้า กางเกง ผ้าเนื้อหยาบเหมาะสำหรับทำผ้าม่าน เฟอร์นิเจอร์ ผ้าคลุมเตียง

นอกจากการใช้ผ้าไหมที่เป็นไหมร้อยละ 100 แล้วยังผสมกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อใช้งานเช่น ไหมผสมกับฝ้าย ไหมผสมขนสัตว์ ไหมผสมลินิน [11]

2.1.7 การดูแลรักษา [11]

- ไม่ควรปล่อยทิ้งผ้าไหมที่เปรอะเปื้อนหรือเปียกเหงื่อไคลไว้นาน ควรรีบซักทำความสะอาด เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อเส้นไหมได้
- สามารถซักได้ทั้งแบบซักน้ำและซักแห้ง แต่การซักแห้งจะคงลักษณะที่สวยงามได้ดีกว่า
- ควรใช้สารซักฟอกที่เป็นกลาง
- ควรตากในร่ม
- รีดด้วยไฟปานกลาง (148-300 องศาเซลเซียส)
- ควรเก็บผ้าไหมในที่ที่ปิดมิดชิด หลีกเลี่ยงแสงฟลูออเรสเซนท์

2.2 ไนลอน

2.2.1 ประวัติของไนลอน [5,10]

ไนลอนเป็นเส้นใยสังเคราะห์ชนิดแรกที่มนุษย์ค้นพบโดยบังเอิญ โดย Dr. Wallace H. Carothers ในปี พ.ศ. 2478 ก็ได้มีการสังเคราะห์พอลิเมอร์ขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของ hexamethylene diamine และ adipic acid ได้พอลิเมอร์ที่เรียกว่า ไนลอน 6,6 ต่อมาได้มีการเผยแพร่ออกสู่สาธารณะ ผลิตในเชิงการค้าในปี พ.ศ. 2481 โดยเรียกพอลิเมอร์ที่ได้ว่า ไนลอน ซึ่งเป็นชื่อสามัญ ไนลอน 6,6 ที่ได้มีสมบัติดีเด่นต่างจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยประดิษฐ์ที่มีก่อนหน้านี้ด้วยการที่มีความแข็งแรงสูง ทนทานต่อการขัดถูที่ดี จึงมีการนำไปใช้งานมากมาย สิ่งแรกที่ผลิตจากไนลอน 6,6 คือ ถุงน่อง ต่อจากนั้นผลิตเป็นเชือกลากเรือในทะเล ผ้าใบยางรถยนต์ไปจนถึงเครื่องนุ่งห่ม จากการใช้งานที่แพร่หลายมากขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เองทำให้ได้พบจุดอ่อนของไนลอน เพื่อแก้หรือลดจุดอ่อนต่างๆ ลง จนในปัจจุบันมีการผลิตไนลอนชนิดอื่นนอกเหนือจากไนลอน 6,6 คือไนลอน 6 และไนลอน 12 เป็นต้น

ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตไนลอนอยู่รวมทั้งสิ้น 5 บริษัท ซึ่งเป็นการผลิตไนลอน 6 ที่ใช้วัตถุดิบคือ คาโปรแลกแทม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 กระบวนการผลิต

ไนลอนหรือพอลิเอไมด์ที่ผลิตได้มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 แต่ที่นิยมใช้กันมาก คือ ไนลอน 6,6 และ ไนลอน 6

การผลิตเส้นใยไนลอนมีหลักการสำคัญซึ่งประกอบด้วย [6]

1. การเตรียมวัตถุดิบ
2. การทำปฏิกิริยาควบแน่นเพื่อให้ได้พอลิเมอร์
3. การหลอมเม็ดพอลิเมอร์ที่ได้ แล้วทำการปั่นให้เป็นเส้นใย
4. ทำการยืดดึงเย็นให้กับเส้นใย

ไนลอน 6,10 สังเคราะห์จาก hexamethylene diamine และ sebacic acid ไนลอน 6,6 สังเคราะห์มาจาก hexamethylene diamine กับ adipic aid ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ได้จากวัตถุดิบตั้งต้นที่เริ่มจาก ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ส่วนไนลอน 6 สังเคราะห์จาก caprolactam โดยถูกเตรียมมาจาก cyclohexanone-oxide ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้น

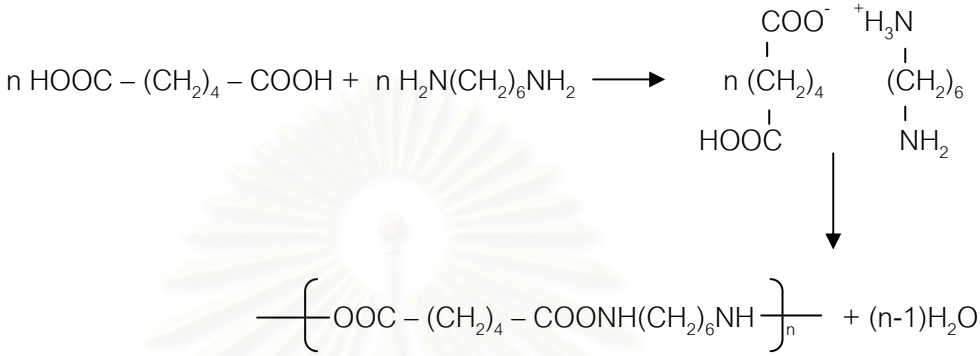
หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบในการสังเคราะห์แล้ว การผลิต ไนลอน 6,10 หรือไนลอน 6,6 จะนำสารเคมีมาทำปฏิกิริยากัน ซึ่งสารตัวหนึ่งเป็นด่างอีกตัวเป็นกรด เมื่อเกิดปฏิกิริยาขึ้นทำให้ได้เกลือออกมาเป็นเกลือไนลอน ต่อมาทำพอลิเมอไรซ์เกลือที่ได้ สกัดน้ำออกตลอดเวลาซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยา

ส่วนไนลอน 6 นั้น ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของคาโปรแลกแทมเริ่มจากการให้ความร้อนทีละน้อย โดยการใช้ไอน้ำกระทบในหม้อปฏิกรณ์ จะเกิดปฏิกิริยาอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นกรองให้สะอาด แล้วปั๊มหม้อปฏิกรณ์เพื่อการเกิดพอลิเมอร์

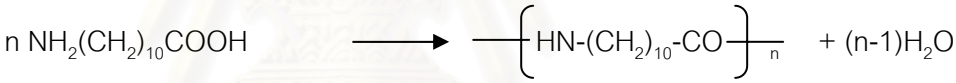
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไนลอนในทางการค้าสามารถสังเคราะห์ได้จากการเกิดปฏิกิริยา 3 แบบ [13]

1. ปฏิกิริยา condensation ระหว่าง diamines กับ dicarboxylic acid ได้เกลือไนลอน แล้วจึงเกิดพอลิเมอไรซ์เป็นพอลิเมอร์ เช่น hexamethylene diamine กับ adipic acid ได้เป็นไนลอน 6,6



2. ปฏิกิริยา self condensation ของ amino acid เช่น ω-amino undecanoic acid ได้เป็นไนลอน 11



3. ปฏิกิริยา ring opening polymerization ของ lactam เช่น dodecyl lactam ได้เป็นไนลอน 12

ขั้นตอนต่อไปคือ การเปลี่ยนพอลิเมอร์ให้เป็นเม็ด

โดยจะแยกเอาพอลิเมอร์ที่ได้ออกมา นำไปหลอมเหลว แล้วอัดออกมาเป็นแถบยาว ผ่านลงไปแข็งตัวในน้ำเย็น แล้วจึงนำไปตัดเป็นชิ้น หรือเกล็ดเล็กๆ ให้พร้อมที่จะนำไปทำเป็นเส้นใย

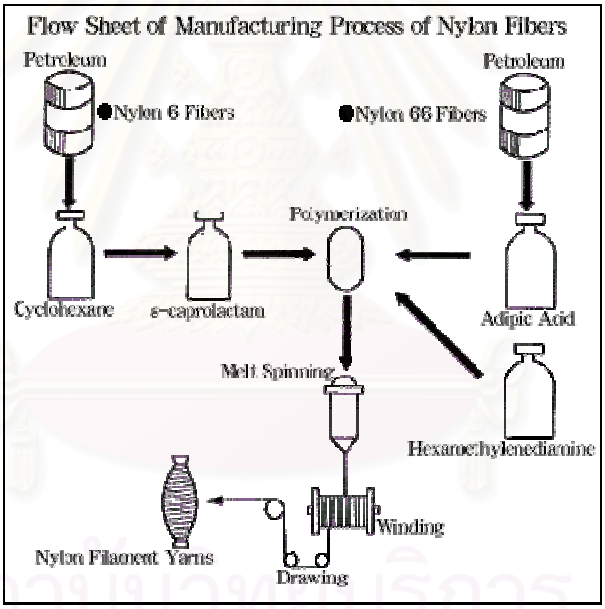
เม็ดพอลิเมอร์ที่เตรียมได้ถูกนำเข้ากระบวนการปั่นเป็นเส้นใยซึ่งอาจทำได้หลายวิธี วิธีที่สำคัญที่สุดคือการหลอมเหลว (ในขั้นตอนนี้ถ้าต้องการลดความมันของเส้นใยก็จะเติมไททาเนียมไดออกไซด์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารลดความมันลงและเป็นสารสีขาว โดยทั่วไปสีของไนลอนจะเป็นสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขาวอยู่แล้ว แต่ก็ยังมีการเติมสารเพิ่มความขาวเข้าไปช่วยให้มีความขาวมากขึ้น) เมื่อพอลิเมอร์หลอมเหลวแล้วจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องอัดเส้นใย โดยเครื่องอัดจะอัดพอลิเมอร์เหลวผ่านหัวฉีด (spinnerette) ไปยังห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเกิดการพ่นอากาศ เส้นใยจะแข็งตัวแล้วส่งไปยังห้องที่มีความชื้น จึงเก็บเข้าม้วน

เส้นใยที่ผ่านขั้นตอนข้างต้นแล้วจะต้องถูกนำไปยืดดึงด้วยเสมอ ซึ่งใช้ระบบการยืดดึงเย็นหรือที่เรียกว่า Cold drawing เส้นใยจะสามารถยืดตัวออกได้ถึง 2-7 เท่าของความยาวเดิม ความเหนียวและความมันจะเพิ่มขึ้น ขนาดเล็กลง

การผลิตไนลอนที่กล่าวมาในแต่ละขั้นตอนนี้จะเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรซ์จนกระทั่งยืดดึงแล้วม้วนเก็บเป็นเส้นใยยาว หรือตัดเป็นเส้นใยสั้นทำเป็นเบล

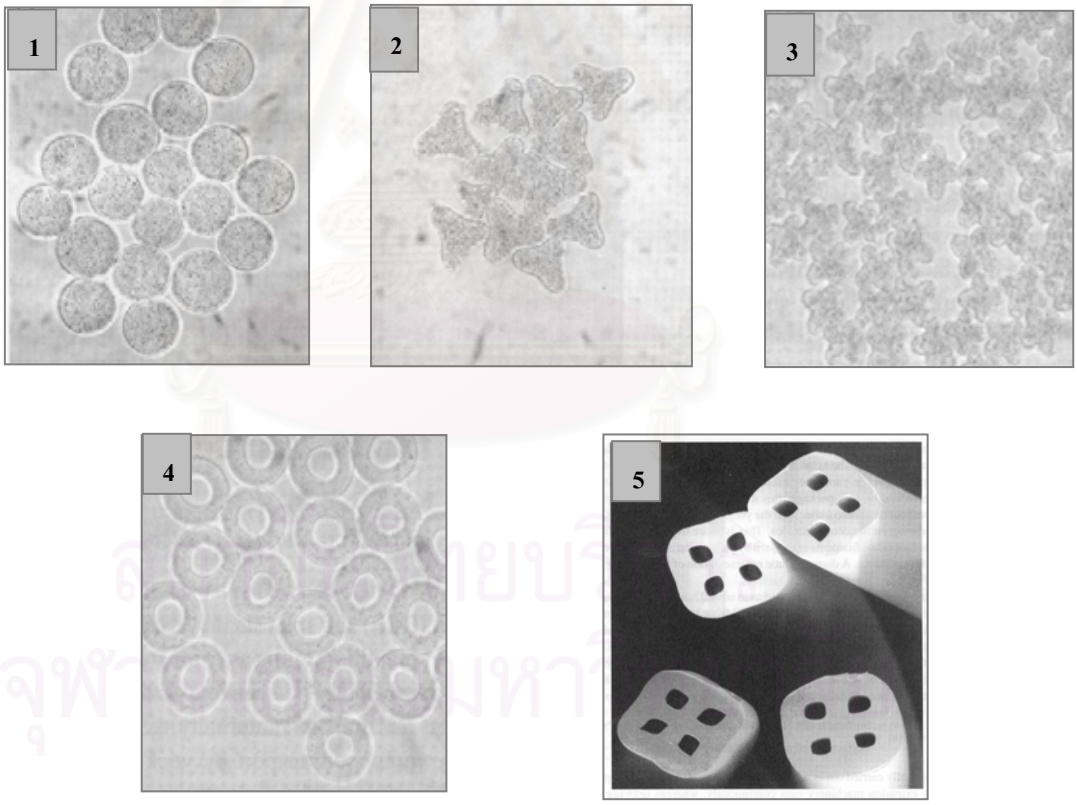


รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตเส้นใยไนลอน 6 และไนลอน 66 [14]

2.2.3 โครงสร้างทางกายภาพ [15]

เส้นใยไนลอนเมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าเป็นเส้นตรงใสมีจุดเล็กๆ ของสารลดความมันกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะรูปร่างภาคตัดขวางของไนลอนมีหลายแบบเนื่องจากเป็นเส้นใยสังเคราะห์ ไนลอนถูกฉีดให้มีรูปร่างภาคตัดขวางหลายแบบแตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะ

เป็นลักษณะกลม (round cross-section) ซึ่งนิยมใช้ในทางอุตสาหกรรม ลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยจะส่งผลต่อค่าต่างๆ ทางวิศวกรรมในการใช้งาน นอกจากนี้ภาคตัดขวางที่มีรูปร่างไม่กลม เช่น trilobal ซึ่งจะถูกอัดรีด ผ่าน spinnerette รูปตัว Y ส่วนรูปร่างแบบ multilobal เช่น tetralobal พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำให้สามารถดูดซึมความชื้นมากขึ้น เนื่องจากผลของ capillary action รูปร่างแบบ flat ribbon จะใช้งานในด้านเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม รูปร่างแบบ hollow cross-section เช่น Kanebo® *Lightron* จะให้สมบัติในการเก็บกักอากาศและความร้อน และรูปร่างแบบ transverse cross-section เช่น DuPont *Antron*® พอลิเมอร์เหลวจะผ่าน spinnerette ที่มีรูปร่างเป็นตัว I 2 ตัวไขว้กัน เส้นใยนี้จะมีช่องว่าง 4 ช่องซึ่งให้สมบัติในการคืนตัวที่ดีมาก ใช้ประโยชน์เป็นเส้นใยสำหรับพรม ผิวเส้นใยเป็นผิวเรียบมีทั้งแบบใยยาว และใยสั้น (ซึ่งเกิดจากการตัดเส้นใยยาว) ตามความต้องการของผู้ผลิต



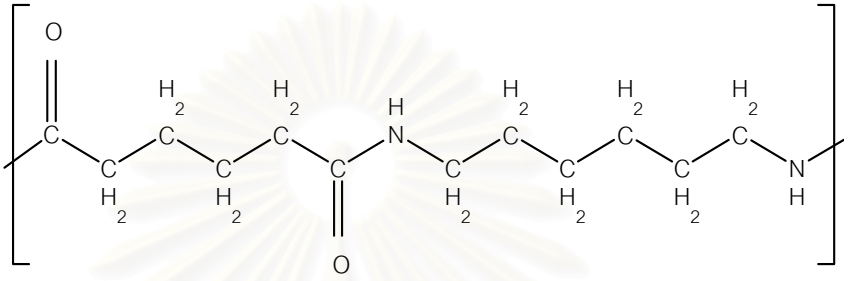
รูปที่ 2.5 รูปร่างภาคตัดขวางของเส้นใยไนลอน [15]

1) round cross-scetion 2) trilobal 3) tetralobal

4) hollow cross-section 5) transverse cross-section

2.2.4 **โครงสร้างทางเคมี** [5]

ไนลอนมีโครงสร้างโมเลกุลยาวที่มีการจัดตัวแบบฟันเลื่อย ในโมเลกุลจะพบทั้งพันธะโควาเลนท์ ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่จับตัวกับน้ำ และส่วนที่เป็นพันธะเอไมด์ซึ่งจับตัวกับน้ำได้ง่าย แต่ด้วยพันธะโควาเลนท์ที่มีมากกว่าพันธะเอไมด์ ไนลอนจึงมีสมบัติดูดความชื้นได้แต่ค่อนข้างต่ำ การเรียงตัวของพอลิเมอร์ค่อนข้างเป็นระเบียบ แต่มีการเรียงตัวแบบฟันเลื่อยของพอลิเมอร์ ทำให้ไนลอนมีสมบัติยืดหยุ่นที่ดี ซึ่งทำให้ทนทานต่อการขัดสีค่อนข้างดี



รูปที่ 2.6 ลักษณะโมเลกุลที่มีการเรียงตัวแบบฟันเลื่อยของไนลอน 6,6

2.2.5 **สมบัติของไนลอน** [5,11,15]

สมบัติทางกายภาพ

ลักษณะภายนอก	เส้นใยไนลอนโดยทั่วไปมีรูปร่างภาคตัดขวางเป็นทรงกลม ผิวเรียบคล้ายแท่งแก้วยาว ความยาวตลอดเส้นใยต่อเนื่องสม่ำเสมอ
ความแข็งแรง	เส้นใยที่ใช้ทำเสื้อผ้าจะมีความทนแรงดึง ณ จุดขาดของเส้นใย 3.0-6.0 กรัมต่อดีเนียร์
การยืดตัวและการหดกลับ	ยืดตัวได้สูงสุดประมาณร้อยละ 30 ถ้าให้ยืดตัวออกร้อยละ 2 จะสามารถหดกลับได้ร้อยละ 100
การคืนตัว	ดี ไม่ยับง่าย
ความทนต่อการขัดถู	ดี
ความทนต่อความร้อน	ไนลอนแต่ละชนิดมีความทนความร้อนไม่เท่ากัน ไนลอน 6,6 หลอมเหลวที่ 250 องศาเซลเซียส ไนลอน 6 หลอมเหลวได้ที่ 216 องศาเซลเซียส
สี	สีขาวและความมันค่อนข้างสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสามารถในการดูซึมความชื้น	ร้อยละ 4.0-4.5% (ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65)
ความถ่วงจำเพาะ	1.14

สมบัติทางเคมี

กรด	ไนลอนถูกทำลายได้ด้วยสารละลายกรดเข้มข้น
ด่าง	มีความทนต่อด่างได้ดี
สารละลายอินทรีย์	ทนต่อสารละลายอินทรีย์สามารถซักแห้งได้และไม่ละลายในสารละลายแอซีโตนแต่ละลายได้ในกรดฟอร์มิกเข้มข้น
สารซักฟอก	สามารถใช้ซนิดออกซิไดส์หรือรีดิวส์ก็ได้ แต่ต้องไม่เป็นสารที่แก่จนเกินไป และสารซักฟอกประเภทคลอรีนอาจต้องระวังเพราะมีผลเสียต่อเส้นใยไนลอน
แสง	สามารถทนแสงแดดได้ดี ชนิดที่มีความมันสูงจะทนได้ดีกว่าชนิดที่มีความมันต่ำหรือทึบ
การย้อมสี	อาจใช้ได้ทั้ง สีแอซิด ไดเร็กท์ แวต เบสิก ดิสเพอร์ส

สมบัติทางชีวภาพ

ไนลอนมีความต้านทานต่อเชื้อราและแมลงได้ดี แต่ถ้าแมลงเข้าไปอยู่ในผ้าเป็นเวลานานๆ จะกัดกินผ้าได้

สมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อน

มีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อนที่ไม่ดี จึงสะสมประจุไฟฟ้าสถิตได้ในขณะที่มีความชื้นต่ำ

สมบัติการติดไฟ

ลุกไหม้ช้าๆ เปลวไฟจะดับไปเอง เถ้าหลอมและหยดเป็นเม็ดๆ เถ้าจะแข็ง บีบไม่แตก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.6 ประโยชน์และการใช้งาน

ผ้าไนลอนใช้ประโยชน์ได้มากทั้งที่เป็นเสื้อผ้าและของใช้อื่นๆ ที่ใช้ทำเป็นเสื้อผ้า ได้แก่ เสื้อผ้าชั้นในสตรี ถุงน่อง และเสื้อผ้านักกีฬา ประโยชน์ที่ไม่ใช่เสื้อผ้า เช่น อุปกรณ์ออกแคมป์ เต็นท์ กระเป๋า เชือก ใช้ทำเครื่องตกแต่งบ้าน ที่อยู่อาศัย เช่น พรม ผ้าบุเก้าอี้ นอกจากนี้ยังใช้ทำร่ม ร่มชูชีพ ใบเรือ

ไนลอนที่รับการพัฒนาให้มีสมบัติพิเศษมีหลายชนิด เช่น คีย์อานา จะมีลักษณะสวยงามคล้ายผ้าไหมมาก ไนลอน 6T หรือ Nomex ทนความร้อนได้สูง จุดหลอมเหลวประมาณ 370 องศาเซลเซียส มีความเหนียวแข็งแรงทนต่อสารเคมี ต้านทานรังสี ไนลอน 22N มีสมบัติไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิต

นอกจากนี้แล้วการใช้งานของไนลอนยังสามารถใช้ผสมกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อให้ได้สมบัติที่ดีขึ้น เช่น ไนลอนผสมฝ้าย ทำให้ได้เส้นด้ายที่มีความเล็กละเอียดสูงแต่ความแข็งแรงดี ไม่จับฝุ่นง่ายอันเป็นสมบัติของไนลอน ขณะที่ฝ้ายให้ความนุ่มนวลและการดูดซึมความชื้นที่ดี ดังนั้นผ้าที่ได้จึงให้สมบัติที่ดีมากของเส้นใยทั้งสองชนิดรวมกัน ไนลอนผสมกับไหมทำให้ดูดซึมความชื้นดี รักษารูปทรง มีการยืดตัวและความแข็งแรงดี การผสมไนลอนอย่างน้อยร้อยละ 17 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ดูแลรักษาง่ายเช่นเดียวกับไนลอนผสมแอซีเทต หรือไนลอนผสมไตรแอซีเทต ที่แม้อาจจะให้ความสบายในการสวมใส่ไม่ดีนัก แต่ก็ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา ความแข็งแรงสูง ดูมีราคาและไม่ยับ

ในวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอ ไนลอนที่ใช้กันมากคือ ไนลอน 6 สำหรับใช้ทำเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มทั่วไป ทั้งผ้าถัก ผ้าทอ ส่วนไนลอน 6,6 มักนิยมใช้ในกิจการอุตสาหกรรม เช่น ผ้าใบ ยางรถยนต์ อวน ตาข่าย แปรง เส้นเอ็นในอุปกรณ์กีฬา

2.2.7 การดูแลรักษา [11]

- ซักผ้าในน้ำได้โดยใช้ผงซักฟอก
- ไม่ควรตากแดด
- ควรใช้สารซักฟอกชนิดเปอร์ออกไซด์หรือเปอร์บอเรต
- ไนลอน 6,6 ควรรีดที่อุณหภูมิระหว่าง 150-175 องศาเซลเซียส ไนลอน 6 ควรรีดที่อุณหภูมิไม่เกิน 150 องศาเซลเซียส เพราะอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้
- ควรเก็บไว้ให้พ้นแสงแดด และแสงฟลูออเรสเซนต์

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cai, Z.; and Qiu, Y. [1] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตกแต่งสำเร็จผ้าไหมบอมบิกซ์ มอริ ด้วยสารละลายอิพอกไซด์ โดยใช้ epoxy silicone crosslinking agent A (EPSIA) หลังการปรับปรุงผ้าไหมแล้วพบว่า การต้านทานต่อการยับในภาวะแห้งและภาวะเปียกนั้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 14 และร้อยละ 39 ตามลำดับ ส่วนความทนแรงดึง ดัชนีความขาว การดูดซึมความชื้น การดูดซึมน้ำ การละลายในสารละลายผสม และค่ามุมสัมผัสพื้นผิว มีค่าลดลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง ในการทดสอบการย้อมติดสี พบว่ามีการดูดซึมสีเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ทั้งนี้เนื่องจาก พื้นผิวผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วย EPSIA จะมีประจุบวกทำให้มีตำแหน่งที่ดูดติดกับสีประจุลบมากขึ้น

Ricky K.Y.Fu และคณะ [16] ศึกษาการใช้พลาสมากับไนลอน 6 เนื่องจากไนลอน 6 เป็นวัสดุที่มีแรงตึงผิวต่ำ มีเสถียรภาพต่อสารเคมีสูง และมีสมบัติการยึดติด ความสามารถในการเปียกต่ำ สมบัติของพื้นผิวนี้สามารถถูกปรับปรุงได้โดยการปรับปรุงโครงสร้างระดับโมเลกุลโดยใช้พลาสมา จะใช้ oxygen/nitrogen PIII กับไนลอน 6 หลังจากที่ไนลอนถูกกระทำด้วยไอออนพลังงานสูง พันธะระหว่างคาร์บอนที่สายโซ่หลักจะแตกออกทำให้เกิดตำแหน่งที่ว่องไว ออกซิเจนและไนโตรเจนจะเข้าทำปฏิกิริยาเกิดเป็นหมู่เฉพาะอยู่บนพอลิเมอร์ ก๊าซไนโตรเจนจากพลาสมาจะก่อรูปเป็นหมู่เอมีน และ อิมีน และลักษณะเดียวกัน ก๊าซออกซิเจนก็จะไปก่อรูปเป็นหมู่แอลกอฮอล์ และ คาร์บอกซิล บนผิวไนลอน ทำให้มีหมู่เหล่านี้เพิ่มมากขึ้นบนผิวไนลอน 6 ซึ่งยืนยันจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิครังสีเอกซ์ โฟโตรอิเล็กตรอน สเปกโทรสโครปี (X-ray photoelectron spectroscopy) สามารถบอกปริมาณของหมู่เอมีน อิมีน แอลกอฮอล์ และ คาร์บอกซิลได้ ไนลอนหลังการปรับปรุงจะมีหมู่เฉพาะเหล่านี้มากขึ้นซึ่งเป็นหมู่ที่ชอบน้ำทำให้สามารถเปียกน้ำได้ดีขึ้น จากผลการทดสอบมุมสัมผัสพื้นผิวระหว่างหยดน้ำกับไนลอน 6 ลดลง

สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์ [17] ศึกษาอิทธิพลของสารไคโตซานต่อสมบัติสีย้อมบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า การตกแต่งสำเร็จผ้าด้วยไคโตซานมีผลทำให้ความเข้มสีเพิ่มขึ้นซึ่งดูได้จากค่า K/S ของผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วยไคโตซานมีค่าสูงกว่าค่า K/S ของผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จด้วยไคโตซาน ไคโตซานที่ตกแต่งสำเร็จลงบนผ้ามีผลทำให้ผ้าดูดซึมสีได้ดีขึ้น เนื่องจากไคโตซานมีหมู่ที่สามารถจับสีย้อมได้ ดังนั้นเมื่อไคโตรซานถูกตกแต่งลงบนผ้าจึงเป็นการเพิ่มหมู่ที่จับสี (dye site) ทำให้ผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยไคโตซานนั้นมีความเข้มสีมากกว่าผ้าที่ไม่ถูกปรับปรุง นอกจากนี้ผ้าที่ตกแต่งด้วยไคโตซานแล้วย้อมด้วยสีเปลือกมังคุด มีสมบัติความคงทนของสีต่อแสง โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบด้วย Blue Wool Reference และต่อการซักโดยการเปรียบเทียบผ้าหลังการทดสอบด้วย Grey Scale ที่ดีกว่าผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งด้วยไคโตซานแล้วย้อมด้วยสีเปลือกมังคุด แต่เนื่องจากผ้าที่ย้อมด้วยสีที่สกัดได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีความคงทนต่อแสงและการซักไม่ดี

นัก จึงอาจปรับปรุงได้ด้วยการใช้มอแด้นท์ที่เหมาะสมซึ่งจะเพิ่มระดับความคงทนต่อแสงและการซัก การใช้มอร์แด้นและวิธีการใช้มอร์แด้นท์ มีผลกระทบต่อเฉดสีและความเข้มสี ผลที่ได้อาจเกิดจากลักษณะพิเศษของมอแด้นท์ที่สามารถเข้าจับกับสีแล้วทำให้โมเลกุลสีเปลี่ยนแปลงมีผลต่อเฉดสีและความเข้มแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของมอแด้นท์

ดวงกมล วิบูลย์รัตนศรี และคณะ [18] ศึกษาการดัดแปรไคโตรซานสำหรับตกแต่งสมบัติความชอบน้ำให้กับผ้าพอลิเอสเทอร์ เนื่องจากพอลิเอสเทอร์เป็นพอลิเมอร์ที่ได้รับความนิยมสูง แต่มีข้อเสียบางประการเช่นไม่ดูดซึมความชื้นซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาอื่นตามมาเช่น การเกาะติดของสิ่งสกปรก และการสะสมของไฟฟ้าสถิต เพื่อปรับปรุงสมบัติให้ดูดซึมความชื้นเพิ่มขึ้น จึงได้นำไคโตซานมาใช้ โดยได้อาศัยการทำปฏิกิริยากันของหมู่คาร์บอกซิลของพอลิเอสเทอร์ที่ปลายสายโซ่กับหมู่เอมีนของไคโตซาน แต่ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ จึงต้องปรับสภาพผิวของพอลิเอสเทอร์ด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ แต่กลับทำให้สูญเสียน้ำหนักของพอลิเอสเทอร์ จึงทำการเชื่อมขวางด้วยกรดมาโลนิกแต่ผลก็ไม่เป็นที่พอใจ ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงความสามารถในการยึดเกาะของไคโตซานบนผ้า โดยดัดแปรให้ไคโตซานมีส่วนไม่ชอบน้ำด้วยฟทาลิกแอนไฮไดร์ ให้เกิดปฏิกิริยาฟทาลอลเลชันกับหมู่เอมีนของไคโตซาน ทำให้มีหมู่ฟทาลออิลเพิ่มขึ้น ซึ่งหมู่นี้จะแทรกซึมเข้าไปในโครงสร้างของพอลิเอสเทอร์ได้ จากการทดสอบผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ตกแต่งสำเร็จด้วยไคโตซานดัดแปรจะมีสมบัติการเปียกน้ำและความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดีขึ้น เมื่อมีหมู่ฟทาลออิลมากขึ้นแนวโน้มการเกาะติดของไคโตซานบนพอลิเอสเทอร์ก็มากขึ้น ทั้งนี้ต้องขึ้นกับสัดส่วนของปริมาณหมู่ฟทาลออิล เนื่องจากถ้ามีหมู่นี้น้อยเกินไปการเกาะติดจะไม่ดี แต่ถ้ามากเกินไปก็จะทำให้ความสามารถในการดูดซึมความชื้นลดลงเพราะหมู่ฟทาลออิลเป็นหมู่ที่ไม่ชอบน้ำ

Freddi, G. และคณะ [2] ได้ศึกษาการย้อมติดสีของผ้าไหมจากการถูกปรับปรุงด้วยไดเบสิกแอซิด แอนไฮไดรด์ ซึ่งเป็นการปรับปรุงผ้าไหมด้วยสารเคมีโดยจะใช้ไดเบสิกแอซิด แอนไฮไดรด์ ที่แตกต่างกันสี่ชนิด คือ ซักซินิก กลูตาริก ฟทาลิก และ ออโท-ซัลโฟเบนโซอิก แอนไฮไดรด์ ตรวจสอบความสามารถในการย้อมติดสีด้วยสีเบสิก จากนั้นหาปริมาณสีบนผ้าไหม และ ค่าความเข้มสีหรือ K/S พบว่าผ้าที่ถูกปรับปรุงด้วยสารเคมีทั้งสี่ชนิดสามารถดูดซึมสีย้อมเบสิกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิลอิสระเพิ่มขึ้นจากการเปิดวงแอนไฮไดรด์ของสารทั้งสี่ชนิดบนผ้าไหม และยืนยันผลจากค่า K/S ซึ่งให้ผลในลักษณะเดียวกัน ความสามารถดูดซึมสีย้อมจะมากที่สุดในผ้าไหมที่ปรับปรุงด้วย ออโท-ซัลโฟเบนโซอิก แอนไฮไดรด์ ขณะที่ผ้าไหมที่ปรับปรุงด้วยสารเคมีอีกสามชนิดนั้นการดูดซึมสีย้อมจะเพิ่มขึ้นในระดับที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก ออโท-ซัลโฟเบนโซอิก แอนไฮไดรด์ มีประจุลบจากหมู่ซัลโฟนิกด้วย ซึ่งทำให้มีประจุลบบนผ้ามากกว่า ซักซินิก กลูตาริก และฟทาลิก ดังนั้นผ้าไหมที่ปรับปรุงด้วย ออโท-ซัลโฟเบนโซอิก แอนไฮไดรด์จึงดูดซึมสีย้อมที่มากที่สุดนั่นเอง

Sen, K.; and Babu, K. M. [3] ได้ศึกษาโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของไหมอินเดียห้าพันธุ์ โดยสองพันธุ์เป็นไหมเลี้ยงด้วยใบหม่อน (mulberry silk) ส่วนอีกสามพันธุ์เป็นไหมที่ไม่ได้เลี้ยงด้วยใบหม่อน (nonmulberry silk ชนิด tasar mugar และ eri) จากการศึกษาเกี่ยวกับส่วนอสัณฐานโดยการละลายส่วนที่เป็นอสัณฐานของเส้นใยด้วยสารละลายผสมของ ethanol/H_2O/$CaCl_2$ ในอัตราส่วน 5:6:8 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนไหมที่ไม่ได้เลี้ยงด้วยใบหม่อนจะละลายในสารละลายลิเทียมโบรไมด์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นตกตะกอนในน้ำกลั่น แล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD จากผลที่วิเคราะห์ที่ได้พบว่า สเปกตรัมที่ได้จากการวิเคราะห์ตะกอนไหมนั้นให้ค่าความเข้มรังสีที่ตรวจวัดได้ (intensity) ที่ต่ำมากซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารตัวอย่างที่วิเคราะห์นั้นไม่มีผลึกหรือเป็นอสัณฐาน และมี 2θ ประมาณ 20 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่บอกถึงชนิดสารตัวอย่างนั่นคือไหม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสามารถเตรียมไหมอสัณฐานจากวิธีข้างต้นของงานนี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดจากการเตรียมไหมอสัณฐานของงานวิจัยของ Sen, K.; and Babu, K. M. เป็นวิธีการเตรียมสารละลายไหมอสัณฐาน โดยงานวิจัยนี้จะใช้ไหมพันธุ์ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนซึ่งต้องละลายในตัวทำละลายผสมของ ethanol/H_2O/$CaCl_2$ ในอัตราส่วน 5:6:8 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามวิธีข้างต้น แต่จะไม่ตกตะกอนเอาตะกอนไหม โดยให้ไหมอสัณฐานยังอยู่ในรูปของสารละลาย จากนั้นจึงนำสารละลายดังกล่าวไปปรับสภาพผ้าโดยเคลือบบนผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยวิธีจุ่มอัด

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไหมอสัณฐานที่ได้จากการเตรียมตามวิธีข้างต้น [3] ปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอน เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซึมสีย้อม สารเคมี และความชื้นให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งคาดว่าจะช่วยประหยัดสีย้อมและสารเคมีในการย้อม เนื่องจากอสัณฐานเป็นส่วนที่ดูดซับสีย้อม ดังนั้นถ้าปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐานแล้วก็เป็นการเพิ่มส่วนที่ดูดซึมสีย้อมบนผ้าเข้าไปทำให้ผ้าย้อมได้สีเข้มมากขึ้น และส่วนที่เพิ่มเข้าไปนั้นเป็นอสัณฐานของวัสดุซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายกับผ้าทั้งสองชนิด ทำให้สมบัติทางเคมีของผ้าที่ถูกปรับสภาพนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแตกต่างจากการใช้สารเคมีเป็นสารตกแต่งสำเร็จ งานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาการเตรียมไหมอสัณฐานจากเส้นไหม วิธีการปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยไหมอสัณฐาน รวมทั้งศึกษาความสามารถดูดซึมสีย้อม สารตกแต่งสำเร็จ และสมบัติต่างๆ ของผ้าทั้งสองชนิดหลังผ่านการปรับสภาพเปรียบเทียบกับผ้าก่อนการปรับสภาพ

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1 เส้นไหม

เส้นไหมไทยพื้นบ้านพันธุ์นครราชสีมา (น.ค. 4) และ เส้นไหมไทยลูกผสมพันธุ์ดอกบัว ที่ผ่านการลอกกาว

3.1.2 ผ้าไหมทอด้วยเครื่องทอกี่ มีรายละเอียดดังนี้

ผ้าไหมทอลายขัดจากเส้นไหมไทยพื้นบ้านพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 ที่ผ่านการลอกกาว
น้ำหนักผ้า 131.27 กรัมต่อตารางเมตร
จำนวนเส้นด้ายยืน 63 เส้นต่อนิ้ว และจำนวนด้ายพุ่ง 65 เส้นต่อนิ้ว
เส้นด้ายยืนมีขนาด 281 ดีเนียร์ และเส้นด้ายพุ่งมีขนาด 198 ดีเนียร์

3.1.3 ผ้าไนลอน มีรายละเอียดดังนี้

ผ้าไนลอนทอลายขัดด้วยเส้นด้ายไนลอน 6 จากบริษัท เอเชีย ไฟเบอร์ (มหาชน) จำกัด
น้ำหนักผ้า 61.80 กรัมต่อตารางเมตร
จำนวนเส้นด้ายยืน 104 เส้นต่อนิ้ว และจำนวนด้ายพุ่ง 80 เส้นต่อนิ้ว
เส้นด้ายยืนมีขนาด 70 ดีเนียร์ต่อ 34 ฟิลาเมนต์
เส้นด้ายพุ่งมีขนาด 70 ดีเนียร์ต่อ 34 ฟิลาเมนต์

3.1.4 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายการสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

สารเคมี	ผู้จำหน่าย
Sodium carbonate	Seelze Hannover
Ethanol (99.9%)	Merck, Germany
Calcium Chloride	APS Ajax Finechem, Australia
ERIONYL BLUE A-R (acid dye)	Ciba Specialty Chemicals

ตารางที่ 3.1 รายการสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

สารเคมี	ผู้จำหน่าย
UNIVADINE NT NEW	Ciba Specialty Chemicals
Sodium acetate	Carlo Erba
Acetic acid	Merck, Germany
Resin COC-S (crosslinking agent)	V.P.C.Group
Ammonium Sulfate	Fluka, Switzerland
Kollasol CDA (wetting agent)	V.P.C.Group
Sodium hydroxide	APS Ajax Finechem, Australia

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

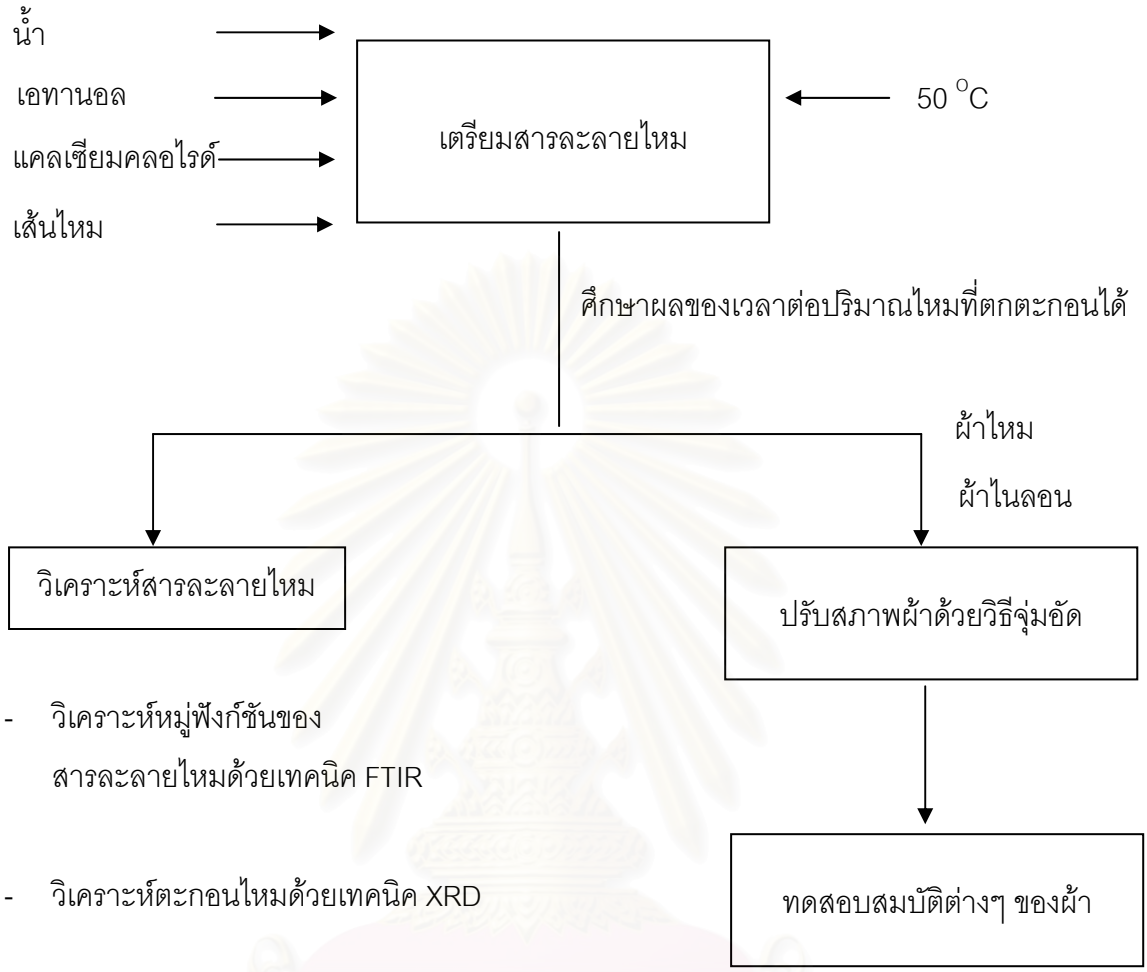
อุปกรณ์/เครื่องมือ	เครื่องหมายการค้า	ผู้จำหน่าย
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Eutech Instrument, model 215	Eutech Instuments PTE Ltd.
เครื่องบดพัลเวอร์ไรเซอร์	Fritsh P15	-
อ่างเขย่า	Labtec, model L-24P-1	Newave Lab Equipments Co.,Ltd. Taiwan
ตัวกรอง (sieve 90 μm)	Rectsch	Retsch Gmbh Co. Germany
เครื่องอัดรีดผ้าด้วยลูกกลิ้ง (padder)	Labtec, model PB0	Newave Lab Equipments Co.,Ltd Taiwan
เครื่องอบผนึก	Rapid	Labortex Co.,Ltd.
เครื่องย้อมและกระบอกย้อม	Labtec, model H+24M	Newave Lab Equipments Co.,Ltd. Taiwan
ตู้อบ	Isotemp oven, model 630G	Fisher Scientific

ตารางที่ 3.2 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

อุปกรณ์/เครื่องมือ	เครื่องหมายการค้า	ผู้จำหน่าย
FTIR spectrometer	Thermo Nicolet Nexus 670	-
X-Ray Diffractometer	JEOL JDX-3530	-
XRF Spectrometer	ED-XRF, model ED 2000	-
เครื่องวัดสี	COLOR-EYE 7000	Macbeth
กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ	JEOL JSM 6400	-
เครื่องชั่งน้ำหนักระบบอินฟราเรด	AD-4715	A&D Co.,Ltd.
เครื่องทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับ	-	James H. Heal & Co. Ltd., England
เครื่องทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด	LLOYD LR 100K	Intro Enterprise Co.,Ltd.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ขอบเขตการทดลอง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การทดลอง

3.4.1 การเตรียมสารละลายไหม

3.4.1.1 การบดเส้นไหม

เส้นไหมไทยพื้นบ้านพันธุ์น.ค. 4 และเส้นไหมไทยลูกผสมพันธุ์ดอกบัว ที่ผ่านการลอกกาวแล้วได้รับการบดให้ละเอียด ก่อนนำมาเตรียมเป็นสารละลายซึ่งการบดเส้นไหมกระทำเพื่อให้ไหมมีพื้นที่สัมผัสกับตัวทำละลายมากขึ้น ทำให้การละลายมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยบดเส้นไหม ด้วยเครื่องบดพัลเวอร์ไรเซอร์ เครื่องหมายการค้า Frish รุ่น P15 (ขนาดตะแกรง 1 มิลลิเมตร) แสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 เครื่องบดพัลเวอร์ไรเซอร์

3.4.1.2 การเตรียมสารละลายไหม

ไหมบดทั้งสองชนิดถูกนำมาละลายเพื่อเตรียมสารละลายไหม โดยที่สารละลายไหมจากเส้นไหมพันธุ์ น.ค.4 ใช้สำหรับปรับสภาพผ้าไหม ส่วนสารละลายไหมจากเส้นไหมพันธุ์ดอกบัวใช้สำหรับปรับสภาพผ้าไนลอน การละลายเส้นไหมทั้งสองพันธุ์นี้ใช้วิธีเดียวกัน โดยเริ่มจากการเตรียมสารละลายที่ประกอบด้วย ไหมบด เอทานอล น้ำและ แคลเซียมคลอไรด์ ที่อัตราส่วน 1:5:6:8 โดยน้ำหนัก [3] ใส่รวมในขวดลูกชมพู่ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปแช่ในอ่างเขย่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำการทดลองโดยศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้สำหรับการละลายที่ 50 องศาเซลเซียสที่เวลา 1, 2, 4, 6, 8 และ 15 (ข้ามคืน) ชั่วโมง กับปริมาณตะกอนไหมที่ตกตะกอนได้ แสดงรูปอ่างเขย่าในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 อ่างเขย่า

3.4.2 การวิเคราะห์สารละลายไหม

3.4.2.1 การวิเคราะห์สารละลายไหมด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared spectrometer (FTIR spectrometer)

การวิเคราะห์สารละลายไหม เพื่อศึกษาว่าสารละลายนั้นเป็นสารละลายไหม โดยนำสารละลายไหมที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1.2 มาวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันของไหมในสารละลายดังกล่าว ด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared spectrometer เครื่องหมายการค้า Thermo Nicolet รุ่น Nexus 670 ที่มีเทคนิค Attenuated Total Reflection (ATR) และ DTGS Detector วิเคราะห์ที่ช่วงความถี่ 4000-650 cm^{-1} resolution เท่ากับ 2 cm^{-1} เฉลี่ย 100 สแกน

รูปที่ 3.3 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

3.4.2.2 การวิเคราะห์ตะกอนไหมด้วยเทคนิค XRD

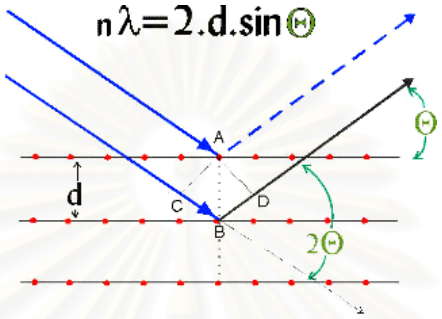
การวิเคราะห์ตะกอนไหมด้วยเทคนิค XRD นี้ เพื่อศึกษาดูการเปลี่ยนแปลงของผลึกในเส้นไหมเป็นอสัณฐานเมื่อผ่านการละลายด้วยตัวทำละลายข้างต้นที่ได้กล่าวมา โดยนำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1.2 มาตกตะกอนด้วยน้ำ [3] กรองตะกอนที่ได้ จากนั้นนำไปอบให้แห้ง แล้วบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง X-ray diffractometer เครื่องหมายการค้า JEOL รุ่น JDX 3530 Cu-K_{α}(1.54 Å) radiation, Ni-filtered ถูกใช้ที่ 30 kV และ 40 mA โดยทำการวิเคราะห์ที่ 2θ ตั้งแต่ 10 ถึง 40 แสดงรูป X-Ray diffractometer ในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 เครื่องวิเคราะห์รังสีเอ็กซ์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์

เทคนิค X-Ray diffraction หรือ เรียกสั้นๆ ว่าเทคนิค XRD เป็นเทคนิคที่อาศัยหลักการของการยิงรังสีเอ็กซ์ ที่ทราบความยาวคลื่น ไปกระทบชิ้นงานและเกิดการเลี้ยวเบนของรังสีที่มุมต่างๆ กันโดยมีหน่วยรับสัญญาณเป็นตัวรับข้อมูล เนื่องจากสารประกอบและธาตุมีโครงสร้างต่างกันจะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนที่องศาต่างกัน ข้อมูลที่ได้รับจึงสามารถบ่งบอกชนิดของสารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและสามารถนำมาใช้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของผลึกของสารตัวอย่างนั้นๆ ได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำมาหาปริมาณคร่าวๆ ของปริมาณความเป็นผลึก ขนาดของผลึก ของสารประกอบในสารตัวอย่างได้อีกด้วย

รังสีเอ็กซ์ ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electronmagnetic radiation) ที่มีพลังงานสูง และมีความยาวคลื่นสั้น โดยมีความยาวคลื่นในลำดับเดียวกับระยะทางระหว่างอะตอมของวัสดุที่เป็นของแข็ง เมื่อลำแสงของรังสีเอ็กซ์กระทบวัสดุของแข็ง จะเกิดการกระเจิงในทุกทิศทาง เนื่องจากอะตอมหรือไอออนอยู่ในทางเดินของรังสีเอ็กซ์ การกระเจิงจะประพฤติตัวคล้ายกับการสะท้อนออกจากระนาบของกระจกเงา นั่นคือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนของแสง คลื่นแสงที่จะเกิดการรวมตัวแบบเสริมกันจะต้องเป็นคลื่นที่มีเฟสเหมือนกัน นั่นคือ ความ

แตกต่างของระยะทางที่คลื่นเหล่านั้นเคลื่อนที่ต้องเท่ากับเลขจำนวนเต็มคูณด้วยความยาวคลื่น ดังสมการของแบรกก์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในรูปสมการ ระหว่างความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์และระยะห่างระหว่างระนาบ กับมุมเลี้ยวเบน และสามารถอธิบายการสะท้อนรังสีเอ็กซ์จากระนาบของผลึกได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การสะท้อนรังสีเอ็กซ์จากระนาบของผลึก

เมื่อรังสีเอ็กซ์ตกกระทบผิวหน้าของผลึกโดยทำมุม θ กับระนาบ บางส่วนของรังสีเอ็กซ์จะเกิดการกระเจิงที่ผิวหน้า อีกส่วนหนึ่งจะผ่านไปยังชั้นต่อไป ถ้าอะตอมในผลึกมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ รังสีเอ็กซ์ที่ผ่านเข้าไปในแต่ละชั้นจะเกิดการเลี้ยวเบนเป็นลำขนานกันออกมา แต่ถ้ามีความเป็นผลึกน้อย ลำรังสีที่ถูกกระเจิงจากระนาบหนึ่งนั้นจะไปกระทบกับอะตอมที่จัดเรียงตัวคนละระนาบกับระนาบแรก ซึ่งส่วนที่จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบนั้นเสมือนเป็นตัวขวางกั้นลำรังสีทำให้ลำรังสีถูกเบี่ยงเบนทิศทางไปและไม่ผ่านออกมานอกผิวหน้าวัสดุ หรืออาจผ่านออกมาได้ในทิศทางที่ไม่ขนานกัน ทำให้หน่วยรับสัญญาณที่จะแปลงผลนั้นได้รับสัญญาณน้อย ส่งผลต่อค่าความเข้มของรังสี (intensity) ที่ตรวจวัดได้นั้นมีค่าน้อย การแปลงผลจากสัญญาณจะอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง 2θ กับค่าความเข้มรังสี (ค่ามุม 2θ จะบอกถึงชนิดของผลึก ส่วนความเข้มรังสีจะบอกถึงความเป็นผลึก)

3.4.3 การปรับสภาพผ้า

การปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนด้วยสารละลายไหมโดยวิธีจุ่มอัด ซึ่งเริ่มจากผ้าทั้งสองชนิดถูกจุ่มในสารละลายไหมที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1.2 ให้เปียกชุ่มทั่วผืนผ้า (ผ้าไหมจะใช้สารละลายไหมจากเส้นไหมพันธุ์ น.ค. 4 ส่วนผ้าไนลอนจะใช้สารละลายไหมจากเส้นไหมพันธุ์ดอกบัว) จากนั้นผ้าจะถูกอัดผ่านระหว่างลูกกลิ้งคู่เพื่อบีบอัดให้สารละลายไหมแพร่เข้าไปในผ้า และขณะเดียวกันก็รีดเอาสารละลายไหมส่วนเกินออกจนได้ร้อยละของการดูดซับสารละลาย (%wet pick up) อยู่ระหว่าง 70-80 ของน้ำหนักผ้า ลูกกลิ้งสามารถปรับความดันได้ตามต้องการ หากต้องการ % wet pick up มากต้องปรับความดันลูกกลิ้งต่ำ

เมื่อได้ผ้าตามน้ำหนักที่ต้องการแล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอบผนึกที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำผ้าไปล้างตากให้แห้ง แล้วนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ เปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหมซึ่งประกอบด้วย เอทานอล น้ำ และ แคลเซียมคลอไรด์

3.4.4 การทดสอบ

3.4.4.1 ความขาวของผ้า

ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมได้รับการตรวจสอบความขาวเทียบกับผ้าก่อนการปรับสภาพ เพื่อศึกษาดูว่าสารละลายไหมมีผลต่อความขาวของผ้าหรือไม่ โดยตรวจสอบด้วยเครื่อง Macbeth reflectance spectrophotometer ผ้าแต่ละชิ้นถูกพับ 4 ทบ เพื่อวัดความขาวของผ้า 8 ตำแหน่ง ทดสอบ 3 ผืน ต่อการทดสอบแต่ละตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย การวัดค่าความขาวของผ้าใช้มาตรฐาน CIE

รูปที่ 3.6 เครื่องวัดสี Macbeth reflectance spectrophotometer

3.4.4.2 ความชื้นของผ้า

การตรวจสอบการดูดซึมความชื้นของผ้ามี 2 แบบ คือ วัดจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น (moisture regain) และจากความชื้นที่มีอยู่ (moisture content) โดยขั้นตอนการทดสอบทั้งสองวิธีนี้เหมือนกันแต่ต่างกันที่การคำนวณ

ความชื้นที่เพิ่มขึ้น (moisture regain) หมายถึง ความชื้นที่วัสดุสามารถดูดเพิ่มเข้าไปได้ ภายหลังจากที่ได้อบแห้งสมบูรณ์แล้วมาเก็บไว้ในภาวะปกติ

ความชื้นที่มีอยู่ (moisture content) หมายถึง ความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุ

ความชื้นที่เพิ่มขึ้น (%) = (น้ำหนักความชื้น/น้ำหนักแห้งสมบูรณ์)X100
ความชื้นที่มีอยู่ (%) = (น้ำหนักความชื้น/น้ำหนักแห้งสมบูรณ์+น้ำหนักความชื้น)X100
(น้ำหนักชิ้นทดสอบ = น้ำหนักแห้งสมบูรณ์+น้ำหนักความชื้น)

การทดสอบนี้ ชิ้นทดสอบถูกเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่มีความชื้นอยู่ และชั่งน้ำหนักที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นน้ำหนักที่ไล่ความชื้นออกแล้วหรือน้ำหนักแห้งสมบูรณ์ ด้วยเครื่องชั่งระบบอินฟราเรด (Infrared moisture determination balance) แต่ละชิ้นทดสอบจะถูกชั่งที่แต่ละภาวะ 5 ครั้งแล้วหาค่ามาเฉลี่ย ผลต่างของน้ำหนักผ้าที่ 2 อุณหภูมินี้คือน้ำหนักความชื้น ซึ่งนำไปหาค่าความชื้นที่มีอยู่ตามสมการดังนี้

ความชื้นที่มีอยู่ (%) = (น้ำหนักความชื้น/น้ำหนักผ้า)X100

การตรวจสอบความสามารถในดูดซึมความชื้นเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม รูปเครื่องชั่งน้ำหนักระบบอินฟราเรดแสดงในรูปที่ 3.7

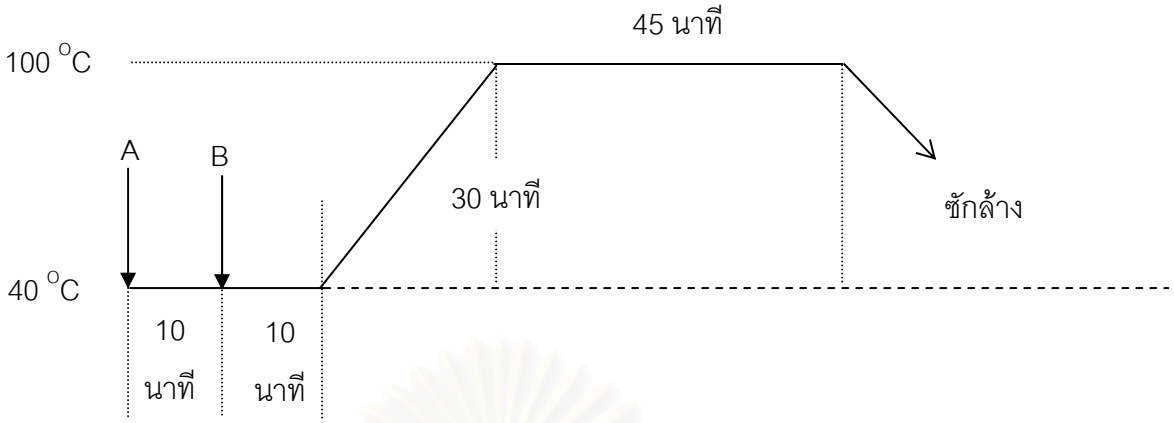
รูปที่ 3.7 เครื่องชั่งน้ำหนักระบบอินฟราเรด

3.4.4.3 การย้อมติดสีของผ้า

ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพแล้วจะถูกนำมาตรวจสอบความสามารถในการย้อมติดสีด้วยสีแอซิด ERIONYL BLUE A-R ความเข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า (2 %owf) ใช้อัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อสารละลาย 1:30 ซึ่งสารละลายน้ำย้อมประกอบด้วย สีย้อม โซเดียมแอซิเตท 2 กรัมต่อลิตร และสารเคมีช่วยย้อม (UNIVADINE NT NEW) ร้อยละ 1 กรัมต่อลิตร ปรับพีเอชสารละลายให้เป็น 5 ด้วยกรดแอซีติกเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ย้อมในเครื่องย้อม Labtec ซึ่งเป็นเครื่องย้อมระบบแช่แบบหมุน แสดงในรูปที่ 3.9 การย้อมสีแอซิดเริ่มจากการเติมสารละลายโซเดียมแอซิเตท สารช่วยย้อม และผ้า ในกระบอกย้อมจากนั้นเดินเครื่องย้อมที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ใส่สารละลายสีย้อมในกระบอกย้อม ย้อมต่อไปอีก 10 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 30 นาที (อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที) คงอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 นาที ขั้นตอนการย้อม แสดงในรูปที่ 3.8

จากนั้นนำผ้าที่ย้อมไปซักล้างด้วยสารละลายที่มีสารช่วยเปียก Kollasol CDA (wetting agent) 1-2 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อกำจัดสีส่วนเกินออกไป นำผ้าไปล้างด้วยน้ำ แล้วตากให้แห้ง

นำชิ้นทดสอบมาวัดค่าความเข้มสีหรือ color strength (K/S) ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร (ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด) ด้วยเครื่องวัดสี Macbeth reflectance spectrophotometer เปรียบเทียบค่า K/S ของผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ กับผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม



อัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อสารละลาย (liquor ratio) คือ 1:30

A คือ สารละลายโซเดียมแอซิเตท สารช่วยย้อม ผ้า และปรับพีเอชเป็น 5

B คือ สารละลายสีย้อมแอซิด

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการย้อมผ้า

รูปที่ 3.9 เครื่องย้อม Labtec

ค่า K/S สามารถคำนวณได้จาก สมการของ Kubelka Munk ดังนี้

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

K คือ สัมประสิทธิ์การดูดกลืน

S คือ สัมประสิทธิ์การกระจายตัว

R คือ การสะท้อนแสงของผ้าที่ความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสูงสุด

ในกระบวนการย้อมเดียวกัน ผ้าที่มีค่า K/S มากกว่า จะมีเฉดสีเข้มกว่าผ้าที่มีค่า K/S ต่ำกว่า

3.4.4.4 การตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยสารเชื่อมขวาง

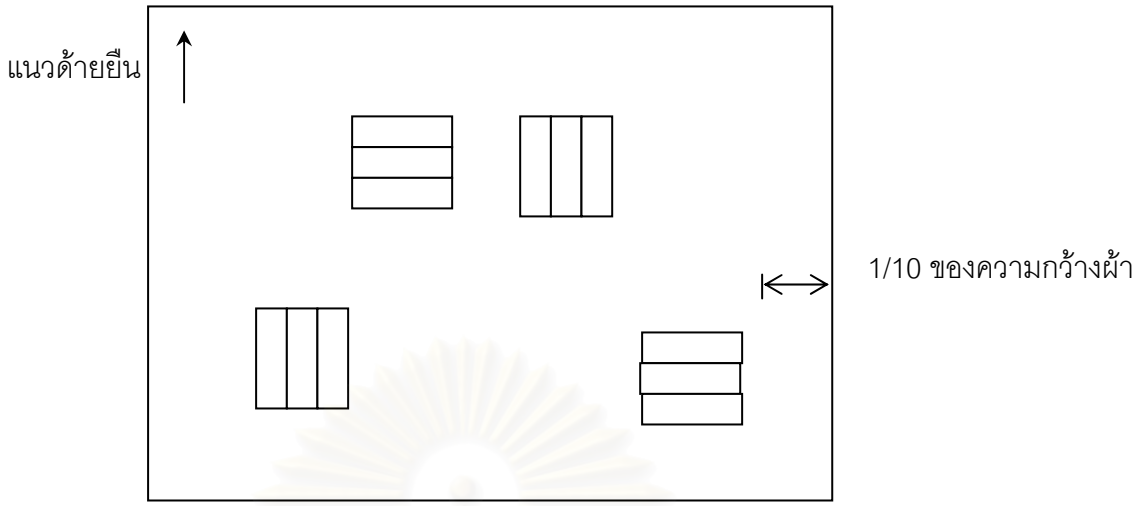
การตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยสารเชื่อมขวางชื่อทางการค้า Resin COC-S เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซึมสารตกแต่งสำเร็จของผ้าที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 50 และ 100 กรัมต่อลิตร ด้วยวิธีจุ่มอัด ให้การดูดซับสารละลายอยู่ระหว่างร้อยละ 70-80 ของน้ำหนักผ้า (% wet pick up) จากนั้นอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และอบผนึกที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที จากนั้นนำมาทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับตามมาตรฐาน AATCC 66 โดยเปรียบเทียบระหว่างผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ กับผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ที่ความเข้มข้นสารตกแต่งสำเร็จแตกต่างกัน (การทดสอบนี้จะทดสอบเฉพาะผ้าไหมเนื่องจากผ้าไนลอนไม่มีปัญหาการยับ)

3.4.4.5 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้า

รอยยับนั้นมาจากการพับ ทับ หรือหักงอของผ้า หากเส้นใย หรือเส้นด้ายที่ใช้ผลิตผ้ามีความคืนตัวดี ผ้าจะเกิดรอยยับน้อย ปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการยับของผ้า เช่น ความชื้น อุณหภูมิ เวลาที่ถูกทำให้ยับ น้ำหนักที่ใช้กดทับ และเวลาที่ให้คืนตัว เป็นต้น

การทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับตามมาตรฐาน AATCC 66 นี้เป็นการวัดองศาในการคืนตัวของผ้าหลังถูกพับและทับด้วยชิ้นน้ำหนักมาตรฐาน องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าจะแสดงความสามารถของผ้าในการทนยับ คือ หากผ้าสามารถคืนตัวต่อการยับ องศาการคืนตัวที่วัดได้จะมีค่าสูงตามไปด้วย วิธีการนี้ใช้กับผ้าทอเท่านั้น

ในการทดสอบจะตัดชิ้นทดสอบ (บริเวณที่ไม่มีรอยยับ) ตามแนวด้ายพุ่งจำนวน 6 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตรและตามแนวด้ายยืนจำนวน 6 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร โดยชิ้นที่ 1-3 ของแต่ละแนวด้ายใช้ทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหน้า ส่วนชิ้นที่ 4-6 ของแต่ละแนวด้ายใช้ทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหลัง ลักษณะการตัดชิ้นทดสอบแนะนำตามรูปที่ 3.10 นำชิ้นทดสอบมาพับครึ่งของความยาวและกดทับด้วยน้ำหนัก 500 กรัม เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นยกน้ำหนักขึ้นและนำด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบมายึดกับเครื่องทดสอบ อีกด้านปล่อยอิสระ วัดมุมที่กางออก (เลื่อนจานหมุนให้ปลายของผ้าตรงกับเส้นตั้งฉากเสมอ) อ่านค่ามุมที่คืนตัวของผ้าเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที แสดงรูปเครื่องทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับในรูปที่ 3.11 การทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการตัดชิ้นทดสอบ

รูปที่ 3.11 เครื่องทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

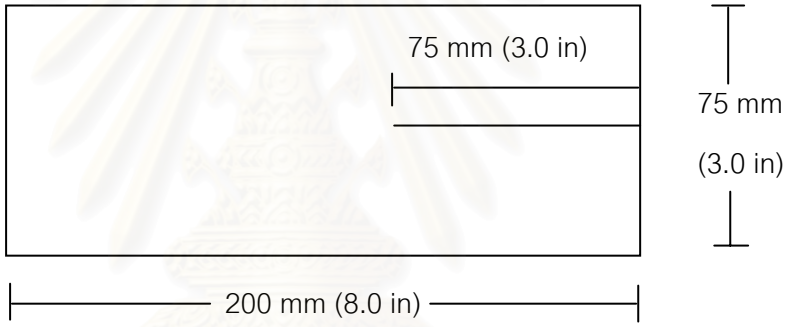
3.4.4.6 ความแข็งแรงของผ้า

การทดสอบความแข็งแรงของผ้าในงานวิจัยนี้ใช้การหาความต้านทานแรงฉีกขาดตามมาตรฐาน ASTM D 2261 “Tearing Strength of Fabrics by the Tongue (Single Rip) Procedure”

ความต้านทานแรงฉีกขาด เป็นแรงที่ใช้ในการทำให้ผ้าขาดโดยแรงที่ใช้นั้นจะตั้งฉากกับเส้นด้ายที่ต้องการทำให้ฉีกขาด ลักษณะลายผ้าและจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้วมีผลต่อแรงที่ทำให้ผ้าขาด คือ ผ้าลายขัดที่มีจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้วสูง จะมีความคงทนต่อการฉีกขาดต่ำกว่าผ้าลาย

ขัดที่มีจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้วต่ำ เนื่องจากเส้นด้ายไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ จึงง่ายต่อการฉีกขาด แต่ถ้าผ้าเป็นผ้าลายสอง หรือผ้าซาติน จะต้องใช้แรงมากในการทำให้ฉีกขาด เนื่องจากเส้นด้ายสามารถเคลื่อนที่บิดไปมาได้เล็กน้อย ทำให้ต้องใช้แรงในการฉีกขาดมากขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความคงทนต่อการฉีกขาดของผ้าแสดงความแข็งแรงของเส้นด้ายและความยากง่ายในการเคลื่อนตัวของเส้นด้ายภายในผืนผ้า

การทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้านี้ ใช้ชิ้นทดสอบซึ่งมีขนาดกว้าง 7.5 เซนติเมตร และยาว 20 เซนติเมตร และตัดผ้ากึ่งกลางของด้านที่แคบกว่าลึกเข้าไปยาว 7.5 เซนติเมตรตามแนวเส้นด้าย จำนวนชิ้นทดสอบแนวด้ายยืน 5 ชิ้น และแนวด้ายพุ่ง 5 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง แสดงตัวอย่างชิ้นทดสอบในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างชิ้นทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด

ทดสอบความแข็งแรงของผ้าด้วยเครื่อง Universal Tester โดยใช้ Load cell ขนาด 100 กิโลนิวตัน ระยะดึง (gauge length) 7.5 เซนติเมตร อัตราการดึง 250 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าความต้านทานแรงฉีกขาด แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละด้านของผ้า เปรียบเทียบผลระหว่างผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

รูปที่ 3.13 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด (Universal Tester)

3.4.4.7 ลักษณะพื้นผิวผ้าและชนิดของธาตุบนผ้าด้วย

การตรวจสอบพื้นผิวของผ้าด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อตรวจสอบดูอนุภาคที่เกาะอยู่บนผ้าและวิเคราะห์ชนิดของอนุภาคนั้น โดยใช้กล้อง SEM เครื่องหมายการค้า JEOL รุ่น JSM 6400 แต่ละตัวอย่างทดสอบใช้ขนาดกำลังขยายที่ขนาด 500 และ 1000 เท่า โดยการเปรียบเทียบสภาพพื้นผิวของผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม และผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

รูปที่ 3.14 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุประกอบอยู่ด้วย เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนวิเคราะห์ (analytical electron microscope) โดยการวิเคราะห์ธาตุจะเกิดเฉพาะจุด หรือพื้นที่เล็กๆ ที่ใช้อิเล็กตรอนเป็นหัววัด เรียกว่า อิเล็กตรอนโพรบไมโครแอนาไลซิส ใช้การวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์เฉพาะตัวซึ่งมีทั้งแบบเวฟเลงท์ดิสเพอร์สีฟเอ็กซเรย์สเปกโตรโฟโตเมทรี (Wavelength Dispersive X-ray Spectrophotometry, WDS) และแบบเอนเนอร์ยีดิสเพอร์สีฟเอ็กซเรย์สเปกโตรโฟโตเมทรี (Energy Dispersive X-ray Spectrophotometry, EDS)

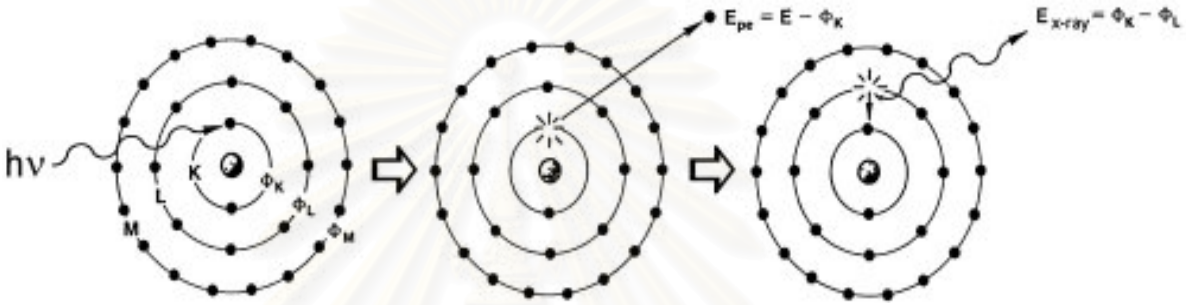
ในระบบวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์สำหรับ SEM ใช้ระบบวิเคราะห์แบบ EDS ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้กันมากในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั้งแบบส่องกราด และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ธาตุที่มีอยู่ได้ในเวลาเพียงไม่กี่นาที ซึ่งต่างจากแบบ WDS ที่ใช้เวลานานถึงชั่งโมง โดยในแบบ EDS นี้มีหลักการวิเคราะห์คือ เมื่อลำอิเล็กตรอนพลังงานสูงเคลื่อนที่เข้าชนอิเล็กตรอนในวงโคจรชั้นในของอะตอม เช่น ชั้น K หรือ L แล้วเกิดการถ่ายโอนพลังงานให้แก่อิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนในชั้นที่ได้รับพลังงานดังกล่าวมีพลังงานสูงขึ้นเกินพลังงานยึดเหนี่ยวจึงหลุดออกจากวงโคจรและทำให้เกิดที่ว่างของอิเล็กตรอนในชั้นโคจร จากนั้นอะตอมที่ถูกกระตุ้นจะลดระดับพลังงานลงมาสู่สภาวะปกติในช่วงเวลาอันสั้น โดยอิเล็กตรอนของวงโคจรชั้นถัดออกไปจะลดระดับพลังงานลงมาให้เท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวของวงโคจรที่เกิดที่ว่างของอิเล็กตรอน ด้วยการปล่อยพลังงานส่วนเกินในรูปของรังสีเอ็กซ์ พลังงานเท่ากับความต่างของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน และเฉพาะของธาตุนั้นๆ จึงมีค่าพลังงานเฉพาะค่า ซึ่งเรียกรังสีเอ็กซ์ชนิดนี้ว่า “รังสีเอ็กซ์เฉพาะตัว”

3.4.4.8 ชนิดและปริมาณธาตุบนผ้า

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence (XRF) นี้ เพื่อวิเคราะห์ชนิดของธาตุ และปริมาณของธาตุบนผ้า ที่เกิดจากสารตกค้างที่เหลือบนผ้าหลังการปรับสภาพ

รูปที่ 3.15 เครื่อง XRF

เทคนิค XRF เป็นเทคนิคที่อาศัยหลักการของการที่เมื่อรังสีเอ็กซ์ ที่มีพลังงานสูงไปกระทบชิ้นงานเกิดการปล่อยโฟตรอนออกมา เนื่องจากโฟตรอนที่ถูกปล่อยออกมาจากธาตุต่างชนิดกันในชิ้นงานจะมีความยาวคลื่นและพลังงานต่างกัน และเนื่องจากปริมาณของโฟตรอนที่เปล่งออกมาขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุนั้นในสารนั้นๆ ข้อมูลนี้จึงสามารถนำมาวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุและชนิดของธาตุในสารตัวอย่างได้



รูปที่ 3.16 หลักการวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิค XRF

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เนื้อหาในบทที่ 4 นี้ แสดงผลของการเตรียมสารละลายไหม การวิเคราะห์สารละลายไหมและตะกอนไหม การปรบสภาพผ้าด้วยสารละลายไหม และสมบัติของผ้าก่อนและหลังการปรับสภาพ ดังต่อไปนี้

4.1 สารละลายไหม

4.1.1 การละลายเส้นไหมบด

ในงานวิจัยนี้ การทดลองเบื้องต้นเป็นการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างไหมบดกับตัวทำละลาย โดยเริ่มแรกใช้เส้นไหมบดพันธุ์ น.ค. 4 ปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม ต่อตัวทำละลายผสมระหว่าง เอทานอล น้ำ และแคลเซียมคลอไรด์ในปริมาณ 50, 60 และ 80 กรัม ตามลำดับ นำไปเขย่าในอ่างเขย่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามวิธีการละลายไหมในงานวิจัยของ Sen และ Babu [3] แต่พบปัญหาคือ เส้นไหมไม่ละลาย จึงเพิ่มเวลาการแช่ที่ 50 องศาเซลเซียสจาก 1 ชั่วโมง เป็น 2, 4, 6, 8 และ 15 ชั่วโมง ผลการทดลองนี้พบว่า ไหมบด 5 กรัมละลายได้หมดเมื่อใช้เวลาในการละลาย 6 ชั่วโมง ไหมบด 10 กรัมละลายได้หมดเมื่อใช้เวลา 15 ชั่วโมงหรือละลายข้ามคืน ส่วนไหมบด 15 กรัมนั้นไม่สามารถละลายได้หมดแม้ว่าจะเพิ่มเวลาในการละลายเป็น 1 และ 2 คืน ดังนั้นจึงเลือกปริมาณไหมบดที่ใช้ในการละลายเพื่อเตรียมเป็นสารละลายไหมคือ 10 กรัม

จากนั้นนำสารละลายไหมมาตกตะกอนในน้ำเพื่อแยกตะกอนไหมอสัณฐานออกจากสารละลายและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการละลายไหมบด 10 กรัมกับน้ำหนักไหมที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายไหมในน้ำ (น้ำหนักตะกอนไหมอสัณฐาน) แสดงผลดังตารางที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการละลายไหมบดพันธุ์ น.ค. 4 ปริมาณ 10 กรัมกับน้ำหนักตะกอนไหมที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายไหมในน้ำ

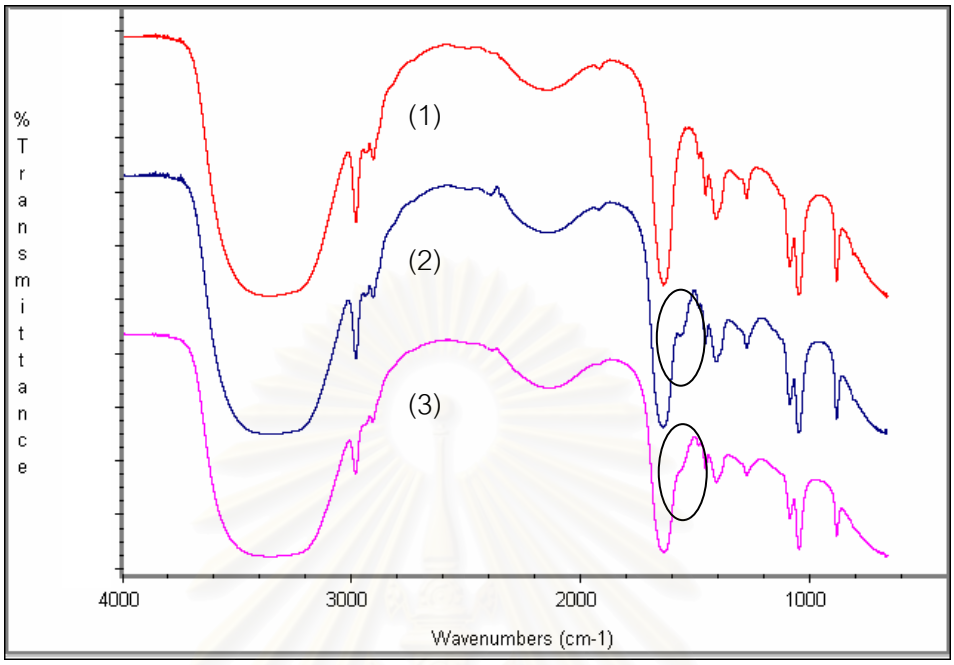
เวลา (ชั่วโมง)	การละลาย	น้ำหนักตะกอนไหม (กรัม)
1	ไม่ละลาย	-
2	ไม่ละลาย	-
4	ไม่ละลาย	-
6	ละลายไม่หมด	1.04
8	ละลายไม่หมด	2.16
15	ละลายหมด	2.63

จากผลการละลายพบว่าไหมบดพันธุ์ น.ค.4 ปริมาณ 10 กรัมเมื่อนำไปละลายในตัวทำละลายข้างต้นและตกตะกอนในน้ำ ได้ตะกอนไหมน้ำหนัก 2.63 กรัม และส่วนของไหมที่ไม่สามารถตกตะกอนในน้ำได้อีก 7.37 กรัม ซึ่งหมายถึงมีไหมอสัณฐาน 2.63 กรัม ในสารละลาย ที่ประกอบด้วย เอทานอล น้ำ แคลเซียมคลอไรด์ และ ไหมบด น้ำหนัก 50, 60, 80 และ 10 กรัม ตามลำดับ รวมน้ำหนักสารละลายไหมทั้งหมดเป็น 200 กรัม คิดเป็นความเข้มข้นของไหมอสัณฐานในสารละลายร้อยละ 1.32 โดยน้ำหนัก และสารละลายไหมมีปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 150 มิลลิลิตร ดังนั้นคิดความเข้มข้นของไหมอสัณฐานเป็น 17.53 กรัมต่อลิตร

ผลการละลายไหมบดพันธุ์ดอกบัวปริมาณ 10 กรัมเมื่อนำไปละลายในตัวทำละลายข้างต้นและตกตะกอนในน้ำ ได้ตะกอนไหมน้ำหนัก 3.12 กรัม และส่วนของไหมที่ไม่สามารถตกตะกอนในน้ำได้อีก 6.88 กรัม ซึ่งหมายถึงมีไหมอสัณฐาน 3.12 กรัม ในสารละลายน้ำหนัก 200 กรัม คิดเป็นความเข้มข้นของไหมอสัณฐานในสารละลายร้อยละ 1.56 โดยน้ำหนัก และสารละลายไหมมีปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 150 มิลลิลิตร ดังนั้นคิดความเข้มข้นของไหมอสัณฐานเป็น 20.80 กรัมต่อลิตร

4.1.2 **การวิเคราะห์สารละลายไหมด้วยเทคนิค** FTIR

เมื่อได้สารละลายไหมแล้วนำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์โครงสร้างไหมในสารละลายเพื่อยืนยันการละลายของไหมบด โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบสเปกตรัมระหว่างตัวทำละลายไหม กับสารละลายไหมทั้งพันธุ์น.ค. 4 และ พันธุ์ดอกบัว ได้ผลดังนี้

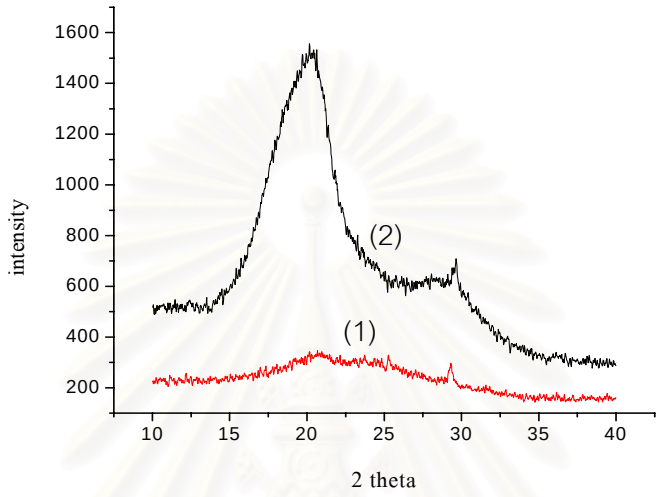


รูปที่ 4.1 FTIR สเปกตรัม เปรียบเทียบระหว่าง (1) ตัวทำละลาย
(2) สารละลายไหมพันธุ์ น.ค. 4 (3) สารละลายไหมพันธุ์ดอกบัว

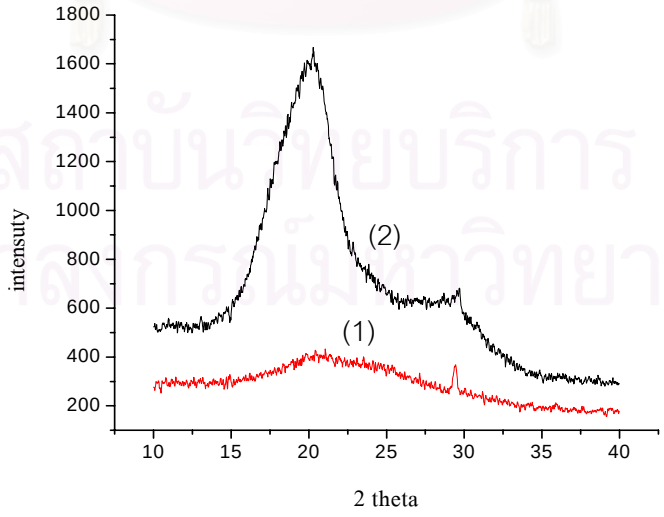
จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบจะเห็นว่าสเปกตรัมของสารละลายไหมทั้งสองพันธุ์ (สเปกตรัม 2 และ3) นั้นใกล้เคียงกับสเปกตรัมของตัวทำละลายมาก (สเปกตรัม 1) ซึ่งทำให้วิเคราะห์ได้ยาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากในสารละลายไหมนั้นมีปริมาณของไหมที่ละลายอยู่เพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณตัวทำละลายดังนั้นพีกไหมจึงปรากฏได้ไม่ชัดเจน แต่ก็สามารถเปรียบเทียบได้โดยสารละลายไหมทั้งสองพันธุ์จะปรากฏพีกเล็กๆ ที่บริเวณตำแหน่ง 1545-1555 cm^{-1} โดยที่สารละลายไหมพันธุ์น.ค. 4 จะปรากฏพีกที่ตำแหน่ง 1555 cm^{-1} และสารละลายไหมพันธุ์ดอกบัวปรากฏพีกที่ตำแหน่ง 1548 cm^{-1} ซึ่งเป็นตำแน่งที่เกิดจากการงอของหมู่ N-H ของ $RCONH_2$ ดังนั้นจึงบอกได้ว่าในสารละลายนั้นมีไหมละลายอยู่ เพราะสเปกตรัมของตัวทำละลายไม่ปรากฏพีกที่บริเวณตำแหน่งดังกล่าว

4.1.3 การวิเคราะห์ตะกอนไหมด้วยเทคนิค XRD

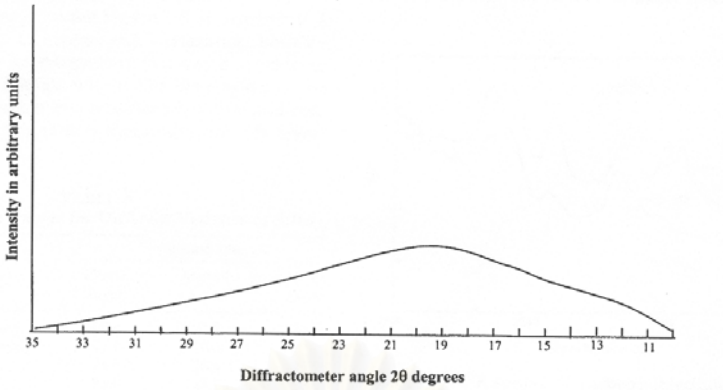
ตะกอนไหมพันธุ์น.ค. 4 และพันธุ์ดอกบัวที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายไหมในน้ำ ผ่านการทำให้แห้งแล้วบดเป็นผงจากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD เปรียบเทียบกับเส้นไหมบดแต่ละพันธุ์ แสดงผลดังนี้



รูปที่ 4.2 XRD ดิฟแฟรกโตแกรม เปรียบเทียบระหว่าง (1) ตะกอนไหมพันธุ์น.ค. 4 (2) ไหมบดพันธุ์น.ค. 4



รูปที่ 4.3 XRD ดิฟแฟรกโตแกรมเปรียบเทียบระหว่าง (1) ตะกอนไหมพันธุ์ดอกบัว (2) ไหมบดพันธุ์ดอกบัว



รูปที่ 4.4 XRD ดิฟแฟรกโตแกรมของไหมอสัณฐานในงานวิจัยของ Sen และ Babu [3]

จากการวิเคราะห์พบว่าตะกอนที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายไหมในน้ำมีลักษณะของดิฟแฟรกโตแกรมในรูปที่ 4.2 ซึ่งเป็นพันธุ์ น.ค. 4 และรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นพันธุ์ดอกบัว มีลักษณะแบบเดียวกับไหมอสัณฐานในงานวิจัยของ Sen และ Babu ในรูปที่ 4.4 ดิฟแฟรกโตแกรมของตะกอนไหมมีความเข้ม (intensity) ของพีก 2θ=20 ต่ำกว่าของไหมบดมาก โดยรูปที่ 4.2 ตะกอนไหมพันธุ์ น.ค. 4 มีความเข้มเพียง 346 ส่วนไหมบดพันธุ์เดียวกันมีความเข้มสูงถึง 1557 พิจารณารูปที่ 4.3 ตะกอนไหมพันธุ์ดอกบัวมีความเข้มเพียง 433 ไหมบดพันธุ์เดียวกันมีความเข้มสูงถึง 1667 ดังนั้นจึงบอกได้ว่าตะกอนไหมทั้งสองพันธุ์นั้นเป็นส่วนอสัณฐานของเส้นไหมซึ่งค่าความเข้มพีกสามารถเปรียบเทียบความเป็นผลึกของวัสดุได้ เนื่องจากว่าเมื่อรังสีเอกซ์กระทบกับตะกอนแล้วรังสีไม่สามารถสะท้อนออกมาได้หรือสะท้อนออกมาในแนวไม่ขนานกันดังนั้นหน่วยรับสัญญาณจากรังสีจึงรับสัญญาณได้น้อยทำให้วัดได้ความเข้มของพีกน้อย

4.2 การปรับสภาพผ้า

หลังจากจุ่มอัดผ้าไหมด้วยสารละลายไหมพันธุ์ น.ค. 4 และ จุ่มอัดผ้าไนลอนด้วยสารละลายไหมพันธุ์ดอกบัวแล้วก็นำไปอบผนึก จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ของผ้าหลังการปรับสภาพแต่มีปัญหาเกิดขึ้นคือ หลังการอบผนึกแล้วผ้าจะแห้งจากการอบ แต่เมื่อผ้าอยู่ในบรรยากาศปกติผ้าจะดูดความชื้นเนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์ในสารละลายไหมอสัณฐานที่เคลือบบนผ้านั่นเองเป็นตัวดูดความชื้นที่ดีทำให้ผ้าเปียกไม่สามารถนำไปทดสอบได้ ดังนั้นต้องล้างผ้าและทำให้แห้งก่อนนำผ้าไปทดสอบ ความขาว-ความเหลือง ความชื้น องศาการคืนตัวต่อการยับความต้านทานแรงฉีกขาด และตรวจสภาพพื้นผิวจากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สำหรับการทดสอบความสามารถในดูดซึมสีย้อมของผ้าที่ปรับสภาพก็ประสบ

ปัญหาเช่นกันคือ ผ้าที่จุ่มอัดสารละลายไหมและอบผนึกแต่ไม่ล้าง แล้วนำผ้าไปย้อมจะพบว่า ย้อมได้ผ้าสีเข้มขึ้นกว่าผ้าที่ไม่ได้ปรับสภาพแต่ผ้าติดสีไม่สม่ำเสมอกันทั้งผืน และติดสีเข้มกว่าผ้าที่จุ่มอัดสารละลายไหมอบผนึกและล้างก่อนนำไปย้อม ทั้งนี้อาจเนื่องจากผ้าที่ล้างก่อนการย้อมนั้นการล้างทำให้ส่วนที่เป็นอสัณฐานหลุดออกไปจึงทำให้ผ้าที่ล้างก่อนย้อมติดสีน้อยกว่า หรืออาจเนื่องจากผ้าที่ไม่ล้างก่อนการย้อมมีไหมอสัณฐานและแคลเซียมคลอไรด์ซึ่งเป็นเกลืออยู่บนผ้าปริมาณมาก ทำให้แคลเซียมซึ่งมีประจุบวกสามารถจับตัวกับสีแอซิดซึ่งมีประจุลบได้ดีดังนั้นผ้าที่ไม่ล้างก่อนการย้อมจึงติดสีเข้มกว่าแต่ติดสีไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นการทดสอบผ้าเรื่องความขาว-ความเหลือง องศาการคืนตัวต่อการยับ ความต้านทานแรงฉีกขาด การตรวจสภาพทั้งผิวและการย้อมติดสีจำเป็นต้องทดสอบกับผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดสารละลายไหม อบผนึก ล้าง และทำให้แห้งก่อนการทดสอบ ส่วนการทดสอบการดูดซึมสารตกแต่งสำเร็จกันยับนั้นจะทดสอบเฉพาะผ้าไหมเนื่องจากผ้าไนลอนไม่มีปัญหาในเรื่องการยับ โดยจะทดสอบกับผ้าไหมที่ผ่านการจุ่มอัดสารละลายไหม อบผนึกล้างและไม่ล้างและทำให้แห้งก่อนการตกแต่งสำเร็จ

4.2.1 **ความขาว-ความเหลืองของผ้า**

การทดสอบนี้เพื่อตรวจสอบผลของสารละลายต่อความขาวของผ้า จากการทดสอบได้ผลซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความขาว และความเหลืองของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ผ้าไหม		ผ้าไนลอน	
	ความขาว	ความเหลือง	ความขาว	ความเหลือง
ไม่ผ่านการปรับสภาพ	N/A	32.27	73.69	N/A
ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	N/A	31.65	88.66	N/A
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	N/A	32.29	85.56	0.68

N/A หมายถึง not available ในที่นี้หมายถึงหาค่าไม่ได้

จากผลการทดสอบความขาวของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นพบว่าแสดงค่าเป็น N/A ซึ่งหมายถึง วัดค่าไม่ได้ และแสดงเฉพาะค่าความเหลืองของผ้าเท่านั้น เนื่องจากผ้าไหมที่ใช้ในงานวิจัยเป็นผ้าไหมพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ไหมสีเหลือง ดังนั้น จึงปรากฏเฉพาะค่าความเหลือง โดยผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีค่าความเหลือง 32.27, 31.65 และ 32.29 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าความเหลืองไม่แตกต่างกัน จึงบอกได้ว่าสารละลายไหมที่เคลือบลงบนผ้าไม่มีผลกระทบต่อความเหลืองของผ้าคือผ้าไม่เปลี่ยนสีหลังการปรับสภาพ

สำหรับค่าความขาวของผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีค่าความขาว 73.69, 88.66 และ 85.56 ตามลำดับ จะเห็นว่าผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นมีค่าความขาวมากที่สุดตามด้วยผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมซึ่งมีค่าความขาวสูงกว่าผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพอยู่ประมาณ 12 เมื่อตรวจสอบลักษณะผ้าไนลอนด้วยสายตาพบว่าผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายมีลักษณะที่แตกต่างจากผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพและผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมอย่างชัดเจนคือ ผ้ามีลักษณะสีขาวทึบแสง กระด้างคล้ายกระดาษ ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องมาจากตัวทำละลายที่ใช้ ซึ่งประกอบด้วย เอทานอล น้ำ และแคลเซียมคลอไรด์ อาจมีผลทำลายเส้นใยไนลอนทำให้เส้นใยไนลอนละลายรวมเป็นแผ่นเดียวกันแปรสภาพไปจากเดิมได้ และการละลายไนลอน อาจทำให้สารสีขาวไททาเนียมไดออกไซด์ในเส้นใยไนลอนหลุดออกมา จึงทำให้ดูว่าผ้าไนลอนมีความขาวมากขึ้นเมื่อถูกเคลือบด้วยตัวทำละลายไหมและสารละลายไหม ส่วนลักษณะของผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมอสัณฐานนั้นแตกต่างจากผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพเพียงเล็กน้อยคือ กระด้างมากขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงโปร่งเหมือนผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีส่วนของไหมที่ละลายอยู่ในสารละลายทำให้ตัวทำละลายมีผลต่อผ้าไนลอนลดลงนั่นเอง แต่ทั้งนี้ยังไม่ทราบปัจจัยที่แน่นอนที่ทำให้ไนลอนเกิดลักษณะดังกล่าว ส่วนค่าความเหลืองของผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นแสดงค่าเป็น N/A หมายถึง วัดค่าไม่ได้ และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมอสัณฐาน มีค่า 0.68 ซึ่งถือน้อยมาก

4.2.2 **ความชื้นของผ้า**

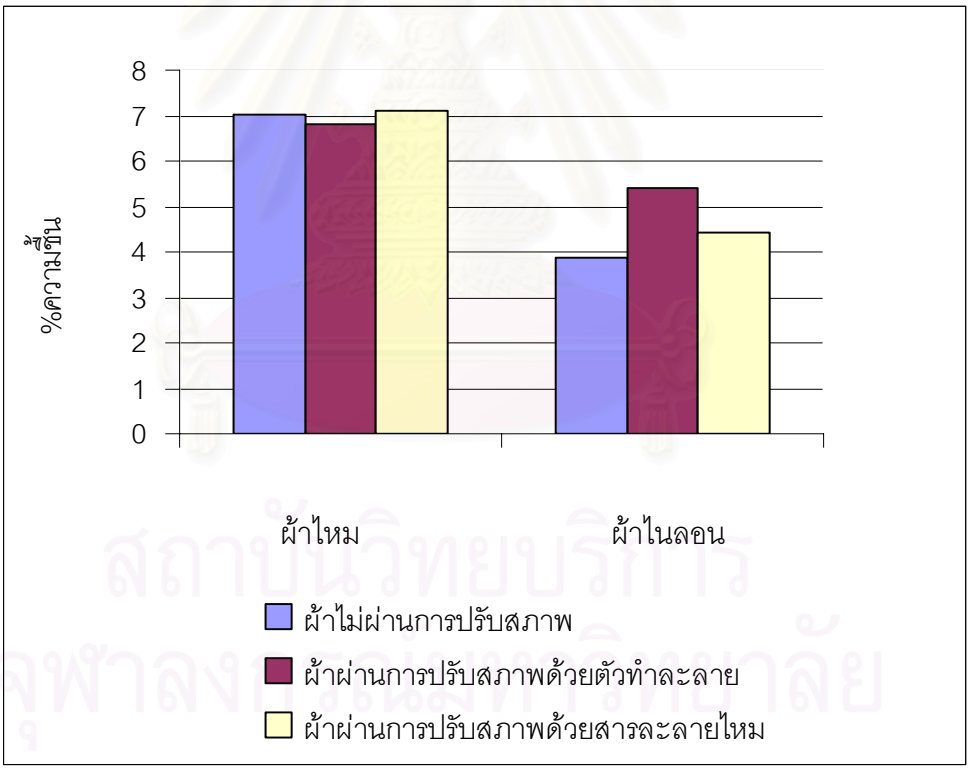
การทดสอบนี้เป็นการวัดค่าความชื้นที่มีอยู่ในผ้า (moisture content) ตามสมมติฐานผ้าหลังการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมน่าจะสามารถดูดซึมความชื้นได้ดีกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของส่วนที่เป็นอสัณฐาน เมื่อทดสอบแล้วได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของความชื้นที่มีอยู่ (moisture content) ของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพผ้า	%ความชื้น (%ความชื้นเพิ่ม)*	
	ผ้าไหม	ผ้าไนลอน
ไม่ผ่านการปรับสภาพ	7.026	3.881
ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	6.828 (-0.198)	5.409 (+1.528)
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	7.088 (+0.062)	4.421 (+0.540)

* % ความชื้นเพิ่ม คือ ความชื้นที่เพิ่มจากผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ

ค่า – หมายถึง ลดลง ค่า + หมายถึง เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละความชื้นของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

จากการทดสอบพบว่า ผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีร้อยละของความชื้นที่มีอยู่เท่ากับ 7.026, 6.828 และ 7.088 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย ร้อยละของความชื้นลดลง 0.198 จากผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ส่วนผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีร้อยละของความชื้นเพิ่ม 0.062 จากผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ซึ่งถือว่าค่าความชื้นนั้นไม่ต่างกัน (ค่าความแตกต่างของความชื้นในที่นี้อาจเกิดจากความผิดพลาดจากการทดสอบ เช่น สูญเสียเส้นใยเล็กน้อยระหว่างการชั่งอบตัวอย่างเพื่อหาความชื้น) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณของไหมอสัณฐานที่เคลือบอยู่บนผ้าจากการปรับสภาพนั้นมีน้อยเกินไปจึงทำให้ส่งผลต่อการดูดซึมความชื้นไม่ชัดเจน หรืออาจเพราะไหมอสัณฐานที่เคลือบบนผ้าไหมนั้นหลุดออกในขณะล้างผ้าก่อนที่จะนำมาทดสอบ

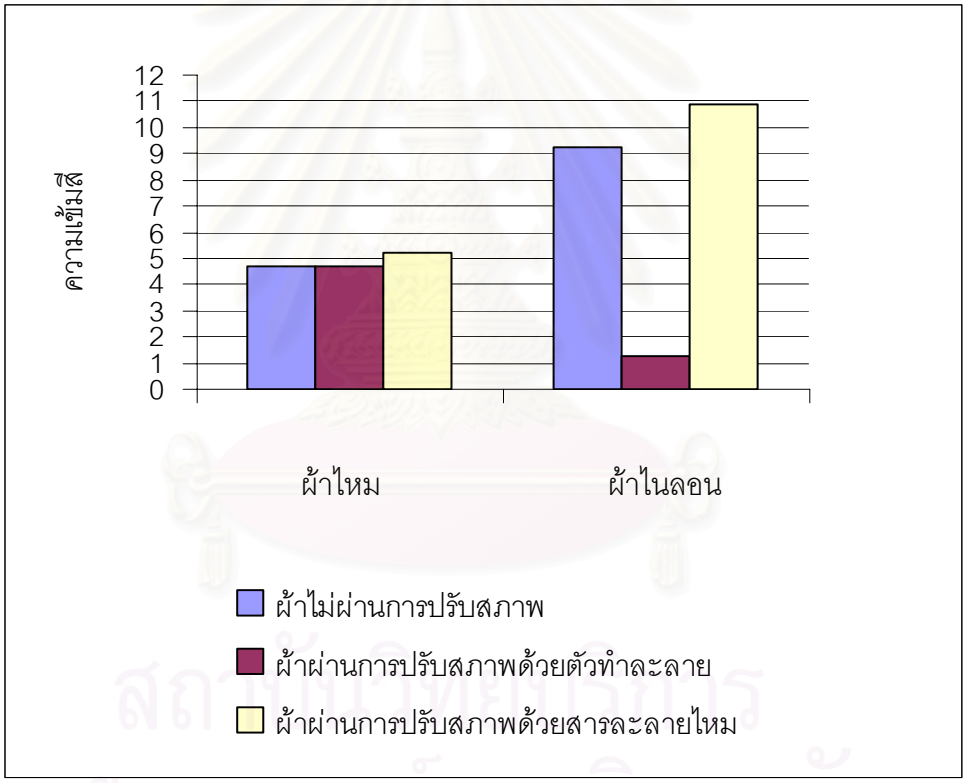
สำหรับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ซึ่งมีร้อยละของความชื้นที่มีอยู่เท่ากับ 3.881, 5.409 และ 4.421 ตามลำดับ และผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายมีร้อยละของความชื้นเพิ่มขึ้น 1.528 จากผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ส่วนผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีร้อยละของความชื้นเพิ่มขึ้น 0.540 จากผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ความชื้นที่เพิ่มขึ้นของผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหมนั้นมีความชื้นเพิ่มขึ้นอาจเนื่องจากผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ตกค้างอยู่บนผ้าซึ่งล้างออกไม่หมดเป็นตัวดูดซึมความชื้นหรืออาจเนื่องจากเส้นใยไนลอนละลายด้วยตัวทำละลายและเปิดทางให้ความชื้นแทรกซึมเข้าผ้าได้มากขึ้น ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีความชื้นที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งอธิบายได้ในลักษณะเดียวกัน และสังเกตได้ว่าการดูดซึมความชื้นมีผลชัดเจนในผ้าไนลอนมากกว่าผ้าไหมซึ่งอาจเป็นเพราะว่าผ้าไนลอนโดยปกติเป็นผ้าที่ดูดซึมความชื้นต่ำดังนั้นเมื่อมีปัจจัยที่มาช่วยเสริมจึงแสดงผลออกมาชัดเจนกว่า

4.2.3 การย้อมติดสีของผ้า

การทดสอบนี้ตรวจสอบผลของไหมอสัณฐานที่เคลือบบนผ้าต่อการดูดซึมสีย้อมแอซิด โดยผ้าหลังการปรับสภาพจะนำไปย้อมด้วยสีแอซิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า (2%owf) จากนั้นนำไปวัดค่าความเข้มสี (K/S) ด้วยเครื่องวัดสี Macbeth ถ้าผ้าที่ผ่านการปรับสภาพมีค่าความเข้มสีสูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพ แสดงว่าผ้าที่ผ่านการปรับสภาพนั้นสามารถดูดซึมสีย้อมได้มากกว่า ซึ่งจะช่วยให้ใช้ปริมาณสีย้อมลดลงได้ หลังการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ความเข้มสีของผ้าย้อมซึ่งเป็นผ้าไหม และผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพผ้า	ความเข้มสีผ้า(K/S)	
	ไหม	ไนลอน
ไม่ผ่านการปรับสภาพ	4.725	9.265
ปรับสภาพด้วยสารละลาย	4.683	1.289
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	5.218	10.905



รูปที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้มสีของผ้าย้อมซึ่งเป็นผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดสอบความสามารถในการดูดซึมสีย้อมพบว่า ผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีค่าความเข้มสีเท่ากับ 4.725, 4.683 และ 5.218 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าความเข้มสีของผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายถือว่ามีค่าไม่ต่างกับผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ส่วนผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีค่าความเข้มสีมากกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพเล็กน้อย (ค่าความเข้มสีต่างกัน 1-2 ไม่ถือว่าต่างกันนัก) ทั้งนี้อาจเนื่องจากส่วนที่เป็นอสัณฐานที่เคลือบอยู่บนผ้าไหมทำให้รับสีย้อมได้เพิ่มขึ้น หรืออาจเนื่องมาจากแคลเซียมคลอไรด์ที่หลงเหลือบนผ้าที่ล้างออกไม่หมด เพราะแคลเซียมมีประจุบวกส่วนสีแอซิดมีประจุลบทำให้สามารถเข้าจับกันได้ดี ดังนั้นจึงอาจทำให้มีสีอยู่บนผ้ามากขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าความเข้มสีของผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีค่าสูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพอยู่เพียงเล็กน้อย แทบไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากมีไหมอสัณฐานหรือแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้าน้อยมากหลังผ้าผ่านการจุ่มอัดสารละลายไหม อบผึ่งล้างและทำให้แห้ง

สำหรับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม พบว่ามีค่าความเข้มสี 9.265, 1.289 และ 10.905 ตามลำดับ จะเห็นว่าผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายมีค่าความเข้มสีต่ำมากเมื่อเทียบกับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพผ้าไนลอนหลังการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย คือเส้นใยไนลอนเกิดการละลายและสารสีขาวไททาเนียมไดออกไซด์หลุดออกมาบดบังผ้าไนลอนจนอนุภาคสีย้อมแทรกซึมผ้าได้น้อยลงมาก เส้นใยจึงรับสีย้อมได้น้อยลง ส่วนผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเนื่องจากอสัณฐานที่เคลือบอยู่บนผ้าไนลอนทำให้มีส่วนที่รับสีย้อมมากขึ้น หรืออาจเนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์ที่ยังหลงเหลืออยู่บนผ้าที่ล้างออกไม่หมด โดยแคลเซียมมีประจุบวกทำให้ดูดติดกับสีแอซิดที่เป็นประจุลบได้ดี สีจึงติดอยู่บนผ้าได้มากขึ้นเช่นเดียวกับผ้าไหม

4.2.4 การตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยสารเชื่อมขวาง

การทดสอบนี้จะทดสอบเฉพาะผ้าไหมเนื่องจากสารเชื่อมขวางนี้จะมีผลต่อการต้านทานการยับของผ้า ผ้าไหมเป็นผ้าที่มีปัญหาในการยับ แต่ผ้าไนลอนไม่มีปัญหาในเรื่องนี้ การทดสอบจะเปรียบเทียบระหว่างผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมทั้งล้างและไม่ล้างก่อนการทดสอบการดูดซึมสารตกแต่งสำเร็จกันยับ แต่ไม่ทดสอบผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย โดยใช้ความเข้มข้นของสารเชื่อมขวางนี้ 3 ระดับ คือ 30, 50 และ 100 กรัมต่อลิตร และที่ไม่ตกแต่งสำเร็จกันยับ แต่สำหรับการทดสอบผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วไม่ล้างและไม่ตกแต่งสำเร็จกันยับด้วยนั้นไม่ได้ทดสอบเนื่องจากผ้าสามารถดูดซึมความชื้นดีมากทำให้ผ้าเปียก การทดสอบนี้จะบอกความสามารถในการดูดซึมสารเคมีจากการ

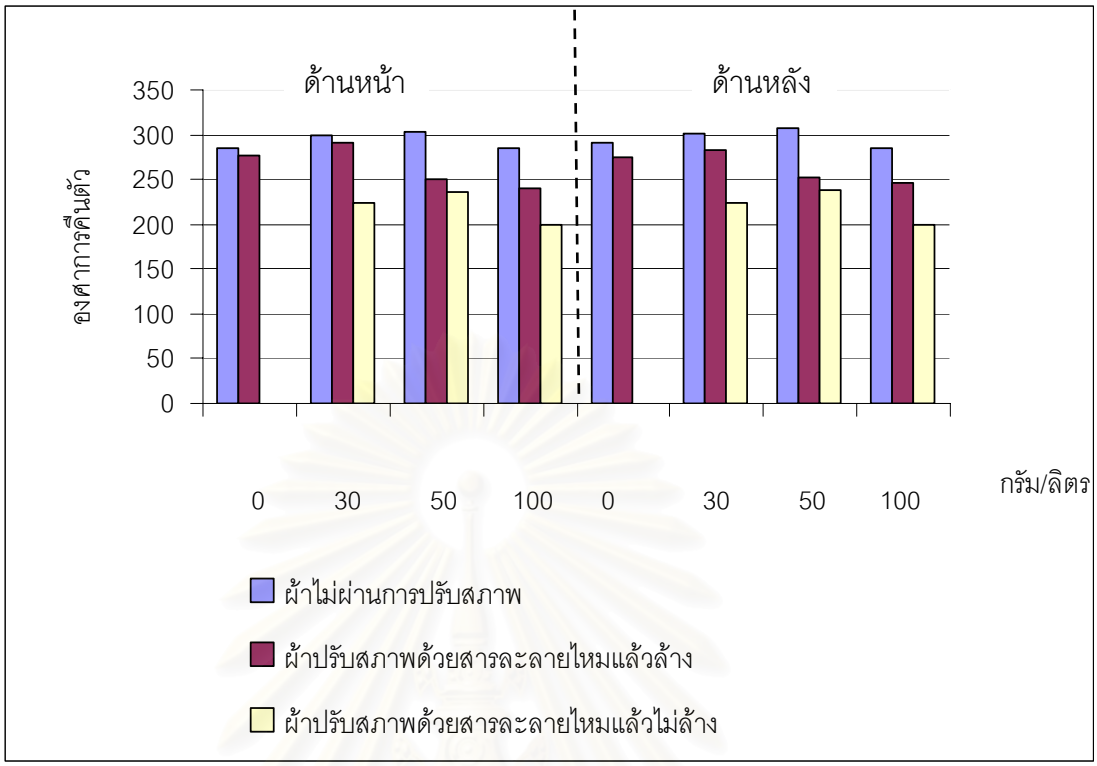
ทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับ ผ้าที่มีองศาการคืนตัวหรือมีความต้านทานต่อการยับสูงก็จะบ่งบอกได้ว่าสามารถดูดซึมสารตกแต่งสำเร็จกันยับได้ดีด้วย หลังการทดสอบแล้วได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง และไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จสารกันยับ

การปรับสภาพ	องศาการคืนตัวด้านหน้าของผ้า (ยืน+พุ่ง)*				องศาการคืนตัวด้านหลังของผ้า (ยืน+พุ่ง)			
	ความเข้มข้นของสารกันยับ (กรัมต่อลิตร)							
	0	30	50	100	0	30	50	100
ไม่ปรับสภาพ	284.67	298.67	302.67	284.33	291.00	300.33	306.67	284.50
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง	276.00	290.67	250.67	239.33	275.50	283.33	252.00	246.67
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วไม่ล้าง	-	224.17	235.17	199.83	-	224.50	237.17	200.33

* ยืน+พุ่ง คือ มุมที่กางออกของผ้าแนวด้ายยืนรวมกับแนวด้ายพุ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงองศาการคืนตัวด้านหน้าและด้านหลังของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง และไม่ล้างก่อนการตกแต่งสารกันยับ ที่ความเข้มข้นต่างๆ

จากผลการทดสอบพิจารณาผ้าแต่ละตัวอย่าง ผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพจะมีองศาการคืนตัวสูงขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารกันยับมากขึ้นแต่เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารกันยับ 100 กรัมต่อลิตร กลับมีองศาการคืนลดลง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของผ้า

ส่วนผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับมีองศาการคืนตัวสูงสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารกันยับ 30 กรัมต่อลิตร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของผ้า และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารกันยับเป็น 50 และ 100 กรัมต่อลิตร องศาการคืนตัวของผ้ากลับลดลงตามลำดับ ซึ่งลดลงต่ำกว่าผ้าที่ไม่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับอีกด้วย

สำหรับผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับนั้นองศาการคืนตัวของผ้าสูงสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารกันยับที่ 50 กรัมต่อลิตร และต่ำสุดเมื่อใช้ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตรซึ่งต่ำกว่าที่ใช้ 30 กรัมต่อลิตรด้วย แต่ที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับนั้นไม่ได้ทดสอบเนื่องจากผ้าเปียกจากการที่ผ้าดูดซึมความชื้น

ซึ่งหมายความว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพและผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วไม่ล้างนั้นเหมาะที่จะใช้สารกันยับนี้ที่ความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร ส่วนผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างนั้นเหมาะที่จะใช้สารกันยับนี้ที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร

เป็นที่น่าสังเกตว่าผ้าทั้งสามนี้เมื่อตกแต่งด้วยสารกันยับ 100 กรัมต่อลิตรนั้นมีองศาการคืนตัวที่ต่ำที่สุด อาจเนื่องจากสารกันยับซึ่งเป็นสารเชื่อมขวางโดยเป็นอนุพันธ์ของ DMDHEU (dimethylol dihydroxy ethylene urea) มีหมู่ทำปฏิกิริยาคือหมู่อัลคอกซิล (alkoxyl) ซึ่งมีอยู่ 2 หมู่ ในแต่ละหมู่สามารถเกิดปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลที่ปลายสายโซ่ของไหมหรือเกิดปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของเซอรีน (serine) และไทโรซีน (tyrosine) ซึ่งเป็นหมู่ข้างเคียงของโมเลกุลไหมทำให้เชื่อมขวางโมเลกุลของไหมได้ และส่งผลให้ผ้านั้นมีความสามารถต้านทานต่อการยับได้ดีขึ้น แต่ในบางกรณีเมื่อใช้ปริมาณมากขึ้นกลับทำให้ความสามารถในการต้านทานการยับน้อยลงซึ่งอาจเนื่องจากมีปริมาณของโมเลกุลสารเชื่อมขวางมากเกินไปทำให้โมเลกุลของไหมถูกเชื่อมขวางด้วยสารตกแต่งกันยับนี้มากจนเกิดเป็นร่างแห เมื่อโมเลกุลถูกยึดมากจึงยืดหยุ่นน้อยและเกิดความเครียดสูง ดังนั้นเมื่อถูกแรงกระทำ เช่นแรงกดทับ โมเลกุลที่มีความยืดหยุ่นน้อยจากการเป็นโครงสร้างร่างแหมากนั้นจะถ่ายเทแรงได้น้อยทำให้องศาการคืนตัวหรือความต้านทานการยับน้อยลงนั่นเอง

เมื่อพิจารณาองศาการคืนตัวของผ้าที่ไม่ปรับสภาพกับผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างนั้น ผ้าที่ไม่ปรับสภาพมีองศาการคืนตัวมากกว่าผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างทั้งด้านหน้าและด้านหลังของผ้า และจากผิวสัมผัสของผ้าที่ผ่านการปรับสภาพแล้วล้างนั้นจะมีความกระด้างกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพ อาจเนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์ในสารละลายไหมที่ใช้ในการปรับสภาพยังหลงเหลืออยู่บนผ้าซึ่งล้างออกไม่หมด และสารละลายไหมซึ่งมีส่วนของตัวทำละลายนั้นอาจมีผลทำลายเส้นใยไหม ส่วนผ้าที่ถูกปรับสภาพแล้วตกแต่งสำเร็จนั้นเป็นผ้าที่ต้องผ่านความร้อนสองครั้ง แต่ผ้าที่ไม่ปรับสภาพแล้วตกแต่งสำเร็จนั้นเป็นผ้าที่ได้รับความร้อนหนึ่งครั้งคือขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จเท่านั้น จึงอาจทำให้ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพแล้วตกแต่งสำเร็จมีความกระด้างมากกว่าและขาดความยืดหยุ่นเมื่อได้รับแรงกระทำจึงทำให้โมเลกุลไม่สามารถถ่ายเทแรงได้

เมื่อตกแต่งสำเร็จผ้าด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จ และผ้าที่ปรับสภาพแล้วไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จมีองศาการคืนตัวด้านหน้าของผ้าเท่ากับ 298.67, 290.67 และ 224.17 ตามลำดับ จะเห็นว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพมีองศาการคืนตัวมากสุด รองมาเป็นผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จซึ่งน้อยกว่าผ้าไม่ปรับสภาพเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนผ้าที่ปรับสภาพแล้วไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จนั้นมีค่าน้อยสุดซึ่งน้อยกว่าผ้าทั้งสองชนิดข้างต้นมาก อาจเนื่องจากผ้านั้นมีตัวทำละลายไหมอยู่บนผ้ามากเพราะไม่ได้ล้างออกและส่งผลต่อเส้นใยทำให้กระด้างและไม่ยืดหยุ่น

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารกันยับเป็น 50 กรัมต่อลิตร ผ้าที่ไม่ปรับสภาพมีองศาการคืนตัวมากสุด และผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างนั้นมีองศาการคืนตัวลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับผ้าไหมไม่ปรับสภาพ ซึ่งเป็นในลักษณะเดียวกับเมื่อใช้ความเข้มข้นสารกันยับ 100 กรัมต่อลิตร

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่า ผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้างนั้นจะมีองศาการคืนตัวสูงสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นสารกันยับ 30 กรัมต่อลิตร ซึ่งต่างจากตัวอย่างอื่นที่จะมีองศาการคืนตัวสูงสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารกันยับ 50 กรัมต่อลิตร และผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างนั้นมีองศาการคืนตัวเมื่อใช้ความเข้มข้นสารกันยับ 30 กรัมต่อลิตรเท่ากับ 290.67 องศาซึ่งต่างจากผ้าที่ไม่ปรับสภาพเมื่อใช้ความเข้มข้นสารกันยับ 30 และ 50 กรัมต่อลิตร เพียง 8 และ 12 องศาตามลำดับ ซึ่งถือว่าไม่ต่างกันมากนัก ผ้าที่ปรับสภาพแล้วล้างนั้นอาจมีส่วนของไหมอสัณฐานที่ไม่หลุดออกจากการล้างช่วยดูดซับสารตกแต่งสำเร็จกันยับให้แทรกซึมได้ดี หรือทำให้ผ้าไหมมีหมู่ที่จะทำปฏิกิริยากับสารตกแต่งสำเร็จกันยับซึ่งเป็นสารเชื่อมขวางมากขึ้น ทำให้เสริมการดูดซึมสารเคมีบ้างเล็กน้อย

จากผลการวิจัยนี้อาจสรุปได้ว่า การปรับสภาพผ้าไหมด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง ทำให้ส่วนไหมอสัณฐานที่เคลือบบนผ้าเมื่อผ้าผ่านการจุ่มอัดสารละลายไหมและอบผึก ถูกล้างออกไป มีไหมอสัณฐานที่เคลือบหลงเหลือบนผ้าน้อยจนไม่ช่วยเพิ่มการดูดซับสารตกแต่งสำเร็จมากนัก

ผ้าที่ปรับสภาพแล้วไม่ล้างมีอนุภาคของตัวทำละลายอยู่บนผ้ามาก ทำให้ผ้าแข็งกระด้างไม่ยืดหยุ่นจึงคืนตัวต่อการยับน้อยกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพและผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมแล้วล้าง

สารตกแต่งสำเร็จกันยับที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นอนุพันธ์ของสาร DMDHEU (dimethylol dihydroxy ethylene urea) ซึ่งเป็นสารตกแต่งสำเร็จแนะนำสำหรับผ้าฝ้ายแต่อาจใช้ตกแต่งสำเร็จผ้าไหมได้มีอุณหภูมิการผึกสารที่ 170 องศาเซลเซียส ซึ่งที่อุณหภูมินี้เส้นไหมจะเริ่มอ่อนตัว เสียรูปทรงและถูกทำลายได้บ้างอาจทำให้ผ้าไหมแข็งกระด้างมากขึ้นเมื่อเย็นตัวลง ส่งผลให้ผ้าหลังตกแต่งสำเร็จมีความยืดหยุ่นตัวและคืนตัวต่อการยับน้อยลง สารที่เหมาะสำหรับการตกแต่งสำเร็จกันยับผ้าไหมควรเป็นสารไกลออกซอลที่สามารถผึกที่ 140-150 องศาเซลเซียส

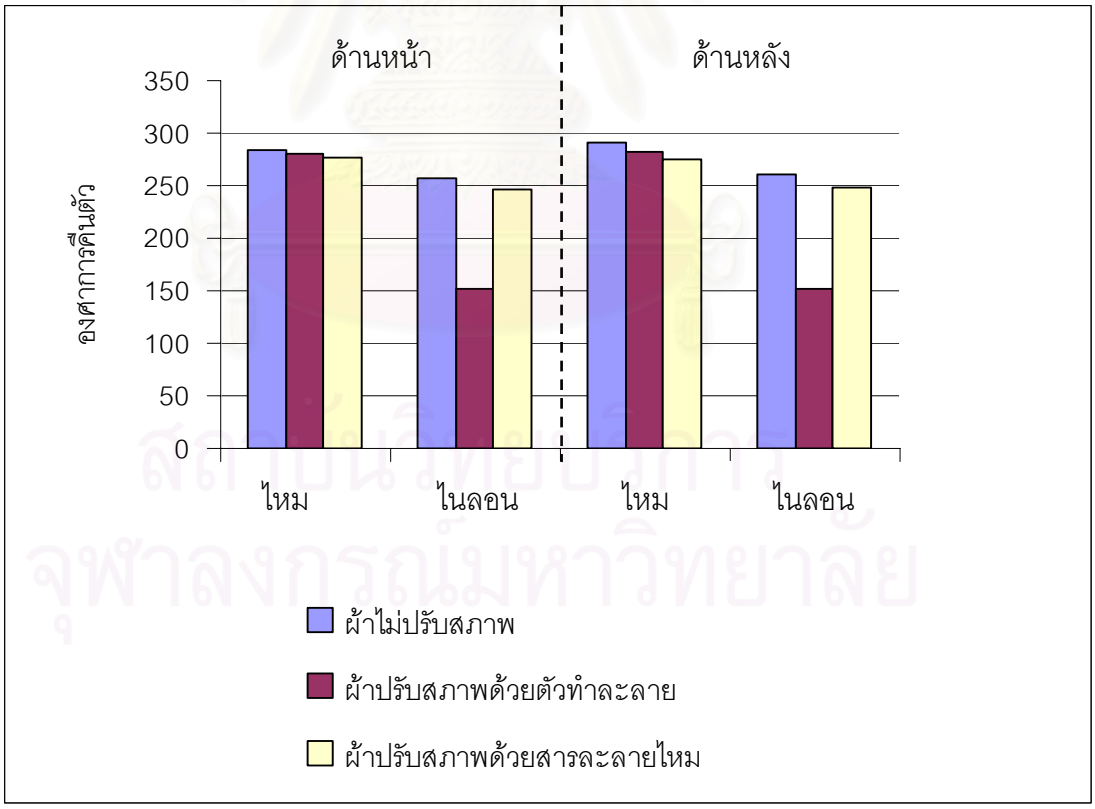
4.2.5 องศาการคืนตัวต่อการยับ

เพื่อตรวจสอบความสามารถต้านทานการยับโดยทดสอบจากองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้า ถ้าชิ้นทดสอบมีองศาที่วัดได้จากการกางออกมากหลังปล่อยแรงกดทับผ้าออก แสดงว่าชิ้นทดสอบนั้นสามารถคืนตัวต่อการยับ หรือทนการยับได้ดีนั่นเอง หลังการทดสอบได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.6 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหม (ยืน+พุ่ง)*		องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไนลอน (ยืน+พุ่ง)	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง
ผ้าไม่ผ่านการปรับสภาพ	284.67	291.00	257.33	260.67
ผ้าปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	281.17	282.17	152.67	151.67
ผ้าปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	276.00	275.50	245.83	249.00

* ยืน+พุ่ง คือ มุมที่กางออกของผ้าแนวด้ายยืนรวมกับแนวด้ายพุ่ง



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

จากการทดสอบองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมในแนวด้ายยืนรวมกับแนวด้ายพุ่ง ผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมอสัณฐาน มีองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหน้าของผ้าเท่ากับ 284.67, 281.17 และ 276.00 ตามลำดับ และมีองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหลังของผ้าเท่ากับ 291.00, 282.17 และ 275.50 ตามลำดับ จะเห็นว่าผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพนั้นมีค่าองศาการคืนตัวมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพสามารถต้านทานต่อการยับได้ดีที่สุด ส่วนผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีค่าน้อยกว่าซึ่งหมายถึงว่าผ้านั้นสามารถต้านทานต่อการยับได้น้อยกว่า จากผิวสัมผัสของผ้าไหมทั้งสาม พบว่าผ้าที่ผ่านการปรับสภาพทั้งด้วยตัวทำละลายและด้วยสารละลายไหมมีความกระด้างมากกว่าเมื่อเทียบกับผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ซึ่งผ้าที่กระด้างนั้นเส้นด้ายจะยืดหยุ่นได้น้อย การถ่ายเทแรงที่กระทำจะถ่ายเทได้น้อย ทำให้ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพทั้งด้วยตัวทำละลายและด้วยสารละลายไหมสามารถต้านทานต่อการยับได้น้อยกว่าผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ การที่ผ้าที่ผ่านการปรับสภาพนั้นมีความกระด้างมากขึ้นอาจเนื่องจากเส้นใยได้รับผลจากตัวทำละลาย และแคลเซียมคลอไรด์ที่ยังตกค้างอยู่บนผ้าจากการล้างออกไม่หมด อย่างไรก็ตามค่าองศาการคืนตัวของผ้าไหมทั้งสามนั้นอยู่ในระดับที่แตกต่างกันไม่มาก

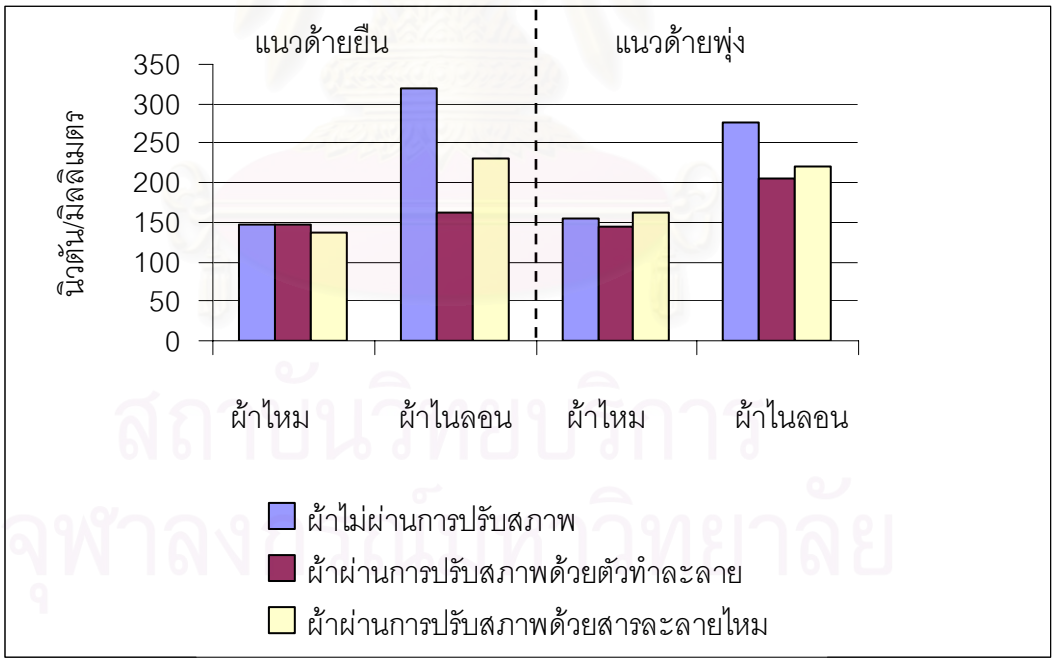
สำหรับองศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไนลอนในแนวด้ายยืนรวมกับด้ายพุ่ง ผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหน้าของผ้าเท่ากับ 257.33, 152.67 และ 245.83 และมีองศาการคืนตัวต่อการยับด้านหลังของผ้าเท่ากับ 260.67, 151.67 และ 249.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพนั้นมีค่าองศาการคืนตัวมากสุด แสดงให้เห็นว่าสามารถต้านทานต่อการยับได้ดีที่สุด ตามด้วยผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมอาจเนื่องจากสาเหตุเดียวกับข้างต้น ส่วนผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นจะเห็นว่ามีค่าองศาการคืนตัวต่อการยับน้อยมากซึ่งหมายถึงสามารถต้านทานต่อการยับได้น้อย จากสภาพของผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย จะเห็นว่ามีลักษณะเป็นสีขาวทึบแสง กระด้างคล้ายกระดาษ ทำให้เส้นด้ายของผ้าไม่ยืดหยุ่น การถ่ายเทแรงที่กระทำต่อเส้นด้ายนั้นน้อยมาก ความต้านทานต่อการยับจึงน้อยนั่นเอง ซึ่งอาจเนื่องจากตัวทำละลายนั้นมีผลทำลายเส้นใยไนลอน หรือละลายเส้นใยรวมกันเป็นแผ่นเดียวเปลี่ยนสภาพจากเดิมไป และสารสีขาวไททาเนียมไดออกไซด์ที่หลุดออกมาจากเส้นใยไนลอนอาจทำให้เส้นใยไนลอนแข็งกระด้างขึ้นด้วย

4.2.6 **ความแข็งแรงของผ้า**

การทดสอบความแข็งแรงเป็นการทดสอบสมบัติเชิงกลซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การหาความต้านทานแรงฉีกขาด โดยผ้าที่ผ่านการปรับสภาพแล้วไม่ควรมีความต้านทานแรงฉีกขาดลดลงจากผ้าที่ไม่ปรับสภาพมากนัก หลังการทดสอบแล้วได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

การปรับสภาพ	ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหม(นิวตัน/มิลลิเมตร)		ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไนลอน(นิวตัน/มิลลิเมตร)	
	แนวด้ายยืน	แนวด้ายพุ่ง	แนวด้ายยืน	แนวด้ายพุ่ง
ไม่ผ่านการปรับสภาพ	147.508	167.656	310.366	265.490
ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	152.386	148.074	166.244	201.202
ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	135.538	162.464	234.236	241.068



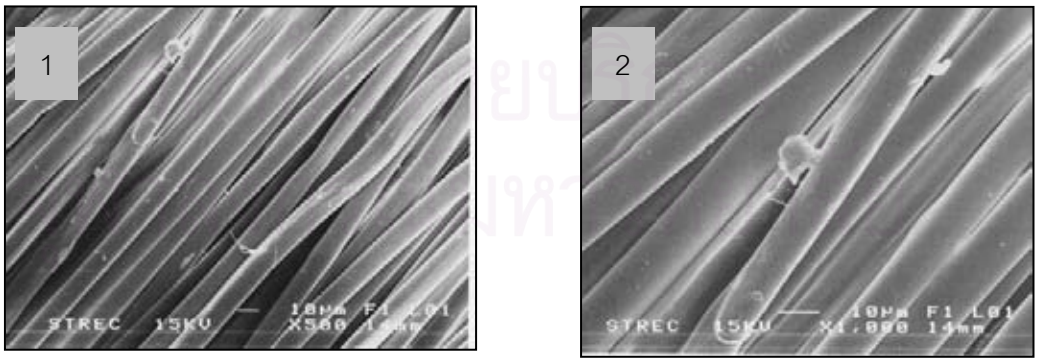
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

จากการทดสอบความแข็งแรงของผ้าโดยทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด พบว่าผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดในแนวด้ายยืนเท่ากับ 147.508, 152.386 และ 135.538 นิวตันต่อมิลลิเมตร ส่วนในแนวด้ายพุ่งเท่ากับ 167.656, 148.074 และ 162.464 นิวตันต่อมิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าการปรับสภาพผ้าทำให้ผ้าไหมทนต่อแรงฉีกขาดได้น้อยลง อาจเนื่องจากตัวทำละลายไหมบางส่วนยังตกค้างบนผ้า ทำให้แข็งกระด้างและขาดง่ายขึ้น

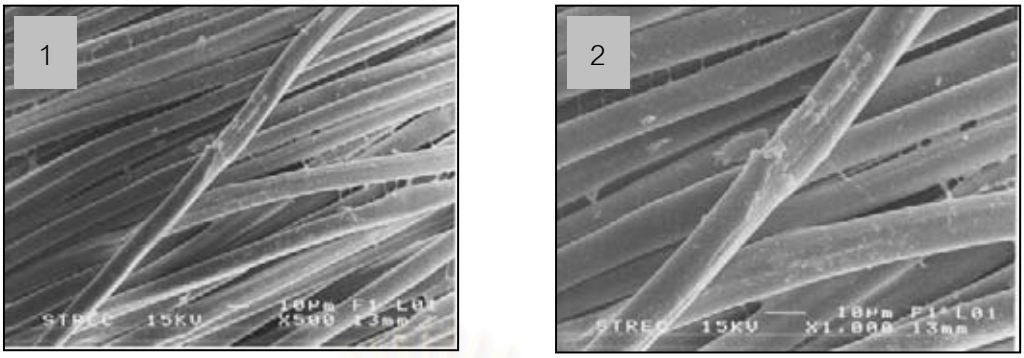
สำหรับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดในแนวด้ายยืนเท่ากับ 310.366, 166.224 และ 234.236 นิวตันต่อมิลลิเมตรตามลำดับ และในแนวด้ายพุ่งเท่ากับ 265.490, 201.202 และ 241.068 นิวตันต่อมิลลิเมตรตามลำดับ จะเห็นว่า ผ้าที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหมมีค่าต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องจากผ้านั้นมีลักษณะสีขาวทึบแสง กระด้างคล้ายกระดาษ ดังนั้นเส้นด้ายจึงไม่ยืดหยุ่น ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ทำให้การถ่ายเทแรงที่กระทำต่อผ้าต่ำ ความสามารถในการต้านทานการฉีกขาดได้ต่ำ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมมีความต้านทานแรงฉีกขาดน้อยกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพเนื่องจากสาเหตุเดิมที่อาจมีตัวทำละลายตกค้างบนผ้าจนทำให้ผ้ากระด้างหรือเส้นใยไนลอนถูกละลายบางส่วนจนแข็งกระด้างกว่าเดิม

4.2.7 **ลักษณะพื้นผิวผ้าและชนิดธาตุบนผ้า**

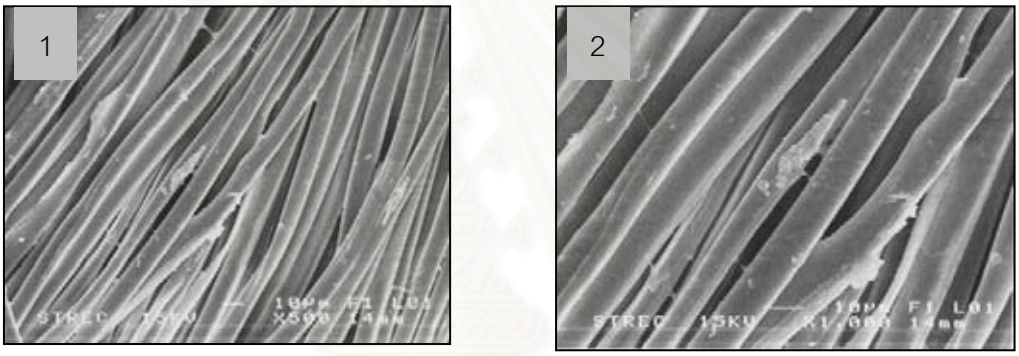
เปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ปรากฏภาพดังนี้



รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า

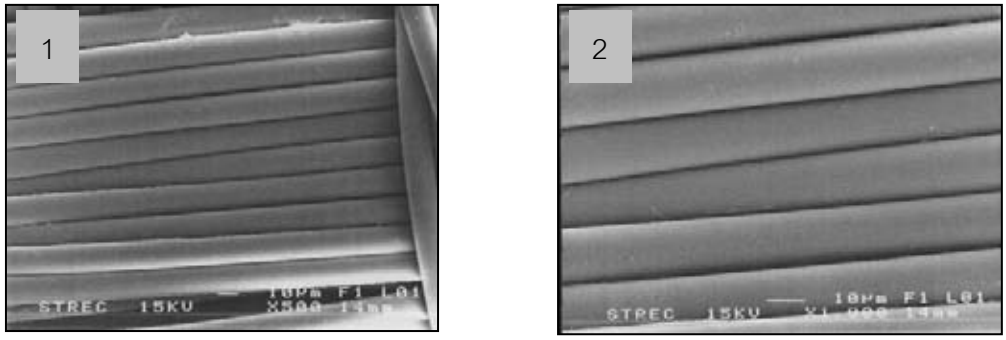


รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า

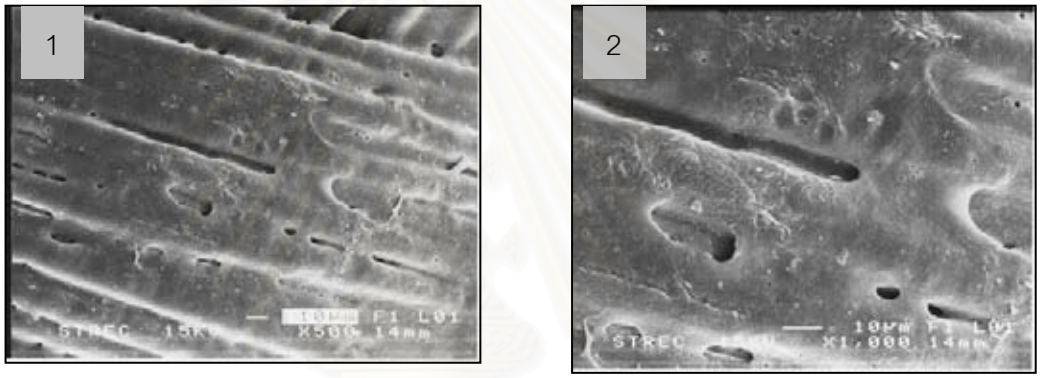


รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า

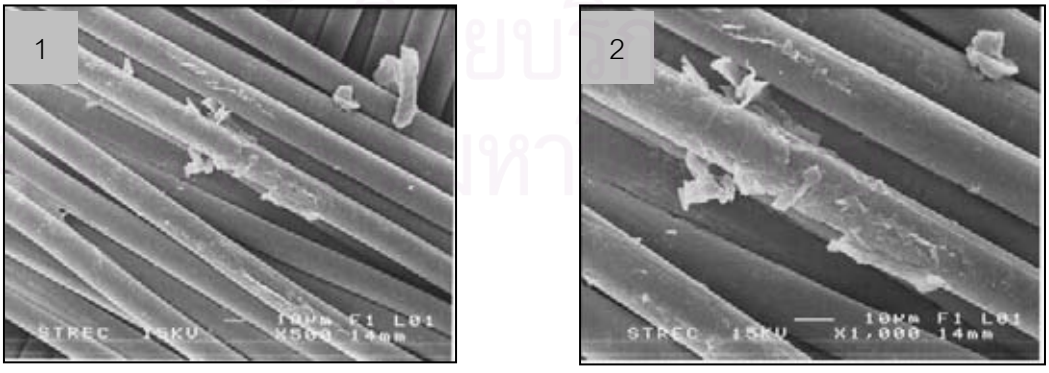
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า



รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า



รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ที่กำลังขยาย (1) 500 และ (2) 1000 เท่า

จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม พบว่าผ้าที่ปรับสภาพทั้งสองมีลักษณะพื้นผิวที่ต่างไปจากผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ โดยผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นมีบางอย่างเคลือบอยู่บนเส้นใยไหมของผ้า ซึ่งอาจจะเป็นแคลเซียมคลอไรด์ที่ยังคงตกค้างอยู่บนผ้าจากการล้างออกไม่หมด ส่วนผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมพบว่ามีลักษณะคล้ายกับผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้า และอาจมีไหมอสัณฐานที่ถูกละลายในสารละลายปนอยู่ด้วยซึ่งไม่สามารถแยกออกได้ด้วยสายตาแม้จะใช้กำลังขยายภาพสูงแล้วก็ตาม

สำหรับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพนั้นจะเห็นว่าเป็นเส้นใยเรียบไม่มีสิ่งแปลกปลอม แต่ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นพบว่าลักษณะเปลี่ยนไปจากความเป็นผ้าคือมีลักษณะเรียบเป็นผืนไม่สามารถแยกเส้นใยแต่ละเส้นได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวทำละลายซึ่งมีผลทำลายเส้นใยไนลอนทำให้เส้นใยบางส่วนละลายและอาจมีอนุภาคของสารสีขาวไททาเนียมไดออกไซด์ยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อผ้าหลังการจุ่มในตัวทำละลายแล้วถูกอัดด้วยเครื่องอัดผ้าลูกกลิ้งหนีบทำให้เส้นใยบางส่วนละลายและเสียรูปทรงไปจากเดิม ทำให้เส้นใยนั้นมีลักษณะที่เปลี่ยนไปไม่สามารถเห็นเป็นเส้นๆ ได้ชัดเจน และในผ้าที่ถูกปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นจะเห็นว่ามีบางอย่างเคลือบอยู่บนเส้นใยซึ่งอาจจะเป็นแคลเซียมคลอไรด์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่หรืออาจเป็นไหมอสัณฐานจากสารละลายไหม และเป็นที่น่าสังเกตว่าสารละลายไหมมีผลต่อรูปร่างของเส้นใยไนลอนน้อยกว่าตัวทำละลายโดยตรงอาจเนื่องจากว่าในสารละลายนั้นมีไหมละลายอยู่ทำให้ผลของตัวทำละลายต่อเส้นใยไนลอนลดลง

จากการวิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุนั้นสามารถวิเคราะห์ชนิดธาตุแต่ไม่สามารถระบุปริมาณแสดงให้ทราบว่าไม่พบธาตุแคลเซียมและคลอไรด์บนผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ แต่พบบนผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ดังนั้นจึงบอกได้ว่าผ้าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้าจากการล้างออกไม่หมด และการที่มีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้านี้จะส่งผลต่อการทดสอบอื่นๆ ที่ได้กล่าวในแต่ละการทดสอบมาแล้ว

4.2.8 ชนิดและปริมาณธาตุบนผ้า

การวิเคราะห์นี้เพื่อตรวจสอบการหลงเหลืออยู่ของแคลเซียมคลอไรด์บนผ้า ซึ่งเป็นการยืนยันผลจากการวิเคราะห์ธาตุด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุพร้อมกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และหาปริมาณธาตุดังกล่าวบนผ้าด้วย แสดงผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณธาตุแคลเซียม และคลอไรด์บนผ้าไหมและผ้าไนลอนจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRF

การปรับสภาพ	ธาตุบนผ้าไหม (%)		ธาตุบนผ้าไนลอน (%)	
	Ca	Cl	Ca	Cl
ผ้าไม่ผ่านการปรับสภาพ	1.226	0.054	0.041	0.012
ผ้าผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	4.676	3.372	5.797	10.750
ผ้าผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	2.713	0.960	0.913	2.004

จากผลการวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิค XRF นี้ พบว่าผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีแคลเซียมต่อน้ำหนักผ้าร้อยละ 1.226, 4.676 และ 2.713 ตามลำดับ และมีคลอไรด์ต่อน้ำหนักผ้าร้อยละ 0.054, 3.372 และ 0.960 ตามลำดับจะเห็นว่าผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นมีแคลเซียมและคลอไรด์มากที่สุด รองลงมาเป็นผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ส่วนผ้าไหมไม่ปรับสภาพนั้นมีแคลเซียมและคลอไรด์อยู่น้อยสุด ซึ่งอาจเนื่องจากผ้าไหมที่ถูกปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีส่วนของไหมที่ถูกละลายในสารละลายอยู่ ดังนั้นจึงทำให้มีตัวทำละลายหรือแคลเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่น้อยกว่าผ้าที่ถูกปรับสภาพด้วยตัวทำละลายโดยตรง ส่วนในผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพนั้นมีแคลเซียมอยู่ในปริมาณที่น้อยซึ่งในปริมาณนี้อาจมีอยู่ในธรรมชาติอยู่แล้ว

สำหรับผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม มีแคลเซียมต่อน้ำหนักผ้าร้อยละ 0.041, 5.797 และ 0.913 ตามลำดับ และมีคลอไรด์ต่อน้ำหนักผ้าร้อยละ 0.012, 10.750 และ 2.004 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วจะเห็นว่าผ้าที่ถูกปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและผ้าที่ถูกปรับสภาพด้วยสารละลายไหมนั้นมีแคลเซียมและคลอไรด์มากกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพมาก ซึ่งบอกได้ว่าผ้าที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายมีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลืออยู่บนผ้ามากที่สุด รองมาคือผ้าที่ถูกปรับสภาพด้วยสารละลาย ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบพื้นผิวผ้าที่พบว่าผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นถูกทำลายด้วยตัวทำละลายมากกว่าเนื่องจากมีตัวทำละลายมากกว่านั่นเอง

การเตรียมสารละลายไหมในการทดสอบนี้ มีการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ปริมาณมาก ถึง 80 กรัมต่อ 200 กรัมของไหมบด น้ำ เอทานอลและแคลเซียมคลอไรด์ หรือร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ซึ่งการที่พบว่าหลังการจุ่มอัดผ้าในสารละลายไหม อบผึก ล้าง และทำให้แห้งแล้วยังพบว่าผ้ามีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้า ซึ่งส่วนหนึ่งอาจมาจากไม่สามารถล้างแคลเซียมคลอไรด์ออกจากผ้าจนหมด และอีกส่วนอาจเนื่องมาจากไหมและแคลเซียมคลอไรด์ทำปฏิกิริยาเคมีเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเกาะติดบนผ้าหรือฝังอยู่ในผ้า ซึ่งอาจมีผลทำให้ผ้าแข็งกระด้าง ยืดหยุ่นน้อยลง แต่ดูดซับความชื้นและสีย้อมได้ดีขึ้นบ้างเพียงเล็กน้อยในบางกรณี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 สามารถเตรียมไหมอสัณฐานจากการละลายไหมบด ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 15 ชั่วโมง อัตราส่วนโดยน้ำหนักของไหมบดต่อตัวทำละลายผสมซึ่งประกอบด้วยเอทานอล น้ำ และแคลเซียมคลอไรด์เท่ากับ 1:5:6:8 ตามลำดับ และสารละลายไหมที่เตรียมได้มีไหมอสัณฐานต่อสารละลายโดยน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ 1.32 สำหรับไหมพันธุ์ น.ค. 4 และร้อยละ 1.56 สำหรับไหมพันธุ์ดอกบัว

5.1.2 ผ้าไหมและผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและการปรับสภาพด้วยสารละลายไหมจะยังคงมีแคลเซียมคลอไรด์หลงเหลือบนผ้าถึงแม้ว่าจะถูกล้างทำความสะอาดหลังปรับสภาพแล้วก็ตาม

5.1.3 ตัวทำละลายไหมมีผลทำลายเส้นใยไนลอนอย่างเห็นได้ชัดเจนจากลักษณะพื้นผิวของผ้าไนลอนที่เปลี่ยนไป ขณะที่สารละลายไหมจะมีผลทำลายเส้นใยไนลอนน้อยกว่าตัวทำละลายเส้นใยไนลอนยังคงรูปร่างเดิม

5.1.4 ตัวทำละลายและสารละลายไหมไม่ทำให้สีเหลืองของผ้าไหมเปลี่ยนแปลง แต่ทำให้ผ้าไนลอนมีความขาวมากขึ้นอาจเนื่องจากตัวทำละลายทำให้เส้นใยไนลอนละลายและอนุภาคของสารสีขาวไททาเนียมไดออกไซด์ในเส้นใยหลุดออกจากเส้นใยทำให้มองดูผ้าไนลอนขาวมากขึ้นจากอนุภาคสารสีขาวนี้

5.1.5 การปรับสภาพผ้านี้ทำให้ผ้ามีความแข็งกระด้างมากขึ้น ผ้าทนแรงฉีกขาดและคืนตัวต่อการยับน้อยลง

5.1.6 ผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายและที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมและผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม สามารถดูดซับความชื้นและ

สีย้อมไม่แตกต่างไปจากผ้าที่ไม่ปรับสภาพนัก ส่วนผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลายนั้นมีความสามารถดูดซับสีที่น้อยกว่าผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพมาก แต่สามารถดูดซับความชื้นได้ไม่แตกต่างจากผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพนัก กรณีที่ผ้าปรับสภาพสามารถดูดซับความชื้นและสีย้อมได้ดีขึ้นเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากผ้ามีสารแคลเซียมคลอไรด์และไหมอสัณฐานอยู่บนผ้าที่ช่วยการดูดซับให้ดีขึ้นบ้าง แต่ถือว่าไม่มีนัยสำคัญทั้งนี้การล้างผ้าหลังการจุ่มอัดสารละลายไหมและอบผนึกผ้าอาจทำให้ไหมอสัณฐานและแคลเซียมคลอไรด์ส่วนใหญ่หลุดออกจากผ้า แต่ยังคงพอมีสารเหล่านี้บนผ้าบ้างที่ช่วยเพิ่มการดูดซับเล็กน้อย

5.1.7 ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมทั้งล้างและไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับนั้นไม่สามารถเพิ่มองศาการคืนตัวต่อการยับได้

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

5.2.1 ศึกษาเทคนิคและวิธีการอื่นๆ สำหรับการผนึกไหมอสัณฐานบนผ้าไหมและผ้าไนลอนโดยยึดหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

5.2.2 ศึกษาค้นคว้าหาตัวทำละลายชนิดอื่นๆ ที่ไม่มีผลกระทบมากต่อสิ่งแวดล้อม มาละลายเส้นไหมบดแล้วนำสารละลายไหมชนิดใหม่นี้ไปปรับสภาพผ้าไหมและผ้าไนลอนเพื่อเพิ่มสมบัติการดูดซับความชื้น น้ำ สีย้อมและสารเคมีให้แก่ผ้า

5.2.3 นำสารละลายไหมที่เตรียมได้จากการทดลองนี้มาฉีดเป็นเส้นใยเพื่อศึกษาดูสมบัติของเส้นใยที่ได้

5.2.4 เนื่องจากเส้นใยขนสัตว์ส่วนใหญ่มีปริมาณอสัณฐานมากถึงร้อยละ 70-75 ซึ่งอาจจะเหมาะที่จะนำมาละลายด้วยตัวทำละลายในการทดลองนี้หรือตัวทำละลายอื่นๆ แล้วนำมาปรับสภาพผ้าไหม ผ้าไนลอนหรือแม้แต่ผ้าขนสัตว์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Cai, Z.; and Qiu, Y. 2003. Using an Aqueous Epoxide in Bombyx mori Silk Fabric Finishing. Textile Research Journal. 73: 42-46

2. Freddi, G.; Tsukada, M.; Kato, H.; and Shiozaki, H. 1994. Dyeability of Silk Fabrics Modified with Dibasic acid Anhydrides. Journal of Applied Polymer Science. 52: 769-773

3. Sen, K.; and Babu, K. M. 2004. Studies on Indian Silk.II. Structure-Property Correlations. Journal of Applied Polymer Science. 92: 1098-1115

4. สมหญิง ชูประยูร. 2005. เส้นทางสายไหม. Colour way. 10(56): 14-16

5. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 1999. วิทยาศาสตร์เส้นใย. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. http://orissagov.nic.in/textiles/sericulture_whatissilk.htm

7. http://www.doae.go.th/plant/plant.htm

8. Hollen, J. Saddler and A.L. Langford. 1979. TEXTILE. fifth edition

9. โมโตอิ มินะกาวะ และคณะ. 1987. วิทยาการไหม เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมอุตสหกรรม

10. ลิลี่ โกศัยยานนท์ และคณะ. 1998. คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพมหานคร: บริษัททีทีไอเอส จำกัด และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

11. มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 1998. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12. ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2527. เคมีโพลิเมอร์พื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

13. ปรีชา พหลเทพ. 2540. โพลิเมอร์ High Polymer. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

14. http://www.jcfa.gr.jp/english/cs/seni/e_nylon.html

15. J.E. McIntyre, Synthesis fibres : nylon, polyester, acrlic, polyolefin, Woodhead Publishing. North America, P.20-88

16. K.Y. Fu R. และคณะ. 2005. Surface modification of polymeric materials by plasma immersion ion implantation. NIMB Beam Interactions with Materials & Atoms. (Article in press)

17. สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์. 2004. อิทธิพลของสารไคโตซานต่อสมบัติสีย้อมบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติที่สกัดจากเปลือกมังคุด. การประชุมวิชาการ THAILAND TEXTILE SYMPOSIUM 2004. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งทอ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. ดวงกมล วิบูลย์รัตนศรี ปราณี รัตนวรีดิโรจน์ และกาวี ศรีกูลกิจ. 2004. การดัดแปรไคโตซานสำหรับตกแต่งสมบัติความชอบน้ำให้กับผ้าพอลิเอสเทอร์. การประชุมวิชาการ THAILAND TEXTILE SYMPOSIUM 2004. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งทอ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

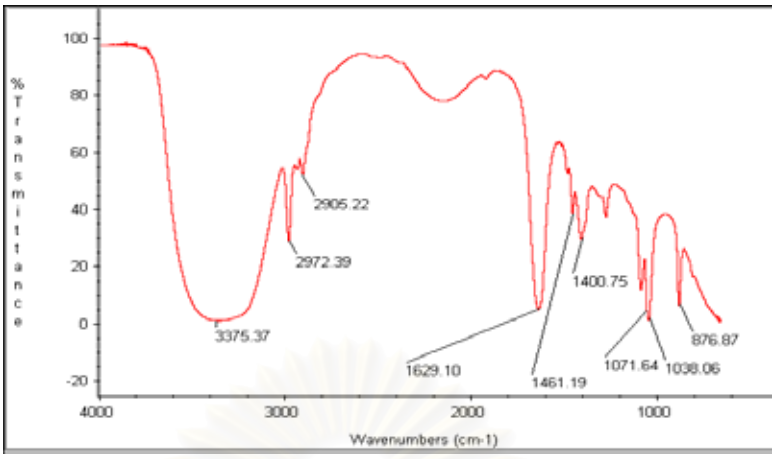
ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

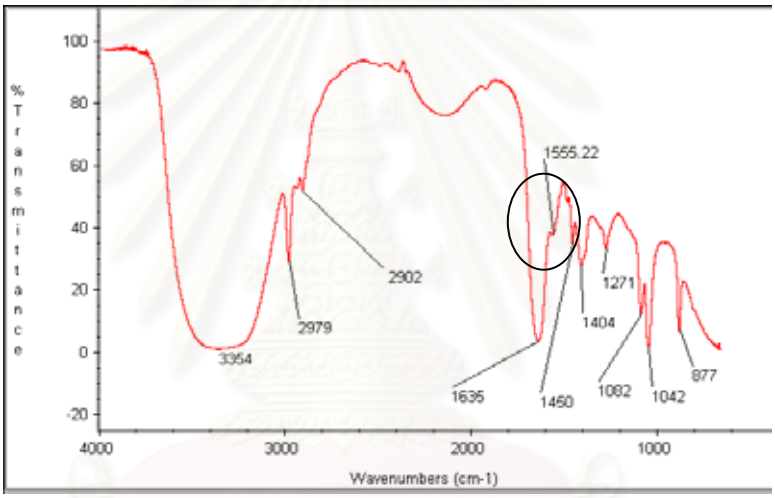
ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาการละลายไหมบดในตัวทำละลาย เวลาที่ใช้ในการละลาย ปริมาณตะกอนไหม และกากไหมบดที่เหลือจากการละลาย

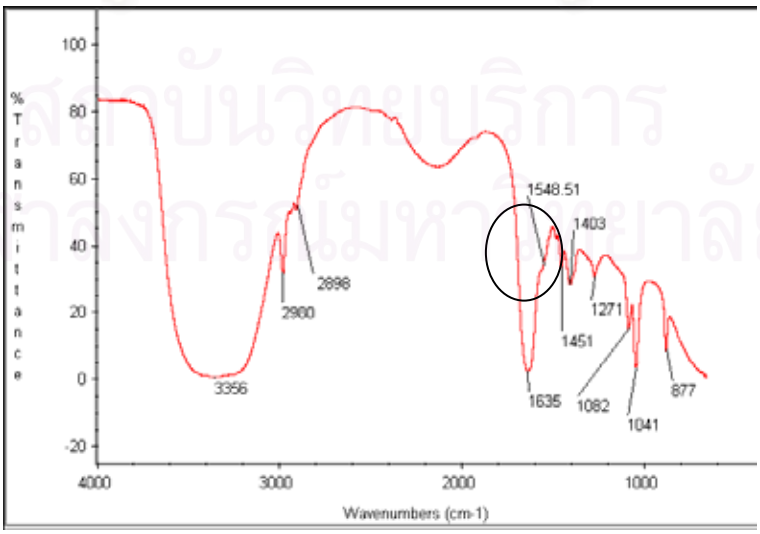
ปริมาณไหมบด (กรัม)	เวลา (ช.ม.)	การละลาย	ปริมาณตะกอนไหม (กรัม)	ปริมาณกากหลือของไหมบด (กรัม)
5	1	ไม่ละลาย	-	-
	2	ละลายไม่หมด	0.81	1.48
	4	ละลายไม่หมด	0.76	1.13
	6	ละลายหมด	1.15	0
	8	-	-	-
	15	-	-	-
10	1	ไม่ละลาย	-	-
	2	ไม่ละลาย	-	-
	4	ไม่ละลาย	-	-
	6	ละลายไม่หมด	1.04	5.23
	8	ละลายไม่หมด	2.16	2.41
	15	ละลายหมด	2.63	0
15	1	ไม่ละลาย	-	-
	2	ไม่ละลาย	-	-
	4	ไม่ละลาย	-	-
	6	ไม่ละลาย	-	-
	8	ไม่ละลาย	-	-
	15	ละลายไม่หมด	0	11.36
	30	ละลายไม่หมด	0	10.55



รูปที่ 1 FTIR สเปกตรัมของตัวทำละลาย



รูปที่ 2 FTIR สเปกตรัมของสารละลายไหมพันธุ์น.ค. 4



รูปที่ 3 FTIR สเปกตรัมของสารละลายไหมดอกบัว

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบการทดสอบ

ตารางที่ 2 ข้อมูลดิบของความขาวของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ผืนที่	ความขาวของผ้าไหม*				
		1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไหมไม่ปรับสภาพ	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	N/A	N/A	N/A	
	3	N/A	N/A	N/A	N/A	
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	N/A	N/A	N/A	
	3	N/A	N/A	N/A	N/A	
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	N/A	N/A	N/A	
	3	N/A	N/A	N/A	N/A	

* โปรแกรมการคำนวณความขาวของเครื่องวัดสี Macbeth นี้จะยิงแสง 2 ครั้งแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย 1 ค่า ซึ่งในแต่ละครั้งที่แสงถูกปล่อยออกมานั้นสามารถเปลี่ยนตำแหน่งวัดสีของผ้าได้ ดังนั้นการวัดสี 8 ตำแหน่งจึงได้ค่าความขาวที่แสดงออกมาทั้งหมด 4 ค่า จากนั้นความขาวทุกค่าและทุกผืนจะถูกนำมาเฉลี่ย

N/A หมายถึง not available หรือ วัดค่าไม่ได้

ตารางที่ 3 ข้อมูลดิบของความขาวของผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ผืนที่	ความขาวของผ้าไนลอน*				
		1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพ	1	73.84	73.80	73.90	73.87	73.69
	2	73.38	73.48	73.46	73.68	
	3	73.71	73.73	73.77	73.65	
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1	88.38	88.24	88.19	88.56	88.66
	2	88.91	88.83	88.78	88.80	
	3	88.72	88.86	88.79	88.81	
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	1	85.68	85.77	85.64	85.74	85.56
	2	85.44	85.38	85.30	85.40	
	3	85.57	85.55	85.60	85.63	

* โปรแกรมการคำนวณความขาวของเครื่องวัดสี Macbeth นี้จะยิงแสง 2 ครั้งแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย 1 ค่า ซึ่งในแต่ละครั้งที่แสงถูกปล่อยออกมานั้นสามารถเปลี่ยนตำแหน่งวัดสีของผ้าได้ ดังนั้นการวัดสี 8 ตำแหน่งจึงได้ค่าความขาวที่แสดงออกมาทั้งหมด 4 ค่า ในแต่ละค่าถูกเรียกว่าลำดับที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ข้อมูลดิบของความเหลืองของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ผืนที่	ความเหลืองของผ้าไหม*				
		1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไหมไม่ปรับสภาพ	1	32.16	33.37	31.60	31.50	32.27
	2	33.01	32.10	31.77	32.99	
	3	33.40	32.11	31.82	31.42	
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1	32.28	31.58	31.24	33.84	31.65
	2	31.22	33.83	31.66	31.40	
	3	32.26	30.08	29.63	29.81	
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	1	32.33	33.02	32.17	32.96	32.29
	2	33.17	32.14	33.10	32.24	
	3	31.53	31.60	30.57	32.68	

* โปรแกรมการคำนวณความขาวของเครื่องวัดสี Macbeth นี้จะยิงแสง 2 ครั้งแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย 1 ค่า ซึ่งในแต่ละครั้งที่แสงถูกปล่อยออกมานั้นสามารถเปลี่ยนตำแหน่งวัดสีของผ้าได้ ดังนั้นการวัดสี 8 ตำแหน่งจึงได้ค่าความขาวที่แสดงออกมาทั้งหมด 4 ค่า ในแต่ละค่าถูกเรียกว่าลำดับที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ข้อมูลดิบของความเหลืองของผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ผ่าน การปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ผืนที่	ความเหลืองของผ้าไนลอน*				
		1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพ	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	N/A	N/A	N/A	
	3	N/A	N/A	N/A	N/A	
ผ้าไนลอนปรับสภาพ ด้วยตัวทำละลาย	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	N/A	N/A	N/A	
	3	N/A	N/A	N/A	N/A	
ผ้าไนลอนปรับสภาพ ด้วยสารละลายไหม	1	0.94	0.93	0.99	0.96	0.68
	2	0.40	0.44	0.41	0.40	
	3	0.68	0.69	0.66	0.64	

* โปรแกรมการคำนวณความขาวของเครื่องวัดสี Macbeth นี้จะยิงแสง 2 ครั้งแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย 1 ค่า ซึ่งในแต่ละครั้งที่แสงถูกปล่อยออกมานั้นสามารถเปลี่ยนตำแหน่งวัดสีของผ้าได้ ดังนั้นการวัดสี 8 ตำแหน่งจึงได้ค่าความขาวที่แสดงออกมาทั้งหมด 4 ค่า ในแต่ละค่าถูกเรียกว่าลำดับที่

N/A หมายถึง not available หรือ วัดค่าไม่ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ร้อยละของความชื้นของผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ร้อยละความชื้น					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ผ้าไหมไม่ปรับสภาพ	7.027	6.973	7.078	7.027	7.024	7.026
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม	6.880	6.826	6.826	6.775	6.833	6.828
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	7.053	7.053	7.110	7.057	7.167	7.088

ตารางที่ 7 ร้อยละของความชื้นของผ้าไนลอนไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ร้อยละความชื้น					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพ	3.863	3.858	3.970	3.966	3.747	3.881
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม	5.620	5.207	5.503	5.514	5.202	5.409
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	4.442	4.545	4.442	4.343	4.334	4.421

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ความเข้มสีบนผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม หลังการย้อมด้วยสีแอซิดความเข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า

การปรับสภาพ	ความเข้มสีบนผ้าไหม (K/S)				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไหมไม่ปรับสภาพ	4.959	4.487	4.810	4.644	4.725
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	4.417	4.898	4.810	4.607	4.683
ผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	4.994	5.441	5.244	5.191	5.218

ตารางที่ 9 ความเข้มสีบนผ้าไนลอนไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม หลังการย้อมด้วยสีแอซิดความเข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า

การปรับสภาพ	ความเข้มสีบนผ้าไนลอน (K/S)				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
ผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพ	9.291	9.249	9.270	9.249	9.265
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1.308	1.300	1.316	1.230	1.289
ผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	11.011	10.869	10.869	10.869	10.905

ตารางที่ 10 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพแล้วตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารกันยับ (กรัม/ลิตร)	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
0	1	134	151	146	144
	2	135	152	142	148
	3	132	150	147	146
	รวม	401	453	435	438
	เฉลี่ย	133.67	151.00	145.00	146.00
	%การคืนตัว	74.26	83.89	80.56	81.11
	ยืน+พุ่ง	284.67		291.00	
30	1	150	150	150	152
	2	146	150	150	150
	3	149	151	146	153
	รวม	445	451	446	455
	เฉลี่ย	148.33	150.33	148.67	151.67
	%การคืนตัว	82.41	83.52	82.59	84.26
	ยืน+พุ่ง	298.67		300.33	
50	1	146	160	158	149
	2	145	155	159	149
	3	145	157	155.5	149.5
	รวม	436	472	472.5	447.5
	เฉลี่ย	145.33	157.33	157.50	149.17
	%การคืนตัว	80.74	87.41	87.50	82.87
	ยืน+พุ่ง	302.67		306.67	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพแล้วตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ (ต่อ)

ความเข้มข้นสารกันยับ (กรัม/ลิตร)	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
100	1	132	150	134	152
	2	134	150	132	150
	3	136	151	137	148.5
	รวม	402	451	403	450.5
	เฉลี่ย	134.00	150.33	134.33	150.17
	%การคืนตัว	74.44	83.52	74.63	83.43
	ยืน+พุ่ง	284.33		284.50	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม อบแห้ง อบผนึก และล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารกันยับ (กรัม/ลิตร)	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
0	1	138	140	138.5	136
	2	140	139	139	137
	3	131	140	141	135
	รวม	409	419	418.5	408
	เฉลี่ย	136.33	139.67	139.50	136.00
	%การคืนตัว	75.74	77.59	77.50	75.56
	ยืน+พุ่ง	276.00		275.50	
30	1	144	148	139	142
	2	142.5	147	140	145
	3	145	145.5	135	149
	รวม	431.5	440.5	414	436
	เฉลี่ย	143.83	146.83	138.00	145.33
	%การคืนตัว	79.91	81.57	76.67	80.74
	ยืน+พุ่ง	290.67		283.33	
50	1	126	127	124	125.5
	2	124	126	124	127.5
	3	123	126	125	130
	รวม	373	379	373	383
	เฉลี่ย	124.33	126.33	124.33	127.67
	%การคืนตัว	69.07	70.19	69.07	70.93
	ยืน+พุ่ง	250.67		252.00	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม อบแห้ง อบผนึก และล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ (ต่อ)

ความเข้มข้นสารกันยับ (กรัม/ลิตร)	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
100	1	116	124	121	120
	2	119	123	124	125
	3	115	121	123	127
	รวม	350	368	368	372
	เฉลี่ย	116.67	122.67	122.67	124.00
	%การคืนตัว	64.81	68.15	68.15	68.89
	ยืน+พุ่ง	239.33		246.67	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม อบแห้ง อบผนึก และไม่ล้างก่อนการตกแต่งสำเร็จด้วยสารกันยับที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารกันยับ (กรัม/ลิตร)	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
0	ไม่ได้ทดสอบเพราะผ้าดูดความชื้นดีมากทำให้ผ้าเปียก				
30	1	113	112	112	117.5
	2	113.5	113	105	115.5
	3	111	110	105.5	118
	รวม	337.5	335	322.5	351
	เฉลี่ย	112.50	111.67	107.50	117.00
	%การคืนตัว	62.50	62.04	59.72	65.00
	ยืน+พุ่ง	224.17		224.50	
50	1	117.5	116	118	122
	2	117	117.5	115	115
	3	119.5	118	116	125.5
	รวม	354	351.5	349	362.5
	เฉลี่ย	118.00	117.17	116.33	120.83
	%การคืนตัว	65.56	65.09	64.63	67.13
	ยืน+พุ่ง	235.17		237.17	
100	1	94	109	94	102
	2	92	105.5	99	103
	3	95	104	97	106
	รวม	281	318.5	290	311
	เฉลี่ย	93.67	106.17	96.67	103.67
	%การคืนตัว	52.04	58.98	53.70	57.59
	ยืน+พุ่ง	199.83		200.33	

ตารางที่ 13 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไหมที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ปรับสภาด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
ผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ	1	134	151	146	144
	2	135	152	142	148
	3	132	150	147	146
	รวม	401	453	435	438
	เฉลี่ย	133.67	151.00	145.00	146.00
	%การคืนตัว	74.26	83.89	80.56	81.11
	ยืน+พุ่ง	284.67		291.00	
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1	142.5	136	144	138
	2	141	140	142	142
	3	145	139	139	141.5
	รวม	428.5	415	425	421.5
	เฉลี่ย	142.83	138.33	141.67	140.50
	%การคืนตัว	79.35	76.85	78.70	78.06
	ยืน+พุ่ง	281.17		282.17	
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	1	138	140	138.5	136
	2	140	139	139	137
	3	131	140	141	135
	รวม	409	419	418.5	408
	เฉลี่ย	136.33	139.67	139.50	136.00
	%การคืนตัว	75.74	77.59	77.50	75.56
	ยืน+พุ่ง	276.00		275.50	

ตารางที่ 14 องศาการคืนตัวต่อการยับของผ้าไนลอนที่ไม่ปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

การปรับสภาพ	ชิ้นที่	ด้านหน้า		ด้านหลัง	
		ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง
ผ้าไนลอนไม่ผ่านการปรับสภาพ	1	125	130	134	132
	2	130	129	129	122
	3	126	132	131	134
	รวม	381	391	394	388
	เฉลี่ย	127.00	130.33	131.33	129.33
	%การคืนตัว	70.56	72.41	72.96	71.85
	ยืน+พุ่ง	257.33		260.67	
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	1	72	73	83	72
	2	76	78	80	70
	3	77	82	78	72
	รวม	225	233	241	214
	เฉลี่ย	75.00	77.67	80.33	71.33
	%การคืนตัว	41.67	43.15	44.63	39.63
	ยืน+พุ่ง	152.67		151.67	
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	1	124	123.5	129.5	120.5
	2	118	126	131	121
	3	120	126	127	118
	รวม	362	375.5	387.5	359.5
	เฉลี่ย	120.67	125.17	129.17	119.83
	%การคืนตัว	67.04	69.54	71.76	66.57
	ยืน+พุ่ง	245.83		249.00	

ตารางที่ 15 ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไหมที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหม ในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

การปรับสภาพ	ความทนแรงฉีกขาดในแนวด้ายยืน (นิวตัว/มิลลิเมตร)						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	SD
ผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ	141.900	145.410	153.690	147.920	148.620	147.508	3.885
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	151.720	141.330	148.630	146.040	148.520	147.248	3.464
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	130.580	131.110	136.700	143.550	139.950	136.378	5.013
ความทนแรงฉีกขาดในแนวด้ายพุ่ง(นิวตัว/มิลลิเมตร)							
ผ้าไหมไม่ผ่านการปรับสภาพ	155.590	152.010	154.840	162.490	153.350	155.656	3.633
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	141.070	144.200	145.300	143.240	146.550	144.072	1.864
ผ้าไหมผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	158.850	164.940	166.760	160.700	161.070	162.464	2.922

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

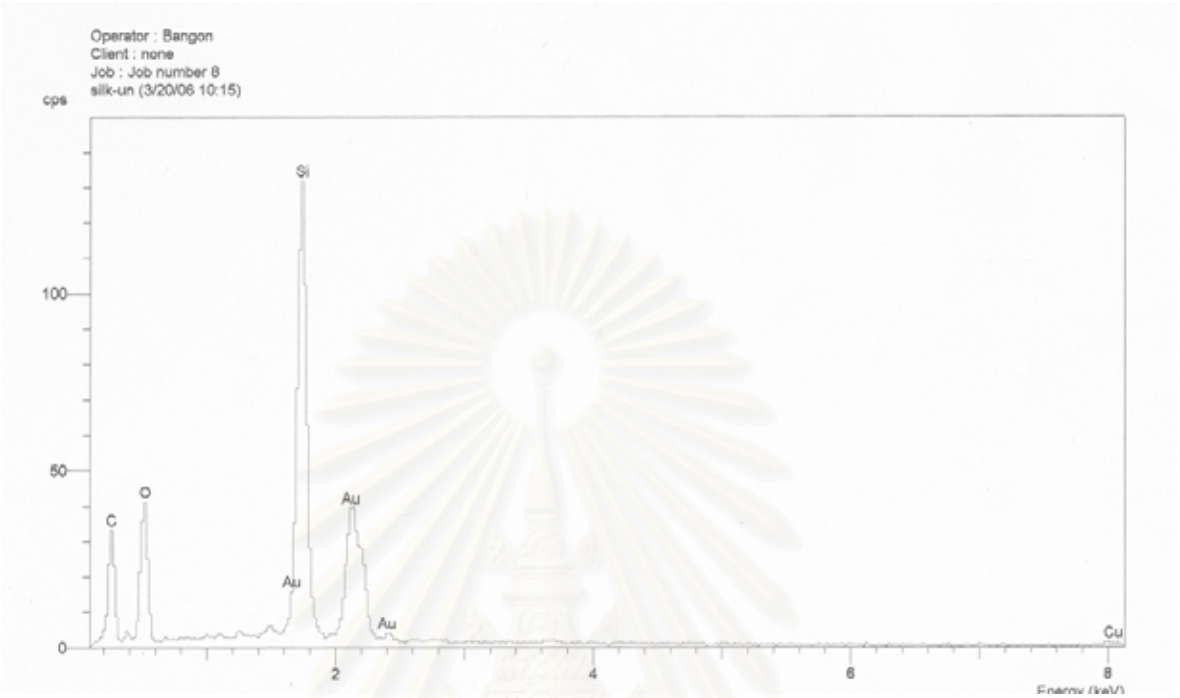
ตารางที่ 16 ความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้าไนลอนที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย และผ้าไนลอนที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไหมในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

การปรับสภาพ	ความทนแรงฉีกขาดในแนวด้ายยืน (นิวตัว/มิลลิเมตร)						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	SD
ผ้าไนลอนไม่ผ่านการปรับสภาพ	305.340	315.590	324.370	323.700	324.230	318.646	7.428
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวทำละลาย	149.280	156.360	143.140	186.480	176.990	162.450	16.567
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	243.700	221.950	233.730	233.040	225.240	231.532	7.5706
ความทนแรงฉีกขาดในแนวด้ายพุ่ง (นิวตัว/มิลลิเมตร)							
ผ้าไนลอนไม่ผ่านการปรับสภาพ	267.790	279.850	278.730	277.600	275.490	275.892	4.2998
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยตัวละลาย	205.950	209.500	201.730	204.930	203.650	205.152	2.5906
ผ้าไนลอนผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายไหม	218.610	224.090	217.080	218.710	226.030	220.904	3.4964

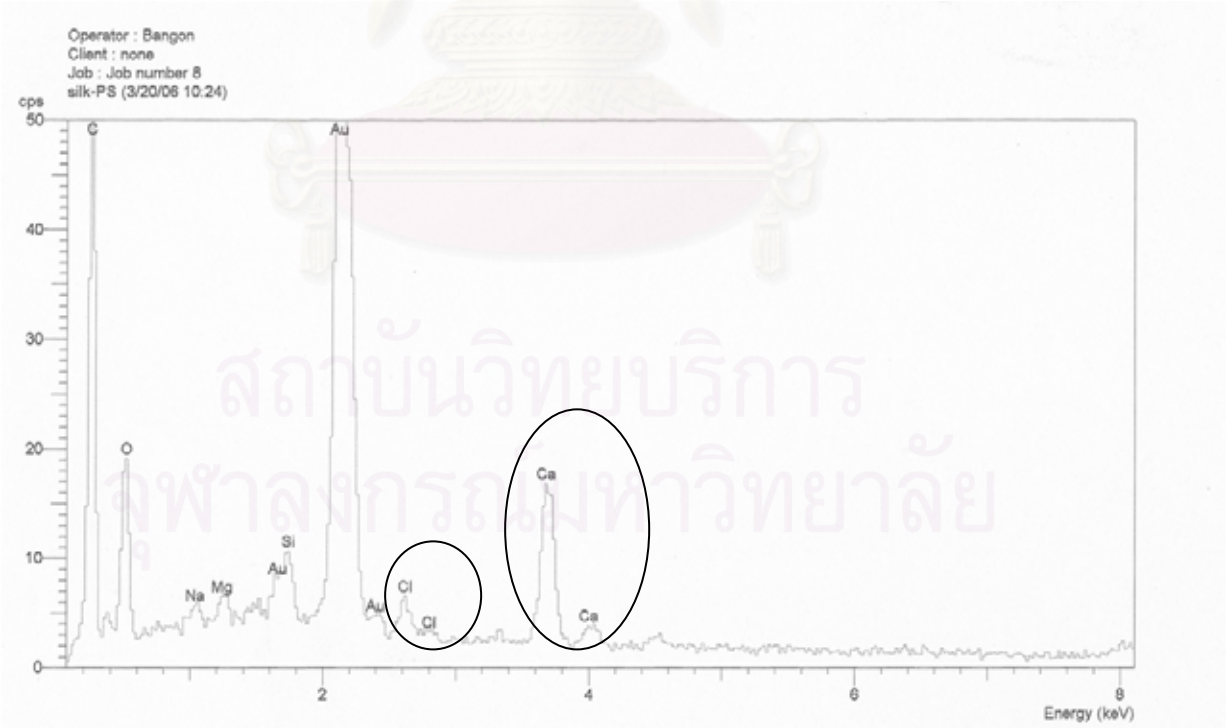
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

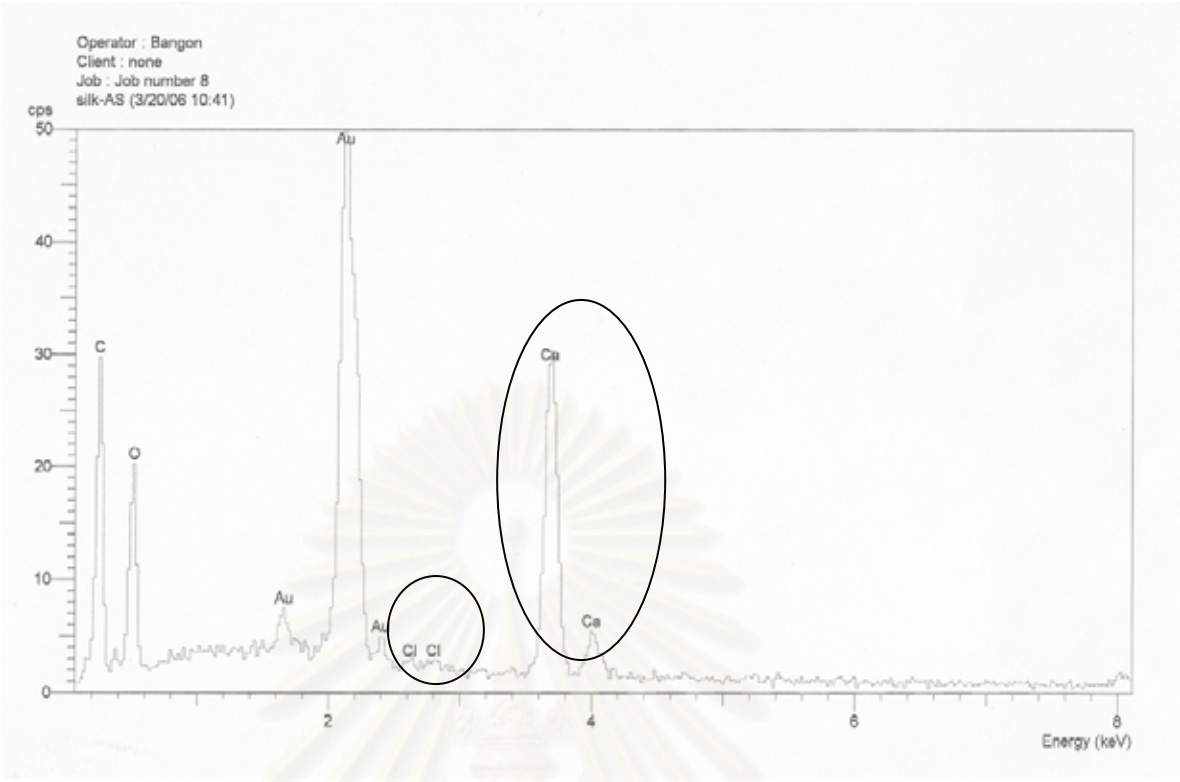
สเปกตรัมที่ได้จากการวิเคราะห์ธาตุด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุพร้อมกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



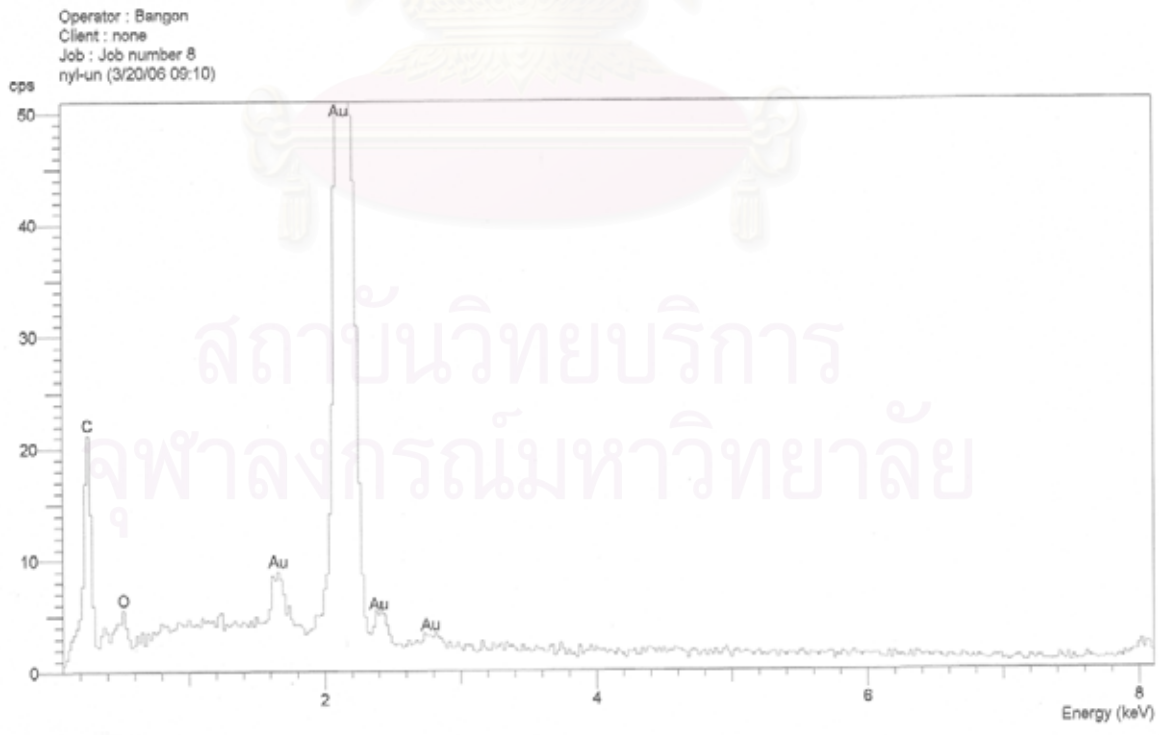
รูปที่ 4 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไหมไม่ปรับสภาพ



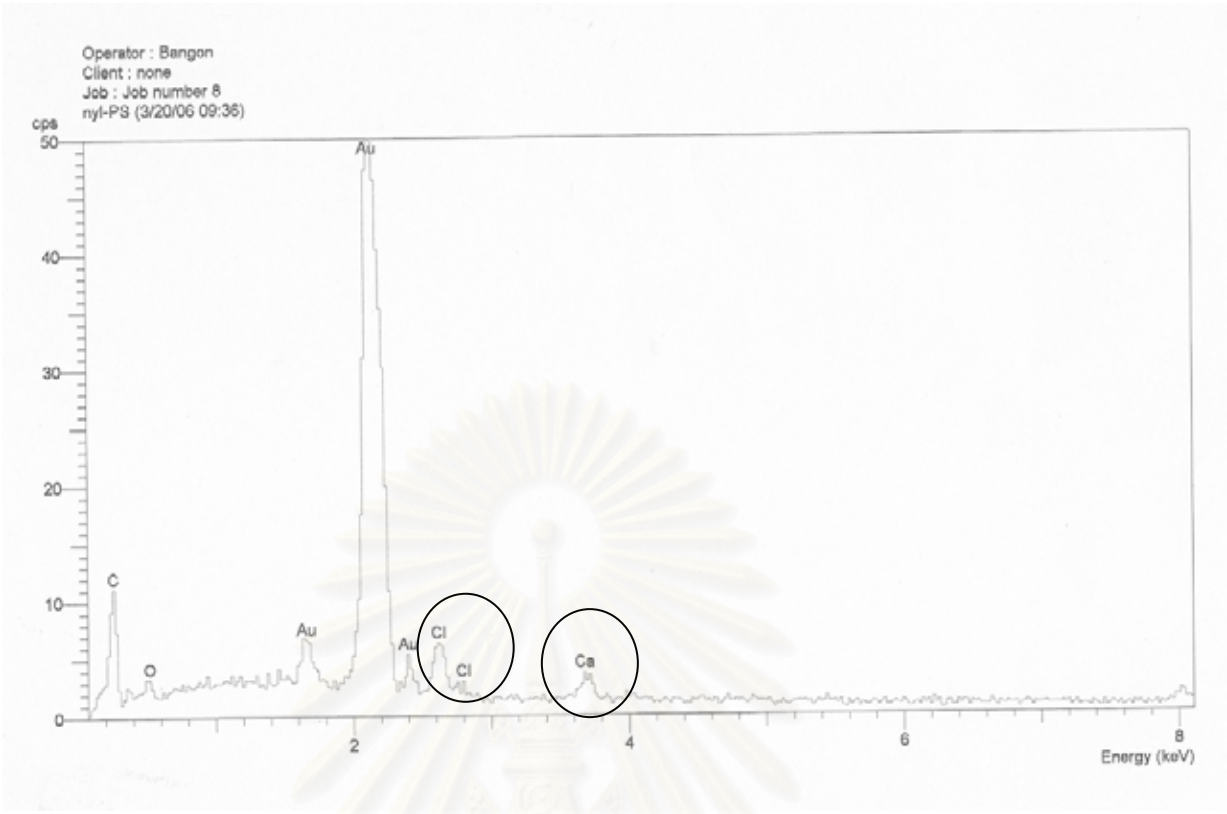
รูปที่ 5 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไหมปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม



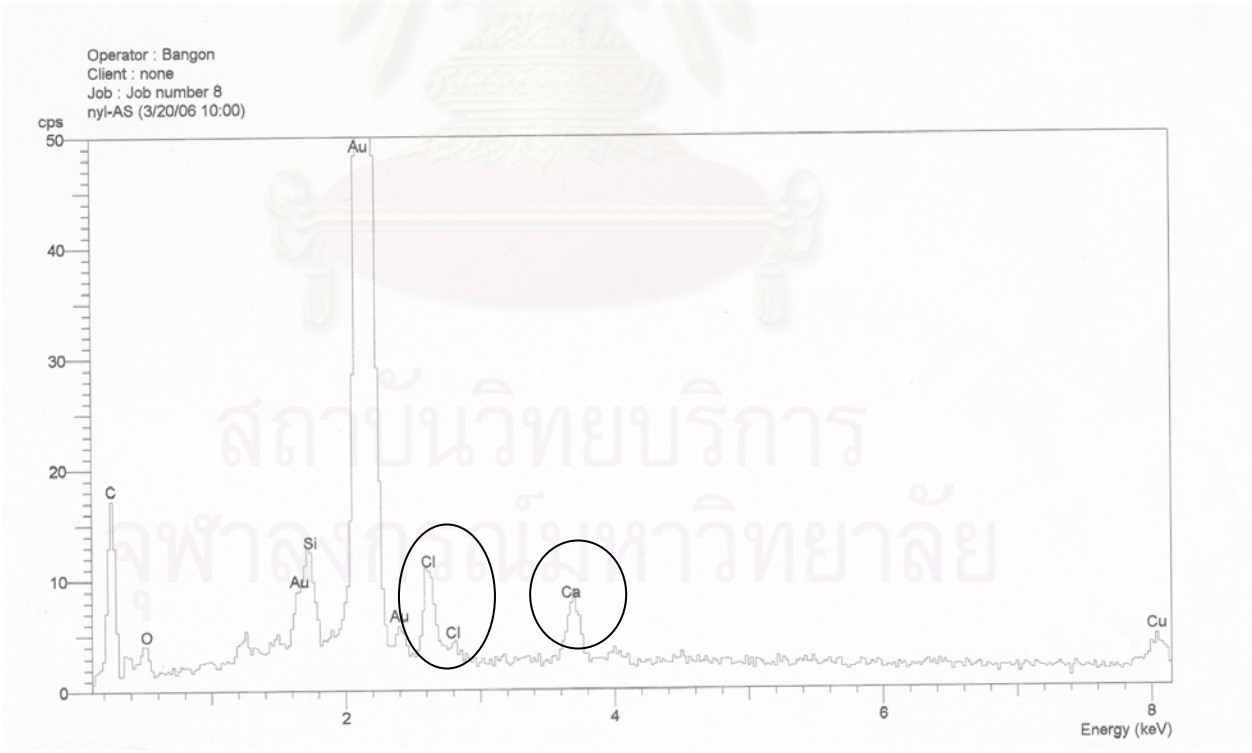
รูปที่ 6 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไหมปรับสภาพด้วยสารละลายไหม



รูปที่ 7 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไนลอนไม่ปรับสภาพ



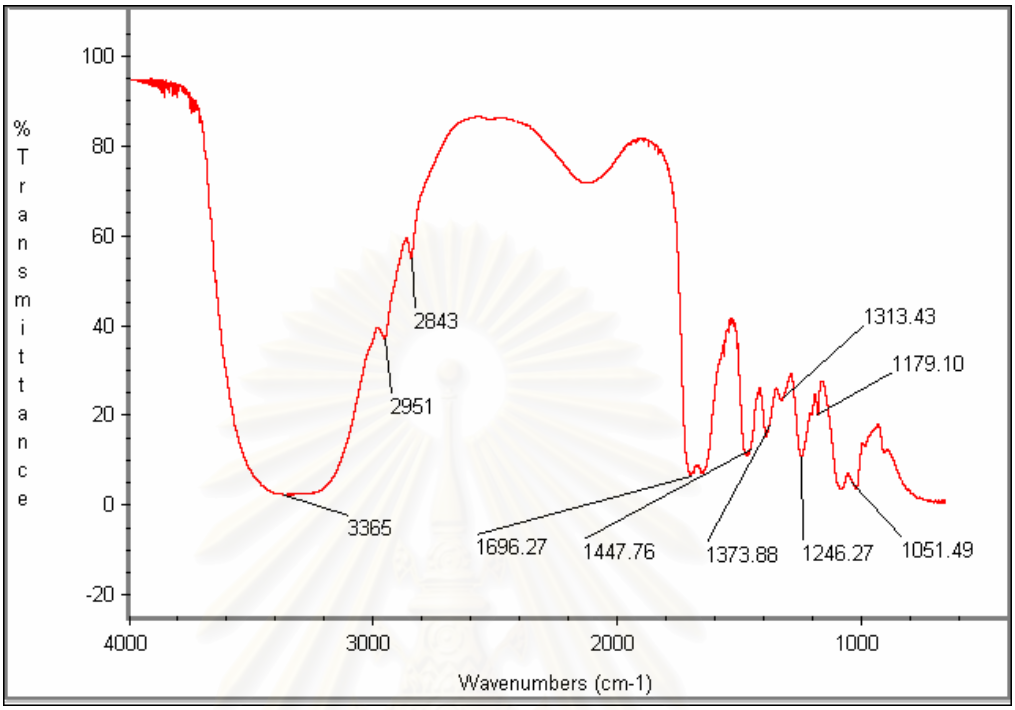
รูปที่ 8 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยตัวทำละลายไหม



รูปที่ 9 สเปกตรัมการวิเคราะห์ธาตุบนผ้าไนลอนปรับสภาพด้วยสารละลายไหม

ภาคผนวก ง

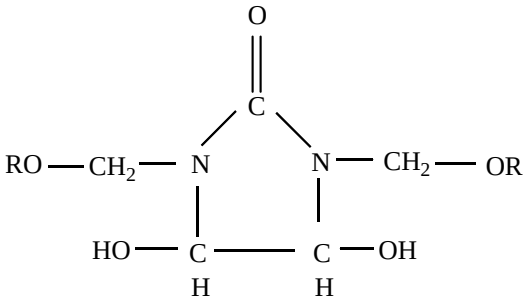
FTIR สเปกตรัมของสารกันยับเชื่อมขวาง Resin COC-S



รูปที่ 10 FTIR สเปกตรัมของสารตกแต่งกันยับเชื่อมขวาง Resin COC-S

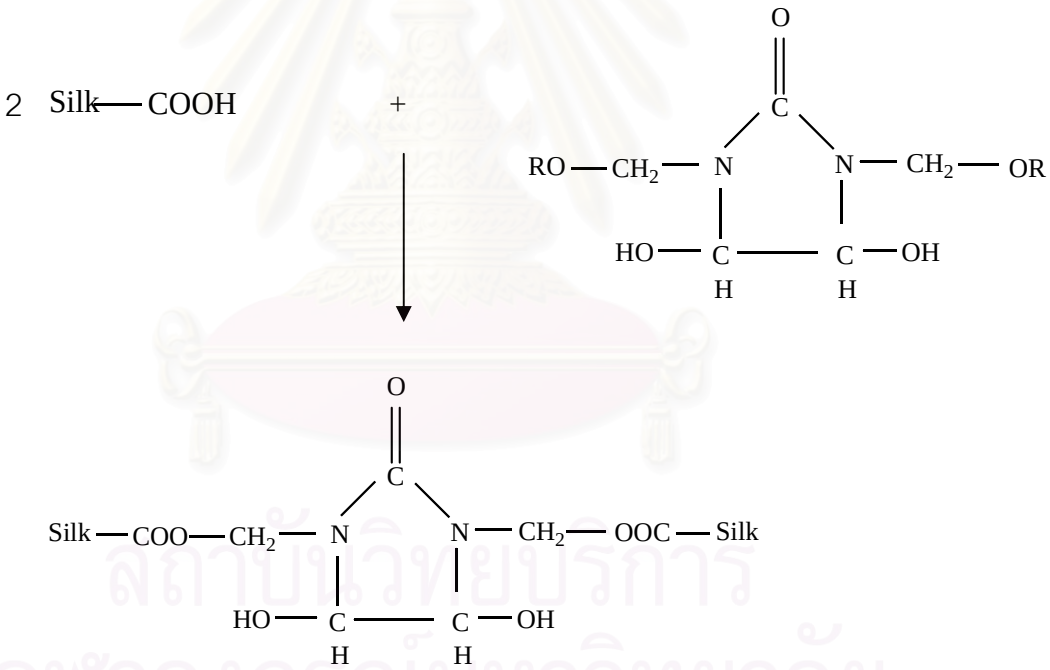
1. พีกที่ตำแหน่ง 3355 cm^{-1} แสดงถึงหมู่ไฮดรอกซิล (OH)
2. พีกที่ตำแหน่ง 2951-2843 cm^{-1} แสดงถึงพันธะ C-H stretching
3. พีกที่ตำแหน่ง 1695 cm^{-1} แสดงถึงหมู่คาร์บอนิล (C=O)
4. พีกที่ตำแหน่ง 1447-1313 cm^{-1} แสดงถึงหมู่เมทิลีน CH_2 bending
5. พีกที่ตำแหน่ง 1246 cm^{-1} แสดงถึงพันธะ C-N stretching
6. พีกที่ตำแหน่ง 1179 cm^{-1} แสดงถึงพันธะ C-O-C stretching
7. พีกที่ตำแหน่ง 1051 cm^{-1} แสดงถึงพันธะ C-OH stretching

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลของทางบริษัทและการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเทคนิค FTIR แล้ว สามารถบอกโครงสร้างของสารตกแต่งกันยับเชื่อมขวาง Resin COC-S ได้ดังรูปที่ 11 ซึ่งหมู่อัลคอกซิล (alkoxyl หรือ OR) จะทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิล และไฮดรอกซิลของไหม ดังรูปที่ 12



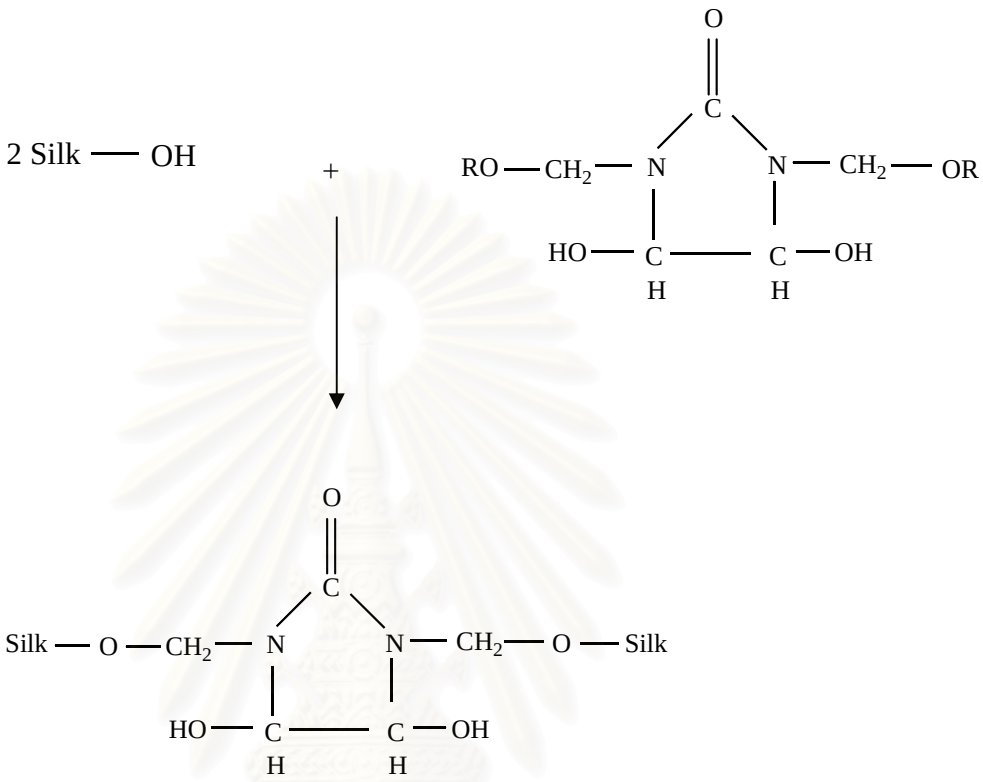
รูปที่ 11 หมู่โครงสร้างของสารตกแต่งกันยับเชื่อมขวาง Resin COC-S

1. ปฏิกิริยาระหว่างหมู่ คาร์บอกซิลของไหมกับ อัลคอกซิลของสารตกแต่งกันยับชนิดนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ปฏิกิริยาระหว่างหมู่ ไฮดรอกซิลของ เซอรีน (serine) และไทโรซีน (tyrosine) ของไหม กับ อัลคอกซิลของสารตกแต่งกันยับชนิดนี้



รูปที่ 12 ปฏิกิริยาของไหมกับสารตกแต่งกันยับ Resin COC-S

(1) ปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอกซิลของไหมกับสารตกแต่งสำเร็จกันยับ Resin COC-S

(2) ปฏิกิริยาระหว่างไฮดรอกซิลของไหมกับสารตกแต่งสำเร็จกันยับ Resin COC-S

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอรทัย บุญดำเนิน เกิดเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ แขนงวิชาพอลิเมอร์และสิ่งทอ จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2546 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นปีการศึกษา 2547 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายของปีการศึกษา 2548 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย