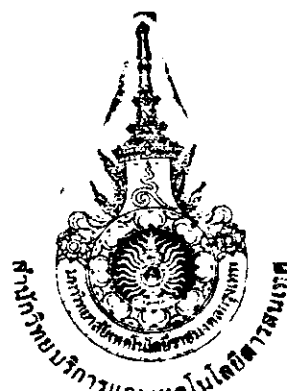


อิทธิพลของแคตไอออนิกพอลิเมอร์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ปีการศึกษา 2551

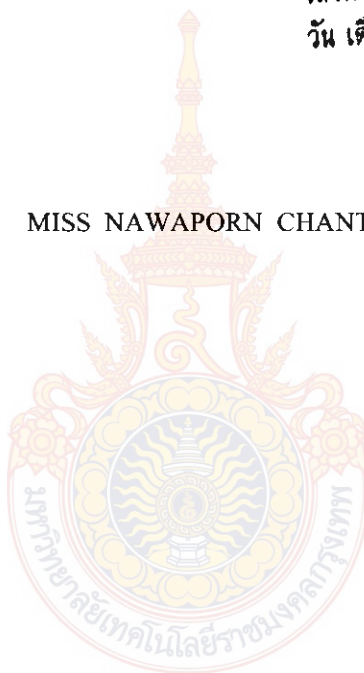
EFFECT OF CATIONIC POLYMER ONTO DYES ADSORPTION OF SILK FABRICS

541.33

ค. ๖

เลขหมู่.....ค. ๖
เลขทะเบียน.....120 2
วัน เดือน ปี.....19 | 6 | 53

MISS NAWAPORN CHANTAWONG



A THESIS PRESENTED TO RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
KRUNGTHEPIN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN TEXTILES AND GARMENTS
ACADEMIC YEAR 2008

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง อิทธิพลของแคตไอออนิกพอลิเมอร์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ชื่อผู้เขียน นางสาวนภาพร จันทวงศ์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม)

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม

ปีการศึกษา 2551

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.บุญศรี คู่สุขธรรม

งานวิจัยนี้ศึกษาการปรับปรุงผ้าไหมด้วยแคตไอออนิกพอลิเมอร์ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อศึกษาอิทธิพลของไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์(DADMAC) ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟและสีแอซิดของผ้าไหม รวมทั้งศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม ที่ผ่านการปรับปรุง ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และเอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน(TMEDA) เป็นสารเร่งปฏิกิริยาตามลำดับ

ผ้าไหมที่ถูกปรับปรุงถูกตรวจสอบโดยการทดสอบการเปียกน้ำ ตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟ ผลจากการศึกษาพบว่า ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงเปียกน้ำเร็วกว่าผ้าไหมที่ไม่ได้ปรับปรุงด้วยไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ การปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์พบว่าปรากฏพอลิเมอร์ที่ผิวของเส้นใยไหม นอกจากนี้ไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม คือ ระยะเวลาในการสัมผัสระหว่างผ้าไหมกับสารละลายสี ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้นของไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ เอ็น,เอ็น'-เมทิลีนปีสะอะคริลาไมด์ และ ความเข้มข้นของสารละลายสี

ABSTRACT

Title Effect Of Cationic Polymer Onto Dyes Adsorption Of Silk Fabrics

Student's Name Miss Nawaporn Chantawong

Degree Sought Master of Science (Textiles and Garments)

Major / Faculty Textiles and Garments / Faculty of Textile Industries

Academic Year 2008

Adviser Thesis

Adviser Dr. Boonsri Kusuktham

This research studied the modification of silk fabrics with cationic polymer. The objective was to study the effect of diallyldimethylammonium chloride(DADMAC) onto reactive and acid dyes adsorption of silk fabrics. Also, the factors effecting of dye adsorption of modified silk was carried out. The silk fabric was modified by diallyldimethylammonium chloride at room temperature by using potassium persulfate as initiator and N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine(TMEDA) as accelerator, respectively.

Modified silk was examined by wetting test, scanning electron microscopy and acid and reactive dyes adsorption. The result showed that the wetting of modified silk was faster than unmodified one. Modification of silk fabric with DADMAC showed polymer attached on its surface. In addition, DADMAC had an effected on the dyes adsorption of silk fabrics. Factors effecting the dyes adsorption of silk fabric were contact time between silk fabric and dyes solution, reaction time between silk fabric and DADMAC, DADMAC concentration, N,N'-methylenebisacrylamide and concentration of dyes solution.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์บุญศรี
คู่สุขธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับ
นี้ เพื่อความสมบูรณ์และถูกต้อง นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากทางสาขาสิ่งทอและ
เครื่องนุ่งห่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุณาให้ใช้สถานที่ในการทำการทดลอง

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในด้านต่าง ๆ และกราบ
ขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ รวมถึงผู้ที่ให้ความร่วมมือ
จนสามารถดำเนินงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นวพร จันทวงศ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ(ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ไหม	4
โครงสร้างของไหม	5
การปรับปรุงผ้าไหมโดยการกราฟท์	12
การกราฟท์ไหม	14
การเปลี่ยนแปลงของไหมหลังจากการกราฟท์	19
ไอโซเทิร์มของการดูดซับ	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
สารเคมี	27
การเตรียมผ้าไหม	28
การปรับปรุงผ้าไหมด้วยเคตไอออนิกพอลิเมอร์	28
การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผ้าไหม	29
การหาระยะเวลาในการสัณสีที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	29
การหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับบนผ้าไหม	30
การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์	34

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	35
การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผ้าไหม	35
การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	40
การหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับ	45
การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์	65
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การเตรียมกราฟมาตรฐานของสีแอซิด	72
ภาคผนวก ข การเตรียมกราฟมาตรฐานของสีรีแอกทีฟ	77
ภาคผนวก ค การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำ	82
ภาคผนวก ง มาตรฐาน AATCC TEST METHOD 43-1989	85
ภาคผนวก จ การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	87
ภาคผนวก ฉ อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอตลิไลโด-เมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	94
ภาคผนวก ช อิทธิพลของความเข้มข้นของไดแอตลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	99
ภาคผนวก ซ อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น-เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	104
ภาคผนวก ฌ อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น',เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 108 ร่วมกับไดแอตลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	
ภาคผนวก ฎ อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีต่อการดูดซับสีของผ้าไหม	113
ภาคผนวก ฏ การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์	118

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้วิจัย

121



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณสีที่ติดบนเส้นใยและสีที่เหลือภายหลังจากระบวนการย้อม	1
2.1 สูตร โครงสร้างและสมบัติทางเคมีของกรดอะมิโนบางชนิดที่พบในไหม	5
2.2 ปริมาณสีย้อมชนิดต่าง ๆ บนผ้าไหมที่ผ่านการลอกขาวและผ่านการกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลตและเมทาคริลาไมด์	20
2.3 ปริมาณสีย้อมชนิดต่าง ๆ บนผ้าไหมที่ผ่านการทอและผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ	21
2.4 การดูดความชื้นของไหมที่ผ่านการลอกขาวและผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ	22
2.5 การดูดความชื้นของเส้นใยไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ	24
2.6 ความคงทนต่อกรดและแอลคาไลด์ของไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ	25
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทอ	27
4.1 ความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหม	36
4.2 อัตราการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ	41
4.3 อัตราการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ	43
4.4 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ	45
4.5 การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	48
4.6 สมดุลการดูดซับสีรีแอกทีฟ(qe)และร้อยละของสีที่ถูกดูดซับทั้งหมดของผ้าไหม	52
4.7 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น,เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	55

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.8 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยได- แอลลิทไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ร่วมกับเอ็น'เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	58
4.9 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิทไคเมทิล- แอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีแอซิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	61
4.10 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิทไคเม- ทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีรีแอกทีฟที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	63
4.11 ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิทไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์	65



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะพื้นผิวของไหมบอมบิกซ์โมริ	6
2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเส้นใยไหมดิบ	7
2.3 ลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยก่อนและหลังลอกกาวของไหมเลี้ยงและไหมดิบ	8
2.4 รูปแบบการจัดเรียงตัวแบบซ้ำ ๆ กันที่พบในโครงสร้างหลักของไฟโบรอิน	9
2.5 ลักษณะแผ่นพับจีบปีตาของพอลิเปปไทด์ในเส้นใยไหม	9
2.6 การจัดเรียงโครงสร้างและการเกิดพันธะไฮโดรเจนของเส้นใยไฟโบรอิน	10
2.7 โครงสร้างทั่วไปของพอลิเมอร์แบบกราฟท์	13
2.8 การดูความชื้นของไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ	23
2.9 ไอโซเทิร์มของการดูดซับสีแอซิด(Solway Blue BN) ของเส้นใยไหมและเส้นใย ขนสัตว์ที่อุณหภูมิ 85 °C และค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 1.6	24
2.10 การดูดซับสีย้อมของเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุง	25
2.11 ผลของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงต่อ การดูดซับสีย้อม	26
4.1 เวลาที่ผ้าไหมถูกทำให้เปียกโดยสมบูรณ์ของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงด้วย ไดแอลลิทไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์และที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิท- ไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ร้อยละความเข้มข้นต่าง ๆ	36
4.2 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิทไคเมทิลแอมโมเนียม- คลอไรด์	38
4.3 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิทไคเมทิลแอมโมเนียม- คลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 60 (น้ำหนัก/ปริมาตร)	39
4.4 อัตราการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ	42
4.5 อัตราการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ	44
4.6 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิท- ไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ	46

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่

หน้า

- 4.7 การดูดซับสีแอสิดของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอ- 49
ไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.8 ลักษณะของน้ำสีแอสิดหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย 50
ไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.9 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมหลังจากการดูดซับสีแอสิด 51
- 4.10 การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโม- 53
เนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.11 ลักษณะของน้ำสีรีแอกทีฟหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย 54
ไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.12 ปริมาณสีแอสิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น',เอ็น'- 56
เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.13 ปริมาณสีแอสิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไค- 59
แอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ร่วมกับเอ็น',เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มี
ความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.14 ปริมาณสีแอสิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิล- 62
แอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีแอสิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ
- 4.15 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเม- 64
ทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีรีแอกทีฟที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

สินค้าจากอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นสินค้าส่งออกสำคัญที่ติด 1 ใน 20 อันดับแรกที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นเงินจำนวนมาก ในปีพ.ศ. 2550 เสื้อผ้าสำเร็จรูปมีมูลค่าการส่งออก 94,896.37 ล้านบาท โดยกลุ่มผ้าผืนและด้ายจากไหมมีมูลค่าการส่งออก 517.35 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2550:ม.ป.ล.) ไหมจึงเป็นวัสดุสิ่งทอที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ

ไหม ได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชินีแห่งเส้นใย” เพราะไหมเป็นเส้นใยที่มีเอกลักษณ์ มีความสวยงามแลดูหรูหราและมีคุณค่า ด้วยการที่ไหมความเงามัน นุ่มนวล มีการทึงตัวที่ดี ดูดีขึ้นความชื้นได้ดีประมาณร้อยละ 11 ทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบาย มีความแข็งแรงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ จึงทำให้ไหมได้รับความนิยมตลอดกาล (สิริรัตน์ จารุจินดา, 2548: 34.)

ผ้าไหมสามารถย้อมสี/พิมพ์สีได้หลายชนิด เช่น สีรีแอททีฟ สีแอซิด สีย้อมทั้งสองชนิดนี้ นิยมใช้ย้อมกับเส้นใยชนิดต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปริมาณสีที่ติดบนเส้นใยและสีที่เหลือภายหลังจากกระบวนการย้อมแสดงดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณสีที่ติดบนเส้นใยและสีที่เหลือภายหลังจากกระบวนการย้อม

ชนิดของสีย้อม	ร้อยละของปริมาณสีที่ติดบนเส้นใย	ร้อยละของสีที่เหลือภายหลังจากกระบวนการย้อม
สีรีแอททีฟ	50 - 80	20 - 50
สีแอซิด	80 - 93	7 - 20

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม,กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2542: 4 - 5

ถึงแม้ว่าผ้าไหมจะย้อมสีได้ดี แต่พบว่าภายหลังจากการย้อมจะมีสีเหลือทิ้งจากกระบวนการย้อมเป็นจำนวนมาก เช่น สีรีแอททีฟ ส่วนสีแอซิดสามารถย้อมได้ดีและดูดซึมได้รวดเร็วในน้ำย้อมที่มีสภาพเป็นกรด โครงสร้างโมเลกุลของสีส่วนใหญ่เป็นเกลือโซเดียมของพวกกรดอินทรีย์

(นฤมล สิริทรรณ. 2548: 32) และมีการใช้เกลือเป็นสารช่วยในการย้อม ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวช่วยชะลอการดูดซึมและจับฟิวส์ไม่ให้เกิดรอยด่าง เกลือที่นิยมใช้ในการย้อมผ้าไหมมี 2 ชนิด คือ เกลือโซเดียมซัลเฟตและเกลือแอมโมเนียม เช่น แอมโมเนียมแอสเตต หรือ แอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่งถ้าใช้สารเหล่านี้ในปริมาณมากจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากเกลือที่เหลือจากการย้อมสีรีแอคทีฟและสีแอซิด และกรดแอซิดที่เหลือจากการย้อมสีแอซิดจะเหลือในน้ำทิ้งแล้ว ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ สีที่หลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้ง ผลเสียที่เกิดขึ้น คือ ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติขาดความสวยงามและจะไปคั่งค้างแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านลงสู่ผิวน้ำ ทำให้พืชที่อยู่ในน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ น้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจึงต้องมีการบำบัดเพื่อลดปริมาณสี ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัด โดยมีการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ได้คุณภาพน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนดและจากที่ทราบกันเป็นอย่างดีแล้วว่ามีสีที่อยู่ในน้ำทิ้ง แม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ยังสามารถเห็นได้ชัดเจนและทำความรำคาญให้ผู้ใช้น้ำที่สีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดและแต่ละชนิดยากต่อการสลายโดยธรรมชาติ ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียมีทั้งกระบวนการทางกายภาพและเคมีซึ่งบำบัดสีได้น้อย รวมทั้งมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัด ดังนั้น ในกระบวนการย้อมจึงควรมีระบบการดูดซับสีให้ได้มากที่สุด เพื่อให้สีที่เหลือจากกระบวนการย้อมเหลือน้อยที่สุด พอลิเมอร์ที่ใช้ปรับปรุงผ้าไหมเพื่อการดูดซับสีของผ้าไหมให้ดีขึ้น คือ พอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เป็นพอลิเมอร์ที่มีประจุบวกส่วนสีแอซิดและสีรีแอคทีฟเป็นสีย้อมที่มีประจุลบ การปรับปรุงผ้าไหมด้วยพอลิเมอร์ที่มีประจุบวกจึงทำให้ผ้าไหมดูดซับสีย้อมที่มีประจุลบเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษาอิทธิพลของแคตไอออนิกพอลิเมอร์ คือ พอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ต่อการดูดซับสีรีแอคทีฟและสีแอซิดของผ้าไหมเพื่อลดปริมาณสีที่เหลือในน้ำทิ้ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของพอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ต่อ การดูดซับสีรีแอคทีฟ และสีแอซิด ของผ้าไหม
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการปรับปรุงผ้าไหมด้วยพอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
2. ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุงผ้าไหม ดังนี้
 - 2.1 อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา
 - 2.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของพอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
 - 2.3 อิทธิพลของ เอ็น/ เอ็น/- เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์
3. ศึกษาระยะเวลาในการสัมผัส(contact time) ที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟและสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิไคแอลกลีโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
4. ศึกษาสมบัติการดูดซับสีรีแอกทีฟและสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์แล้ว(จากขอบเขตข้อที่ 2) และศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายสีต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟและสีแอซิดของผ้าไหม
5. เปรียบเทียบผลการดูดซับสีของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงและที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์โดยวัดปริมาณสีที่อยู่ในน้ำทิ้ง และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม
6. ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง
 - 6.1 การตรวจสอบสมบัติการเปียกน้ำของผ้าไหมตามมาตรฐาน AATCC Test 43 - 1989
 - 6.2 การตรวจสอบลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)
7. คำนวณราคาต้นทุนของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การปรับปรุงผ้าไหมด้วยพอลิเมอร์ทำให้ได้ผ้าไหมที่มีสมบัติในการดูดซับสีรีแอกทีฟและสีแอซิดดีขึ้น
2. ลดปริมาณสีที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้ง ทำให้ลดต้นทุนในการบำบัด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไหม (Silk) (มินากาวะ โมโดอิ. 2530: 14 – 16; วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 83 - 88)

ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติเพียงชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาวและมีความแข็งแรงมากที่สุดในการบรรดาเส้นใยธรรมชาติทั้งหมด โดยความยาวเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 390-600 เมตร โครงสร้างทางเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักในไหมประกอบด้วยโปรตีนที่เกิดจากปฏิกิริยาควบแน่น (condensation reaction) ของกรดอะมิโนหลายชนิด ไฟโบรอิน (fibroin) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของเส้นใย และ กาวไหม (sericin) ทำหน้าที่เป็นกาวยึดติดเส้นใยไฟโบรอินสองเส้นเข้าด้วยกัน กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนดังกล่าวเกิดขึ้นภายในต่อมที่อยู่ในตัวของหนอนไหม

กรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบในไฟโบรอิน ได้แก่ ไกลซีน อะลานีน เซรีน และไทโรซีน กรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ กรดอะมิโน 3 ตัวแรกที่กล่าวมา ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 86 ไทโรซีน มีปริมาณร้อยละ 8 ที่เหลือเป็นกรดอะมิโนชนิดอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมและอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงดู ในส่วนของกาวไหมประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีหมู่ข้างเคียงที่มีขนาดใหญ่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เซรีน ธีโอไนน์ กรดกลูตามิก และกรดแอสพาทิก คิดเป็นปริมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักกาวไหม

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบดังกล่าวเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความเป็นผลึกด้วยรังสีเอ็กซ์ (X-ray) พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยไฟโบรอินมีความเป็นผลึกอยู่ประมาณร้อยละ 60 และโครงสร้างส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นแบบแผ่นพับเบต้า (β-plated sheet) ในขณะที่ กาวไหมไม่มีโครงสร้างของส่วนที่เป็นผลึกอยู่เลย โดยโปรตีนในส่วนของกาวไหมมีประมาณ ร้อยละ 20 - 25 โดยน้ำหนัก ส่วนไฟโบรอินซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเส้นไหมมีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 75 ที่เหลือเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไชมัน เกลือแร่ สารอนินทรีย์ และสารให้สี สดุดร โครงสร้างและสมบัติทางเคมีของกรดอะมิโนบางชนิดที่พบในไหม แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สูตรโครงสร้างและสมบัติทางเคมีของกรดอะมิโนบางชนิดที่พบในไหม

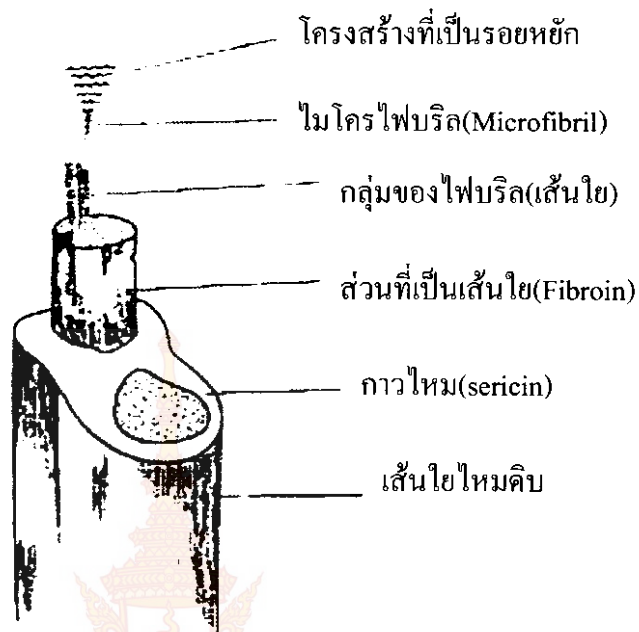
ชื่อ	โครงสร้าง	สัญลักษณ์	ลักษณะของหมู่ข้างเคียง
ไกลซีน (Glycine)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Gly (G)	มีขั้ว มีสมบัติชอบน้ำ
อะลานีน (Alanine)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Ala(A)	ไม่มีขั้ว มีสมบัติไม่ชอบน้ำ
เซรีน (Serine)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Ser (S)	มีขั้ว มีสมบัติชอบน้ำ
ไทโรซีน (Tyrosine)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Tyr (Y)	มีขั้ว มีสมบัติชอบน้ำ
กรดกลูตามิก	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Gln (Q)	หมู่ข้างเคียงมีสมบัติเป็นกรด
ไลซีน (Lysine)	$\begin{array}{c} (\text{CH}_2)_4\text{NH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	Lys (K)	หมู่ข้างเคียงมีสมบัติเป็นเบส

ที่มา: Munk. 1989: 42

2.2 โครงสร้างของไหม (โมโตอิ มินะกะวะ. 2530: 27; วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 87; อภิชาติ สนธิสมบัติ 2543: 22)

ในการศึกษาส่วนประกอบต่างๆของไหม มักนิยมที่จะแยกทำการศึกษาเป็นสองส่วนด้วยกัน คือ การศึกษาโครงสร้างภายนอก (ลักษณะทางกายภาพ) ได้แก่ พื้นผิว ความยาว สี และ เส้นผ่าศูนย์กลาง ส่วนการศึกษาโครงสร้างทางเคมีของไหมมักเน้นไปที่การศึกษาเกี่ยวกับไฟโบรอินซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของเส้นใย

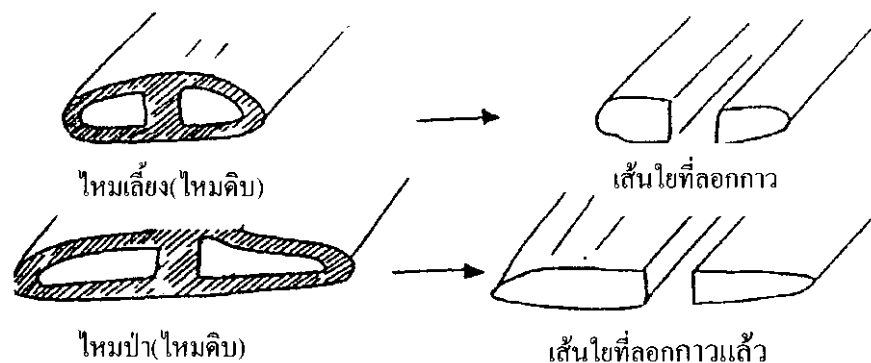
การนำเส้นไหมไปทำการลอกกาว เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งเพราะจะทำให้ได้เส้นใยที่มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมนมน มีความละเอียดและมีพื้นผิวที่ราบเรียบกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นไหมดิบ โดยรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับส่วนประกอบของเส้นไหมดิบแสดงไว้ในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆของเส้นใยไหมดิบ

ที่มา: อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545: 24

เมื่อนำเส้นไหมดิบและเส้นไหมลอกกาวของทั้งไหมเลี้ยง และไหมป่ามาเปรียบเทียบลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางและความละเอียดทั้งก่อนและหลังลอกกาว พบว่าเส้นไหมที่ผ่านการลอกกาวมีความละเอียดมากกว่าไหมดิบ และไหมเลี้ยงที่ผ่านการลอกกาวแล้วมีความละเอียดมากกว่าเส้นไหมป่า ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.3



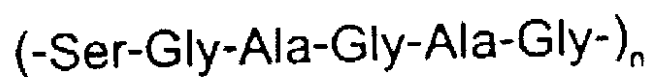
ภาพที่ 2.3 ลักษณะรูปร่างตามภาคตัดขวางของเส้นใยก่อนและหลังลอกกาวยของไหมเลี้ยงและไหมดิบ

ที่มา: อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545: 24

2.2.2 โครงสร้างทางเคมีของไหม(โมโดอิ มินะกาวะ. 2530: 35 – 43;

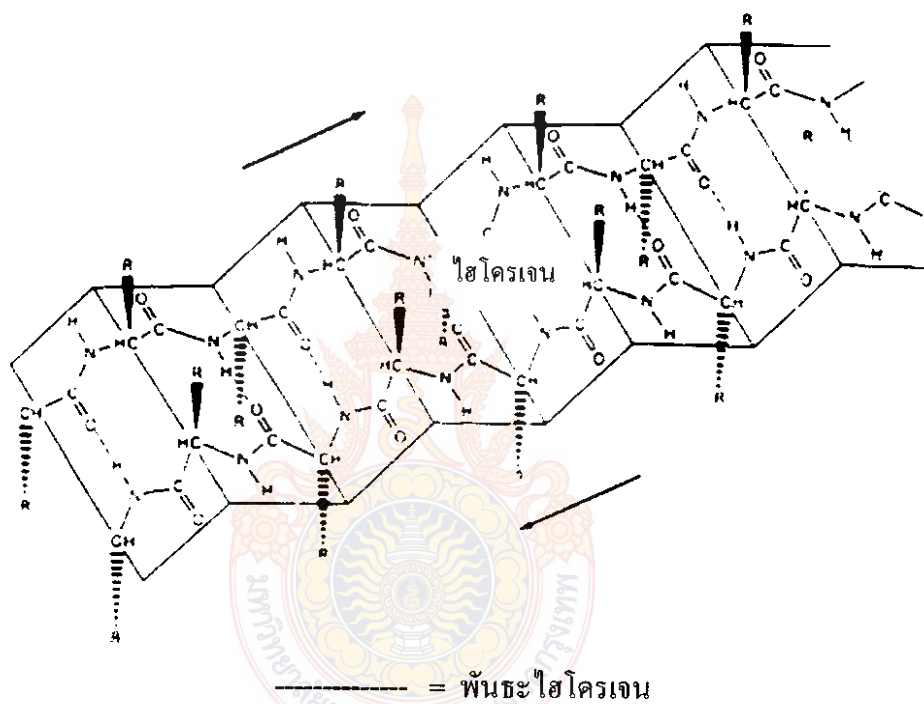
วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 90 – 91; Feughelman. 2002: 504)

ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นโปรตีน ซึ่งเกิดจากกรดอะมิโนหลายชนิดมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอไมด์หรือเปปไทด์(amide or peptide bond) ซึ่งมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ C H N และ O โดยมีธาตุ S เป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยโปรตีนชนิดอื่น ๆ โครงสร้างหลักของไฟโบรอินมีลักษณะของโครงเป็นแบบแผ่นพับเบต้า(B – Sheet) โดยกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ไกลซีน อะลานีน ไทโรซีน และ เซรีน ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้มีการจัดเรียงตัวแบบซ้ำๆ กัน ดังภาพที่ 2.4 เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 2.5 และ 2.6 พบว่าโครงสร้างของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในไฟโบรอินมีพันธะไฮโดรเจนเกิดขึ้นระหว่างหมู่เอไมด์ ซึ่งพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นช่วยเพิ่มความเป็นผลึกและความแข็งแรงให้กับเส้นใยไฟโบรอิน



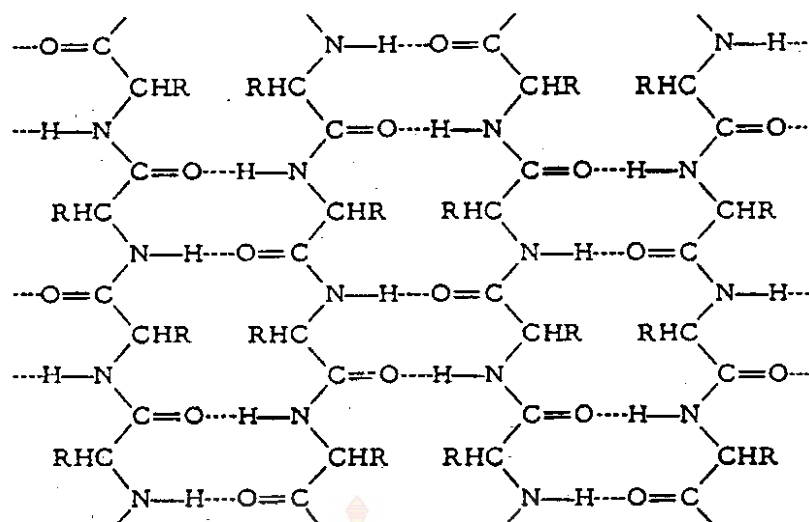
ภาพที่ 2.4 รูปแบบการจัดเรียงตัวแบบซ้ำ ๆ กันที่พบในโครงสร้างหลักของไฟโบรอิน

ที่มา: Feughelman, 2002: 491



ภาพที่ 2.5 ลักษณะแผ่นพับจีบเบต้าของพอลิเปปไทด์ในเส้นใยไหม

ที่มา: David, C.G. and Daniel, J.P. 1975: 1045



ภาพที่ 2.6 การจัดเรียงโครงสร้างและการเกิดพันธะไฮโดรเจนของเส้นใยไฟโบรอิน
ที่มา: วารุณี ยงสกุลโรจน์. 2534: 241

2.2.3 สมบัติของไหม(วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 86)

ปัจจุบันไหมเป็นเส้นใยโปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานเป็นอย่างมาก ทั้งในงานสิ่งทอและอุตสาหกรรมบางประเภท ดังนั้นความเข้าใจสมบัติต่าง ๆ ของไหมจึงมีความสำคัญนอกจากจะช่วยให้สามารถเข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและการใช้งานแล้ว ยังสามารถที่ดำเนินการแก้ไขปัญหามาและปรับปรุงข้อด้อยที่เกิดขึ้น สมบัติที่สำคัญของไหม มีดังนี้

2.2.3.1 สมบัติทางกายภาพ(Physical Properties of Silks)

(วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 89; อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545: 23 – 25)

ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหมส่วนใหญ่มักเน้นไปที่การศึกษาลักษณะพื้นผิว ความมันเงา เส้นผ่าศูนย์กลาง ความละเอียด ความยาว ความแข็งแรงและสี สมบัติทางกายภาพของไหมที่สำคัญ มีดังนี้

1. ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงมากที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ เนื่องจากมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็ก มีความละเอียดและมีความเป็นผลึกสูง

โดยไหมส่วนใหญ่มีค่าแรงดึง ณ จุดขาดอยู่ในช่วง 3.5-5.0 กรัมต่อเดนิเยร์เมื่อแห้ง และมีค่าความแข็งแรงลดลงร้อยละ 15 - 30 เมื่อเปียก

2. ความยาวของไหมอยู่ในช่วง 1,300 – 2,000 ฟุต(390 – 600 เมตร) และบางชนิดอาจพบยาวถึง 4,000 ฟุต(1,219 เมตร) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะในการเลี้ยงดู

3. สีมืดตั้งแต่สีเหลืองถึงสีน้ำตาล โดยไหมบ้านมีสีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีขาว ในขณะที่ไหมป่ามีสีเหลืองเทา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ สภาพแวดล้อม และอาหารที่ใช้เลี้ยงดู

4. ไหมมีความยืดหยุ่นที่ดี โดยอาจดึงยืดยได้ถึงร้อยละ 20 ของความยาวเริ่มต้น เนื่องจากไหมไม่มีพันธะซัลเฟอร์เชื่อมโยงเหมือนในโครงสร้างโปรตีนของเส้นใยขนสัตว์ จึงทำให้ร้อยละการคืนกลับไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับขนสัตว์

5. ความสามารถในการดูดซับความชื้นที่สภาวะมาตรฐาน(อุณหภูมิ 21°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65) ไหมมีความสามารถดูดซับความชื้นได้ถึงร้อยละ 11 ทำให้ไหมเป็นเส้นใยที่มีความสามารถในการรับสีย้อมต่างๆ ได้ดี ประกอบกับประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน จึงทำให้ไหมเป็นเส้นใยที่เหมาะสมในการนำมาทำเสื้อผ้า เนื่องจากไหมสามารถระบายความร้อนและสามารถดูดซับเหงื่อได้ดี จึงทำให้ผู้ใส่รู้สึกสบายเมื่อสวมใส่

6. ไหมค่อนข้างจะเป็นเส้นใยที่ไวต่อความร้อน แต่เมื่อเทียบกับเส้นใยที่ทำจากขนสัตว์แล้วพบว่ามีความทนทานต่อความร้อนได้ดีกว่า โดยไหมสามารถทนความร้อนได้ถึง 170°C (340°F)

7. ความถ่วงจำเพาะของเส้นใยไหมอยู่ในช่วงระหว่าง 1.32 – 1.33 โดยเส้นใยไหมที่มีการเพิ่มน้ำหนักอาจมีความถ่วงจำเพาะถึง 1.60

2.2.3.2 สมบัติทางเคมี(Chemical Properties of Silks) (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา.

2543: 90 – 91; อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545: 25)

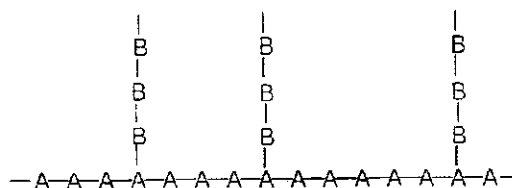
ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ทำมาจากเส้นไหม เมื่อนำมาใช้งานมีโอกาสที่จะสัมผัสกับสารเคมี อุณหภูมิ แสงแดด และสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ โดยสภาวะแวดล้อมเหล่านี้เป็นสาเหตุที่อาจทำให้สมบัติบางประการของเส้นไหมเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการนำไหมไปใช้ในงานใดๆจึงจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องคุณสมบัติทางเคมีของไหมเป็นอย่างดี เพื่อที่จะได้ใช้ไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้เกิดความเสียหายแก่ไหมน้อยที่สุด โดยไหมมีสมบัติทางเคมีต่างๆ ดังนี้

1. สภาพที่เป็นกรด และค่าอย่างรุนแรง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สมบัติและโครงสร้างของไหมเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูง ๆ สามารถที่จะละลายไหมได้ โดยค่าความเป็นกรด – เบส(pH) ที่ทำให้ไหมมีความเสียหายน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 4 - 8
2. ไหมถูกทำลายได้ด้วยสารประกอบพวกเกลือคลอไรด์ ซึ่งได้แก่ เหนือ น้ำยาดับกลิ่น และน้ำเกลือโดยเฉพาะเหนือจะทำให้เกิดคราบตรงบริเวณที่มีการสัมผัสได้
3. ไหมสามารถทนทานต่อตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดี โดยเฉพาะสารซักแห้งที่นำมาใช้ในการทำความสะอาด
4. สารซักฟอกประเภทโซเดียมไฮโปคลอไรด์ทำให้เกิดอันตรายกับเส้นไหมได้ ยกเว้นสารประกอบพวกเปอร์ออกไซด์เท่านั้นที่สามารถนำมาใช้กับเส้นไหม
5. ผลิตภัณฑ์จากไหมไม่ขึ้นรา ยกเว้นเมื่ออยู่ในสถานะที่มีความร้อนและความชื้นสูง ๆ
6. ผ้าไหมไม่ทนทานต่อแสง เพราะแสงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความแข็งแรงลดลง และเกิดสีเหลืองขึ้นที่ผิวของเส้นใยซึ่งมีสาเหตุมาจากการสลายตัวของโครงสร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบหลัก
7. ไหมมีความสามารถในการรับสีย้อมต่าง ๆ ได้ดีเนื่องจากมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำจึงสามารถนำมาย้อมโดยใช้กับสีย้อมทั่วไปได้

2.3 การปรับปรุงผ้าไหมโดยการกราฟท์

2.3.1 หลักการกราฟท์

เทคนิคการกราฟท์เป็นวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ องค์ประกอบสำคัญต่อการเกิดการกราฟท์ คือ พอลิเมอร์ที่เป็นโซ่หลัก มอนอเมอร์ที่จะกราฟท์บนโซ่หลักของพอลิเมอร์ และสารเริ่มปฏิกิริยา(initiator) สารเริ่มปฏิกิริยาจะทำปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ(free – radical) บนโซ่ของพอลิเมอร์ ซึ่งจะเป็นตัวเริ่มต้นทำให้มอนอเมอร์เกิดปฏิกิริยา โครงสร้างทั่วไปของพอลิเมอร์แบบกราฟท์มีลักษณะ ดังนี้



A = โข่หลักของพอลิเมอร์

B = โข่กราฟท์

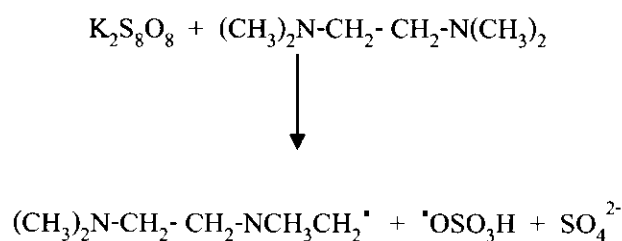
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทั่วไปของพอลิเมอร์แบบกราฟท์

ที่มา: Zhou, Wen-Jing, Yao, Ke-Jun and Kurth M.J. 1997: 1012

2.3.2 องค์ประกอบที่สำคัญต่อการกราฟท์

2.3.2.1 สารเริ่มปฏิกิริยา

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า สารเริ่มปฏิกิริยาที่ใช้ในการกราฟท์ ได้แก่ เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ หรือสารประกอบของเพอร์ซัลเฟต เช่น โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (potassium persulfate) (Hebeish, Shalaby and Bayazeed 1981: 3245 – 3251) ข้อดีของการใช้สารประกอบอินทรีย์พวกเพอร์ออกไซด์และเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา คือ สารเริ่มปฏิกิริยาเหล่านี้แตกตัวให้อนุมูลเสรีเมื่อได้รับความร้อน จึงไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษใด ๆ ในการทำให้สารเริ่มปฏิกิริยาเกิดการแตกตัว (Kildal, Olafsen and Stori 1992: 1893 – 1898) แต่การใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตร่วมกับ เอ็น,เอ็น,เอ็น',เอ็น'- เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน จะเกิดปฏิกิริยาให้อนุมูลเสรีได้ที่อุณหภูมิห้อง ปฏิกิริยาเกิดขึ้น ดังนี้ (Zhou, Yao and Kurth. 1997: 1012)



การกราฟท์เส้นใยไหมมีการใช้สารเริ่มปฏิกิริยาชนิดต่างๆ ได้แก่ สารเริ่มปฏิกิริยาประเภทเพอร์ออกไซด์ คือ แอมโมเนียมเพอร์ออกไซด์ และ สารประกอบกลุ่มเอโซ(azo compound) คือ 2,2' เอโซบิสไอโซบิวทิโรไนไตริล(2,2' azobisisobutyronitrile) , 2,2' เอโซบิส(2 – เมทิลโพรพิโอนาไมดิน) ไดไฮโดรคลอไรด์(2,2' azobis(2 – methylpropionamidine) dihydrochloride) (Tsukada et al. 2000: 1401 – 1409) และ 2,2' เอโซบิส(2 – อะมิโนโพรเพน) ไดไฮโดรคลอไรด์(2,2' azobis(2 – amidinopropane)dihydrochloride) (Jutarat prachayawarakorn. 2007: 1526 – 1534)

2.3.2.2 มอนอเมอร์

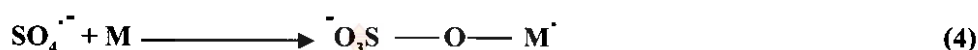
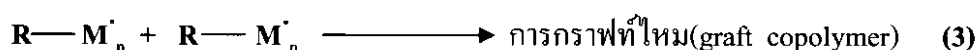
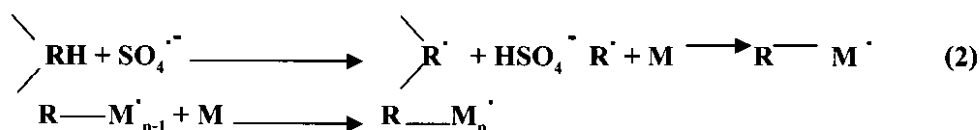
การกราฟท์เส้นใยไหมมีการใช้มอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ มอนอเมอร์ที่ใช้ในการกราฟท์เส้นใยไหม ได้แก่ เมทาคริลามิด(methacrylamide) และ 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต(2 – hydroxyethyl methacrylate) (Tsukada et al. 1996: 1867 – 1875), เมทิลเมทาคริเลต(methyl methacrylate) (Tsukada, Kasai and Freddi. 1993: 885 – 890) และ สไตรีน(styrene), เอ็น-บิวทิลเมทาคริเลต(n – butyl methacrylate) (Tsukada et al. 1993: 1565 – 1571)

2.4 การกราฟท์ไหม

การกราฟท์เส้นใยไหมจัดเป็นการเกิดพอลิเมอร์ร่วม(copolymer) แบบหนึ่ง การสังเคราะห์พอลิเมอร์เหล่านี้อาจทำในตัวทำละลายหรือสารละลายที่มีมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ อยู่ โดยกลไกปฏิกิริยาแบบอนุมูลเสรีเกิดได้ง่ายและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา

2.4.1 กลไกของการกราฟท์ไหม (Tsukada et al. 1998: 239 – 246)

กลไกของการกราฟท์มอนอเมอร์บนไหม โดยใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยาเกิดขึ้น ดังนี้



เมื่อ RH ใช้แทนไหม, $\text{R}^{\cdot}$ ใช้แทนจุดแรกเริ่มของ อนุมูลเสรีไหม และ M ใช้แทน มอนอเมอร์

ปฏิกิริยาที่ 1 แสดงการแตกตัวของสารเริ่มปฏิกิริยาให้อนุมูลเสรี

ปฏิกิริยาที่ 2 และ 3 แสดงการเกิดพอลิเมอร์ร่วมแบบกราฟท์บนเส้นใยไหม

ปฏิกิริยาที่ 4 แสดงการเกิดไฮโมพอลิเมอร์ของมอนอเมอร์

การเกิดอนุมูลมาโครบนเส้นใยไหมจากปฏิกิริยาที่(2) เกิดจากสารเริ่มปฏิกิริยา($\text{SO}_4^{\cdot -}$) ทำปฏิกิริยากับตำแหน่งที่ว่างไวบนโซ่ไฟโบรอินของไหม ทำให้เกิดอนุมูลมาโคร($\text{R}^{\cdot}$) ตำแหน่งที่ว่างไวในการเกิดปฏิกิริยาของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยไฟโบรอิน ได้แก่ หมู่คาร์บอนิล เอมีน และหมู่อะมิโนชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นหมู่มแทนที่ของกรดอะมิโน โดยสมบัติที่ได้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของมอนอเมอร์ที่นำมาใช้ในการปรับปรุง

อนุมูลมาโครของไหมสามารถทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ ทำให้เกิดการเติบโตของโซ่กราฟท์ ในขณะที่ตัวอนุมูลเสรีของสารเริ่มปฏิกิริยาสามารถทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ทำให้เกิดไฮโมพอลิเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้นในปฏิกิริยา ไฮโมพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นจะต้องถูกกำจัดออกไปจากเส้นใยไหมโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมกับไฮโมพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากปฏิกิริยา คือ เส้นใยไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ตามต้องการ

2.4.2 วิธีการกราฟท์

การกราฟท์โพลิเมอร์มีการศึกษาโดยใช้มอนอเมอร์ และสารเริ่มปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ วิธีการกราฟท์ที่สำคัญมี ดังนี้

ทสุคาดา(Tsukada. 1988: 2133 – 2140) ศึกษาการกราฟท์เส้นใยโพลิเอทิลีนโดยใช้มอนอเมอร์ 2 ชนิดผสมกัน วิธีการศึกษาทำโดยการจุ่มเส้นใยโพลิเอทิลีนลงในสารละลายมอนอเมอร์ที่ผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ และใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา โดยปรับค่าความเป็นกรด – เบส ของสารละลายให้มีค่าเท่ากับ 3.2 ด้วยกรดซัลฟิวริกเจือจาง ทำการกราฟท์ที่อุณหภูมิ 75 – 85°C ตามระยะเวลาที่กำหนด ภายหลังจากการทำปฏิกิริยา เส้นใยโพลิเอทิลีนจะถูกกำจัดโซลิมอลออกด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม และทำให้แห้ง คำนวณร้อยละของปริมาณกราฟท์จากสูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละของปริมาณการกราฟท์} = [(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$$

W_1 = น้ำหนักของเส้นใยโพลิเอทิลีนเริ่มต้น

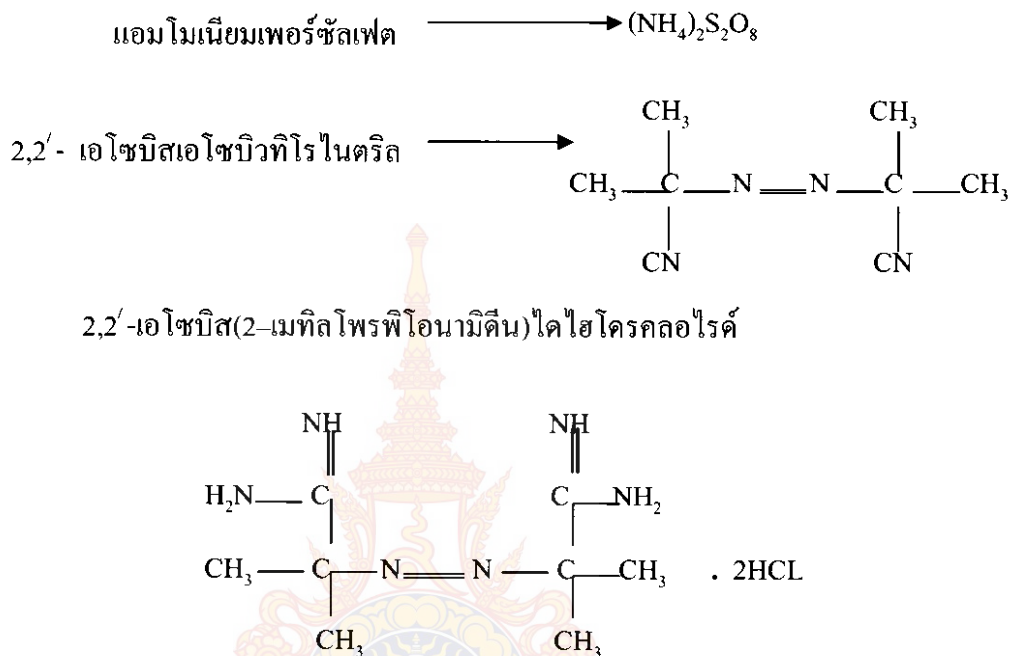
W_2 = น้ำหนักของเส้นใยโพลิเอทิลีนภายหลังจากการกราฟท์

พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่าง 2 – โอลิโพรพิลีนเมทิลเมทาคริเลต : เมทาคริลาไมด์ เท่ากับ 20 : 80 (โดยน้ำหนัก) มีร้อยละของปริมาณกราฟท์เท่ากับ 61 นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนผลึกของเส้นใยโพลิเอทิลีนไม่เปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าจะมีร้อยละของปริมาณกราฟท์สูง ๆ บนเส้นใยโพลิเอทิลีน

ทสุคาดา และคณะ(Tsukada et al. 1993: 1565 – 1571) มีการกราฟท์เส้นใยโพลิเอทิลีน โดยใช้มอนอเมอร์ 2 ชนิดผสมกัน เส้นใยโพลิเอทิลีนถูกจุ่มลงในมอนอเมอร์ผสมระหว่าง สไตรีน และ เอ็น – บิวทิลเมทาคริเลต(อัตราส่วน 50 : 50 โดยน้ำหนัก) โดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และใช้อัตราส่วนระหว่าง เส้นใยโพลิเอทิลีน : ของเหลว เท่ากับ 1 : 25 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 78 – 80°C ภายหลังจากการกราฟท์เส้นใยโพลิเอทิลีนถูกนำมาล้างด้วยเอซีโตน และทำให้แห้ง พบว่าน้ำหนักของเส้นใยโพลิเอทิลีนเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การกราฟท์เส้นใยโพลิเอทิลีนด้วยมอนอเมอร์ผสมทั้งสองชนิดนี้ทำให้เส้นใยโพลิเอทิลีนมีความเสถียรต่อความร้อนเพิ่มขึ้น

ทสุคาดา และคณะ(Tsukada et al. 2001: 1401 – 1409) ศึกษาการกราฟท์ผ้าโพลิเอทิลีนด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ คือ เมทาคริลาไมด์, 2 – โอลิโพรพิลีนเมทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต

โดยใช้สารเริ่มปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ คือ แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต , 2,2'- เอโซบิสเอโซบิวทิโรไนโตรส และ 2,2'-เอโซบิส(2-เมทิลโพรพิโอนามิดีน)ไดไฮโดรคลอไรด์ ซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมี ดังนี้



ผ้าไหมถูกทำปฏิกิริยาในสารละลายมอนอเมอร์ที่มีค่าความเป็นกรด – เบสเท่ากับ 3 ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง การใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยาทำให้ผ้าไหมเกิดปฏิกิริยาได้ดีที่สุด ส่วนการใช้ 2,2'-เอโซบิส(2-เมทิลโพรพิโอนามิดีน) ทำให้ผ้าไหมเกิดปฏิกิริยาได้ช้าที่สุด การทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับมอนอเมอร์ จึงขึ้นอยู่กับค่าการแตกตัวของสารเริ่มปฏิกิริยาเมื่อได้รับความร้อน

ฟรีดดิ และคณะ(Freddi et al. 1996: 1867 – 1876) ศึกษาความแตกต่างของการทำปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยไหมกับมอนอเมอร์ 2 ชนิด คือ เมทาคริลาไมด์ และ 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต โดยจุ่มเส้นใยไหมลงในสารละลายมอนอเมอร์ที่มีปริมาณต่าง ๆ กัน(0.1 – 1.2 กรัม) และใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นล้างเส้นใยไหมด้วยน้ำและทำให้แห้ง เส้นใยไหมเมื่อทำปฏิกิริยากับ เมทาคริลาไมด์ดีกว่า 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ดังนั้นชนิดของมอนอเมอร์จึงมีผลต่อการทำปฏิกิริยากับเส้นใยไหม

ความว่องไวในการทำปฏิกิริยาของมอนอเมอร์กับเส้นใยไหมขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลมอนอเมอร์

ทสุคาดา, ชิโอะซากิ และ คริดตัน (Tsukada, Shiozaki and Crighton. 1993: 1409 – 1416) ศึกษาการกราฟท์ผ้าไหมด้วย เอ็น (เอ็น – บิวท็อกซีเมทิล) เมทาคริลาไมด์ (N(n – butoxymethyl)methacrylamide) โดยใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา ระบบของปฏิกิริยาประกอบด้วย ตัวกระทำอิมัลซิไฟเออร์(emulsifying agent) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของผ้าไหม แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตร้อยละ 2.2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และปรับค่าความเป็นกรด – เบส ของสารละลายด้วยกรดฟอร์มิก ที่มีความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร โดยระบบของปฏิกิริยาที่ศึกษามีค่าความเป็นกรด – เบส เท่ากับ 2.5 และ 6.0 และใช้อัตราส่วนระหว่าง วัสดุ : ของเหลว เท่ากับ 1 : 15 ทำการกราฟท์ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 45 นาที การกราฟท์ที่ค่าความเป็นกรด – เบส เท่ากับ 2.5 เกิดปฏิกิริยาดีกว่า ค่าความเป็นกรด – เบส เท่ากับ 6.0 ที่ค่าความเป็น กรด – เบส เท่ากับ 6.0 การกราฟท์เกิดขึ้นที่บริเวณผิวเส้นใย ดังนั้น ค่าความเป็นกรด – เบส จึงมีผลต่อการทำปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยไหมกับมอนอเมอร์

ทสุคาดา, คาไซ และ ฟรีดดิ (Tsukada, Kasai and Freddi. 1993: 885 – 890) ศึกษาการกราฟท์เส้นใยไหมด้วยเมทิลเมทาคริเลต โดยการจุ่มเส้นใยไหมลงในสารละลายมอนอเมอร์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 75 - 85°C เป็นเวลา 1 – 4 ชั่วโมง ภายหลังจากการทำปฏิกิริยา เส้นใยไหมถูกนำมาล้างด้วยแอซีโตน และทำให้แห้ง สมบัติในด้านต่าง ๆ ของเส้นใยไหม เช่น ความต้านทานแรงดึง(tensile strength) และระยะการยืดตัวที่จุดขาด(elongation at break) ของเส้นใยไหมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของมอนอเมอร์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ดังนั้น ความเข้มข้นของมอนอเมอร์จึงมีผลต่อการกราฟท์เส้นใยไหม

ทสุคาดา และคณะ (Tsukada et al. 1998: 1393 – 1403) ศึกษาการกราฟท์ผ้าไหมด้วยมอนอเมอร์เมทาคริลาไมด์ และ 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต โดยใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา ผ้าไหมถูกจุ่มลงในสารละลายมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด – เบส เท่ากับ 3 ปรับสภาวะด้วยกรดฟอร์มิก และ ใช้อัตราส่วน ผ้าไหม : ของเหลว เท่ากับ 1 : 30 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 70 - 88°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำผ้าไหมมาล้างด้วยน้ำและทำให้แห้ง ผ้าไหมที่ผ่านการกราฟท์มีสีเหลืองเกิดขึ้น โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเหลืองของผ้าไหมคือ ความเข้มข้นของสารเริ่มปฏิกิริยา และ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา

จุฑารัตน์ ประชาญาวารกรณ์ และ คณะ(Jutarat prachayawarakorn et al. 2007: 1526 – 1534) ศึกษาการกราฟท์ไหมด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต วิธี การกราฟท์ศึกษาโดยจุ่มเส้นไหมลงในสารละลายมอนอเมอร์ที่มีความเข้มข้น 0.8 โมล/ลิตร โดยใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต ที่มีความเข้มข้น 0.05 โมล/ลิตร เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และปรับ ค่า ความเป็นกรด – เบส ของสารละลายให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 3 ด้วยกรดฟอร์มิก อัตราส่วนระหว่าง เส้นไหม : ของเหลวเท่ากับ 1 : 20 ทำการกราฟท์ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 30 นาที ภายหลัง จากการกราฟท์นำเส้นไหมมาล้างด้วยแอซิโตนและน้ำ จากนั้นทำให้แห้ง เส้นไหมที่ผ่านการ กราฟท์ย้อมดิสอีแอซิด และสีย้อมจากขมิ้นได้ดี

2.5 การเปลี่ยนแปลงของไหมหลังจากการกราฟท์

2.5.1 สมบัติการย้อมสี

การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติการย้อมสีของไหมด้วยสีย้อมชนิดต่าง ๆ

จุฑารัตน์ ประชาญาวารกรณ์ และ วัฒนา คล้ายรัศมี(Jutarat prachayawarakorn and Watthana kryratsamee 2006: 1169 – 1175) ศึกษาการย้อมไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลต และ เมทาคริลาไมด์ พบว่า การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ ทำให้ไหมย้อมดิสอี เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการกราฟท์ไหมเกิดขึ้นที่บริเวณส่วนอสัณฐาน(amorphous) ของไหม จึงทำให้โมเลกุลของสีย้อมเข้าไปในบริเวณโครงสร้างส่วนอสัณฐานของไหมมากขึ้น และเกิด อันตรกิริยา(interaction) ระหว่างโมเลกุลของสีและไฟโบรอินของไหมที่ถูกกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ แสดงให้เห็นว่า ผ้าไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยเมทาคริลาไมด์ มีร้อยละของปริมาณสีแอซิดและ สีเบสิกบนผ้าไหมมากกว่าผ้าไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลต และ ไหมลอกขาว ตามลำดับ

จุฑารัตน์ ประชาญาวารกรณ์ และคณะ(Jutarat prachayawarakorn et al. 2007: 1526 – 1534) ศึกษาการย้อมไหมด้วยสีแอซิดและสีย้อมที่ผ่านการกราฟท์ด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต พบว่า การกราฟท์ไหมด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต ทำให้ไหมย้อมดิสอีแอซิดเพิ่มขึ้น การย้อมไหมด้วยสีแอซิด แคตไอออน(cation)

ของไหมจะเกิดปฏิกิริยากับ แอนไอออน(anion) ของสีแอซิด จึงเกิดพันธะไอออนิกซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ การกราฟท์ไหมทำให้เกิดอันตรกิริยาทางฟิสิกส์(physical interaction) ระหว่างสีแอซิดกับไหมที่กราฟท์ด้วยมอนอเมอร์

ในทางตรงกันข้ามการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ ทำให้ไหมย้อมติดสีรีแอกทีฟลดลง โดยปกติการย้อมไหมด้วยสีรีแอกทีฟจะเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่ $-OH$ และ $-NH_2$ ของไหม กับโมเลกุลของสีรีแอกทีฟ การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ จะเกิดขึ้นที่หมู่ $-OH$ หมู่ $-NH_2$ หรือหมู่คาร์บอนิล($C=O$) ของไหม การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์จึงลดหมู่ฟังก์ชันของไหมที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีกับโมเลกุลของสีรีแอกทีฟ นอกจากนี้หมู่ฟังก์ชันที่มีขนาดใหญ่ของมอนอเมอร์ที่ใช้ในการกราฟท์ไหม ทำให้การเกิดปฏิกิริยาระหว่างไหมกับโมเลกุลของสีรีแอกทีฟเกิดขึ้นได้ยาก ไหมที่ผ่านการกราฟท์จึงย้อมติดสีรีแอกทีฟลดลง ดังนั้นการกราฟท์ไหมจึงมีผลต่อสมบัติการย้อมสีของไหม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ร้อยละของปริมาณสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต มีมากกว่า ไหมกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลตและไหมลอกขาว ตามลำดับ ส่วนร้อยละของปริมาณสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการลอกขาว มีมากกว่า ไหมกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลต และ ไหมกราฟท์ด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ตามลำดับ

2.5.2 สมบัติการดูดความชื้น

การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ มีผลต่อสมบัติการดูดความชื้นของไหม

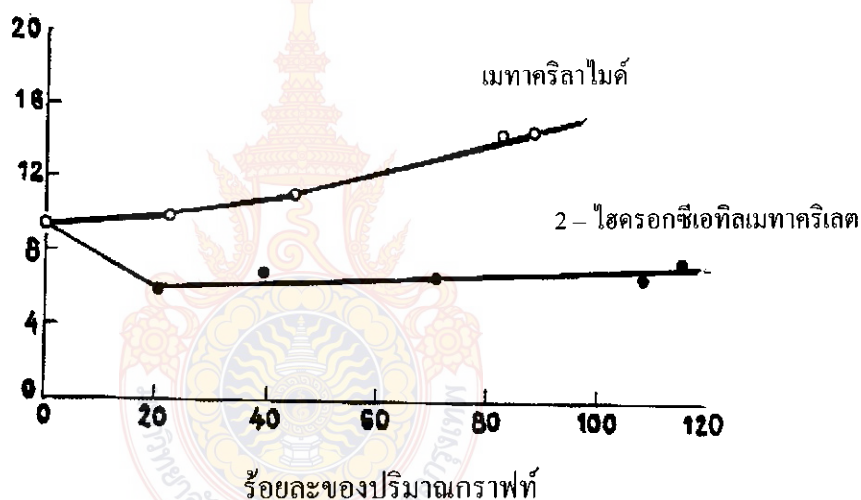
จุฑารัตน์ ประชาญาวารกรณ์ และคณะ(Jutarat prachayawarakorn et al. 2007: 1526 – 1534) ศึกษาสมบัติการดูดความชื้นของไหม ที่ผ่านการกราฟท์ด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต

การกราฟท์ไหมด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ทำให้ไหมดูดความชื้นเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต มีสมบัติชอบน้ำแต่การกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลตทำให้ไหมดูดความชื้นลดลง เนื่องจากสมบัติที่ไม่ชอบน้ำของเมทิลเมทาคริเลตที่กราฟท์บนไหม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ร้อยละของการดูดความชื้นของผ้าไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต มากกว่า ไหมลอกขาว และ ไหมกราฟท์ด้วยเมทิลเมทาคริเลต ตามลำดับ

ทสุคาดา และคณะ (Tsukada et al. 1998: 1395 – 1396) ศึกษาสมบัติการดูดความชื้นของไหมที่กราฟท์ด้วยเมทาคริลไมด์ และ 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต

การกราฟท์ไหมด้วยเมทาคริลไมด์ทำให้ไหมดูดความชื้นเพิ่มขึ้น และการดูดความชื้นเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณกราฟท์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมทาคริลไมด์ มีสมบัติชอบน้ำมาก ส่วนการกราฟท์ไหมด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ทำให้ไหมดูดความชื้นลดลง ทั้งนี้เนื่องจากพอลิเมอร์ของ 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ปกคลุมและปิดบังส่วนที่ชอบน้ำของไหม ทำให้การดูดซับความชื้น และการกักเก็บความชื้นของไหมลดลง ผลการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 2.8

ร้อยละของการดูดความชื้น



ภาพที่ 2.8 การดูดความชื้นของไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ

ฟรีดดิ และคณะ (Freddi et al. 1996: 1867 – 1876) ศึกษาสมบัติการดูดความชื้นของเส้นไหมที่กราฟท์ด้วยเมทาคริลไมด์ และ 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต

การกราฟท์ไหมด้วย เมทาคริลไมด์ ทำให้เส้นไหมดูดความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมทาคริลไมด์ ช่วยเพิ่มสมบัติชอบน้ำให้กับเส้นไหม พบว่า ไหมที่กราฟท์ด้วยเมทาคริลไมด์ปริมาณกราฟท์ที่ร้อยละ 291.9 มีการดูดความชื้นสูงสุดที่ร้อยละ 27 ส่วนการกราฟท์ไหมด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต ทำให้เส้นไหมดูดความชื้นเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งไหมที่กราฟท์ด้วย 2 – ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลตปริมาณกราฟท์ที่ร้อยละ

283.4 มีการดูดความชื้นสูงสุดที่ร้อยละ 11.8 ทั้งนี้อาจเนื่องจากไฮโมพอลิเมอร์ของ 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต เกาะติดที่ผิวของเส้นใย ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การดูดความชื้นของเส้นใย

2.5.3 สมบัติความคงทนต่อสารเคมี

การกราฟท์ไหมด้วยมอนอเมอร์ชนิดต่าง ๆ มีผลต่อสมบัติความคงทนต่อสารเคมีของไหม

จุฑารัตน์ ประชาญาวารากรณ์ และคณะ (Jutarat prachayawarakorn et al. 2007: 1526 – 1534) ศึกษาความคงทนต่อการกรด และ แอลคาไลน์ ของไหมที่ผ่านการกราฟท์ด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต พบว่า ความคงทนต่อสารเคมีของไหมพิจารณาจากน้ำหนักไหมที่หายไปเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง การกราฟท์ไหมด้วย 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต และ เมทิลเมทาคริเลต ทำให้ไหมมีความคงทนต่อการกรดและแอลคาไลน์เพิ่มขึ้น (ร้อยละของน้ำหนักไหมที่หายไปภายหลังการทำปฏิกิริยากับกรดและแอลคาไลน์ลดลง) เนื่องจากการกราฟท์ทำให้ส่วนออสถฐานของไหมมีโครงสร้างแน่นขึ้นกว่าเดิม การแพร่ของสารเคมีเข้าไปในบริเวณออสถฐานจึงเกิดขึ้นได้ยากกว่าไหมที่ถูกลอกกาวและไม่ได้กราฟท์ การกราฟท์จึงทำให้ไหมมีความคงทนต่อสารเคมีเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวข้างต้น มอนอเมอร์ที่นิยมใช้กราฟท์ไหม ได้แก่ 2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต เนื่องจากมอนอเมอร์ในกลุ่มนี้เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย แต่ข้อเสียของพอลิเมอร์ในกลุ่มอะคริเลต คือ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น คลอโรฟอร์ม แอซีโตน เอทิลแอซีเตต โทลูอิน (J. Brandrup, E.H. Immergut and E.A. Grulke, ed. 1999: 347) ดังนั้น การกำจัดไฮโมพอลิเมอร์เหล่านี้ออกจากผ้าไหมจึงต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ เหล่านี้ การวิจัยของจุฑารัตน์ ประชาญาวารากรณ์และคณะ ศึกษาการกราฟท์ไหมด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นแคตไอออนิกมอนอเมอร์ มอนอเมอร์ชนิดนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาและกราฟท์บนผ้าไหมแล้ว การกำจัดไฮโมพอลิเมอร์ออกจากผ้าไหมจะทำได้ง่าย เนื่องจากพอลิเมอร์ชนิดนี้ละลายน้ำได้

2.6 ไอโซเทิร์มของการดูดซับ(Adsorption Isotherm)

โดยทั่วไป เมื่อปล่อยให้ตัวถูกดูดซับสัมผัสกับสารถูกดูดซับในช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างเพียงพอจะเกิดสภาวะที่เรียกว่า สมดุลการดูดซับ ซึ่งในขณะนั้น ปริมาณสารถูกดูดซับที่ถูกดูดซับกับปริมาณหรือความเข้มข้นของสารถูกดูดซับนั้นในวัฏภาคของไหล สมดุลการดูดซับที่อุณหภูมิของระบบคงที่ เรียกว่า ไอโซเทิร์ม

ไอโซเทิร์มของการดูดซับแสดงได้โดยความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารถูกดูดซับในสารละลายที่ภาวะสมดุล(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_0) กับ จำนวนมิลลิกรัมของสารถูกดูดซับต่อกรัมของตัวดูดซับ(มิลลิกรัม/กรัม) (q_e) โดย q_e คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (Mohamed el al. 2000: 171 – 136)

$$q_e = (C_0 - C_e) V / W$$

C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารถูกดูดซับ(มิลลิกรัม/ลิตร)

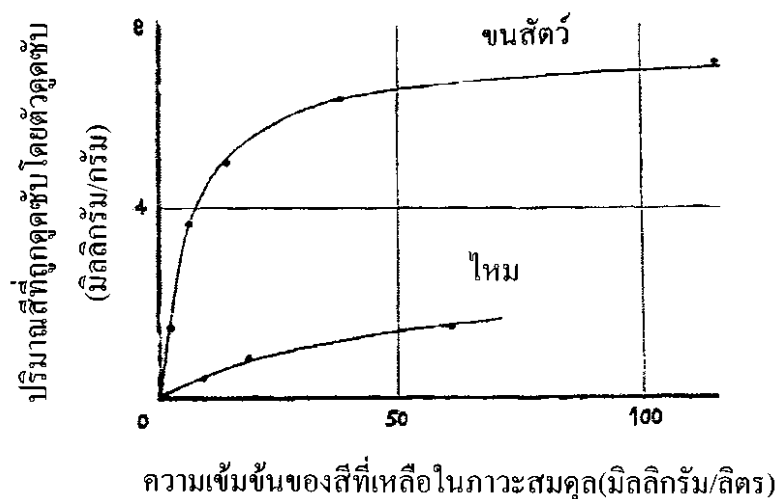
C_e = ความเข้มข้นที่สมดุลของสารถูกดูดซับ(มิลลิกรัม/ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลาย(ลิตร)

W = ปริมาณหรือน้ำหนักของตัวถูกดูดซับที่ใช้ในการดูดซับ(กรัม)

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสารถูกดูดซับต่อกรัมของสารดูดซับที่ภาวะสมดุล(มิลลิกรัม/กรัม)

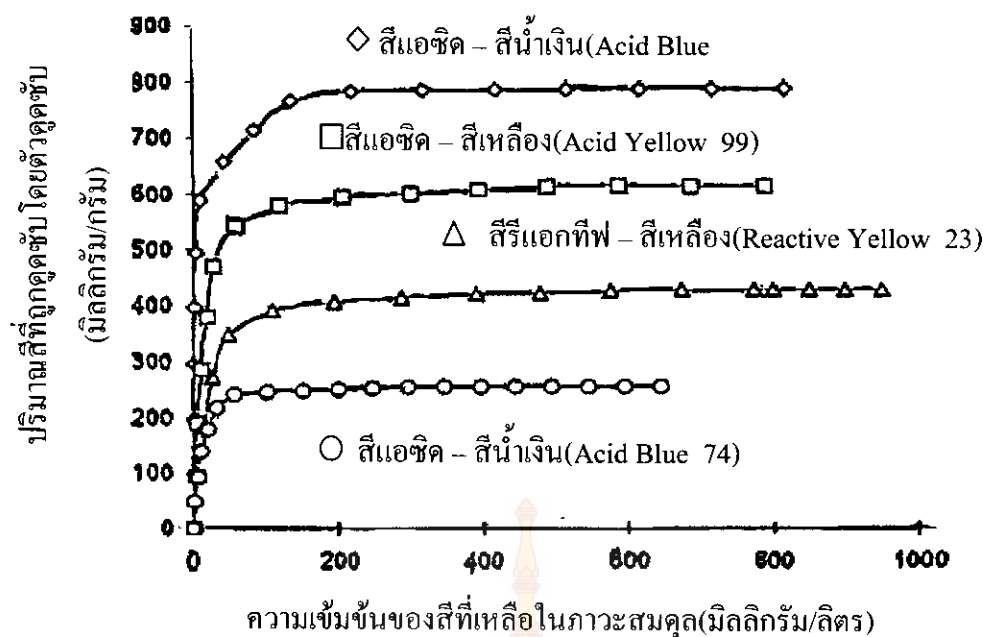
วิกเกอร์สตาฟฟ์(Vickerstaff. 1950: 317 - 318) ศึกษาไอโซเทิร์มของการดูดซับสีแอซิดในเส้นใยไหมและเส้นใยขนสัตว์ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของการละลายสีเพิ่มขึ้นเส้นใยทั้งสองชนิดจะดูดซับสีเพิ่มขึ้น และเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสี ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ไอโซเทิร์มของการดูดซับสีแอสิด (Solway Blue BN) ของเส้นใยไหมและเส้นใยขนสัตว์ ที่อุณหภูมิ 85°C และค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 1.6

ที่มา: Vickerstaff. 1950: 317

บาเอบ และคณะ (Baouab et al. 2000) ศึกษาการดูดซับสีของเซลลูโลส - อีพอกซีโพรพิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (cellulose - epoxy propyltrimethylammoniumchloride) โดยนำเส้นใยฝ้ายทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 12 นอร์มัล ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำ และทำให้เป็นกลางด้วยกรดแอสติกเข้มข้นร้อยละ 1 และทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำเส้นใยฝ้ายมาทำปฏิกิริยากับอีพอกซีโพรพิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้เกิดหมู่ควอเตอร์นารีแอมโมเนียมบนเส้นใยฝ้าย เส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับดูดซับสีข้อมในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังแสดงในภาพที่ 2.10

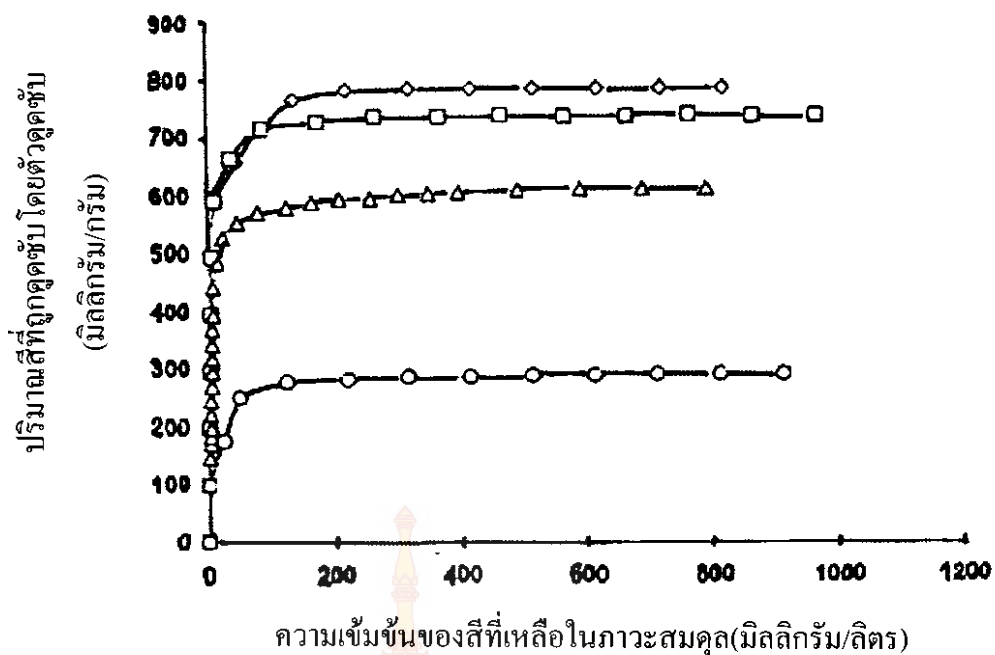


ภาพที่ 2.10 การดูดซับสีของเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุง

ร้อยละของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 1.85

ที่มา: Baouab, M.H.V. et al. 2000: 179

การดูดซับสีของเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงขึ้นอยู่กับประเภทของสีและโมเลกุลของสี นอกจากนี้ ประสิทธิภาพในการดูดซับสีของเส้นใยฝ้าย ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ผลของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงต่อการดูดซับสีย้อม

- ◇ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.85 □ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.5
 △ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1 ○ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.5

การดูดซับสีย้อมของเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยฝ้ายเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในหมู่ควอเตอร์นารี-แอมโมเนียมมีประจุบวก จึงดูดซับกับสีย้อมประจุเป็นลบได้ดี

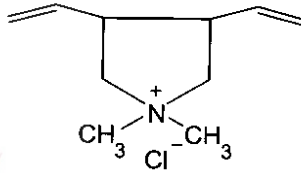
ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการกราฟท์ไหมด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นแคตไอออนิกมอนอเมอร์ มอนอเมอร์ชนิดนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาและกราฟท์บนผ้าไหมแล้ว การกำจัดโซโพลิเมอร์ออกจากผ้าไหมจะทำได้ง่าย เนื่องจากพอลิเมอร์ชนิดนี้ละลายน้ำได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมี

ตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	บริษัทผู้ผลิต
ไดแอลทิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (diallyldimethylammoniumchloride; DADMAC) ความเข้มข้นร้อยละ 65		Fluka
โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต สารชักล้างชนิดไม่มีประจุ (polyglycol ester)	$K_2S_2O_8$	Carlo Erba Bayer
สีย้อมแอททิฟ (สีแดง) $\lambda_{max} = 540$ นาโนเมตร	C.I. Reactive Red 195 Monoazo	Modern Dyestuff & Pigment, Co., Ltd
สีย้อมแอซิด (สีแดง) $\lambda_{max} = 510$ นาโนเมตร	C.I. Acid Red 447 Monoazo (Erionyl Red A-3G)	CIBA
เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (<i>N,N'</i> -methylenebisacrylamide; MBAM)	$CH_2(NH-CO-CH=CH_2)_2$	Fluka
เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน (<i>N,N,N',N'</i> -tetramethylethylenediamine; TMEDA)	$(CH_3)_2N-CH_2-CH_2-N(CH_3)_2$	Fluka

3.2 การเตรียมผ้าไหม

วิธีการทดลอง

นำผ้าไหมมาทำความสะอาดโดยการซักด้วยสารซักล้างชนิดไม่มีประจุ ที่มีความเข้มข้น 0.5 กรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำ : น้ำหนักผ้า (liquor ratio) เท่ากับ 30 : 1 เมื่อครบเวลาตามที่กำหนด ล้างผ้าไหมด้วยน้ำร้อน 1 ครั้ง น้ำเย็น 2 ครั้ง และทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการทดสอบ(Interox n.d. : 66)

นำผ้าไหมที่ผ่านการซักมาหยดด้วยสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดน์และสังเกตการเปลี่ยนแปลงสี ถ้ามีแป้งหลงเหลืออยู่จะปรากฏสีน้ำเงินบนผ้าไหม

วิธีการเตรียมสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดน์

ละลายไอโอดีน 0.25 กรัม ในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดน์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 100 มิลลิลิตร

3.3 การปรับปรุงผ้าไหมด้วยแคตไอออนิกพอลิเมอร์

ผ้าไหม ขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตร ถูกจุ่มลงในสารละลายที่ประกอบด้วยไดแอลทิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มอนอเมอร์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 – 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร) โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 120 นาที (เครื่องไกร ทรรศนัยกุลกิจ และคณะ. 2550: 15) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักของเหลว: ผ้าไหม เท่ากับ 50 : 1 เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำผ้าไหมมากำจัดโซโม่พอลิเมอร์(Tsukada M et al. 1998: 239 – 246)ออกไปด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 120 นาที ทำให้แห้ง

3.4 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผ้าไหม

3.4.1 การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำ

วิธีการทดลอง

การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำมาตรฐาน AATCC Test Method 43 - 1989 (American Association of Textile Chemists and Colorists 1991: 93) มีวิธีการ ดังนี้ เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตรตัดผ้าไหมขนาดความกว้าง x ความยาวเท่ากับ 2.5 x 2.5 เซนติเมตร วางลงบนผิวน้ำในบีกเกอร์ ความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหมพิจารณาจากระยะเวลาที่ผ้าไหมถูกทำให้เปียกโดยทั่วทั้งผืนโดยสมบูรณ์

3.4.2 การตรวจสอบพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง ถูกเคลือบด้วยทองใน JEOL JEC-1200 Fine Coater และถูกนำมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM-5410 Scanning Electron Microscope)

3.5 การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสีรีแอคทีฟ หรือสีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 1 ลิตร
2. นำผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง และผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร) (เกรียงไกร วรรณียกุลกิจ. 2550: 57 - 63) น้ำหนัก 0.1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้น เติมสารละลายสีรีแอคทีฟหรือสีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ปิดปากหลอดทดลอง โดยทำการศึกษาการดูดซับสีรีแอคทีฟหรือสีแอซิดที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10, 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180 นาที
3. ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลอง และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) และ

คำนวณอัตราส่วน ระหว่างความเข้มข้นของสีที่เหลือที่เวลาใด ๆ กับความเข้มข้นของสีเริ่มต้น (C_t/C_0)

C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

C_t = ความเข้มข้นของสารละลายสีที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่เวลาใด ๆ (มิลลิกรัม/ลิตร)

3.6 การหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับบนผ้าไหม

3.6.1 การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

วิธีการทดลอง

1. เตรียมผ้าไหม ขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตรที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 – 180 นาที โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน เป็นสารเร่งปฏิกิริยา

2. นำผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง และ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง น้ำหนัก 0.1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายสีรีเอกทีฟหรือสีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลองปิดปากหลอดทดลอง และนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80°C ระยะเวลา 150 นาที

3. ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลอง และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม จากสูตร ดังนี้

$$q_e = (C_0 - C_t)V / W$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม/กรัม)

C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

C_t = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

3.6.2 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม.

วิธีการทดลอง

1. เตรียมผ้าไหมขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตรที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 – 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 นาที โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารเร่งปฏิกิริยา

2. นำผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง และ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง น้ำหนัก 0.1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายสีรีแอคทีฟ หรือ สีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองปิดปากหลอดทดลอง โดยทำการศึกษาการดูดซับสีรีแอคทีฟและสีแอซิดที่อุณหภูมิ 80°C. เป็นเวลา 150 นาที

3. เมื่อครบเวลาตามที่กำหนด ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลองและวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่นสูงสุด แล้วคำนวณ ปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล จากสูตร ดังนี้

$$q_e = [(C_o - C_e) V] / W$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม / กรัม)

C_o = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

3.6.3 การศึกษาอิทธิพลของ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนปีสะคราไมด์

3.6.3.1 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนปีสะคราไมด์

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายที่ประกอบด้วย เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนปีสะคราไมด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 – 0.9 (น้ำหนัก / ปริมาตร) โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2

โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และ เอ็น,เอ็น,เอ็น',เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.5 มิลลิลิตร และคนจนได้สารละลายใส นำผ้าไหมขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตร แช่ในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 120 นาที โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักของของเหลว: ผ้าไหมเท่ากับ 50 : 1 เมื่อครบกำหนดเวลานำผ้าไหมมาต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 80°C. ระยะเวลา 120 นาที เพื่อกำจัดไฮโดรฟอลิเมอร์ออกไปแล้วผึ่งให้แห้ง

2. นำผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง น้ำหนัก 0.1 กรัมใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายสีรีแอกทีฟหรือสีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง ทำการศึกษาการดูดซับสีรีแอกทีฟ หรือ สีแอซิดที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 150 นาที

3. คัดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลองและวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสี ที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับ ด้วยผ้าไหม จากสูตร ดังนี้

$$q_e = [(C_o - C_e) V] / W$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม/กรัม)

C_o = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

3.6.3.2 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับไคแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายที่ประกอบด้วยไคแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0-3 โดยน้ำหนักของไคแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ โปแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และ เอ็น,เอ็น,เอ็น',เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน ที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และคนจนได้สารละลายใส นำผ้าไหม ขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตร แช่ในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 120 นาที โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักของของเหลว : ผ้าไหมเท่ากับ 50 : 1 เมื่อ

ครบกำหนดเวลานำผ้าไหมมาต้มในน้ำ ที่อุณหภูมิ 80°C ระยะเวลา 120 นาที เพื่อกำจัดไฮโมพอลิเมอร์ออกไปแล้วผึ่งให้แห้ง

2. นำผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง น้ำหนัก 0.1 กรัมใส่ลงในหลอดทดลองจากนั้นเติมสารละลายสีรีแอกทีฟหรือสีแอซิดความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม / ลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง ทำการศึกษาการดูดซับสีรีแอกทีฟ หรือ สีแอซิด ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 150 นาที

3. ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลอง และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม จากสูตร ดังนี้

$$q_e = [(C_o - C_e) V] / W$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม / กรัม)

C_o = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

3.6.4 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีที่มีต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

วิธีการทดลอง

1. เตรียมผ้าไหมขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 10 x 30 เซนติเมตร ที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 120 นาที โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารเร่งปฏิกิริยา

2. เตรียมสารละลายสีรีแอกทีฟ หรือ สีแอซิดที่มีความเข้มข้น 10 - 130 มิลลิกรัม / ลิตร จำนวน 100 มิลลิลิตร

3. นำผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง น้ำหนัก 0.1 กรัมใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายสีรีแอกทีฟหรือสีแอซิดที่มีความเข้มข้นต่างๆจำนวน 25 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ทำการศึกษาการดูดซับสีรีแอกทีฟ หรือ สีแอซิดที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 150 นาที

4. ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลอง และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม จากสูตร ดังนี้

$$q_e = [(C_o - C_e) V] / W$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม / กรัม)

C_o = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม / ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

3.7 การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์

คำนวณหาราคาค่าต้นทุนของการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์โดยคำนวณจากสูตร

อัตราส่วนของเหลว : ผ้าไหม (L : R) เท่ากับ 50 : 1

ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

การปรับปรุงผ้าไหมด้วยพอลิเมอร์ศึกษาโดยใช้มอนอเมอร์ คือ ไคแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ วิธีการปรับปรุงผ้าไหมศึกษาโดยการจุ่มผ้าไหมลงในสารละลายที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ สารเริ่มปฏิกิริยา คือ โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ และสารเร่ง คือ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงถูกนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้น และศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

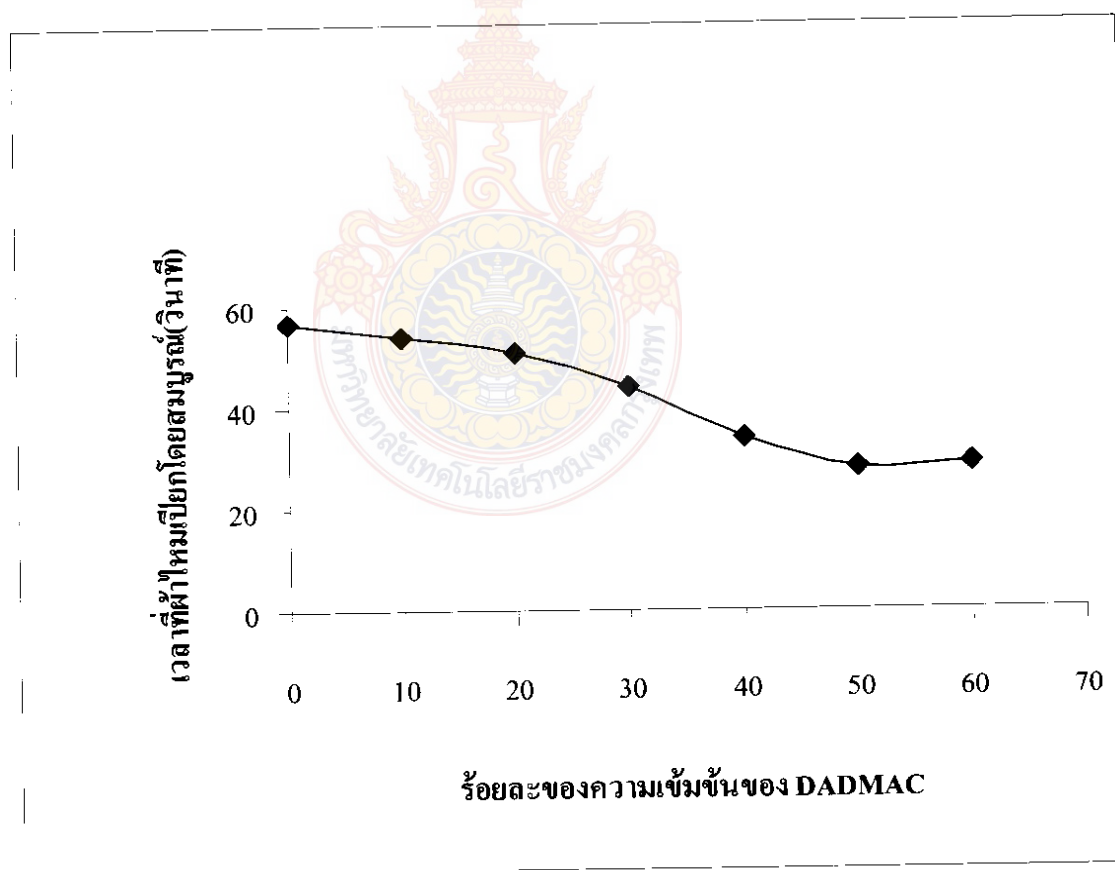
4.1 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผ้าไหม

4.1.1 การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำ

การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำตามมาตรฐาน AATCC Test Method 43 – 1989 (American Method of Textile Chemists and Colorists 1992 : 93) ศึกษาโดยตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุง และผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 10 – 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.1 และ ภาพประกอบที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหม

ร้อยละของความเข้มข้นของDADMAC	เวลาที่ผ้าไหมเปียกน้ำโดยสมบูรณ์(วินาที)
ผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุง	57
10	54
20	51
30	44
40	34
50	28
60	29

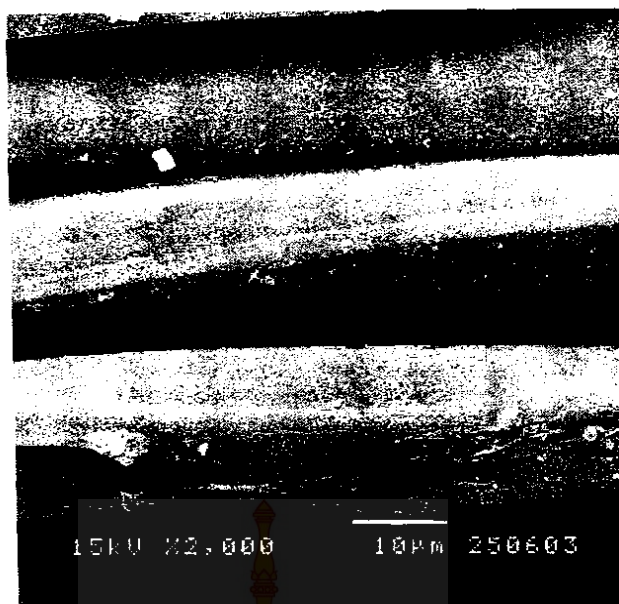


ภาพประกอบที่ 4.1 เวลาที่ผ้าไหมถูกทำให้เปียกโดยสมบูรณ์ของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC และที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่ร้อยละความเข้มข้นต่าง ๆ

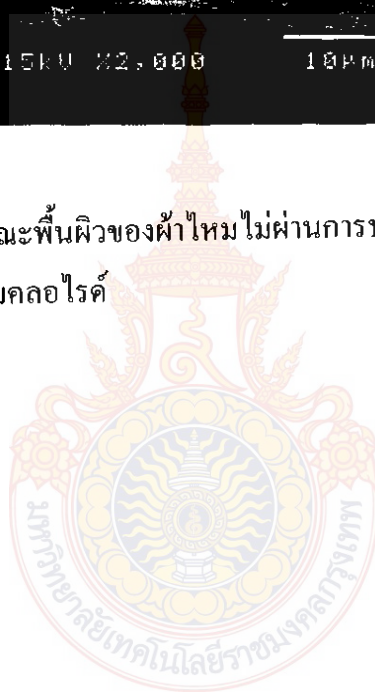
ผลการศึกษาพบว่าผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ระยะเวลาที่ผ้าไหมเปียกทั่วผืนใช้เวลานานที่สุด ส่วนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ใช้เวลาในการเปียกน้ำลดลง หรือ ผ้าไหมเปียกน้ำได้เร็วขึ้น เมื่อความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ผ้าไหมจะเปียกน้ำได้เร็วขึ้น ที่ความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ร้อยละ 50 (น้ำหนัก / ปริมาตร) การเปียกน้ำของผ้าไหมจะเริ่มคงที่ การเปียกน้ำของผ้าไหมเกิดขึ้นเนื่องจากไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ประกอบด้วยหมู่ควอเตอร์นารีแอมโมเนียม ($-NR_4^+Cl^-$) ซึ่งเป็นหมู่ที่มีขั้ว จึงดูดซับน้ำได้ดี โดยผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับการปรับปรุงผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งพบว่าไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้ผ้าพอลิเอสเตอร์เปียกน้ำได้เร็วขึ้น(รุ่งนภา สุกใสและณัฐเวช วิทยสุทธาพร 2549 : 41 – 42) ดังนั้น ไคแอลลิลไคเมทิลแอม-โมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการเปียกน้ำของผ้าไหมทำให้ความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหมสูงขึ้น

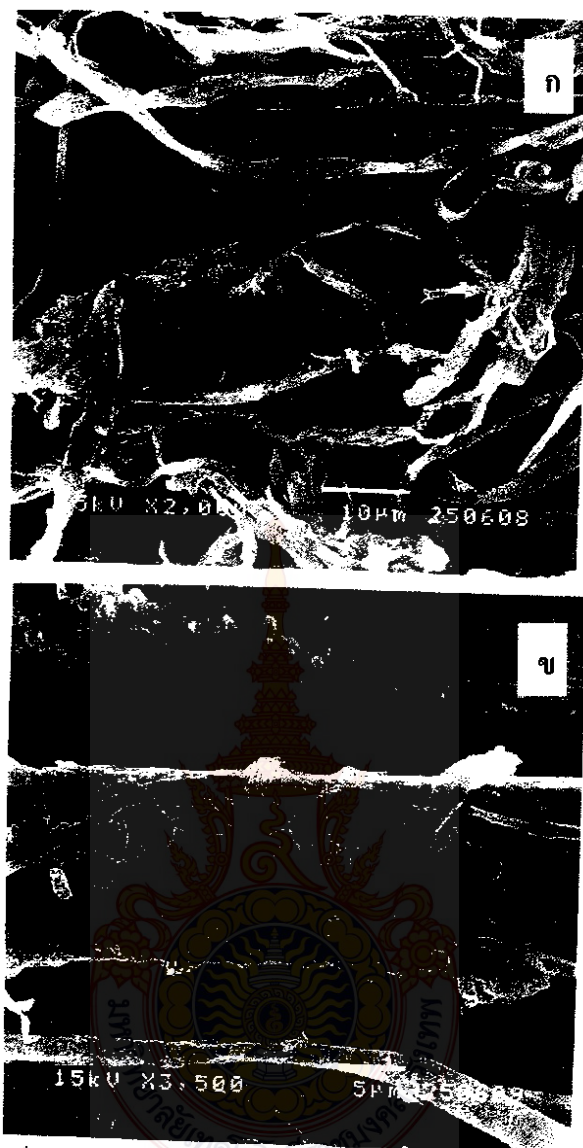
4.1.2 การตรวจสอบพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิห้อง ภายหลังจากการปรับปรุงผ้าไหมยังคงมีความมันเงา และ อ่อนนุ่มแต่จะมีสีเหลืองอ่อน ๆ ตามความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงถูกตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการศึกษาแสดงดังในภาพประกอบที่ 4.2 - 4.3



ภาพประกอบที่ 4.2 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิตไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์





ภาพประกอบที่ 4.3 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

ก. กำลังขยาย 2,000x

ข. กำลังขยาย 3,500x

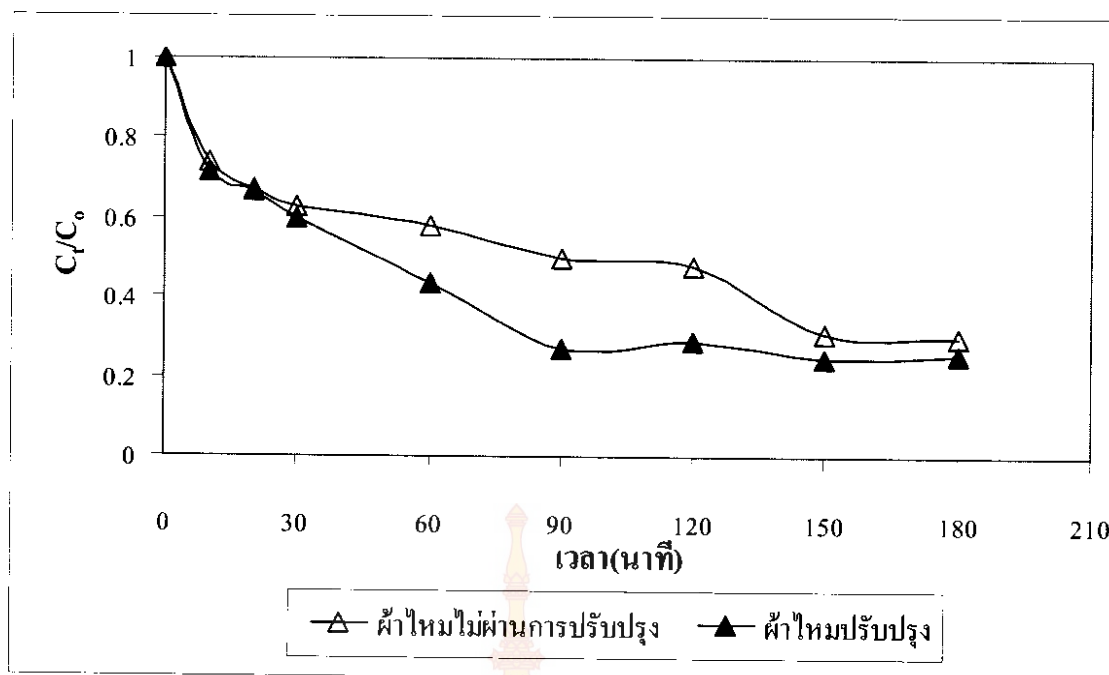
ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยปรากฏกลุ่มของพอลิเมอร์ปกคลุมบนเส้นใยไหม พอลิเมอร์ที่เกาะบนเส้นใยไหมแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยไหมกับไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งมีความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยา

4.2 ระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

4.2.1 ระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ถูกนำมาศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10, 20, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที หลังจากนั้น วัดค่าการดูดกลืนแสงของสีภายหลังการดูดซับด้วยผ้าไหม จากสูตร C/C_0 คือ อัตราส่วนของความเข้มข้นของสารละลายสีที่เหลือ (C_t) ต่อ ความเข้มข้นของสารละลายสีเริ่มต้น (C_0) ถ้าอัตราส่วน C/C_0 ยิ่งน้อยจะยิ่งดีซึ่งแสดงว่าผ้าไหมดูดซับสีได้มาก ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพประกอบที่ 4.4





ภาพประกอบ 4.4 อัตราการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ

ผลจากการศึกษาพบว่า อัตราการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงระยะเวลา 10 – 60 นาที ซึ่งผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุงอัตราส่วน C/C_0 มีค่า 0.74 – 0.58 ส่วนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงอัตราส่วน C/C_0 มีค่า 0.71 – 0.43 หลังจากนั้นอัตราการดูดซับสีจะลดลง และคงที่ที่เวลา 150 นาที ซึ่งผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุงอัตราส่วน C/C_0 มีค่า 0.31 ส่วนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงอัตราส่วน C/C_0 มีค่า 0.25 ส่วนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงมีอัตราการดูดซับสีแอซิดมากกว่าผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง เนื่องจากไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เป็นมอนอเมอร์ที่มีประจุบวก จึงทำให้ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยมอนอเมอร์ดังกล่าวเกิดแรงดึงดูดกับประจุลบของสีแอซิดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มีค่าเท่ากับ 150 นาที

4.2.2 ระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ถูกนำมาศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10, 20, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที หลังจากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีภายหลังการดูดซับด้วยผ้าไหม ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพประกอบที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 อัตราการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่เวลาต่าง ๆ

ชนิดของผ้าไหม	เวลาการดูดซับสี(นาที)	Ct / Co
ผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุง ด้วยDADMAC	0	1.00
	10	0.97
	20	0.88
	30	0.99
	60	0.98
	90	0.96
	120	0.87
	150	0.97
	180	0.98
ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง ด้วย DADMAC	0	1.00
	10	0.89
	20	0.94
	30	0.90
	60	0.84
	90	0.88
	120	0.75
	150	0.78
	180	0.81

4.3 การหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับ

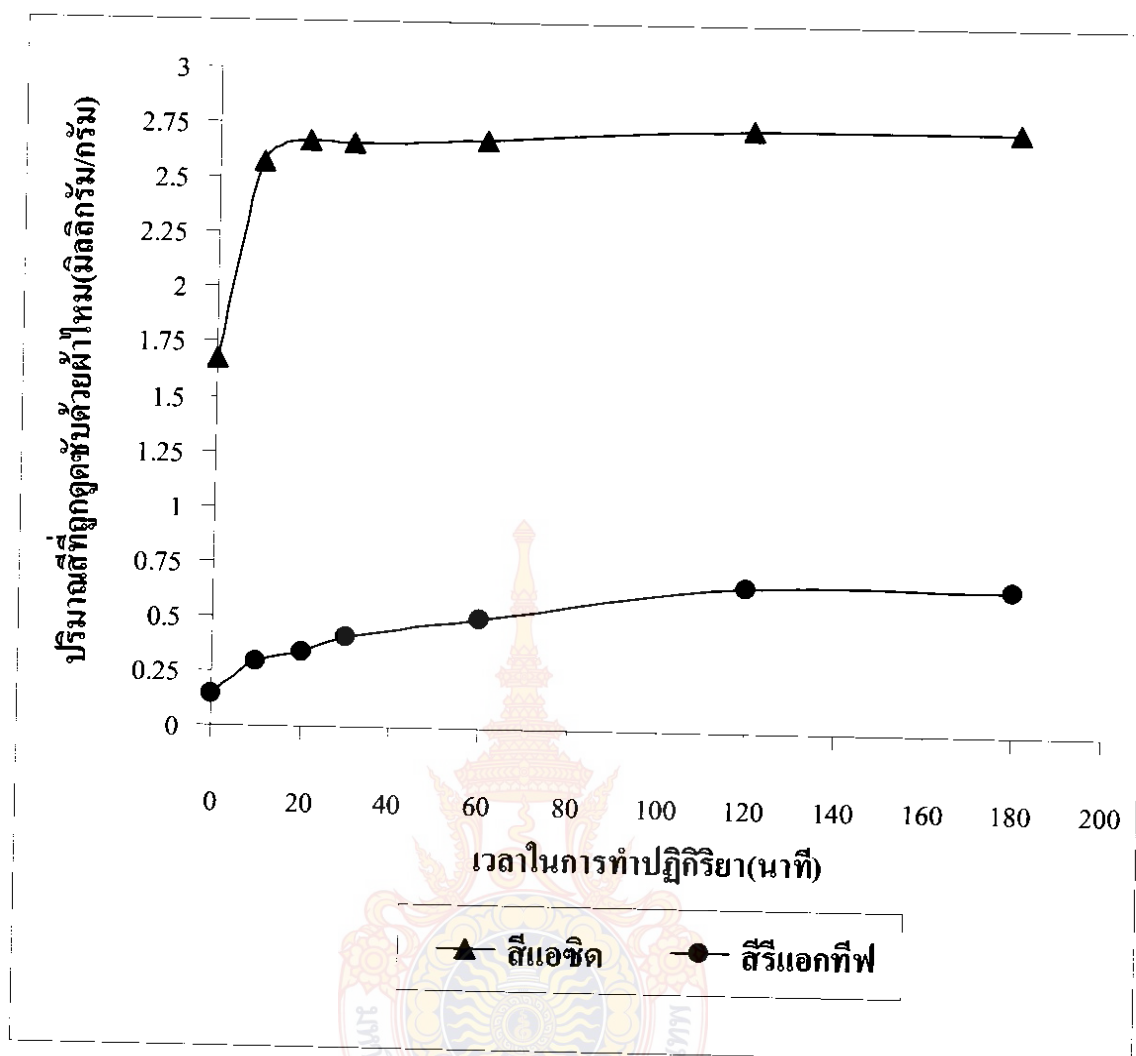
4.3.1 อิทธิพลระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

4.3.1.1 อิทธิพลระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

การทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ถูกศึกษาที่เวลา 10 – 180 นาที อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟของผ้าไหม แสดงดังในตารางที่ 4.4 และภาพประกอบที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิไลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลาในการทำปฏิกิริยา(นาที)	ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม(มิลลิกรัม / กรัม)	ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม(มิลลิกรัม / กรัม)
0	1.67	0.14
10	2.57	0.29
20	2.67	0.34
30	2.66	0.41
60	2.68	0.50
120	2.74	0.66
180	2.74	0.66



ภาพประกอบ 4.6 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอคทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอล-ลิสโตเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

ผลการศึกษาพบว่า ผ้าไหมที่ถูกปรับปรุงด้วยไดแอลลิสโตเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีการดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้น ที่เวลาในการทำปฏิกิริยา 10 นาที การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการดูดซับสีแอซิดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และคงที่ที่เวลา 120 นาที ซึ่งปริมาณสีแอซิดถูกดูดซับด้วยผ้าไหม 2.74 มิลลิกรัม / กรัม อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิสโตเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์จะสัมพันธ์กับปริมาณของประจุบวกบนผ้าไหม(ปริมาณของหมู่ควอเตอร์นารีแอมโมเนียมของได-แอลลิสโตเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิสโตเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น การเติบโตของโซ่กราฟท์บนผ้าไหมจะเพิ่มขึ้น การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

จึงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปเป็นเวลา 120 นาที ซึ่งการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมเริ่มคงที่ แสดงว่าการดำเนินไปของปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เข้าสู่ขั้นสิ้นสุดของปฏิกิริยา(termination reaction) ซึ่งมอนอเมอร์จะไม่ทำปฏิกิริยาอีกต่อไป เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นมากกว่า 120 นาที จึงทำให้การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมไม่เพิ่มขึ้น อิทธิพลของระยะเวลากับการดำเนินไปของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์(polymerization reaction) มีการศึกษาโดยซาเคกและโอเฟลซ์ (Sacak and Oflaz, 1993: 1909 – 1916)

สีแอซิดส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นเกลือโซเดียมของกรดซัลโฟนิกเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ประจุลบ สีแอซิดจึงดูดซับกับประจุบวกบนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ได้ดี ดังนั้น ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมได้ดีขึ้นร้อยละ 53.9 เมื่อเทียบกับผ้าไหมไม่ผ่านการปรับปรุง

การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และการดูดซับสีเริ่มคงที่ที่เวลา 120 นาทีเช่นเดียวกันกับสีแอซิด ซึ่งปริมาณสีรีแอกทีฟถูกดูดซับด้วยผ้าไหม 0.66 มิลลิกรัม / กรัม เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นมากกว่า 120 นาที การเกิดปฏิกิริยาจะเข้าสู่ขั้นสิ้นสุดของปฏิกิริยา การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงเข้าสู่ภาวะอิ่มตัวของ การดูดซับสี โดย การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างประจุต่างชนิดกันของสีรีแอกทีฟกับประจุบวกของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ดังนั้น การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมจึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

4.3.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

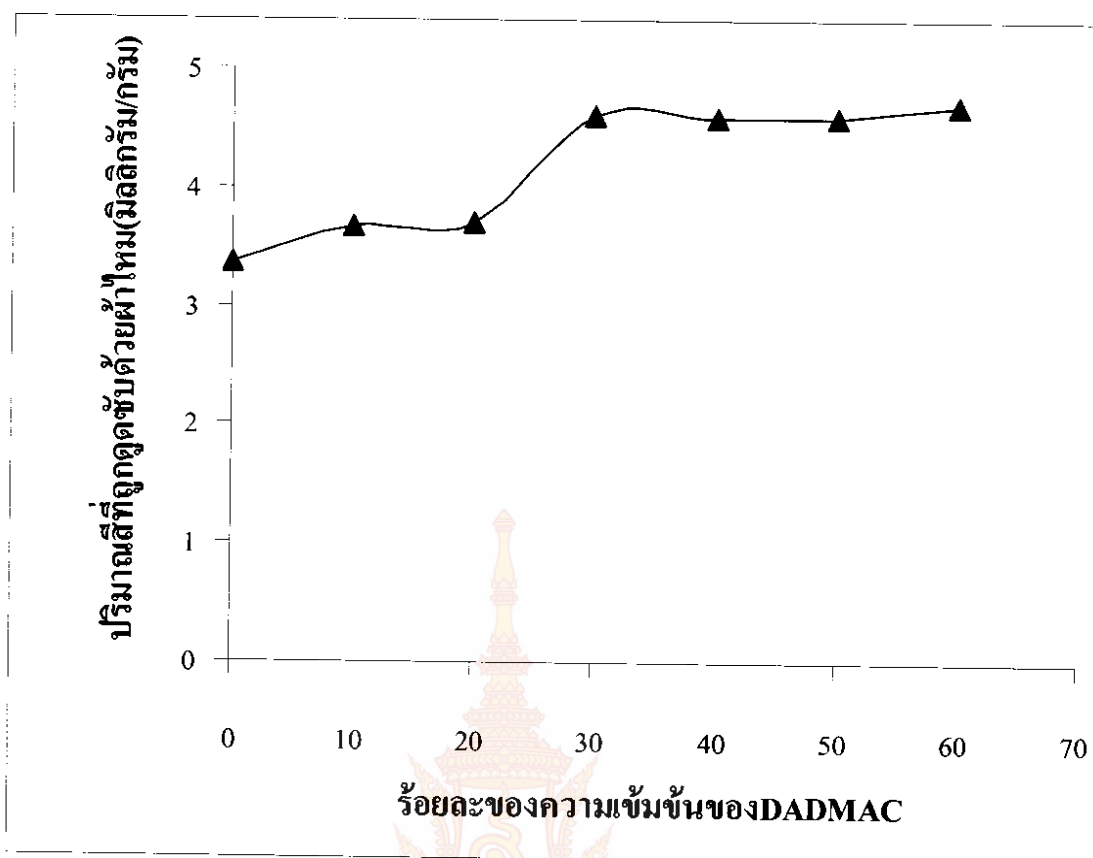
4.3.2.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 – 60 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 120 นาที ถูกนำมาศึกษาหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยสีแอซิดที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร โดยศึกษา

ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพประกอบที่ 4.7-4.9

ตารางที่ 4.5 การดูดซับสีแอสิดของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละความเข้มข้นของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์(น้ำหนัก / ปริมาตร)	ปริมาณสีแอสิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)
0	3.37
10	3.68
20	3.70
30	4.61
40	4.59
50	4.60
60	4.70



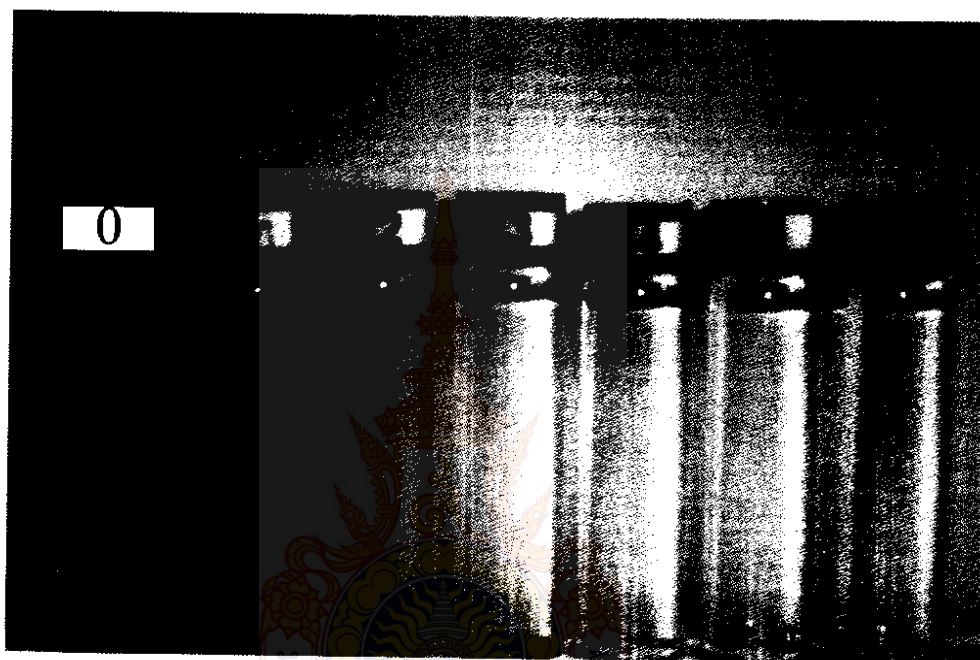
ภาพประกอบ 4.7 การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการศึกษาพบว่าผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงดูดซับสีแอซิดดีกว่าผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง เนื่องจากไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีหมู่ $-NR_4^+$ เป็นองค์ประกอบจึงดูดซับสีแอซิดที่มีประจุลบได้ดี การดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เข้าทำปฏิกิริยากับไฟโบรอินของไหมมีมากขึ้น ไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้ไหมมีประจุบวกเพิ่มมากขึ้น การเกิดแรงดึงดูดระหว่างประจุต่างชนิดกันกับโมเลกุลของสีย้อมจึงเพิ่มขึ้น

เมื่อใช้ไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 (น้ำหนัก / ปริมาตร) การดูดซับสีแอซิดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งเพิ่มจาก 3.37 มิลลิกรัม / กรัม เป็น 4.61 มิลลิกรัม / กรัม หลังจากนั้นการดูดซับสีเริ่มคงที่ ซึ่งเกิดจากการดูดซับสีของผ้าไหมเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสี ดังนั้น การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ และการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มี

ความเข้มข้นร้อยละ 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ทำให้ผ้าไหมมีการดูดซับสีแอซิดสูงสุดที่ 4.70 มิลลิกรัม / กรัม แต่ความเข้มข้นร้อยละ 30 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ผ้าไหมมีการดูดซับสีแอซิดที่ 4.61 มิลลิกรัม / กรัม ซึ่งในทางสถิติเป็นความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

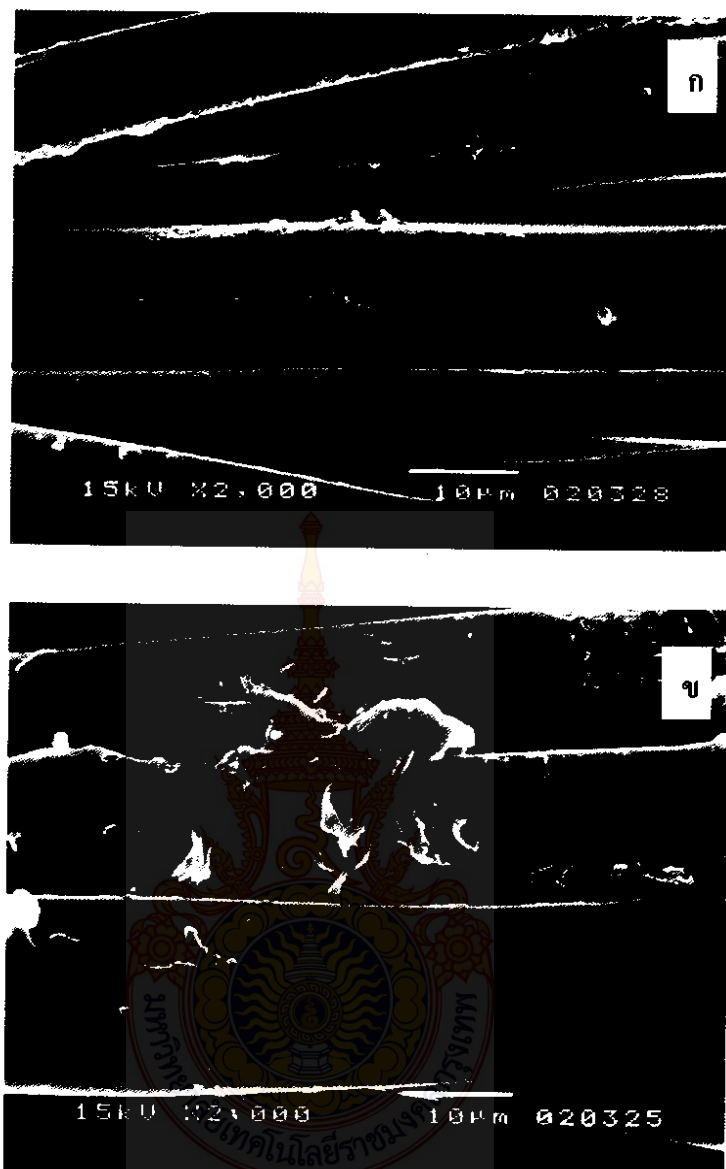
ลักษณะของน้ำสีแอซิดและลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมหลังจากดูดซับสีแอซิด แสดงดังในภาพประกอบที่ 4.8 - 4.9



ภาพประกอบที่ 4.8 ลักษณะของน้ำสีแอซิดหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

0 = สารละลายสีแอซิดเริ่มต้น

1 – 6 = สารละลายสีแอซิดหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่มีร้อยละความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50, 60 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 4.9 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมหลังจากการดูดซับสีแอซิด

- ก. ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
 - ข. ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
- ความเข้มข้นร้อยละ 60 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อความเข้มข้นของไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ใช้ในการปรับปรุงผ้าไหมเพิ่มขึ้น น้ำสีที่เหลือภายหลังจากการดูดซับด้วยผ้าไหมมีลักษณะใส ส่วนลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอ-

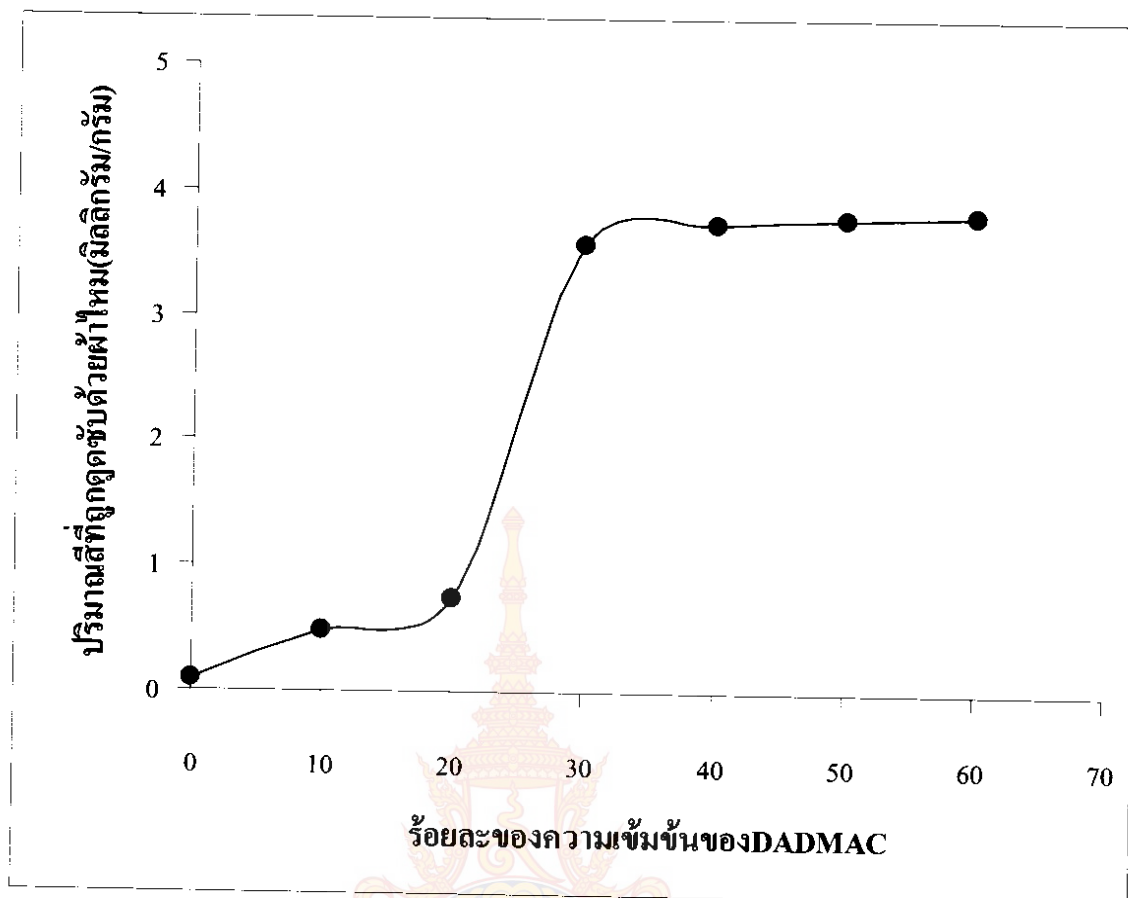
ไรด์กับผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ภายหลังจากการดูดซับสีแอซิดแตกต่างกัน

4.3.2.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 – 60 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 120 นาที ถูกนำมาศึกษาหาปริมาณสีที่ถูกดูดด้วยสีรีแอกทีฟที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพประกอบที่ 4.10 - 4.11

ตารางที่ 4.6 สมดุลการดูดซับสีรีแอกทีฟ (qe) และร้อยละของสีที่ถูกดูดซับทั้งหมดของผ้าไหม

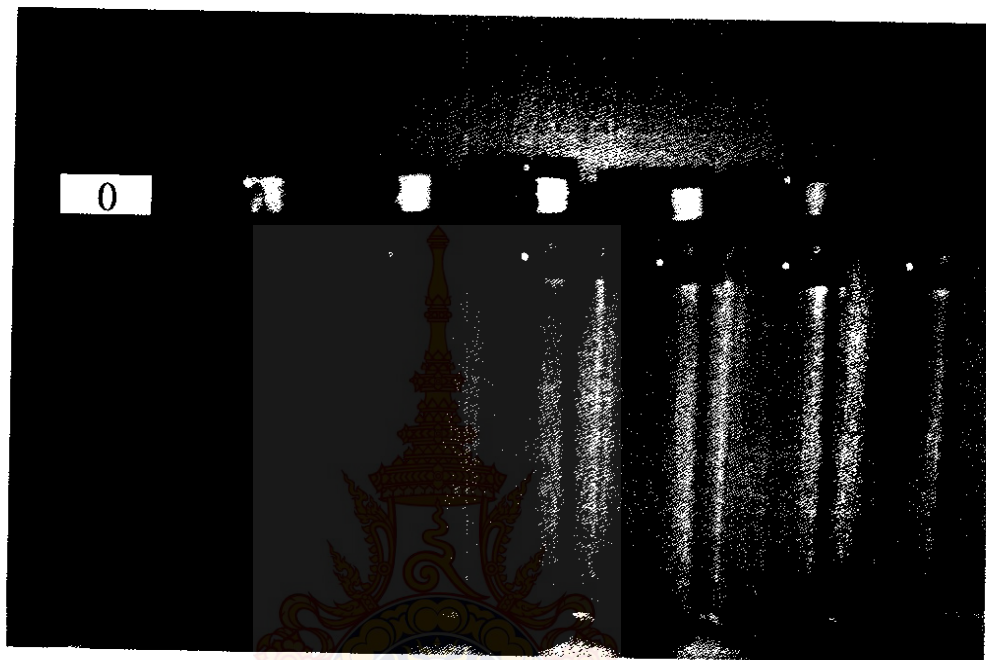
ร้อยละความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์	ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)
0	0.09
10	0.48
20	0.75
30	3.57
40	3.74
50	3.78
60	3.82



ภาพประกอบ 4.10 การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าใหม่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลจากการศึกษาพบว่า การดูดซับสีรีแอกทีฟเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับสีแอซิดซึ่งเพิ่มจาก 0.48 มิลลิกรัม / กรัม เป็น 3.82 มิลลิกรัม / กรัม ในทำนองเดียวกัน การดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าใหม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผ้าใหม่ถูกปรับปรุงด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ทำให้ผ้าใหม่มีประจุบวกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากลักษณะพื้นผิวของผ้าใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์(ภาพประกอบที่ 4.3) ปรากฏกลุ่มของพอลิไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่พื้นผิวของเส้นใยไหม กลุ่มพอลิเมอร์เหล่านี้ทำให้ผ้าใหม่ดูดซับสีรีแอกทีฟที่มีประจุลบได้ดี นอกจากนี้สีที่เหลืออยู่หลังจากการดูดซับด้วยผ้าใหม่มีลักษณะใส ดังนั้นการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าใหม่จึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์และการปรับปรุงผ้าใหม่ด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 60

(น้ำหนัก / ปริมาตร) ทำให้ผ้าไหมมีการดูดซับสีรีแอกทีฟสูงสุดที่ 3.82 มิลลิกรัม / กรัม แต่ความเข้มข้นร้อยละ 30 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ผ้าไหมมีการดูดซับสีแอซิดที่ 3.57 มิลลิกรัม / กรัม ซึ่งในทางสถิติเป็นความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ



ภาพประกอบที่ 4.11 ลักษณะของน้ำสีรีแอกทีฟหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

0 = สารละลายสีรีแอกทีฟ

1 – 6 = สารละลายสีรีแอกทีฟหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่มีร้อยละความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50, 60 ตามลำดับ

4.3.3 อิทธิพลของ เอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์

4.3.3.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีต่อการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง

ผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (MBAM) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 – 0.9 (น้ำหนัก / ปริมาตร) ถูกนำมาศึกษาสมบัติการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่อุณหภูมิ 80°C ระยะเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพประกอบที่ 4.12

ตารางที่ 4.7 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับ เอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ชนิดของผ้าไหม	ร้อยละของ ความเข้มข้น ของ MBAM	ปริมาณสีแอซิดที่ถูก ดูดซับด้วยผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)	ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูก ดูดซับด้วยผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)
ผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุง	0	1.7000	0.1365
ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง ด้วย MBAM	0.3	2.5800	0.1700
	0.6	2.7700	0.2247
	0.9	2.6400	0.2835

การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ จึงเกิดจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่เอไมด์ของเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์กับโมเลกุลของสีแอซิด ดังนั้น เอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.8

ส่วนการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ เอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์เพิ่มขึ้น โดยการดูดซับสีเพิ่มขึ้นจาก 0.1700 เป็น 0.2835 เมื่อความเข้มข้นของ เอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.3 เป็น 0.9 (น้ำหนัก / ปริมาตร) การดูดซับสีเพิ่มขึ้นเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่เอไมด์กับโมเลกุลของสีรีแอกทีฟ เช่นเดียวกันกับสีแอซิด ดังนั้น ความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.5

4.3.3.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ร่วมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง

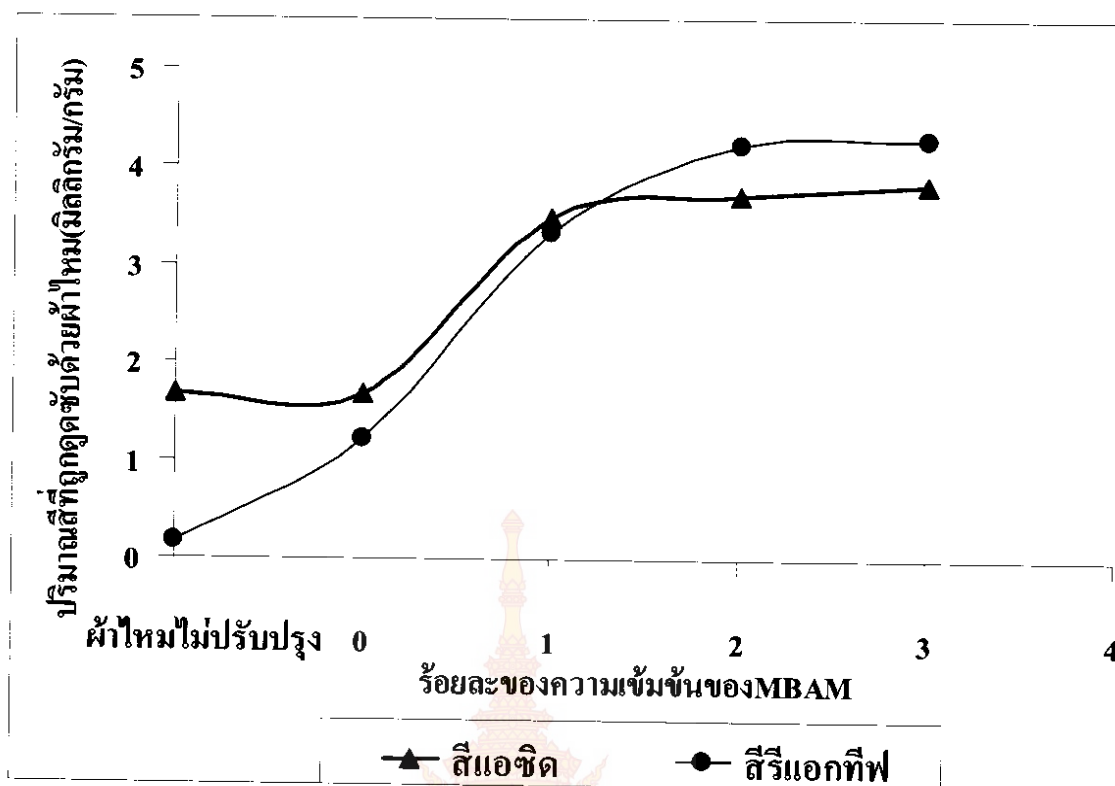
ผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ร่วมกับเอ็น, เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0-3 โดยน้ำหนักของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ถูกนำมาศึกษาสมบัติการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพประกอบที่ 4.13

ตารางที่ 4.8 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอล-ลิวโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ร่วมกับเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละของDADMAC	ร้อยละของMBAM	ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับของผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)	ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหม (มิลลิกรัม / กรัม)
0*	0*	1.67	0.17
20	0	1.68	1.22
20	1	3.50	3.34
20	2	3.72	4.24
20	3	3.83	4.29

*ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง





ภาพประกอบ 4.13 ปริมาณสีแอซิดและสีรีแอคทีฟที่ถูกดูดซับของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย ไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ร่วมกับเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลจากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงผ้าไหมด้วยเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ ร่วมกับ ไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้ผ้าไหมดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ เพิ่มขึ้น การดูดซับสีแอซิดเพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มคงที่เมื่อใช้เอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 (โดยน้ำหนักของไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์)

การใช้ เอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ ร่วมกับไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงเป็นผลของสถานะเสริมซึ่งกันและกัน(synergistic effect) กลไกของการเกิดสถานะเสริมซึ่งกันและกัน คือ การใช้มอนอเมอร์ร่วมกัน 2 ชนิด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราของการเกิดปฏิกิริยาในระหว่างการกราฟท์ ซึ่งเกิดจากการเกิดสารเชิงซ้อน(complex function) ในระหว่างการทำปฏิกิริยา คือ เมื่อมอนอเมอร์ชนิดหนึ่งแพร่เข้าไปในเส้นใยจะทำให้มอนอเมอร์อีกชนิดหนึ่งในสารเชิงซ้อนแพร่เข้าไปในเส้นใยด้วย มอนอเมอร์แต่ละชนิดจึงทำปฏิกิริยาได้เพิ่มมากขึ้น

เกิดการเติบโตของโซ่พอลิเมอร์มากขึ้น และลดการเกิดไฮโมพอลิเมอร์ (Lokhande and Teli. 1984: 1847 – 1848)

เอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ เป็นไวนิลมอนอเมอร์ที่มีหมู่ไวนิล ($\text{CH}_2 = \text{CH}$) 2 หมู่ อยู่ในโมเลกุล ซึ่งแตกต่างจากมอนอเมอร์ชนิดอื่น ๆ โครงสร้างทางเคมีของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ มีลักษณะ ดังนี้



ปลายทั้งสองด้านของหมู่ไวนิลสามารถทำปฏิกิริยากับ ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ได้ ทำให้เกิดการเติบโตของโซ่กราฟท์มากขึ้น ผ้าไหมจึงดูดซับสีแอซิดได้เพิ่มขึ้นโดยการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างประจุลบในโมเลกุลของสีแอซิดกับประจุบวกของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์และการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสีกับหมู่เอไมด์ ($-\text{CO} - \text{NH} -$) ของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ และโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยไหม ดังนั้น การใช้เอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับ ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมได้มากขึ้น

ส่วนการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมพบว่าการทำปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ กับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้ผ้าไหมดูดซับสีรีแอกทีฟเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร้อยละ 1 (โดยน้ำหนักของไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) การดูดซับสีรีแอกทีฟเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการดูดซับสีรีแอกทีฟเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และคงที่ที่ความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร้อยละ 2 (โดยน้ำหนักของไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) การดูดซับสีรีแอกทีฟที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดสถานะเสริมซึ่งกันและกันจากการใช้มอนอเมอร์ทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยาร่วมกันในการปรับปรุงผ้าไหมซึ่งอธิบายได้ทำนองเดียวกันกับสีแอซิด ดังนั้น การใช้เอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมได้มากขึ้น

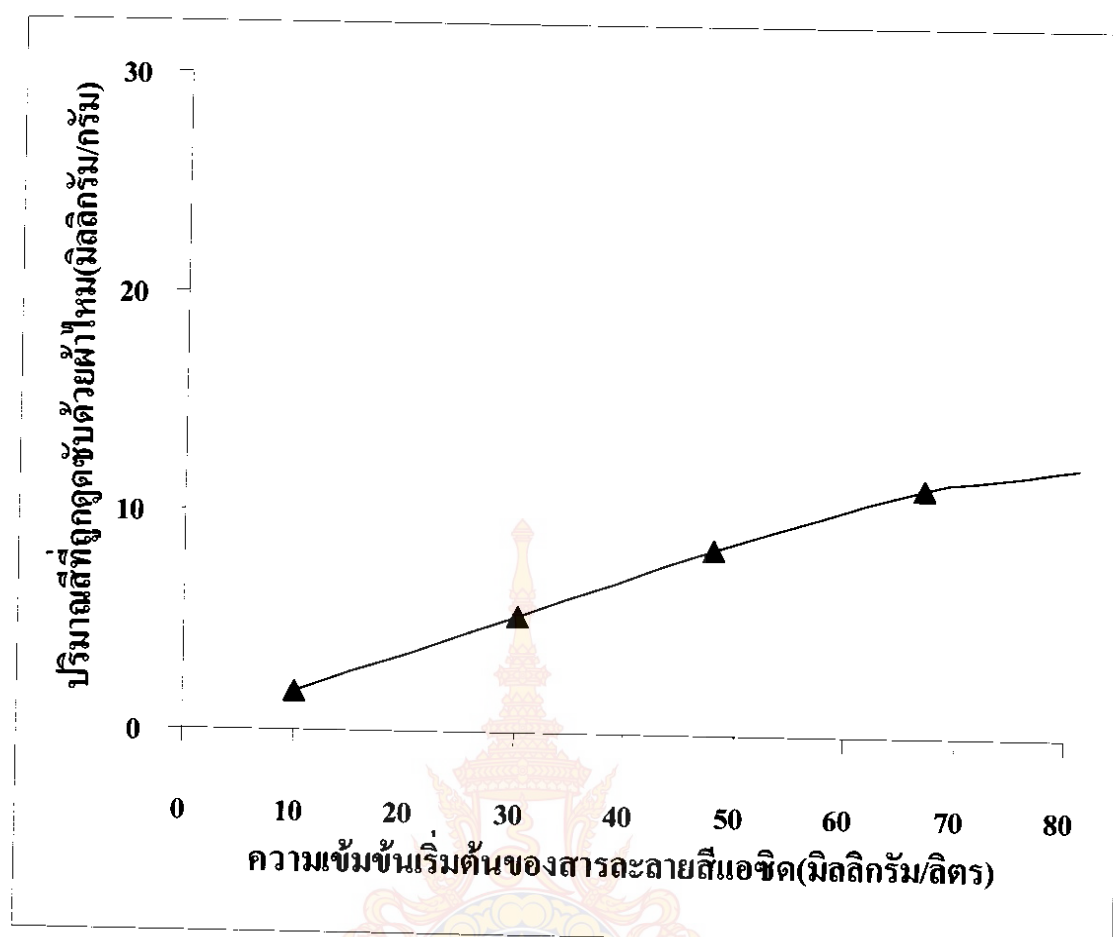
4.3.4 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

4.3.4.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิคโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยาและเอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 นาที ถูกลำมาศึกษาสมบัติการดูดซับสีแอซิด ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพประกอบที่ 4.14

ตารางที่ 4.9 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิคโคเมทิล-แอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีแอซิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด (มิลลิกรัม / ลิตร)	ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหม (มิลลิกรัม/กรัม)
10.07	1.72
30.23	5.28
48.11	8.46
67.08	11.34
86.35	13.10
115.5	19.29
137.93	17.52



ภาพประกอบ 4.14 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีแอซิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

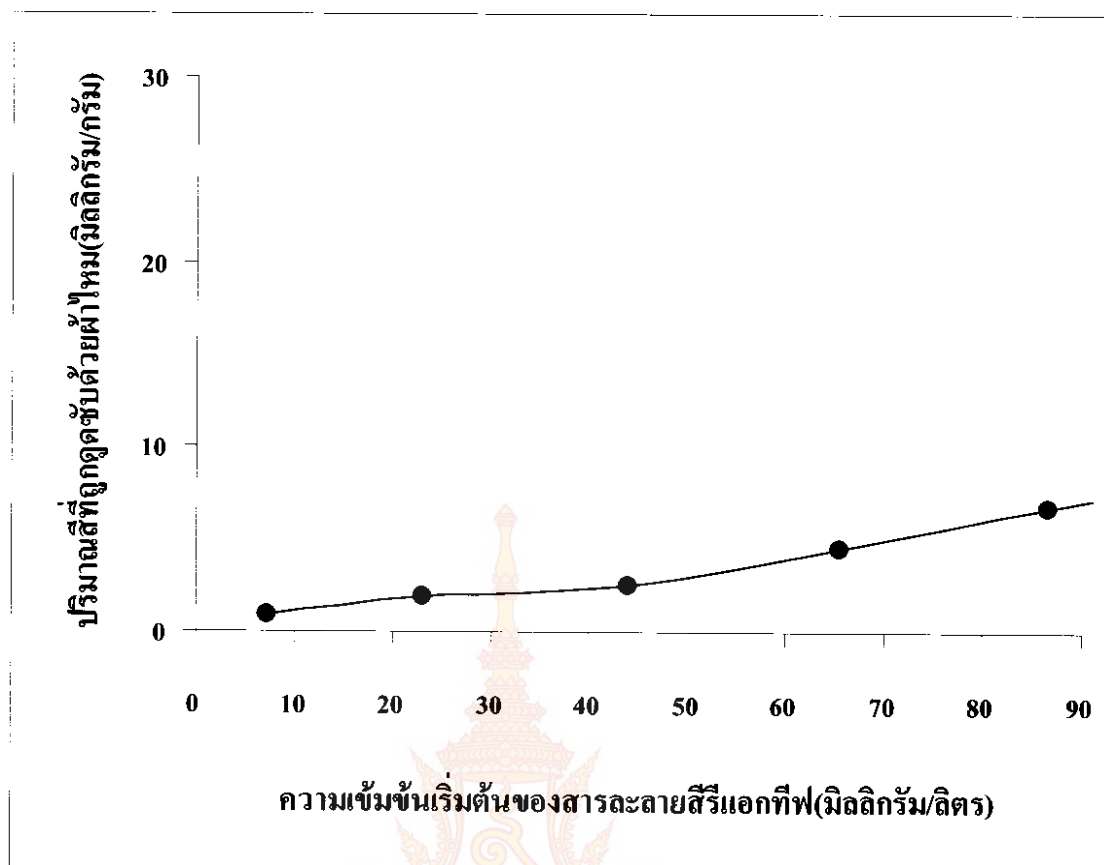
ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดเพิ่มขึ้น การดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้น และเข้าสู่สมดุลของการดูดซับ ผลการศึกษานี้คล้ายคลึงกับการศึกษาของวิกเกอร์สตาฟฟ์ (Vickerstaff. 1950: 324) ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับบนผ้าไหมจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิด ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดจึงมีบทบาทสำคัญต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

4.3.4.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยาและเอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 นาที ถูกนำมาศึกษาสมบัติการดูดซับสีรีแอกทีฟ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.10 และภาพประกอบที่ 4.15

ตารางที่ 4.10 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายสีรีแอกทีฟที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ (มิลลิกรัม / ลิตร)	ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วย ผ้าไหม(มิลลิกรัม/กรัม)
7.17	0.92
23.09	1.95
43.96	2.53
65.37	4.50
86.67	6.77
105.80	8.65
121.80	8.73



ภาพประกอบ 4.15 ปริมาณซิลเวอร์ไนเทรตที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดเอทิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ในสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตเพิ่มขึ้น การดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตบนผ้าไหมเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ หลังจากนั้น การดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตของผ้าไหมเริ่มคงที่ การดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้น เนื่องจาก เมื่อความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตเพิ่มขึ้น จำนวนโมเลกุลของซิลเวอร์ไนเทรตที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมมีปริมาณมากขึ้น แต่เมื่อความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง ซึ่งการดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตของผ้าไหมไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดภาวะสมดุลของการดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตที่ผ้าไหมอยู่ในภาวะอิ่มตัวของซิลเวอร์ไนเทรต จึงไม่สามารถดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตจึงมีผลต่อการดูดซับซิลเวอร์ไนเทรตของผ้าไหม

4.2.6 การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

การปรับปรุงผ้าไหมด้วยแคตไอออนิกพอลิเมอร์ เพื่อปรับปรุงสมบัติการดูดซับสี ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน เป็นสารเร่ง การวิเคราะห์ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ผลการวิเคราะห์แสดงดังในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

สารเคมี	ราคาสารเคมี	ปริมาณสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา	ราคาต้นทุน / ปริมาณสารที่ใช้ (บาท)
ไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์	3,200 บาท / 500 มล	1,136.15 มล	7,271.36
โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต	2,200 บาท / 250 กรัม	23.791 กรัม	209.36
เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน	1,000 บาท / 100 มล	30.698 มล	306.98

อัตราส่วนระหว่าง ของเหลว: ผ้าไหม (L : R = 50 : 1)

ไคแอลลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

ขนาดผ้าไหม กว้าง 102 เซนติเมตร x ยาว 100 เซนติเมตร มีพื้นที่เท่ากับ 10,200 ตารางเซนติเมตร

น้ำหนัก ผ้าไหม 73.848 กรัม

ปริมาณของเหลวที่ใช้ $73.848 \times 50 = 3,692.40$ มิลลิลิตร หรือ 3.6924 ลิตร

ผลจากการปรับปรุงผ้าไหมด้วยแคตไอออนิกพอลิเมอร์ เพื่อปรับปรุงสมบัติการดูดซับสี
ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไคแอลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 120
นาที มีราคาต้นทุนของการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เท่ากับ
7,787.70 บาท หรือราคาต้นทุนของการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลิลโคเมทิลแอมโมเนียมคลอ-
ไรด์ มีค่าเท่ากับ 76.35 บาท / 100 ตารางเซนติเมตร



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการปรับปรุงผ้าไหมด้วยเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คือ พอลิไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น' - เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารเร่งปฏิกิริยา ตามลำดับ ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงถูกนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซับสีแอซิดและสียรีแอกทีฟของผ้าไหม สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ใช้ระยะเวลาในการเปียกน้ำทั่วผืนได้เร็วกว่าผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง
2. ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิห้อง ยังคงมีความมันเงา และอ่อนนุ่มแต่จะมีสีเหลืองอ่อน ๆ ตามความเข้มข้นของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ส่วนลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงปรากฏกลุ่มของพอลิเมอร์ปกคลุมบนเส้นใยซึ่งแสดงถึง การเกิดปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยไหมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งมีความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยา
3. ผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มีอัตราการดูดซับสีแอซิดและสียรีแอกทีฟเข้าสู่สมดุลที่เวลา 150 นาที
4. ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีผลต่อการดูดซับสีแอซิดและสียรีแอกทีฟได้สูงสุดของผ้าไหม เมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 120 นาที
5. ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มีอัตราการดูดซับสีแอซิดและสียรีแอกทีฟสูงสุด เมื่อใช้ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 (น้ำหนัก / ปริมาตร)
6. เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม โดยการใช้เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับ ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีผลต่อสถานะเสริมซึ่งกันและกัน ซึ่งทำให้ผ้าไหมดูดซับสีแอซิดและสียรีแอกทีฟเพิ่มขึ้น
7. ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม คือ ระยะเวลาในการสัมผัสระหว่างผ้าไหมกับสารละลายสี ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์และความเข้มข้นของสารละลายสี

8. ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ของผ้าไหมขนาด กว้าง 102 ซม. x ยาว 100 ซม. เท่ากับ 7,635 บาท / 1 ตารางเมตร

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการดูดซับสีแอซิดและสียรีเอกทีฟที่มีโครงสร้างทางเคมีชนิดอื่น เช่น โครงสร้างแอนทราควินโนน โครงสร้างสควีน เป็นต้น
2. ศึกษาการย้อมสีแอซิดและสียรีเอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์ เพื่อศึกษาว่าพอลิเมอร์ที่ใช้มีผลกับสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการย้อมหรือไม่
3. การปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้การดูดซับสีแอซิดและสียรีเอกทีฟของผ้าไหมดีขึ้น ซึ่งเกิดผลดีต่อสถานะแวดล้อมแต่ในเชิงเศรษฐศาสตร์อาจไม่คุ้มค่า



บรรณานุกรม

- กรมเศรษฐกิจพาณิชย์. 2550. “สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.moc.go.th>. (วันที่สืบค้น 5 มกราคม 2550).
- กระทรวงอุตสาหกรรม,กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน. 2542. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมฟอกย้อม**. กรุงเทพฯ:ม.ป.ท.
- เกรียงไกร ทรศณีย์กุลกิจ. 2550. การปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าฝ้าย. ปรินญา นิพนธ์ปรินญาบัณฑิต. คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ
- จุฑารัตน์ ประชาญาวรากรณ์ และ สถิตา บุญโสม. 2545. “สมบัติทางกายภาพของเส้นใย หลังลอกขาว” วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. : 1 – 9.
- จุฑารัตน์ ประชาญาวรากรณ์ และ วัฒนา กล้ายรัศมี. 249. “Dyeing properties of bombyx mori silks grafted with methyl methacrylate and methacrylamide” **Journal of Applied Polymer Science**. 100: 1169 – 1175.
- จุฑารัตน์ ประชาญาวรากรณ์ และ คณะ. 2550. “Physical, chemical and dyeing properties of bombyx mori silks grafted by 2 – hydroxyethyl methacrylate and methyl methacrylate” **Journal of Applied Polymer Science**. 106: 1526 – 1534.
- ณัฐเวช วิทยสุทธาพร และ รุ่งนภา สุกใส. 2549. การปรับปรุงสมบัติของผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยพอลิเมอร์. ปรินญานิพนธ์ปรินญาบัณฑิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- นฤมล สิริทรรณ. 2548. “การย้อมสีเส้นไหม” **Colourway**. 10, 57(มีนาคม-เมษายน): 32.
- มินากาวะ โมโตอิ. 2530. **วิทยาการไหมเล่ม 1**. แปลโดย เข้มชัย เหมะจันทร์ และ เออีอิชิ คาวาอิ. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการค้าส่งออก.
- วารุณี ขงสกุลโรจน์. 2543. **เคมีอินทรีย์1**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริรัตน์ จารุจินดา. 2549. “การลอกขาวไหมและการฟอกขาวไหม” **Colourway**. 10, 56 (มกราคม-กุมภาพันธ์): 34.

- อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545. กระบวนการเคมีสิ่งทอ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- Baouab, M.H.V. et al. 2000. "Immobilization of residual dyes onto ion-exchange cellulosic materials" **Journal of Applied Polymer Science**. 77: 171 – 183.
- David, C.G. and Daniel, J.P. 1975. **Fundamentals of Organic Chemistry**. New Jersey: Prentice - Hall
- Freddi, Giuliano., Massafra, Maria, Rosaria., Beretta, Silvia., Shibata, Shizuka., Gotoh, Yoko., Yasui, Hiroe. And Tsukada, Masuhiro. 1996. "Structure and properties of bombyx mori silk fibers grafted with methacrylamide(MAA) and 2 – hydroxyethyl methacrylate(HEMA)" **Journal of Applied Polymer Science**. 60: 1867 – 1876.
- Feughelman, Max. 2001. "Natural protein fibers" **Journal of Applied Polymer Science**. 83: 489 – 507.
- Hebeish, A., Shalaby, S.E. and Bayazeed, A.M. 1981. "H₂O₂ – induced graft polymerization of acrylic acid on poly(ethylene terephthalate) fibers" **Journal of Applied Polymer Science**. 26: 3245 – 3251.
- Interox. n.d. **A Bleachers Handbook**. England: n.p.
- J.Brandrup, E.H. Immergut and E.A. Grulke; editor. 1999. **Polymer Handbook**. volume 2. New Jersey: John Wiley
- Kildal, K., Olafsen, K. and Stori, A. 1992. "Peroxide – initiated grafting of acrylamide onto polyethylene surface" **Journal of Applied Polymer Science**. 44: 1893 – 1898.
- Lokhande, H.T. and Teli, M.D. 1984. "Grafting onto Polyester Fibers IV Synergism During Graft Copolymerization of Binary Mixture of Vinyl Monomers onto Polyester Fibers" **Journal of Applied Polymer Science**. 29, 11(November): 1847-1848.
- Mohamed, H. et al. 2000. "Immobilization residual dye onto ion-exchange cellulosic materials" **Journal of Applied Polymer Science**. 77: 171 – 183.
- Munk, Petr. 1989. **Introduction to macromolecular science**. New York: Wiley
- Sacak, M. and Oflaz, F. 1993. "Benzoyl Peroxide Initiated Graft Copolymerization of Poly(ethylene terephthalate) Fibers with Acrylic Acid" **Journal of Applied Polymer**

- Science.** 50, 10(October): 1909-1916
- Tsukada, Masuhiro. 1988. "Studies on some physical properties and structure characteristic of methyl methacrylate grafted silk fiber" **Journal of Applied Polymer Science.** 135: 965 – 972.
- Tsukada, Masuhiro. 1988. "Structural characteristics of 2 – hydroxyethylmethacrylate(HEMA) / methacrylamide(MAA) – grafted silk fibers" **Journal of Applied Polymer Science.** 35: 2133 – 2140.
- Tsukada, Masuhiro. 1993. "The preparation of poly[N(n – butoxymethyl)methacrylamide]grafted silk fibers by polymerization using a low pH system " **Journal of Applied Polymer Science.** 48: 1409 – 1416.
- Tsukada, Masuhiro. 1993. "Physical properties of silk fibers grafted with a binary mixture of styrene and n – butyl methacrylate " **Journal of Applied Polymer Science.** 49: 1565 – 1571.
- Tsukada, Masuhiro. 1993. "Structural analysis of methyl methacrylate – grafted silk fibers" **Journal of Applied Polymer Science.** 50: 885 – 890.
- Tsukada, Masuhiro. 1998. "Grafting of vinyl monomers onto silk using redox systems. Yellowing of silk " **Journal of Applied Polymer Science.** 69: 239 – 246.
- Tsukada, Masuhiro. 2001. "Grafting vinyl monomers onto silk (bombyx mori) using different initiators: properties of grafted silk " **Journal of Applied Polymer Science.** 81: 1401 – 1409.
- Vickerstaff, T. 1950. **The Physical Chemistry of Dyeing.** London: Oliver and Boyd.
- Zhou, Wen-Jing, Yao, Ke-Jun and Kurth M.J. 1997. "Studies of crosslinked poly(AMMSAS-AA) gels. II effects of polymerization conditions on the water absorbency" **Journal of Applied Polymer Science.** 64: 1012.



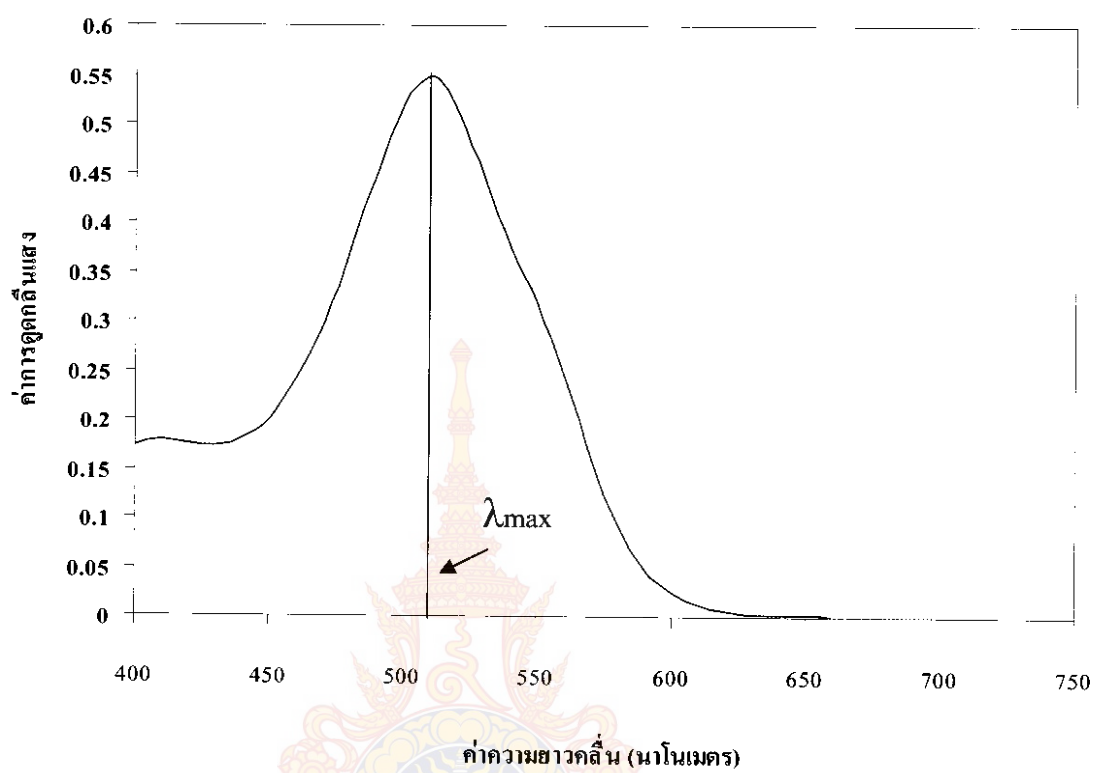
ภาคผนวก ก

การเตรียมกราฟมาตรฐานของสี่แฉก

ค่าความยาวคลื่นสูงสุดของสีแอซิดศึกษาโดยการเตรียมสารละลายสีแอซิดที่ความเข้มข้น
20 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร

ตารางที่ 1 ค่าความยาวคลื่นของสีแอซิด C.I. Acid Red 447 Monoazo ที่ความยาวคลื่น 400 – 700
นาโนเมตร

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
400	0.174	560	0.241
410	0.179	570	0.159
420	0.175	580	0.094
430	0.174	590	0.049
440	0.181	600	0.024
450	0.199	610	0.012
460	0.241	620	0.006
470	0.298	630	0.003
480	0.376	640	0.002
490	0.451	650	0.002
500	0.520	660	0.001
510	0.550	670	0.001
520	0.511	680	0.001
530	0.442	690	0.001
540	0.374	700	0.001
550	0.318		

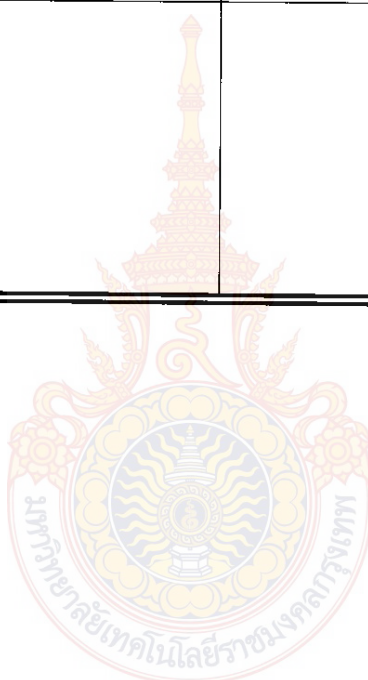


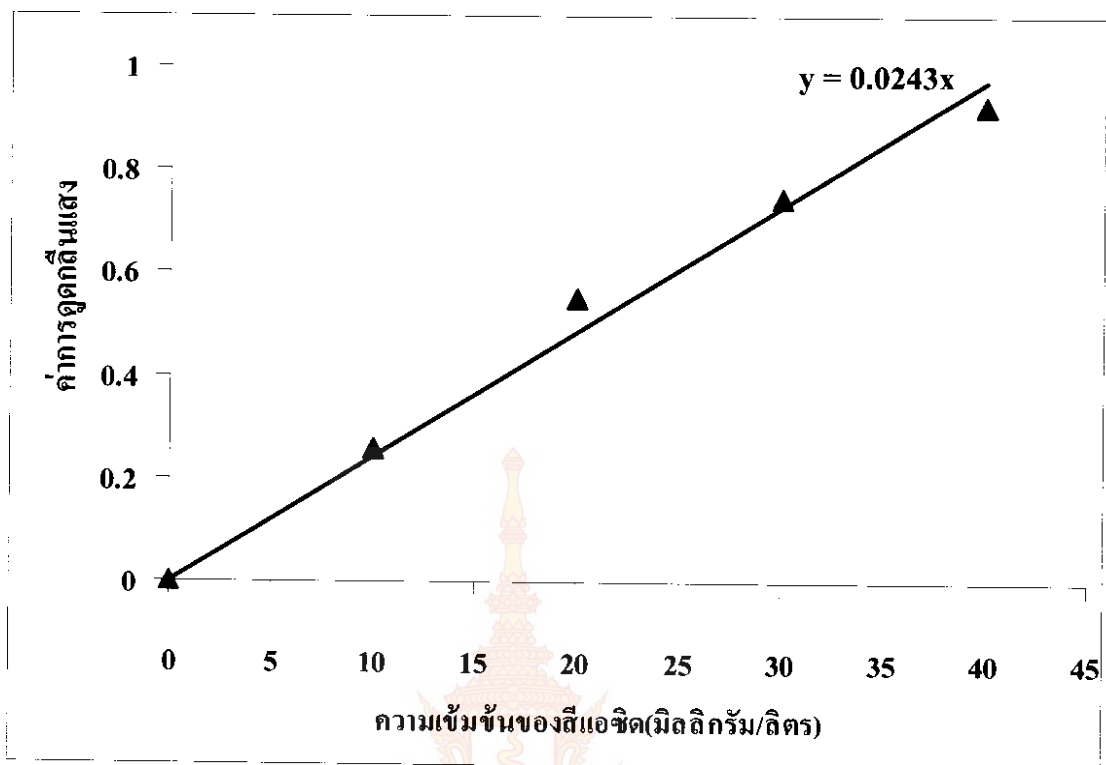
ภาพประกอบที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีแดง C.I. Acid Red 447 Monoazo

การสร้างกราฟมาตรฐานของสีแอซิดศึกษาโดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น
10 – 40 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (510 นาโนเมตร)

ตารางที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (510 นาโนเมตร) ของสีแอซิด C.I. Acid Red
447 Monoazo ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0
10	0.258
20	0.550
30	0.745
40	0.924





ภาพประกอบที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายสีแอซิด C.I. Acid Red 447 Monoazo



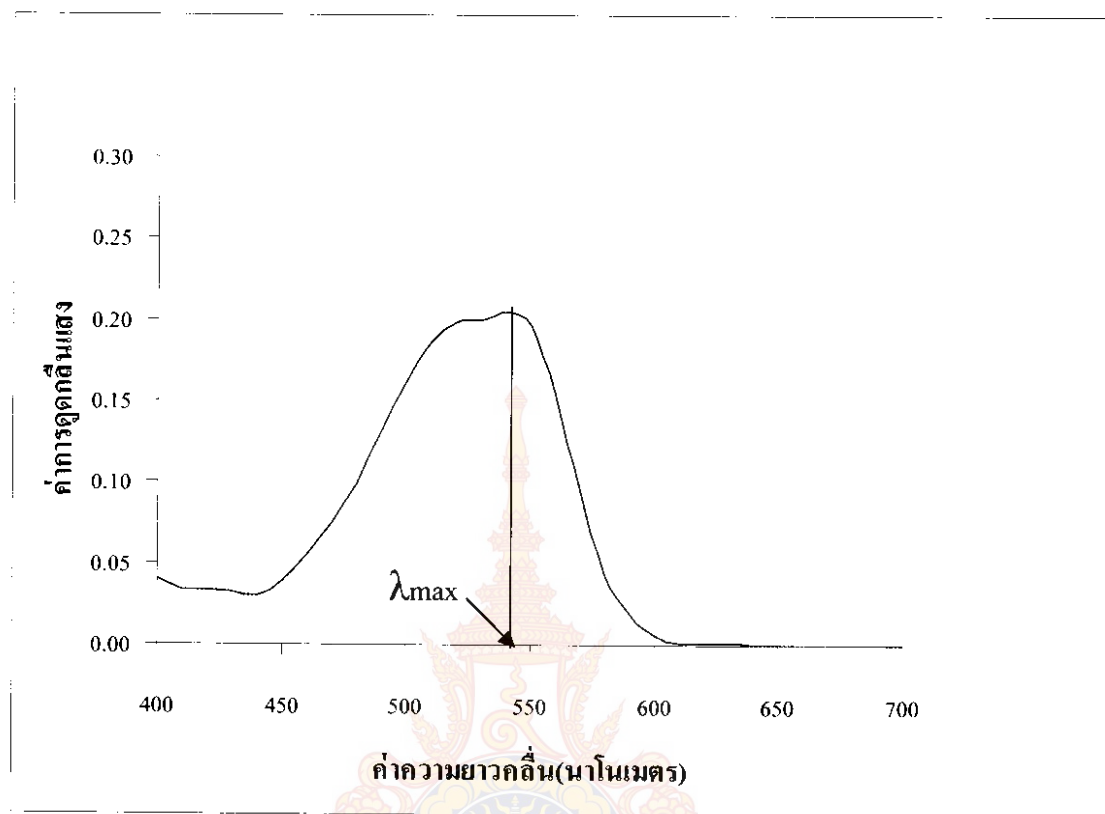
ภาคผนวก ข

การเตรียมกราฟมาตรฐานของสรีรเอกทีฟ

ค่าความยาวคลื่นสูงสุดของสีย้อมเอกทีฟศึกษาโดยการเตรียมสารละลายสีย้อมเอกทีฟที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร

ตารางที่ 1 ค่าความยาวคลื่นของสีย้อมเอกทีฟ C.I. Reactive Red 195 Monoazo ที่ความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
400	0.04	560	0.154
410	0.034	570	0.096
420	0.033	580	0.044
430	0.032	590	0.018
440	0.03	600	0.006
450	0.039	610	0.001
460	0.055	620	0.001
470	0.075	630	0.001
480	0.099	640	0
490	0.131	650	0
500	0.161	660	0
510	0.186	670	0
520	0.198	680	0
530	0.200	690	0
540	0.204	700	0
550	0.196		



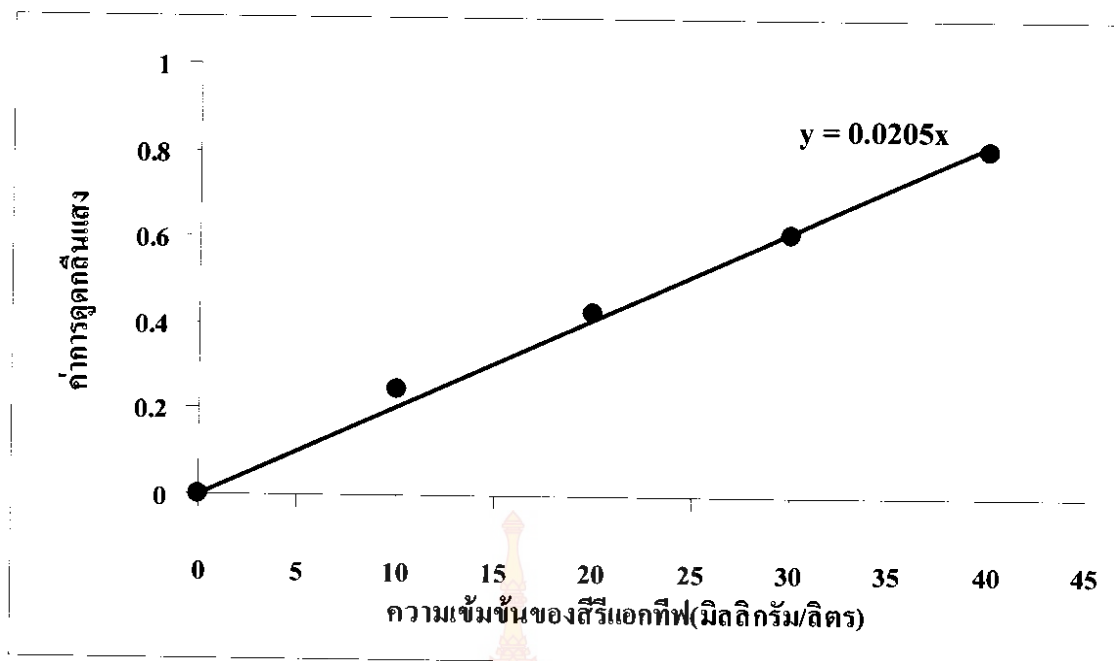
ภาพประกอบที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีรีแอคทีฟ C.I. Reactive Red 195 Monoazo

การสร้างกราฟมาตรฐานของสีรีแอทีฟศึกษาโดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น
10 – 40 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (540 นาโนเมตร)

ตารางที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (540 นาโนเมตร) ของสีรีแอทีฟ C.I.Reactive
Red 195 Monoazo ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0
10	0.245
20	0.426
30	0.608
40	0.807





ภาพประกอบที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายสีย้อม C.I. Reactive Red 195 Monoazo



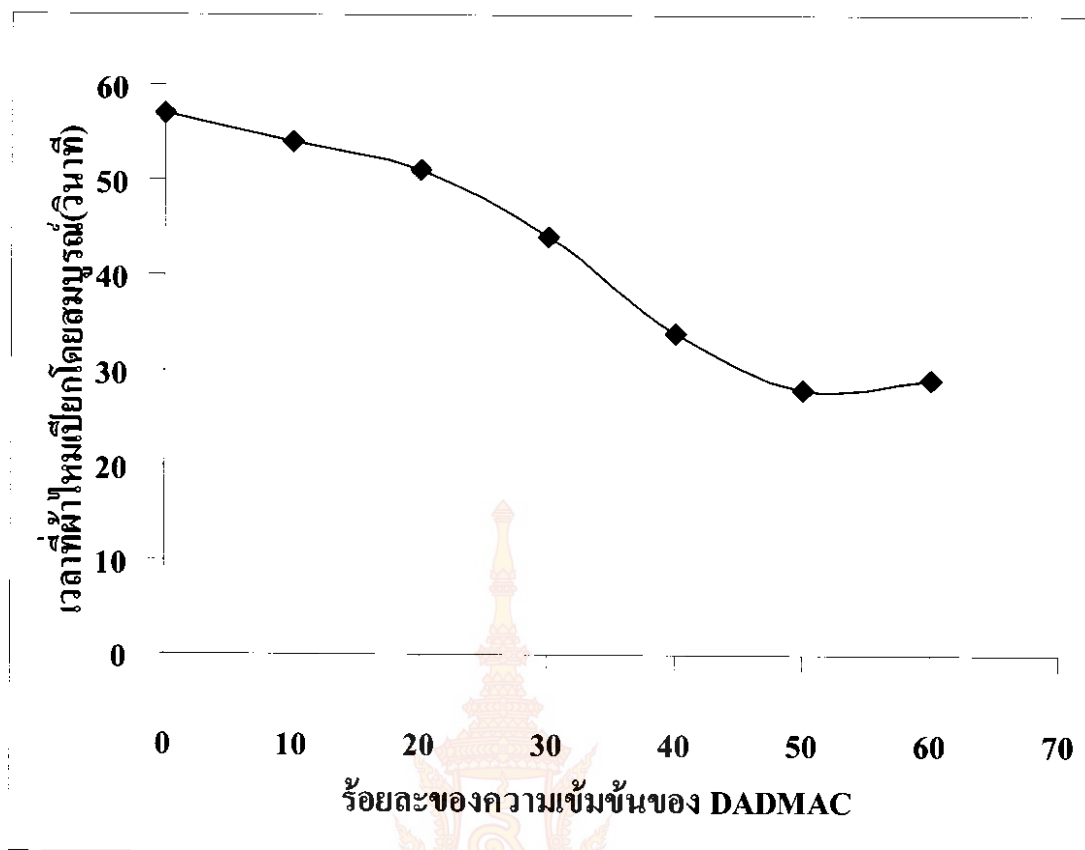
ภาคผนวก ค
การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำ



ตารางที่ 1 การตรวจสอบความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าไหม

ร้อยละของความ เข้มข้นของ DADMAC	เวลาที่ผ้าไหมเปียกโดยสมบูรณ์(วินาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	70	49	52	57
10	65	50	47	54
20	58	60	36	51
30	43	40	50	44
40	30	40	32	34
50	23	35	27	28
60	28	29	30	29





ภาพประกอบที่ 1 เวลาที่ผ้าไหมถูกทำให้เปียกโดยสมบูรณ์ของผ้าไหมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC และที่ผ่านการปรับปรุงด้วย DADMAC ที่ร้อยละความเข้มข้นต่าง ๆ

ภาคผนวก ง

มาตรฐาน AATCC TEST METHOD 43-1989



Wetting Agents for Mercerization

Developed in 1941 by AATCC Committee RAB; revised 1945, 1952; reaffirmed 1971, 1974, 1977, 1980, 1985, 1989; editorially revised 1986, 1991.

1. Purpose and Scope

1.1 This test method is applicable only to the evaluation of wetting agents in caustic soda of mercerizing concentration.

2. Principle

2.1 A one-inch long bundle of cotton yarn composed of 120 ends is carefully dipped onto the surface of a test solution and the time for complete wetting of all ends is determined.

3. Terminology

3.1 wetting agent, *n.*—a chemical compound, which when added to water lowers both the surface tension of the liquid and its interfacial tension against the solid material.

4. Safety Precautions

NOTE: These safety precautions are for information purposes only. The precautions are ancillary to the testing procedures and are not intended to be all inclusive. It is the user's responsibility to use safe and proper techniques in handling materials in this test method. Manufacturers MUST be consulted for specific details such as material safety data sheets and other manufacturer's recommendations. All OSHA standards and rules must also be consulted and followed.

4.1 Good laboratory practices should be followed. Wear safety glasses in all laboratory areas.

4.2 All chemicals should be handled with care. Use chemical goggles or face shield, impervious gloves and an impervious apron during dispensing and mixing of sodium hydroxide.

4.3 An eyewash/safety shower should be located nearby and a self-contained breathing apparatus should be readily available for emergency use.

4.4 Exposure to chemicals used in this procedure must be controlled at or below levels set by governmental authorities (e.g., Occupational Safety and Health

Administration's [OSHA] permissible exposure limits [PEL] as found in 29 CFR 1910.1000 of January 1, 1989). In addition, the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Values (TLVs) comprised of time weighted averages (TLV-TWA), short term exposure limits (TLV-STEL) and ceiling limits (TLV-C) are recommended as a general guide for air contaminant exposure which should be met (see 9.2).

5. Apparatus and Materials

- 5.1 Beakers, 250 mL.
- 5.2 Mohr measuring pipettes (0.1 graduation), 1 or 2 mL.
- 5.3 Volumetric transfer pipettes, 100 mL.
- 5.4 Stop watch
- 5.5 Scissors
- 5.6 Ruler
- 5.7 Cotton yarn, greige (unboiled), 40/2 combed Pecher, preferably in form of chain warp or skein (see 9.1).
- 5.8 Standard mercerizing penetrant against which comparisons can be made.
- 5.9 Mercerizing caustic soda with a specific gravity of 48–52% Tw (271–299 g NaOH per liter of soln). Allow to stand several hours (until clear) after preparation.
- 5.10 Log-log co-ordinate paper No. 46-7083 from Keuffel & Esser Co., or No. 340-L21 from Eugene Dietzgen Co.

6. Procedure

6.1 Into each of three 250 mL beakers measure out 100 mL of the mercerizing caustic soda solution at $26 \pm 3^\circ\text{C}$ ($78 \pm 5^\circ\text{F}$). Pipette into one beaker 0.75 mL into the next 1.00 mL and into the third beaker 1.25 mL of the mercerizing penetrant using a suitable small pipette. Mercerizing wetting agents all seem to be liquids. Stir the contents of each beaker until the penetrant is completely dissolved in the caustic soda. These solutions are allowed to stand until all air bubbles have risen to the surface. It should be particularly noticed if the penetrant remains well dispersed or dissolved because the separation of an immiscible layer on the surface would entirely vitiate the results and give false values.

6.2 From the gray (unboiled), 40/2, combed Pecher cotton yarn, cut a bundle

of 120 parallel ends, one inch in length. This bundle of yarn ends is dropped carefully onto the surface of one of the caustic solutions of penetrant, and the time required for complete wetting of all the ends is noted with a stop watch. The average of five determinations is taken as the sinking time for that concentration.

6.3 In like manner the average sinking time is determined at the other two concentrations for the penetrant under test. Then the average sinking times for the Standard at the same three concentrations are determined by the same procedure.

7. Evaluation

7.1 The three average sinking times to the nearest tenth second for the product under test and for the Standard are plotted as ordinates on log-log co-ordinate paper against concentrations of wetting agent in milliliters per 100 mL of caustic soda solution. Straight lines should be obtained when the points are joined.

7.2 The number of milliliters of product under test which are required to give the same wetting time as 1 mL of Standard is read from the plot. If the product is either too efficient or too inefficient to obtain a comparison within the range of the volumes already employed, then either a smaller (0.5 mL) or a larger (2.0 or 2.5 mL) volume of the product must be tested. Making the assumption that the Standard and the product are reasonably the same in specific gravity, the same wetting effect as 100 parts of Standard is obtained from the following formula:

$x = 100 v$, where

x = parts of product being tested which are equivalent to 100 parts of Standard and

v = volume of product in milliliter to give same wetting times as 1 mL of Standard.

8. Precision and Bias

8.1 Precision and bias of this test method are being established.

9. Notes

9.1 Available from Textfabrics Inc., P.O. Box 420, Middlesex NJ 08846.

9.2 Available from Publications Office, ACGIH, 6500 Glenway Ave., Building D-5, Cincinnati OH 45211.

ภาคผนวก จ

การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด (มิลลิกรัม/ลิตร) (C_0)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
22.63	22.63	22.63	22.63

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือภายหลังจากการถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่เวลาต่างๆ

เวลา(นาทื)	ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_t)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่1	ครั้งที่1	ครั้งที่1	
0	22.63	22.63	22.63	22.63
10	16.63	16.75	16.58	16.65
20	12.02	16.34	17.12	15.16
30	14.24	14.28	14.53	14.35
60	13.13	13.05	13.00	13.06
90	11.15	11.19	11.32	11.22
120	10.74	10.95	10.78	10.82
150	6.95	7.37	6.83	7.05
180	6.75	6.83	6.91	6.83

ตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือกับความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด (C_t/C_0) เมื่อถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่เวลาต่างๆ

เวลา (นาทีก)	C_0 (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t/C_0
0	22.63	22.63	1.00
10	22.63	16.65	0.74
20	22.63	15.16	0.67
30	22.63	14.35	0.63
60	22.63	13.06	0.58
90	22.63	11.22	0.50
120	22.63	10.82	0.48
150	22.63	7.05	0.31
180	22.63	6.83	0.30

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลทิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่างๆ

เวลา(นาทีก)	ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C_t)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
10	16.09	16.13	16.17	16.13
20	15.10	15.19	15.14	15.14
30	13.54	13.21	13.99	13.58
60	8.97	10.25	10.21	9.81
90	5.80	6.71	5.93	6.15
120	6.58	6.71	6.54	6.61
150	5.60	5.68	5.43	5.57
180	6.21	6.09	5.23	5.84

2. การหาระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_0)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
19.51	19.46	19.37	19.45

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากการถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่เวลาต่างๆ

เวลา(นาทื)	ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_t)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	19.51	19.51	19.51	19.51
10	18.69	17.94	18.69	18.44
20	16.84	17.15	17.44	17.14
30	18.86	19.27	19.66	19.26
60	19.07	19.07	19.17	19.10
90	18.29	18.70	19.09	18.69
120	16.59	17.37	16.98	16.98
150	19.22	18.83	18.42	18.82
180	19.02	19.27	19.12	19.14

ตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือกับความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ (C_t/C_0) เมื่อถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่เวลาต่างๆ

เวลา (นาท)	C_0 (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t/C_0
0	19.45	19.45	1.00
10	19.45	18.44	0.97
20	19.45	17.14	0.88
30	19.45	19.26	0.99
60	19.45	19.10	0.98
90	19.45	18.69	0.96
120	19.45	16.98	0.87
150	19.45	18.82	0.97
180	19.45	19.14	0.98

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอสลิคไคม์ทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่างๆ

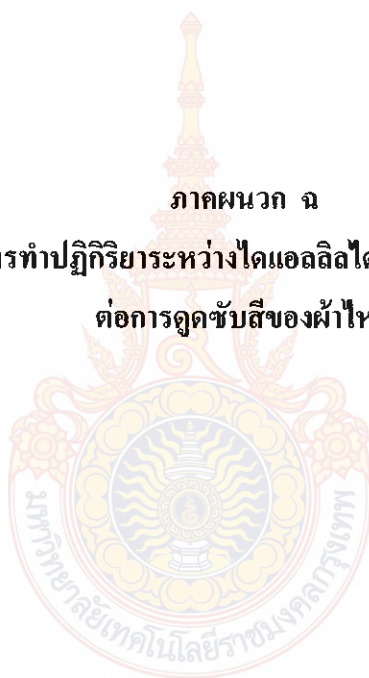
เวลา(นาท)	ความเข้มข้นของสารละลายสีแอสิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C_t)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่1	ครั้งที่1	ค่าเฉลี่ย
10	17.27	17.32	17.61	17.40
20	18.09	18.39	18.15	18.21
30	17.61	17.51	17.51	17.54
60	16.19	16.24	16.39	16.27
90	17.02	17.07	16.97	17.02
120	14.29	14.59	14.63	14.50
150	15.12	15.56	14.93	15.20
180	15.41	15.71	16.05	15.72

ตารางที่ 5 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ ที่เหลือกับความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ(C_t/C_0)เมื่อถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิคไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่างๆ

เวลา(นาท)	C_0 (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_t/C_0
0	19.45	19.45	1.00
10	19.45	17.40	0.89
20	19.45	18.21	0.94
30	19.45	17.54	0.90
60	19.45	16.27	0.84
90	19.45	17.02	0.88
120	19.45	14.50	0.75
150	19.45	15.20	0.78
180	19.45	15.72	0.81



ภาคผนวก ฉ
อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหม
ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอซิด

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด(มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่1	ครั้งที่1	ครั้งที่1	ค่าเฉลี่ย
18.77	17.65	17.00	17.81

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา(นาทื)	ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสีแอซิด(มิลลิกรัม/ลิตร)			
	(C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	10.21	10.25	10.23	10.23
10	5.84	5.35	5.97	5.72
20	4.98	5.47	5.39	5.28
30	5.39	5.14	5.31	5.28
60	5.35	5.31	4.94	5.20
120	4.90	5.27	4.65	4.94
180	4.90	5.27	4.65	4.94

ตารางที่ 3 ปริมาณสีแอมโมเนียมที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดเอทิลไดเมทิลแอมโมเนียม-
คลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (นาทีก)	C_o (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_e (มิลลิกรัม/ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q_e (มิลลิกรัม/กรัม)
0	17.81	10.23	0.1137	0.025	1.67
10	17.81	5.72	0.1175	0.025	2.57
20	17.81	5.28	0.1173	0.025	2.67
30	17.81	5.28	0.1170	0.025	2.66
60	17.81	5.20	0.1157	0.025	2.68
120	17.81	4.94	0.1175	0.025	2.74
180	17.81	4.94	0.1177	0.025	2.74



2. อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไคแอลลิลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟ

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
19.51	19.46	19.37	19.45

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

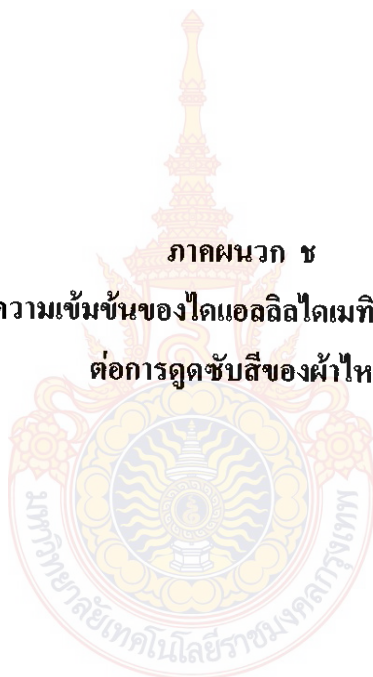
เวลา(นาทื)	ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร)			
	(C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	19.22	18.83	18.42	18.82
10	18.10	18.10	18.05	18.08
20	17.95	17.85	17.80	17.87
30	17.66	17.66	17.37	17.56
60	17.12	17.22	16.93	17.09
120	16.15	16.39	16.44	16.33
180	16.15	16.39	16.44	16.33

ตารางที่ 3 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (นาที่)	C_0 (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C_e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W (มิลลิกรัม/ ลิตร)	V (ลิตร)	q_e (มิลลิกรัม/กรัม)
0	19.45	18.82	0.1144	0.025	0.14
10	19.45	18.08	0.1165	0.025	0.29
20	19.45	17.87	0.1174	0.025	0.34
30	19.45	17.56	0.116	0.025	0.41
60	19.45	17.09	0.1173	0.025	0.50
120	19.45	16.33	0.1173	0.025	0.66
180	19.45	16.33	0.1174	0.025	0.66



ภาคผนวก ข
อิทธิพลของความเข้มข้นของไดแอสติโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. อิทธิพลของความเข้มข้นของไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอมิดของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอมิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอมิด(มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
22.63	22.63	22.63	22.63

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอมิดที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละความเข้มข้น ของไดแอลลิโด- เมทิลแอมโมเนียม- คลอไรด์	ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสีแอมิด (มิลลิกรัม/ลิตร) (C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	7.00	7.16	7.41	7.19
10	5.56	5.47	5.47	5.50
20	5.31	5.35	5.35	5.34
30	0.91	1.07	0.95	0.98
40	1.19	1.15	1.15	1.16
50	1.03	0.99	1.03	1.02
60	0.62	0.58	0.62	0.61

ตารางที่ 3 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียม
คลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละความ เข้มข้นของ DADMAC	C ₀ (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q _e (มิลลิกรัม/ กรัม)
0	22.63	7.19	0.1144	0.025	3.37
10	22.63	5.50	0.1164	0.025	3.68
20	22.63	5.34	0.1167	0.025	3.70
30	22.63	0.98	0.1173	0.025	4.61
40	22.63	1.16	0.1168	0.025	4.59
50	22.63	1.02	0.1174	0.025	4.60
60	22.63	0.61	0.1171	0.025	4.70

2. อิทธิพลของความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายรีแอกทีฟ

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
19.51	19.46	19.37	19.45

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

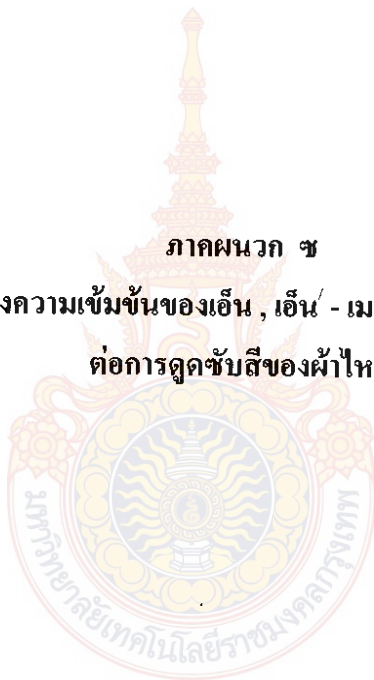
ร้อยละความเข้มข้นของไคแอลลิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์	ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายรีแอกทีฟ			
	(มิลลิกรัม/ลิตร) (C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	19.41	18.87	18.77	19.02
10	17.22	17.27	17.17	17.22
20	16.00	16.00	16.00	16.00
30	3.27	3.27	3.32	3.29
40	1.76	2.15	2.10	2.00
50	1.76	1.76	1.85	1.79
60	1.51	1.46	1.41	1.46

ตารางที่ 3 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละความ เข้มข้นของ DADMAC	C_0 (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C_e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q_e (มิลลิกรัม/ กรัม)
0	19.45	19.02	0.1146	0.025	0.09
10	19.45	17.22	0.1173	0.025	0.48
20	19.45	16.00	0.1152	0.025	0.75
30	19.45	3.29	0.1131	0.025	3.57
40	19.45	2.00	0.1167	0.025	3.74
50	19.45	1.79	0.1169	0.025	3.78
60	19.45	1.46	0.1178	0.025	3.82



ภาคผนวก ข
อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น / - เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์
ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด(มิลลิกรัม/ลิตร)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
18.77	17.65	17.00	17.81

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละของปริมาณ N'N Methylenbisacrylamide (MBAM)	ค่าความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	10.21	10.25	9.75	10.07
0.3	5.68	6.09	5.31	5.69
0.6	4.69	5.39	4.57	4.88
0.9	6.17	5.47	4.73	5.46

ตารางที่ 3 ปริมาณสีแอซิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละของ N'NMethylenbisacrylamide (MBAM)	C _o (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	qe (มิลลิกรัม/ ลิตร)
0	17.81	10.07	0.1137	0.025	1.70
0.3	17.81	5.69	0.1173	0.025	2.58
0.6	17.81	4.88	0.1169	0.025	2.77
0.9	17.81	5.46	0.1168	0.025	2.64

2. อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร)			
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
20.10	20.20	20.20	20.17

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น , เอ็น - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

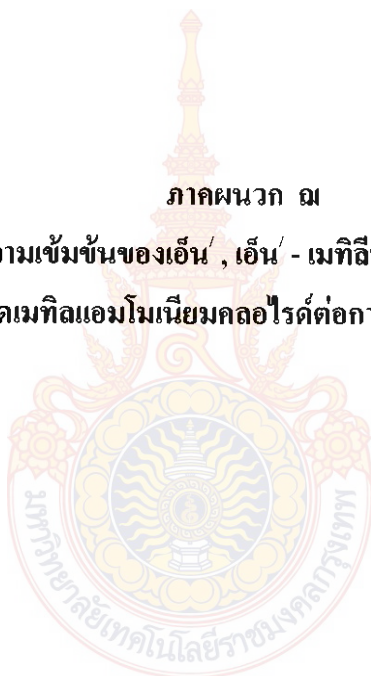
ร้อยละของปริมาณ N'N Methylenbisacrylamide (MBAM)	ค่าความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร)(C _e)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0	19.07	19.76	19.80	19.54
0.3	19.41	19.17	19.16	19.40
0.6	19.51	18.20	19.66	19.12
0.9	18.78	18.83	18.93	18.85

ตารางที่ 3 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับเอ็น , เอ็น - เมทิลีนบิสอะครีบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ร้อยละของ N'NMethylenbisacrylamide (MBAM)	C _o (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)
0	20.17	19.54	0.1154	0.025	0.1365
0.3	20.17	19.40	0.1130	0.025	0.1700
0.6	20.17	19.12	0.1168	0.025	0.2247
0.9	20.17	18.85	0.1164	0.025	0.2835

ภาคผนวก ฅ

อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น', เอ็น' - เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ร่วมกับ
ไคแอลกิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น', เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ร่วมกับไดแอลลิลไดเมทิล-
แอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด (มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
18.77	17.65	17.00	17.81

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำ
ปฏิกิริยากับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ร่วมกับเอ็น', เอ็น' - เมทิลีน-
บิสอะคริลาไมด์

ร้อยละของ DADMAC (น้ำหนัก/ ปริมาตร)	ร้อยละของ MBAM (ร้อยละโดย น้ำหนักของ DADMAC)	ค่าความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C _e)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0*	0*	10.21	10.25	10.23	10.23
20	0	10.16	10.12	10.16	10.15
20	1	1.93	1.73	1.85	1.84
20	2	0.66	0.86	0.91	0.81
20	3	0.12	0.37	0.45	0.31

* ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง

ตารางที่ 3 ปริมาณสีแอสิดที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียม-
กลอไรด์ ร่วมกับเอ็น , เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์

ร้อยละของ DADMAC	ร้อยละของ MBAM	C _o (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W(กรัม)	V(ลิตร)	q _e (มิลลิกรัม/ กรัม)
0*	0*	17.81	10.23	0.1137	0.025	1.67
20	0	17.81	10.15	0.1139	0.025	1.68
20	1	17.81	1.84	0.1142	0.025	3.50
20	2	17.81	0.81	0.1142	0.025	3.72
20	3	17.81	0.31	0.1141	0.025	3.83

* ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง



2. อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น', เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ร่วมกับไดเอลดิลโดเมทิล-แอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ

ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ (มิลลิกรัม/ลิตร)(C ₀)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
20.10	20.20	20.20	20.17

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดเอลดิลโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ร่วมกับเอ็น', เอ็น' - เมทิลีน-บิสอะคริลาไมด์

ร้อยละของ DADMAC (น้ำหนัก/ปริมาตร)	ร้อยละของ MBAM (ร้อยละโดยน้ำหนักของ DADMAC)	ค่าความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C _e)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0*	0*	19.41	19.17	19.61	19.40
20	0	14.59	14.49	14.78	14.62
20	1	4.98	5.12	4.98	5.03
20	2	1.02	0.88	0.98	0.96
20	3	0.54	0.54	0.68	0.59

* ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง

ตารางที่ 3 ปริมาณสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอตลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ร่วมกับเอ็น',เอ็น' - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์

ร้อยละของ DADMAC	ร้อยละของ MBAM	C ₀ (มิลลิกรัม/ ลิตร)	C _e (มิลลิกรัม/ ลิตร)	W(กรัม)	V(ลิตร)	qe (มิลลิกรัม/ กรัม)
0*	0*	20.17	19.40	0.1130	0.025	0.17
20	0	20.17	14.62	0.1139	0.025	1.22
20	1	20.17	5.03	0.1134	0.025	3.34
20	2	20.17	0.96	0.1134	0.025	4.24
20	3	20.17	0.59	0.1140	0.025	4.29

* ผ้าไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง



ภาคผนวก ญ

อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายต่อการดูดซับสีของผ้าไหม



1. อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีแอซิด(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_0)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10.08	10.04	10.08	10.07
30.37	30.21	30.12	30.23
47.63	48.56	48.15	48.11
66.57	67.90	66.77	67.08
85.60	86.01	87.44	86.35
115.02	115.84	115.64	115.5
136.00	139.50	138.30	137.93

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีแอซิดที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดเอเลกทริกไดเมทิลเอมโมเนียมคลอไรด์

ค่าความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสีแอซิด(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_e)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
2.22	1.98	2.39	2.20
5.72	6.05	6.13	5.97
9.14	9.55	9.05	9.25
12.47	12.92	12.63	12.67
25.56	25.72	25.60	25.63
26.17	26.34	26.42	26.31
57.60	54.70	59.70	57.33

ตารางที่ 3 ปริมาณสารละลายสีแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

C_o (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_e (มิลลิกรัม/ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q_e (มิลลิกรัม/กรัม)
10.07	2.20	0.1146	0.025	1.72
30.23	5.97	0.1148	0.025	5.28
48.11	9.25	0.1148	0.025	8.46
67.08	12.67	0.1200	0.025	11.34
86.35	25.63	0.1159	0.025	13.10
115.5	26.31	0.1156	0.025	19.29
137.93	57.33	0.1150	0.025	17.52



2. อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ

ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_0)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
7.27	7.07	7.17	7.17
23.07	23.12	23.07	23.09
43.41	44.24	44.24	43.96
65.12	65.40	65.60	65.37
86.40	86.80	86.80	86.67
105.60	106.20	105.60	105.80
121.40	122.00	122.00	121.80

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายสีรีแอกทีฟที่เหลือภายหลังจากถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไคแอลลิตไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

ค่าความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสีรีแอกทีฟ(มิลลิกรัม/ลิตร) (C_e)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
3.02	2.98	2.98	2.99
14.05	14.05	14.10	14.07
32.29	32.34	32.29	32.31
44.73	44.68	44.39	44.60
56.20	56.20	54.20	55.53
68.00	68.55	61.22	65.92
82.44	81.46	81.70	81.87

ตารางที่ 3 ปริมาณสารละลายสีรีแอกทีฟที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับไดแอตลิสไดเม-ทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

C_o (มิลลิกรัม/ลิตร)	C_e (มิลลิกรัม/ลิตร)	W (กรัม)	V (ลิตร)	q_e (มิลลิกรัม/กรัม)
7.17	2.99	0.1132	0.025	0.92
23.09	14.07	0.1156	0.025	1.95
43.96	32.31	0.1150	0.025	2.53
65.37	44.60	0.1155	0.025	4.50
86.67	55.53	0.1150	0.025	6.77
105.80	65.92	0.1153	0.025	8.65
121.80	81.87	0.1143	0.025	8.73





ภาคผนวก ฎ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์

1. ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

ตารางที่ 1 ราคาสารเคมี

สารเคมี	ราคาสารเคมี
ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์	3,200 บาท/ 500 มิลลิลิตร
โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต	2,200 บาท/ 250 กรัม
เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น -เตตระ- เมทิลเอทิลีนไดเอมีน	1,000 บาท/ 100 มิลลิลิตร

พื้นที่ขนาดผ้าไหม กว้าง 102 ซม. x ยาว 100 ซม. = 10,200 ตารางเซนติเมตร

น้ำหนักผ้า ขนาด กว้าง 5 ซม. x ยาว 5 ซม. = 0.1810 กรัม

ดังนั้น ผ้าไหมพื้นที่ 10,200 ตารางเซนติเมตรหนัก 73.848 กรัม

ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

โดยใช้อัตราส่วน ของเหลว : ผ้าไหม เท่ากับ 50 : 1

ปริมาณน้ำที่ใช้ $50 \times 73.848 = 3,692.40$ มิลลิลิตร เทียบเป็นลิตร = 3.6924 ลิตร

1. ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์(DADMAC)ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

DADMAC 1 ขวดที่ใช้ในการวิจัยมีความเข้มข้นร้อยละ 65 (น้ำหนัก / ปริมาตร)

มี DADMAC 65 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร

มี DADMAC 20 ในน้ำ $\frac{100 \times 20}{65} = 30.77$ มิลลิลิตร / 100 มิลลิลิตร(เทียบในน้ำ)

65

หากเทียบในน้ำ 3,692.40 มิลลิลิตร จะใช้ DADMAC ปริมาณเท่าไร

ในน้ำ 100 มิลลิลิตร มี DADMAC 30.77 มิลลิลิตร

ในน้ำ 3,692.40 มิลลิลิตร มี DADMAC = $\frac{30.77 \times 3,692.40}{100} = 1,136.15$ มิลลิลิตร

100

คิดมีมออนเมอร์ DADMACหนักเท่าไร

$$D = M / V$$

$$1.047 = M / 1,136.15 = 1,189.55 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น DADMACหนัก 1,189.55 กรัม ในน้ำปริมาณ 3,692.40 มิลลิลิตร

2. โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

DADMAC 100 กรัม ใช้ $K_2S_2O_8$ 2 กรัม

$$\text{DADMAC } 1,189.55 \text{ กรัม ใช้ } K_2S_2O_8 = \frac{2 \times 1,189.55}{100} = 23.791 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต 23.791 กรัม

3. เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน (TMEDA) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์

$$D = M / V$$

$$0.775 = 23.791 / V$$

$$V = 30.698 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นใช้เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 30.698 มิลลิลิตร

ต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลกิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

1. ไคแอลกิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

DADMAC 500 มิลลิลิตร ราคา 3,200 บาท

$$\text{DADMAC } 1,136.15 \text{ มิลลิลิตร ราคา } \frac{3,200 \times 1,136.15}{500} = 7,271.36 \text{ บาท}$$

2. โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต

โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต 250 กรัม ราคา 2,200 บาท

$$\text{โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต } 23.791 \text{ กรัม ราคา } \frac{2,200 \times 23.791}{250} = 209.36 \text{ บาท}$$

3. เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน

TMEDA 100 มิลลิลิตร ราคา 1,000 บาท

$$\text{TMEDA } 30.698 \text{ มิลลิลิตร ราคา } \frac{1,000 \times 30.698}{100} = 306.98 \text{ บาท}$$

ดังนั้นต้นทุนในการปรับปรุงผ้าไหมด้วยไคแอลกิลไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์

ของผ้าไหมขนาด กว้าง 102 ซม. x ยาว 100 ซม.

$$= 7,271.36 + 209.36 + 306.98 = 7,787.70 \text{ บาท}$$

$$\text{หรือ } (7,787.70 \times 100) / 10,200 = 76.35 \text{ บาท / 100 ตารางเซนติเมตร}$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นวพร จันทวงศ์
วันที่ เดือน ปีเกิด	30 สิงหาคม พ.ศ.2525
สถานที่เกิด	จ.เชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	37 หมู่ 6 ต.บ้านแม อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	ประถมศึกษา – มัธยมศึกษา โรงเรียนพระหฤทัย เชียงใหม่ สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ.2541 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ.2544 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา(ภาคพายัพ) สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ.2548
ประวัติการตีพิมพ์	“อิทธิพลของแคตไอออนิกพอลิเมอร์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม” วารสาร คัลเลอร์เวย์. Vol.14 No.80 มกราคม – กุมภาพันธ์: 59 – 62.

