



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)

ปริญญา

คหกรรมศาสตร์

คหกรรมศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

Dyeing Silk with Reactive Dye by Using the KU.3 Yarn Dyer

นามผู้วิจัย นางสาวสุนิสา กมุทะมกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ, ปร.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จจิรัส ภิรมย์ธรรมศิริ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ, ปร.ค.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

Dyeing Silk with Reactive Dye by Using the KU.3 Yarn Dyer

โดย

นางสาวสุนิสา กมุกะมกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กหกรรมศาสตร์)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุณิสา กมุกะมกุล 2554: การข้อมใหม่ด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจค้าย มก.3
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์) สาขาหกรรมศาสตร์
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริลักษณ์ ไกรสุวรรณ, ปร.ค. 50 หน้า

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะสีของเส้นไหมที่ข้อมด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจค้าย มก.3 2) ผลของปริมาณไหมที่ข้อมต่อสีของเส้นไหมที่ข้อมได้ 3) ความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ข้อมได้ และ 4) ผลของปริมาณไหมที่ข้อมต่อความคงทนของสีเส้นไหมที่ข้อมได้ ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มีปัจจัยการทดลอง คือ ปริมาณไหมที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ทดลองข้อมโดยใช้อัตราส่วนวัสดุต่อน้ำข้อม 1:20 ใช้สี 5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักไหม ข้อมที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 90 นาที ทำการวัดและวิเคราะห์ค่าสี และค่าความคงทนของสีต่อการซัก

ผลการศึกษาลักษณะสีของเส้นไหม พบว่าสีของเส้นไหมมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 43.41 – 43.58 ค่าความเป็นสีเขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 12.54 – 12.51 ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 15.63 – 16.21 ค่าความสดใส (C^*) อยู่ระหว่าง 20.24 – 20.53 และค่าสี (h^*) อยู่ระหว่าง 230.91 – 231.32 แสดงว่าสีที่ได้เป็นสีน้ำเงินออกเขียวค่อนข้างเข้มและสดใสปานกลาง ปริมาณไหมที่ใช้ข้อมไม่มีผลต่อค่าสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สีของเส้นไหมมีความสม่ำเสมอดี มีค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างใจค้ายตัวอย่างในแต่ละการทดลองต่ำมาก การศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ข้อมได้ พบว่าปริมาณของไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี และค่าการเปื้อนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระดับความคงทนของสีอยู่ที่ระดับดีเลิศ – ดียอดเยี่ยม

ผลการศึกษาแสดงว่าเครื่องข้อมใจค้าย มก.3 มีประสิทธิภาพดี สามารถข้อมใหม่ด้วยสิริแอกทีฟได้ทุกปริมาณ ตั้งแต่ 0.5 – 2.0 กิโลกรัม โดยให้สีที่ไม่แตกต่างกัน มีความสม่ำเสมอ และความคงทนของสีอยู่ในระดับดีเลิศ จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในชุมชน เพื่อพัฒนาคุณภาพการข้อมของกลุ่มผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองต่อไป

Sunisa Kamukamakul 2011: Dyeing Silk with Reactive Dye by Using the KU.3 Yarn Dyer. Master of Science (Home Economics), Major Field: Home Economics, Department of Home Economics. Thesis Advisor: Assistant Professor Suteeluk Kraisuwan, Ph.D. 50 pages.

The objectives of this research were to study 1) the color characteristics of reactive dyed silk by using the KU.3 yarn dyer 2) the effects of silk quantity on the color values of the dyed silk 3) the colorfastness to washing of the dyed silk and 4) the effects of silk quantity on the colorfastness of the dyed silk. Dyeing experiments were performed according to the Completely Randomized Design. The independent factor consisted of four different quantities of silk. Dyeing was performed with a liquor ratio of 1:20, dye concentration of 5 percent on weight of silk, at room temperature for 90 minutes. The color values, and colorfastness to washing were measured and analyzed.

It was found that the lightness (L^*) values of the dyed silk were between 43.41 – 43.58 ; the greenness (a^*) values were between 12.54 – 12.51 ; the blueness (b^*) values were between 15.63 – 16.21 ; the brightness (C^*) values were between 20.24 – 20.53 ; and the hue (h^*) degrees were between 230.91 – 231.32. The color obtained was semi-bright dark blue green. And it was also found that the quantity of silk had no significant effect on the color values at .05 level. The total color difference values between each pair of the experimental silk skeins were very low. The study on colorfastness to laundering of the dyed silk revealed that the quantity of silk had no significant effect on the color change and the color staining values at .05 level. The colorfastness was at an outstanding – a superlative level.

The results of this study showed that the KU.3 yarn dyer had a good efficiency in dyeing silk yarn with reactive dye in any quantity from 0.5 – 2.0 kilogram without color difference. Moreover, it also provided an outstanding levelness and colorfastness. It is therefore recommended to be used in communities to further improve the quality of dyeing silk of local silk producers.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างสูงของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือวางแผนงานวิจัย ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ ดร.ศศิประภา รัตนดิลก ณ ภูเก็ต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี ไทยพานิช ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวทัศนวลัย คำนวนสิน นางสาวมาณวิกา ศรีแผ้ว นางสาวพรสุดา เหมาชัย และนางสาวณัฐริดา กิจเนตร ที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัย และเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องสาว ที่เป็นแรงใจให้กับผู้วิจัยโดยตลอด คุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตเวทิตาแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุณิสา กมุกะมกุล

เมษายน 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	42
สรุป	42
ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	47
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	50

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	19
2	33
3	35
4	37
5	37
6	38
7	38
8	39
9	40

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	ลักษณะเส้นใยไหม	4
2	โมเดลกลที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ยาวเหยียดของไหม	5
3	ค่า da^* และ db^* ในระบบ CIELAB	15
4	ค่า dH^* และ dC^* ในระบบ CIELAB	16
5	ค่าความหมายของ dH^* ในระบบ CIELAB	17
6	เครื่องย้อม ใจค้าย มก.3	24
7	ลักษณะตัวอย่างของชิ้นทดสอบ	31

การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

Dyeing Silk with Reactive Dye by Using the KU.3 Dyer

คำนำ

ไหมได้รับการขนานนามว่าเป็นราชินีแห่งเส้นใย เพราะไหมมีความเงามัน นุ่มนวล ทิ้งตัวดี อดทนต่อความชื้นได้ดี ทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบาย นอกจากนี้ไหมยังมีพื้นผิวเรียบทำให้ฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกเป็นอนัตตได้ยากและมีความแข็งแรงสูง แต่ไหมมีการคืนตัวจากแรงอัดต่ำเมื่อเปียก จึงทำให้ผ้าไหมยังง่ายเมื่อเปียกหรือผ่านการซักและดูแลรักษาได้ยาก (สิริรัตน์, 2548) ไหมไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ด้วยเอกลักษณ์ที่โดดเด่น สวยงามเป็นพิเศษ (สมหญิง, 2537) ทั้งลวดลายและสีสันทันทีหลากหลาย เมื่อนำไปตัดเป็นเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายจึงมีความสวยงาม ทำให้ผ้าไหมมีเสน่ห์พิเศษสามารถดึงดูด และจูงใจให้เกิดความสนใจต้องการนำไปใช้ (A Thaisilk, n.d.)

การย้อมสีเส้นไหมมีบทบาทที่สำคัญ เพราะสามารถเพิ่มความงามให้ผ้าไหมน่าใช้มากขึ้น ในการย้อมสีผ้าไหมนั้น นิยมย้อมขณะที่เป็นเส้นด้ายก่อนที่จะนำไปทอเป็นผืนผ้า เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหารอยด่างบนผืนผ้า สีที่นิยมนำมาใช้ย้อมเส้นไหมมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติและความคงทนในระดับที่แตกต่างกัน ได้แก่ สีแอซิด สีเมทัลคอมเพล็กซ์และสีรีแอคทีฟ (นฤมล, 2548) โดยทั่วไปการย้อมสีมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติและคุณค่าของผ้าหรือเส้นใยให้สูงขึ้น ทำให้มีความสวยงามน่าใช้มากยิ่งขึ้น (อรรณพ, 2550)

สีรีแอคทีฟ คือ สีย้อมที่สามารถทำปฏิกิริยาเกิดพันธะทางเคมีกับเส้นใยในสภาวะที่เหมาะสมได้ เป็นสีที่ให้สีสันสดใส ย้อมง่าย มีความคงทนต่อการซักและแสงแดดสูง และมีให้เลือกหลายสี สีรีแอคทีฟเป็นสีที่ละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติเป็นแอนไอออน เมื่ออยู่ในน้ำย้อมที่เป็นค่าคุณสมบัติการละลายและดูดติดเส้นใยของตัวสี ทำให้สีที่เข้าไปอยู่ภายในเส้นใย เกิดปฏิกิริยาและยึดติดเส้นใย ทำให้มีความคงทนต่อการซักล้าง (อรรณพ, 2550)

ขจีจรัส และคณะ (2551) ได้พัฒนาเครื่องข้อมใจด้วย มก.1 และ มก.2 ขึ้นเพื่อการผลิตสิ่งทอพื้นเมืองและช่วยพัฒนากระบวนการข้อมเส้นด้ายไหมให้มีคุณภาพมากขึ้น โดย

Kasembunyakorn et al. (2010) ศึกษาการข้อมไหมด้วยเครื่องข้อมเส้นด้าย มก.2 ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ มีกงใส่ด้ายที่หมุน โดยอัตโนมัติ และใช้แก๊สให้ความร้อน โดยทดลองข้อมไหมหนัก

2 กิโลกรัม ด้วยสีแอสิด ใช้อัตราส่วนวัสดุต่อน้ำข้อม 1:30 พบว่า ค่าของสีที่ได้ใกล้เคียงกับสีไหมที่ข้อมโดยเครื่องข้อมมาตรฐาน อย่างไรก็ตามเครื่องข้อมใจด้วย มก.2 ยังคงมีจุดอ่อนบ้าง

ขจีจรัส และคณะ (ม.ป.ป.) จึงได้ปรับปรุงเป็นเครื่องข้อมใจด้วย มก.3 ขึ้น ซึ่งมีกงคล้องใจด้ายที่สามารถปรับเพิ่ม-ลดขนาดให้เหมาะสมกับขนาดใจด้าย หัวแก๊สถูกติดตั้งไว้ได้ถ้งข้อม และมีแผงปิดกั้น ช่วยให้ความร้อนกระจายตัวดีขึ้น สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำข้อม ระยะเวลาในการข้อม และความเร็วรอบของกงคล้องใจด้ายได้ เครื่องข้อมใจด้วย มก.3 จึงจัดเป็นเครื่องข้อมกึ่งอัตโนมัติ

ในการพัฒนาเครื่องข้อมดังกล่าว มีความจำเป็นต้องทดลองการข้อมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการข้อมไหมด้วยสีรีแอกทีฟด้วยเครื่องข้อมใจด้วย มก.3 เพื่อศึกษาลักษณะสีและความคงทนของสีต่อการซัก เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องข้อมใจด้วยให้สามารถข้อมเส้นด้ายไหมอย่างมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางสำหรับการข้อมเส้นด้ายไหมด้วยสีรีแอกทีฟในระดับชุมชนให้ได้เส้นไหมที่มีคุณภาพ อันเป็นหัวใจการพัฒนาสิ่งทอพื้นเมืองของไทยให้มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ สามารถสร้างรายได้ให้กับผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาการข้อมไหมด้วยสีรีแอกทีฟด้วยเครื่องข้อมใจด้วย มก.3 นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องข้อมใจด้วยในระดับชุมชน และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการข้อมสีรีแอกทีฟด้วยเครื่องข้อมใจด้วยให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

การศึกษาร้อยไหมด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องร้อยไหมด้าย มก.3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องร้อยไหมที่พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาลักษณะสีของเส้นไหมที่ร้อยด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องร้อยไหมด้าย มก.3
2. เพื่อศึกษาผลของปริมาณไหมที่ร้อยต่อสีของเส้นไหมที่ร้อยได้
3. เพื่อศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ร้อยได้
4. เพื่อศึกษาผลของปริมาณไหมที่ร้อยต่อความคงทนของสีเส้นไหมที่ร้อยได้

การตรวจเอกสาร

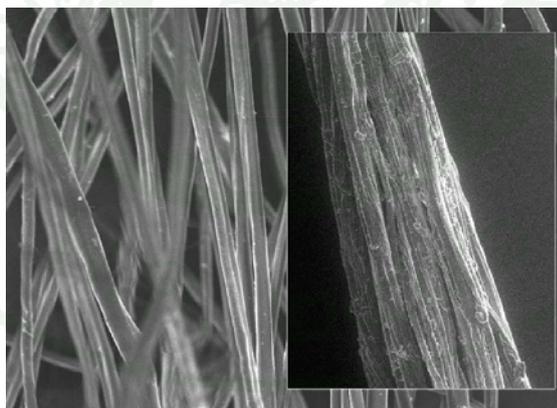
ไหม

โครงสร้างของไหม

ไหมเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องตลอดเส้น มีผิวที่ราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอตามความยาวของเส้นใย พื้นที่หน้าตัดเป็นสามเหลี่ยมมุมมน ดังแสดงในภาพที่ 1 มีความละเอียดมาก องค์ประกอบหลักทางเคมีคือโปรตีน ที่เรียกว่า ไฟโบรอิน (fibroin) ประกอบด้วยธาตุที่สำคัญคือ C H O N และ S ซึ่งมีน้อยมากตามโมเลกุลข้างเคียง ลักษณะจะเป็นลูกโซ่โมเลกุลยาวเหยียด โมเลกุลจึงเรียงกันยาวและเกาะตัวกันได้แน่น ดังแสดงในภาพที่ 2 (วีระศักดิ์, 2543)



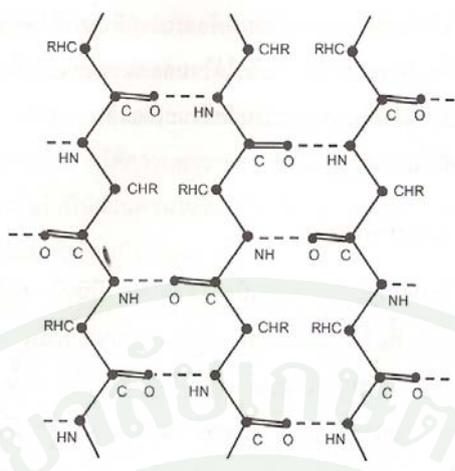
(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะเส้นใยไหม (ก) ลักษณะภาคตัดขวางและ (ข) ลักษณะตามยาว

ที่มา: ภาพ (ก) เสกสรรค์ (2551), ภาพ (ข) นิรินาม (2552)



ภาพที่ 2 โมเลกุลที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ยาวเหยียดของไหม

ที่มา: วีระศักดิ์ (2543)

สมบัติทางกายภาพของไหม

วีระศักดิ์ (2543) ได้สรุปสมบัติทางกายภาพของไหมไว้ ดังนี้

ลักษณะภายนอกของไหมดิบ จะเป็นเส้นใยคู่เกาะติดกันด้วยกาวไหม มีความมัน นุ่มนวล ผิววนอกดูเรียบ แต่ไม่สม่ำเสมอตลอดความยาวของเส้นใย หลังจากลอกเอากาวไหมออกแล้วจะเป็นเส้นใยเดี่ยวเรียบ มีความละเอียดสูงขนาด 1.25 ดีเนียร์ต่อเส้น

ความยาว ไหมมีความยาวมากและเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาว ความยาวโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1,300-2,000 ฟุต (390-600 เมตร) และอาจพบที่ยาวถึง 4,000 ฟุต (1,200 เมตร)

สี ไหมมีสีตั้งแต่เหลืองไปจนถึงเทา

ความมัน ภายหลังจากลอกกาวไหมออกแล้ว ไหมมีความมันดีมาก สวยงาม

ความแข็งแรง ไหมมีความแข็งแรงสูง มีค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาดอยู่ที่ 3.5-5.0 กรัมต่อ ดีเนียร์ ในขณะที่แห้ง และมีความแข็งแรงลดลงเล็กน้อยเมื่อเปียก (ลดลงประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์)

สภาพยืดหยุ่น ไหมเป็นเส้นใยที่ยืดหยุ่นตัวได้ดี สามารถยืดได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวเดิม แต่ไม่สามารถดึงกลับคืนสภาพเดิมได้ทั้งหมด เพราะ โครงสร้างทางโมเลกุลของไหม ไม่มีพันธะมาจับเชื่อมเป็น โครงข่ายด้านข้าง

การคืนตัวจากแรงอัด ไหมมีความสามารถในการคืนตัวกลับได้ดี ไม่เกิดการยับย่นง่าย

การดูดซับความชื้น ไหมสามารถดูดซับความชื้นได้ 11 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดี ทำให้รับสีย้อมและสีพิมพ์ได้ดีด้วย ผ้าไหมทำให้ผู้ใส่รู้สึกสบายไม่ระคายผิว และเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี จึงรักษาความอบอุ่นได้นาน ความร้อน สามารถทนต่อความร้อนได้ถึงประมาณ 340°F (170°C) ในเวลาสั้น ๆ หลังจากนั้นจะสลายตัว จึงเป็นใยที่ค่อนข้างอ่อนไหวต่อความร้อน

ความถ่วงจำเพาะ ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะเพียง 1.25 แต่ยังมีกรทึงตัวดี

สมบัติทางเคมีของไหม

วีระศักดิ์ (2543) ได้สรุปสมบัติทางเคมีของไหมไว้ดังนี้

กรด ไหมไม่ถูกทำลายด้วยกรดทั่วไป แต่กรดที่มีความเข้มข้นสูงสามารถทำลายไหมได้

ด่าง ไม่อ่อนไหวต่อด่าง แต่อาจถูกทำลายได้ด้วยด่างที่มีความเข้มข้นสูงและอุณหภูมิสูงพอ ด่างแก่มีผลทำให้ไหมมีความมันลดลง

เกลือคลอไรด์ ไหมถูกทำลายด้วยสารที่มีส่วนผสมของเกลือคลอไรด์ ได้แก่ เหนือ น้ำยาดับกลิ่น และเกลือทั่วไป ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์ไหมที่ต้องสัมผัสผิวหนังจะต้องรักษาความสะอาดให้ดี ภายหลังการใช้งานทุกครั้ง

สารละลายอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ไหมส่วนใหญ่มักใช้การซักแห้งอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจาก โครงสร้างของเส้นด้ายไหมหรือสีที่ใช้ย้อม โดยไหมสามารถซักด้วยน้ำยาซักแห้งได้

สารซักฟอก ใหม่มีความทนทานต่อสารซักฟอก ถูกทำลายได้ด้วยสารซักฟอกประเภทออกซิไดส์ เช่น พวกที่มีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ผสมอยู่ แต่สารซักฟอกประเภทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือ โซเดียมบอเรต ภายใต้ภาวะการซักปกติจะไม่เกิดผลเสียต่อไหม

สีย้อม

สีย้อม หมายถึง สารเคมีที่ละลายน้ำได้ หรือเปลี่ยนเป็นสารที่ละลายน้ำได้ มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงละเอียด อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ โดยประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของสีย้อม คือ การให้สีแก่วัสดุสิ่งทอ โดยสีย้อมจะซึมผ่านเข้าไปในโมเลกุลของเส้นใย และทำลายโครงสร้างผลึกของวัตถุนั้นชั่วคราว ซึ่งอาจเกิดพันธะไอออนิก (ionic bond) หรือพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กับวัตถุที่ต้องการย้อมโดยตรง (กาวิ, 2545)

สีย้อมมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเส้นใย และกระบวนการย้อมที่มีลักษณะแตกต่างกันไป การนำสีย้อมมาใช้ให้ได้ผลดีขึ้นอยู่กับความสามารถในการรวมตัวของสีกับเส้นใย ซึ่งต้องมีมากกว่าการรวมตัวของสีกับน้ำ โดยจะต้องทำให้เกิดสภาวะที่โมเลกุลของสีย้อมจัดเรียงตัวกันในลักษณะที่ทำให้เกิดการดูดติด (substantivity) กับเส้นใยแล้วเกิดพันธะยึดติดกันแน่น (ธงชัย, 2527)

การเกิดของสีย้อม เป็นการปรากฏของสีทำให้มนุษย์สังเกตเห็น ซึ่งเกิดจากการเรียงตัวของกลุ่มอะตอมประเภทหนึ่งภายในโมเลกุลของสีย้อม กลุ่มอะตอมที่กล่าวนี้เรียกกันว่า โครโมฟอร์ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 7 กลุ่ม คือ กลุ่มไนโตรโซ (nitroso group) กลุ่มไนโตร (nitro group) กลุ่มเอโซ (azo group) กลุ่มเอทิลีน (ethylene group) กลุ่มคาร์บอนิล (carbonyl group) กลุ่มคาร์บอนิล-ไนโตรเจน (carbonyl-nitrogen group) และกลุ่มซัลเฟอร์ (sulphur group) กลุ่มอะตอมต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวเพิ่มสีให้แก่สารประกอบอะโรมาติก โดยการดูดกลืนแถบแสงสีไว้มากแถบแสงและปล่อยออกมาบางแถบแสง ทำให้มนุษย์มองเห็นสีย้อมมีโทนสีแตกต่างกันไป (ธงชัย, 2527)

ประเภทสีย้อม

สีย้อมแบ่งตามแหล่งที่มาเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (กาวิ, 2545)

1. สีย้อมธรรมชาติ (natural dyestuff) เป็นสีย้อมที่มาจากแหล่งธรรมชาติจากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ สีย้อมที่มาจากส่วนประกอบของพืช เช่น ส่วนลำต้น ดอก เปลือก ใบ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น สีคำจากลูกมะเกลือ สีนํ้าเงินจากต้นคราม สีเหลืองจากเนื้อไม้ไผ่ สีแดงจากดอกกระดังงา สีแดงจากรากต้นเข็ม ส่วนสีย้อมที่มาจากสัตว์ เช่น สีแดงของครั่ง สีม่วงจากหอยสังข์หนาม เป็นต้น

2. สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyestuff) สีย้อมประเภทนี้เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปิโตรเลียม เมื่อน้ำมันปิโตรเลียมผ่านการสกัดแล้วจะได้สารไฮโดรคาร์บอน ได้แก่ เบนซีน และไซลีน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว สารเหล่านี้จะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับกระบวนการไนเตรชันแอมมิเนชัน เพื่อที่จะเปลี่ยนสภาพให้เป็นสารตัวกลาง และเปลี่ยนเป็นสีย้อมด้วยเทคนิคต่างๆ

สีย้อมที่ใช้ย้อมสิ่งทอมีมากมายหลายชนิด อาจแบ่งตามชนิดของเส้นใยหรือผ้าที่จะนำไปย้อม อาจแบ่งออกเป็นสารสีละลายน้ำได้และสารสีไม่ละลายน้ำ หรือจำแนกตามส่วนประกอบทางเคมี และสมบัติทางการย้อม ซึ่งแบ่งสีย้อมออกเป็น 10 ประเภท คือ (กาวิ, 2545)

1. สีดิสเพิร์ส (disperse dyes) ใช้ย้อมเส้นใยอะซิเตด หรือเส้นใยสังเคราะห์บางชนิดที่ดูดซึมนํ้าได้เล็กน้อย สีย้อมนี้ไม่ละลายน้ำแต่เป็นละอองละเอียด ละลายอยู่ในน้ำเมื่อมีสารช่วยกระจาย (dispersing agent) ที่เหมาะสม จะสามารถใช้ย้อมในนํ้าธรรมดาได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีอื่นช่วย นอกจากสารพา (carrier) บางชนิดที่ช่วยให้สีเข้าไปใกล้เส้นใยเพียงพอที่จะเกิดการรวมตัวกับเส้นใยได้ สีดิสเพิร์สแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากกลุ่มเคมีในตัวสีย้อม ได้แก่ สีอะโซ (azo dyes) และสีแอมิโน แอนทราควิโนน (amino anthraquinone) ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ปกติจะประกอบด้วยอนุพันธ์ของเอทานอลามีน (ethanolamine – $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) หรืออนุพันธ์ที่คล้ายคลึงกัน

2. สีแอซิด (acid dyes) ใช้ย้อมเส้นใยโปรตีนในนํ้าย้อมซึ่งมีสภาพเป็นกรดเจือจาง จะนำไปใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสที่ไม่ใช่เซลลูโลสบริสุทธิ์ เช่น ปอ ป่าน และใยโพลีเอไมด์ได้ ตัวสีย้อมเกิดจากสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดกำมะถัน

3. สีย้อมอะโซอิก (azoic dyes) นิยมใช้ย้อมใยเซลลูโลสเท่านั้น ตัวสีไม่ละลายน้ำ ดังนั้น การที่สีจะก่อรูปในเส้นใยได้ต้องย้อมด้วยสารประกอบฟีนอลซึ่งละลายน้ำได้ก่อน แล้วจึงนำไปย้อมทับอีกครั้งหนึ่งด้วยเกลือไดอะโซเนียม (diazonium salt) เกลื่อนี้จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอล เกิดเป็นสารประกอบเอโซที่ให้สีบนเส้นใย ปฏิกิริยานี้ เรียกว่า คัปลิง (coupling)

4. สีย้อมเบสิก (basic dyes) ใช้ย้อมใยขนสัตว์และเส้นใยสังเคราะห์บางชนิด โดยย้อมติดเส้นใยเซลลูโลสได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ติดเลย ตัวสีย้อมเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครโมฟอร์ (chromofore) ให้แคตไอออนทำให้เรียกสีนี้ว่า สีแคตไอออน ย้อมติดกับเส้นใยได้โดยประจุบวกของโมเลกุลสีย้อมจะจับกับประจุลบของเส้นใย

5. สีย้อมไดเรกต์ (direct dyes) บางครั้งเรียกว่าสีย้อมฝ้าย เนื่องจากเป็นสีสังเคราะห์ชนิดแรกที่สามารถย้อมติดใยฝ้ายโดยตรง ไม่ต้องเติมสารช่วยย้อม แต่ในปัจจุบันจะใช้เกลือเข้าช่วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย้อมให้สูงขึ้น สีย้อมชนิดนี้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเอโซที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีหมู่กรดซัลโฟนิคซึ่งทำให้ตัวสีละลายน้ำได้ สีไดเรกต์มีคุณสมบัติความคงทน และมีราคาแตกต่างกันมาก ถ้าเป็นสีที่คงทนดีโครงสร้างของสีจะซับซ้อนมากขึ้น ราคาต้นทุนการผลิต และราคาจำหน่ายย่อมสูงขึ้นด้วย

6. สีย้อมมอร์แดนต์ (mordant dyes) ใช้ย้อมเส้นใยโปรตีน ตัวสีย้อมกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสีย้อมในกลุ่มแอลิดที่สามารถก่อเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะ และจะมีความคงทนต่อกระบวนการใช้น้ำได้ดีกว่าไม่ย้อมทับ

7. สีย้อมซัลเฟอร์ (sulfur dyes) ใช้ย้อมผ้าฝ้ายโดยตรง ราคาค่อนข้างถูกแต่สีย้อมไม่สดใส โดยปกติตัวสีย้อมชนิดนี้ไม่ละลายน้ำ แต่ได้มีผู้ผลิตสีย้อมขึ้นมาใหม่ โดยนำตัวสีย้อมไปทำสารริควิช ช่วยในการละลายน้ำได้ดีขึ้น สีย้อมชนิดนี้ได้ชื่อว่าสีซัลเฟอร์เพราะสารที่นำมาริควิชเป็นสารละลายของโซเดียมซัลไฟด์ และโครโมฟอร์ของสีย้อมซัลเฟอร์ ประกอบด้วยกลุ่มธาตุซัลเฟอร์ (sulfonic group) เมื่อสีย้อมละลายในน้ำแล้ว จะแทรกซึมเข้าไปในเส้นใย และสามารถทำให้ย้อมติด

8. สีย้อมแวต (vat dyes) ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสโดยเฉพาะใยฝ้าย สีย้อมชนิดนี้ไม่ละลายน้ำต้องใช้สารรีดิวซ์ที่เหมาะสมทำให้ละลายน้ำ ที่นิยมใช้ทั่วไปได้แก่ โซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ สีย้อมเมื่อถูกรีดิวซ์แล้วจะให้สารประกอบลิวโค (leuco compound) ซึ่งละลายน้ำและมีประสิทธิภาพในการแทรกซึมเข้าไปในเส้นใยได้ และเมื่อนำเส้นใยไปสัมผัสอากาศ สารประกอบลิวโคจะถูกออกซิไดซ์กลับคืนสภาพเป็นสีแวตที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้เกิดการติดทนอย่างถาวรกับเส้นใยได้ดี สีย้อมชนิดนี้มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญ 2 ชนิด คือ สีนินดิโก (indigoid) และสีแอนทราควินอยด์ (anthraquinoid)

9. สีย้อมโอเนียม (onium dyes) นิยมใช้พิมพ์มากกว่าย้อมผ้า จัดเป็นสารสีที่สามารถทำให้ละลายน้ำได้ รูปแบบการย้อมคล้ายกับสีแวต คือต้องทำให้ตัวสีย้อมกลับคืนสู่สภาพเดิมไม่ละลายน้ำด้วยการออกซิไดซ์กลับคืน

10. สีย้อมรีแอคทีฟ (reactive dyes) ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสได้ดีที่สุด ละลายน้ำได้คุณสมบัติเป็นแอนไอออน เมื่ออยู่ในน้ำย้อมที่เป็นด่าง โมเลกุลของสีจะทำปฏิกิริยากับหมู่ OH ในเซลลูโลส และเชื่อมโยงติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์ กลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่ สมบัติการละลายและคุณสมบัติเส้นใยของตัวสีจะทำให้สีแทรกเข้าไปอยู่ในเส้นใยได้ และเมื่อเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแล้วสีจะติดกับเส้นใย

สีรีแอคทีฟ

โครงสร้างทางเคมีของสีรีแอคทีฟประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีสี (chromophore) และกลุ่มทำปฏิกิริยากับใยผ้า (reactive group)

ส่วนที่มีสีนั้น มีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกับ โมเลกุลของสีย้อมต่างๆ ไป ส่วนใหญ่จะเป็นพวกสีอะโซ (azo) และแอนทราควิโนน (anthraquinone) และฟทาโลไซยาเอมีน (phthalocyanine) สำหรับส่วนที่เป็นกลุ่มทำปฏิกิริยานั้นสามารถแบ่งออกเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมกับส่วนที่มีสี และส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักของกลุ่มทำปฏิกิริยาซึ่งเป็นกลุ่มที่จะหลุดออกไป (leaving group) เมื่อสีย้อมทำปฏิกิริยากับเส้นใย (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2548)

สีรีแอคทีฟ เป็นสีที่สามารถซึมกระจายเข้าสู่เส้นใยได้เร็วมีคุณสมบัติเป็นประจุลบ (anion) เมื่ออยู่ในน้ำย้อมที่เป็นด่าง ที่อุณหภูมิห้องพบว่า ปฏิกิริยาการย้อมสีจะเกิดขึ้นได้ดีและเหมาะสมเมื่อมีการใช้ปริมาณเกลือมากในกระบวนการย้อมสี โดยทั่วไปนิยมเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต เพื่อปรับ

สภาพน้ำข้อมให้เป็นต่าง ทำให้มีความเหมาะสมสำหรับการข้อมของสิรีแอกทีฟ นอกจากนี้ยังมีกระบวนการหลังการข้อม คือต้มด้วยน้ำสบู่เพื่อล้างสีส่วนที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับเส้นใยออกให้หมด จึงจะทำให้สีข้อมที่ได้อ่อนกว่าความจริงตามคุณสมบัติของสีชนิดนั้น ดังนั้นถ้าต้องการให้สิรีแอกทีฟมีความคงทนต่อการซัก จะต้องทำให้น้ำข้อมมีสภาพเป็นต่าง (อัจฉราพร, 2527)

คุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อการข้อม

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2548) ได้สรุปคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อการข้อมสิรีแอกทีฟ ดังนี้

1. แรงดึงคู่ระหว่างสีข้อมกับเส้นใย จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของส่วนโมเลกุลที่ให้สีซึ่งอาจแตกต่างกันได้มาก แต่ส่วนใหญ่ผู้ผลิตสีจะเลือกโครงสร้างที่มีแรงดึงคู่กับเส้นใยค่อนข้างต่ำ เพราะจะเกิดปัญหาในขั้นตอนการต้มด้วยน้ำสบู่ภายหลังการข้อมที่ทำเพื่อขจัดสีที่ไม่ได้เกิดพันธะทางเคมีกับเส้นใยออกไป ถ้าสิรีแอกทีฟที่ใช้มีแรงดึงคู่กับเส้นใยมาก การขจัดออกจะทำได้ยากตามไปด้วย สิรีแอกทีฟจำเป็นต้องมีโครงสร้างทางเคมีที่มีแรงดึงคู่กับเส้นใยบ้างพอสมควร เพื่อให้มีการแทรกซึมเข้าไปภายในเส้นใยระหว่างการข้อมได้ดี

2. ความว่องไวต่อปฏิกิริยาของกลุ่มทำปฏิกิริยาของสิรีแอกทีฟ นับเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญยิ่งต่อคุณสมบัติในการข้อมของสิรีแอกทีฟ ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผลต่อเสถียรภาพของน้ำข้อม เนื่องจากสิรีแอกทีฟไม่เพียงแต่จะสามารถทำปฏิกิริยากับเส้นใยเท่านั้น แต่ยังสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำด้วย สิรีแอกทีฟที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วจะไม่สามารถทำปฏิกิริยากับเส้นใยอีก โดยเฉพาะในกรณีที่มีสีข้อมนั้นมิกลุ่มที่ทำปฏิกิริยากับเส้นใยได้เพียงกลุ่มเดียว สำหรับกรณีที่มีสีข้อมมิกลุ่มทำปฏิกิริยา 2 กลุ่ม โอกาสที่จะได้ทำปฏิกิริยากับเส้นใยก็จะมีมากขึ้น ดังนั้นในการดำเนินการข้อมจึงต้องพยายามให้สีข้อมทำปฏิกิริยากับน้ำให้น้อยที่สุด สีข้อมที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาสูงก็จะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ว่องไวด้วย เพราะฉะนั้นน้ำข้อมของสีประเภทนี้จะเสื่อมได้โดยเร็วและจำเป็นต้องรีบใช้

2.2 ผลต่อสภาวะที่ใช้ในการข้อม สีข้อมที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาสูงสามารถข้อมได้ที่อุณหภูมิต่ำ โดยปกติอุณหภูมิที่ใช้ในการข้อมสิรีแอกทีฟชนิดต่าง ๆ จะแปรผันตามความว่องไวต่อปฏิกิริยา อุณหภูมิที่ใช้มีตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส สำหรับสีที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาสูงไปจนถึง 90 องศาเซลเซียส สำหรับสีที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาต่ำสุด

ความว่องไวต่อปฏิกิริยาของสีย่อม นอกจากจะมีผลต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการย้อมดังกล่าวแล้ว ยังมีผลต่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการย้อมสีด้วย ความว่องไวต่อปฏิกิริยาของสีรีแอคทีฟขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ดังต่อไปนี้

2.2.1 โครงสร้างทางเคมีของกลุ่มทำปฏิกิริยา

2.2.2 อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดพันธะทางเคมีระหว่างสี ย้อมกับเส้นใยเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.2.3 ต่าง ปฏิกิริยาการเกิดพันธะทางเคมีระหว่างสีย้อมกับเส้นใยจะเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น เมื่อน้ำย้อมมีสถานะเป็นด่างสูงขึ้น นั่นคือปฏิกิริยาจะเกิดรวดเร็วขึ้นถ้าใช้ด่างที่มีความรุนแรงมาก

การวัดค่าสี

สีที่ตาเรามองเห็นมีมากมายหลายสี จึงมีความจำเป็นต้องมีระบบจัดลำดับสีให้เป็นระเบียบ เพื่อให้ผู้ใช้สีสามารถสื่อสารแล้วเข้าใจความหมายของสีได้ตรงกัน มีการกำหนดค่าสีเป็นปริมาณที่วัดได้ เพื่อนำไปประเมินเป็นตัวเลขที่แน่นอน ระบบการวัดสีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมี 2 ระบบ คือ ระบบ Munsell และระบบ CIE (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542)

1. ระบบ Munsell เป็นระบบพื้นฐานในการจัดลำดับสีอย่างง่าย โดยอาศัยคุณสมบัติการมองเห็น 3 ประการ (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) ดังนี้

1.1 Hue คือ สีที่ปรากฏให้เห็น เช่น สีแดง สีเขียว เป็นต้น

1.2 Value (lightness) หมายถึง ความสว่างของสี

1.3 Chroma (saturation) หมายถึง ความเข้ม ความบริสุทธิ์ของสี

ในระบบ Munsell ระบุลักษณะของสีวัตถุโดยใช้ตัวเลขและตัวอักษรเพื่อบ่งบอก Hue Value และ Chroma แม้ว่าระบบ Munsell จะสามารถสื่อความหมายของสีได้ดี แต่ยังมีข้อบกพร่อง

เนื่องจากการบอกลักษณะสีหรือจัดลำดับสียังคงใช้ความนึกคิดประสบการณ์ของผู้มองแต่ละคน ดังนั้นอาจทำให้การบอกลักษณะของสีแตกต่างกันได้

2. ระบบ CIE (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่คำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) คือ

2.1 Light source คือ แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน เช่น A B C หรือ D 56

2.2 Colour object คือ วัตถุมีสี เมื่อแสงตกกระทบจะสะท้อนหรือกระจายแสงมาสู่ตาหรือเครื่องรับแสง

2.3 Observer คือ ผู้สังเกตการณ์

CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่พัฒนาจากระบบ CIE tristimulus values (x y และ z) และ CIE chromaticity coordinates (x y และ z) โดยปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงจนสามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ

L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) ของสี

ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง วัตถุสีดำ

ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง วัตถุมีสีขาว

a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (red – green)

ถ้า a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีแดง

ถ้า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีเขียว

b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (yellow – blue)

ถ้า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีเหลือง

ถ้า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ได้เชื่อมค่า a^* และค่า b^* เข้ากับ Hue และ Chroma โดยกำหนดค่าสีอีก 2 ค่า คือ Hue angle (h^*) และ Chroma (C^*)

Hue angle เป็นตัวเลขระบุสี อยู่ในตำแหน่งใดใน Color space มีหน่วยเป็นองศา

ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 0 องศา (360 องศา)	แสดงว่าเป็นสีแดง
ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 90 องศา	แสดงว่าเป็นสีเหลือง
ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 180 องศา	แสดงว่าเป็นสีเขียว
ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 270 องศา	แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

ส่วน Chroma คือ ค่าความสดใของสีที่มีความสว่างหนึ่งๆ โดย

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Chroma จะได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^* = b^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง C^* จะใช้บอกค่าความสดใของสีที่มีค่าความสว่างหนึ่งๆ

โดยทั่วไปในการระบุสีของวัตถุในระบบ CIELAB นั้นมักจะระบุด้วยค่า L^* C^* และ h^* มากกว่า $L^*a^*b^*$ เนื่องจากจะทำให้ความเข้าใจและทราบลักษณะของสีได้ใกล้เคียงกับที่ตามนุษย์มองเห็นสี (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542)

การวัดค่าความแตกต่างของสี

การวัดความแตกต่างของสีตัวอย่างกับสีมาตรฐาน ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ ระบบ CIE และระบบ CMC ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบ CIE

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542) ได้สรุปเกี่ยวกับระบบ CIELAB color difference equation ไว้ว่า การหาความแตกต่างของสีตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐานสามารถหาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง-เขียว และความเป็นเหลือง-น้ำเงิน ดังนี้คือ

$$dL^* = L^* \text{ ของตัวอย่าง} - L^* \text{ ของตัวอย่างมาตรฐาน}$$

ถ้า dL^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความสว่างมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (lighter)

ถ้า dL^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความมืดมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (darker)

$da^* = a^*$ ของตัวอย่าง $-a^*$ ของตัวอย่างมาตรฐาน

ถ้า da^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (redder)

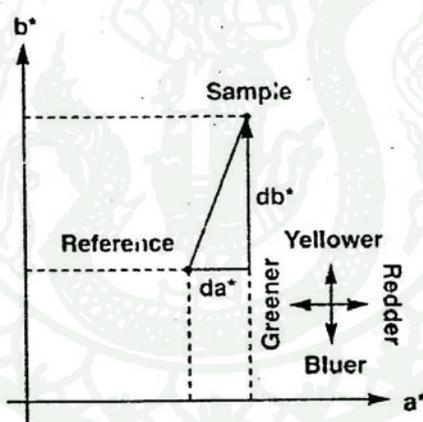
ถ้า da^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเขียวมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (greener)

$db^* = b^*$ ของตัวอย่าง $-b^*$ ของตัวอย่างมาตรฐาน

ถ้า db^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (yellower)

ถ้า db^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (bluer)

ภาพที่ 3 แสดงค่า da^* และ db^* ในระบบ CIELAB



ภาพที่ 3 ค่า da^* และ db^* ในระบบ CIELAB

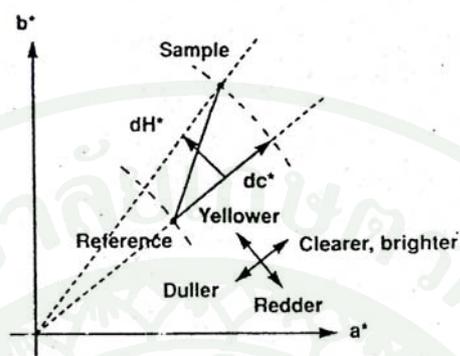
ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

นอกจากจะบอกความแตกต่างด้วยค่า dL^* , da^* และ db^* แล้วยังกำหนดค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน ด้วยค่า dE^* (total color difference) โดย

$$dE^* = (dL^{*2} + da^{*2} + db^{*2})^{1/2}$$

นอกจากนี้ยังบอกค่าความแตกต่างของสีให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในแง่ของสีที่ปรากฏและความสดใสของสีได้จากค่า dH^* และ dC^* ดังภาพที่ 4 โดย

$$dE^* = (dL^{*2} - dC^{*2} - db^{*2})^{1/2}$$



ภาพที่ 4 ค่า dH^* และ dC^* ในระบบ CIELAB

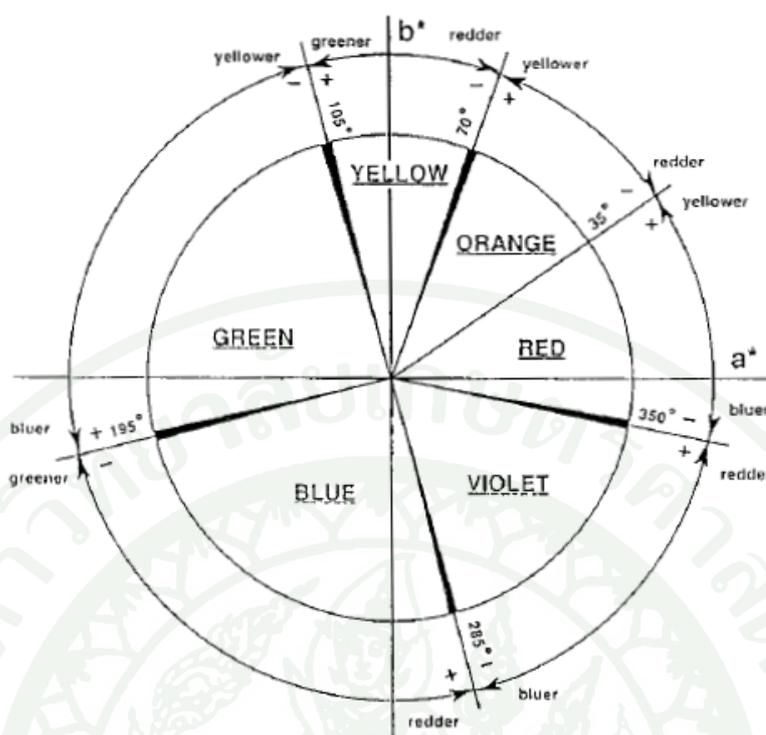
ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

$dC^* = C^*$ ของตัวอย่าง $- C^*$ ของมาตรฐาน

ถ้า dC^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความสดใสมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (brighter)

ถ้า dC^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความดุ่นมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (duller)

$dH^* = H^*$ ของตัวอย่างมาตรฐาน จะแสดงความหมาย เหลืองกว่า (yellow) แดงกว่า (redder) น้ำเงินกว่า (bluer) และ เขียวกว่า (greener) เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าค่า dH^* นั้น จะมีค่าเป็น + หรือ - และสีมีค่า Hue angle อยู่ในตำแหน่งที่เท่าไร ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ค่า ความหมายของ dH* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ส่วนใหญ่ดำเนินการตามวิธีทดสอบมาตรฐาน

AATCC Test Method 61 – 1993 Colorfastness to Laundering, Home and Commercial :

Accelerated เป็นการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่คาดว่าจะทนต่อการซักบ่อย ๆ ได้ การซักด้วยเครื่องทดสอบชักรานาน 45 นาที จะเทียบได้เท่ากับการซักทั่วไปด้วยมือหรือด้วยเครื่องซักผ้าจำนวน 5 ครั้ง โดยแบ่งเป็นการทดสอบ ดังนี้ (ขจีจรส, 2551)

วิธีทดสอบ No.1A ใช้สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่คาดว่าจะทนต่อการซักด้วยมือที่อุณหภูมิต่ำ การทดสอบชักรวิธีนี้ 1 ครั้ง เทียบเท่ากับการซักด้วยมือที่อุณหภูมิ $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ จำนวน 5 ครั้ง

วิธีทดสอบ No.2A ใช้สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่คาดว่าจะทนต่อการซักด้วยเครื่องที่อุณหภูมิต่ำ การทดสอบซักวิธีนี้ 1 ครั้ง เทียบเท่ากับการซักด้วยเครื่องที่อุณหภูมิ $38\pm 3^{\circ}\text{C}$ จำนวน 5 ครั้ง

วิธีทดสอบ No.3A ใช้สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่คาดว่าจะทนต่อการซักที่สภาวะค่อนข้างรุนแรง การทดสอบซักวิธีนี้ 1 ครั้ง เทียบเท่ากับการซักด้วยเครื่องซักทางการค้าที่อุณหภูมิ $49\pm 3^{\circ}\text{C}$ หรือการซักด้วยเครื่องซักที่ใช้ในบ้านทั่วไปที่อุณหภูมิ $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ จำนวน 5 ครั้ง

วิธีทดสอบ No.4A ใช้สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่มักจะซักด้วยสารซักฟอกที่มีสารฟอกขาวคลอรีนผสมอยู่ การทดสอบซักวิธีนี้ 1 ครั้ง เทียบเท่ากับการซักทางการค้าที่อุณหภูมิ $71\pm 3^{\circ}\text{C}$ โดยใช้คลอรีน 1.9 ลิตร ต่อผ้า 45.4 กก. หรือเท่ากับการซักด้วยเครื่องซักในบ้านที่อุณหภูมิ $63\pm 3^{\circ}\text{C}$ โดยใช้สารฟอกขาวที่มีคลอรีน 5.0% จำนวน 3.74 กรัม/ลิตร ต่อผ้า 3.6 กก.

วิธีทดสอบ No.5A ใช้สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของสิ่งทอที่มักซักด้วยสารซักฟอกที่มีสารฟอกขาวคลอรีน การทดสอบซักวิธีนี้ 1 ครั้ง เทียบเท่ากับการซักในบ้านที่อุณหภูมิ $49\pm 3^{\circ}\text{C}$ โดยใช้สารฟอกขาวที่มีคลอรีน $0.020\pm 0.001\%$

สภาวะที่ใช้ในการทดสอบซัก ของวิธีทดสอบ No.1A 2A 3A 4A และ 5A แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบชักในวิธีทดสอบต่างๆ

วิธีทดสอบ	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำชัก	ปริมาณสารชักฟอก	ปริมาณคลอรีน	จำนวนลูกบอลเหล็ก	ระยะเวลา
No. 1A	40°C	200 มม.	0.37%	-	10	45 นาที
No. 2A	49°C	150 มม.	0.2%	-	50	45 นาที
No. 3A	71°C	50 มม.	0.2%	-	100	45 นาที
No. 4A	71°C	50 มม.	0.2%	0.015%	100	45 นาที
No. 5A	49°C	150 มม.	0.2%	0.015%	50	45 นาที

ที่มา: ขจีจรัส (2551)

หลังการทดสอบชักแล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการชักกับชิ้นตัวอย่างที่ไม่ผ่านการชัก มาประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีด้วย Gray Scale for Color Change โดยแบ่งระดับดังนี้ (ขจีจรัส, 2551)

- ระดับ 5 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 5 มีความคงทนระดับดียอดเยี่ยม
- ระดับ 4.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 4-5 มีความคงทนระดับดีเลิศ
- ระดับ 4 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 4 มีความคงทนระดับดีมาก
- ระดับ 3.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 3-4 มีความคงทนระดับดี
- ระดับ 3 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 3 มีความคงทนระดับเกือบดี
- ระดับ 2.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 2-3 มีความคงทนระดับดีพอใช้
- ระดับ 2 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 2 มีความคงทนระดับพอใช้
- ระดับ 1.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 1-2 มีความคงทนระดับแย่มาก

ระดับ 1 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale ระดับ 1 มีความคงทนระดับ
 เยี่ยมมาก

นำผ้าหลายเส้นใย (multifiber fabric) ที่ผ่านการทดสอบซักแล้วกับผ้าหลายเส้นใย ที่ไม่ผ่าน
 การซักมาประเมินการเปื้อนสี โดยใช้ Gray Scale for Color Staining โดยแบ่งระดับดังนี้
 (ขจีจรัส, 2551)

ระดับ 5 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 5
 มีความคงทนระดับดีเยี่ยม

ระดับ 4.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 4-5
 มีความคงทนระดับดีเลิศ

ระดับ 4 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 4
 มีความคงทนระดับดีมาก

ระดับ 3.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 3-4
 มีความคงทนระดับดี

ระดับ 3 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 3
 มีความคงทนระดับเกือบดี

ระดับ 2.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 2-3
 มีความคงทนระดับดีพอใช้

ระดับ 2 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 2
 มีความคงทนระดับพอใช้

ระดับ 1.5 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 1-2
 มีความคงทนระดับแย่มาก

ระดับ 1 มีการเปลี่ยนแปลงของสี เทียบได้กับ Gray Scale for Color Staining ระดับ 1
 มีความคงทนระดับแย่มาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รังสิมาและคณะ (2548) ได้ศึกษาการย้อมเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีเคมีในระดับหัตถอุตสาหกรรม
 พบว่ามีปัญหาของสีตกหลังการย้อม และพัฒนาการย้อมสีรีแอคทีฟเพื่อลดปัญหาสีตกในผ้าฝ้าย โดย
 สํารวจการย้อมสีฝ้ายที่ จังหวัดเชียงใหม่ และ จังหวัดเพชรบูรณ์ เก็บตัวอย่างของสีที่ใช้ รวมทั้งปัจจัย
 ที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำ ด้ายฝ้าย มาทดสอบ ผลที่ได้พบว่า น้ำที่ใช้ย้อมมีแคลเซียมคาร์บอเนตปะปนอยู่

ในปริมาณ มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำที่มีความกระด้าง สำหรับสีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสีของชนิดไคเรกท์ ที่มีราคาถูก และไม่ได้อธิบายขั้นตอนการข้อมที่สมบูรณ์ การเตรียมเส้นด้ายก่อนการข้อมสี ทำเพียงแค่การกำจัดสิ่งสกปรกด้วยสบู่และล้างเท่านั้น และเมื่อทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า สีที่ได้มีความคงทนต่อการซักปานกลาง (คะแนนระดับ 3-4) หรือจัดเป็นเส้นด้ายที่มีสีตก และมีความคงทนต่อแสงต่ำ (ระดับ 1-2) หรือจัดเป็นเส้นด้ายที่มีสีซีดเร็ว ผลสำรวจในภาพรวมชี้ให้เห็นว่า ปัญหาสีหม่น ไม่สดใส และสีตก เนื่องมาจากคุณภาพน้ำที่ใช้ การเตรียมเส้นด้ายโดยไม่มีการฟอกขาวก่อนการข้อม การเลือกชนิดสีข้อมและกระบวนการข้อมไม่เหมาะสม จึงได้พัฒนาการข้อมโดยใช้สารกำจัดความกระด้างในน้ำ และเตรียมเส้นด้ายโดยการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวในขั้นตอนเดียวกัน และหาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สีรีแอคทีฟ (สีน้ำเงิน) ชนิดข้อมอ่อนสำหรับเส้นด้ายฝ้าย ที่ระดับความเข้มข้นของสี 1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีตัวแปรคือ อุณหภูมิ (40, 50, 60 องศาเซลเซียส) ปริมาณเกลือแกง (30, 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (8, 10, 10.5) และอัตราส่วนด้ายต่อของเหลว (1:15, 1:20, 1:30) การทดสอบค่าการดูดซึมสี (%exhaustion) ค่าสีตามมาตรฐาน CIE LAB ค่าคงทนของสีต่อการซักและแสง (วิธีมาตรฐาน ISO 105-C01 และ ISO 105 B02) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการข้อมสีฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ คือ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 40 mg/l ค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.5 และอัตราส่วนวัสดุต่อน้ำ 1:20 ซึ่งมีผลให้ค่าการดูดซับสีดี และมีสีน้ำเงินสดใส และมีค่าความคงทนของสีต่อการซักและแสงระดับดี จนถึงดีมาก หรือไม่มีการตกของสีในเส้นด้าย

นอกจากนี้ยังทดลองข้อมสีรีแอคทีฟให้ได้ตามโทนสีของเส้นด้าย 8 สีตัวอย่างที่เก็บมาจากการสำรวจเฉพาะที่ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มหัตถอุตสาหกรรมที่จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการข้อมสีฝ้าย ผลการทดลองพบว่า เส้นด้ายข้อมสีทั้ง 8 สี มีโทนสีสดใสใกล้เคียงกับสีเดิม และมีความคงทนต่อการซักดีมาก คือ ระดับ 5 และมีความคงทนต่อแสงพอใช้ คือ คะแนน 3-4

ศุชาดาและรังสิมา (2549) ได้ศึกษาสภาวะการข้อมสีรีแอคทีฟในเส้นใยสับประรด (pineapple : Ananas comosus (L.) Merr., ตระกูล Bromeliacea) เพื่อเพิ่มศักยภาพในการนำเส้นใยสับประรดที่เป็นเศษเหลือหลังการเก็บเกี่ยว มาผลิตเป็นเส้นใยสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ การศึกษานี้เลือกใช้สีรีแอคทีฟชนิดข้อมอ่อน สำหรับข้อมทั้งที่เป็นเส้นใยสับประรดล้วน และผืนผ้าทอเส้นใยผสมสับประรดและฝ้าย อัตราส่วน 50/50 โดยน้ำหนัก โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการข้อม คือ อุณหภูมิ ปริมาณเกลือ และด่าง อัตราส่วนของเหลวต่อวัสดุ ผลที่ได้พบว่า สภาวะการข้อมเส้นใยสับประรดมีค่าใกล้เคียงกับฝ้าย คือ ข้อมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และใช้อัตราส่วนของเหลวต่อเส้นใย 20 : 1 โดยใช้ปริมาณเกลือ 30 กรัมต่อลิตร ข้อมในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.3 สำหรับเจดอ่อนหวานชนิด Levafix CA 0.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเกลือ 40 กรัมต่อลิตร ข้อมใน

สภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.3 สำหรับเครื่องแรงชนิด Remazol RGB 1 เปอร์เซนต์ ความคงทนของสีต่อการซักอยู่ที่ระดับดีมาก แต่มีความคงทนต่อแสงต่ำ และโดยเฉพาะสีติดไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการมีสารประเภทเพคติน และเพนโตแซนในเส้นใยสับประรดที่ขัดขวางการติดสี

สำหรับการย้อมผ้าใยผสมสับประรดและฝ้ายที่เป็นเส้นพุ่ง และเส้นยืน ด้วยสี Remazol RGB ที่ระดับความเข้ม 2 ระดับ ย้อมที่ 50 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนของเหลวต่อเส้นใย 20:1 พบว่า สภาพการย้อมมีค่าสูงกว่าฝ้าย โดยที่ความเข้มสี 2 เปอร์เซนต์ สภาพการย้อมที่เหมาะสม คือ ปริมาณเกลือ 90 กรัมต่อลิตร และด่าง 16 กรัมต่อลิตร และที่ความเข้มสี 5 เปอร์เซนต์ พบว่าใช้ ปริมาณเกลือ 110 กรัมต่อลิตร และด่าง 20 กรัมต่อลิตร ผลของการย้อมผืนผ้าเส้นใยสับประรดผสม ฝ้าย ทำให้ได้สีที่มีความคงทนต่อการซักระดับดีมาก และมีความคงทนต่อการขัดถูสำหรับผืนผ้า เปียกระดับดี-ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถทนต่อการซักได้ดี-ดีมาก สำหรับการซัก 5 ครั้ง

Kasembunyakorn *et al.* (2008) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องย้อมเพื่อรักษาคุณภาพการย้อมสิ่งทอพื้นเมือง ในการย้อมไหมที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองในประเทศไทย และได้พัฒนาเครื่องย้อมเพื่อรักษาคุณภาพของการย้อมให้สม่ำเสมอ โดยศึกษาวิธีการย้อมไหมของกลุ่มผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองจำนวน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ผลิตสิ่งทอพื้นเมืองบ้านนาโพธิ์ อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดบุรีรัมย์, บ้านสนवलใน อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดบุรีรัมย์ และบ้านโนนเมือง อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู ทั้ง 3 กลุ่มใช้สีย้อมเป็นสีแอสิด สีแดงเหมือนกัน ต่างกันที่อัตราส่วนของน้ำย้อมต่อไหม ระยะเวลา และกระบวนการ ผลการวิจัยพบว่าค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของผ้าไหมกลุ่มบ้านนาโพธิ์มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือบ้านโนนเมือง และบ้านสนवलใน ตามลำดับ การวิเคราะห์ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี พบว่าผ้าไหมของบ้านนาโพธิ์มีการเปลี่ยนสีมากที่สุด รองลงมาคือบ้านสนवलใน และบ้านโนนเมือง ตามลำดับ

Kasembunyakorn *et al.* (2010) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องย้อมเส้นด้ายที่พัฒนาขึ้น เพื่อเพิ่มคุณภาพการย้อมไหมในระดับชุมชน โดยศึกษาค่าสี L^* C^* และ h^* ความคงทนของสี dE^* และค่าแตกต่างระหว่างซ้ำ ผลที่ได้จากกระบวนการย้อมในระดับชุมชนมีความแตกต่างระหว่างซ้ำ สูงกว่าการย้อมด้วยเครื่องย้อมใจด้าย มก.1 และ เครื่องย้อมใจด้าย มก.2 โดยเครื่องย้อมนี้ได้พัฒนาให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิ กงใส่ด้ายที่หมุนอัตโนมัติ และแก้สให้ความร้อน จากการทดสอบโดยการย้อมไหม 2 กิโลกรัม ใช้อัตราส่วนวัสดุต่อน้ำย้อม 1:30 พบว่าค่าของสีย้อมใกล้เคียงกับสีมาตรฐาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 (ภาพที่ 6) ผลิตจากเหล็กปลอดสนิม โดยแต่ละส่วนที่เกี่ยวกับการย้อมมีลักษณะของการทำงานดังนี้ (ขจีจรัส และคณะ, มปป.)

1. กงคล่องใจด้ายสามารถปรับเพิ่ม-ลด ให้เหมาะสมกับขนาดของใจด้าย โดยการคลายน็อตที่ยึดกงคล่องใจด้ายทั้ง 2 ด้าน ด้านละ 4 ซี่ แล้วดึงซี่ขึ้น ถ้าต้องการเพิ่มขนาดของกงคล่องใจด้ายให้ดันซี่ขึ้น หรือถ้าต้องการลดขนาดของกงคล่องใจด้ายให้ดันซี่ลง โดยให้ดันซี่ขึ้น-ลงพร้อมกันทั้งสองด้าน หลังจากนั้นขันน็อตให้แน่น
2. หัวแก๊สได้ติดตั้งไว้ได้ตั้งย้อม และมีแผงปิดกั้นช่วยให้ความร้อนกระจายตัวได้ดีขึ้น และลดการสูญเสียความร้อนในขณะที่ทำการย้อม
3. สามารถตั้งอุณหภูมิของน้ำย้อมให้ได้ตามความต้องการ โดยหมุนที่หน้าปัดของ Temperature Controller ไปยังอุณหภูมิที่ต้องการใช้ ตัวเซ็นเซอร์ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิของน้ำย้อมในถังย้อม ถ้าอุณหภูมิค่า Temperature Controller จะส่งกระแสไฟไปเปิดวาล์วไฟฟ้าเพื่อปล่อยแก๊สจากถังเข้าไปที่หัวเตาเพื่อเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น เมื่อได้อุณหภูมิถึงจุดที่ต้องการวาล์วไฟฟ้าจะทำการปิดแก๊ส ถ้าอุณหภูมิต่ำลงวาล์วไฟฟ้าจะเปิดแก๊สอีกครั้ง เป็นเช่นนี้เรื่อยไป
4. สามารถปรับความเร็วรอบของการหมุนกงคล่องใจด้ายให้คงที่ตามความต้องการได้ควบคุมโดยเครื่องปรับความถี่ไฟฟ้า โดยกดเลือกความถี่ที่เหมาะสมจะได้ความเร็วรอบในการหมุนของกงคล่องใจด้ายตามต้องการ



ภาพที่ 6 เครื่องข้อมใจด้าย มก.3

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการข้อม ได้แก่

1. ไหมเส้นพุ่งควบ 6 No. 27/29D ที่ผ่านการจักกาวและฟอกขาว ของบริษัทจุลไหมไทย
2. สิริแอกทีฟ (ข้อมเย็น) สีน้ำเงิน เอ็ม 4 จีที (182) ของบริษัทเวลด์เคมี
3. เกลือแกง
4. โซดาแอช
5. น้ำสบู
6. กรดน้ำส้ม

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบชัก ได้แก่

1. ผงซักฟอกมาตรฐาน (standard reference detergent) ของ AATCC สำหรับทดสอบการชัก
2. ผ้าหลายเส้นใย (multifiber) เป็นผ้ามาตรฐานสำหรับทดสอบชัก ของ AATCC

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองชัก ได้แก่

1. เครื่องย้อมใจด้าย มก.3
2. เครื่องชั่งละเอียด (Mettler Toledo PG503-S)
3. ก๊าซหุงต้ม LPG
4. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
5. บีกเกอร์ (Beaker)
6. แท่งแก้วสำหรับคน
7. ซ้อนตักสาร
8. ราวสำหรับกระตุกไหม

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก มีดังนี้

1. เครื่องทดสอบการซัก (Launder – Ometer) รุ่น DWG-A11-4579
2. เครื่องชั่งละเอียด (Metter Toledo PG503-S)
3. เครื่องวัดสี Spectrophotometer Data color 550
4. กระบอกลีโอสถา (stainless steel cylinders) ขนาดจุ 500 ml หรือ 7.5 x 12.5 เซนติเมตร
5. เม็ดบอล (stainless steel balls) จำนวน 10 เม็ด
6. บีกเกอร์ (beaker)
7. แ่งแก้วสำหรับคน

วิธีการ

ในการวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design-CRD) โดยมีปัจจัยการทดลองเพียงปัจจัยเดียว คือ น้ำหนักไหมที่ข้อมมี 4 ระดับ คือ 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัม ทำการทดลองทั้งหมด 4 ซ้ำ

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย มีดังนี้

1. น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่าสี

1.1 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า L*

1.2 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า a*

1.3 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า b*

1.4 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า C*

1.5 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า h*

2. น้ำหนักที่ข้อมไม่มีผลต่อความคงทนของสีต่อการซัก

2.1 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี

2.2 น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปื้อนสี

การปรับเครื่องย้อม

การปรับจำนวนรอบในการหมุนของกงกลิ้งใจด้ายของเครื่องย้อมใจด้าย มก.3

ในการทดลองย้อมได้ปรับจำนวนรอบในการหมุนของกงกลิ้งใจด้ายไว้ที่ 10 รอบ ต่อนาที ซึ่งเป็นระดับความถี่ไฟฟ้าระดับ 16 เฮิร์ตซ์ (สุนิสา, 2553)

การปรับระดับแก๊ส

เนื่องจากการดัดน้ำสบู่สำหรับการจัดสีส่วนเกิน ไหมมีปริมาณที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ในการดัดน้ำสบู่แตกต่างกัน จึงปรับปริมาณแก๊สให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามความต้องการและเหมาะสม ดังนี้ (สุนิสา, 2553)

สำหรับการย้อมไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม ใช้แก๊สระดับ 0.6 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร

สำหรับการย้อมไหมหนัก 1.0 กิโลกรัม ใช้แก๊สระดับ 1.0 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร

สำหรับการย้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ใช้แก๊สระดับ 1.4 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร

สำหรับการย้อมไหมหนัก 2.0 กิโลกรัม ใช้แก๊สระดับ 2.0 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร

การย้อม

ในการย้อมไหมใช้อัตราส่วน วัสดุต่อน้ำย้อม 1 : 20 และย้อมด้วยเครื่องย้อมใจด้าย มก.3 โดยมีขั้นตอนในการย้อม ดังนี้

1. แช่ไหมในน้ำเป็นเวลา 30 นาที
2. เตรียมสีและสารช่วยย้อม ดังนี้

- 2.1 สิริแอกทีฟ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไหม
- 2.2 เกลือแกง 50 กรัมต่อลิตร
- 2.3 โซดาแอช 15 กรัมต่อลิตร
- 2.4 น้ำสบู่ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร
- 2.5 กรดน้ำส้ม 0.3 มิลลิลิตรต่อลิตร
3. ละลายสีและเกลือแกงด้วยน้ำ แล้วเทลงในเครื่องย้อม
4. นำไหมที่แช่น้ำขึ้นบิดน้ำออกให้หมาด นำไหมใส่กงคล้องใจด้ายแล้วขันน็อตล็อกแกนให้แน่น
5. ย้อมที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
6. ละลายโซดาแอชเติมลงในน้ำสี (ยกด้ายขึ้น) นำเส้นไหมลงย้อมเป็นเวลา 60 นาที
7. นำไหมออกจากเครื่องย้อม แล้วนำมาล้างน้ำ 3 ครั้ง
8. อุ้มน้ำในเครื่องย้อมให้ได้อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
9. เติมน้ำสบู่ลงไป แล้วย้อมต่ออีก 15 นาที
10. นำไหมออกจากเครื่องย้อม แล้วนำมาล้างน้ำจนน้ำใส
11. ละลายกรดน้ำส้มด้วยน้ำ แล้วนำไหมจุ่มลงไป
12. นำไหมขึ้นบิดให้หมาด ตาก และกระตุกเป็นระยะจนแห้ง

การวัดค่าสี

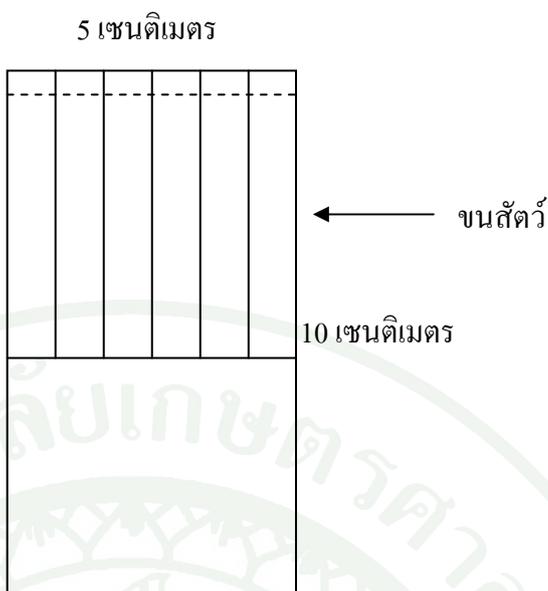
นำไหมที่ซ้อมแล้วไปวัดค่าสี โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer Data color 550 มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มไหมจำนวน 3 ใจ ของแต่ละระดับ แต่ละการทดลอง ได้ไหมตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 48 ใจ
2. กรอเส้นไหมเข้าหลอดด้าย
3. พันเส้นไหมบนกระดาษแข็งสีเทาขนาด 2 x 2 นิ้ว
4. วัดค่าสี L^* a^* b^* C^* และ h^*

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ทำตามวิธีทดสอบของ AATCC Test Method 61 – 1993 Colorfastness to Laundering, Home and Commercial : Accelerated วิธีทดสอบ No.1A (AATCC, 2003) มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบจากไหมตัวอย่างจำนวน 48 ใจ โดยแต่ละใจใช้เส้นไหมยาว 110 เมตร พันบนอุปกรณ์เตรียมตัวอย่าง เป็นวงกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร แล้วนำเส้นไหมที่เตรียมไว้ไปเย็บติดบนผ้าฝ้ายมาตรฐาน
2. ตัดผ้าหลายเส้นใยขนาด 5 เซนติเมตร (2 นิ้ว) เย็บติดกับชิ้นทดสอบ โดยเย็บขอบด้านกว้าง 5 เซนติเมตร และให้แถบเส้นใยที่เป็นขนสัตว์อยู่ทางด้านขวา แถบของเส้นใยเรียงขนานกับความยาวของชิ้นทดสอบ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลักษณะตัวอย่างของชิ้นทดสอบ

3. เตรียมสารละลายสำหรับทดสอบซัก ให้มีความเข้มข้นของสารซักฟอกร้อยละ 0.37 เปอร์เซ็นต์ แล้วเทใส่ในกระบอกใส่สาร ในปริมาณ 200 มิลลิลิตร
4. อุ้มนสารละลายในกระบอกใส่สาร ในเครื่องทดสอบซักที่อุณหภูมิ 40°C (105°F) เป็นเวลา 2 นาที
5. ใส่ชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ลงในกระบอกใส่สาร 1 ชิ้นต่อ 1 กระบอก พร้อมเม็ดบอลจำนวน 10 เม็ด
6. ทดสอบการซักที่อุณหภูมิ 40°C (105°F) เวลา 45 นาที
7. เมื่อเครื่องหยุด นำชิ้นทดสอบออกใส่บีกเกอร์ โดยแยก 1 บีกเกอร์ ต่อชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ล้างด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($105\pm 5^{\circ}\text{F}$) เป็นเวลา 1 นาที รวมทั้งหมด 3 ครั้ง
8. ทำให้ผ้าทดสอบแห้ง โดยผึ่งในอากาศ
9. ตัดปลายเส้นด้ายที่หลุดลุ่ยจากชิ้นทดสอบให้เรียบร้อย ปิดเส้นใยต่างๆที่ติดอยู่บนผิวผ้าออก

10. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสี โดยวัดค่าสีของไหมที่ผ่านการซักแล้วเปรียบเทียบกับไหมที่ไม่ได้ผ่านการซักด้วยเครื่อง Spectrophotometer Data color 550

11. เปรียบเทียบผ้าหลายเส้นใย ที่ผ่านการทดสอบซักแล้ว และที่ยังไม่ได้ทดสอบซักเพื่อประเมินการเปื้อนสี

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์สีของเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟ โดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ทำการวิเคราะห์ค่า L^* a^* b^* C^* และ h^* โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนด้วยวิธี One way analysis of variance และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ค่าความคงทนของสีเส้นด้ายไหมต่อการซัก วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย dE^* ของการเปลี่ยนสี และ dE^* ของการเปื้อนสี และค่าความแปรปรวนด้วยวิธี One way analysis of variance และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งทอ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการทดลองเดือนกันยายน 2553 ถึง เดือนมีนาคม 2554

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาการข้อมใหม่ด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้วย มก.3 ได้ผลการวิจัยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะสีของเส้นไหมที่ข้อมได้

ตอนที่ 2 ผลของปริมาณไหมที่ข้อมต่อสีของเส้นไหมที่ข้อมได้

ตอนที่ 3 ความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ข้อมได้

ตอนที่ 4 ผลของปริมาณไหมที่ข้อมต่อความคงทนของสีที่ข้อมได้

ตอนที่ 1 ลักษณะสีของเส้นไหมที่ข้อมได้

จากการทดลองข้อมใหม่ด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้วย มก.3 โดยใช้ไหมหนัก 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัม ใช้ความเข้มข้นของสี 5% ของน้ำหนักไหม อัตราส่วนวัสดุต่อน้ำข้อม 1 : 20 ระยะเวลาข้อม 90 นาที แล้วนำไปวัดค่าสี L^* a^* b^* C^* และ h^* ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h^* ของไหมทดลองที่ข้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้วย มก.3

ปริมาณไหม (กิโลกรัม)	ค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
0.5	43.53	-12.62	-16.12	20.47	231.26
1	43.47	-12.81	-15.63	20.24	230.91
1.5	43.58	-12.54	-16.11	20.38	231.32
2	43.41	-12.59	-16.21	20.53	231.28

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่า L^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีค่าสูงปานกลาง แสดงว่าสีของไหมค่อนข้างเข้ม โดยไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่าความสว่างสูงสุด ขณะที่ไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่าความสว่างต่ำที่สุด และมีความแตกต่างกันน้อยมาก (0.17) แสดงว่าสีของไหมมีความสว่างใกล้เคียงกันมาก

ค่า a^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีค่าเป็นลบซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเขียว โดยพบว่าไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่าความเป็นสีเขียวสูงสุด ขณะที่ไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่าความเป็นสีเขียวต่ำที่สุด และมีความแตกต่างกันน้อยมาก (0.27) แสดงว่าเส้นไหมที่ได้มีความเป็นสีเขียวใกล้เคียงกันมาก

ค่า b^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีค่าเป็นลบซึ่งแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงินซึ่งเป็นไปตามสีที่ได้ โดยพบว่าไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่าความเป็นสีน้ำเงินสูงสุด ขณะที่ไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่าความเป็นสีน้ำเงินต่ำที่สุด และมีความแตกต่างกันน้อยมาก (0.58) แสดงว่าเส้นไหมที่ได้มีความเป็นสีน้ำเงินใกล้เคียงกันมาก

ค่า C^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีค่า C^* ไม่สูงมากนัก แสดงว่าไหมทดลองมีความสดใสปานกลาง โดยพบว่าไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่าความสดใสูงสุด ขณะที่ไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่าความสดใต่ำที่สุด และมีความแตกต่างกันน้อยมาก (0.29) แสดงว่าเส้นไหมที่ได้มีความสดใของสีใกล้เคียงกันมาก

ค่า h^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ในการทดลองย้อมน้ำหนักของไหม 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัม อยู่ระหว่าง 230.91 ถึง 231.32 องศา ซึ่งแสดงว่าสีของไหมทดลองเป็นสีน้ำเงินออกเขียวเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของสีที่ได้ โดยพบว่าไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม มีค่า h^* สูงที่สุด ขณะที่ไหมหนัก 1 กิโลกรัม มีค่า h^* ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงความแตกต่างกันน้อยมาก (0.41) แสดงว่าเฉดสีที่ได้ใกล้เคียงกันมาก

ตอนที่ 2 ผลของปริมาณไหมที่ย้อมต่อสีของเส้นไหมที่ย้อมได้

ผลต่อค่าสี

จากการทดลองย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L* a* b* C* และ h* ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L* a* b* C* และ h* ของไหมทดลองย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

ค่าสี	Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p
L*	Treatments	3	.204	.068	.499	.685
	Error	44	5.998	.136		
	Total	47	6.202			
a*	Treatments	3	.513	.171	.594	.622
	Error	44	12.662	.288		
	Total	47	13.174			
b*	Treatments	3	2.498	.833	1.472	.235
	Error	44	24.897	.566		
	Total	47	27.395			
C*	Treatments	3	.564	.188	.225	.879
	Error	44	36.761	.835		
	Total	47	37.325			
h*	Treatments	3	1.286	.429	2.116	.112
	Error	44	8.912	.203		
	Total	47	10.198			

จากตารางที่ 3 ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี พบว่าน้ำหนักของไหมทดลองไม่มีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ย้อมแตกต่างกันด้วย ไม่มีผลต่อค่า L^* เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.1 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมไม่มีผลต่อค่า L^*

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของไหมทดลองไม่มีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า a^* เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.2 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมไม่มีผลต่อค่า a^*

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของไหมทดลองไม่มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า b^* เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.3 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมไม่มีผลต่อค่า b^*

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า C^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของไหมทดลองไม่มีผลต่อค่า C^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า C^* เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.4 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมไม่มีผลต่อค่า C^*

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า h^* ของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของไหมทดลองไม่มีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า h^* เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.5 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมไม่มีผลต่อค่า h^*

จากการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.1 1.2 1.3 1.4 และ 1.5 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ย้อมแตกต่างกันไม่ทำให้สีที่ได้แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเครื่องย้อมใจด้าย มก.3 มีกงกล้องใจด้ายที่สามารถหมุนได้ การหมุนของกงกล้องใจที่ทำให้ใจด้ายที่คล้องอยู่สัมผัสกับน้ำย้อมได้ทุกส่วน สีที่ได้จากการย้อมจึงมีความสม่ำเสมอทุกใจ และสีที่ย้อมได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ที่ออกแบบมีประสิทธิภาพในการย้อม สีที่ได้เหมือนกันทุกครั้งในการย้อม

ความสม่ำเสมอของสีเส้นไหมในแต่ละการทดลอง

จากการทดลองข้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของสี (ค่า dE^*) ของตัวอย่างไหมที่ข้อมในแต่ละซ้ำแต่ละการทดลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4 5 6 และ 7

ตารางที่ 4 ค่า dE^* ของตัวอย่างไหมที่ข้อมโดยใช้ไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม

ซ้ำที่	dE^*		
	ใจที่ 1 กับใจที่ 2	ใจที่ 1 กับใจที่ 3	ใจที่ 2 กับใจที่ 3
1	0.05	0.12	0.07
2	0.13	0.42	0.29
3	0.71	0.13	0.84
4	0.07	0.16	0.23

จากตารางที่ 4 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างของสี (dE^*) ระหว่างใจที่ 1 กับใจที่ 2 ใจที่ 1 กับใจที่ 3 และ ใจที่ 2 กับใจที่ 3 ในแต่ละซ้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าความแตกต่างของสี (dE^*) อยู่ระหว่าง 0.05-0.84 ซึ่งในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ค่า dE^* ไม่เกิน 2.00) เป็นการยืนยันว่าสีของเส้นไหมที่ข้อมในแต่ละซ้ำไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ค่า dE^* ของตัวอย่างไหมที่ข้อมโดยใช้ไหมหนัก 1 กิโลกรัม

ซ้ำที่	dE^*		
	ใจที่ 1 กับใจที่ 2	ใจที่ 1 กับใจที่ 3	ใจที่ 2 กับใจที่ 3
1	0.32	0.43	0.11
2	0.43	0.31	0.12
3	0.01	0.46	0.45
4	0.54	0.50	0.04

จากตารางที่ 5 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างของสี (dE*) ระหว่างใจที่ 1 กับใจที่ 2 ใจที่ 1 กับใจที่ 3 และ ใจที่ 2 กับใจที่ 3 ในแต่ละซ้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าความแตกต่างของสี (dE*) อยู่ระหว่าง 0.01-0.54 ซึ่งในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ค่า dE* ไม่เกิน 2.00) เป็นการยืนยันว่าสีของเส้นไหมที่ย้อมในแต่ละซ้ำไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6 ค่า dE* ของตัวอย่างไหมที่ย้อมโดยใช้ไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม

ซ้ำที่	dE*		
	ใจที่ 1 กับใจที่ 2	ใจที่ 1 กับใจที่ 3	ใจที่ 2 กับใจที่ 3
1	0.03	0.41	0.38
2	0.25	0.11	0.36
3	0.49	0.66	0.17
4	0.44	0.90	0.54

จากตารางที่ 6 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างของสี (dE*) ระหว่างใจที่ 1 กับใจที่ 2 ใจที่ 1 กับใจที่ 3 และ ใจที่ 2 กับใจที่ 3 ในแต่ละซ้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าความแตกต่างของสี (dE*) อยู่ระหว่าง 0.03-0.90 ซึ่งในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ค่า dE* ไม่เกิน 2.00) เป็นการยืนยันว่าสีของเส้นไหมที่ย้อมในแต่ละซ้ำไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 7 ค่า dE* ของตัวอย่างไหมที่ย้อมโดยใช้ไหมหนัก 2 กิโลกรัม

ซ้ำที่	dE*		
	ใจที่ 1 กับใจที่ 2	ใจที่ 1 กับใจที่ 3	ใจที่ 2 กับใจที่ 3
1	0.16	0.36	0.20
2	0.05	0.24	0.19
3	0.35	0.23	0.12
4	0.74	0.03	0.71

จากตารางที่ 7 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างของสี (dE*) ระหว่างใจที่ 1 กับใจที่ 2 ใจที่ 1 กับใจที่ 3 และ ใจที่ 2 กับใจที่ 3 ในแต่ละซ้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าความแตกต่างของสี (dE*) อยู่ระหว่าง 0.05-0.74 ซึ่งในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ค่า dE* ไม่เกิน 2.00) เป็นการยืนยันว่าสีของเส้นไหมที่ย้อมในแต่ละซ้ำไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 ความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ย้อมได้

จากการทดลองย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ที่ระดับความเข้มข้นของสี 5% ของน้ำหนักไหม โดยใช้ไหมหนัก 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัม อัตราส่วนวัสดุต่อน้ำย้อม 1 : 20 หลังซัก แล้วนำไปวัดค่า dE* ของการเปลี่ยนสี และค่า dE* ของการเปื้อนสี ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย dE* ของการเปลี่ยนสี dE* ของการเปื้อนสีและระดับความคงทนต่อการซักของสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

น้ำหนักไหม (กิโลกรัม)	การเปลี่ยนสี		การเปื้อนสี	
	dE*	ระดับความคงทน	dE*	ระดับความคงทน
0.5	0.99	4.5	0.83	5
1	1.06	4.5	0.88	5
1.5	1.16	4.5	0.91	5
2	1.01	4.5	0.90	5

จากตารางที่ 8 ซึ่งแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงสีหลังจากการซักของไหมทดลองย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 จะเห็นว่า dE* ของการเปลี่ยนสีมีค่าค่อนข้างต่ำ การย้อมไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE* ของการเปลี่ยนแปลงสีต่ำที่สุด ขณะที่การย้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE* ของการเปลี่ยนแปลงสีสูงที่สุด และมีค่าความแตกต่างน้อย (0.15) ระดับความคงทนของสีเส้นไหมทุกการทดลองอยู่ที่ระดับ 4.5 (ดีเลิศ) ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของสีรีแอคทีฟ

เมื่อพิจารณาค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของไหมทดลอง พบว่ามีค่าต่ำมาก การย้อมไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีต่ำที่สุด ขณะที่การย้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันน้อยมาก (0.08) ระดับความคงทนของสีเส้นไหมทุกการทดลองอยู่ที่ระดับ 5 (ดียอดเยี่ยม)

ตอนที่ 4 ผลของปริมาณไหมที่ย้อมต่อความคงทนของสีเส้นไหมที่ย้อมได้

จากการทดลองซักเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 ได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี และค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีและ dE^* ของการเปลี่ยนสี หลังการซักของไหมทดลองย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3

dE^*	Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p
การเปลี่ยนสี	Treatments	3	.214	.071	.144	.933
	Error	44	21.715	.494		
	Total	47	21.929			
การเปลี่ยนสี	Treatments	3	.315	.105	.503	.682
	Error	44	9.179	.209		
	Total	47	9.494			

จากตารางที่ 9 ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของเส้นไหมทดลองที่ย้อม ไม่มีผลต่อค่า dE^* การเปลี่ยนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.1 ที่ตั้งไว้ว่า น้ำหนักไหมที่ย้อม ไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของไหมทดลองที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจด้าย มก.3 พบว่า น้ำหนักของเส้นไหมทดลองที่ย้อม ไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ไม่

มีผลต่อค่า dE^* ของการเปื้อนสี เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.2 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปื้อนสี

จากการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.1 และ 2.2 แสดงว่าปริมาณของไหมที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ข้อมแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความคงทนของสีที่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องข้อมมีงกล้องใจด้ายที่สามารถหมุนโดยอัตโนมัติ ทำให้ใจด้ายที่คล้องอยู่สัมผัสกับน้ำข้อมได้ทุกส่วน สีสามารถแทรกซึมเข้าสู่เส้นไหมได้ดีโดยสม่ำเสมอ จึงทำให้มีความคงทนต่อการซักเท่า ๆ กัน ดังนั้นเครื่องข้อมใจด้าย มก.3 ที่ออกแบบมีประสิทธิภาพในการข้อม ในด้านความคงทนของสีด้วย



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยเรื่องการข้อมใหม่ด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสีของเส้นไหมที่ข้อมด้วยเครื่องข้อมใจด้าย มก.3 เปรียบเทียบสีของเส้นไหมที่ข้อมโดยใช้น้ำหนักไหมต่างกัน ศึกษาความคงทนของสีต่อการซักเส้นไหมที่ข้อมได้ และเปรียบเทียบความคงทนของสีเส้นไหมที่ข้อมโดยใช้น้ำหนักไหมต่างกัน หลังจากทดลองข้อมนำไหมที่ได้ไปวัดค่าสี และทดสอบความคงทนสีต่อการซัก ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC Test Method 61 – 1993 วัดค่าสี L^* a^* b^* C^* และ h^* โดยใช้เครื่องวัดสี Spectrophotometer Data color 550 จัดแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design-CRD) ศึกษาเพียงปัจจัยเดียว คือน้ำหนักไหมที่ข้อมมี 4 ระดับ คือ 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัม ทำการทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h^* และค่าเฉลี่ย dE^* ของการเปลี่ยนแปลงสี และ dE^* ของการเปลี่ยนสี หลังการทดสอบการซัก วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One way analysis of variance และตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ได้ผลดังต่อไปนี้

1. ลักษณะสีของเส้นไหมที่ข้อมได้

ผลการวิเคราะห์ค่า L^* (ความมืด- ความสว่าง) พบว่าค่า L^* ของเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง 43.41-43.58 สีที่ได้ค่อนข้างเข้ม โดยการข้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า L^* สูงสุด และการข้อมไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่า L^* ต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ค่า a^* (ความเป็นสีเขียว-สีแดง) พบว่าค่า a^* ของเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีรีแอกทีฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง (-12.54) – (-12.81) สีที่ได้ให้ความเป็นสีเขียว โดยการข้อมไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่า a^* สูงสุด และการข้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า a^* ต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ค่า b^* (ความเป็นสีน้ำเงิน-สีเหลือง) พบว่าค่า b^* ของเส้นไหมที่เชื่อมด้วย สิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องเชื่อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง $(-15.63) - (-16.21)$ สีที่ได้ให้ความเป็น สีน้ำเงิน โดยการเชื่อมไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่า b^* สูงสุด และการเชื่อมไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่า b^* ต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ค่า C^* (ความสดใส) พบว่าค่า C^* ของเส้นไหมที่เชื่อมด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องเชื่อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง 20.24-20.53 สีที่ได้ก่อนข้างสดใส โดยการเชื่อมไหมหนัก 2 กิโลกรัม ให้ค่า C^* สูงสุด และการเชื่อมไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่า C^* ต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์ค่า h^* (สี) พบว่าค่า h^* ของเส้นไหมที่เชื่อมด้วยสิริแอกทีฟโดยใช้เครื่องเชื่อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง 230.91-231.32 สีที่ได้ให้ความเป็นสีน้ำเงินออกเขียวเล็กน้อย โดยการเชื่อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า h^* สูงสุด และการเชื่อมไหมหนัก 1 กิโลกรัม ให้ค่า h^* ต่ำสุด

2. ผลของปริมาณไหมที่เชื่อมต่อสีของเส้นไหมที่เชื่อมได้

น้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.1 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า L^*

น้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.2 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า a^*

น้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.3 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า b^*

น้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า C^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.4 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า C^*

น้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1.5 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่เชื่อมไม่มีผลต่อค่า h^*

3. ความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ข้อมได้

ผลการวิเคราะห์ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีพบว่าค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของเส้นไหมที่ข้อมด้วยสิริแอกทิฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง 0.99-1.16 สีที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างต่ำ โดยการข้อมไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีต่ำสุด และการข้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* การเปลี่ยนสีสูงสุด ระดับความคงทนของสีต่อการซักอยู่ที่ระดับ 4.5 (ดีเลิศ) ซึ่งหมายถึงหลังการซักเส้นไหมทดลองมีสีเปลี่ยนไปน้อยมาก

ผลการวิเคราะห์ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีพบว่าค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีของเส้นไหมที่ข้อมด้วยสิริแอกทิฟโดยใช้เครื่องข้อมใจด้าย มก.3 อยู่ระหว่าง 0.83-0.91 สีที่ได้มีการเปลี่ยนของสีต่ำ โดยการข้อมไหมหนัก 0.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* ของการเปลี่ยนสีต่ำสุด และการข้อมไหมหนัก 1.5 กิโลกรัม ให้ค่า dE^* การเปลี่ยนสีสูงสุด ระดับความคงทนของสีต่อการซักอยู่ที่ระดับ 5 (ดียอดเยี่ยม) ซึ่งหมายถึงหลังการซักเส้นไหมทดลองไม่มีการเปลี่ยนของสีเกิดขึ้น

4. ผลของปริมาณไหมที่ข้อมต่อความคงทนของสีที่ข้อมได้

น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.1 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี

น้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.2 ที่ตั้งไว้ว่าน้ำหนักไหมที่ข้อมไม่มีผลต่อค่า dE^* ของการเปลี่ยนสี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปปรับใช้

1. เครื่องข้อมใจด้วย มก.3 สามารถข้อมใหม่ด้วยสิริแอกทีฟได้ตั้งแต่ 0.5 กิโลกรัม จนถึง 2 กิโลกรัม จึงเหมาะสำหรับการใช้งานระดับชุมชน เพื่อเพิ่มคุณภาพในการข้อมที่ดียิ่งขึ้น
2. จากการทดลอง พบว่าน้ำหนักใหม่ไม่มีผลต่อค่า L^* a^* b^* c^* และ h^* ในการใช้เครื่องข้อมใหม่ไม่ว่าจะใช้น้ำหนักใหม่เท่าใด ก็สามารถใส่สภาวะการข้อมเดิมได้ทุกครั้ง สภาวะการข้อมที่เหมาะสม คือ วัสดุค่อน้ำข้อม 1:20 ความเข้มข้นสี 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใหม่ ใช้อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 90 นาที สำหรับการขจัดสีส่วนเกิน ใช้ปริมาณน้ำสบู่ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที
3. จากการทดลอง พบว่าเมื่อข้อมใหม่จำนวนมาก นี้อตที่ลือกซึ่งกกล้องใจด้วยจะคลายตัวออก ทำให้ใหม่มากองรวมกันอยู่ที่ข้างใดข้างหนึ่งของกกล้องใจด้วย ดังนั้นการพัฒนาเครื่องข้อมใจด้วยรุ่นต่อไปควรออกแบบให้หนี้อตสามารถลือกกกล้องใจด้วยได้แน่นอนหนา เพื่อไม่ให้ใหม่ไหลลงมากองรวมกัน และอาจทำให้ใหม่ที่ข้อมค้างได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใยใหม่ในการทดลองข้อมด้วยเครื่องข้อมใจด้วย มก.3 เท่านั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการข้อมเส้นใยชนิดอื่นเพิ่มเติม เช่น เส้นใยฝ้าย และเส้นใยประดิษฐ์
2. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สิริแอกทีฟในการทดลองข้อมด้วยเครื่องข้อมใจด้วย มก.3 เท่านั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการข้อมด้วยสิริชนิดอื่นเพิ่มเติม เช่น สิทธิธรรมชาติ และ สิทธิเคราะห์ชนิดอื่น
3. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการข้อมใหม่ด้วยสิริแอกทีฟ สีน้ำเงิน เอ็ม 4 ทีจี (182) เท่านั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการข้อมโดยเลือกใช้สีอื่นๆ เช่น สีชมพู สีเหลือง และสีแดง

4. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาเปรียบเทียบกับผลการซ่อมใหม่ด้วยสรีรแอกทีฟโดยใช้
เครื่องซ่อมที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กาวิ ศรีกุลกิจ. 2545. หลักการย้อมสีสิ่งทอ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. 2551. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการย้อมสีธรรมชาติ. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ, บัญญัติ เศรษฐฐิติ และศักดา อินทวิชัย. ม.ป.ป. การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นด้ายเพื่อการผลิตสิ่งทอพื้นเมือง. รายงานความก้าวหน้าการดำเนินงานโครงการวิจัยโครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ, บัญญัติ เศรษฐฐิติ, ศักดา อินทวิชัย และศรันยา เกษมบุญญากร. 2551. เครื่องย้อมเส้นด้ายเพื่อการผลิตสิ่งทอพื้นเมือง. เอกสารประกอบนิทรรศการ “นวัตกรรมงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2551”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2527. การกำจัดของน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นฤมล ศิริทรงธรรม. 2548. การย้อมสีเส้นไหม. คัลเลอร์เวย์ 11(58): 32 – 33.
- นิรนาม. 2552. สิ่งทอคือวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของศิลปะ. แหล่งที่มา: <http://www.bloggang.com/>, 29 กันยายน 2553.
- รังสิมา ชลคุป, สุชาดา อุชชิน และธีรดล รุ่งเรืองกิจไกร. 2548. การศึกษาการย้อมสีฝ้ายด้วยสีรีแอกทีฟในหัตถอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมหญิง ชูประยูร. 2537. ไหมราชินีแห่งเส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีวัดค่าสี. กรุสภาคาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2548. เอกสารอบรมหลักสูตรวิทยาการฟอกย้อมสิ่งทอ กระบวนการฟอกย้อมสี สีไดเรกต์/สีรีแอคทีฟ/สีซัลเฟอร์. กลุ่มงานเทคโนโลยีสิ่งทอ (เคมีสิ่งทอ), กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ จารุจินดา. 2548. ไหมการลอกกาวยไหมและการฟอกขาวไหม. คัลเลอร์เวย์ 10(56): 34 – 38.

สุชาดา อุชชิน และรังสิมา ชลคุป. 2549. การย้อมสีเส้นใยสับประรดด้วยสีรีแอคทีฟ. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุณิสา กมุทกุล. 2553. การย้อมสีรีแอคทีฟโดยใช้เครื่องย้อมใจ่ายรุ่นที่ 3. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสกสรรค์ ศิริวัฒนวิบูลย์. 2551. ขยับก่อนสอเบ เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6. แหล่งที่มา: <http://www2.mtec.or.th/>, 29 กันยายน 2553.

อรรถพล ต้นไทร. 2550. การศึกษาสมรรถนะในการดูดติดสีย้อมรีแอคทีฟของถ่านที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

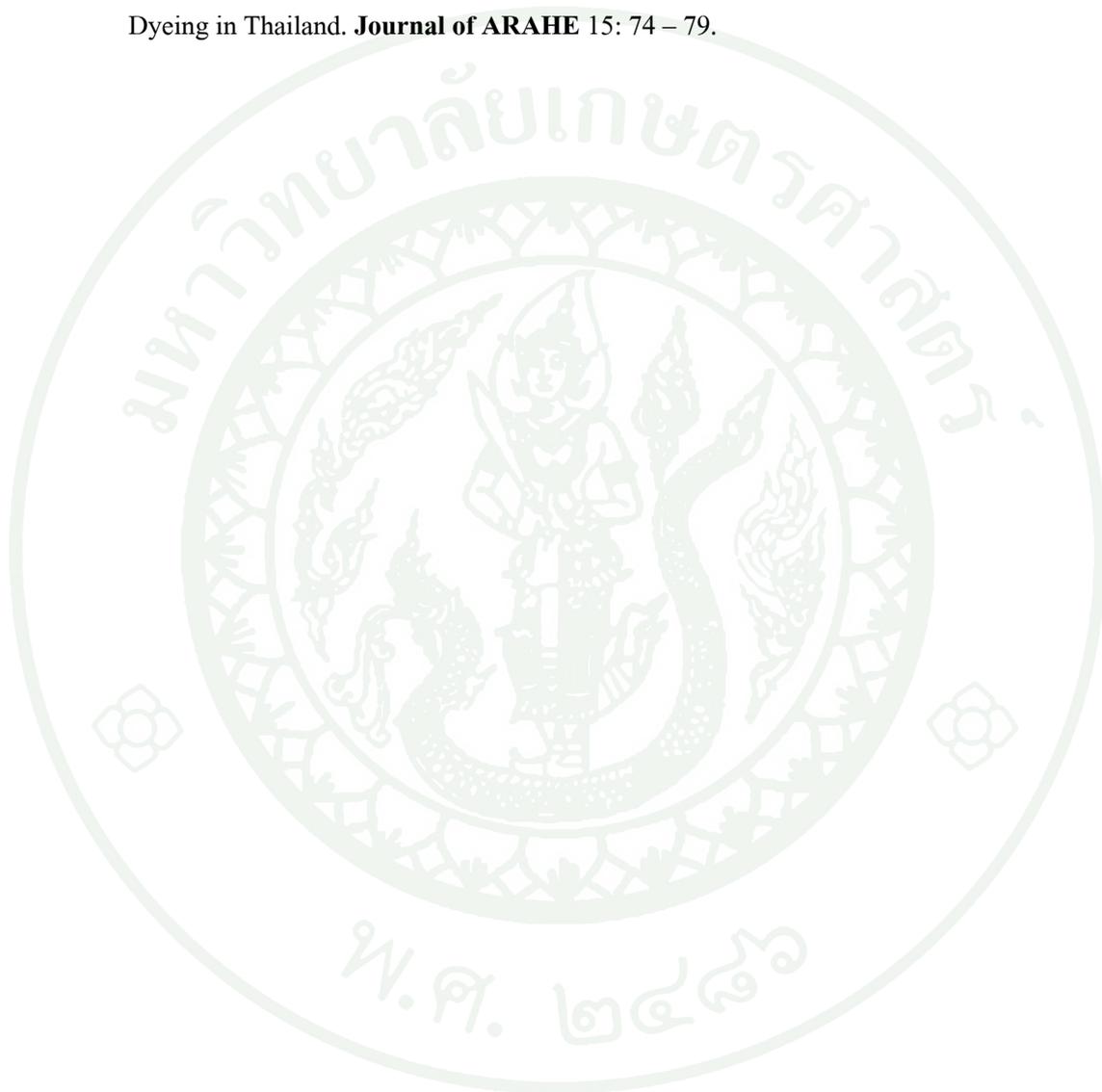
อัจฉราพร ไสลสุด. 2527. คู่มือการย้อมสี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์อักษรบัณฑิต. กรุงเทพฯ.

AATCC. 2003. **AATCC TECHNICAL MANUAL. Vol 78**, American Association of Textile Chemists and Colorists, North Carolina.

A Thaisilk. n.d. **Silk**. Available Source: <http://athaisilk.netfirms.com/>, August 15, 2010.

Kasembunyakorn, S., K. Piromthamsiri, P. Kongkachuichay, B. Saitthite and S. Intharawichai.
2010. Development of dyeing machines for improving the quality local thai silk dyeing.
Thai agricultural research journal 28 (1): 96 – 109.

Kasembunyakorn, S., K. Piromthamsiri, B. Saitthite and P. Kongkachuichay. 2008. Local silk
Dyeing in Thailand. **Journal of ARAHE** 15: 74 – 79.



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุณิสา กมุกะมกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	7 มีนาคม 2528
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
ประวัติการศึกษา	คศ.บ. (ผ้าและเครื่องแต่งกาย) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-

