RMUTSV
SK073674

64666

รายงานการวิจัย

ศึกษาชนิดสารผนึกสีและระยะเวลาในการต้มย้อมที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าด้วยสีดอกสุพรรณิการ์

Evaluation of Different Time and Mordants on Dyeing Cotton With Yellow Silk Cotton Flower (*Cochlospermum religium* (Mart.&Schrank) Plig.) Extract.

746.664
ณ322
2553

ณิชา ประสงค์จันทร์ Nicha Prasongchan
มุกดา สุขสวัสดิ์ Mookda Suksawat

1 สีย้อมจากพืช. 2 สีย้อม-การย้อมสี

คณะศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ. 2553

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ประจำปี 2553 ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่อนุเคราะห์ให้ความรู้ ความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะในการปรับกระบวนการวิจัยแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่มีส่วนช่วยในการวางแผนการทดลอง การเก็บข้อมูล การทดลองและการอภิปรายประเด็นต่างๆ เพื่อนำมาประกอบเข้าเป็นงานวิจัยที่สมบูรณ์ และขอขอบคุณหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เพื่อใช้ในการดำเนินการทดลองเพื่อให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ณิชา ประสงค์จันทร์
มุกดา สุขสวัสดิ์

ศึกษาชนิดสารผนึกสีและระยะเวลาในการต้มย้อมที่เหมาะสม ต่อการย้อมผ้าด้วยสีดอกสุพรรณิการ์

ณิชา ประสงค์จันทร์[1] มุกดา สุขสวัสดิ์[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำสีสกัดจากดอกสุพรรณิการ์ย้อมผ้าฝ้ายร่วมกับสารผนึกสีในระยะเวลาที่เหมาะสม แบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) การทดลองที่ 1 ประกอบด้วย 8 หน่วยการทดลอง 4 ซ้ำๆละ 5 ผืน ดังนี้ น้ำสีจากกลีบดอกบานสด กลีบดอกบานนึ่ง กลีบดอกบานตาก กลีบดอกบานอบ กลีบดอกตูมสด กลีบดอกตูมนึ่ง กลีบดอกตูมตาก และกลีบดอกตูมอบ สกัดสีจากกลีบดอกโดยต้มกับน้ำที่ 98.5 ^{0}C อัตราส่วนดอก 1 g/น้ำ 100 cm^{3} 30 นาที และนำไปย้อมผ้าฝ้าย บันทึกข้อมูล ดังนี้ ค่า pH ของสารผสมก่อนและหลังย้อม น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว ความหนา การเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a*,b*) ของผ้าก่อนและหลังย้อม พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบจะมีค่า b* เป็นบวกสูงที่สุดเท่ากับ 45.06 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแตกต่างของสี (dE*) ของผ้าฝ้ายให้ค่าเป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b* แสดงว่ามีการย้อมติดสีเหลืองได้ดีกว่า ดังนั้น น้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบจึงเหมาะสมต่อการย้อมสีผ้าฝ้าย การทดลองที่ 2 น้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสีที่เหมาะสม ประกอบด้วย 8 หน่วยการทดลอง 4 ซ้ำๆละ 5 ผืน ดังนี้ น้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้มที่ความเข้มข้น 1%,1.5%,2%,2.5% และมะขามเปียกที่ความเข้มข้น 1%,1.5%,2%,2.5% พบว่า สารส้มที่ความเข้มข้น 2.5 % จะให้ค่า b หลังการย้อมสูงที่สุด (41.58) และแตกต่างทางสถิติ ค่าความแตกต่างของสี (dE*) เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b* ดังนั้น การใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % จะติดสีเหลืองได้ดีที่สุด การทดลองที่ 3 ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ประกอบด้วย 5 หน่วยการทดลอง 4 ซ้ำๆละ 5 ผืน ที่เวลา 20,25,30,35 และ 40 นาที พบว่า ค่า b*ก่อนย้อมและค่าผลต่างของสีผ้าหลังย้อมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9829 ซึ่งการใช้เวลาในการย้อม 20-40 นาที ให้ค่า b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้น การใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ที่เวลา 30 นาทีจะมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: การย้อมสีผ้า สารผนึกสี ดอกสุพรรณิการ์

---

[1] คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง สงขลา 90000

[2] คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง สงขลา 90000

Evaluation of Different Time and Mordants on Dyeing Cotton With Yellow Silk Cotton Flower (*Cochlospermum religium* (Mart.&Schrank) Plig.) Extract.

Nicha Prasongchan[1] Mookda Suksawat[2]

ABSTRACT

The aim of this study was to develop natural dyes from Yellow Silk Cotton Flower (*Cochlospermum religium* (Mart.&Schrank) Plig.) by extraction of color from Yellow Silk Cotton Flower petal. There were three experiments, in completely randomized design.In 1st experiment with 8 treatments 4 replications and 5 pieces per replication, to investigate the effects of dye solution of petals of pre-blooming flowers and blooming flowers as the condition : fresh petal, steamed petals, sun dried petals and oven dried petals. Extraction of cotton dyeing was prepared in the ratio of Yellow Silk Cotton Flower to water of 1g :100 cm^3 at the temperature of 98.5 ^{O}C for 30 minutes. Observation on parameters were recorded in terms of pH of dye solution , weight, length, width, thickness and changes color (L*, a*,b*) of fabric before and after dyeing. The results revealed that Cotton fabric dyed with oven dried petals of blooming flowers was the significant highest b* (45.06). Moreover, the value of color different (dE*) after the dyeing of cotton was as same as b*. According to the result of this study, the extraction of oven dried petals of blooming flowers tended to be more interpretative indicated for cotton dyeing.2nd experiment with 8 treatments 4 replications and 5 pieces per replication, Extraction of oven dried petals of blooming flowers with Dye-fixing agent, alum concentration 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and tamarind concentration of 1%, 1.5%, 2%, 2.5% The results revealed that extraction of oven dried petals of blooming flowers with alum concentration 2.5 %, was the significant highest b* (41.58) which were significantly different. Moreover, the value of color different (dE*) after the dyeing of cotton was as same as b*. According to the result of this study, extraction of oven dried petals of blooming flowers with alum concentration 2.5 % was the best of color. 3rd experiment with 5 treatments 4 replications and 5 pieces per replication, extraction of oven dried petals of blooming flowers with alum concentration 2.5 % at 20,25,30,35 and 40 minutes. The results revealed that The correlation coefficient of before the dyeing of cotton the value of b* and the value of color

different (dE*) was 0.9829. Dyeing for 20 to 40 minutes, b * were not significantly different. According to the result of this study, extraction of oven dried petals of blooming flowers with alum concentration 2.5 % at 30 minutes was the best of time for dyeing .

Key words: Yellow Cotton flower, Dye-fixing agent, Dyeing

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทนำ	1
วิธีดำเนินการวิจัย	8
ผลการวิจัย	11
สรุปผลการวิจัย	31
เอกสารอ้างอิง	32

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์และความเป็นกรด-ด่างของน้ำสีสกัด	13
2	การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ	15
3	การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสีและความเป็นกรด-ด่างของน้ำสีสกัด	20
4	การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ร่วมกับสารผนึกสี	22
5	การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% และความเป็นกรด-ด่างของน้ำสีสกัดที่เวลาต่างๆ	25
6	การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% ที่เวลาต่างๆ	28

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ความยาวและความหนาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	13
2	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	14
3	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายก่อนและหลังการย้อมจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	14
4	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	15
5	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	16
6	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	16
7	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า b*และค่า dE* ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากสักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์	17
8	ลักษณะของกลีบดอก น้ำสีสกัดและผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์	17
9	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ความยาวและความหนาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี	20
10	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี	21
11	การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายก่อนและหลังการย้อมสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี	21
12	ผลต่างของสีผ้าฝ้ายจากการย้อมด้วยกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	ลักษณะของน้ำสีสกัดและผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ร่วมกับสารผนึกสี	23
14	น้ำหนักและผลต่างน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35 และ40 นาที ตามลำดับ	25
15	ความหนาและผลต่างความหนาของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	26
16	ความกว้างและผลต่างความกว้างของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	26
17	ความยาวและผลต่างความยาวของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	27
18	ค่า pH และผลต่างค่า pH ของสารละลายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	27
19	ค่า L และผลต่างค่า L ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	28
20	ค่า a และผลต่างค่า a ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	29
21	ค่า b และผลต่างค่า b ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ	29
22	ลักษณะของน้ำสีสกัดและผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ที่ระยะเวลาต่างๆ	30

บทนำ

ปัจจุบันมีผู้คนในสังคมได้ให้ความสนใจในการรักษาสภาพแวดล้อมและภูมิปัญญาท้องถิ่น มีความสนใจที่จะใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติมากขึ้น สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากส่วนต่างๆของพืชหรือสัตว์บางชนิด เป็นสีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติในเวลาอันรวดเร็ว ได้มีการใช้สีธรรมชาติมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว ไม่ว่าจะนำมาย้อมผ้าหรือใช้เป็นสีผสมอาหาร แต่เนื่องจากการเตรียมสีธรรมชาตินั้นยุ่งยาก ขั้นตอนต่างๆก็สลับซับซ้อน ไม่สะดวกสบายและเสียเวลา จึงทำให้ในปัจจุบันคนหันไปนิยมใช้สีสังเคราะห์กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสะดวกต่อการนำไปใช้ มีสีสดกว่าสีธรรมชาติ และสามารถเตรียมให้มีสีต่างๆได้ตามใจชอบ แต่ผลที่เกิดตามมาจากการใช้สีสังเคราะห์นั้นก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียที่ยากต่อการบำบัด มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ เช่น ปรอท ตะกั่ว เป็นต้น รวมถึงไอระเหยที่มาจากการต้มย้อมสีสังเคราะห์ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้โดยตรง แม้ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ได้ก็ยังมีสารพิษจากสีสังเคราะห์เจือปนอยู่นั่นเอง วิธีหนึ่งที่จะลดการใช้สีสังเคราะห์ก็โดยการหันกลับมาใช้สีจากธรรมชาติ ซึ่งหาได้ง่ายตามท้องถิ่น เป็นการลดรายจ่ายในการซื้อสีสังเคราะห์ไปได้ทางหนึ่ง และถ้าจะมองจริงๆแล้วสีธรรมชาติก็มีส่วนดีอยู่ไม่น้อย คือ สีไม่ฉูดฉาด เย็นตากว่าสีสังเคราะห์ และที่สำคัญเป็นสีที่ไม่เป็นอันตรายต่อทั้งสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การย้อมสีผ้าหรือเส้นใยด้วยสีจากธรรมชาติจึงเป็นแนวทางที่ลดการสร้างมลภาวะ ลดการนำเข้าสีสังเคราะห์ได้ ในการเลือกพืชที่จะนำมาย้อมสีธรรมชาติ ควรมีข้อคำนึงดังนี้ ราคาถูก หาง่าย มีปริมาณมาก ให้สีสวย ติดทนนาน สามารถปลูกหมุนเวียนได้ไม่ขาดแคลน (ผ่องศรี, 2540) หรือใช้ส่วนของพืชที่เป็นส่วนของดอก ผล เปลือก ใบ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (พินัยและคณะ, 2546) มาใช้ในการย้อมสีธรรมชาติ สีย้อมจากธรรมชาติเป็นสีที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากกว่าสีย้อมสังเคราะห์ นอกจากนี้สีย้อมจากธรรมชาติมีจุดเด่นหลายๆจุดที่น่าติดตาม อาทิ เป็นสีที่มีลักษณะพิเศษ มีเสน่ห์อยู่ในตัว มีโทนสีขรึมดูแล้วสบายตา การย้อมสีจากธรรมชาติมีแบบฉบับที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะและเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สั่งสมมาหลายชั่วอายุคน (สุรีย์และคณะ, 2543) ดังปัจจุบันมีการหันกลับมาให้ความสนใจใช้สีจากวัสดุธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. กระแสความต้องการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่สืบทอดกันมาจากอดีตให้คงอยู่ในสังคมสืบไป การย้อมสีธรรมชาติซึ่งเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาท้องถิ่นจึงได้รับการสนับสนุนมากขึ้นทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาชนทั่วไป

2. ปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการใช้สีสังเคราะห์และสารเคมีอันตรายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ สารเคมีที่ตกค้างและปนเปื้อนในน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการฟอกย้อมทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ

3. ปัญหาความไม่ปลอดภัยและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานฟอกย้อม ซึ่งเกิดจากการสัมผัสกับสารเคมีและสีสังเคราะห์ โดยเฉพาะสีสังเคราะห์บางประเภทที่เป็นสารก่อมะเร็ง

4. การให้ความสนใจต่อความปลอดภัยและอันตรายของสารเคมีตกค้างบนผลิตภัณฑ์สิ่งทอของประชาชน ทำให้มีการกำหนดชนิดสีสังเคราะห์ที่ใช้กับสิ่งทอแต่ละประเภท ทำให้เกิดความระมัดระวังในการใช้สีสังเคราะห์ ย้อมสิ่งทอและหันมาใช้สิ่งทอที่ได้จากการย้อมสีจากธรรมชาติมากขึ้น

5. การตื่นตัวด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศทำให้เกิดค่านิยมต่อต้านสินค้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอุปโภค/บริโภค มีการใช้สินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับสีย้อมจากธรรมชาติพบข้อมูลส่วนใหญ่เป็นการย้อมฝ้าย, ไหมและผ้าพื้นเมืองของแต่ละท้องถิ่น จากการศึกษางานวิจัยของสุวานีย์ จันทร์สอาด, 2548 ศึกษาการสกัดสีย้อมจากต้นขนุน *Artocarpus heterophyllus Lamk.* สำหรับการย้อมผ้าไหมและผ้าฝ้าย พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดในการสกัด คือ อุณหภูมิ 90^{0}C เวลา 150 นาที จากการศึกษางานวิจัยยุพวดี น้อยวังคลังและพิทักษ์ น้อยวังคลัง (2544 : 9) ศึกษากระบวนการย้อมสีเส้นกกด้วยสีธรรมชาติกับสีเคมีและกระบวนการทอรวมทั้งการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเสื่อกก พบว่า เส้นกกย้อมด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกไม้ ผล ใบ หัว ดอกและจากมูลครั่ง รวม 14 ชนิด สีแดงจากครั่งสีติดดีมาก จากการศึกษาวิจัยของไกรสร บาลีและอานุภาพ คิดว่อง (2548 : 52) ศึกษาประสิทธิภาพของสีย้อมที่สกัดจากพืชบางชนิดที่ใช้ย้อมไม้ไผ่จักสาน จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ในการสกัดสีจากขมิ้นชันและดอกอัญชันอุณหภูมิที่ดีที่สุด คือ 100 องศาเซลเซียสและจากการศึกษาวิจัยของ ทรงศรี เชื้อวงษ์และสุพัตรา เปลาการะโก (2548 : 42) ศึกษาสภาวะและสารช่วยติดสีที่เหมาะสมในการสกัดสารสีจากพืชเพื่อย้อมไม้ไผ่จักสาน พบว่าตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการสกัดสีจากพืช คือ น้ำ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส การย้อมสีจากสีย้อมธรรมชาตินอกจากชนิดของสีที่ได้มาจากวัตถุดิบที่ต่างชนิดกันแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีกมาก เช่น มอร์แดนท์จะช่วยให้สีที่ย้อมได้มีความคงทนต่อแสงและการซักดีขึ้น มอร์แดนท์ต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติต่างกัน สารประกอบอลูมินัมจะให้สีที่มีความสดใสที่สุดแต่ความคงทนต่อแสงไม่ดี สารประกอบเหล็กจะให้สีที่ไม่ค่อยสดใสสีเข้มและหม่นแต่คงทนต่อแสงและการซักดี สารประกอบทองแดงได้สีคงทนต่อแสงดีและทนต่อการซักดีที่สุด สารประกอบดีบุกได้สีสดใสทนต่อแสงและการซักดี (Parrott, 1978) สีธรรมชาติบางชนิดตกตะกอนง่ายทำให้เกิดปัญหาผ้าด่างจำเป็นต้องเติมสารช่วยย้อม (drying auxiliaries) ลงในน้ำย้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมที่นิยมใช้ ได้แก่ กรด เบส เกลือ สารกันด่างและสารลดแรงตึงผิว (ขวัญฤทัยและเตือนใจ, 2530) คุณสมบัติของสารช่วยย้อม เช่น กรด ช่วยการดูดซึมสีดีขึ้น เกลือช่วย

ดูดซึมสำหรับเส้นใยเซลลูโลสและชะลออัตราการดูดติดสำหรับเส้นใยโปรตีน สารกันด่าง Levelling agent ทำให้สีสม่ำเสมอ ชะลออัตราเร็วของการดูดติดสีและสารลดแรงตึงผิว (surfactants) เพิ่มประสิทธิภาพการเปียกและการแทรกซึมของน้ำและสารเคมี(ขวัญฤทัย, 2530)

การย้อมด้วยสีธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1. แบบวัต (Vat dyes) สารที่เป็นสีบางชนิดเมื่ออยู่ในรูปออกซิไดส์ (Oxidiized form) จะไม่ละลายน้ำ แต่เมื่ออยู่ในรูปรีดิวซ์ (Reduced form) จะละลายน้ำได้ ดังนั้นในการย้อมสีประเภทนี้ในตอนแรกต้องรีดิวซ์สารที่มีสีนั้นให้เป็นสารที่ละลายได้ในน้ำเสียก่อน แล้วจึงนำมาย้อมในสารละลายนั้น ในขั้นต่อไปนำวัสดุที่ย้อมแล้วไปผึ่งให้แห้ง การผึ่งนั้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งจะเปลี่ยนสารละลายที่ใช้ย้อมนั้นให้เป็นสารที่มีสี ซึ่งไม่ละลายน้ำจับอยู่บนวัสดุ ตัวอย่างเช่น ในการย้อมสีอินดิโก (indigo) หรือสีครามจากต้นคราม อินดิโกนี้เมื่อไม่ละลายน้ำจะเป็นสีน้ำเงิน (Oxidiized form) แต่เมื่อถูกรีดิวซ์โดยโซเดียมไดไทโอไนท์ (Sodium dithionite) จะได้เป็นลิวโคดิโก (Leucoindigo) ละลายน้ำได้และไม่มีสี คืออยู่ในรูปรีดิวซ์ (Reduced form) จากนั้นนำวัสดุที่จะย้อมไปแช่กับสารละลายลิวโคอินดิโก แล้วนำวัสดุที่ย้อมนั้นออกมาผึ่งไว้ ลิวโคอินดิโกจะถูกออกซิไดซ์ด้วยอากาศไปเป็นอินดิโกยึดจับทั้งภายในและผิวของวัสดุที่ย้อมอินดิโกที่ไม่ละลายน้ำนี้ จะทำให้สีมีความคงทน เช่น ใช้ย้อมผ้ายีน เป็นต้น

2. แบบโดยตรง (Direct dyes หรือ Substaintive dyes)เป็นการย้อมโดยที่สีที่ใช้ย้อมสามารถเกิดพันธะเคมีกับวัสดุที่นำมาย้อมโดยตรง คือถ้าวัสดุที่นำมาย้อมนั้นเป็นพวกเซลลูโลส (Cellulose) จะเห็นว่าวัสดุที่นำมาย้อมประเภทนี้มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่มาก จึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonds) กับโมเลกุลของสีได้โดยตรง ส่วนวัสดุที่เป็นพวกโพลีเปปไทด์ (Polypeptide) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นโปรตีน จะมีส่วนที่เป็นทั้งหมู่กรด และหมู่เบสอยู่ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะเกิดปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นหมู่กรดหรือหมู่เบสของสี เกิดแรงดึงดูดไอออนิก (ionic interaction) ซึ่งก็จะเกิดเป็นเกลือขึ้น

3. แบบมอร์แดนท์ (Mordant dyes) การย้อมสีด้วยวิธีนี้เป็นการย้อมแบบที่ใช้มอร์แดนท์เพื่อช่วยให้การติดยึดระหว่างตัวสีกับวัสดุที่ใช้ย้อมดีขึ้น ทำให้สีที่ย้อมโดยวิธีนี้มีความคงทน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการย้อมแบบนี้ก็คือ พวกโลหะของสารละลายมอร์แดนจะเกิดเป็นสารเชิงซ้อนที่แข็งแรง (Strong complex) กับวัสดุและสีที่ใช้ย้อมจึงทำให้โมเลกุลยึดติดกับวัสดุที่นำมาย้อมได้ดี

การย้อมโดยวิธีนี้อาจทำได้ 3 ลักษณะ คือ

1) นำวัสดุที่ต้องการย้อมชุบสารละลายมอร์แดนท์ก่อนแล้วจึงทำการย้อม
2) ทำการย้อมและชุบสารละลายมอร์แดนท์พร้อมๆกัน
3) ชุบสารละลายมอร์แดนท์ก่อนและหลังทำการย้อม

โดยวิธีนี้ถ้าใช้มอร์แดนท์ที่ต่างชนิดกันแม้ว่าสีที่ใช้เป็นตัวเดียวกันก็ตามวัสดุที่นำมาย้อมที่ได้หลังการย้อมก็จะมีสีที่ต่างๆกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมอร์แดนท์ เมื่อมีการเปลี่ยนชนิดของมอร์แดนท์ สีที่ได้จากการย้อมก็จะเปลี่ยนไป (เทียนศักดิ์, 2543)

ทฤษฎีการย้อมสีทั่วไป

ในกระบวนการย้อมสีโดยทั่วไป การย้อมจะเกิดขึ้นในขณะที่วัสดุที่นำมาย้อมอยู่ในสารละลายของน้ำสี หรือในน้ำที่มีอนุภาคสีแขวนลอยอยู่ การที่อนุภาคของสีติดวัสดุที่นำมาย้อมได้จะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวทำหน้าที่ยึดโมเลกุลของสีที่ติดอยู่กับวัสดุที่นำมาย้อม ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวนี้จะมีค่ามากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสีกับน้ำซึ่งการติดสีของสีในวัสดุที่นำมาย้อมนั้นจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติ 2 ประการ คือ

1. ความสามารถที่โมเลกุลของสีจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อของวัสดุที่นำมาย้อมได้
2. การเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่ฟังก์ชันของวัสดุที่นำมาย้อมกับโมเลกุลของสี

สีที่ละลายอยู่ในน้ำ มิได้อยู่นิ่งเฉย จะเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ที่ตัวสีเป็นเช่นนี้เพราะทั้งตัวสีและในน้ำมีแรงอย่างใดอย่างหนึ่งแฝงอยู่ เมื่อนำวัสดุที่จะย้อมใส่ลงในน้ำย้อม แรงต่างๆจะทำให้ตัวสีเคลื่อนไหวตามลำดับขั้น 3 ขั้น จึงจะเห็นวัสดุเป็นสีตามต้องการ ได้แก่

1. สีค่อยๆ เคลื่อนตัวในน้ำย้อมเกาะที่ผิววัสดุที่นำมาย้อม
2. สีจะยึดติดที่ผิวของวัสดุที่นำมาย้อม
3. สีจะค่อยๆเคลื่อนตัวจากผิวภายนอกของวัสดุที่นำมาย้อมเข้าไปจนกระทั่งถึงกึ่งกลางของวัสดุที่นำมาย้อม

การที่สีติดวัสดุที่นำมาย้อมได้เพราะสารประกอบทั้งสองชนิดรวมเข้าเป็นสารประกอบเคมีใหม่ การรวมตัวของสีและวัสดุที่นำมาย้อมนั้นไม่ทำให้คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนไป เพียงเปลี่ยนคุณสมบัติกายภาพเห็นเป็นสีต่างๆเท่านั้น อัตราส่วนจะมากน้อยเท่าใดก็ตามต้องการ สีอาจจะเข้มมากจนเกือบดำ หรืออ่อนจางจนอาจจะเป็นสีขาว การรวมตัวของวัสดุที่นำมาย้อมและสีก็ยังคงเป็นสารประกอบอยู่ สารประกอบนี้อาจสลายตัวออกโดยกระบวนการอย่างใดอย่างอย่างหนึ่งเปลี่ยนตัวสีให้เป็นสารประกอบเคมีที่มีโครงสร้างต่างไปจากเดิม มักจะไม่ละลายน้ำ ถ้าไม่มีการตกแต่งภายหลังย้อมใดๆแล้ว ตามทฤษฎีกระบวนการย้อมสีนี้เปลี่ยนกลับไปมาได้ หมายความว่าเมื่อย้อมสีติดบนวัสดุที่นำมาย้อมแล้วสามารถทำให้หลุดได้ แยกออกเป็นตัวสีและวัสดุที่นำมาย้อมในสภาพเดิมได้ สีบางตัวทำได้ง่าย บางตัวทำได้ยาก

การย้อมสีที่ถูกต้อง สีจะต้องติดเข้าไปถึงภายในวัสดุที่นำมาย้อม จะติดเฉพาะรอบนอกเท่านั้นไม่ได้ ในทางปฏิบัติการย้อมให้ติดสีเข้าไปถึงภายในวัสดุที่นำมาย้อมนี้ไม่ได้ทำเสมอไป กระบวนการย้อมมักจะสิ้นสุดลงก่อน สีติดเฉพาะบริเวณรอบนอกวัสดุที่นำมาย้อม ภายในยังคงมีสีขาว เรียกว่า ริงได (ring dye) ลักษณะเช่นนี้เกิดได้กับวัสดุที่นำมาย้อมทุกชนิดเมื่อย้อมใน 2-3 นาทีแรก หรือเมื่อย้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ควรซึ่งทำให้ระดับการเคลื่อนตัวของสีภายในวัสดุที่นำมาย้อม

น้อยลง วัสดุที่นำมาย้อมนั้นมีลักษณะอย่างหนึ่งที่เหมือนกันคือ ประกอบด้วยโมเลกุลเล็กๆต่อกันเหมือนโซ่ ถ้าใช้รังสีเอกซ์จะตรวจพบว่าการเรียงตัวไม่เหมือน เมื่อนำวัสดุที่นำมาย้อมไปดึงยืดจะทำให้โมเลกุลเรียงตัวได้ดีขึ้น ลักษณะที่โมเลกุลเรียงตัวกันภายในวัสดุที่นำมาย้อมจึงเห็นได้ชัดเจนว่ามีอยู่ 2 แบบ แบบแรกเรียงตัวกันเป็นระเบียบเรียกว่า crystallites ในใยเซลลูโลสเรียกว่า micelles ก็ได้ อยู่เป็นช่วงๆภายในวัสดุที่นำมาย้อม อีกส่วนหนึ่งเรียงตัวกันหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบโมเลกุลของสีย้อมค่อนข้างใหญ่ ไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในระหว่างโมเลกุลของวัสดุที่นำมาย้อมที่มีสายโมเลกุลเรียงตัวกันหนาแน่นมีระเบียบได้ ขนาดโมเลกุลที่จะสามารถซึมผ่านเข้าไปภายในส่วนที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบของวัสดุที่นำมาย้อมได้เท่านั้นเท่ากับขนาดของสี monoazo ช่องว่างระหว่างส่วนที่ไม่เป็นระเบียบเรียกว่า pore หรือช่องว่างกับขนาดโมเลกุลของสีจึงสัมพันธ์กันมาก ถ้าสามารถทราบขนาดของช่องว่างและขนาดโมเลกุลของสีจะทำให้ย้อมสีได้ง่ายขึ้น การใช้สีส่วนใหญ่ใช้น้ำเป็นสื่อ และใยผ้าเมื่ออยู่ในน้ำจะพองตัวออกได้ตามปริมาณ OH^- ที่มีอยู่ การพองตัวของวัสดุที่นำมาย้อมจะเกิดเฉพาะช่องว่างเท่านั้น ทำให้ช่องว่างมีขนาดใหญ่ขึ้น โมเลกุลของสีซึมเข้าไปได้ง่าย วัสดุที่นำมาย้อมทุกชนิดมีจำนวนและขนาดของวัสดุที่นำมาย้อมไม่เท่ากัน สีแต่ละชนิดมีขนาดโมเลกุลไม่เท่ากัน จึงเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้สีย้อมบางตัวติดวัสดุที่นำมาย้อมได้ดี บางตัวติดได้ไม่ดี เมื่อโมเลกุลของสีซึมผ่านเข้าไปภายในวัสดุที่นำมาย้อมแล้ว จะต้องมีอำนาจบางอย่างมาแยกตัวสีออกจากน้ำและเกาะติดวัสดุที่นำมาย้อม สีโมเลกุลใหม่ที่อยู่ในน้ำย้อมภายนอกวัสดุที่นำมาย้อมจะซึมเข้าไปแทนที่ วัสดุที่นำมาย้อมจึงค่อยๆมีโมเลกุลของสีรวมตัวกันอยู่มากขึ้นสีจะเข้มมากขึ้นตามลำดับวัสดุที่นำมาย้อมจะดูดติดไว้ได้เป็นปริมาณมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับกลุ่มเคมีที่ทำปฏิกิริยาของตัวสีและวัสดุที่นำมาย้อมนั้นๆ

ลักษณะการย้อมสีที่สำคัญ คือ ไม่ด่าง สีสม่ำเสมอและเหมือนกันตลอดทั้งนี้จะย้อมได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีของสีและวัสดุที่นำมาย้อม วิธีย้อมและลักษณะของเครื่องย้อม สีบางตัวมีคุณลักษณะพิเศษแม้เมื่อแรกย้อมจะด่างแต่พอย้อมให้นานขึ้นสีจะค่อยๆกระจายตัวออกไปทำให้สีสม่ำเสมอได้ คุณสมบัตินี้เรียกว่า migration หรือการซึมกระจาย การเลือกตัวสีมาใช้จึงจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัตินี้ด้วย จะทำให้ย้อมได้ผลดีและง่าย วัสดุที่นำมาย้อมบางชนิดต้องย้อมด้วยสีที่ซึมกระจายตัวดีแต่บางชนิดไม่ต้อง ปฏิกิริยาย้อมกลับของสีหรือการดูดติดวัสดุที่นำมาย้อมและการลอกออกของตัวสีเกิดขึ้นได้เกือบทุกขบวนการ บางครั้งต้องการให้เกิดขึ้นแต่บางครั้งก็ไม่ต้องการเพราะส่วนมากต้องย้อมให้สีมีความคงทนสูง สีประเภทนี้บางครั้งมีโมเลกุลใหญ่ทำให้ซึมกระจายตัวยาก ย้อมให้สม่ำเสมอยากแต่ตัวสีคงทนต่อการใช้น้ำสูง คุณสมบัติกระจายตัวของสีจึงสำคัญของแข็งหลายชนิดสามารถดูดซึมสีได้เมื่อใส่ลงในน้ำละลายสี วัสดุที่นำมาย้อมมีคุณสมบัติเฉพาะที่ดูดซึมได้มาก เพราะช่องว่างหรือความหลวมของโมเลกุลและปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสีและวัสดุที่นำมาย้อม ช่องว่างนี้เมื่อถูกน้ำจะพองตัวออกสีซึมผ่านเข้าไปได้ วัสดุที่นำมาย้อมแต่ละชนิดมีช่องว่างอยู่นับไม่ถ้วน ตามขวางของวัสดุที่นำมาย้อมจะมีประมาณ 10 ล้านช่อง วัสดุที่นำมาย้อมที่

เห็นเป็นสีต่างๆจะต้องใช้โมเลกุลของสีเรียงซ้อนกันตั้งแต่ 10-100 ชั้น ถ้าเป็นสีเข้มจะมีประมาณ 1000-10000 ชั้น จึงจะมองให้เห็นว่ามีสีได้ชัดเจนเมื่อมีแสงพอเหมาะ มีโมเลกุลของสีย้อมรวมกันอยู่อย่างน้อย 10000 โมเลกุล บางครั้งสามารถเกิดเป็นสีเข้มได้ แม้ว่าจะมีสีอยู่เพียงชั้นเดียว ถ้ามีแรงอะไรสักอย่างหนึ่งหรือสองอย่างมาบังคับให้สีตัวนั้นแผ่กระจายไปทั่วทั้งผิววัสดุที่นำมาย้อมภายใน อำนาจการรวมตัวของสีกับวัสดุที่นำมาย้อมต้องมีมากกว่าอำนาจการรวมตัวของน้ำและสีจึงจะย้อมได้ผลดี คุณสมบัติเช่นนี้ทำให้เกิดขึ้นได้เมื่อโมเลกุลของสีมีหมู่อะตอมที่เรียงตัวกันในลักษณะที่ทำให้เกิด ภาวะดูดติด (substantivity) กับวัสดุที่นำมาย้อมแล้วเกิดพันธะทางเคมียึดกันแน่น อิทธิพลเชิงเคมีที่ทำให้สียึดติดกับวัสดุที่นำมาย้อมสามารถแบ่งกว้างๆได้ 4 ชนิด ได้แก่

1) พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond)
2) แรงแวนเดอวัลส์ (Van de Waals force)
3) แรงไอออนิก (ionic forces)
4) พันธะโควาเลนท์ (covalent bond)

อำนาจเหล่านี้จะไม่ทำหน้าที่เพียงลำพัง จะต้องมีอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป บางครั้งต้องมีทั้ง 4 ชนิด จึงจะทำให้สีกับวัสดุที่นำมาย้อมรวมตัวกันได้ (อัจฉราพร, 2527)

ระดับการย้อมสี

ระดับการย้อมสี หมายถึง อัตราการดูดซึมของสีเข้าไปภายในวัสดุที่นำมาย้อมในช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้โดยสีจะค่อยๆซึมช้าๆเข้าไปตามช่องว่างของวัสดุที่นำมาย้อมสู่ภายใน ถ้าวัสดุที่นำมาย้อมมีโมเลกุลที่เป็นระเบียบมาก จะดูดสีได้ช้าลง ต้องการเวลาย้อมนานขึ้นจึงจะย้อมให้สีติดได้สม่ำเสมอและเข้าถึงกึ่งกลางของวัสดุที่นำมาย้อม บางครั้งถ้าภาวะการย้อมถูกต้องสมบูรณ์จะเสียเวลาเพียงวินาทีหรือ 2-3 นาที แต่บางครั้งจะนานนับชั่วโมง ใยสังเคราะห์ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลแน่นมากอาจเสียเวลาเป็นวันถ้าไม่ปรับปรุงการย้อมใหม่

ระดับการย้อมที่ถูกต้องคือ สีจะต้องซึมเข้าไปภายในวัสดุที่นำมาย้อมและติดจนกระทั่งเมื่อตัดวัสดุที่นำมาย้อมตามขวางแล้วดูดด้วยกล้องจุลทัศน์เห็นเป็นสีเดียวและเท่ากันตลอด ความเข้มของสีภายในวัสดุที่นำมาย้อมจะต้องเท่ากับความเข้มของสีที่คงอยู่ในน้ำย้อม เรียกการย้อมถึงระดับนี้ว่าการย้อมสมดุล (equilibrium) ถ้าสีเกาะติดแต่เพียงรอบนอกของวัสดุที่นำมาย้อมหรือซึมเข้าไปภายในเพียงภายใต้รอบนอกของผิววัสดุที่นำมาย้อมเท่านั้น ภายในกึ่งกลางยังเป็นสีขาวอยู่เรียกว่าการย้อมแบบวงแหวน (ring dyeing) การย้อมได้สมดุลหรือไม่จะสังเกตได้หลายทางด้วยกัน ที่ง่ายที่สุดคือ เมื่อย้อมไปนานๆแล้วน้ำย้อมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใด ความเข้มของสีที่วัสดุที่นำมาย้อมเป็นปกติ อาจยุติได้ว่าย้อมสีได้สมดุลแล้ว ระดับการย้อมสีอาจระบุเป็นเวลาที่ย้อมให้ซึมผ่านเข้าไปภายในวัสดุที่นำมาย้อมได้ร้อยละ 50 ของการย้อมสมดุล (time of half dyeing = t1/2) ความเร็วที่สีสามารถซึมกระจายตัวเข้าไปภายในวัสดุที่นำมาย้อมระบุเป็นค่าของปริมาณตัวสีที่ผละออกมาจากน้ำย้อมที่ทราบความเข้มของสีเข้าภายในวัสดุที่นำมาย้อมตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้ ไม่ว่าจะ

ย้อมได้เร็วหรือช้าล้วนเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในวงการย้อมทั้งสิ้น เพราะถ้าย้อมได้เร็วเกินไปก็ย้อมให้สีสม่ำเสมอได้ยาก ถ้าช้าเกินไปก็เปลืองเวลาและเชื้อเพลิง ค่าแรงงานก็เพิ่มขึ้น บางครั้งวัสดุที่นำมาย้อมที่แช่สีย้อมอยู่นานๆก็เสื่อมสภาพได้ ดังนั้นเพื่อควบคุมระดับการย้อมผู้ย้อมต้องควบคุมเวลาให้พอเหมาะหรือเติมสารช่วยย้อมบางชนิดเพื่อให้สีติดวัสดุที่นำมาย้อมในระดับที่ต้องการและในช่วงเวลาที่กำหนด (อัจฉราพร, 2527)

สุพรรณิการ์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cochlospermum religium* (Mart.&Schrank) Plig.(ฝ้ายคำซ้อน) มีชื่อสามัญ : Yellow Silk Cotton, Butter-Cup (Single), Butter-Cup (Double),Torchwood อยู่ในวงศ์ : COCHLOSPERMACEAE สุพรรณิการ์ เป็นไม้ต้นผลัดใบขนาดเล็กสูง 3-12 เมตร มีก้านใบสีแดงอมน้ำตาล ใบกลม โคนใบรูปหัวใจ แผ่นใบแยกเป็น 5 แฉกลึก ขอบใบจัก ดอกออกเป็นกระจุกแน่นที่ปลายกิ่งและบานพร้อมๆกัน ไม่มีกลิ่น ขณะออกดอกจะสลัดใบหมด กลีบดอกสีเหลืองสด เกสรเหลือง แต่ส่วนโคนเกสรครึ่งล่างมีสีแดง รังไข่เกลี้ยง ผลสุกสีแดงอมเขียว เมื่อแก่จะแตก 5 พู ภายในมีเมล็ดรูปไตหุ้มด้วยปุยขาวคล้ายปุยฝ้าย สุพรรณิการ์ (ฝ้ายคำ) นอกจากเป็นไม้ประดับแล้ว ยางจากต้นให้ผลิตผลเป็น Karaya gum หรือทางการค้าเรียกว่า Crystalgum เป็นก้อนผลึกสีเหลืองอ่อนหรือน้ำตาลอมชมพู ใช้เป็นยาระบาย ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาเซทผม เป็นยาทาบำรุงผิว ใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้าและการพิมพ์ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง ผสมไอศกรีมทำให้ข้น เนื้อไม้ต้มกับแป้งเป็นอาหาร ใบอ่อนใช้สระผม ดอกแห้งและใบแห้งใช้เป็นยาบำรุงกำลัง (พรรณไม้ในสวนหลวง ร.9, 2531) ทั้งนี้ดอกสุพรรณิการ์จะร่วงหล่นในเวลาใกล้เคียงกันและมีทั้งส่วนที่เป็นดอกตูมและดอกบาน จากลักษณะกลีบดอกสดที่ให้สารสีเหลือง โดยทั่วไปสารธรรมชาติที่ให้สีเหลืองจะเป็นสารจากฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) โดยจะให้สีเหลืองถึงสีส้ม และสารเทอร์พีนอยด์หรือไอโซพรีนอยด์ (Terpenoids or Isoprenoids) ให้สารสีเหลืองถึงสีส้มแดง (เทียนศักดิ์, 2539) สีย้อมธรรมชาติ เป็นสีที่ได้จากการประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น จากส่วนประกอบของพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุต่างๆ (Lim, 2003) โดยนำมาสร้างสีสันให้กับตัวกลางเพื่อให้เกิดความสวยงาม ในปัจจุบันการใช้สีย้อมธรรมชาติได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากสีย้อมธรรมชาติจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม(สิรีรัตน์, 2550) ทั้งนี้ดอกสุพรรณิการ์จะร่วงหล่นในเวลาใกล้เคียงกันและมีทั้งส่วนที่เป็นดอกตูมและดอกบาน ซึ่งเป็นส่วนที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ในการย้อมสีผ้า จึงได้ศึกษาศักยภาพในการย้อมสีผ้าด้วยการใช้สารสกัดจากลักษณะที่ผ่านการบดของดอกสุพรรณิการ์ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากดอกสุพรรณิการ์ทั้งลักษณะดอกสด ดอกแห้ง ดอกบาน และดอกตูม

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาชนิดสารผนึกสีและระยะเวลาในการต้มย้อมที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าด้วยสีดอกสุพรรณิการ์ ประกอบด้วยการทดลองย่อย 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะกลีบดอกสุพรรณิการ์ที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำสีในการย้อมผ้าฝ้าย

วิธีวิจัย

1.ทำการคัดเลือกลักษณะกลีบดอกสุพรรณิการ์ที่เหมาะสมต่อการสกัดสีเพื่อใช้ในการย้อมผ้า ได้แก่ กลีบดอกบานสด กลีบดอกบานนึ่ง กลีบดอกบานตาก กลีบดอกบานอบ กลีบดอกตูมสด กลีบดอกตูมสดนึ่ง กลีบดอกตูมตากและกลีบดอกตูมอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยการสกัดสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ด้วยน้ำในอัตราส่วน ดอก : น้ำ เท่ากับ 1:100 ที่อุณหภูมิ 98.5 ^{o}C เป็นเวลา 30 นาที แบ่งเป็น 8 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ผืน โดยในแต่ละหน่วยการทดลองมีลักษณะดอกที่ใช้ในการสกัดสี ดังนี้

หน่วยการทดลองที่ 1 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกบานสด
หน่วยการทดลองที่ 2 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกบานสดนึ่ง
หน่วยการทดลองที่ 3 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกบานตาก
หน่วยการทดลองที่ 4 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกบานอบ
หน่วยการทดลองที่ 5 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกตูมสด
หน่วยการทดลองที่ 6 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกตูมสดนึ่ง
หน่วยการทดลองที่ 7 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกตูมตาก
หน่วยการทดลองที่ 8 ลักษณะกลีบดอกที่ใช้ คือ ดอกตูมอบ

2. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์

2.1 ระดับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม
2.2 ปริมาตรของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม
2.3 น้ำหนักผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.4 ความกว้างผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.5 ความยาวผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.6 ความหนาผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.7 วัดค่าสี (L*, a*,b*) ของผ้าก่อนและหลังต้มย้อมโดยใช้เครื่อง Handy Colorimeter โดยแยกวัดค่าความสว่าง (L value) ค่าสีแดง-เขียว (a value) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b value) และนำค่าสีที่วัดได้มาเฉลี่ยเป็นค่าสีของผ้าที่

ได้จากการย้อมเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีและค่าความแตกต่างของสี (Δ E) ในแต่ละหน่วยการทดลอง

3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่าง (analysis of variance) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Dancan 's multiple range test

การทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดของสารผนึกสีและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

วิธีวิจัย

1. คัดเลือกลักษณะดอกสุพรรณิการ์ที่เหมาะสมในการสกัดสีจากการทดลองที่ 1 เพื่อต้มย้อมผ้าฝ้ายร่วมกับสารผนึกสี 2 ชนิดๆละ 4 ความเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 98.5 ^{o}C เป็นเวลา 30 นาที แบ่งเป็น 8 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ผืน ดังนี้

หน่วยการทดลองที่ 1 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือ สารละลายสารส้ม 1%
หน่วยการทดลองที่ 2 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือ สารละลายสารส้ม 1.5%
หน่วยการทดลองที่ 3 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือ สารละลายสารส้ม 2%
หน่วยการทดลองที่ 4 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือ สารละลายสารส้ม 2.5%
หน่วยการทดลองที่ 5 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือสารละลายมะขามเปียก1%
หน่วยการทดลองที่ 6 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือสารละลายมะขามเปียก1.5%
หน่วยการทดลองที่ 7 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือสารละลายมะขามเปียก 2%
หน่วยการทดลองที่ 8 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี คือสารละลายมะขามเปียก2.5%

2. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์

2.1 ระดับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม
2.2 ปริมาตรของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม
2.3 น้ำหนักผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.4 ความกว้างผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.5 ความยาวผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.6 ความหนาผ้าก่อนและหลังต้มย้อม
2.7 วัดค่าสี (L*, a*,b*) ของผ้าก่อนและหลังต้มย้อมโดยใช้เครื่อง Handy Colorimeter โดยแยกวัดค่าความสว่าง (L value) ค่าสีแดง-เขียว (a value) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b value) และนำค่าสีที่วัดได้มาเฉลี่ยเป็นค่าสีของผ้าที่ได้จากการย้อมเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีและค่าความแตกต่างของสี (Δ E) ในแต่ละหน่วยการทดลอง

3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่าง (analysis of variance) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Dancan 's multiple range test

การทดลองที่ 3 ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ร่วมกับสารผนึกสี

วิธีวิจัย

1. โดยเลือกความเข้มข้นของสารผนึกสีจากการทดลองที่ 2 ซึ่งสามารถย้อมติดสีดีที่สุด โดยใช้เวลาในการต้มย้อม 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ที่อุณหภูมิ 98.5 ^{o}C โดยแบ่งเป็น 5 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ผืน ดังนี้

หน่วยการทดลองที่ 1 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี ต้มย้อมเป็นเวลา 20 นาที

หน่วยการทดลองที่ 2 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี ต้มย้อมเป็นเวลา 25 นาที

หน่วยการทดลองที่ 3 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี ต้มย้อมเป็นเวลา 30 นาที

หน่วยการทดลองที่ 4 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี ต้มย้อมเป็นเวลา 35 นาที

หน่วยการทดลองที่ 5 ดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี ต้มย้อมเป็นเวลา 40 นาที

2. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์

2.1 ระดับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม

2.2 ปริมาตรของสารละลายก่อนและหลังต้มย้อม

2.3 น้ำหนักผ้าก่อนและหลังต้มย้อม

2.4 ความกว้างผ้าก่อนและหลังต้มย้อม

2.5 ความยาวผ้าก่อนและหลังต้มย้อม

2.6 ความหนาผ้าก่อนและหลังต้มย้อม

2.7 วัดค่าสี (L*, a*,b*) ของผ้าก่อนและหลังต้มย้อมโดยใช้เครื่อง Handy Colorimeter โดยแยกวัดค่าความสว่าง (L value) ค่าสีแดง-เขียว (a value) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b value) และนำค่าสีที่วัดได้มาเฉลี่ยเป็นค่าสีของผ้าที่ได้จากการย้อมเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีและค่าความแตกต่างของสี (Δ E) ในแต่ละหน่วยการทดลอง

3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่าง (analysis of variance) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Dancan 's multiple range test

ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะกลีบดอกสุพรรณิการ์ที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำสีในการย้อมผ้าฝ้าย

ความกว้างของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

จากการย้อมสีผ้าฝ้ายที่มีขนาดความกว้าง 15.24 ซม.ด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่า น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานสดจะให้ความกว้างของผ้าฝ้ายสูงสุด (14.51ซม.) แสดงว่ามีการหดตัวของเส้นใยผ้าฝ้ายน้อยที่สุด ขณะน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ตูมนึ่งจะให้ความกว้างของผ้าฝ้ายน้อยที่สุด(14.33ซม.) หรือมีผลทำให้เส้นใยเกิดการหดตัวมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความยาวของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

จากการวัดขนาดความยาวผ้าฝ้ายก่อนย้อม 15.24 ซม.และเมื่อผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่า น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบจะให้ความยาวของผ้าฝ้ายยาวที่สุด (13.69 ซม.) แสดงว่ามีการหดตัวของเส้นใยในด้านยาวของผ้าฝ้ายน้อยที่สุด ขณะน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ตูมนึ่งจะมีผลเป็นทำนองเดียวกับความกว้าง คือ มีความยาวหลังย้อมน้อยที่สุด (13.24 ซม.) หรือมีผลทำให้เส้นใยเกิดการหดตัวมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความหนาของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

หลังการย้อมสีผ้าฝ้ายซึ่งมีความหนา 0.40 มม. ด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่าน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานตาก จะให้ความหนาของผ้าฝ้ายสูงสุด (0.51 มม.)และแตกต่างทางสถิติ ส่วนสารสกัดกลีบดอกสุพรรณิการ์ในลักษณะต่างๆไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

น้ำหนักของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

จากการย้อมสีฝ้าฝ้ายที่มีขนาดเท่ากันซึ่งมีน้ำหนัก 2.73-2.82 กรัม พบว่า น้ำหนักผ้าหลังการย้อมเป็นไปในทำนองเดียวกับความหนาผ้า คือ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายลดลง โดยมีค่าระหว่าง 0.15-0.21 กรัม ทั้งนี้น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานตากและกลีบดอกตูมอบจะให้น้ำหนักของผ้าฝ้ายสูงสุด (2.64-2.65 กรัมตามลำดับ) และแตกต่างทางสถิติ ส่วนน้ำสีสกัดกลีบดอกสุพรรณิการ์ในลักษณะต่างๆไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยผ้าที่ผ่านการย้อมมีน้ำหนักลดลงเนื่องจากการหดตัวของเส้นใยผ้า

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

เมื่อสกัดกลีบดอกสุพรรณิการ์โดยการต้มกับน้ำในอัตราส่วน 1 กรัม/น้ำ100 ลบ.ซม. พบว่าน้ำสีสกัดก่อนย้อมมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 5.29-5.76 และเมื่อใช้น้ำสีสกัดเหล่านี้ในการย้อมผ้าฝ้ายมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 4.14-5.65 ทั้งนี้นุจิราและขจีจรัส (2544) ได้สรุปว่า pH ของน้ำสีสกัดจากดอกดาวเรืองที่มีค่า pH 5 มีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง b* อย่างชัดเจน

การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

จากตารางที่ 2 ความสว่างของสี (L* =lightness : 0 = สีดำ และ100 = สีขาว) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆมีผลทำให้ค่าความสว่างของสีลดลง โดยผ้าฝ้ายก่อนย้อมมีค่า ความสว่างของสี 88.9-89.02 และเมื่อผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานตากและกลีบดอกตูมตากจะมีค่าสว่างของสีลดลงมากที่สุดแสดงว่ามีการย้อมติดสีดีที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากค่าความสว่างของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานนึ่ง (79.61, 78.93 และ 84.48 ตามลำดับ)

ค่า a* = ค่าสีแดง-สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานสดและดอกตูมนึ่งจะให้ค่า a* เป็นลบมีค่าเฉลี่ย (-2.54)-(-2.99) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานและตูมที่ตากและอบจะมีค่า a* เป็นบวกมีค่าเฉลี่ย 1.08-2.95

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 31.51-45.06 ทุกสภาวะให้ค่า b*ที่บ่งบอกความเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นไปตามสีของดอกสุพรรณิการ์ และในส่วนของค่า b* ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบแห้งและกลีบดอกตูมสดจะมีค่า b* เป็นบวกสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีการย้อมติดสีเหลืองได้ดีกว่าโดยให้ค่าเฉลี่ย b* เท่ากับ 45.06 และ 44.05 ตามลำดับ ขณะที่ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานนึ่งและกลีบดอกตูมอบแห้งจะมีค่า b* เป็นบวกน้อยกว่าแสดงว่ามีการย้อมติดสีเหลืองน้อยกว่าโดยให้ค่าเฉลี่ย b* เท่ากับ 32.41 และ31.51ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกลีบดอกที่ให้สีเหลืองดังการศึกษาของ Quackenbush และ Miller (1992) พบว่าในกลีบดอกดาวเรืองประกอบด้วยสารคาโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ 17 ชนิดในที่นี้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์เป็นสารลูนทีน (Lutein) นอกจากนี้ขจีจรัสและคณะ (2543) ได้ทดลองใช้ดอกดาวเรืองย้อมผ้าไหมได้สีเหลืองที่สดใส ซึ่งเป็นแม่สีธรรมชาติที่สำคัญสีหนึ่ง

ค่าความแตกต่างของสี (dE*) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่าให้ค่าความแตกต่างของสี (dE*) เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b*

คือ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบแห้งและกลีบดอกตูมสดจะมีค่า dE* สูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานนึ่งและกลีบดอกตูมอบแห้ง ดังนั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันระหว่างค่าความแตกต่างของสี (dE*) และค่า b* โดยมีค่าเท่ากับ 0.98 (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์และความเป็นกรดด่างของน้ำสีสกัด

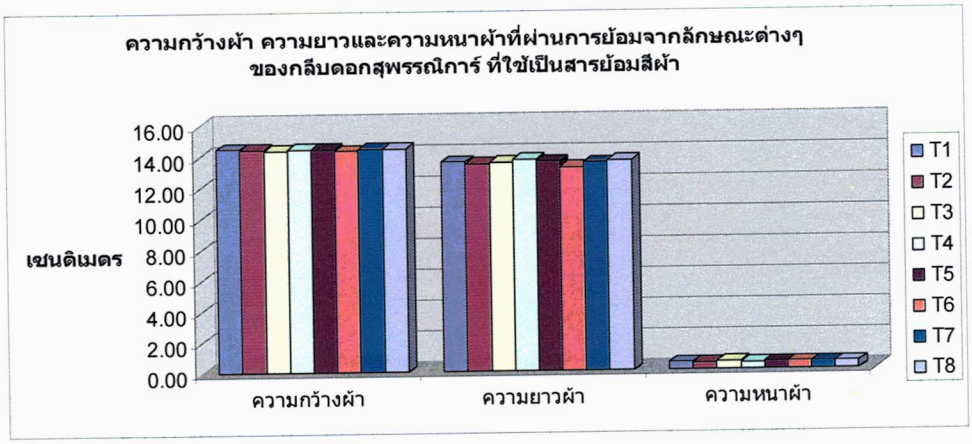
น้ำสีสกัด	ความกว้างผ้า	ความยาวผ้า	ความหนาผ้า	น้ำหนัก (กรัม)		pH	
	(เซนติเมตร)		(มิลลิเมตร)	ก่อนย้อม	หลังย้อม	ก่อนย้อม	หลังย้อม
T1	14.51a	13.60 ab	0.49 bc	2.76	2.60 ab	5.76	5.65
T2	14.44 ab	13.48 b	0.48 c	2.77	2.61 ab	5.46	4.63
T3	14.40 bc	13.56 ab	0.51 a	2.79	2.64 a	5.56	5.47
T4	14.49 ab	13.69 a	0.48 c	2.76	2.59 ab	5.57	4.67
T5	14.44 ab	13.58 ab	0.48 c	2.77	2.61 ab	5.66	5.48
T6	14.33 c	13.24 c	0.50 ab	2.73	2.58 ab	5.29	4.14
T7	14.49 ab	13.52 b	0.49 bc	2.77	2.56 b	5.65	5.54
T8	14.47 ab	13.63 ab	0.50 ab	2.82	2.65 a	5.59	4.43
cv(%)	0.32	0.52	1.60	1.18	1.20	0.38	0.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ

T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ

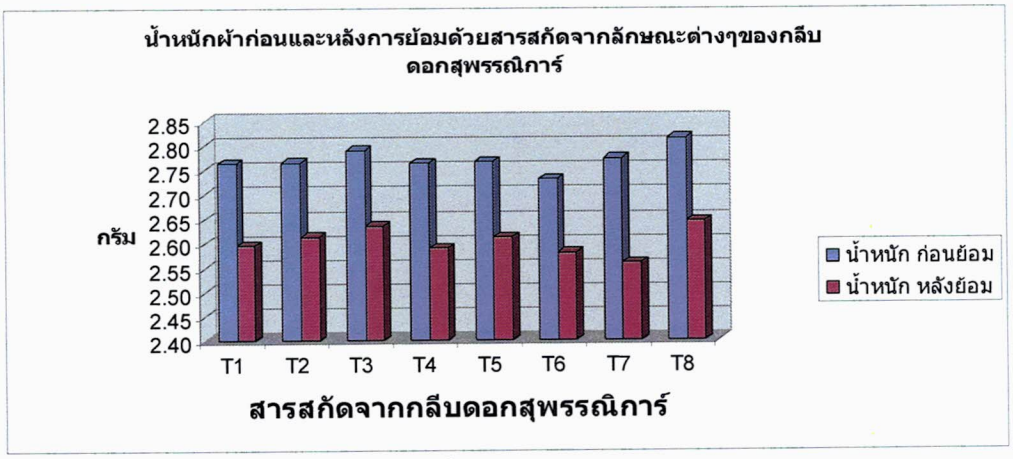
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ความยาวและความหนาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

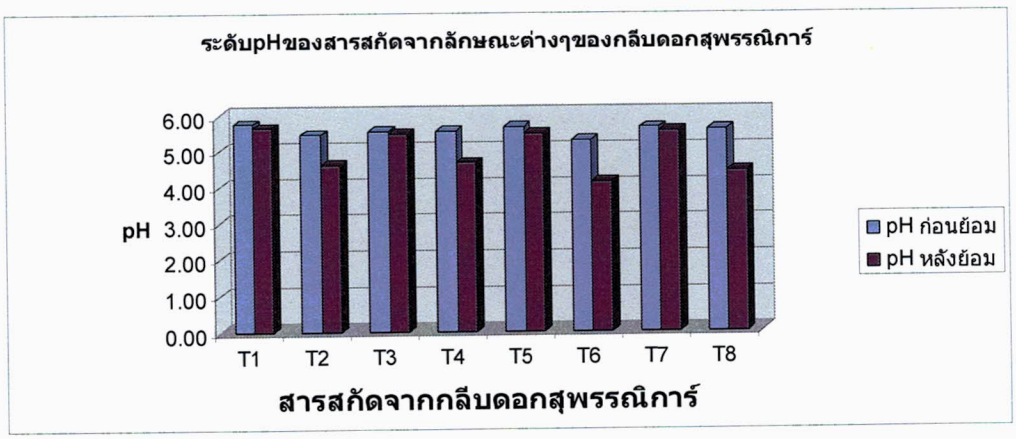
หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ

T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า **pH** ของสารละลายก่อนและหลังการย้อมผ้าฝ้ายจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ

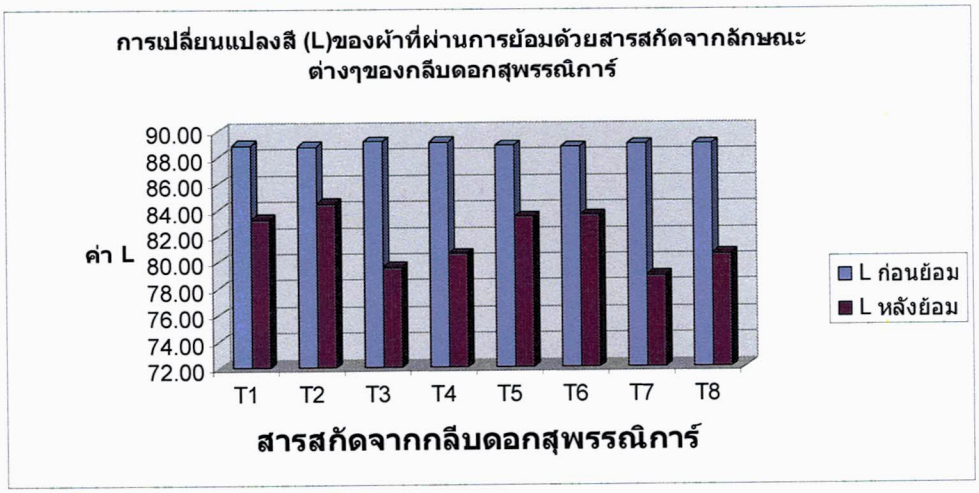
ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

แหล่งน้ำสีสกัด	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อม			
	L*	a*	b*	dE*
T1	83.30b	-2.54c	41.36b	39.97b
T2	84.48a	-2.99c	32.41d	31.36d
T3	79.61d	1.76b	36.68c	36.63c
T4	80.62c	1.08b	45.06a	44.97a
T5	83.42b	-2.72c	44.05a	43.05a
T6	83.59b	-2.69c	37.29c	36.06c
T7	78.93d	2.95a	40.09b	40.25b
T8	80.58c	1.37b	31.51d	31.78d
cv(%)	0.52	-93.24	3.11	3.05

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ

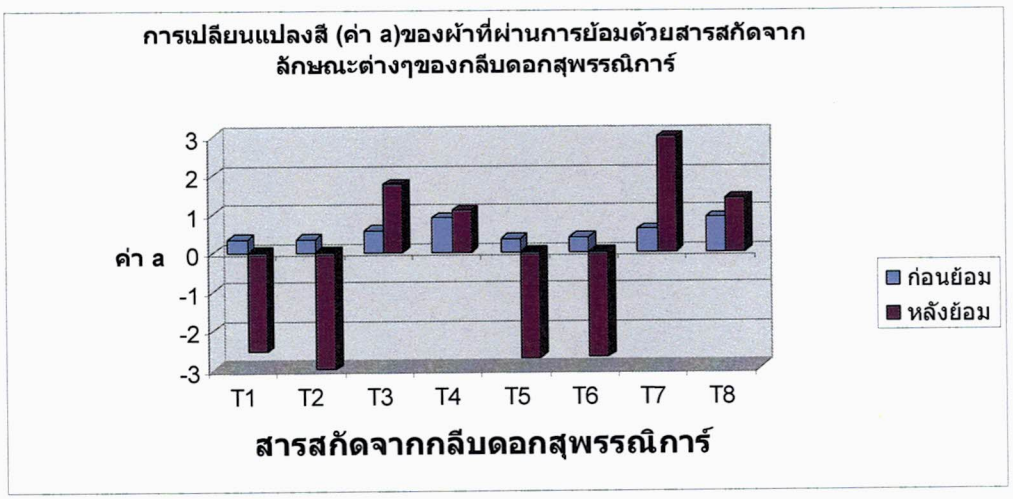
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า L ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

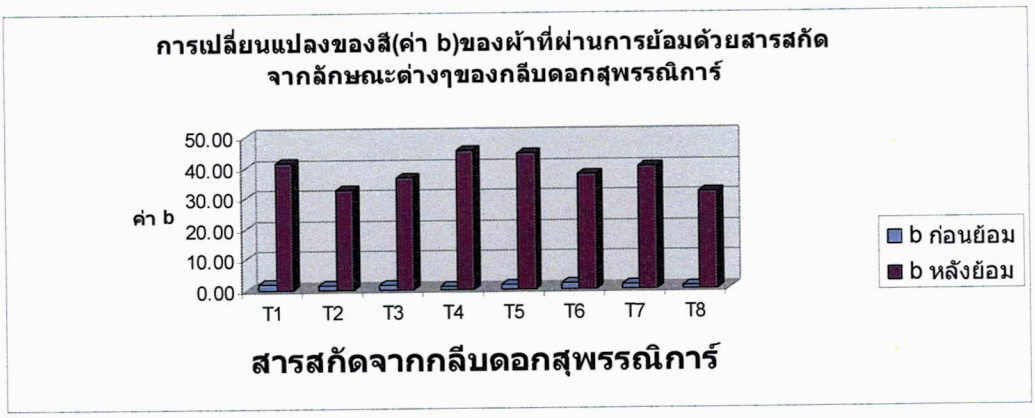
หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ

T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



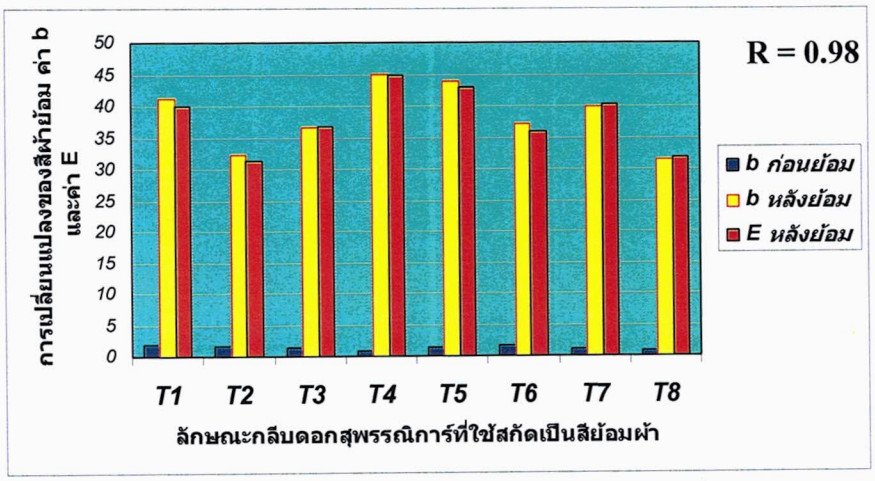
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า a ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



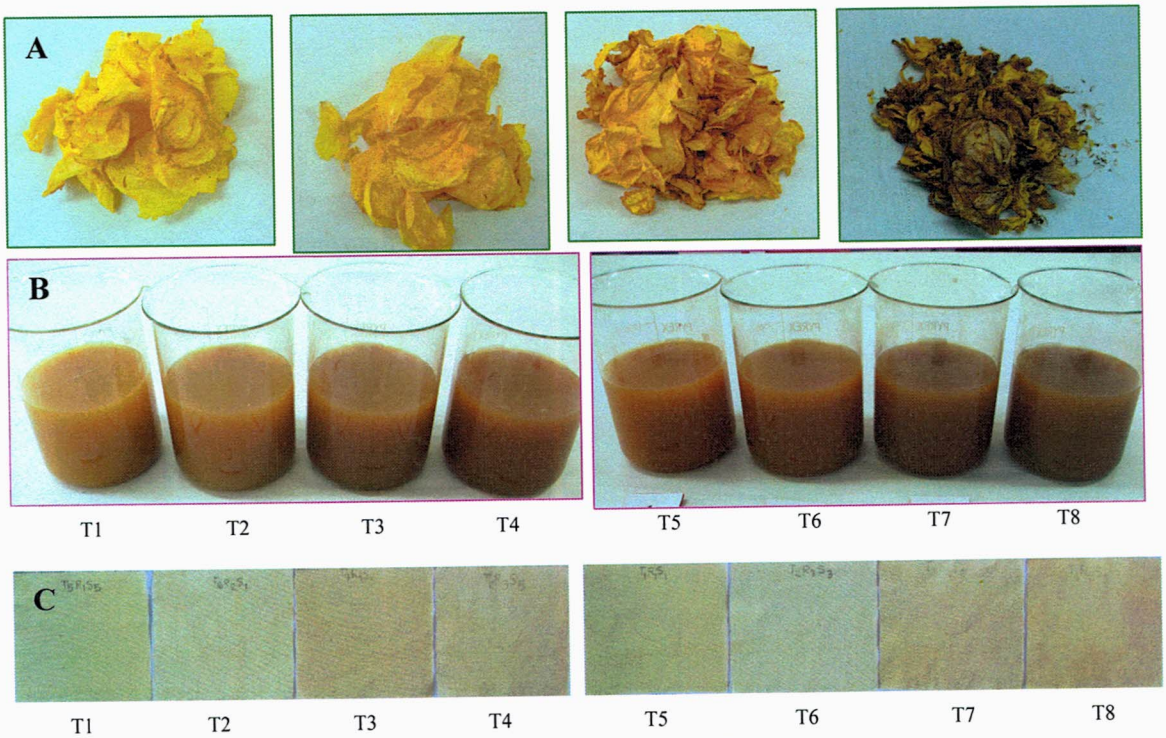
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า b ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมจากลักษณะต่างๆของกลีบดอกสุพรรณิการ์

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสีจากค่า b* และค่า dE* ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ



ภาพที่ 8 ลักษณะของกลีบดอก น้ำสีสกัดและผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

A: กลีบดอกสด กลีบดอกนึ่ง กลีบดอกอบแห้งและกลีบดอกตากแห้ง ก่อนนำมาสกัดเป็นน้ำสี

B: น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

C: ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานสด T2 = กลีบดอกบานนึ่ง T3 = กลีบดอกบานตาก T4 = กลีบดอกบานอบ
T5 = กลีบดอกตูมสด T6 = กลีบดอกตูมนึ่ง T7 = กลีบดอกตูมตาก T8 = กลีบดอกตูมอบ

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดของสารผนึกสีและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์

จากผลการทดลองตอนที่ 1 พบว่าการใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบสามารถย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติซึ่งมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดีที่สุด จึงได้นำดอกบานอบมาย้อมสีผ้าฝ้ายร่วมกับสารผนึกสี ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ความกว้างของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

จากการย้อมสีผ้าฝ้ายที่มีขนาดความกว้าง 15 ซม.ด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี พบว่า น้ำสีสกัดจากกลีบบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% และ 2.5 % จะให้ผลต่างความกว้างของผ้าฝ้ายสูงสุด (0.65ซม.) แสดงว่ามีการหดตัวของเส้นใยผ้าฝ้ายน้อยที่สุด ขณะน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% จะให้ผลต่างความกว้างของผ้าฝ้ายน้อยที่สุด(0.51 ซม.) หรือมีผลทำให้เส้นใยเกิดการหดตัวมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความยาวของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

จากการวัดขนาดความยาวผ้าฝ้ายก่อนย้อม 15 ซม.และเมื่อผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี พบว่า น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% จะให้ผลต่างความยาวของผ้าฝ้ายน้อยที่สุด (1.51 ซม.) แสดงว่ามีการหดตัวของเส้นใยในด้านยาวของผ้าฝ้ายมากที่สุด

ความหนาของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

หลังการย้อมสีผ้าฝ้าย ด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสีพบว่าน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% และน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% จะให้ผลต่างความหนาของผ้าฝ้ายมากที่สุด (0.10 มม.)และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยสารสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

จากการย้อมสีฝ้าฝ้ายที่มีขนาดเท่ากันซึ่งมีน้ำหนัก 2.72-2.75 กรัม พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายลดลง โดยมีค่าระหว่าง 2.55-2.69 กรัม ทั้งนี้น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% จะให้น้ำหนักของผ้าฝ้ายสูงสุด (2.69 กรัม) และน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 1% จะให้น้ำหนักของผ้าฝ้ายต่ำสุด (2.55 กรัม) โดยผ้าที่ผ่านการย้อมมีน้ำหนักลดลงเนื่องจากการหดตัวของเส้นใยผ้า

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดของสารสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

เมื่อสกัดสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสีโดยการต้มกับน้ำในอัตราส่วน 1 กรัม/น้ำ100 ลบ.ซม. พบว่า น้ำสีสกัดก่อนย้อมมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 2.74-3.44 และเมื่อใช้น้ำสีสกัดเหล่านี้ในการย้อมผ้าฝ้ายมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 2.71-3.31 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี

จากตารางที่ 4 ความสว่างของสี (L* =lightness : 0 = สีดำ และ100 = สีขาว) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี พบว่า ค่าความสว่างของสีมีค่าอยู่ระหว่าง 77.56-80.37 โดยการใช้สารส้มเป็นสารผนึกสีในระดับความเข้มข้น 1.0-2.5% ไม่มีผลแตกต่างทางสถิติ ขณะที่การใช้มะขามเปียกที่ระดับ 2.0-2.5% จะให้ค่า L แตกต่างทางสถิติ

ค่า a* = ค่าสีแดง-สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.58-3.49 พบว่าการใช้มะขามเปียกที่ระดับความเข้มข้น 2.0% (3.48) จะให้ค่า a สูงสุดและแตกต่างทางสถิติ และการใช้สารผนึกสีสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 1.0 % (0.57) จะให้ค่า a ต่ำที่สุด

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 33.62-41.59 ทุกสภาวะให้ค่า b*ที่บ่งบอกความเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นไปตามสีของดอกสุพรรณิการ์ และในส่วนของค่า b* ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ พบว่าหลังการย้อมโดยใช้สารผนึกสี สารส้มที่ระดับความเข้มข้น 2.5 % จะให้ค่า b หลังการย้อมสูงที่สุด (41.58) และแตกต่างทางสถิติ ดังที่ Parrott (1978) และ Moeyes (1993) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากสารช่วยติดสี คือ การใช้อลูมินัมจะได้สีที่มีความสดใสที่สุด ความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด ขณะที่การใช้มะขามเปียกที่ระดับความเข้มข้น 1-2.5 % ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการศึกษาของประไพ (2548) ได้ทดลองพบว่า การใช้กระบวนการย้อมร้อนและตัวช่วยติดสีที่จะให้ได้สีเหลืองสดใสและใช้ได้ดีทุกวัตถุดิบ ได้แก่ สารส้มหรือสารที่ให้ความเปรี้ยวตามธรรมชาติก็จะให้สีเหลืองในโทนที่แตกต่างกันไป เมื่อเปรียบเทียบจากสารผนึกสีทั้ง 2 ชนิด การใช้สารผนึกสีจากมะขามเปียก 2.5 % จะให้ค่า b ต่ำที่สุดและแตกต่างทางสถิติ

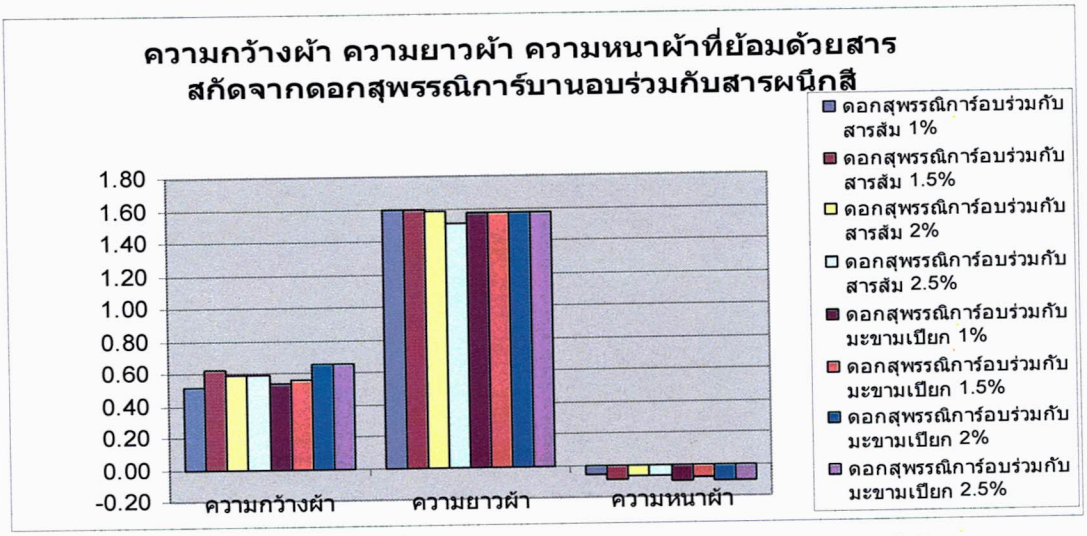
ค่าความแตกต่างของสี (dE*) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี พบว่าให้ค่าความแตกต่างของสี (dE*) เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b* คือ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 2.5 % จะมีค่า dE* สูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสีอื่นๆ ดังนั้นจะพบว่าค่าความแตกต่างของสี (dE*) และค่า b* จะเป็นไปในทำนองเดียวกัน

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสีและความเป็นกรดด่างของน้ำสีสกัด

น้ำสีสกัดร่วมกับสารผนึกสี	ผลต่างความกว้าง	ผลต่างความยาว	ผลต่างความหนา	น้ำหนัก (กรัม)		pH	
	(เซนติเมตร)		(มิลลิเมตร)	ก่อนย้อม	หลังย้อม	ก่อนย้อม	หลังย้อม
T1	0.51d	1.59a	0.06d	2.75a	2.55d	2.98	2.75
T2	0.62ab	1.59a	0.09b	2.74a	2.62c	2.78	2.74
T3	0.59abc	1.58a	0.07c	2.72a	2.63bc	2.76	2.74
T4	0.59abc	1.59a	0.07c	2.74a	2.67a	2.74	2.71
T5	0.54cd	1.51b	0.10ab	2.72a	2.56d	3.44	3.31
T6	0.56bcd	1.57a	0.07c	2.73a	2.66ab	3.28	3.27
T7	0.65a	1.57a	0.10a	2.73a	2.69a	3.11	3.09
T8	0.65a	1.57a	0.09ab	2.72a	2.67a	3.09	3.07
cv(%)	7.4	1.68	8.49	0.84	0.78	0.23	0.26

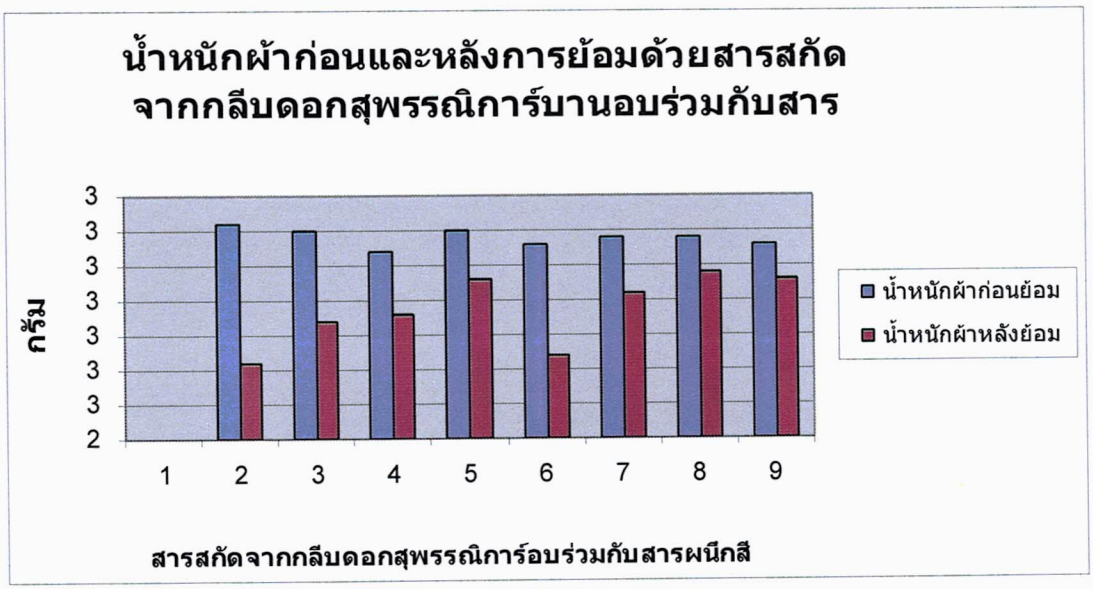
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%
T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%



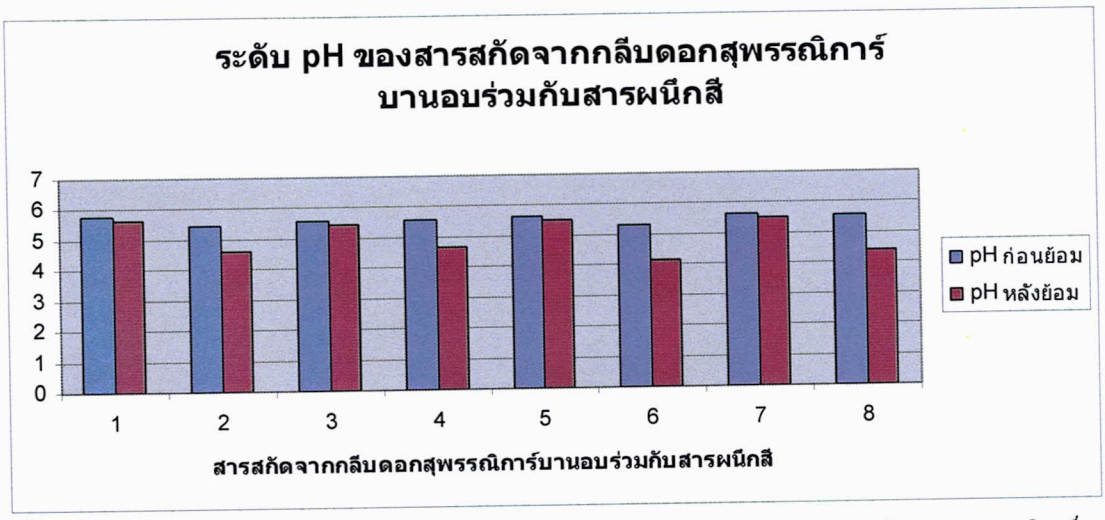
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ความยาวและความหนาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%
T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%
T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงระดับ pH ของสารละลายก่อนและหลังการย้อมสีผ้าฝ้ายจากกลีบดอก สุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%
T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

น้ำสีสกัดร่วมกับสารผนึกสี	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อม			
	L*	a*	b*	dE*
T1	79.7ab	0.58e	37.89bc	37.00bc
T2	79.54ab	1.46c	37.51bc	36.97bc
T3	80.17a	0.88de	36.72bcd	35.66bc
T4	79.72ab	1.23cd	41.59a	40.65a
T5	80.37a	1.00d	36.48bcd	35.63bc
T6	79.67ab	1.42c	38.63ab	37.94ab
T7	77.56c	3.49a	34.79cd	34.75bc
T8	79.06b	2.60b	33.62d	33.45c

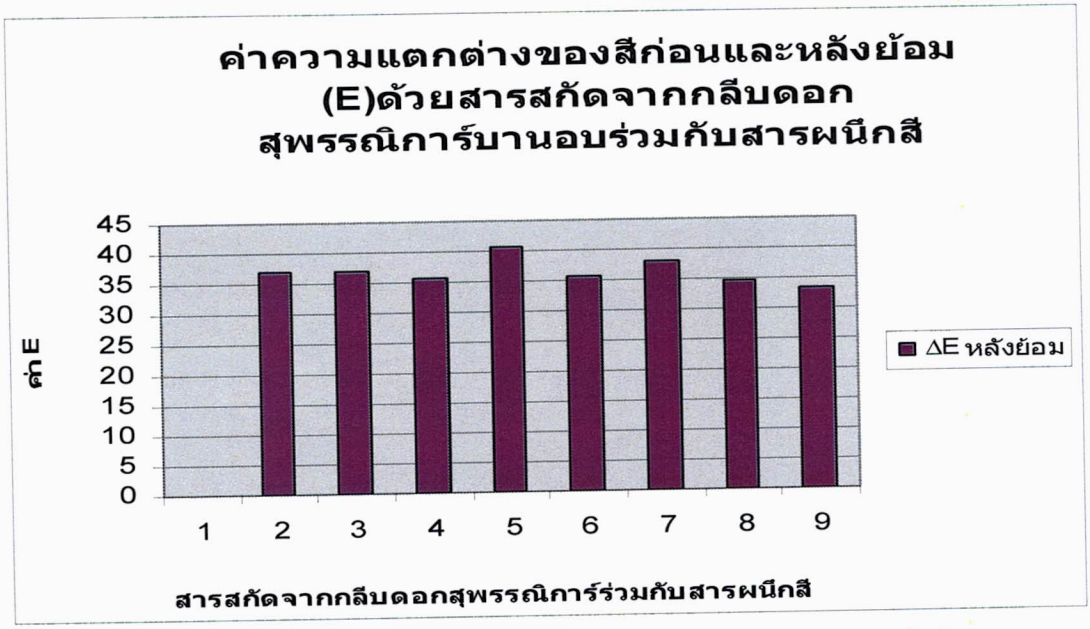
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%

T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%

T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%

T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%



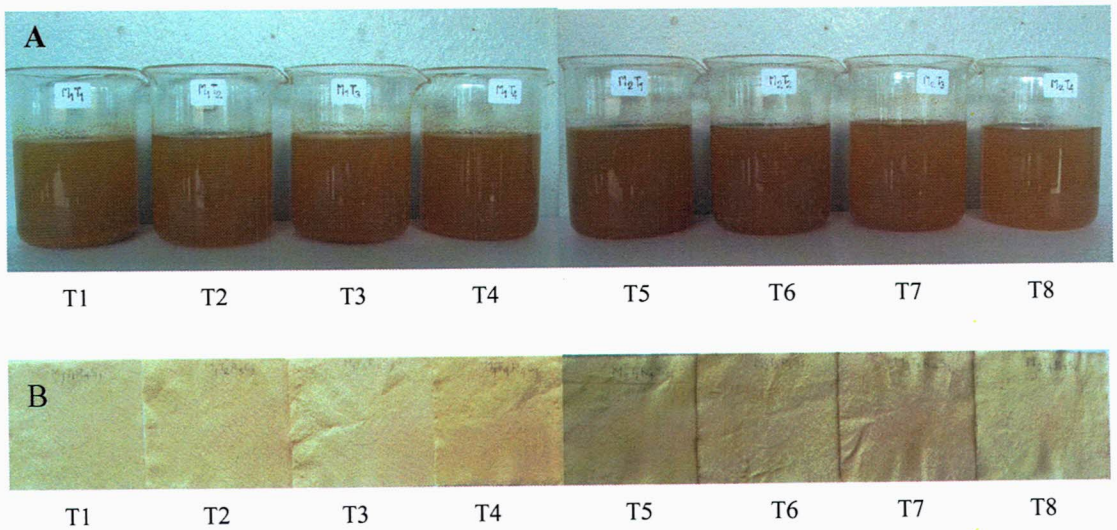
ภาพที่ 12 ผลต่างของสีผ้าฝ้ายจากการย้อมด้วยกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%

T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%

T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%

T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%



ภาพที่ 13 ลักษณะของน้ำสีสกัดและผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ร่วมกับสารผนึกสี

A : น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสี

B : ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ลักษณะต่างๆ

หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1% T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 1.5%

T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2% T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%

T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1% T6 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 1.5%

T7 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2% T8 = กลีบดอกบานอบร่วมกับมะขามเปียก 2.5%

ผลการทดลองที่ 3 ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม2.5%

จากผลการทดลองตอนที่ 2 พบว่าการใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม2.5% สามารถย้อมผ้าฝ้ายซึ่งมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดีที่สุด จึงได้นำสีจากสารสกัดกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการต้มย้อม ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ความความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายจากสารสกัดกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%

การใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% เพื่อย้อมสีผ้าฝ้าย พบว่า เมื่อใช้เวลาในการต้มย้อมนานขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงจาก 3.06 เป็น 2.81 ซึ่งมีผลแตกต่างทางสถิติและเป็นผลมาจากการระเหยของน้ำจากสารละลายในการทำให้ปริมาตรของสารละลายลดลงจาก 2,000 cm^3 เป็น 1,109 cm^3 เมื่อต้มเป็นระยะเวลา 40 นาที ทั้งนี้เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจะทำให้การย้อมติดสีดีขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายหลังการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5%

การใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% เพื่อย้อมผ้าฝ้าย พบว่ามีผลต่อน้ำหนักผ้าหลังย้อมและความหนาผ้าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากหลังย้อมเส้นใยผ้ามีการหดตัว ส่งผลให้ความกว้างและความยาวผ้าลดลง โดยมีค่าความกว้างระหว่าง14.45-14.53 เซนติเมตร และมีค่าความยาวระหว่าง 13.45-13.53 เซนติเมตร

การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 %

ค่า L เป็นค่าความสว่างของสี (L* =lightness : 0 = สีดำ และ100 = สีขาว) พบว่าสีของผ้าฝ้ายค่าเฉลี่ย L ก่อนย้อมมีค่าระหว่าง 88.31-88.78 ในขณะที่หลังย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ค่า L มีค่าลดลง โดยเมื่อใช้เวลาต้มย้อมนานมากขึ้น 40 นาที จะทำให้ L มีค่าเท่ากับ (78.80) และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการต้มย้อมที่ 20 นาทีและให้ค่า L เท่ากับ (83.02)

ค่า a* เป็น ค่าสีแดง - สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว) โดยก่อนย้อมสีผ้าฝ้ายจะมีค่าระหว่าง (-4.65)-(-4.89) และหลังย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการต้มย้อมนานขึ้น จะทำให้ค่า a*มากขึ้น โดยในการย้อมที่ระยะเวลา 40 นาที จะทำให้ได้ค่า a มากที่สุด (-2.83) เมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมที่เวลา 20 นาที จะให้ค่า a* (-7.13)

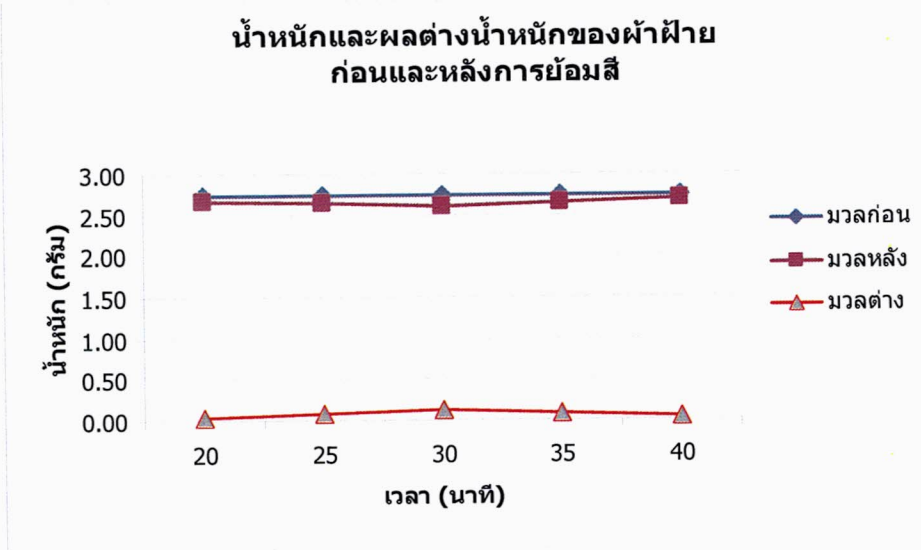
ค่า b* เป็น ค่าสีเหลือง โดยก่อนย้อมจะมีค่าระหว่าง (6.94)- (7.11) และหลังย้อมจะให้ค่า b* มากขึ้น โดยมีค่าระหว่าง (35.82) - (36.20) เมื่อเปรียบเทียบค่า b ก่อนย้อม ในระยะเวลา 20-40 นาทีกับค่าผลต่างของสีผ้าหลังย้อม พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9829 ซึ่งการใช้เวลาในการย้อม 20-40 นาที ให้ค่า b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการต้มย้อม คือ ที่ระยะเวลา 30 นาที ดังที่ กลุ่มวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม (2549) กล่าวว่า การย้อมผ้าไหมด้วยน้ำล้างครั่งโดยทดลองย้อมร่วมกับสารส้มที่เวลา 30 นาที พบว่ามีความคงทนต่อการซักล้าง แสงแดดและการขัดถูได้ดี

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสารสกัดกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% และความเป็นกรดด่างของน้ำสีสกัดที่เวลาต่างๆ

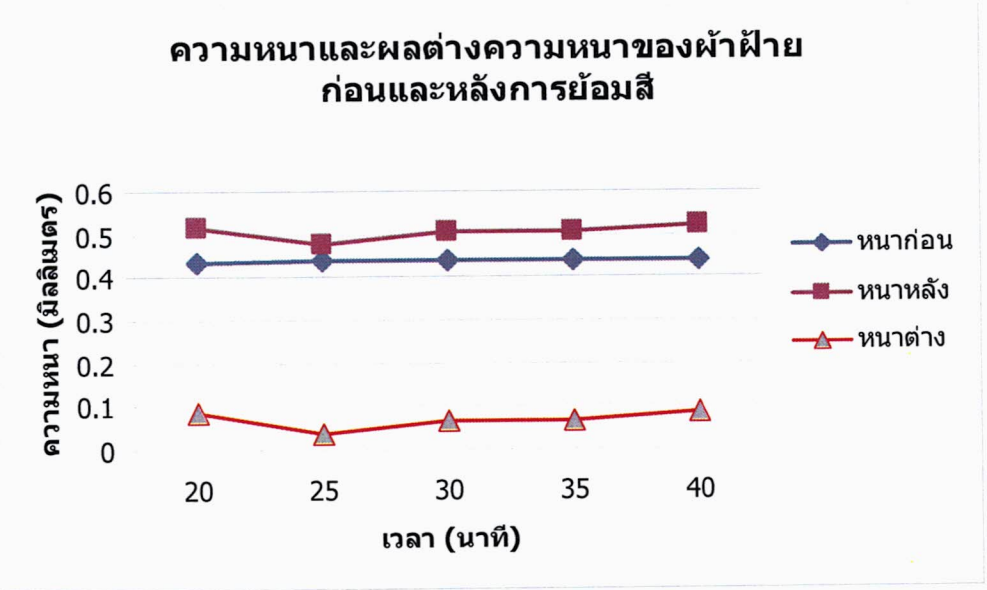
น้ำสีสกัดที่เวลาต่างๆ	ความกว้างผ้า (เซนติเมตร)	ความยาวผ้า	ความหนาผ้า (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม) ก่อนย้อม	น้ำหนัก (กรัม) หลังย้อม	pH ก่อนย้อม	pH หลังย้อม
T1	14.46 b	13.53a	0.52 a	2.73	2.67 b	3.06	2.93a
T2	14.53b	13.49ab	0.480c	2.73	2.64 c	3.06	2.92a
T3	14.48ab	13.45b	0.51b	2.74	2.60d	3.06	2.86b
T4	14.49ab	13.52a	0.510b	2.74	2.65 c	3.06	2.84b
T5	14.45b	13.51a	0.53 a	2.74	2.70a	3.06	2.81c
CV (%)	0.24	0.25	0.67	0.29	0.34	0.17	0.21

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

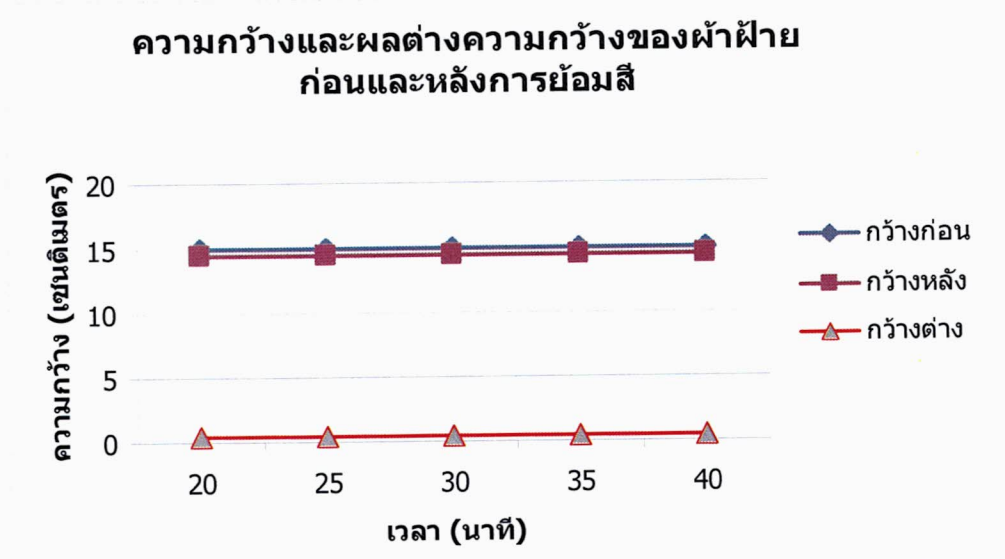
หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 20 นาที
T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 25 นาที
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 30 นาที
T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 35 นาที
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 40 นาที



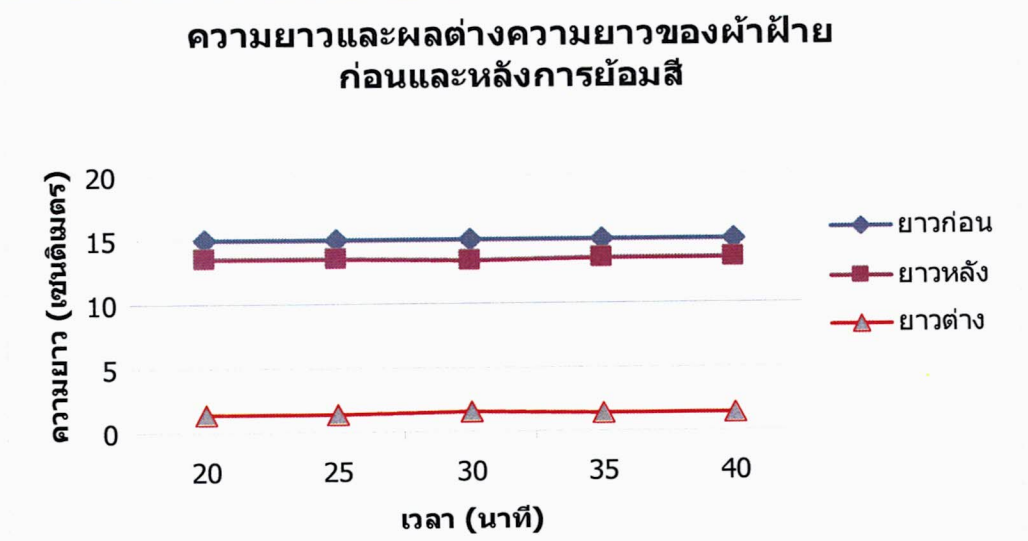
ภาพที่ 14 น้ำหนักและผลต่างน้ำหนักของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ



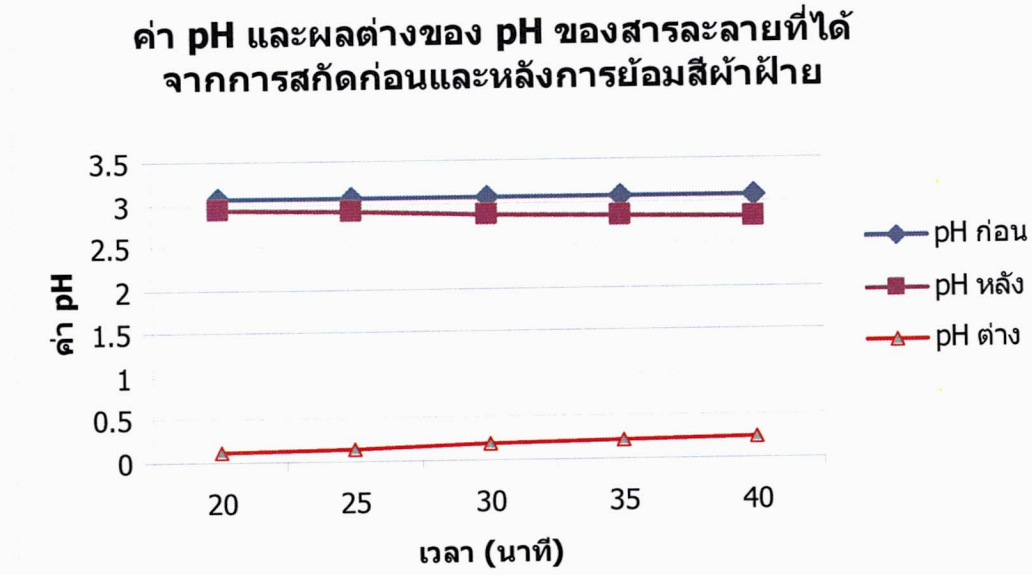
ภาพที่ 15 ความหนาและผลต่างความหนาของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 16 ความกว้างและผลต่างความกว้างของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20,25,30,35และ40 นาทีตามลำดับ



ภาพที่ 17 ความยาวและผลต่างความยาวของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา20,25,30,35 และ 40 นาที ตามลำดับ



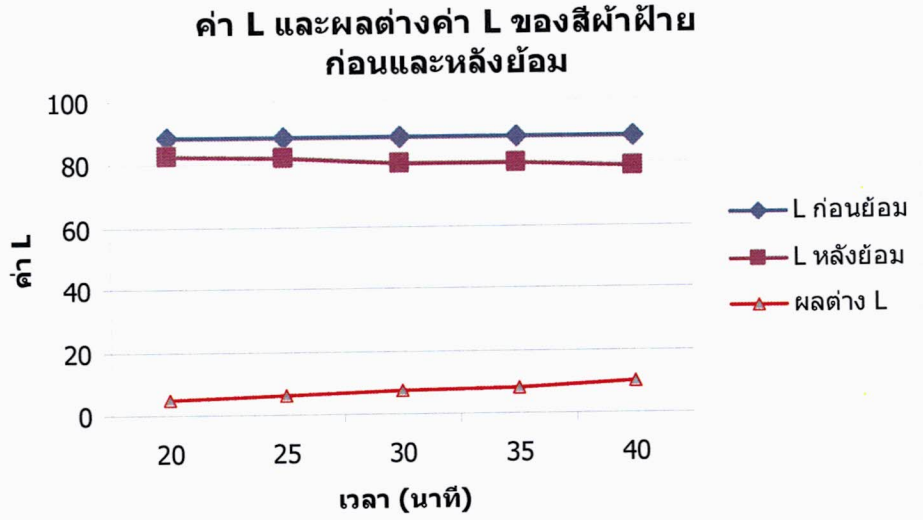
ภาพที่ 18 ค่า pH และผลต่าง pH ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ที่เวลาต่างๆ

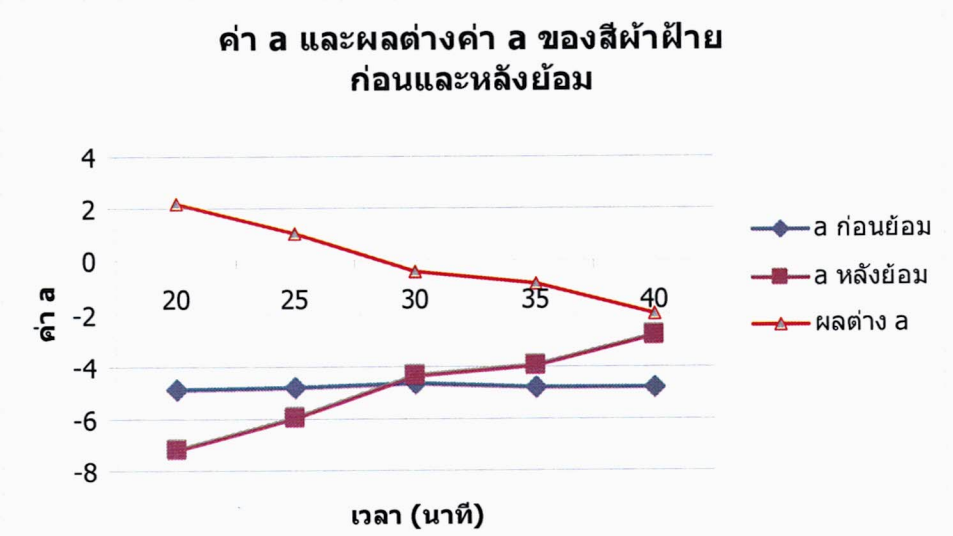
แหล่งน้ำสีสกัดที่ระยะเวลาต่างๆ	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อม			
	L*	a*	b*	dE*
T1	83.03a	-7.13d	35.82	29.28b
T2	82.01a	-5.93c	35.85	29.41b
T3	80.56b	-4.30b	36.20	30.19ab
T4	80.14b	-3.94ab	36.20	30.27ab
T5	78.80c	-2.83a	36.20	32.95a
cv(%)	0.95	-11.53	4.83	6.63

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

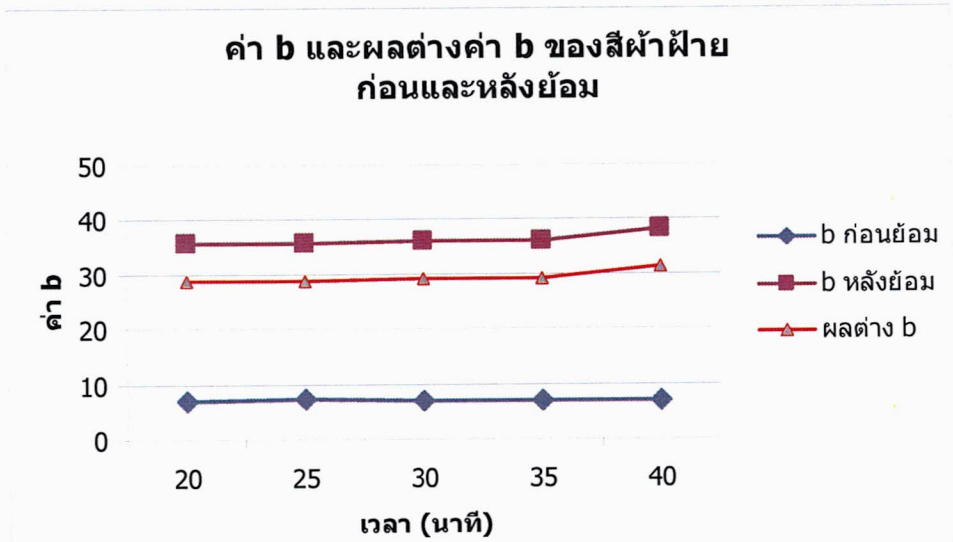
หมายเหตุ T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 20 นาที
T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 25 นาที
T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 30 นาที
T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 35 นาที
T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 40 นาที



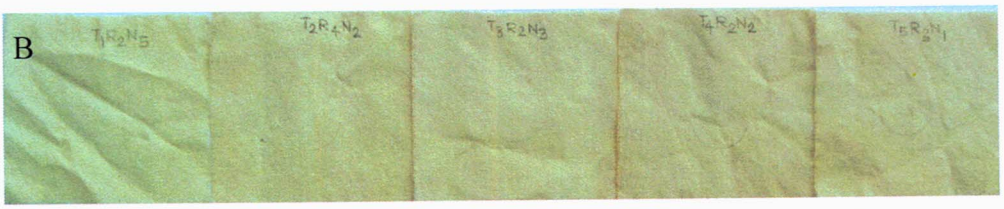
ภาพที่ 19 ค่า L และผลต่างค่า L ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 20 ค่า a และผลต่างค่า a ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 21 ค่า b และผลต่างค่า b ของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อมสีที่เวลา 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 22 ลักษณะของน้ำสีสกัดและผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ที่ระยะเวลาต่างๆ

A: น้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 %

B: ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 %

หมายเหตุ

T1 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 20 นาที

T2 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 25 นาที

T3 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 30 นาที

T4 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 35 นาที

T5 = กลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5% ที่เวลา 40 นาที

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการทดลองที่ 1 วิเคราะห์ลักษณะและสมบัติของน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์ที่เหมาะสมต่อการย้อมสีผ้าฝ้ายสรุปได้ ดังนี้

น้ำสีสกัดก่อนย้อมมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 5.29-5.76 และเมื่อใช้น้ำสีสกัดเหล่านี้ในการย้อมผ้าฝ้ายมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง pH หลังย้อมลดลงระหว่าง 4.14-5.65 ซึ่งจากค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำสีสกัดจะเป็นแนวทางในการคัดเลือกสารผนึกสีเพื่อช่วยในการติดสี เปรียบเทียบคุณภาพของผ้าฝ้ายก่อนและหลังการย้อม ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบจะให้ความยาวของผ้าฝ้ายยาวที่สุด (13.69 ซม.) แสดงว่ามีการหดตัวของเส้นใยในด้านยาวของผ้าฝ้ายน้อยที่สุด ขณะน้ำสีสกัดจากกลีบดอกตูมนึ่งมีความยาวหลังย้อมน้อยที่สุด(13.24 ซม.) หรือมีผลทำให้เส้นใยเกิดการหดตัวมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะมีผลเป็นทำนองเดียวกับความกว้างผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อม ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานตากและดอกตูมอบแห้งจะมีค่า a* เป็นบวกโดยมีค่าเฉลี่ย 1.08-2.95 ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบและกลีบดอกตูมสดมีการย้อมติดสีเหลืองได้ดีกว่า มีค่า b* เป็นบวกสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ย b* เท่ากับ 45.06 และ 44.05 ตามลำดับ ขณะที่ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานนึ่งและกลีบดอกตูมอบแห้งมีการย้อมติดสีเหลืองน้อยกว่าให้ค่าเฉลี่ย b* เท่ากับ 32.41 และ31.51 ตามลำดับ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบ มีค่าความแตกต่างของสี (dE*) สูงและให้ค่าความแตกต่างของสี (dE*) เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b*และมีความสัมพันธ์ต่อกัน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบเป็นแนวทางในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติซึ่งมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดี

สรุปผลการทดลองที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารผนึกสี สรุปได้ดังนี้

ค่าความสว่างของสี (L*) ของผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารผนึกสีมีค่าอยู่ระหว่าง 77.56-80.37 โดยการใช้สารส้มเป็นสารผนึกสีในระดับความเข้มข้น 1.0-2.5% ไม่มีผลแตกต่างทางสถิติ ขณะที่การใช้มะขามเปียกสดที่ระดับ 2.0-2.5% จะให้ค่า L แตกต่างทางสถิติ ค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.58-3.49 พบว่าการใช้มะขามเปียกที่ระดับความเข้มข้น 2.0% (3.48) จะให้ค่า a สูงสุดและแตกต่างทางสถิติ และการใช้สารผนึกสีสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 1.0 % (0.57) จะให้ค่า a ต่ำที่สุด ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 33.62-41.59 การย้อมโดยใช้สารผนึกสี คือ สารส้มที่ระดับความเข้มข้น 2.5 % จะให้ค่า b หลังการย้อมสูงที่สุด (41.58) และแตกต่างทางสถิติ ขณะที่การใช้มะขามเปียกที่ระดับความเข้มข้น 1-2.5 %

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าความแตกต่างของสี (dE*) ของผ้าฝ้าย พบว่าให้ค่าความแตกต่างของสี (dE*) เป็นไปในทำนองเดียวกับค่า b* คือ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 2.5 % จะมีค่า dE* สูงที่สุด

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % จะให้ค่าสีซึ่งมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดีที่สุด

สรุปผลการทดลองที่ 3 ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม2.5% สรุปได้ดังนี้

ค่าความสว่างของสี (L) พบว่าหลังย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกลีบดอกบานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ค่า L ของสีผ้าฝ้ายมีค่าลดลง เมื่อใช้ระยะเวลาในการต้มย้อมนานขึ้น จะทำให้ค่า a*มากขึ้น โดยในการย้อมที่ระยะเวลา 40 นาที จะทำให้ได้ค่า a มากที่สุด (-2.83) เมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมที่เวลา 20 นาที จะให้ค่า a* (-7.13) ค่า b* เป็น ค่าสีเหลือง โดยก่อนย้อมจะมีค่าระหว่าง (6.94)- (7.11) และหลังย้อมจะให้ค่า b* มากขึ้น โดยมีค่าระหว่าง (35.82) - (36.20) เมื่อเปรียบเทียบค่า b ก่อนย้อม ในระยะเวลา 20-40 นาทีกับค่าผลต่างของสีผ้าหลังย้อม พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9829 ซึ่งการใช้เวลาในการย้อม 20-40 นาที ให้ค่า b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกสุพรรณิการ์บานอบร่วมกับสารส้ม 2.5 % ที่เวลา 30 นาทีจะให้ค่าสีซึ่งมีคุณภาพในการติดสีเหลืองได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม. 2549. การใช้สารช่วยติดสารในการย้อมสีครั่ง. โครงการจัดทำข้อมูลงานศึกษาวิจัยด้านศิลปหัตถกรรมของไทย.

ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ ทอแสง หงส์คำ และสุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ. 2543 . อิทธิพลของสารผนึกสีไดแรกท์ต่อการย้อมผ้าไหมด้วยสีดอกดาวเรือง, Proceeding The First Thailand Materials Science and Technology Conference. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). กรุงเทพฯ. 436-440 หน้า.

ขวัญฤทัย คำขาวและเตือนใจ สามห้วย. 2528. งานวิจัยสีย้อมธรรมชาติ. วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯ. กรุงเทพมหานคร. 11 หน้า.

ขวัญฤทัย คำขาวและเตือนใจ สามห้วย. 2530. สีธรรมชาติ. วารสารคหเศรษฐศาสตร์, 30(2), 29 หน้า.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส. 2539 . เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม, วารสารวิทยาศาสตร์15(3) : 155-161 หน้า.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส และคณะ. 2543. การศึกษาการเป็นสีย้อมของพืชบางชนิดในท้องถิ่น. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นุจิรา รัศมีไพบูลย์ และขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ .2544 . การย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรรมชาติจากดอกดาวเรืองที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C : อิทธิพลของ pH ของน้ำสีและระยะเวลาย้อมต่อสี, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาคหกรรมศาสตร์.

ประไพ ทองเจริญ. 2548. แม่สีธรรมชาติในวิถีผ้าพื้นบ้านภาคใต้. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 26 หน้า.

ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง.2540 . การย้อมสีผ้าไหมจากสีเปลือกมังคุด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 82 หน้า.

พินัย ห้องทองแดง ชวนพิศ สีมาขจร วรพจน์ รักสังข์ และเพ็ญศรี ทองนพคุณ. (2546). โครงการวิจัยและพัฒนาการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีธรรมชาติ : กลุ่มสีม่วง, รายงานผลการวิจัยประจำปี 2546 สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร. 37 หน้า.

มูลนิธิสวนหลวง ร.9 . 2531. พรรณไม้ในสวนหลวง ร.9, กรุงเทพฯ. 46-47 หน้า.

สิรีรัตน์ จารุจินดา. 2550. สีย้อมธรรมชาติ : ทางเลือกใหม่ทดแทนสีย้อมสังเคราะห์, ในเอกสารประกอบการประชุม เรื่อง " การส่งเสริมและสนับสนุนการใช้สีย้อมธรรมชาติ". ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ. 15-25 หน้า.

สุรีย์ ฟูตระกูล และคณะ. 2543. "การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน" รายงาน

ฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการสีย้อม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กทม.

สุวานีย์ จันทร์สอาด. 2548. การสกัดสีย้อมจากต้นขนุน *Artocarpus heterophyllus Lamk.* สำหรับการย้อมผ้าไหมและผ้าฝ้าย.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต.สาขาวิทยาศาสตร์(เคมีเทคนิค) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 63 หน้า.

อัจฉราพร ไศละสูต. 2527. คู่มือการย้อม. เทคนิคการพิมพ์.กรุงเทพมหานคร. 1 หน้า.

Cannon, J. and M. Cannon. 1994. Dye plants and Dyeing. The Herbert press Ltd. London. 128p.

Lim P. 2003. Fixation of Natural Dyed from Safflower *Carthamus Tinctorius* and Turmeric *Curcuma Longa* on to Cotton Fabric using Polycarboxylic acid, M.Sc Thesis. Chulalongkorn University.

Moeyes, M., " Natural Dyeing in Thailand " White Lotus, Bangkok, 1993. 173p.

Parrott, B. 1978. The Chemistry of dyeing. Natural Plant Dyeing:A Handbook. Brooklyn, New Yoak. 51p.

Quackenbush,F.W. and S.L.Miller. 1992. Composition and analysis of the carotenoids in marigold petal. J.A.O.A.C. 55(3) : 617-621p.