



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)

ปริญญา

คหกรรมศาสตร์

คหกรรมศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบहुกวาง

The use of Tannin as Mordant on Dyeing Silk Fabric with Natural Dyes from Leaves of Andaman Satinwood (*Murraya paniculata* (L.) Jack) and Tropical Almond (*Terminalia catappa* Linn.)

นามผู้วิจัย นางสาวพรสุดา เหมาชัย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ศรันยา เกษมบุญญากร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วัลลภ อารีรบ, Dr.Agr.Sci.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชีลักษณ์ ไกรสุวรรณ, ประ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบहुกวาง

The use of Tannin as Mordant on Dyeing Silk Fabric with Natural Dyes
from Leaves of Andaman Satinwood (*Murraya paniculata* (L.) Jack) and
Tropical Almond (*Terminalia catappa* Linn.)

โดย

นางสาวพรสุดา เหมาชัย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรกรรมศาสตร์)

พ.ศ. 2555

พรสุดา เหมาชัย 2555: การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ จากใบแก้ว และใบหูกวาง ปรินญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์) สาขา คหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ศรันยา เกษมบุญญากร, Ph.D. 117 หน้า

การทดลองย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้ว และใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสี คือ แทนนิน จุนสี โครเมียม และสารส้ม ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ วิธีใช้สารช่วยติดสี คือ วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับสารช่วยติดสีหลังย้อม อัตราส่วนผ้าไหมต่อสารละลายสารช่วยติดสีที่ 1 ต่อ 30 (w/v) เวลา 40 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดยเครื่องย้อมรุ่น LA-650 INFRA RED DYER

จากการศึกษาค่าสี พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แทนนินทำให้ผ้าทดลองมีค่าสีในทางสว่าง โดยวิธีใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความสว่างของสีสูงที่สุด

จากการศึกษาความคงทนของสีต่อการซัก ประเมินจากค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แทนนินมีค่าความแตกต่างโดยรวมต่ำ และผลการจัดกลุ่มความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยรวมด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แทนนิน จุนสี และ โครเมียมมีค่าการความแตกต่างโดยรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน วิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อมมีค่าความแตกต่างโดยรวมต่ำกว่าวิธีใช้แทนนินหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อม โดยมีความคงทนของสีต่อการซักระดับ 4 (ดีมาก) จากการประเมินการตกติดของสีบนผ้าขาว (color staining) ของผ้าที่มีแทนนินเป็นสารช่วยติดสี พบว่า อยู่ในระดับ 5 คือ แทนนินช่วยให้สีย้อมไม่ตกติดบนผ้าขาว

Pornsuda Mouchai 2012: The use of Tannin as Mordant in Dyeing Silk Fabric with Natural Dyes from Leaves of Andaman Satinwood (*Murraya paniculata* (L.) Jack) and Tropical Almond (*Terminalia catappa* Linn.). Master of Science (Home Economics), Major Field: Home Economics, Department of Home Economics. Thesis Advisor: Mrs. Sarunya Kasembunyakorn, Ph.D. 117 pages.

This research project focused upon silk fabric dyeing with dyes from Andaman Satinwood leaves and Tropical Almond Leaves together with four types of mordant: tannin, copper sulphate, potassium dichromate and potassium aluminium sulphate at the concentration level of 5 percent. Two methods of applying mordant were used: after mordant method and pre-tannin with after mordant method. Silk was dyed at the ratio of silk fabric and mordant solution at 1: 30 (w/v) for 40 minutes at 90°C by LA-650 INFRA RED DYER machine.

The study on color values revealed that types of mordant had an effect on the color values at the significant level of .05. Tannin made the fabric have bright color values. The use of tannin as after mordant provided the brightest color values.

The study of colorfastness to laundering was estimated from total color difference (dE*) values. It was found that mordant types had an effect on the values of dE* at the significant level of .05. Tannin had low total color difference (dE*) value. The result of Duncan's New Multiple Range Test of dE* revealed that tannin, copper sulphate and potassium dichromate were in the same group of dE* value. The pre-tannin with after mordant method had lower total color difference (dE*) value than the after mordant method and the pre-tannin as a mordant method provided the value of colorfastness to laundering at the level of 4 (very good). Color staining value of the fabric with tannin as mordant was at the level of 5. That meant tannin prevented color staining.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ศรัณยา เกษมบุญญากร ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วัลลภ อารีรบ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำในการศึกษา
ค้นคว้า ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์จนสำเร็จรูปล่วงอย่างสมบูรณ์ ตลอดจนแนะแนวทาง
ในการศึกษา และเสริมสร้างแนวความคิดให้แก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ พ.ต.ท.ณรงค์ เหมาชัย ที่ให้ความรัก ความเมตตา กำลังใจ และแนะ
แนวทางในชีวิต รวมถึงสนับสนุนทางการศึกษาอย่างดีตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนผู้มีส่วน
ร่วมในการศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกคุณมารดา บิดา ครู อาจารย์ รวมถึงทุกท่านที่มอบประสบการณ์
ในการดำเนินชีวิต และขอมอบคุณงามความดีอันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่ทุกท่าน

พรสุดา เหมาชัย
พฤษภาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	41
อุปกรณ์	41
วิธีการ	42
ผลและวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	98
สรุป	98
ข้อเสนอแนะ	98
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	100
ภาคผนวก	104
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบค่า dE^* กับการเปลี่ยนแปลงของสี และค่าการเปลี่ยนดัดสีที่ประเมินโดยเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี และเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนดัดสี	39
2	ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	47
3	ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	59
4	ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* หลังซักของผ้าไหมย้อมที่ด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	76
5	ค่าเฉลี่ย dL^* , da^* , db^* , dC^* , dH^* และ dE^* หลังซักของผ้าไหมย้อมที่ด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	79
6	ค่าการเปลี่ยนแปลงสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล	84
7	ค่าการเปลี่ยนสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล	85
8	ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* หลังซักของผ้าไหมย้อมที่ด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	86
9	ค่าเฉลี่ย dL^* , da^* , db^* , dC^* , dH^* และ dE^* หลังซักของผ้าไหมย้อมที่ด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน	89
10	ค่าการเปลี่ยนแปลงสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล	95
11	ค่าการเปลี่ยนสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล	96

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	5
2	11
3	11
4	15
5	15
6	16
7	17
8	20
9	21
10	22
11	29
12	32
13	35
14	36
15	37
16	50
17	51
18	52
19	53
20	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว	55
22	ความสดใสของสี (C^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	56
23	ตำแหน่งสี (h^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	58
24	ความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	62
25	ความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน	63
26	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง	64
27	ความป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	65
28	ความป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน	66
29	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง	67
30	ความป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	68
31	ความป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน	69
32	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง	70
33	ความสดใสของสี (C^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	71
34	ความสดใสของสี (C^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
35	ตำแหน่งสี (h^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	73
36	ตำแหน่งสี (h^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดวิธีใช้ช่วยติดสีที่ต่างกัน	74
37	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อตำแหน่งสี (h^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบหูกวาง	75
38	ความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	83
39	ความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน	93
40	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบหูกวาง	94

การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบแก้ว
และใบหูกวาง

The use of Tannin as Mordant on Dyeing Silk Fabric with Natural Dyes
from Leaves of Andaman Satinwood (*Murraya paniculata* (L.) Jack) and
Tropical Almond (*Terminalia catappa* Linn.)

คำนำ

การทำให้อายุสิ่งทอมีสีมีความสำคัญต่อวงการสิ่งทอ เพราะความสวยงามเป็นสมบัติประการหนึ่งที่ผู้ใช้ประโยชน์ต้องการ ในการผลิตสิ่งทอจึงมีกระบวนการย้อมเพื่อให้ผ้ามีสีสันทและลดความเสียหายที่หลุดหลายออกไป การย้อมผ้าไหมในประเทศไทยเริ่มทำกันมานานแล้วและนิยมทำในช่วงฤดูร้อนหลังจากการทำนาข้าว (Moeyes, 1993) สีที่นำมาใช้มีที่มาจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ เริ่มแรกมนุษย์รู้จักการใช้สีที่มาจากธรรมชาติก่อน (ศรีนวล, 2548) และยังคงใช้สีธรรมชาติจนกระทั่งปัจจุบันโดยการสกัดจากพืชและสัตว์ เช่น เนื้อไม้ ใบไม้ แมลง และครั่ง เป็นต้น เมื่อนำมาย้อมบนพื้นผ้าจะมีความสวยงามเฉพาะตัวและสีไม่จืดจาง ผ้าจะย้อมสีติดมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการเลือกสีย้อมให้ถูกต้องตามชนิดของเส้นใย และเทคนิคการย้อมที่ถูกต้องตามขั้นตอนที่กำหนด

ใบแก้วและใบหูกวางเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้เป็นสารสีสำหรับย้อมผ้าไหม สีที่ได้จะเป็นสีเขียวใบไม้ (พินัย, 2548) แต่ปัญหาที่พบในการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ คือ ขาดการบำบัดทำให้ยากต่อการทำซ้ำ และเนื่องด้วยสารสีที่ได้จากพืชสามารถละลายและติดเส้นใยได้เอง เมื่อนำมาซักล้างก็สามารถละลายน้ำออกมาได้ง่าย ทำให้ความคงทนต่อการซัก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย [วท.], 2544; วัชรพันธ์, 2550) ซึ่งความคงทนของสีเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพของวัสดุสิ่งทอย้อมสี โดยความคงทนของสีจะแตกต่างกันไปตามโครงสร้างและพันธะที่ยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยกับโมเลกุลของสีย้อม (อภิชาติ, 2545) ปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากกระบวนการย้อมสี โดยการใช้น้ำที่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยสิ่งทอ หรือทำโดยไม่ถูกกรรมวิธีในการย้อม (นวลแข, 2542) ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการย้อมสีธรรมชาติเพื่อลดปัญหาด้านความคงทนของสีต่อการซัก พบว่ามีการใช้สารช่วยติดสีในการเพิ่มความคงทนของสีต่อการซัก เพราะสารช่วยติดสีเป็นตัวกลางในการสร้างพันธะทางเคมีระหว่าง

โมเลกุลของสีกับเส้นใย สารช่วยติดสีที่นิยมใช้ ได้แก่ สารส้ม กรดน้ำส้ม และจุนสี เป็นต้น (วท., 2544) นอกจากนี้ยังมีสารช่วยติดสีที่มีสมบัติเป็นเกลือของโลหะจำพวกอลูมิเนียม เหล็ก ดีบุก หรือ โครเมียม (Fereday, 2003) และสารช่วยติดสีที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ มะขาม มูลสัตว์ และแทนนิน เป็นต้น อีกทั้งสารช่วยติดสีแต่ละชนิดมีผลต่อค่าสีที่ได้จากกระบวนการย้อม เช่น การนำเส้นไหมที่ย้อมจากใบหูกวางมาแช่ในจุนสีจะได้เส้นไหมสีน้ำตาลเขียว การนำเส้นไหมที่ย้อมจากใบแก้วมา ย้อมพร้อมกับน้ำที่สกัดจากใบส้มป่อยจะได้ไหมสีเหลืองอ่อน (พินัย, 2548)

จากปัญหาสีย้อมธรรมชาติไม่คงทนต่อการซัก จึงมีการค้นพบสีและเทคนิคการย้อมแบบ ใหม่เสมอ ทำให้สีธรรมชาติแตกต่างจากสีสังเคราะห์โดยสิ้นเชิง (เทียนศักดิ์, 2534) การวิจัยนี้มุ่งที่จะ ศึกษาแนวทางพัฒนาความคงทนของสีย้อมธรรมชาติต่อการซัก โดยศึกษาการนำแทนนินมาใช้เป็น สารช่วยติดสีในการย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้วและใบหูกวาง ปกติมีการนำแทนนินมาใช้ในการ ฟอกหนัง เนื่องจากแทนนินเป็นสารฟีนอลที่มีองค์ประกอบซับซ้อนในด้านขนาดและรูปร่างของ โมเลกุล ละลายได้ในน้ำและสามารถเกิดปฏิกิริยาระหว่างสาร โพลีฟีนอลกับโปรตีน (วท., 2544) ในปัจจุบันมีการพยายามนำแทนนินไปใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ นอกเหนือจากการ ฟอกหนัง อีกทั้งแทนนินเป็นสารเคมีที่มีสมบัติเป็นสีย้อมและช่วยให้สีติดแน่นทนทาน สามารถ ตกตะกอนกับโปรตีนต่าง ๆ ได้ ผลของการวิจัยนี้คาดว่าจะสามารถนำไปส่งเสริมคุณภาพของการ ย้อมสีธรรมชาติ และเป็นการยกระดับคุณภาพให้แก่ผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติของประเทศได้

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้วและใบหูกวาง โดยใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี
2. เพื่อศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้วและใบหูกวาง โดยใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี

ขอบเขตการวิจัย

1. วัสดุสี้อมที่ใช้ในการทดลอง คือ ใบแก้วและใบหูกวางที่ปลูกในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
2. ผ้าที่ใช้ในการทดลองย้อม คือ ผ้าไหม 100 เปอร์เซ็นต์เตรียมย้อม มีโครงสร้างการทอแบบลายซัด ผ่านการขจัดกาวสะอาดแล้ว
3. วิธีการย้อมสีผ้าทดลองมีวิธีเดียว คือ ใช้อัตราส่วนผ้าไหมต่อย้อมที่ 1 ต่อ 30 (w/v) เวลา 40 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ย้อม โดยเครื่องย้อม LA-650 INFRA RED DYER
4. สารช่วยติดสีที่ใช้ในการศึกษามี 4 ชนิด คือ แทนนินที่สกัดจากใบมันสำปะหลังผ่านการแยกน้ำตาลออกแล้ว (ความเข้มข้น 1000 ppm.) จุนสี (copper sulphate) โครเมียม (potassium dichromate) และสารส้ม (potassium aluminium sulphate) ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์
5. วิธีใช้สารช่วยติดสีมี 3 วิธี คือ วิธีใช้สารช่วยติดสี หรือแทนนินหลังย้อมสี วิธีใช้แทนนินก่อนย้อมสี และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมสีร่วมกับการใช้สารช่วยติดสี หรือแทนนินหลังย้อมสี ใช้อัตราส่วนผ้าไหมต่อสารละลายสารช่วยติดสีที่ 1 ต่อ 30 (w/v) เวลา 40 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ย้อมโดยเครื่องย้อม LA-650 INFRA RED DYER

6. การประเมินค่าสีของฟ้าทดลอง โดยประเมินเฉพาะค่าความสว่างของสี (L^*) ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) ค่าความสดใสของสี (C^*) และตำแหน่งสี (h^*)

7. การทดสอบความคงทนของสี ทำการทดสอบเฉพาะความคงทนของสีต่อการซัก โดยประเมินค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*)

8. แผนการทดลอง คือ Factorial in CRD

นิยามศัพท์

แทนนิน หมายถึง แทนนินที่สกัดจากใบมันสำปะหลังผ่านการแยกน้ำตาลออกแล้ว (ความเข้มข้น 1000 ppm.)

ตัวแปรของการวิจัยและกรอบแนวความคิด

ตัวแปรของการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. ตัวแปรอิสระ (independent variable) ได้แก่

1.1 ชนิดของสารช่วยติดสีมี 4 ชนิด ได้แก่

1) แทนนินที่สกัดจากใบมันสำปะหลังผ่านการแยกน้ำตาลออกแล้ว (ความเข้มข้น 1000 ppm.)

2) จุนสี (copper sulphate)

3) โครเมียม (potassium dichromate)

4) สารส้ม (potassium aluminium sulphate)

ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

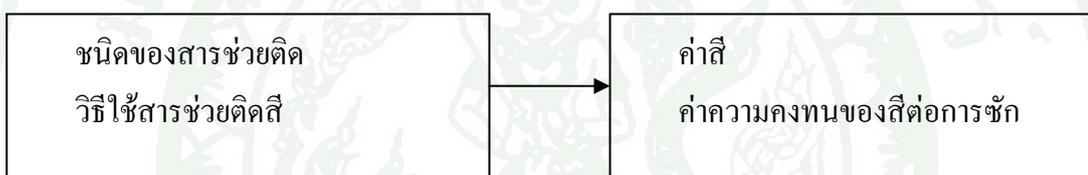
1.2 วิธีใช้สารช่วยติดมี 3 วิธี ได้แก่

- 1) ใช้สารช่วยติดสี หรือแทนนินหลังข้อมลี
- 2) ใช้แทนนินก่อนข้อมลี
- 3) ใช้แทนนินก่อนข้อมลีร่วมกับการใช้สารช่วยติดสี หรือแทนนินหลังข้อมลี

2. ตัวแปรตาม (dependent variable) ได้แก่ ค่าสีและค่าความคงทนของสีต่อการซัก

กรอบแนวความคิด

การวิจัยนี้มีกรอบแนวความคิดดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า L^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้
 - 1.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า L^* ที่ไม่แตกต่างกัน
 - 1.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า L^* ที่ไม่แตกต่างกัน
 - 1.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า L^* ที่ไม่แตกต่างกัน
2. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า a^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้

- 2.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า a^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 2.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า a^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 2.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า a^* ที่ไม่แตกต่างกัน

3. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า b^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้

- 3.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า b^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 3.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า b^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 3.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า b^* ที่ไม่แตกต่างกัน

4. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า C^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้

- 4.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า C^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 4.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า C^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 4.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า C^* ที่ไม่แตกต่างกัน

5. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า h^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้

- 5.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า h^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 5.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า h^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 5.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า h^* ที่ไม่แตกต่างกัน

6. สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า dE^* สามารถตั้งเป็นสมมติฐานทางเลือก (H_1 :Null Hypothesis) ได้ดังนี้

- 6.1 ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า dE^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 6.2 วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า dE^* ที่ไม่แตกต่างกัน
- 6.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า dE^* ที่ไม่แตกต่างกัน



การตรวจเอกสาร

การศึกษาเรื่องการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบ
แก้ว และใบหูกวางตรวจเอกสาร ดังต่อไปนี้

1. ต้นแก้วและต้นหูกวาง
2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไหม
3. สีธรรมชาติ
4. การวัดค่าสีและการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ต้นแก้วและต้นหูกวาง

ต้นแก้ว

ต้นแก้วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Murraya paniculata* (L.) Jack จัดอยู่ในวงศ์
RUTACEAE มีชื่อเรียกอื่น ๆ ตามท้องถิ่น หรือชื่อพื้นเมืองว่า ตะไหลแก้ว แก้วพริก จ้าพริก
แก้วลาย แก้วขี้ไก่ เขี้ยวขี้ควาย แก้วทอง แก้วขาว เป็นต้น ต้นแก้วมีชื่อสามัญว่า Andaman
Satinwood หรือ China Box Tree (พัคณ, 2546)

ต้นแก้วเป็นพืชพรรณที่มีทั่วทุกภาคในประเทศไทย พบในป่าดิบแล้งบนพื้นที่ที่มีระดับ
น้ำทะเลต่ำจนถึงระดับสูงจากน้ำทะเลประมาณ 400 เมตร พบแถบเอเชีย ในประเทศจีน เกาหลี
อินเดีย ศรีลังกา พม่า ปัจจุบันปลูกเป็นไม้ประดับตกแต่งสถานที่ทั่วไป เป็น ไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้น
ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูงประมาณ 8-10 เมตร ทรงต้นเป็นพุ่มแน่น เปลือกต้นมีสีเทาขาว แตกเป็น
ร่องตื้นเล็ก ๆ ลำต้นบิดคดงอ ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับกันจากเล็กไปหาใหญ่ สีเขียวเข้ม
เป็นมัน ทรงใบรูปไข่แกมรี ปลายแหลม โคนแหลม มีใบย่อย 5-9 ใบ ขอบเป็นคลื่นหยักมนตื้น โคน
ใบเบี้ยวเล็กน้อย มีต่อมน้ำมัน ดอกสีขาวมีกลิ่นหอม เป็นดอกเดี่ยว หรือเป็นกลุ่ม 2-5 ดอก ช่อดอก

ต้นออกตามง่ามใบ ก้านดอกสั้น มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบขนาดเล็ก มีกลีบดอก 5 กลีบ รูปไข่กลับ ผลแก่มีสีแดงอมส้มภายในมีเมล็ด 1-2 เมล็ด ขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งหรือการปักชำ การใช้ประโยชน์ แก้วเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ทางยาได้ โดยใบสดลดอาการปวดฟัน แก้วกเสียดแน่นท้อง ขับลม ขับระดู บำรุงธาตุ รากแก้อาการปวดเอว ผื่นคัน ก้นแมลงสัตว์กัดต่อย ดอกแก้อาการไอเรื้อรัง แก้ไข้ กระจายน้ำ ช่วยเจริญอาหาร (พัฒน์, 2546; พินัย, 2548)

การใช้ประโยชน์ในงานย้อมสีในการย้อมสีเส้นไหม ใช้ใบแก้วที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป 15 กิโลกรัม นำไปสกัดสีใช้อัตราส่วนใบต่อน้ำ 1 ต่อ 2 ต้มนาน 1 ชั่วโมง กรองใช้เฉพาะน้ำสามารถย้อมเส้นไหมได้ 1 กิโลกรัม ย้อมเส้นไหมด้วยกรรมวิธีย้อมร้อน ได้เส้นไหมสีเหลืองอ่อน สีของเส้นไหมที่ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการสกัดสีและสารช่วยติดสี แต่สีจะตกและไม่ทนต่อแสง เมื่อนำไปแช่จนสีได้เส้นไหมสีเขียวเหลือง มีความคงทนต่อการซักและแสง การเก็บรักษาใบแก้วเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม โดยนำไปแก้วไปนึ่งแล้วตากให้แห้ง (พินัย, 2548)

ต้นหูกวาง

ต้นหูกวางมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Terminalia catappa* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ COMBRETACEAE มีชื่อเรียกตามท้องถิ่น หรือชื่อพื้นเมืองว่า หูกวาง (ทั่วไป) โคน คัดมือหลุมบัง (ใต้) ตาบัง (เหนือ) มีชื่อสามัญว่า Tropical almond Indian almond Umbrella tree (วนิดา และคณะ, 2531)

ต้นหูกวางขึ้นได้ตามธรรมชาติบริเวณฝั่งทะเลที่เป็นทรายหรือหิน ทนทานต่อดินเค็ม และสภาพลมแรง ชอบแดดจัดหรือมีร่มเงาปานกลาง ขึ้นได้ดีในทุกสภาพดินที่มีการระบายน้ำดี ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด การใช้ประโยชน์ใช้รับประทานแก้ขัดเบา แก้วข้าว แก้วน้ำ (จิรายุพิน, 2542)

การใช้ประโยชน์ในการย้อมสี สามารถย้อมฝ้ายและไหม ใช้ใบหูกวางที่ไม่อ่อน หรือแก่จนเกินไป 15 กิโลกรัมต่อเส้นไหม 1 กิโลกรัม สกัดน้ำสีโดยใช้อัตราส่วนใบสดต่อน้ำ 1 ต่อ 2 ต้มนาน 1 ชั่วโมง ย้อมเส้นไหมโดยกรรมวิธีการย้อมร้อนนาน 1 ชั่วโมง (พินัย, 2548) เนื่องจากในใบหูกวางมีสารให้สี คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นแมกนีเซียมคอมเพล็กซ์ มีสีเขียวไม่ทนต่อสภาพสารละลายที่เป็นกรดและความร้อน เพราะทำให้แมกนีเซียมหลุดออกจากโมเลกุล สีจึงเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีม้ำหรือน้ำตาลแกมเขียวของสารประกอบฟีโอฟิติน (pheophytin) ซึ่งมีคุณสมบัติที่

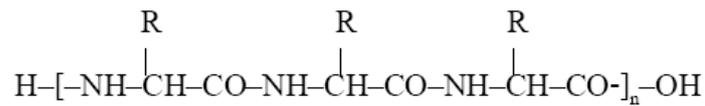
สามารถเกิดพันธะเคมีกับพอลิเปปไทด์กับไหม มีความคงทนต่อแสงและการเคลื่อนที่ของโมเลกุล เป็นอย่างดี

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไหม

โครงสร้างโมเลกุลของไหม

ไหมถือว่าเป็นโปรตีนธรรมชาติ เรียกว่า ไฟโบรอิน (fibroin) ถือว่าเป็นโครงสร้างหลักของเส้นใย มีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมเรียงคู่กัน สันเคราะห์จากเซลล์ในต่อมที่อยู่ในตัวไหมซึ่งขับสารไหมเหลว (liquid silk) ออกมาจากต่อมส่วนท้าย (posterior silk gland) ส่งไปยังต่อมส่วนกลาง (middle silk gland) ขณะเดียวกันก็ขับสารที่เรียกว่า เซเรซิน (sericin) ออกมาเป็นโปรตีนก้อนกลม (globular protein) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ มีลักษณะเหนียวเหมือนกาว ทำหน้าที่หุ้มโปรตีนไฟโบรอินทั้ง 2 เส้นไว้ด้วยกันรวมเป็นเส้นใยไหม เมื่อผ่านท่อคายเส้นใยที่มีลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ (orifice of spinneret) ของหนอนไหมในวัยเจริญพันธุ์ หรือที่เรียกว่า ไหมสุก จะคายใยออกมาล้อมรอบตัวเองและจะแข็งตัวเมื่อถูกอากาศ จากนั้นนำไปทำการสาวไหม กลายเป็นเส้นใยที่นำมาใช้ในงานสิ่งทอ (โมโตอิ และคณะ, 2530; มณฑา, 2541; นवलแข, 2542)

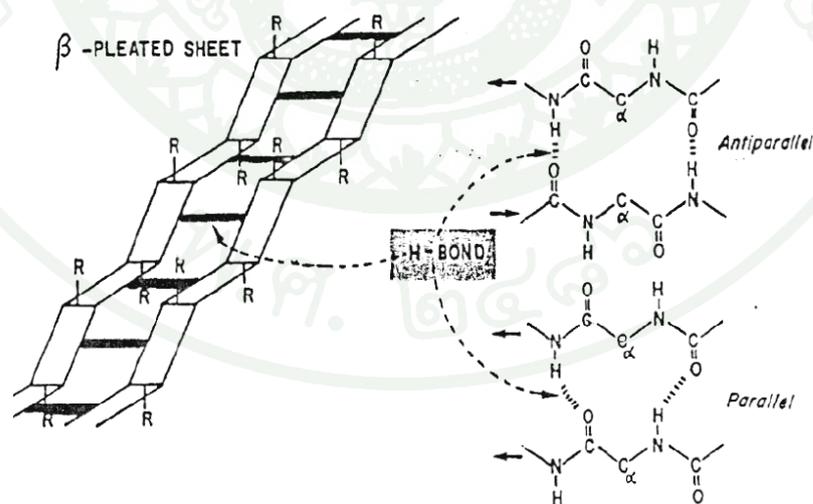
ไหมมีโปรตีน 97 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเป็นจีฟังก์ คาร์โบไฮเดรต สารอนินทรีย์ วัตถุประสงค์โปรตีนในไหมประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 15 ชนิด เกาะกันเป็นโซ่โพลีเปปไทด์ (polypeptide chain) มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูงประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน กรดอะมิโนส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนเดี่ยว เช่น ไกลซีน (glycin) อะลานีน (alanine) เซรีน (serine) และไทโรซีน (tyrosine) ซึ่งเป็นบริเวณที่จะติดสี (dye sites) และมีกรดอะมิโนที่เป็นเบส คือ หมู่อะมิโน ($-NH_2$) และกรดอะมิโนที่เป็นกรด คือ หมู่อะมิโนคาร์บอกซิล ($-COOH$) เล็กน้อย (โมโตอิ และคณะ, 2530; มณฑา, 2541; นवलแข, 2542; Joseph, 1976; Morton and Hearle, 1975)



ภาพที่ 2 โครงสร้างโมเลกุลของใยไหม

ที่มา: Gohl and Vilensky (1990)

จากการวิเคราะห์การเรียงตัวของโมเลกุลด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray analysis) พบว่าไฟโบรอินของไหมเป็นแบบเบต้าไฟโบรอิน (β -fibroin) ไม่สามารถละลายน้ำได้ มีพันธะไฮโดรเจนเชื่อมระหว่างเส้นของโพลีเปปไทด์ โพลีเปปไทด์แต่ละเส้นมีการเหยียดตัวเต็มที่ ทำให้มีลักษณะเป็นคลื่น ส่งผลให้เส้นใยไหมมีความแข็งแรง และสามารถยืดตัวออกไปได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเซเรซินเป็นโปรตีนก้อนกลม (globular protein) สามารถละลายน้ำได้ โมเลกุลเรียงตัวแน่นเป็นระเบียบตามยาว (high degree of crystallinity) ทำให้เส้นใยมีสมบัติพิเศษ คือ เหนียวและแข็งแรง และบางบริเวณเรียงตัวหลวม ๆ (amorphous) ทำให้มีช่องว่างระหว่างโมเลกุล พันธะเคมีที่ยึดจับด้านข้างโมเลกุลมีน้อย ส่งผลให้เส้นใยมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ปานกลาง สามารถดูดสารตกแต่งและสีย้อมได้ดี เพราะโมเลกุลของสีสามารถแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างโมเลกุลได้ (มณฑา, 2541; มนตรี, 2542)



ภาพที่ 3 โครงสร้างของไหมแบบเบต้าไฟโบรอิน (β -fibroin)

ที่มา: มนตรี (2542)

สมบัติของเส้นใยไหม

สมบัติทางเคมี

1. ไหมไม่ทนต่อด่างเข้มข้น และกรดของโลหะเข้มข้น เนื่องจากการเรียงตัวของโมเลกุลในเส้นใยไหมจะถูกรบกวนอย่างรวดเร็ว และกรดจะเกาะแน่นในโมเลกุลทำให้ไฟโบรอินถูกทำลายได้ หากเป็นกรดอินทรีย์จะไม่ทำลายใยไหม ไหมละลายได้หมดในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หากใช้ด่างอ่อน เช่น สบู่ บอแรกซ์ และ แอมโมเนียไม่มีอิทธิพลต่อไฟโบรอินแต่จะละลายเซรีซิน (กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, ม.ป.ป.)

2. แสงแดดและความร้อนทำให้ความเหนียวของเส้นใยลดลง เนื่องจากออกซิเจนในอากาศทำให้โปรตีนในเส้นใยสลายตัวได้เร็ว การเก็บรักษาต้องตากในที่ร่ม ความร้อนที่ใช้ในการรีดที่อุณหภูมิไม่เกิน 148-300 องศาเซลเซียส และเก็บในที่มืดชื้น

3. สารฟอกขาวชนิดที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบทำให้ความเหนียวของเส้นใยลดลง แต่สารฟอกขาวประเภทเปอร์ออกไซด์ และเปอร์บอเรต ไม่มีผลความเหนียวของเส้นใย หากควบคุมสภาวะให้เหมาะสม (นวลแข, 2542)

4. ไหมข้อมติดสีได้ด้วยสียโคเร็กซ์ สิริแอคทีฟ สีแอซิด สีซัลเฟอร์ สีแวต และสีธรรมชาติ (นวลแข, 2542)

สมบัติทางกายภาพ

1. รูปร่างของเส้นใยไหม เป็นเส้นใยยาวประมาณ 400-700 เมตรต่อรัง (มณฑา, 2541)

2. ไหมเป็นเส้นใยที่มีความเหนียวมาก และลดลง 15-20 เปอร์เซ็นต์เมื่อเส้นใยเปียก (กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, ม.ป.ป.)

3. ไหมยืดได้ประมาณ 10-25 เปอร์เซ็นต์ ถ้าจับยืดออก 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถหดกลับที่เดิมได้ 92 เปอร์เซ็นต์ (นวลแข, 2542)

4. ผ้าไหมจะไม่ยืดและหดมากเมื่อซัก แต่เมื่อรีดด้วยไอน้ำสามารถคืนกลับขนาดเดิมได้โดยง่าย (มณฑา, 2541)

5. เส้นใยไหมดูดความชื้นได้ดีประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ที่สภาวะมาตรฐาน เมื่ออากาศชื้นมากสามารถดูดความชื้นได้ถึง 25-35 เปอร์เซ็นต์ สมบัตินี้จะทำให้ไหมสามารถย้อมติดสีง่าย แต่ข้อเสียคือ ไหมสามารถดูดซึมของเหลวที่ไม่บริสุทธิ์ เช่น เกลือของโลหะ สารเหล่านี้จะทำลายเส้นใยให้เกิดการแยกตัว และลดความแข็งแรงลง (ศรีนวล, 2548)

การเตรียมผ้าไหมก่อนการย้อม

เส้นใยไหมประกอบด้วยสารอื่น เช่น จี๊ซิง วัตคูมิตี กาวไหม สารอนินทรีย์ซึ่งเกิดเองตามธรรมชาติ ทำให้ไหมดิบ กระจ่าง และไม่มันเงา การเตรียมผ้าไหมเป็นการกำจัดสิ่งสกปรกที่ขัดขวางการดูดซึมน้ำออกก่อนเข้าสู่กระบวนการย้อมสี เพื่อให้กระบวนการย้อมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และลดปัญหาการย้อม การพิมพ์ และการตกแต่งที่ไม่สม่ำเสมอ การเตรียมผ้าไหมก่อนการย้อมทำได้โดยการลอกกาวไหม และกระบวนการฟอกขาว (อภิชาติ, 2545) ดังนี้

การลอกกาวไหม (degumming)

กาวที่เคลือบอยู่บนเส้นใยไหม คือ เซเรซิน ซึ่งทำให้ไหมแข็งกระจ่าง จึงต้องทำการลอกกาวออก โดยการต้มในน้ำสบู่ให้สะอาด แต่ถ้าต้องการให้ผ้าที่ได้มีเนื้อแข็งก็ไม่จำเป็นต้องลอกกาวออกทั้งหมด สำหรับการลอกกาวไหมที่อาศัยวัสดุจากธรรมชาติ คือน้ำด่างจากการนำเถ้าของกากกล้วย เถ้าของต้นไม้บางประเภท มาละลายน้ำแล้วทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำน้ำนั้นมาต้มกับเส้นไหมดิบเป็นเวลา 10-15 นาที เพื่อให้กาวไหมละลายออกจากเส้นไหม

Moeyes (1993) การลอกกาวไหมสามารถทำได้หลายวิธี ในยุโรปลอกกาวไหมโดยใช้ไหม 120 กรัม สบู่ 5 ช้อนโต๊ะ น้ำ 4 ลิตร นำน้ำและสบู่ที่เตรียมไว้ต้มให้เดือด จากนั้นนำไหมที่ผ่านการแช่น้ำแล้ว ลงไปต้มใช้เวลาในการลอกกาวไหม 20-40 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำไหมออก และทำความสะอาดเพื่อขจัดสบู่บนไหม จากนั้นตากให้แห้ง

กระบวนการฟอกขาว (bleaching)

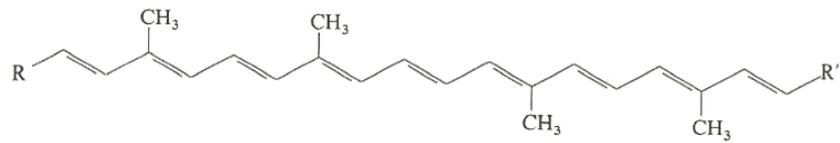
อภิชาติ (2545) กระบวนการฟอกขาว (bleaching) เป็นกระบวนการที่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง สำหรับกำจัดสิ่งเจือปน สีธรรมชาติ และไขมัน หรือสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ โดยกระบวนการนี้จะเพิ่มความขาว ทำให้ไหมมีความสามารถในการดูดซับสีดีขึ้น และช่วยให้สีสดใสขึ้น โดยปกติสารฟอกขาวที่นิยมใช้กับเส้นใยไหม คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) และเปอร์อะซิติกแอซิด (peracetic acid; CH_3COOH)

สีธรรมชาติ

สีธรรมชาติ (natural dyes) คือ สารจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถละลายน้ำได้ สกัดได้จากพืชและสัตว์ โดยกรรมวิธีการหมัก การต้ม หรือกรรมวิธีทางเคมี และสามารถให้สีบนเส้นใยได้ (Parrott, 1979)

สีจากธรรมชาติเป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสารสี เพราะสารเคมีดังกล่าวจะดูดซับสีในคลื่นความถี่ของแสง 400-800 nm ที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ (วท., 2544) สิ่งที่เป็นของสีธรรมชาติ คือ ความสามารถในการละลายน้ำได้ เพราะน้ำเป็นตัวนำพาให้สีเข้าสู่เส้นใยสิ่งทอ เมื่อสีละลายน้ำ โมเลกุลของสีจะแตกตัวเป็นไอออนให้ประจุลบ หรือบวก ซึ่งมีผลต่อกลไกการติดสีบนวัสดุสิ่งทอ การที่พืชให้สีต่างกัน เนื่องจากในพืชมีสารสีที่ต่างกันในด้านโครงสร้างทางเคมีอย่างชัดเจน กลุ่มใหญ่ ๆ ของสารสีสามารถจำแนกได้ (วนิดา และคณะ, 2531; เทียนศักดิ์, 2534; วท., 2544) ดังนี้

1. คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) เป็นชื่อทั่วไปของสารสีในพืชหลายชนิด ให้สีเขียว
2. แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ให้สีที่หลากหลาย เช่น สีเหลือง ส้ม แดง และม่วง



โมเลกุลแคโรทีนอยด์



บีชิน (สีส้ม-สีม่วง)

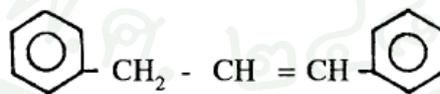


โครซิน (สีเหลือง-สีแดง)

ภาพที่ 4 โครงสร้างพื้นฐานโมเลกุลแคโรทีนอยด์และตัวอย่างสารสีแคโรทีนอยด์ คือ บีชิน และ โครซิน

ที่มา: วท. (2544)

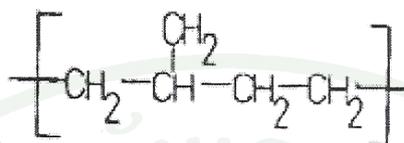
3. ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ให้สีเหลืองเข้ม เป็นสารสีที่นิยมใช้กันมาก มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานเป็น C₆-C₃-C₆ โดยที่ C₆ ส่วนมากเป็นวงแหวนเบนซีน (benzene ring)



ภาพที่ 5 โครงสร้างของสารให้สีฟลาโวนอยด์

ที่มา: เทียนศักดิ์ (2534)

4. เทอร์ปีนอยด์ หรือ ไอโซปีนอยด์ (terpenoids or isoprenoids) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีชีวสังเคราะห์จากหน่วยไอโซเพนเทน (isopentane unit, C₅) เช่น crocetin จากหญ้าฝรั่น (saffron) มีสีเหลือง bixin จากเมล็ดคำแสด ให้สีส้ม-แดง (วีระศักดิ์, 2543)



ISOPENTANE UNIT



CROCETIN

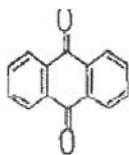


BIXIN

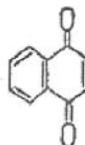
ภาพที่ 6 โครงสร้างของสารให้สีพวกเทอร์ปีนอยด์บางชนิด

ที่มา: วีระศักดิ์ (2542)

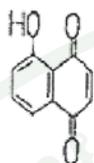
5. แอนทราควิโนน และแนฟทาควิโนน (anthraquinones and naphthaquinones) สารในกลุ่มนี้มักจะให้สีแดง แอนทราควิโนนที่ใช้เป็นสีย้อม เช่น alizarin จากรากต้นแมดเดอร์ (madder) และจากแก่นของต้นขอย laccic acid จากครั่ง ส่วนแนฟทาควิโนน เช่น juglone จากเปลือกมันฮ่อ ให้สีเขียวถึงน้ำตาล (วีระศักดิ์, 2542)



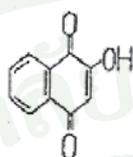
ANTHRAQUINONE



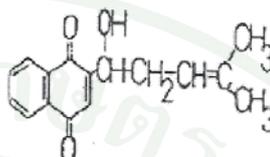
NAPHTHAQUINONE



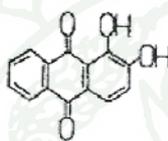
JUGLONA



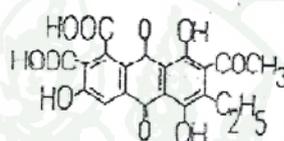
LAWSONE



ALKANIW



ALIZARIN



LACCAIC ACID

ภาพที่ 7 โครงสร้างของสารให้สีพวกแอนทราควิโนน และแนฟทาควิโนนบางชนิด

ที่มา: วีระศักดิ์ (2542)

การจำแนกประเภทของสีย้อมธรรมชาติ

การจำแนกประเภทสีย้อมธรรมชาติ สามารถจำแนกโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. จำแนกตามแหล่งที่มา
2. จำแนกตามกลุ่มสี
3. จำแนกตามลักษณะการย้อม มีรายละเอียดดังนี้

1. จำแนกตามแหล่งที่มา

การแบ่งสีย้อมธรรมชาติตามแหล่งที่มาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ สีที่ได้จากพืช

สัตว์ และแร่ธาตุ (ศรันยา, 2553)

1) สียจากพืช (vegetable dyes) นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากหาได้ง่ายให้สีสันทึ่หลากหลาย ได้จากราก เปลือกกราก ลำต้น เปลือกลำต้น แขนไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด

2) สียจากสัตว์ (animal dyes) ได้จากตัวแมลงแห้ง หรือจากสิ่งขับออกมาจากตัวแมลง เช่น โคชินีล (cochineal) เคอร์มิส (kermes) และครั่ง (lac) เป็นต้น

3) สียจากแร่ธาตุ (mineral dyes) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะ หรือเป็นส่วนผสมของออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคลน ดินแดง เป็นต้น สารเหล่านี้จะเกิดการตกตะกอนในช่องว่างระหว่างโมเลกุลภายในเส้นใย ซึ่งมีความเสถียรมากทำให้สีที่ได้มีความคงทนต่อแสง ปัจจุบันการย้อมสีจากแร่ธาตุนิยมใช้ในอุตสาหกรรมครอบครัวหรือชุมชน

2. จำแนกตามกลุ่มสี

พินัย (2548) ได้จำแนกสีที่ได้จากการย้อมด้วยวัสดุธรรมชาติเป็น 6 กลุ่มสี ดังนี้

1) กลุ่มสีแดง (red) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีแดง ได้แก่ ครั่ง (*Laccifer lacca* Kerr.) สีที่ได้มีตั้งแต่สีแดงอมม่วงจนถึงสีแดงสดความแตกต่างของสีขึ้นอยู่กับตามอายุและระยะเวลาการเก็บรักษามะล็ดคำแสด (*Bixa orellana* L.) เปลือกต้นโพธิ (*Ficus religiosa* L.)

2) กลุ่มสีฟ้า-น้ำเงิน (blue) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีฟ้า-น้ำเงิน ได้แก่ คราม (*Indigfera tinctoria* L.) สีน้าเงินจากครามจัดเป็นแม่สีที่สามารถใช้ร่วมกับสีหลักอื่น ๆ ได้

3) กลุ่มสีเหลือง-ทอง (yellow) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีเหลือง-ทอง ได้แก่ ดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) แก่นต้นขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) เปลือกต้นมะม่วง (*Mangifera indica* L.) เปลือกต้นมะพุด (*Garcinia duleis* Kurz.) ใบมะกอกโอลิฟ (*Olea europaea* Linn.) เปลือกต้นเพกา (*Oroxylum indicum* (L.) Kurz) รากและแก่นยอบ้าน (*Morinda citrifolia* L.) ใบยอบ้าน (*Morinda coreia* Ham.)

4) กลุ่มสีเขียวใบไม้ (green) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีเขียว ได้แก่ ใบแก้ว

(*Murraya paniculata* (L.) Jack) ใบหูกวาง (*Terminalia catappa* Linn.) ใบจี้เหล็กบ้าน (*Acacia concinna* (Willd.) DC) ใบหุบลาซอ่อน (*Cassia siamea* Lam.) ใบฝิ่นต้น (*Acalypha wilkesiana* Mull. Arg.) ใบโกสน (*Jatropha multifida* L.) ใบเทียน (*Codiaeum variegatum* Blume.) เปลือกต้นโมกมัน (*Melia azedarach* L.) ใบหม่อน (*Wrightia arborea* (Dennst.)) ใบพุทช้อน (*Morus alba* L.) ใบสบู่แดง (*Gardenia Augusta*) ใบส้มป่อย (*Jatropha gossypifolia* L.) ใบสนแพง (*Thula orientalis* Endl.) ใบสัก (*Tectona grandis* L.f.) ใบเทียนทอง (*Duranta erecta* L.) ใบตะขบควาย (*Flacourtia jangomas* (Lour.) Raeusch.)

5) กลุ่มสีน้ำตาล (brown) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีน้ำตาล ได้แก่ เปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เปลือกและแก่นต้นประดู่ป่า (*Diospyros decandra* Lour.) เปลือกต้นก้านเหลือง (*Nauclea orientalis* (L.) L.) เปลือกต้นสะเดา (*Nauclea orientalis* L.) เปลือกต้นอินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.) เปลือกต้นสีเสียดเหนือ (*Acacia catechu* (L.f.) Willd.) เปลือกต้นกระถินบ้าน (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) แก่นต้นฝาง (*Caesalpinia sappan* L.) เปลือกต้นตะแบกนา (*Lagerstroemia floribunda* Jack) ผลตะโกนา (*Diospyros rhodocalyx* Kurz) ใบเทียนกิ่ง (*Lawsonia inermis* L.) ผลหว่า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) ใบหญ้าวงช้าง (*Heliotropium indicum* L.) เปลือกต้นจิว (*Bombax ceiba* Linn.)

6) กลุ่มสีเทา-ดำ (black-gray) วัสดุธรรมชาติที่ให้สีเทา-ดำ ได้แก่ ต้นกล้วย (*Musa sapientum* Linn.) ผลคนทา (*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.) ใบกระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.) ผลกระบก (*Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn.) เปลือกกระโดน (*Careya sphaerica* Roxb.) ก้านดอกบัวสาย (*Nymphaea pubescens* Willd.) ผลมะเกลือ (*Diospyros mollis* Griff.) เปลือกเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.)

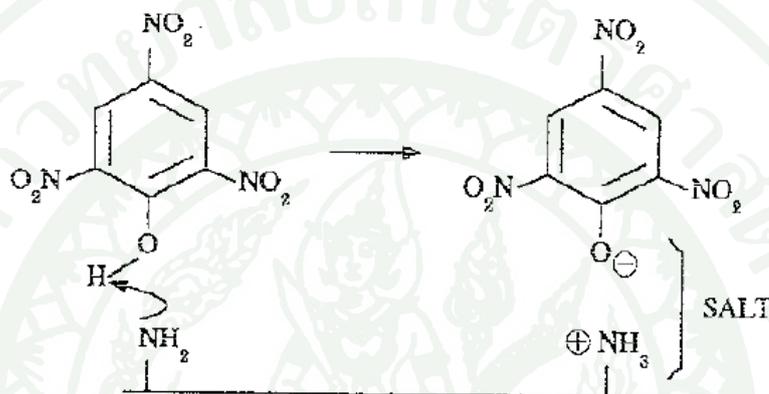
3. จำแนกตามลักษณะการย้อม

สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) สีย้อมโดยตรง (substantive dyes) สีธรรมชาติสามารถติดเส้นใยได้ด้วยตัวเองเป็นสีย้อมที่ไม่ต้องใช้สารช่วยติดสีในการย้อม สามารถซึมเข้าสู่เส้นใยได้เอง ละลายน้ำได้ง่ายและติดเส้นใยทันทีโดยจะเกิดพันธะทางเคมีระหว่างสีกับเส้นใย เช่น สีจากขมิ้น เป็นต้น โดยเส้นใยที่เป็นเซลลูโลส เช่น ฝ้าย จะมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups, -OH) อยู่มากจึงสามารถเกิดพันธะ

ไฮโดรเจนกับโมเลกุลของสีได้โดยตรง ส่วนในเส้นใยที่เป็นพวกพอลิเปปไทด์ เช่น ขนสัตว์และไหมจะมีส่วนที่เป็นทั้งหมู่กรด (acidic groups, $-\text{COOH}$) และหมู่เบส (basic groups, $-\text{NH}_2$) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นหมู่กรด หรือเบสใน โมเลกุลของสีเกิดเป็นเกลือขึ้น ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวด้วยพันธะไอออนิก สีที่ได้ไม่ค่อยคงทนต่อการซัก แต่แก้ปัญหาได้โดยการใช้เหล็กหรือ copper เป็นสารช่วยติดหลังการย้อม (เทียนศักดิ์, 2534; Parrott, 1979)

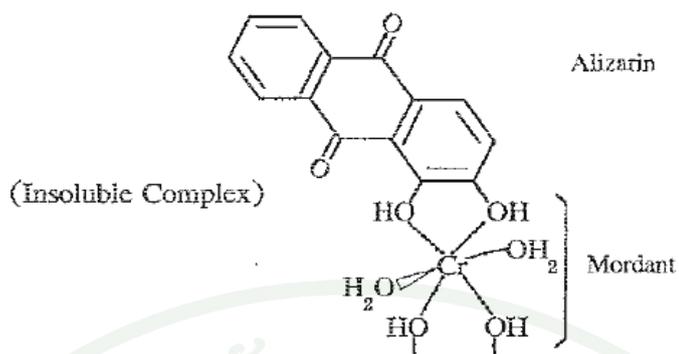
Picric
Acid



ภาพที่ 8 การยึดติดเส้นใยของพิกริกกับเส้นใยขนสัตว์หรือไหม

ที่มา: เทียนศักดิ์ (2534)

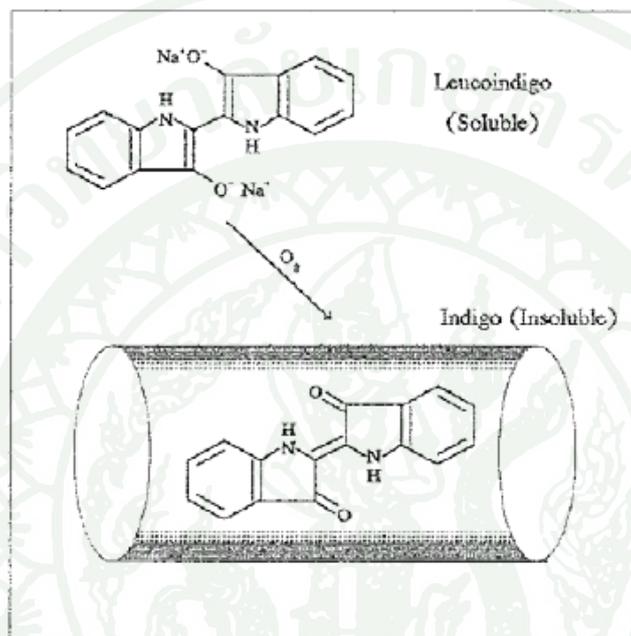
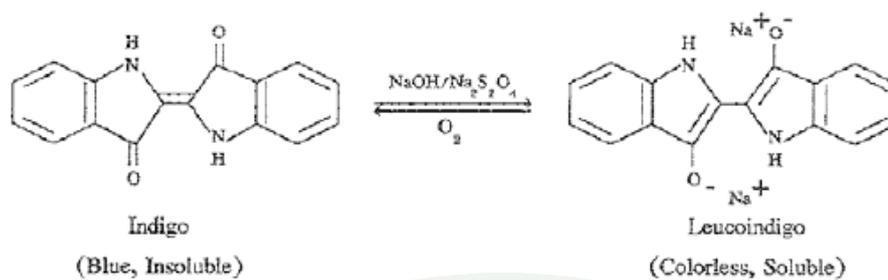
2) สีย้อมมอร์แดนต์ (additive dyes or mordant dyes) เป็นสีต้องอาศัยสารช่วยติดในการย้อมเกาะเส้นใย ช่วยทำให้สีมีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น เมื่อเส้นใยผ่านการย้อมสีและการย้อมด้วยสารละลายมอร์แดนต์แล้ว โลหะของสารละลายมอร์แดนต์จะเกิดสารเชิงซ้อนที่แข็งแรงกับสีและเส้นใย ทำให้สามารถติดทนในเส้นใยได้ดีขึ้น สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติชนิดเดียวกันแต่ใช้มอร์แดนต์ต่างชนิดกันจะสีที่ได้และระดับความคงทนจะแตกต่างกัน ตัวอย่าง การย้อมสีด้วย Alizarin กับเส้นใยพวกเซลลูโลสโดยมีโครม (chrome) เป็นสารละลายมอร์แดนต์ (เทียนศักดิ์, 2534; Parrott, 1979; Moeyes, 1993)



ภาพที่ 9 การเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับสี และเส้นใย

ที่มา: เทียนศักดิ์ (2534)

3) สีย้อมแวม (Vat dyes) เป็นสีจำพวกคราม (indigo) เป็นสารให้สีที่เป็นสารประกอบลิพโคซึ่งไม่มีสี ไม่สามารถละลายน้ำได้จึงต้องทำให้ละลายน้ำก่อนการนำไปย้อม โดยทำปฏิกิริยารีดักชันภายใต้สภาวะต่าง หลังจากการย้อมสีเรียบร้อยแล้วปล่อยให้ออกซิเดชันกลับเป็นสารสีที่ไม่ละลายน้ำอีกครั้ง โดยนำเส้นใยที่ย้อมแล้วไปผึ่งแดดทำให้โมเลกุลของสีติดแน่นอยู่ในเส้นใย สีที่ได้จะติดทนทานไม่มีปัญหาในการซักและแสงแดด (เทียนศักดิ์, 2534)



ภาพที่ 10 การดัดสีอินดิโกจากการเชื่อมแบบเวด

ที่มา: เทียนศักดิ์ (2534)

การสกัดสีจากพืช

ศรันยา (2553) ได้อธิบายวิธีการสกัดสีจากพืช ดังนี้

1. นำ 2.5 ลิตร กับพืช หรือ วัสดุให้สี 500 กรัม (อัตราส่วน 5:1 (v/w)) ต้มจนเดือดโดยปิดฝาหม้อต้ม ใช้เวลาประมาณ 10 นาที
2. ต้มที่จุดเดือด (100 องศาเซลเซียส) ใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยเปิดฝาหม้อต้ม

3. กรองฟิช หรือ วัสดุให้สีออก

4. ต้มน้ำสกัดฟิช หรือ วัสดุให้สีต่อ 15 นาที โดยเปิดฝาหม้อต้ม

การย้อมด้วยสีธรรมชาติ

การย้อมสี (dyeing) คือ การทำให้วัสดุสิ่งทอมีสีติด ทั้งนี้สีย้อมต้องมีความสามารถในการติดสีกับเส้นใย อาจกล่าวได้ว่าสีและเส้นใยมีประจุที่ต่างกันทำให้สามารถยึดเหนี่ยวกันได้ หรืออาจมีประจุเดียวกันแต่เติมสารอื่นเพื่อลดประจุลบเส้นใย แล้วจึงทำให้สีติดบนเส้นใยได้ (อภิชาติ, 2545)

การที่สีติดเส้นใย หรือวัสดุสิ่งทอได้ เพราะเกิดการรวมตัวของสีและเส้นใยเป็นสารประกอบเคมีชนิดหนึ่ง โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีเปลี่ยนไป แต่เป็นการเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ขึ้น สีธรรมชาติสามารถละลายน้ำได้ และสามารถติดเส้นใยได้ด้วยตัวเอง (substantivity) โดยไม่ต้องใช้สารอื่นช่วยในการย้อม เพียงแต่น้ำสีผสมน้ำก็สามารถย้อมได้ ซึ่งมีลักษณะคล้ายสีสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง คือ สีไคเร็ก (direct dye) เป็นสีที่ติดและหลุดง่ายเช่นเดียวกัน (อรวินท์, 2521)

องค์ประกอบในระบบการย้อมมี 3 ชนิด (ศรันยา, 2553) ได้แก่

1. สารที่ถูกละลาย ได้แก่ สีย้อม
2. สารที่ทำละลาย ได้แก่ น้ำ
3. สารที่ทำหน้าที่ดูดซึม ได้แก่ วัสดุสิ่งทอ

การย้อมที่ให้ผลดีนั้น อานาจารรวมตัวของสีกับเส้นใยต้องมากกว่าอานาจารรวมตัวของสีกับน้ำ โดยสีธรรมชาติเป็นสีที่สามารถละลายน้ำได้ กระจายตัวได้ดี และมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถยึดเกาะกับเส้นใยได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้สารอื่นช่วยในการย้อม เริ่มย้อมได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่สีจะติดได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 80 - 100 องศาเซลเซียส ในระหว่างการย้อมควรหมั่นคน เพราะสีธรรมชาติตกตะกอนง่ายเป็นเหตุทำให้เส้นใยต่าง (เทียนศักดิ์, 2534)

ทฤษฎีการย้อมสีบนวัสดุสิ่งทอ

อภิชาติ (2545) ได้อธิบายทฤษฎีการย้อมสีบนวัสดุสิ่งทอ ดังนี้

1. ทฤษฎีวัสดุสิ่งทอมีรูพรุนสามารถรับน้ำได้ (pore model)

วัสดุสิ่งทอมีรูพรุนคล้ายกับฟองน้ำ ทำให้น้ำสีซึมเข้าแทรกซึมตามรูพรุนเหล่านั้นได้ เช่น สิ่งทอจากเส้นใยเซลลูโลส และเส้นใยโปรตีน เป็นต้น สัทธิรรมชาติต้องอาศัยน้ำในกระบวนการย้อม เมื่อเส้นใยถูกแช่ในน้ำบริเวณโครงสร้างส่วนที่ไร้ระเบียบจะเกิดการพองตัว ทำให้ช่องว่าง (pore) มีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาณการพองตัวขึ้นอยู่กับกลุ่มไฮดรอกซิล (-OH) ที่มีอยู่ในเส้นใย มีผลทำให้โมเลกุลของสีสามารถแทรกซึมเข้าไปในโมเลกุลของเส้นใยได้

2. ทฤษฎีวัสดุสิ่งทอมีการอ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน ทำให้เกิดโพรงให้สีติดได้ (free volume model)

วัสดุสิ่งทอจำพวกเส้นใยสังเคราะห์เป็นเส้นใยที่ไม่มีรูพรุน การย้อมต้องทำให้วัสดุสิ่งทอเกิดการอ่อนตัว (plasticity) ณ จุดอ่อนตัว (glass transition temperature (T_g)) ซึ่งอุณหภูมิ ณ จุดนี้ไม่ทำให้วัสดุสิ่งทอหลอมละลาย แต่มีความเหนียว น้ำสีสามารถเข้าแทรกซึมเข้าไปในส่วนที่ไม่เป็นระเบียบได้

กลไกการติดสี

กลไกการติดสีสามารถอธิบายการเคลื่อนย้ายโมเลกุลสีเข้าสู่เส้นใยได้ตามลำดับ ดังนี้ (อัจฉราพร, 2517; ศรีนยา, 2553)

1. การแพร่กระจายของสีในน้ำย้อม (diffusion in solution) สีจะกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในน้ำย้อม
2. การเคลื่อนตัวของสีจากน้ำย้อมมายังผิวหน้าของเส้นใย (adsorption on fiber surface) ในขั้นตอนนี้อาศัยแรงช่วยในการยึดติดระหว่างสีและวัสดุสิ่งทอ ธรรมชาติของแรงที่ช่วยในการยึดติด

ขึ้นอยู่กับชนิดของสีย้อมและเส้นใย

3. การซึมผ่านของสีจากผิวหน้าเส้นใยสู่ภายในเส้นใย (dye absorption) จะเกิดแรงผลักดัน ทำให้โมเลกุลของสีเคลื่อนตัวเข้าสู่ภายในเส้นใยอย่างทั่วถึง การที่สีย้อมมีการเคลื่อนย้ายตัวที่ดีสม่ำเสมอจะส่งผลต่อความสม่ำเสมอของสี

4. การแพร่ของสีภายในเส้นใย (diffusion in the fiber) สีจะเข้าสู่ศูนย์กลางของเส้นใย การแพร่ของสีนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใย สำหรับเส้นใยที่ชอบน้ำ เช่น ฝ้าย และไหมซึ่งมีโครงสร้างที่เป็นรู (pore) โมเลกุลของสีสามารถแพร่เข้าสู่เส้นใยได้ง่าย ในทางกลับกันเส้นใยที่ไม่ชอบน้ำ เช่น โพลีเอสเตอร์ อะคริลิก มีการดูดซึมน้ำต่ำ ต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงช่วยในการสร้างช่องว่างให้โมเลกุลของสีย้อมสามารถเข้าไปในเส้นใย การแพร่ของสีภายในเส้นใยจะเกิดขึ้นจนกระทั่งความเข้มข้นของสีภายในเส้นใยเท่ากับความเข้มข้นของโมเลกุลสีในน้ำย้อม โมเลกุลของสีย้อมที่เข้าสู่เส้นใยแล้ว สามารถไหลออกจากเส้นใยสู่น้ำย้อมได้ โดยปกติเมื่อถึงจุดสมดุลของการย้อมแล้ว อัตราการเคลื่อนตัวของโมเลกุลสีที่เข้าและออกจากเส้นใยเป็นไปได้อย่างช้าและน้อยมาก

5. การคงอยู่ของโมเลกุลสีภายในเส้นใย หรือการดูดติดของสีภายในเส้นใย (substantivity or retention in fiber) จากกลไกการติดสีบนวัสดุสิ่งทอมีหลักสำคัญ คือ การที่สีย้อมเคลื่อนที่จากน้ำย้อมสู่เส้นใย และการคงตัวของสีภายในเส้นใย โดยอาศัยสมบัติในการดึงดูดระหว่างวัสดุสิ่งทอกับสี หากสีย้อมมีความสามารถในการดูดติดเส้นใยสูง ก็สามารถย้อมติดเส้นใยมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างสีย้อมกับเส้นใย สามารถตรวจสอบการยึดเกาะของสีบนเส้นใยได้ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบตามขวางของเส้นใย ถ้าสีติดเฉพาะบริเวณรอบนอกของเส้นใย ภายในยังคงเป็นสีขาวเช่นเดิม แสดงว่าความสามารถในการดูดติดระหว่างสีและเส้นใยเป็นไปได้น้อย เรียกว่า ริงไดซ์ (ring dye) ลักษณะเช่นนี้สามารถเกิดได้กับเส้นใยทุกชนิด เมื่อย้อมในระยะเวลา 2 - 3 นาทีแรก หรือย้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้ระดับการเคลื่อนตัวของสีภายในเส้นใยลดลง การย้อมที่ถูกต้องความเข้มข้นของสีภายในเส้นใยต้องเท่ากับความเข้มข้นของสีที่คงอยู่ในน้ำย้อม เรียกว่า การย้อมสมดุลย์ (equilibrium) วิธีสังเกตที่ง่ายที่สุด คือ เมื่อย้อมไประยะหนึ่งแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใดในอ่างย้อม และความเข้มข้นของสีที่เส้นใยเป็นปกติ ถือได้ว่าการย้อมสมดุลย์

โดยทั่วไปสารสีที่มาจากพืชมีความคงทนค่อนข้างต่ำ สีมักจะจาง หรือสีตกอย่างรวดเร็วเมื่อซักและถูกแสงแดด ความคงทนของสีจึงเป็นปัจจัยกำหนดคุณภาพ โดยสามารถใช้สารที่เรียกว่า สารช่วยติดสี หรือ มอร์แดนต์ (mordant) เป็นตัวช่วยในการเพิ่มการติดสีในเส้นใย (วรรณ, 2548)

สารช่วยติดสี

ภายหลังกระบวนการย้อมด้วยสีธรรมชาติ สีสามารถสลายตัวออกจากเส้นใยได้โดยสีแต่ละชนิดมีการติดสี และความคงทนของสีต่อการซัก การขัดถู หรือแสงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในวัสดุของสีธรรมชาติที่นำมาใช้ และความเข้ากันได้ระหว่างสีกับเส้นใยที่นำมาย้อม จึงต้องมีการใช้สารประกอบต่าง ๆ มาทำให้เส้นใยสามารถดูดซับสี และให้สีสามารถยึดเกาะเส้นใยได้ดีขึ้น มีความคงทนของสีต่อการซัก การขัดถู หรือแสงมากขึ้น สารประกอบดังกล่าว เรียกว่า สารช่วยย้อม และสารช่วยติดสี โดยจะรวมตัวกับโมเลกุลของเส้นใย ทำให้เกิดสิ่งที่ไม่ละลายน้ำ (color lake) สามารถซึมผ่านเข้าไปในเส้นใย และเปลี่ยนแปลงสีย้อมจากสารที่สามารถละลายน้ำได้ เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ สีจึงไม่สามารถละลายออกขณะทำการซักล้าง (Held, 1973) ทั้งนี้สารช่วยติดสีส่วนใหญ่เป็นสารที่พบได้ทั่วไป ราคาไม่แพงเก็บไว้ได้นาน และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย โดยปริมาณและระยะเวลาการใช้งานต้องพอเหมาะ หากย้อมไม่สมบูรณ์จะส่งผลให้สีที่ได้ไม่สม่ำเสมอและสูญเสียความสดใส และความคงทนของสี (Green, 1972)

สารช่วยย้อม สารช่วยติดสี หรือสารกระตุ้นสี (mordants)

สารช่วยย้อมเป็นตัวช่วยในการเพิ่มการติดสีในเส้นใย เหตุผลแรกที่ใช้สารช่วยย้อม คือ ช่วยให้สีสามารถยึดเกาะเส้นใยได้ดีขึ้น ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมทางเคมีระหว่างโมเลกุลสีและเส้นใย และอีกเหตุผล คือ สามารถเปลี่ยนแปลงสีให้เข้ม หรืออ่อนขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารที่ใช้ (Fereday, 2003) ปัจจุบันมีการใช้สารช่วยย้อมที่ได้จากสารเคมี และสารธรรมชาติ ดังนี้

1. สารช่วยย้อมเคมี

สารช่วยย้อมเคมี หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสี เพื่อให้สีติดแน่นกับวัสดุสิ่งทอ ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ดีบุก หรือโครเมียม ที่นิยมใช้ คือ (วรรณ, 2548; Parrott, 1979)

1) สารช่วยย้อมอลูมิเนียม ได้จากโปรแตสเซียมอลูมิเนียม หรือสารส้ม ช่วยให้สียึดเกาะบนวัสดุสิ่งทอ ช่วยให้สีสดใสยิ่งขึ้น มีความคงทนของสีต่อการซักดี นิยมใช้กับการย้อมสีน้ำตาล เขียว เหลือง

2) สารช่วยข้อมท้องแดง ได้จากคอปเปอร์ซัลเฟต หรือจุนสี ช่วยให้ลึบเกาะบนวัสดุสิ่งทอ ช่วยให้สีเข้มขึ้น สีที่ได้จะมีสีเขียวปนอยู่ ความคงทนของสีต่อแสงไม่ค่อยดี นิยมใช้กับการข้อมสีน้ำตาล สีเขียว แต่ไม่ควรใช้จุนสีในปริมาณที่มากเกินไป เพราะเกิดสารตกค้างในน้ำทิ้ง

3) สารช่วยข้อมเหล็ก ได้จากเฟอร์รัสซัลเฟต ช่วยให้ลึบเกาะบนวัสดุสิ่งทอ สีที่ได้ไม่ค่อยสดใส เปลี่ยนจากสีเดิมเป็นสีโทนเทา เทาดำ มีความคงทนของสีต่อแสงและการซักดี แต่ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะเหล็กจะทำให้วัสดุสิ่งทอเปื่อยขาดได้

4) สารช่วยข้อมโครเมียม ได้จากโปแตสเซียมไดโครเมต ช่วยให้สีเข้ม มีความสดใส มีความคงทนต่อการซักดีที่สุด และมีความคงทนต่อแสงดี

5) สารช่วยข้อมดีบุก ได้จากสเตติสคลอไรด์ ช่วยให้สีสดใส มีความคงทนต่อแสงและการซักดี

6) สารช่วยข้อมแบเรียม ได้จากแบเรียมซัลเฟต

2. สารช่วยข้อมธรรมชาติ

สารช่วยข้อมธรรมชาติ หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติที่ช่วยในการยึบเกาะสี และบางครั้งทำให้สีเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างสารช่วยข้อมธรรมชาติ (วรรณ, 2548) อาทิเช่น

1) น้ำปูนใส ได้จากปูนขาว หรือปูนที่ได้จากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจะได้ น้ำปูนใส

2) น้ำค้างจิ้งจกได้จากการนำส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น กลั้ว กากมะพร้าวสดมาผึ่งแดดให้แห้ง จากนั้นเผาให้เป็นเถ้าสีขาว นำไปใส่อ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่ว ทิ้งไว้ 4-5 ชั่วโมง จิ้งจกจะตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน น้ำที่ของค้าง คือ เพิ่มปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสีและเส้นใยให้มากขึ้น โดยเฉพาะเส้นใยเซลลูโลส (อัจฉราพร, 2517)

3) กรด ได้จากพืชสเปรี้ยว เช่น มะนาว น้ำใบส้มป่อย น้ำมะขามเปียก เป็นต้น น้ำที่ของกรด คือ ลดประจุไฟฟ้าลบบนเส้นใย เพิ่มประจุไฟฟ้าบวก ทำให้ประจุลบของสีสามารถเข้าไป

ติดภายในเส้นใยได้ ถ้าสีสามารถดูดซึมเข้าสู่เส้นใยได้น้อยจะทำให้ความคงทนของสีต่อการซักดำ จึงจำเป็นต้องเพิ่มกรดให้มากขึ้น เพื่อให้สีซึมเข้าเส้นใยได้ดีขึ้น (อัจฉราพร, 2517)

4) น้ำบาดาล หรือน้ำสนิมเหล็ก จะใช้บาดาลที่บ่อเป็นสนิม หรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดงแล้วนำไปแช่น้ำ ทิ้งไว้ 3 วันจึงนำมาใช้ จะช่วยให้สีเข้มขึ้นเช่นเดียวกับเฟอร์รัสซัลเฟต

5) น้ำโคลน ได้จากการนำดินโคลนมาละลายในน้ำ อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (w/v) ช่วยให้เห็นที่ ได้เข้มขึ้น หรือได้สีโทนเทาดำ เช่นเดียวกับน้ำสนิม

6) มูลสัตว์ เช่น มูลวัว เป็นต้น

การใช้สารช่วยติดสี

Lub (1972) และ Vigo (1994) อธิบายการใช้สารช่วยติดสีไว้ 3 วิธี คือ

1. การใช้สารช่วยติดสีก่อนการย้อมสี (pre mordant method) เป็นการนำผ้า หรือเส้นใยไปชุบสารช่วยติดสี เพื่อให้สารช่วยติดสีจับเกาะผิวผ้า หรือเส้นใยก่อนนำไปย้อมสี

2. การใช้สารช่วยติดสีพร้อมกับการย้อมสี (metamordant method) เป็นการใส่สารช่วยติดสีลงในน้ำย้อม แล้วจึงนำผ้า หรือเส้นใยลงย้อม

3. การใช้สารช่วยติดสีภายหลังการย้อมสี (after mordant method) เป็นการนำผ้าหรือเส้นใยไปย้อมสีก่อน แล้วนำมาชุบสารช่วยติดสี

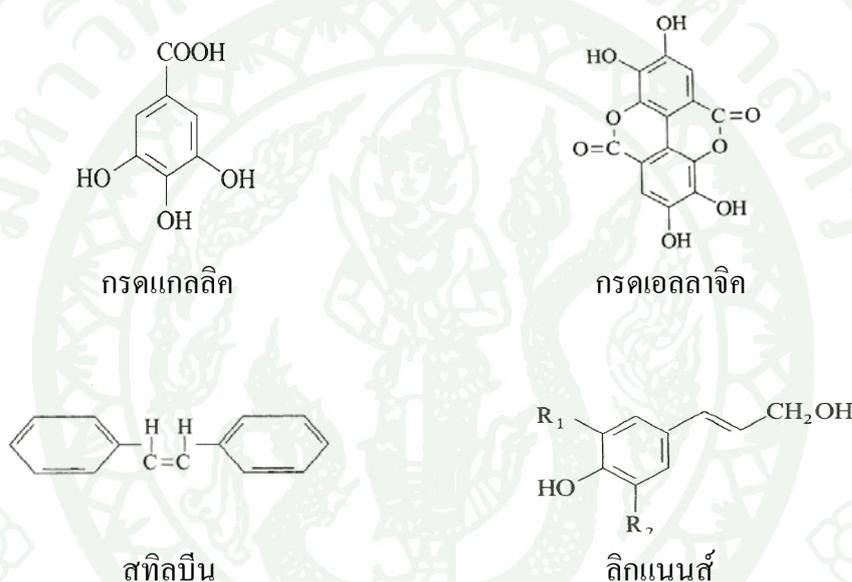
การย้อมด้วยสารช่วยย้อม ควรต้มน้ำสารช่วยย้อมแก่อุ่น และย้อมประมาณ 30 นาที

คำจำกัดความและประโยชน์ของแทนนิน

แทนนินเป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนพวก polyhydric phenols มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ สามารถละลายน้ำได้ พบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ทั้งราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ในเปลือกไม้มีปริมาณแทนนินมากกว่าในเนื้อไม้ และไม่พบในสัตว์ สารกลุ่มนี้ยังสามารถ

แสดงคุณสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาที่เฉพาะเจาะจงของฟินอลได้ เช่น สามารถตกตะกอนกับ โปรตีน อัลคาลอยด์ รวมทั้ง macromolecules เช่น เซลลูโลส (cellulose) และเพคติน (pectin) (วท., 2544)

แทนนินเป็นสารที่มีรสขมและฝาด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน มักเป็นของเหลวที่ขับออกมาจาก เปลือกของลำต้นและส่วนอื่น ๆ ของพืชโดยเฉพาะใบ ผล และปุ่มปม องค์ประกอบพื้นฐานที่พบใน แทนนิน ได้แก่ กรดแกลลิก และกรดเอลลาจิก ฟลาโวนอยด์ ลิกแนนส์ สตีลบีนอยด์ และคีโนนส์ (วท., 2544; ริกากุญจน์, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 11 โครงสร้างขององค์ประกอบพื้นฐานที่พบในแทนนิน

ที่มา: วท. (2544)

วัตถุประสงค์สำหรับการสกัดสารแทนนินจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ใบมันสำปะหลัง ใบปาล์ม น้ำมัน และเปลือกมังคุด พบว่า ใบมันสำปะหลังมีศักยภาพสูงสุดในการนำมาสกัดสารแทนนิน เนื่องจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2552 และปี 2553 ประมาณ 7.7 ล้านไร่ ทำให้สามารถหาวัตถุดิบได้ตลอดปี ปริมาณแทนนินที่สกัดได้มีปริมาณมากพอที่จะผลิตในเชิงพาณิชย์

การใช้ประโยชน์ของสารแทนนินในการย้อม อาจใช้สารที่จับออกจากพืชโดยตรงหรือใช้ในรูปแบบเข้มข้น โดยสกัดเอาเฉพาะส่วนของแทนนินมาใช้ จะช่วยให้สีติดแน่นทนทาน เนื่องจากมีสมบัติในการช่วยให้โปรตีนตกตะกอน และสามารถจับตัวกับไอออนของโลหะได้ดี อีกทั้งแทนนินจะเป็นตัวป้องกันแบคทีเรียไม่ให้ทำลายหนังสือได้ สามารถเปลี่ยนสภาพหนังให้อ่อนนุ่มจึงมีการนำแทนนินมาใช้ประโยชน์ในการฟอกหนัง นอกเหนือจากการฟอกหนังแล้วยังสามารถนำมาใช้ในการย้อมแห อวน เชือก และเรือใบ ทำให้ทนทานต่อการใช้งานในการสัมผัสกับน้ำเค็ม เป็นวัตถุดับในการผลิตหมึก การที่แทนนินเป็นสารที่มีรสขมและฝาด จึงนำมาใช้รับประทานเป็นยาแก้ท้องเสียหรือท้องเดิน (antidiarrheals) หรือนำมาใช้เป็นยาภายนอกในการรักษาบาดแผล ลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียอินทรีย์ โดยสารสกัดแทนนินสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการจับตัวของตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียให้ตกตะกอนได้ดี (วท., 2544)

อิทธิพลที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซึม และความคงทนของสี

ความสามารถในการดูดซึม และความคงทนของสีเป็นคุณสมบัติประการหนึ่งของสิ่งทอที่ควรคำนึงถึง ซึ่งอิทธิพลที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซึม และความคงทนของสี (อรวินท์, 2521; ณรงค์ศิลป์, 2531; ศรีนยา, 2553) ได้แก่

1. โครงสร้างเส้นใย เป็นตัวกำหนดชนิดของสีย้อม การเรียงตัวของโพลีเมอร์สิ่งทอมีผลต่อความสามารถในการดูดซึมของสีย้อม เนื่องจากส่วนที่โมเลกุลเรียงตัวที่เป็นระเบียบ (crystalline region) โพลีเมอร์เรียงตัวเป็นแนวผลึกขนานกับแนวแกนของเส้นใย เส้นใยมีความแข็งแรงมากจะดูดความชื้นได้น้อย ทำให้ขัดขวางการดูดซึมสี และส่วนที่โมเลกุลเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (amorphous region) โพลีเมอร์เรียงตัวระเกะระกะ สายโพลีเมอร์อาจบิดตัวโค้งงอหรือพาดทับบนอีกโพลีเมอร์ ทำให้เกิดมีช่องว่างระหว่างโมเลกุลมากกว่าแบบที่เป็นระเบียบ ทำให้เส้นใยมีการยึดตัวได้ สามารถดูดสารเคมีและสีย้อมได้ดี (มณฑา, 2541)
2. โครงสร้างโมเลกุลของสี โมเลกุลที่มีจำนวนของหมู่ข้างเคียง และตำแหน่งที่เกาะอยู่บนโมเลกุลสีย้อมต่างกัน จะส่งผลต่อความสามารถในการเกาะติดกันระหว่างสีกับเส้นใยต่างกัน
3. การเตรียมวัสดุสิ่งทอก่อนการย้อม ควรเตรียมให้พร้อมก่อนการย้อม ทำให้มีสภาพพร้อมที่จะดูดซึมสีย้อมมากที่สุด ได้แก่ การทำความสะอาด การกำจัดกาว หรือการฟอกขาว เป็นต้น

4. การควบคุมอุณหภูมิการย้อม เพื่อป้องกันสีติดบนบนวัสดุสิ่งทอเร็วเกินไป ลดปัญหาการล้าง การให้ความร้อนจะทำให้โครงสร้างของเส้นใยขยายตัวและหลวมมากขึ้น แต่ถ้าป็นเส้นใยธรรมชาติจะสามารถดูดซึมเข้าไปในเส้นใยได้ดีโดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อน นอกจากนี้ อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสีกับเส้นใย

5. ค่าความปั่นกรด - ต่าง การควบคุมสภาวะความเป็นกรด - ต่างของน้ำย้อมให้เหมาะสมกับการทำงานของหมูร์รับและให้สี จะทำให้ร้อยละของการดูดซึมสีสูงขึ้น หากใช้น้ำที่มีค่าความเป็นค่าสูงอาจเกิดปัญหาสีย้อมไม่ติดบนวัสดุสิ่งทอเนื่องจากไม่มีความเหมาะสมกับสภาวะการย้อม

6. อัตราส่วนระหว่างน้ำย้อมกับวัสดุสิ่งทอ ในกระบวนการย้อมหากใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำย้อมกับวัสดุสิ่งทอต่ำ จะทำให้ร้อยละของการดูดซึมสีเข้าสู่เส้นใยสูงขึ้น เพราะโมเลกุลของสีมีโอกาสสัมผัสกับเส้นใยได้มาก

7. สารช่วยติดสีต่างชนิดกันมีหน้าที่ต่างกัน หากใช้สารช่วยติดสีที่เป็นตัวเร่งการดูดซึม เช่น เกลือสำหรับย้อมสีไคเรทท์ หรือสีรีแอคทีฟ จะทำให้อัตราการดูดซึมสูงกว่าสารช่วยติดสีที่มีหน้าที่เป็นตัวหน่วงการดูดซึม นิยมใช้กรณีที่เส้นใยดูดซึมสีเร็ว เช่น สีเบสิกกับเส้นใยอะคริลิก

8. อัตราการหมุนเวียนของน้ำย้อมที่ดี จะทำให้อัตราการดูดซึมสีดีขึ้น เนื่องจากสีมีโอกาสที่สีสัมผัสวัสดุสิ่งทอได้อย่างทั่วถึง

9. เทคนิคในการผลิตสี

10. ความเสื่อมสภาพของสี การเก็บรักษาสีมีความจำเป็นต้องเก็บไว้ในที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมจะช่วยให้สีคงสภาพดี สีย้อมที่เกาะตัวละลายน้ำไม่หมดจะเกิดปัญหาการย้อมทำให้คุณภาพความคงทนของสีต่ำ

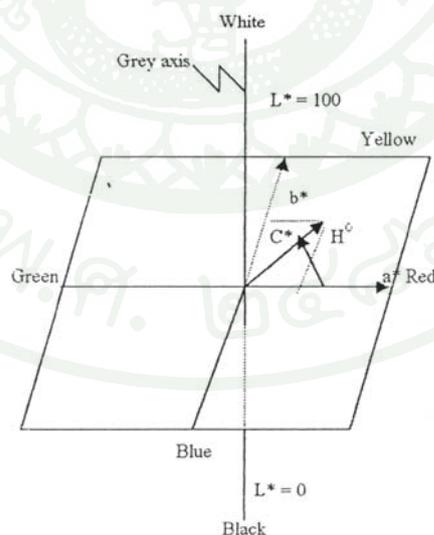
การวัดค่าสีและการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

การวัดค่าสี

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542) อธิบายว่า การวัดค่าสี หรือการบอกลักษณะของสีให้เป็นที่เข้าใจในระดับสากลมีหลายวิธี แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ระบบ CIE $L^* a^* b^*$ เป็นระบบที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ และเป็นระบบการวัดสีที่คำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. Light source คือ แหล่งกำหนดแสงมาตรฐาน เช่น A B C หรือ D 65
2. Color object คือ วัตถุมีสี เมื่อแสงตกกระทบจะสะท้อน หรือกระจายแสงมาสู่ตา หรือเครื่องรับแสง
3. Observer คือ ผู้สังเกตการณ์

ปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีที่นิยม คือ CIELAB 1976 ซึ่งมีลักษณะของ color space (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 CIELAB 1976 ลักษณะของ color space

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

โดย L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (lightness) ของสี

ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ

ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว

a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดง หรือสีเขียว (red-green)

ถ้า a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง

ถ้า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว

b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน (yellow-blue)

ถ้า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง

ถ้า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน

ในระบบ CIELAB ได้เชื่อมค่า “a” และค่า “b” เข้ากับ “hue” และ “chroma” โดยกำหนดค่าสีอีก 2 ค่า คือ hue angle (h^*) และ chroma (C^*)

Hue angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่าสีอยู่ในตำแหน่งใดใน color space มีหน่วยเป็นองศา

ถ้า h^* เท่ากับ 0 องศา (360 องศา) แสดงว่า เป็นสีแดง

h^* เท่ากับ 90 องศา แสดงว่า เป็นสีเหลือง

h^* เท่ากับ 180 องศา แสดงว่า เป็นสีเขียว

h^* เท่ากับ 270 องศา แสดงว่า เป็นสีน้ำเงิน

chroma คือ ค่าแสดงความสดใสของสี ค่า chroma ได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^* = h^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง โดยค่า C^* จะใช้บอกค่าความสดใสของสีที่ค่าความสว่างหนึ่ง ๆ

โดยทั่วไปการระบุสีของวัตถุในระบบ CIELAB มักจะระบุด้วยค่า L^* C^* และ h^* มากกว่า L^* a^* b^* เนื่องจากจะทำให้เข้าใจและทราบลักษณะของสีที่ได้ใกล้เคียงกับที่ตามนุษย์มองเห็นสี

การวัดความแตกต่างของสี (color differences)

การใช้ประโยชน์จากการวัดสีออกมาเป็นตัวเลขที่แท้จริง คือ การวัดความแตกต่างของสี ตัวอย่างกับสีตัวอย่างมาตรฐานออกมาเป็นตัวเลข ทำให้สามารถควบคุมผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีมาตรฐาน ช่วยในการตัดสินใจซื้อและลดความขัดแย้งระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย (สิริรัตน์, 2538) ความแตกต่างของสีที่วัดได้ควรเป็นตัวเลขที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้เหมือนกับที่ตามนุษย์มองเห็น ค่าความแตกต่างที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ CIE L^* a^* b^* color difference equation (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) ซึ่งการวัดความแตกต่างของสีผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน สามารถหาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง - เขียว และความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน ดังนี้คือ

$$dL^* = L^* \text{ ของผ้าตัวอย่าง} - L^* \text{ ของผ้าตัวอย่างมาตรฐาน}$$

ถ้า dL^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ผ้าตัวอย่างมีความสว่างมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (lighter)

ถ้า dL^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ผ้าตัวอย่างมีความมืดมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (darker)

$$da^* = a^* \text{ ของผ้าตัวอย่าง} - a^* \text{ ของผ้าตัวอย่างมาตรฐาน}$$

ถ้า da^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ผ้าตัวอย่างแดงกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (redder)

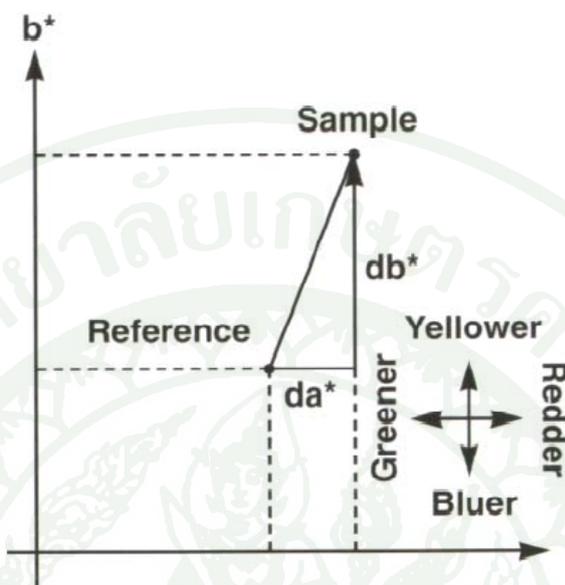
ถ้า da^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ผ้าตัวอย่างเขียวกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (greener)

$$db^* = b^* \text{ ของผ้าตัวอย่าง} - b^* \text{ ของผ้าตัวอย่างมาตรฐาน}$$

ถ้า db^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ผ้าตัวอย่างเหลืองกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (yellowier)

ถ้า db^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ผ้าตัวอย่างนำเงินกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (bluer)

ดังภาพที่ 13

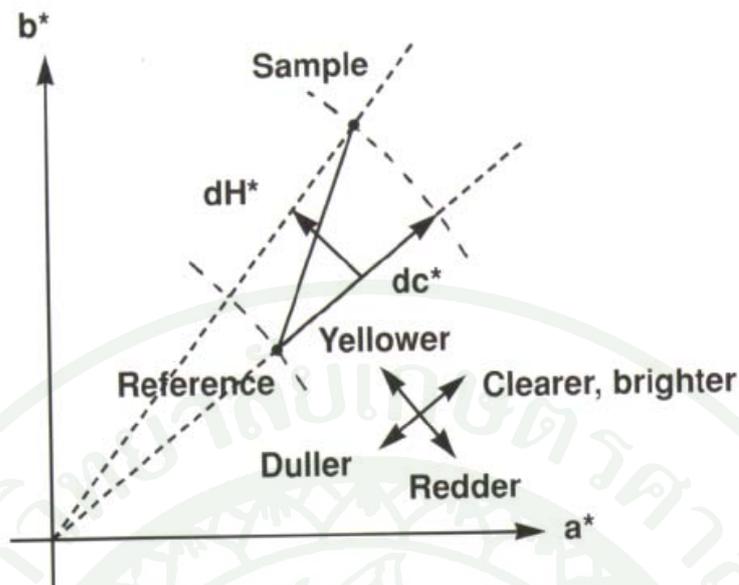


ภาพที่ 13 แสดงค่า da^* และ db^* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

นอกจากจะบอกความแตกต่างด้วยค่า dL^* , da^* และ db^* แล้ว ได้กำหนดค่าความแตกต่างของสีระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน คือ ค่า dE^* (total color difference) โดยค่า dE^* ที่ทางอุตสาหกรรมให้การยอมรับจะมีค่าประมาณ 1 - 2 หน่วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีและทิศทางการเบี่ยงเบนของสี (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542)

นอกจากนี้การวัดยังบอกค่าความแตกต่างของสีให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในแง่ของสีที่ปรากฏและความสดใสของสีได้จากค่า dH^* และ dC^* ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงค่า dH^* และ dC^* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

$$dC^* = C^* \text{ ของผ้าตัวอย่าง} - C^* \text{ ของผ้าตัวอย่างมาตรฐาน}$$

ถ้า dC^* เป็นบวก แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความสดใสมากกว่าสีผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (brighter)

ถ้า dC^* เป็นลบ แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความหม่นมากกว่าสีผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (duller)

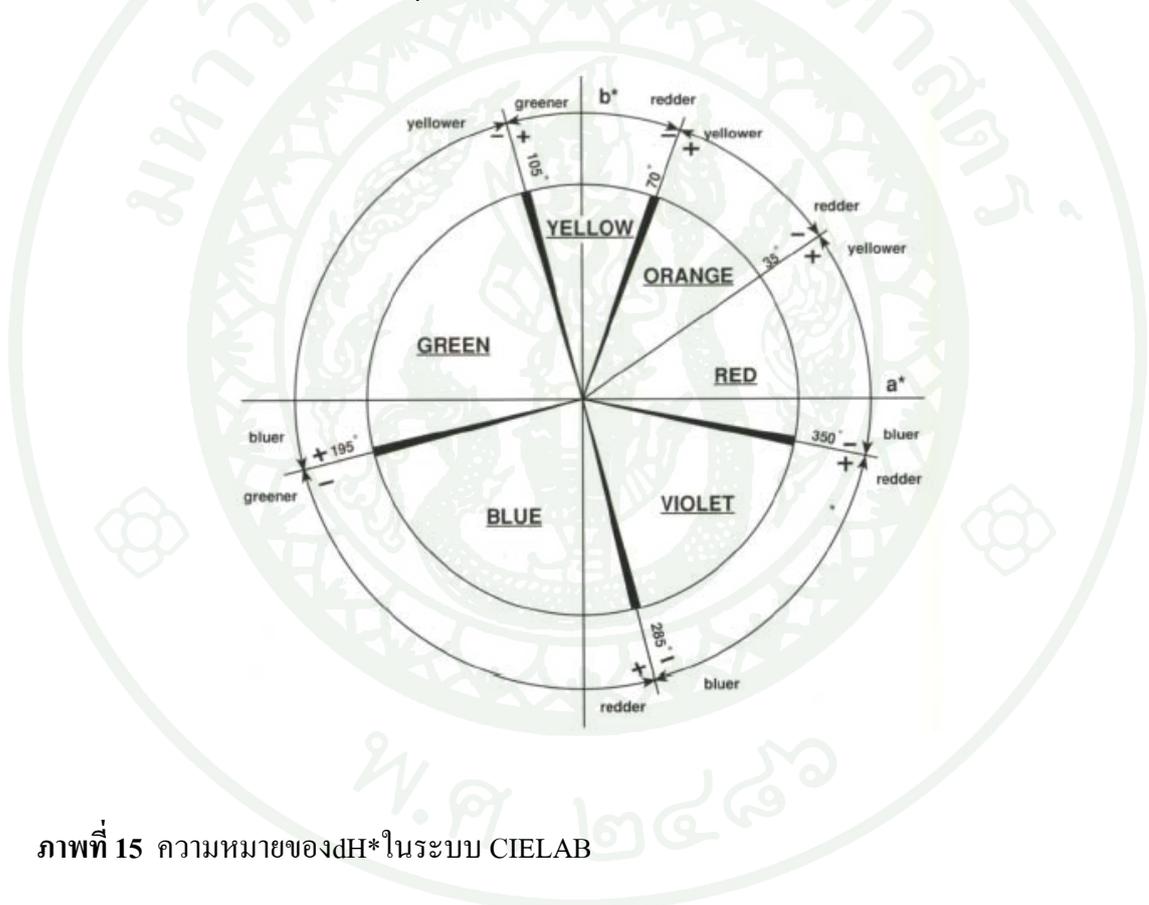
$dh^* = h^\circ$ ของผ้าตัวอย่าง - h° ของผ้ามาตรฐาน จะแสดงความหมาย yellower redder bluer และ greener เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า dh^* ว่าจะมีค่าเป็นบวกหรือลบ และมีค่า hue angle อยู่ในตำแหน่งที่เท่าไร ตัวอย่างเช่น

ถ้า h^* อยู่ในช่วงสีแดง dh^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (yellower) ถ้า dh^* มีค่าเป็นลบ หมายถึงผ้า ตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (bluer)

ถ้า h^* อยู่ในช่วงสีส้ม dh^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (yellow)

ถ้า dh^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง ผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าผ้าตัวอย่างมาตรฐาน (redder)

นอกจากนี้ความหมายของ dH^* (ความแตกต่างของ metric hue ระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้าตัวอย่างมาตรฐาน) จะเหมือนกับ dh^* (ความหมายของ hue angle ระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้าตัวอย่างมาตรฐาน) กล่าวคือ ถ้า dh^* เป็นบวก dH^* ก็จะมีเครื่องหมายเป็นบวก แต่ถ้า dh^* เป็นลบ dH^* ก็จะมีเครื่องหมายเป็นลบเช่นกัน (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ความหมายของ dH^* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

การทดสอบความคงทนของสี

การทดสอบความคงทนของสีย้อมที่ได้นั้นจำเป็นต้องมีมาตรฐาน เพื่อให้ผลการทดสอบนั้นเชื่อถือได้ว่ามีความถูกต้องและแม่นยำ โดยมาตรฐานในการทดสอบสิ่งทอได้มีการยอมรับอย่าง

กว้างขวาง ได้แก่ AATCC หรือ American Association of Textile Chemists and Colorists และในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก โดยกระทำตามวิธีมาตรฐานของ AATCC เช่นกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก กระทำตามวิธีมาตรฐาน AATCC test method 61-2001 Test No.1 โดยมีสภาวะดังนี้ อุณหภูมิในการซัก 40 ± 2 องศาเซลเซียส ใช้สารละลายซักฟอก 200 มิลลิกรัม ความเข้มข้น 0.37 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลูกบอลสแตนเลส 10 ลูกในกระบอก ใช้เวลา 45 นาที (AATCC, 2002) สำหรับการประเมินผลการทดสอบนั้นสามารถใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสีและค่าการเปลี่ยนแปลงของสี dL^* da^* db^* dC^* dH^* และ dE^* ที่วัดด้วยเครื่องวัดสี

โดยสภาวะการทดสอบ Test No.1 เทียบเท่ากับการซักด้วยมือที่อุณหภูมิต่ำ 5 ครั้ง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำซัก 200 มิลลิลิตร ปริมาณสารซักฟอกในน้ำซัก 0.37 เปอร์เซ็นต์ (สรินยา, 2555)

ในการประเมินค่าความคงทนของสีต่อการซัก นอกจากจะทำการวัดสีในระบบ CIELAB เพื่อวัดค่าสีก่อนและหลังการทดสอบแล้ว สามารถใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี และเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปื้อนติดสี ในการประเมินอัตราความคงทนของสีได้ และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมในระบบ CIELAB ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่า dE* กับการเปลี่ยนแปลงของสี และค่าการเบี่ยงนิตสีที่ประเมินโดย
เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี และเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการ
เบี่ยงนิตสี

เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี		เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเบี่ยงนิตสี	
อัตราความคงทนของสี	dE*	อัตราความคงทนของสี	dE*
5 (ดียอดเยี่ยม)	0.0	5 (ดียอดเยี่ยม)	0.0
4-5 (ดีเลิศ)	0.8	4-5 (ดีเลิศ)	2.2
4 (ดีมาก)	1.7	4 (ดีมาก)	4.3
3-4 (ดี)	2.5	3-4 (ดี)	6.0
3 (เกือบดี)	3.4	3 (เกือบดี)	8.5
2-3 (ดีพอใช้)	4.8	2-3 (ดีพอใช้)	12.0
2 (พอใช้)	6.8	2 (พอใช้)	16.9
1-2 (แย)	9.6	1-2 (แย)	24.0
1 (แย่มาก)	13.6	1 (แย่มาก)	34.1

ที่มา: AATCC (2002)

ในทางอุตสาหกรรมถ้า dE* ไม่เกิน 2 ถือว่าสีไม่แตกต่างกัน ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงของสี
ที่ประเมินด้วยการใช้เกรย์สเกล สำหรับการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีต้องอยู่ในระดับ 3 - 4
ขึ้นไปจนถึง 5 ส่วนการเบี่ยงนิตสีที่วัดได้จากเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเบี่ยงนิตสีจะต้องอยู่
ในระดับ 4 - 5 จนถึง 5 จึงจะถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมสีนั้นมีความคงทนมากพอที่จะยอมรับ
ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทนัช (2533) ศึกษาผลของสารช่วยติดที่มีต่อการย้อมไหมด้วยไบตะขบฝรั่ง โดยใช้
สารช่วยติดในขณะย้อม 4 ชนิดได้แก่ สารส้ม จุนสี ไอรอนและโครม มีความเข้มข้น 4 ระดับ คือ
1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สีที่ได้แตกต่างกันตามชนิดและปริมาณของสารช่วยติด ผลการ
ทดสอบความคงทนต่อแสง พบว่าสีของผ้าไหมที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดมีความคงทนต่อแสง
สูงสุด ไหมที่ย้อมโดยใช้จุนสีทุกระดับความเข้มข้น และสารส้ม 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ มีความคงทนต่อ

แสงในระดับเข้มมาก การใช้ไอรอนมีความคงทนต่อแสงเกือบพอใช้ ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักพบว่าการใช้โครม 3 เปอร์เซนต์ ทำให้สีของไหมย้อมมีความคงทนต่อการซักสูงสุด การใช้สารส้ม 4 เปอร์เซนต์ มีความคงทนของสีเกือบพอใช้ถึงดีมาก (ระดับ2-3, 4-5)

เจริญศรี (2541) ศึกษาผลของสารช่วยติดที่มีผลต่อการย้อมไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยใช้สารส้มและกรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติดภายหลังการย้อมมีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักไหม พบว่าสีของผ้าทดลองย้อมแตกต่างกันเล็กน้อย ผ้าทดลองที่ย้อมทับด้วยสารส้มสามารถคงคุณลักษณะเดิมได้ดีกว่ากรดน้ำส้ม ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูงและมีสีเข้มขึ้น ความคงทนของสีต่อแสงพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูง มีสีเข้มขึ้นแต่ไม่สดใส

ชลธิรา (2546) ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีจากใบหูกวาง คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที และผลจากการทดลองใช้สารช่วยติด 3 ชนิด คือ สารส้ม กรดน้ำส้ม และโครม ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซนต์ พบว่า การใช้โครมที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซนต์มีค่า dE^* (การเปลี่ยนแปลงของสี) ต่ำที่สุด

จารุวรรณ (2546) ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชันแห้ง พบว่า ในการศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมโดยใช้สารช่วยติด 3 ชนิด คือ กรดบอริก สารส้ม และโซดาแอช ที่ระดับความเข้มข้น 3 และ 6 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักผ้า พบว่า การใช้โซดาแอชที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซนต์ มีค่า dE^* (การเปลี่ยนแปลงของสี) ต่ำที่สุด

วัชรพันธ์ (2550) ศึกษาประสิทธิภาพการติดสีธรรมชาติของผ้าไหม โดยย้อมสีธรรมชาติร่วมกับกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 1, 3 และ 5 เปอร์เซนต์ พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดซิตริกจะทำให้ค่าการติดสีดีขึ้น (dE^* , dL^* และ dC^*)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ผ้าทดลอง

ผ้าทดลองที่ใช้ในการทดลองเป็นผ้าไหม 100 เปอร์เซ็นต์เตรียมข้อม มีโครงสร้างการทอ ลายขัด ผ่านการขจัดกาวสะอาดแล้ว

วัสดุให้สีข้อม

วัสดุให้สีข้อมที่ใช้ในการทดลอง คือ ไบแก้ว และไบหูกวาง ที่ปลูกในมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ บางเขน

สารช่วยติดสี

สารช่วยติดสีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แทนนินที่สกัดจากใบมันสำปะหลังผ่านการแยก น้ำตาลออกแล้ว (ความเข้มข้น 1000 ppm.) จุนลี (copper sulphate) โครเมียม (potassium dichromate) และสารส้ม (potassium aluminium sulphate) ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดน้ำสีและข้อมสี ได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด Mettler Toledo PG 503 – S
2. เครื่องย้อมผ้า LA - 650 INFRA RED DYER

อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาผลของสารช่วยติดสีต่อค่าสี และความคงทนของสีต่อการซัก ได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด Mettler Toledo PG 503 - S

2. เครื่องทดสอบซัก (launder - Ometer) รุ่น DWGA 11 – 4579, Atlas Electric Device
3. เครื่องวัดสี Spectrophotometer Spectraflash 500 Xenon Flash Lamp, Diffuse/8
4. ผงซักฟอกมาตรฐาน (standard reference detergent) ของ AATCC สำหรับการทดสอบซัก
5. ผ้าสำหรับทดสอบซัก (multifiber) ของ AATCC

วิธีการ

การสกัดน้ำสี

ศรันยา (2553) ได้อธิบายวิธีการสกัดน้ำสีจากพืช ดังนี้

1. น้ำ 2.5 ลิตร กับวัสดุให้สี 500 กรัม (อัตราส่วน 5:1 (v/w)) ต้มจนเดือดโดยปิดฝาหม้อต้ม ใช้เวลา 10 นาที
2. ต้มที่จุดเดือด (100 องศาเซลเซียส) ใช้เวลา 30 นาที โดยเปิดฝาหม้อต้ม
3. กรองพืช หรือวัสดุให้สีออก
4. ต้มน้ำสีต่อ 15 นาที โดยเปิดฝาหม้อต้ม

การย้อมสี

ควบคุมอัตราส่วนผ้าทดลองต่อน้ำสีที่ 1 ต่อ 30 (w/v) เวลา 40 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นำผ้าทดลองแช่น้ำกลั่นก่อนการทดลอง 20 นาที

ในกรณีใช้แทนนินก่อนการย้อมสี มีวิธีการดังนี้

1. ชั่งผ้าทดลอง ตวงแทนนินที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์
2. ตั้งโปรแกรมเครื่องย้อมตามเวลา และอุณหภูมิที่กำหนด
3. นำผ้าทดลองใส่กระบอกล้อม เติมสารละลายแทนนินตามอัตราส่วนที่กำหนด นำเข้าเครื่องย้อมผ้า
4. เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำผ้าออกจากเครื่อง ล้างด้วยน้ำกลั่น
5. ทำการย้อมสีในขั้นตอนต่อไป

การย้อมสี มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งผ้าทดลอง ตวงน้ำสีตามอัตราส่วนที่กำหนด
2. ตั้งโปรแกรมเครื่องย้อมตามเวลา และอุณหภูมิที่กำหนด
3. นำผ้าทดลองใส่กระบอกล้อม เติมน้ำสีตามอัตราส่วนที่กำหนด นำเข้าเครื่องย้อมผ้า
4. เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำผ้าออกจากเครื่อง ล้างด้วยน้ำกลั่น
5. นำผ้าทดลองตากที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง (ในกรณีที่ย้อมสารช่วยติดสีหลังการย้อมให้นำผ้าทดลองย้อมสารช่วยติดสีต่อไป โดยไม่ต้องนำผ้าขึ้นตาก)

การย้อมสารช่วยติดสีหลังการย้อม มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งผ้าทดลอง ตวงสารละลายสารช่วยติดสีตามอัตราส่วนที่กำหนด
2. ตั้งโปรแกรมเครื่องย้อมตามเวลา และอุณหภูมิที่กำหนด

3. นำผ้าทดลองใส่กระบอกย้อม เติมสารละลายสารช่วยติดสีตามอัตราส่วนที่กำหนด นำเข้าเครื่องย้อมผ้า
4. เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำผ้าออกจากเครื่อง ล้างด้วยน้ำกลั่น
5. นำผ้าทดลองตากที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ตามวิธีมาตรฐาน AATCC test method 61-2001 Test No.1 โดยมีสภาวะดังนี้ อุณหภูมิในการซัก 40 ± 2 องศาเซลเซียส ใช้สารละลายซักฟอก 200 มิลลิกรัม มีความเข้มข้น 0.37 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลูกบอลสแตนเลส 10 ลูกในกระบอก ใช้เวลา 45 นาที เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ล้างผ้าทดลองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 200 มิลลิลิตร ตากให้แห้ง

ใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี ประเมินออกมาเป็นอัตราความคงทนของสีและใช้เครื่องวัดสี วัดค่าสีของผ้าทดลองหลังซักด้วยระบบ CIELAB

การวัดค่าสี

ทำการวัดค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* ในกรณีที่ทดสอบความคงทนของสีต่อการซักจะทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสี DE^* ด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Spectraflash 500 Xenon Flash Lamp, Diffuse/8

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัย A ชนิดของสารช่วยติดสี	ปัจจัย B วิธีใช้สารช่วยติดสี
a ₁ ไม่ใช้สารช่วยติดสี	b ₁ สารช่วยติดสีหลังย้อม
a ₂ แทนนิน 5 เปอร์เซ็นต์	b ₂ แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการสารช่วยติดสีหลังย้อม
a ₃ จุนสี 5 เปอร์เซ็นต์	
a ₄ โครเมียม 5 เปอร์เซ็นต์	
a ₅ สารส้ม 5 เปอร์เซ็นต์	

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนด้วยวิธี Two - way Analysis of Variance และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งทอ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึง เดือนตุลาคม 2554

ผลและวิจารณ์

การศึกษาเรื่อง การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบหูกวาง แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบหูกวางที่ใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบหูกวางที่ใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบหูกวางที่ใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี

1.1 ใบแก้ว จากการทดลองย้อมผ้าทดลองโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน แล้วนำไปวัดค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย L*, a*, b*, C* และ h* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าสี			
วิธีการ	สารช่วยติดสี	L*	a*	b*	C*	h*
ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม						
ข้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	78.55 ^a	-2.43 ^b	23.84 ^c	23.96 ^d	95.82 ^b
ข้อมสี	แทนนิน 5%	77.02 ^b	-2.13 ^b	21.41 ^e	21.52 ^e	95.67 ^b
ข้อมสี	จุนสี 5%	65.99 ^c	-3.35 ^c	29.34 ^b	29.53 ^{bc}	96.53 ^a
ข้อมสี	โครเมียม 5%	65.93 ^c	0.44 ^a	29.14 ^b	29.47 ^{bc}	89.13 ^c
ข้อมสี	สารส้ม 5%	78.04 ^a	-3.38 ^c	32.96 ^a	33.13 ^a	95.86 ^b
ใช้แทนนินก่อนข้อม						
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	76.50 ^b	-2.17 ^b	23.29 ^c	23.39 ^d	95.32 ^b
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	แทนนิน 5%	76.46 ^b	-2.16 ^b	22.20 ^d	22.31 ^c	95.54 ^b
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	จุนสี 5%	66.47 ^c	-3.47 ^c	29.38 ^b	29.75 ^b	96.69 ^a
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	โครเมียม 5%	66.07 ^c	0.21 ^a	28.67 ^b	28.67 ^c	89.57 ^c
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	สารส้ม 5%	76.40 ^b	-3.30 ^c	33.63 ^a	33.13 ^a	95.71 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันได้ผลดังนี้

ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่างของสี พบว่า การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันทำให้ความสว่างของสีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ซึ่งมีความสว่างของสีมากที่สุด (78.55) รองลงมา คือ การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังข้อม (78.04) แสดงว่าสีของผ้าทดลองเป็นสีอ่อน แตกต่างจากการใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังข้อมทำให้สีมืดขึ้น (65.93)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังข้อม การใช้แทนนินก่อนข้อม และการใช้แทนนิน ก่อนข้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังข้อม มีค่า L* เท่ากับ 77.02 76.50 และ 76.46 ตามลำดับ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากยอมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีจะมีสีในทางสว่าง

ค่า a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว พบว่า การใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม (0.44) และ การใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับโครเมียมหลังย้อม (0.21) มีค่าเป็นบวก และไม่ต่างกันมากนัก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีแดง แตกต่างจากวิธีอื่นที่มีความเป็นสีเขียว โดยการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมมีสีเขียวมากที่สุด (-3.47)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า a^* เท่ากับ -2.13 -2.17 และ -2.16 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากยอมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีจะมีความเป็นสีเขียว

ค่า b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลือง โดยการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังย้อมมีความเป็นสีเหลืองมากที่สุด (33.63) ในขณะที่การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด (21.41)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า b^* เท่ากับ 21.41 23.39 และ 22.20 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากยอมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีจะมีความเป็นสีเหลือง

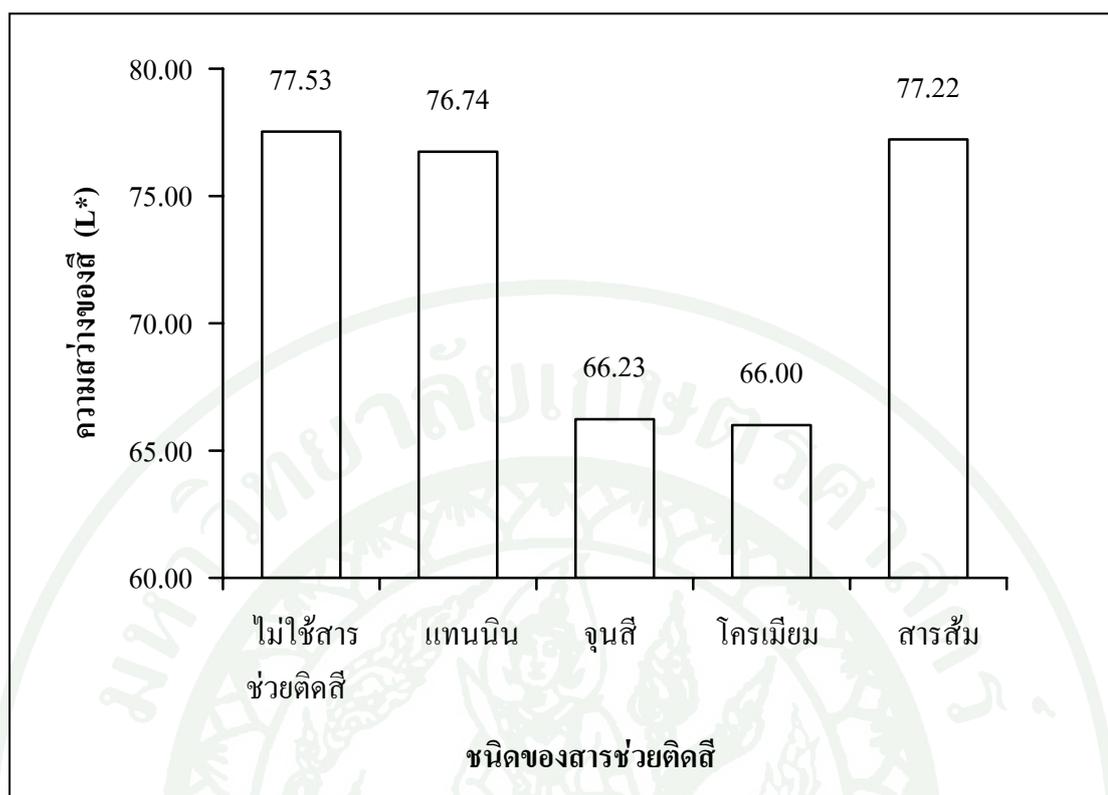
ค่า C^* แสดงความสดใสของสีที่ค่าความสว่างหนึ่ง ๆ พบว่า การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันทำให้ความสดใสของสีเพิ่มเมื่อเปรียบเทียบกับที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ยกเว้นการใช้แทนนินหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อมทำให้สีที่ได้มีความหม่น โดยการใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับสารส้มหลังย้อมมีความสดใสของสีมากที่สุด (33.13) แตกต่างจากที่การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ความสดใสของสีน้อยที่สุด (21.52) หรือสีหม่นขึ้น

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า C^* เท่ากับ 21.52 23.39 และ 22.31 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะมีสีหม่น

ค่า h^* คือ ค่าที่ระบุตำแหน่งสี พบว่า ผ้าทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 89 - 97 องศา ตามหลักการวัดค่าสีในระบบ CIELAB สีของผ้าอยู่ในตำแหน่งสีเหลือง โดยการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองมากที่สุด (96.69) ในขณะที่การโครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองน้อยที่สุด (89.13)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า h^* เท่ากับ 95.67 95.32 และ 95.54 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีจะอยู่ในตำแหน่งสีเหลือง

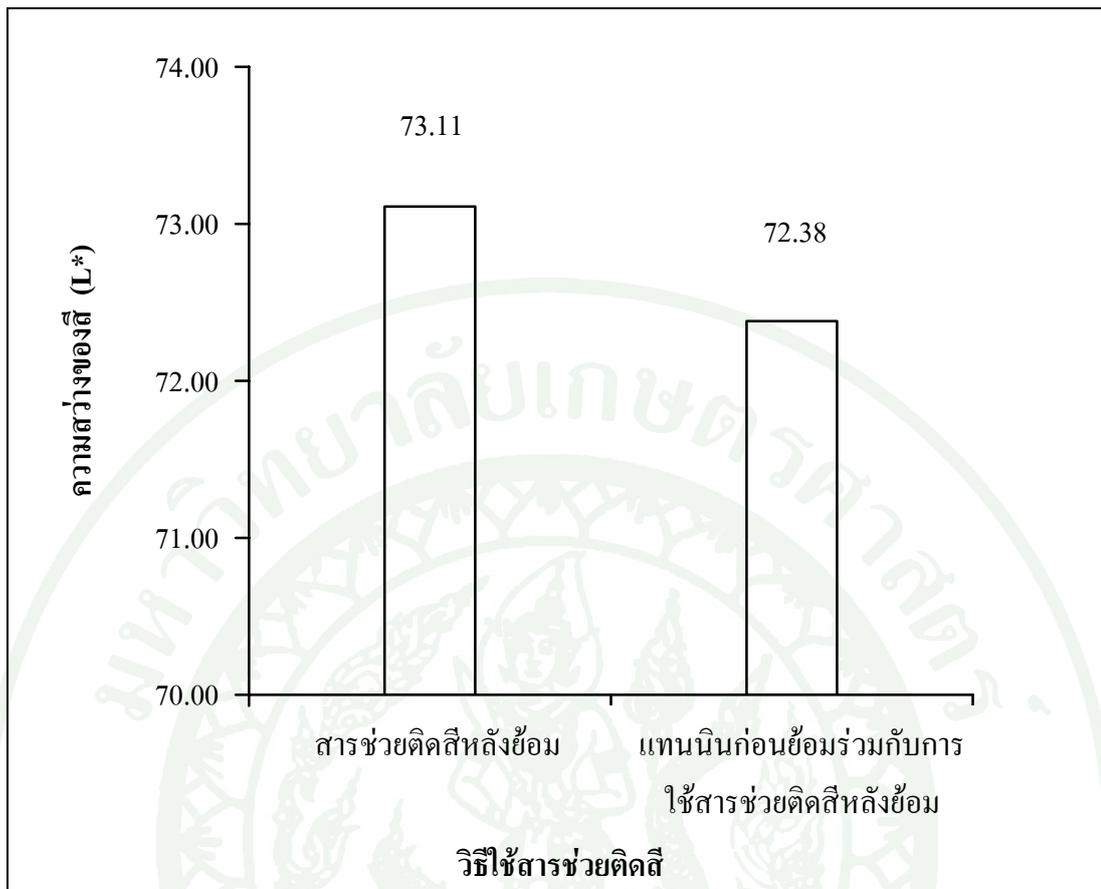
จากตารางผนวกที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1.1 1.2 และ 1.3 ที่ตั้งไว้สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความสว่างของสีที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 16 ความสว่างของสี (L*) ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

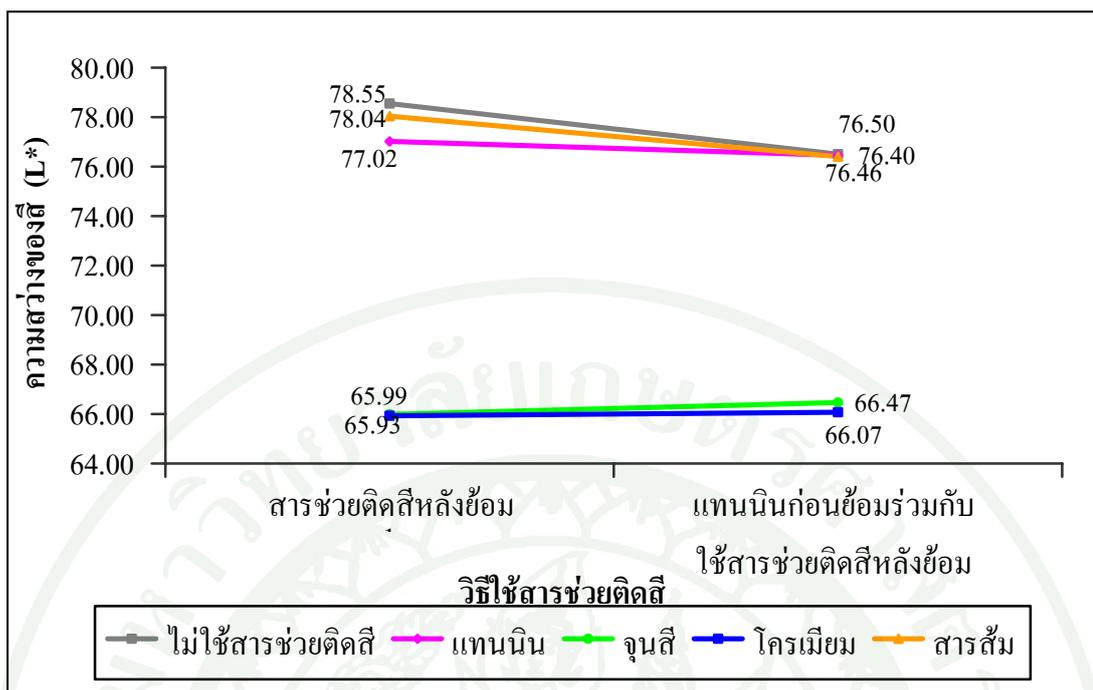
ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 16 พบว่า การข้อมโดยไม่ใช่สารช่วยติดสีมีความสว่างของสีมากที่สุด ในขณะที่โครเมียมมีค่าความสว่างของสีน้อยที่สุด เป็นผลทำให้สีของผ้าทดลองมีดำนขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) ได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โครเมียมและจุนลี กลุ่มที่ 2 แทนนินและสารส้ม กลุ่มที่ 3 สารส้มและไม่ใช่สารช่วยติดสี (ตารางผนวกที่ 2)



ภาพที่ 17 ความสว่างของสี (L*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 17 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความสว่างของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม



ภาพที่ 18 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิด และวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว

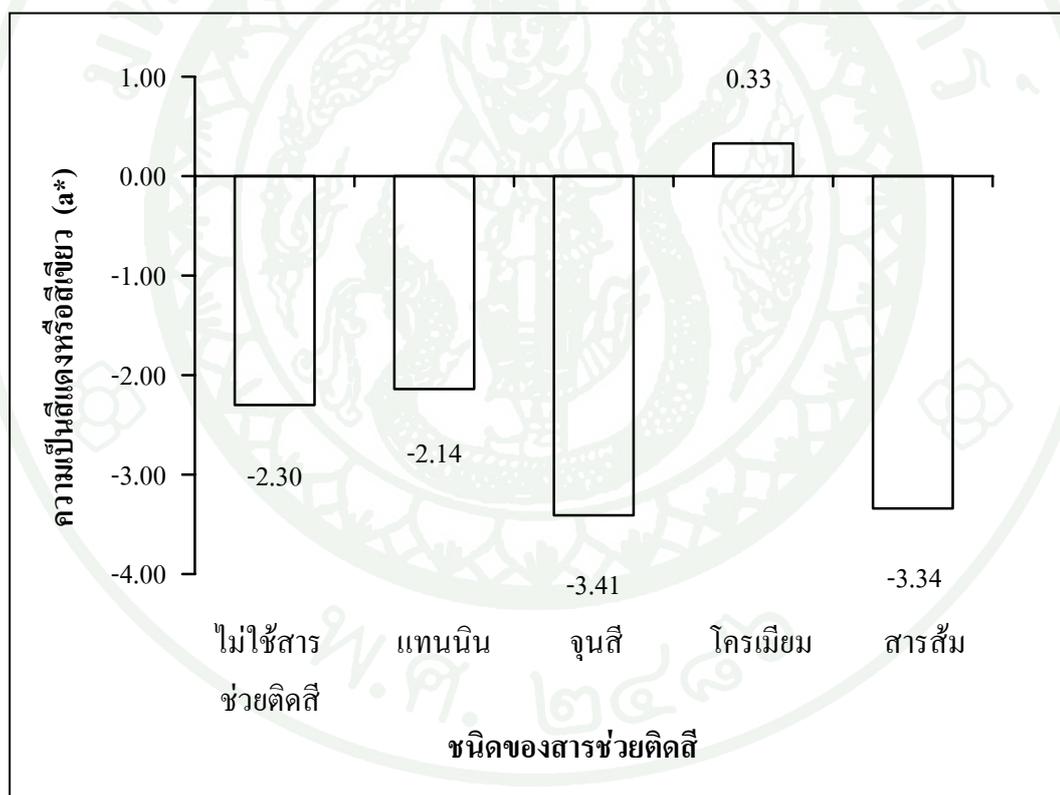
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิด และวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 18 พบว่า การย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี และสารส้มมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อใช้สารส้มด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมจะมีค่าความสว่างของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับสารส้มหลังย้อม ในขณะที่แทนนิน จุนสี และ โครเมียมไม่มีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสี

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้ว ถ้าต้องการความสว่างของสีมาก ควรใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินจะให้ค่าความสว่างของสีเหมือนกับการใช้สารส้มอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางผนวกที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2.1 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์

ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2.2 และ 2.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ที่ไม่แตกต่างกัน

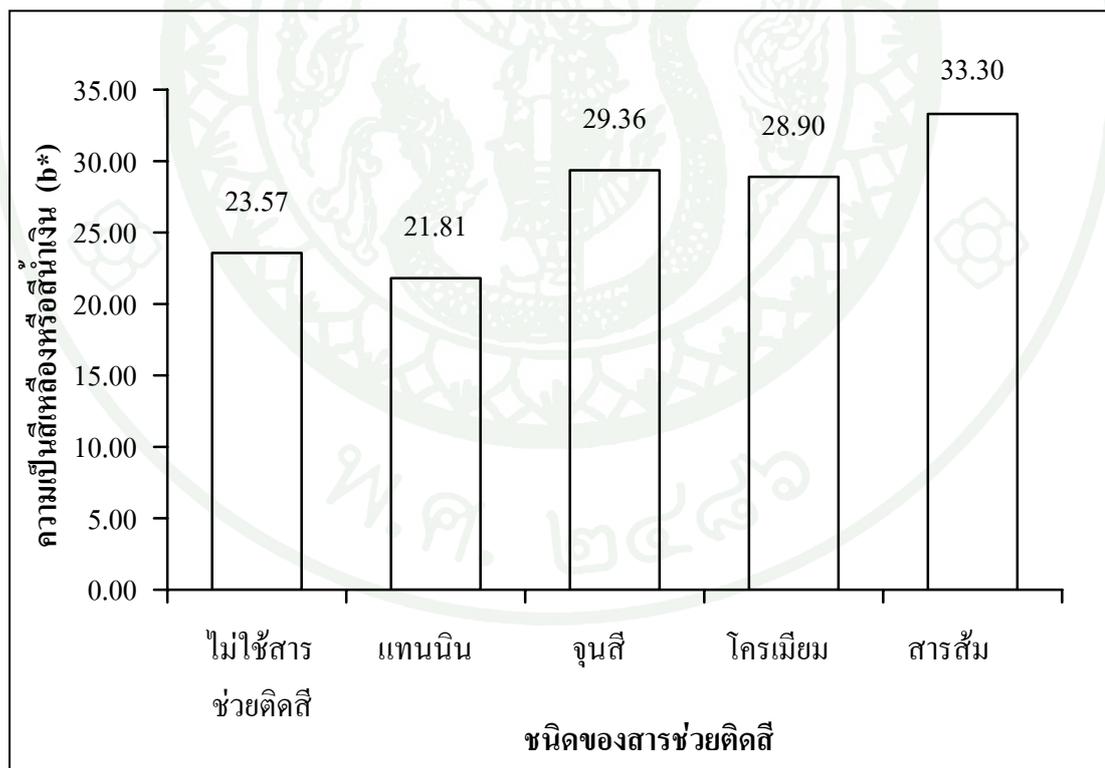
ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 19 พบว่า โครเมียมมีค่าเป็นบวกทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีแดง แตกต่างจากการใช้แทนนิน จุนสี และสารส้มมีค่าเป็นลบทำให้มีค่าความเป็นสีเขียว โดยแทนนินทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด ในขณะที่จุนสีทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเขียวมากที่สุด



ภาพที่ 19 ความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) ได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จุนสีและสารส้ม กลุ่มที่ 2 ไม่ใช้สารช่วยติดสีและแทนนิน กลุ่มที่ 3 โครเมียม (ตารางผนวกที่ 4)

จากตารางผนวกที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3.1 และ 3.3 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 3.2 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ที่ไม่แตกต่างกัน

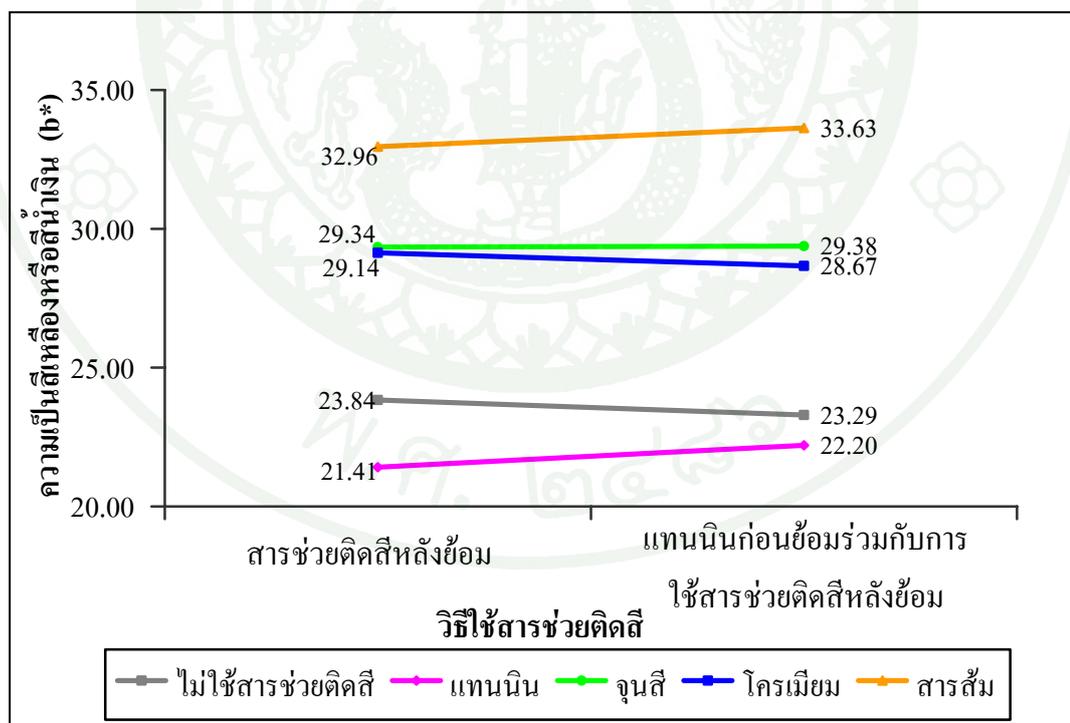


ภาพที่ 20 ความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 20 พบว่า สารส้มทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด ในขณะที่แทนนินทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 แทนนิน กลุ่มที่ 2 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 3 โครเมียมและจุนสี กลุ่มที่ 4 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 6)

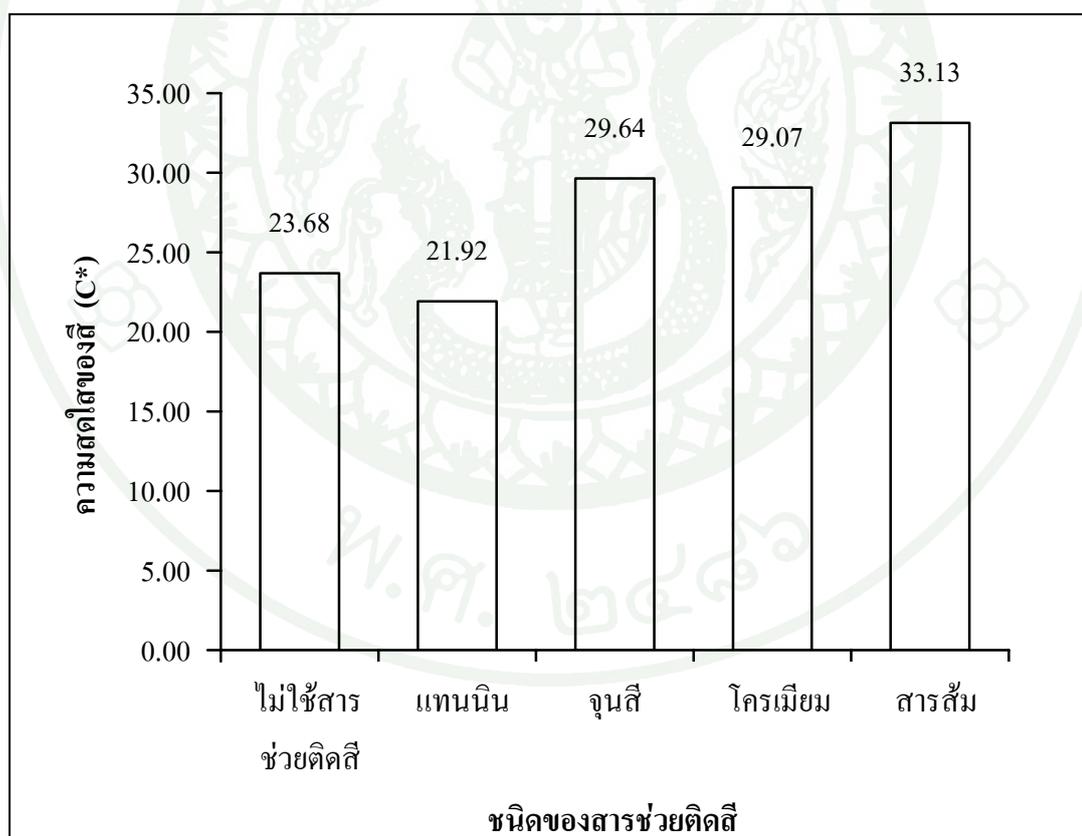
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 21 พบว่า สารส้ม และแทนนินมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อใช้สารส้ม หรือแทนนินด้วยวิธีใช้แทนนินก่อนย่อมร่วมกับสารส้ม หรือแทนนินหลังย่อมจะมีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าวิธีใช้สารส้ม หรือแทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย่อม



ภาพที่ 21 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้ว ถ้าต้องการความเป็นสีเหลืองเหมือนกับการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางผนวกที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสดใสของสี (C*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4.1 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 4.2 และ 4.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า C* ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) ที่ไม่แตกต่างกัน

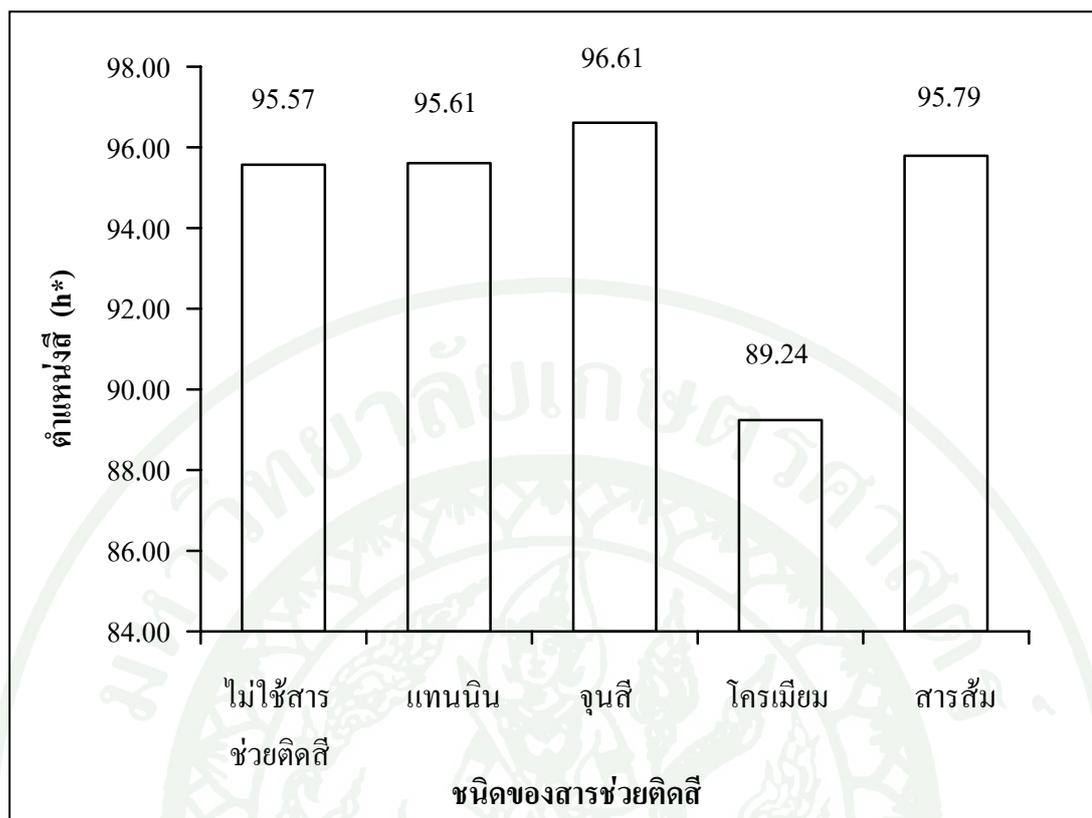


ภาพที่ 22 ความสดใสของสี (C*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 22 พบว่า สารส้มทำให้ผ้าทดลองมีความสดใสของสีมากที่สุด ในขณะที่แทนนินทำให้ผ้าทดลองมีความสดใสของสีน้อยที่สุด (สีหม่น)

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 แทนนิน กลุ่มที่ 2 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 3 โครเมียมและจุนสี กลุ่มที่ 4 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 8)

จากตารางผนวกที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตำแหน่งสี (h*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5.1 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่า h* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 5.2 และ 5.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) ที่ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 23 ค่าแห่งสี (h*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าแห่งสี (h*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 23 พบว่า จุนลีอยู่ในค่าแห่งสีเหลืองมากที่สุด ในขณะที่โครเมียมอยู่ในค่าแห่งสีเหลืองน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าค่าแห่งสี (h*) ได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โครเมียม กลุ่มที่ 2 ไม่ใช้สารช่วยติดสี แอมโมเนียและสารส้ม กลุ่มที่ 3 จุนลี (ตารางผนวกที่ 10)

1.2 ใบหูกวาง จากการทดลองย้อมผ้าทดลองโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน แล้วนำไปวัดค่า L*, a*, b*, C* และ h* วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย L*, a*, b*, C* และ h* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี		ค่าสี				
วิธีการ	สารช่วยติดสี	L*	a*	b*	C*	h*
ใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม						
ย้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	59.96 ^b	3.76 ^{ef}	38.64 ^b	38.83 ^b	84.44 ^b
ย้อมสี	แทนนิน 5%	64.11 ^a	4.29 ^{de}	33.16 ^c	33.43 ^c	82.63 ^c
ย้อมสี	จุนสี 5%	34.84 ^g	7.14 ^c	21.26 ^f	22.42 ^f	71.43 ^e
ย้อมสี	โครเมียม 5%	39.39 ^e	9.03 ^b	27.57 ^d	29.01 ^d	71.86 ^e
ย้อมสี	สารส้ม 5%	56.72 ^d	3.27 ^f	44.47 ^a	44.60 ^a	85.77 ^a
ใช้แทนนินก่อนย้อม						
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	58.65 ^c	4.55 ^d	38.16 ^b	38.43 ^b	83.20 ^c
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	แทนนิน 5%	62.84 ^a	4.85 ^d	33.23 ^c	33.58 ^c	81.70 ^d
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	จุนสี 5%	36.70 ^f	6.87 ^c	21.28 ^f	22.37 ^f	72.10 ^e
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	โครเมียม 5%	36.41 ^f	10.36 ^a	24.85 ^c	26.93 ^c	67.38 ^f
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	สารส้ม 5%	56.64 ^d	4.43 ^d	43.47 ^a	43.69 ^a	84.18 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ได้ผลดังนี้

ค่าความสว่างของสี (L*) พบว่า การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันทำให้ความสว่างของสีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ยกเว้นการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังย้อมทำให้ความสว่าง

ของสีเพิ่มขึ้น โดยการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความสว่างของสีมากที่สุด (64.11) แตกต่างจากการใช้จุนีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้สีมืดขึ้น (34.84)

สำหรับการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้นิก่อนย้อม และการใช้นิก่อนย้อมร่วมกับการใช้นิหลังย้อม มีค่า L^* เท่ากับ 64.11 58.65 และ 62.84 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้นิเป็นสารช่วยติดสีจะมีสีค่อนข้างสว่าง

ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีแดง โดยการใช้นิก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อมมีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด (10.36) ในขณะที่การใช้จุนีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีเดงน้อยที่สุด (3.27)

สำหรับการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้นิก่อนย้อม และการใช้นิก่อนย้อมร่วมกับการใช้นิหลังย้อม มีค่า a^* เท่ากับ 4.29 4.55 และ 4.85 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้นิเป็นสารช่วยติดสีจะมีความเป็นสีแดง

ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลือง โดยการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด (44.47) ในขณะที่การใช้จุนีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด (21.26)

สำหรับการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้นิก่อนย้อม และการใช้นิก่อนย้อมร่วมกับการใช้นิหลังย้อม มีค่า b^* เท่ากับ 33.16 38.16 และ 33.23 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้นิเป็นสารช่วยติดสีจะมีความเป็นสีเหลือง

ค่าความสดใของสี (C^*) พบว่า การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีการที่ต่างกันทำให้ความสดใของสีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ยกเว้นการใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และการใช้นิก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังย้อมทำให้ความสดใของสีเพิ่มขึ้น โดยการใช้นิเป็นสารช่วยติดสีหลังการย้อมมีค่าความสดใของสีมากที่สุด

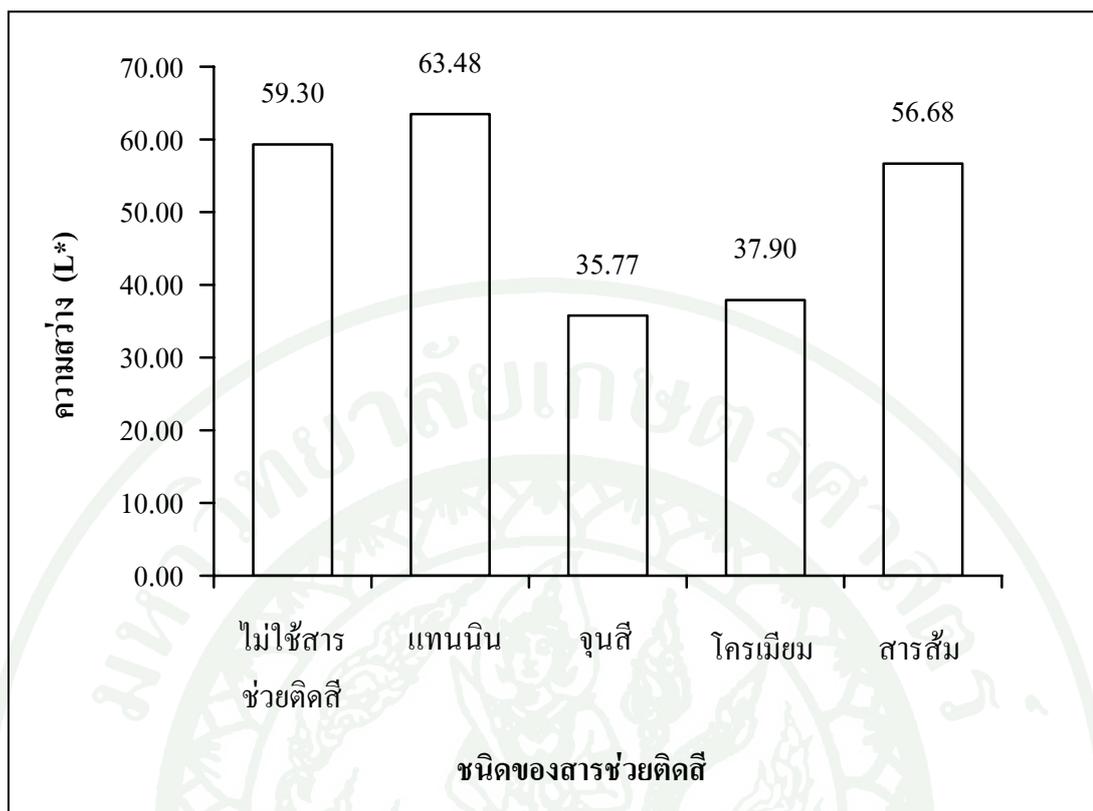
(44.60) แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมทำให้ความสดใสของสี น้อยที่สุด (22.37) หรือสีหม่นจืด

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้ แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า C^* เท่ากับ 33.43 38.43 และ 33.58 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี ที่ได้มีความหม่น

ค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h^*) พบว่า ผ้าทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 67 - 86 องศา ตามหลักการวัดค่า สีในระบบ CIELAB สีของผ้าอยู่ในตำแหน่งสีส้มถึงเหลือง การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม อยู่ในตำแหน่งสีเหลือง (85.77) แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลัง ย้อมอยู่ในตำแหน่งสีส้ม (67.38)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้ แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่า h^* เท่ากับ 82.63 83.20 และ 81.70 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะอยู่ในตำแหน่งสีเหลือง

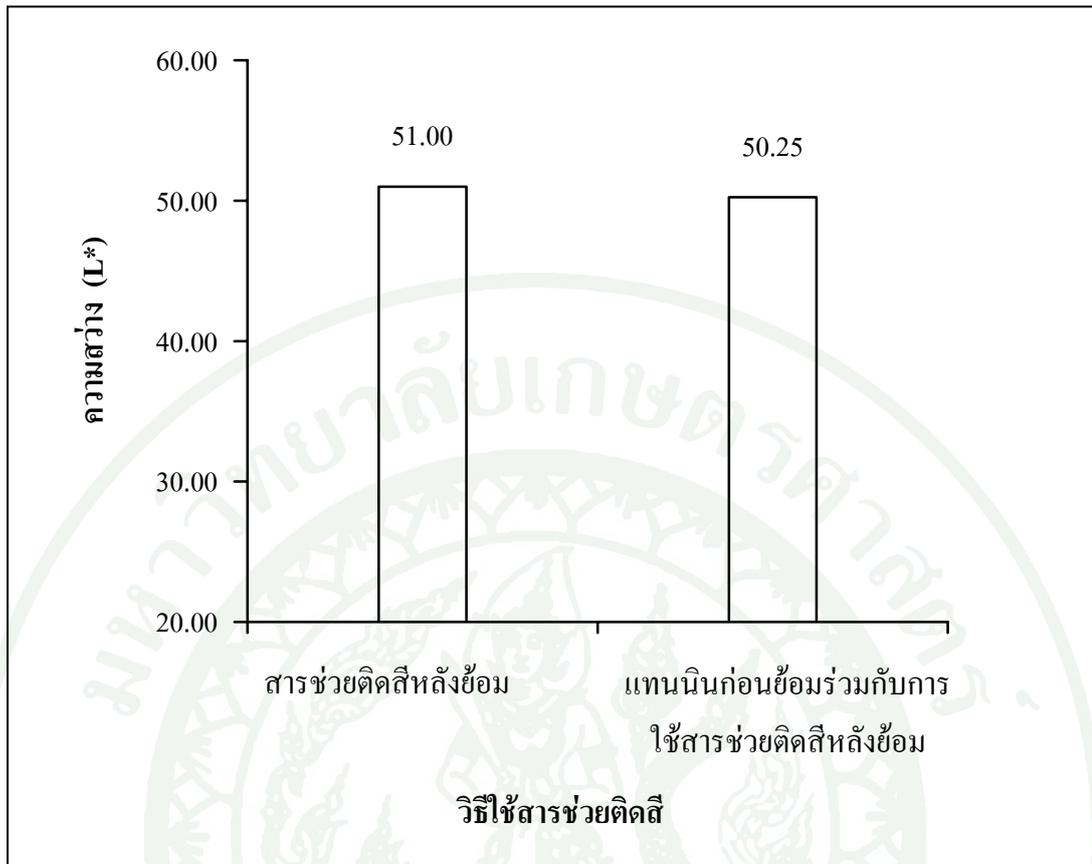
จากตารางผนวกที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่างของสี (L^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสาร ช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความ สว่างของสี (L^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1.1 1.2 และ 1.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและ วิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L^*) ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 24 ความสว่างของสี (L*) ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

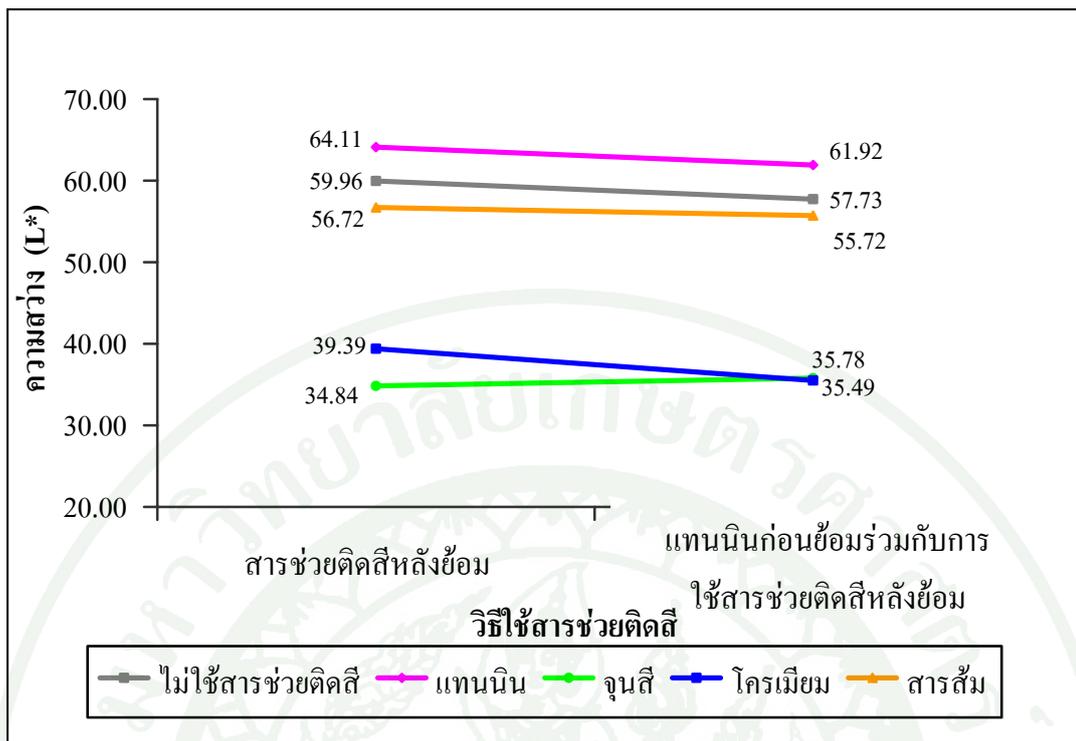
ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 24 พบว่าแทนนินมีค่าความสว่างของสีมากที่สุด ในขณะที่จุนสีมีค่าความสว่างของสีน้อยที่สุดเป็นผลทำให้ผ้าทดลองมีดขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จุนสี กลุ่มที่ 2 โครเมียม กลุ่มที่ 3 สารส้ม กลุ่มที่ 4 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 5 แทนนิน (ตารางผนวกที่ 12)



ภาพที่ 25 ความสว่างของสี (L*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 25 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความสว่างของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม



ภาพที่ 26 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความสว่างของสี (L*) ผ้าไหมที่ ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 26 พบว่า แทนนิน และ โครเมียมมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อใช้แทนนิน หรือ โครเมียมด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมจะมีค่าความสว่างของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนิน หรือ โครเมียมหลังย้อม

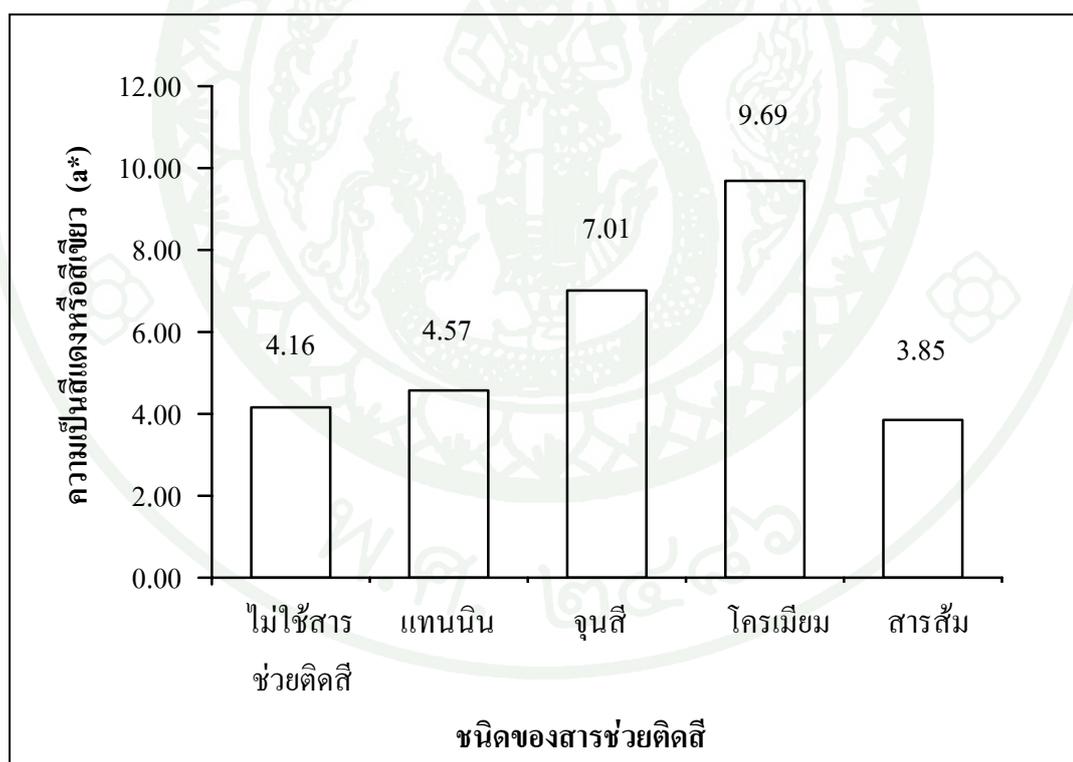
ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง ถ้าต้องการความสว่างของสีมาก ควรใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ค่าความสว่างของสีสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางผนวกที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธ

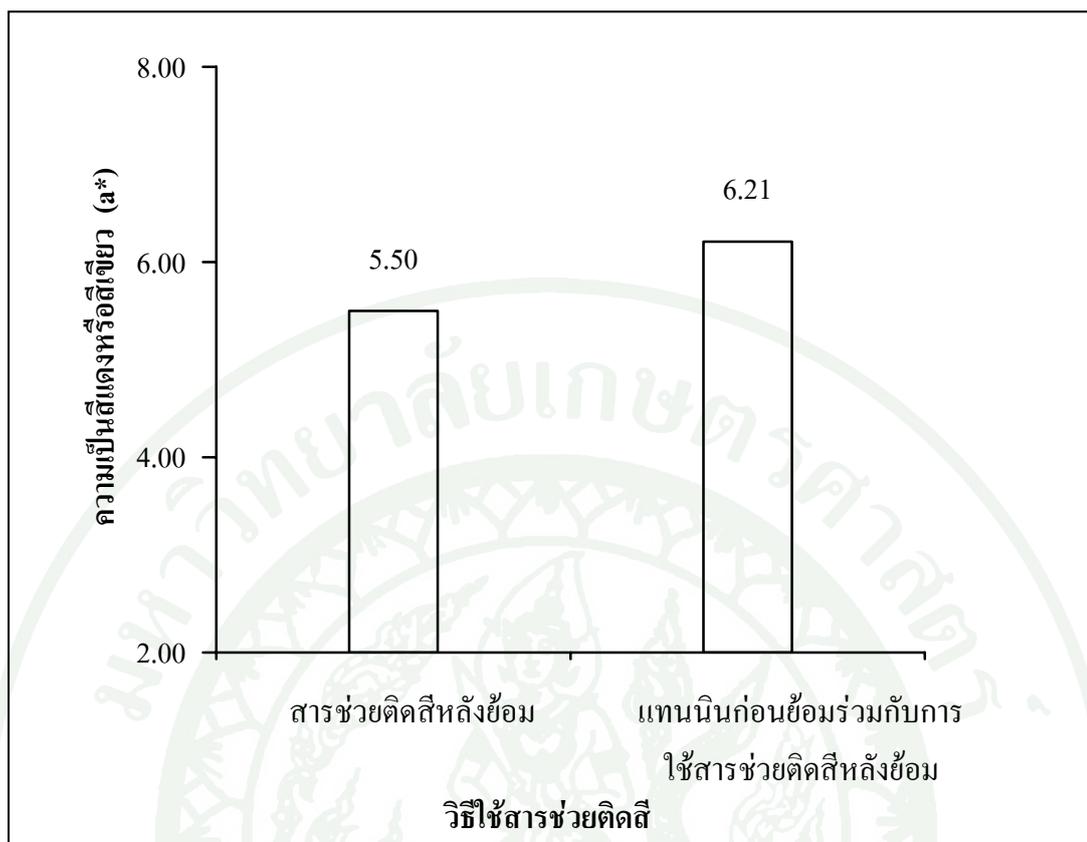
สมมติฐานข้อที่ 2.1 2.2 และ 2.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ที่แตกต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 จากภาพที่ 27 พบว่า โครเมียมทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด ในขณะที่ สารส้มทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีแดงน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 สารส้มและไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 2 แทนนิน กลุ่มที่ 3 จุนสี กลุ่มที่ 4 โครเมียม (ตารางผนวกที่ 14)

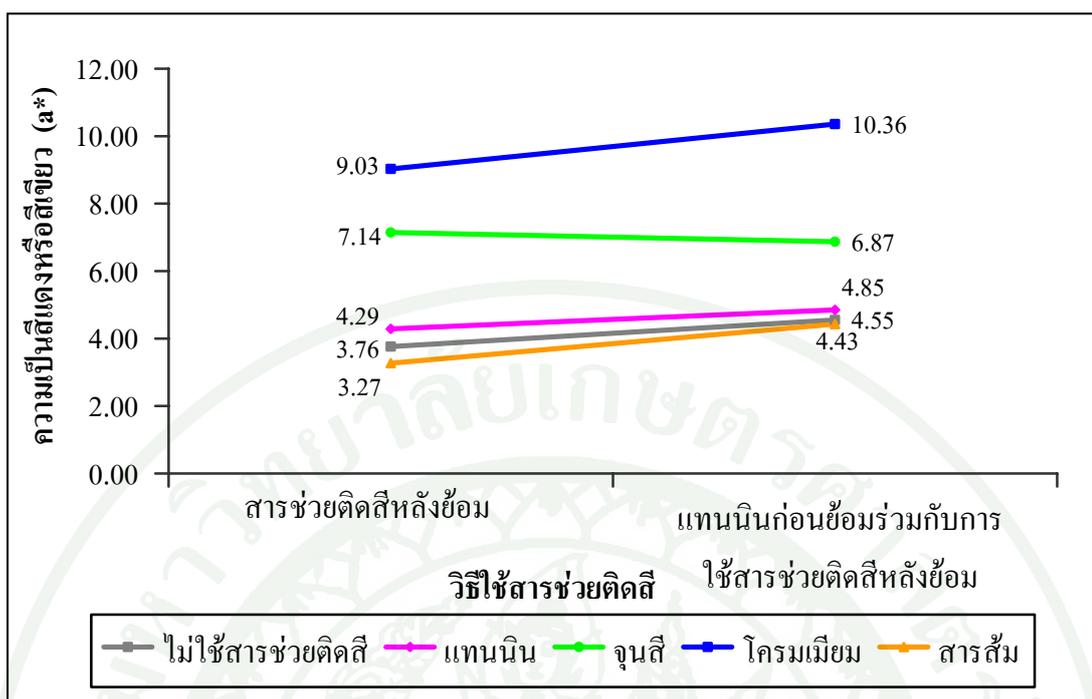


ภาพที่ 27 ความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดสารช่วยติดสีที่ต่างกัน



ภาพที่ 28 ความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 28 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังข้อมให้ค่าความเป็นสีแดงน้อยกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนการข้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม



ภาพที่ 29 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 29 พบว่า สารช่วยติดสีทุกชนิดมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อใช้โครเมียม หรือ แทนนิน หรือสารส้มด้วยวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับโครเมียม หรือแทนนิน หรือสารส้มจะมีค่าความเป็นสีแดงมากกว่าวิธีใช้โครเมียม หรือแทนนิน หรือสารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม ในขณะที่การใช้จุนสีด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมจะมีค่าความเป็นสีแดงมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับจุนสีหลังย้อม

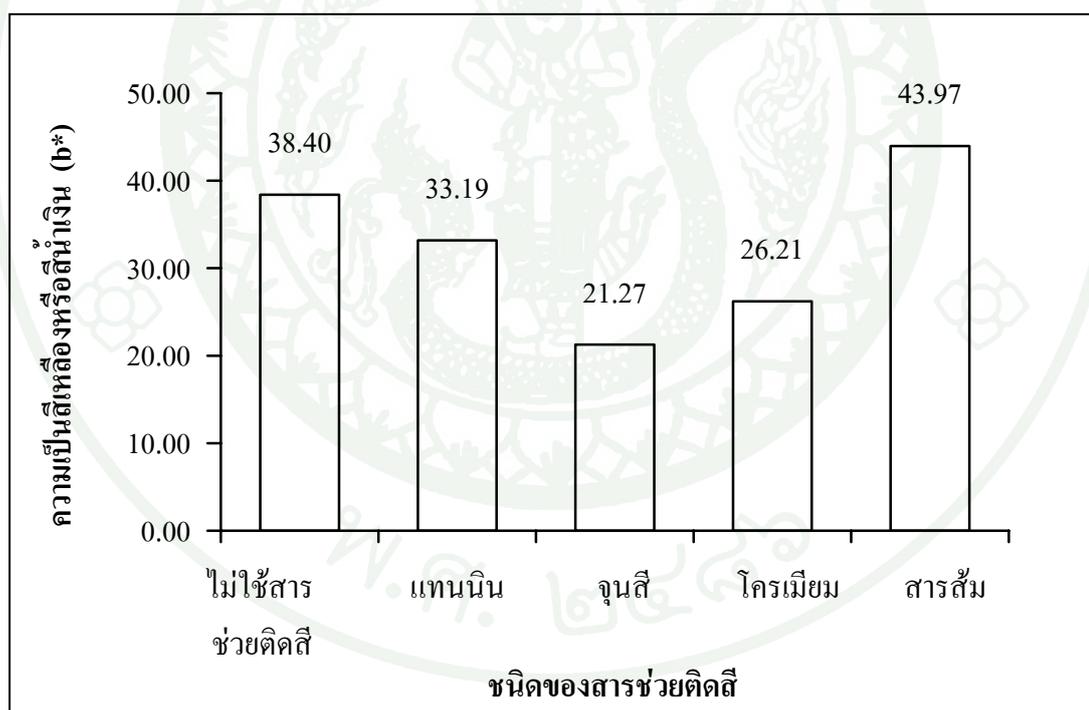
ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง ถ้าต้องการค่าความเป็นสีแดงมาก ควรใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อม

จากตารางผนวกที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการ

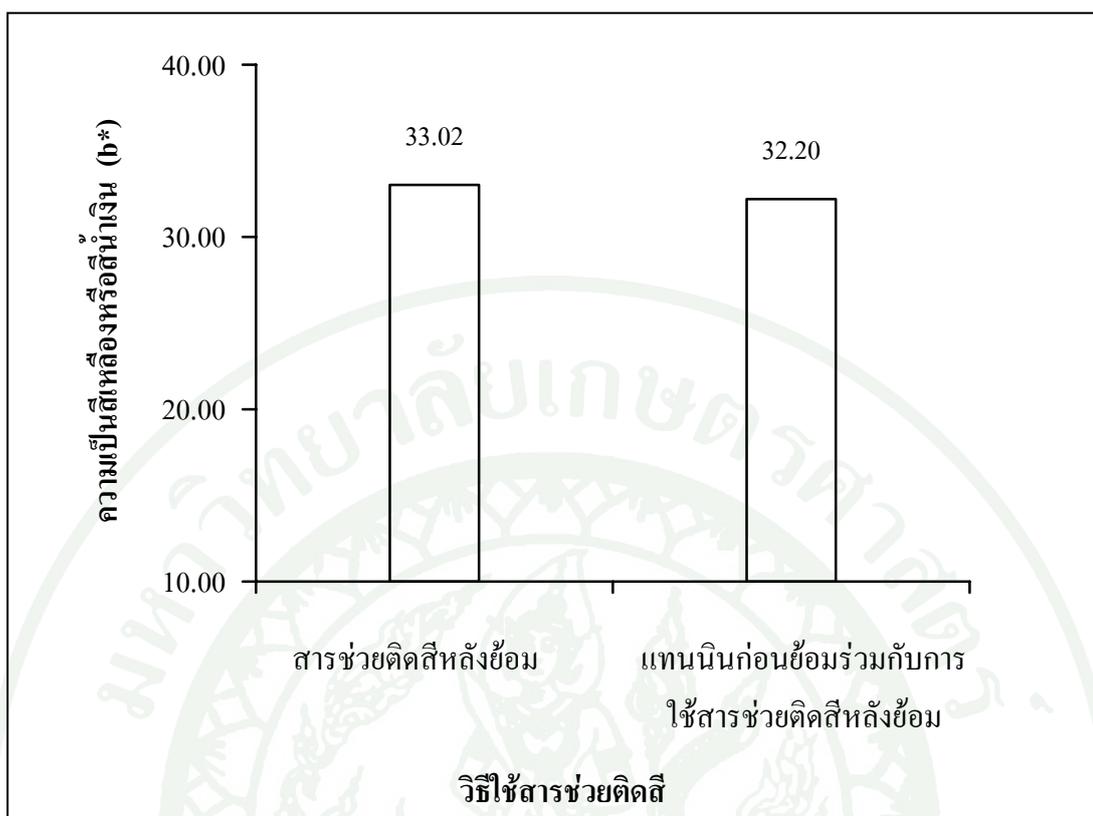
ปฏิเสชมมติฐานข้อที่ 3.1 3.2 และ 3.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b^*) ที่แตกต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 30 พบว่า สารส้มทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด ในขณะที่จุนสีทำให้ผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b^*) ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จุนสี กลุ่มที่ 2 โครเมียม กลุ่มที่ 3 แทนนิน กลุ่มที่ 4 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 5 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 16)

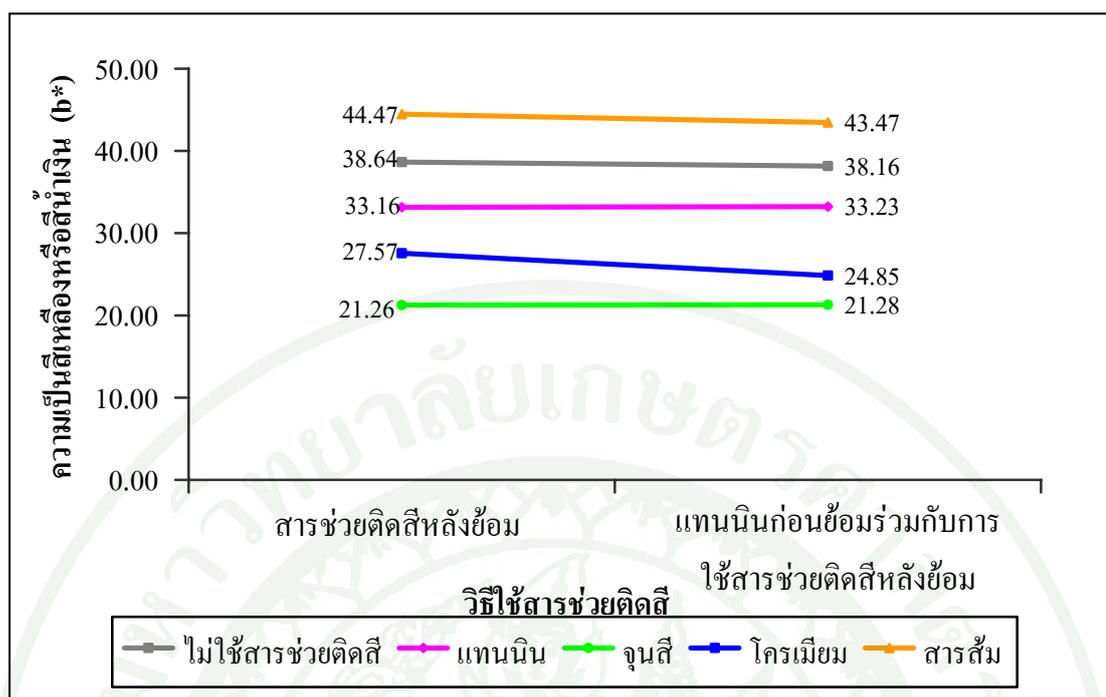


ภาพที่ 30 ความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเงิน (b^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน



ภาพที่ 31 ความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบहुกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 31 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังข้อมให้ค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม



ภาพที่ 32 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารช่วยติดสีและวิธีการย้อมมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 32 พบว่า โครเมียมมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้น เมื่อใช้โครเมียมด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมจะมีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับโครเมียมหลังย้อม ในขณะที่แทนนิน จุนสี และสารส้มไม่มีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธี

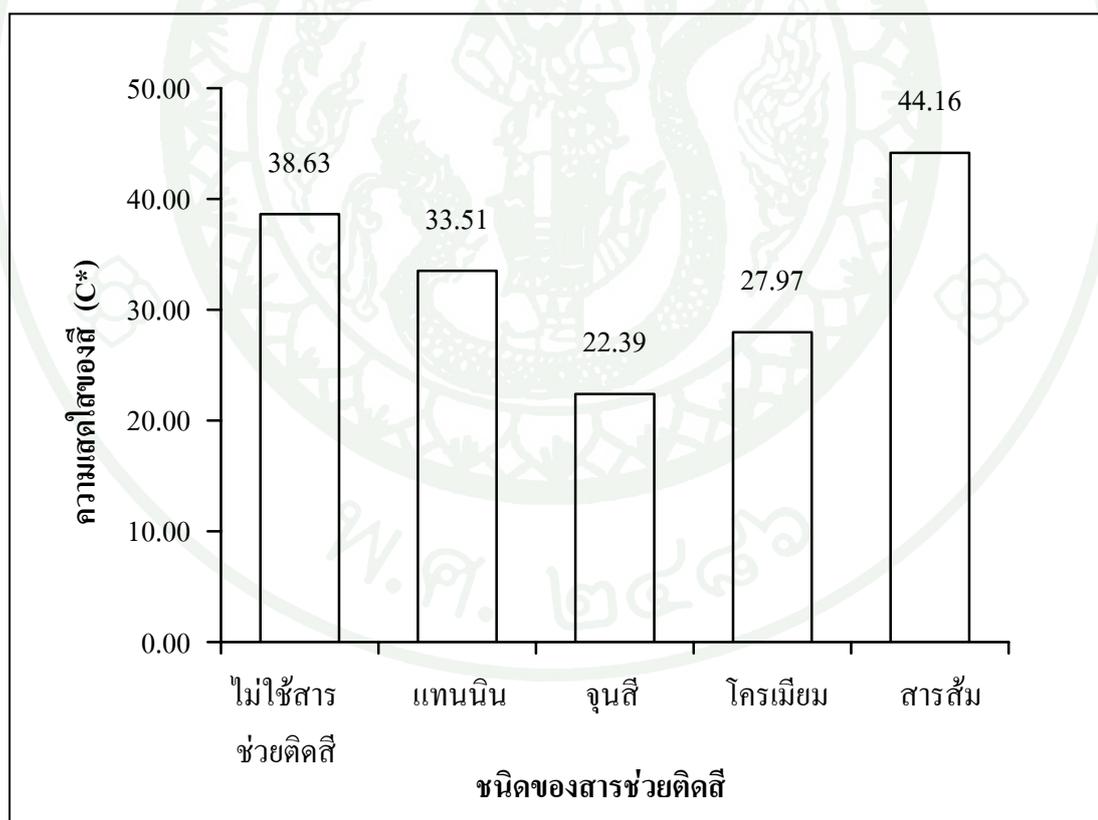
ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง ถ้าต้องการค่าความเป็นสีเหลืองมาก ควรใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังย้อม

จากตารางผนวกที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสดใสของสี (C*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี และวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4.1 และ 4.2 ที่ตั้งไว้ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

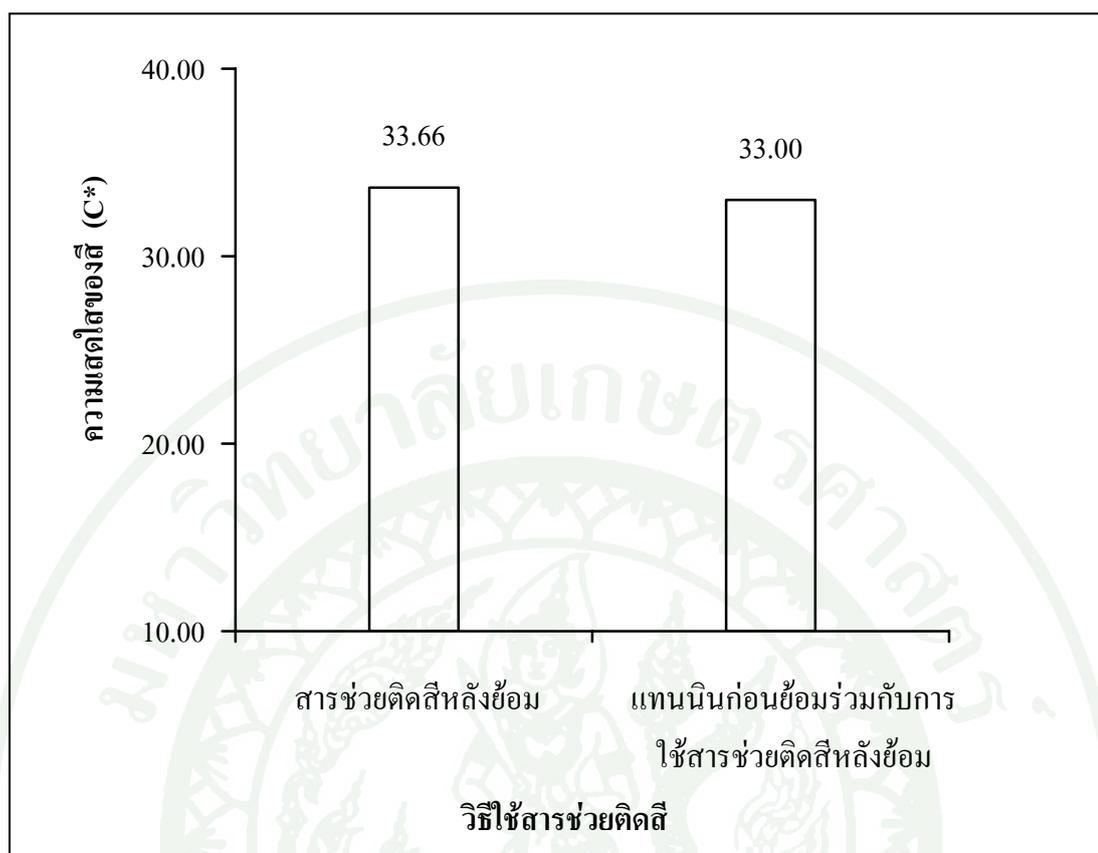
จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 4.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี และวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C^*) ที่แตกต่างกัน แต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C^*) ที่ไม่แตกต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 33 พบว่า สารส้มทำให้ผ้าทดลองมีความสดใสของสีมากที่สุด ในขณะที่จุนสีทำให้ผ้าทดลองมีความสดใสของสีน้อยที่สุด (สีหม่น)

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความสดใสของสี (C^*) ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จุนสี กลุ่มที่ 2 โครเมียม กลุ่มที่ 3 แทนนิน กลุ่มที่ 4 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 5 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 18)



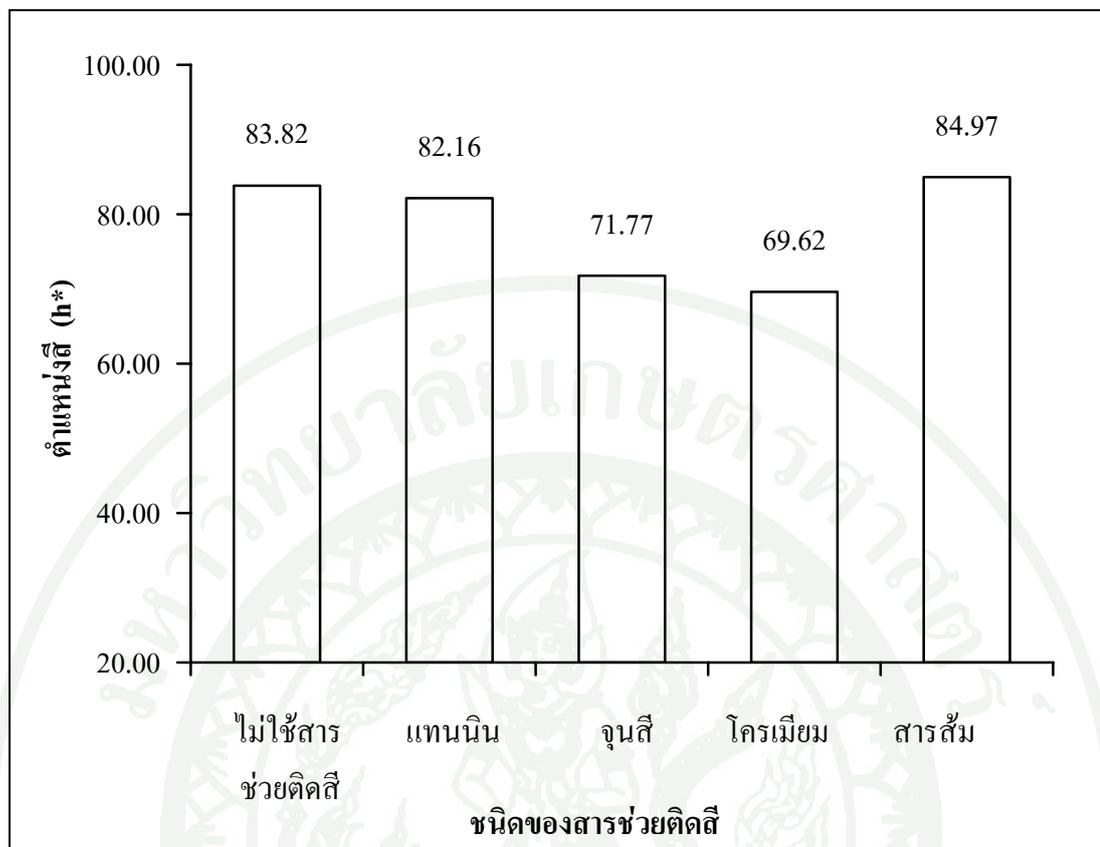
ภาพที่ 33 ความสดใสของสี (C^*) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 34 ความสดใสของ (C*) ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความสดใสของสี (C*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 34 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังข้อมให้ค่าความสดใสของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม

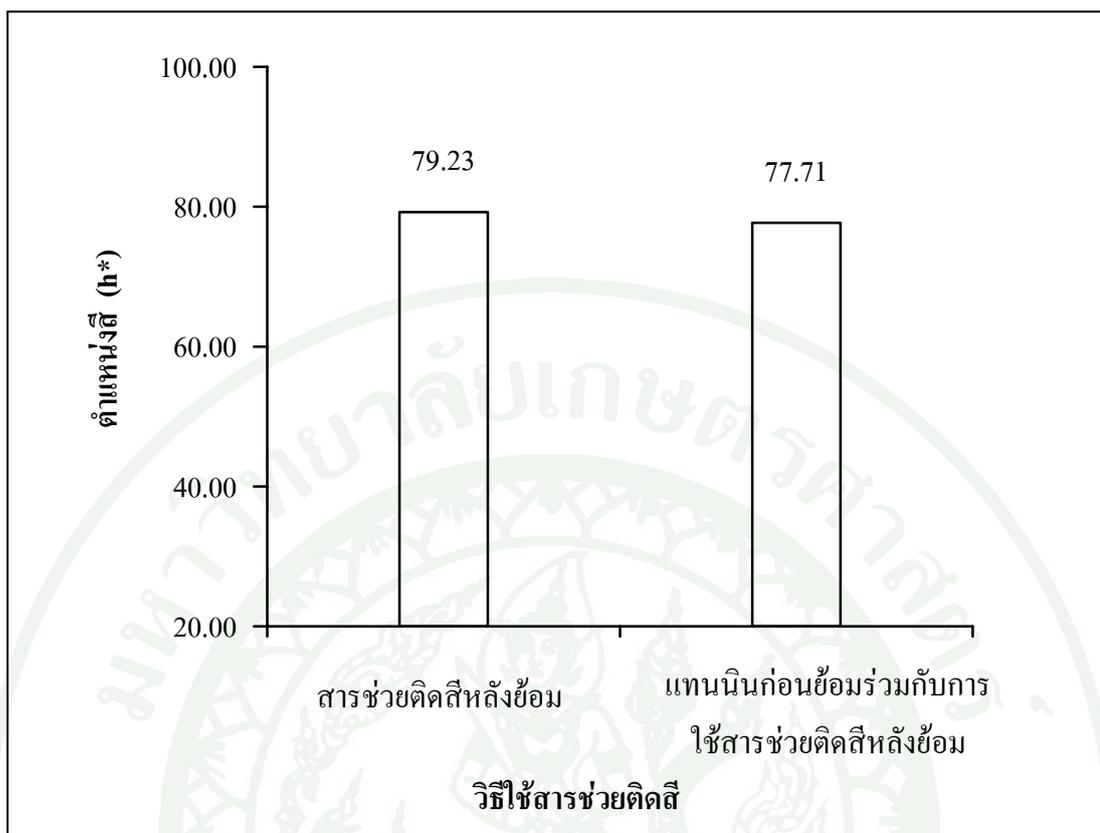
จากตารางผนวกที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตำแหน่งสี (h*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5.1 5.2 และ 5.3 ที่ตั้งไว้สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 35 ค่าเฉลี่ย (h*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

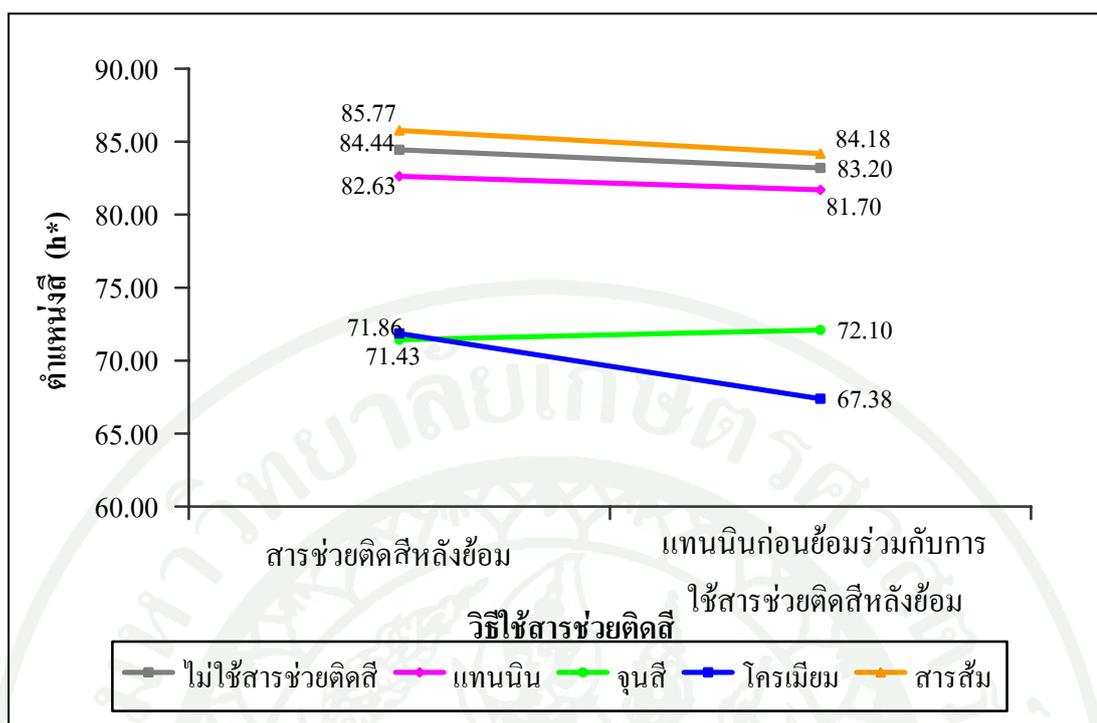
ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าเฉลี่ย (h*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 35 พบว่า สารส้มทำให้ผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองมากที่สุด ในขณะที่โครเมียมทำให้ผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองออกส้ม

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าเฉลี่ย (h*) ได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โครเมียม กลุ่มที่ 2 จุนลี กลุ่มที่ 3 แทนนิน กลุ่มที่ 4 ไม่ใช้สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 5 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 20)



ภาพที่ 36 ตำแหน่งสี (h*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อตำแหน่งสี (h*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 36 พบว่า วิธีใช้สารช่วยติดสีหลังข้อมอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม



ภาพที่ 37 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อตำแหน่งลี (n*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อตำแหน่งลี (n*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 37 พบว่า โครเมียมมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อใช้โครเมียมด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังข้อมจะอยู่ในตำแหน่งลีเหลืองมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับโครเมียมหลังข้อม ในขณะที่แทนนิน จุนสี และสารส้มไม่มีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธี

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินในการข้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง ถ้าต้องการให้ผ้าอยู่ในตำแหน่งลีเหลือง หรือมีสีเหลืองที่เข้มข้น ควรใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังข้อม

**ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบแก้วและใบ
หูกวางที่ใช้แทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลังเป็นสารช่วยติดสี**

2.1 ใบแก้ว นำทดลองผ้าทดลองที่ย้อมโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันไป
ทดสอบซัก แล้วนำไปวัดค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* และวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสี dL^* , da^* ,
 db^* , dC^* , dH^* และ dE^* วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และผลการประเมินระดับความคงทน
ของสี ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* หลังซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้
สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าสี				
วิธีการ	สารช่วยติดสี		L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
ใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม							
ย้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		79.38 ^a	-1.78 ^c	19.78 ^c	19.99 ^c	95.12 ^{bc}
ย้อมสี	แทนนิน 5%		78.30 ^b	-2.07 ^{cd}	19.38 ^c	19.49 ^c	96.11 ^{ab}
ย้อมสี	จุนสี 5%		67.21 ^d	-2.42 ^{de}	27.90 ^a	28.01 ^a	94.97 ^c
ย้อมสี	โครเมียม 5%		66.51 ^d	-0.09 ^a	29.08 ^a	29.09 ^a	90.92 ^d
ย้อมสี	สารส้ม 5%		80.08 ^a	-3.11 ^f	25.65 ^b	25.84 ^b	96.91 ^a
ใช้แทนนินก่อนย้อม							
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		77.08 ^c	-1.70 ^c	19.95 ^c	20.02 ^c	94.89 ^c
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	แทนนิน 5%		76.57 ^c	-2.05 ^{cd}	20.44 ^c	20.54 ^c	95.72 ^{bc}
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	จุนสี 5%		66.42 ^d	-2.76 ^{ef}	28.85 ^a	28.98 ^a	95.48 ^{bc}
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	โครเมียม 5%		66.91 ^d	-0.65 ^b	28.34 ^a	28.35 ^a	91.31 ^d
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	สารส้ม 5%		77.43 ^{bc}	-2.72 ^{ef}	26.31 ^b	26.45 ^b	95.92 ^{abc}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ
ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยหลังการทดสอบซักผ้าใหม่ย้อมสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันหลังการซัก ได้ผลดังนี้

ค่าความสว่างของสี (L^*) พบว่า การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันทำให้ความสว่างของสีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการย้อม โดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ยกเว้นการใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีความสว่างของสีเพิ่มขึ้น (80.08) แตกต่างจากการย้อมโดยใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีความสว่างของสีลดลงมากที่สุด (66.42) หรือทำให้สีมืดขึ้น

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า L^* เท่ากับ 78.30 77.08 และ 76.57 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าใหม่ด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในลักษณะที่มีความสว่างภายหลังการซัก

ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นลบ แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเขียว โดยการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังย้อมมีความเป็นสีเขียวมากที่สุด (-2.72) ในขณะที่การใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด (-0.09) ความแตกต่างที่พบ คือ โครเมียมให้ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียวก่อนการทดสอบซักเป็นสีแดง แต่หลังทดสอบซักผ้าทดลองมีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า a^* เท่ากับ -2.07 -1.70 และ -2.05 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าใหม่ด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในลักษณะที่มีความเป็นสีเขียวภายหลังการซัก

ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลือง โดยการใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีความเป็นสีเหลืองมากที่สุด (29.08) ในขณะที่การใช้แทนนินหลังย้อมมีความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด (19.38)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า b^* เท่ากับ 19.38 19.95 และ 20.44 ตามลำดับ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในลักษณะที่มีความเป็นสีเหลืองภายหลังการซัก

ค่าความสดใของสี (C^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าความสดใของสีลดลง หรือสีหม่นขึ้น โดยการใช้น้ำมันหลังการย้อมสีหม่นมากที่สุด (19.49) ในขณะที่ การใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังการย้อมมีความหม่นน้อยที่สุด (29.09)

สำหรับการใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้น้ำมันก่อนย้อม และการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้น้ำมันหลังย้อมมีค่า C^* เท่ากับ 19.49 20.02 และ 20.54 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในลักษณะที่มีความหม่นภายหลังการซัก

ค่าตำแหน่งสี (h^*) พบว่า ภายหลังการทดสอบซักมีค่าอยู่ระหว่าง 90 - 97 องศา ตามหลักการวัดค่าสีในระบบ CIELAB แสดงว่าผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองเช่นเดียวกับก่อนทดสอบซัก โดยการใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองมากที่สุด (96.91) ในขณะที่การใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองน้อยที่สุด (90.92)

สำหรับการใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้น้ำมันก่อนย้อม และการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้น้ำมันหลังย้อมมีค่า h^* เท่ากับ 96.11 94.89 และ 95.72 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในสีอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองภายหลังการซัก

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย dL*, da*, db*, dC*, dH* และ dE* หลังซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าสี					
วิธีการ	สารช่วยติดสี		dL*	da*	db*	dC*	dH*	dE*
ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม								
ข้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		0.84 ^{bc}	0.65 ^{ab}	-3.94 ^d	-3.98 ^d	-0.27 ^{cd}	4.10 ^b
ข้อมสี	แทนนิน	5%	1.28 ^{ab}	0.05 ^c	-2.04 ^{bc}	-2.04 ^c	0.16 ^{bcd}	2.44 ^{cd}
ข้อมสี	จุนสี	5%	1.23 ^{ab}	0.93 ^a	-1.44 ^{ab}	-1.52 ^{bc}	-0.16 ^{bc}	2.15 ^{cd}
ข้อมสี	โครเมียม	5%	0.58 ^{bc}	-0.91 ^d	-0.05 ^a	-0.05 ^a	0.91 ^a	1.24 ^d
ข้อมสี	สารส้ม	5%	2.05 ^a	0.28 ^{bc}	-7.31 ^c	-7.29 ^c	0.53 ^{ab}	7.60 ^a
ใช้แทนนินก่อนข้อม								
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		0.58 ^{bc}	0.46 ^{bc}	-3.35 ^{cd}	-3.38 ^d	-0.16 ^{bcd}	3.47 ^{bc}
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	แทนนิน	5%	0.44 ^{bc}	0.11 ^c	-1.77 ^b	-1.77 ^c	0.07 ^{bcd}	1.84 ^d
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	จุนสี	5%	-0.04 ^c	0.70 ^{ab}	-0.70 ^{ab}	-0.77 ^{abc}	-0.62 ^d	1.04 ^d
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	โครเมียม	5%	0.84 ^{bc}	-0.86 ^d	-0.33 ^a	-0.32 ^{ab}	0.86 ^a	1.27 ^d
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	สารส้ม	5%	1.03 ^b	0.58 ^{ab}	-6.65 ^c	-6.68 ^c	0.10 ^{bcd}	6.75 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 5 แสดงค่าความแตกต่างเฉลี่ยของสีหลังการทดสอบซักผ้าไหมข้อมสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ได้ผลดังนี้

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง (dL*) ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ภายหลังจากทดสอบซักผ้าทดลองมีความสว่างมากกว่าก่อนทดสอบซัก ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ภายหลังจากทดสอบซักผ้าทดลองมีความมืดมากกว่าก่อนทดสอบซัก พบว่า การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังข้อมมีค่าเป็นบวกและมีค่ามากที่สุด (2.05) แสดงว่าผ้าทดลองสว่างขึ้น และสว่างที่สุด แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนข้อมรวมกับการใช้จุนสีมีค่าเป็นลบและมีค่าน้อยที่สุด (-0.04) แสดงว่าผ้าทดลองมืดขึ้น และมีมืดที่สุด

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dL^* เท่ากับ 1.28 0.58 และ 0.44 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (da^*) ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองแดงกว่าก่อนทดสอบซัก ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองเขียวกว่าก่อนทดสอบซัก พบว่า การใช้จุนสี การย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี การใช้สารส้ม และแทนนินมีค่าเป็นบวก แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองแดงกว่าก่อนการทดสอบซัก โดยการใช้อุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองแดงกว่าก่อนการซักมากที่สุด (0.93) แตกต่างจากโครเมียมมีค่าเป็นลบ โดยการใช้อุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองเขียวกว่าก่อนซักมากที่สุด (-0.91)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า da^* เท่ากับ 0.05 0.46 และ 0.11 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (db^*) พบว่า ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองเหลืองกว่าก่อนทดสอบซัก ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองน้ำเงินกว่าก่อนทดสอบซัก พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นลบ แสดงว่าผ้าทดลองน้ำเงินกว่าก่อนการทดสอบซัก โดยการใช้อุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองเป็นสีน้ำเงินมากที่สุด (-7.31) ในขณะที่การใช้อุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองเป็นสีน้ำเงินน้อยที่สุด (-0.05)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า db^* เท่ากับ -2.04 -3.35 และ -1.77 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีค่าความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างของสีที่ใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในด้านความสดใสของสี (dC^*) ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองมีความสดใสมากกว่าก่อนทดสอบซัก ถ้ามีค่าเป็นลบ หมายถึง ภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองมีความหม่นมากกว่าก่อนทดสอบซัก พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นลบ แสดงว่าผ้าทดลองมีความหม่นกว่าก่อนทดสอบซัก โดยการใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีความหม่นมากที่สุด (-7.29) ในขณะที่การใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีความหม่นน้อยที่สุด (-0.05)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dC^* เท่ากับ -2.04 -3.38 และ -1.77 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่หม่นขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างของสีที่ใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในด้านตำแหน่งสี (dH^*) เนื่องจากค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h^*) อยู่ในวงสีเหลือง ถ้าค่าความแตกต่างของตำแหน่งสี (dH^*) มีค่าเป็นบวก ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเขียวมากขึ้น ถ้าค่าความแตกต่างของตำแหน่งสี (dH^*) มีค่าเป็นลบ ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีแดงมากขึ้น โดยการใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังการย้อมมีค่าเป็นบวก และมีค่ามากที่สุด (0.91) แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองมีความเป็นสีเขียวมากขึ้น แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมมีค่าเป็นลบ และมีค่าน้อยที่สุด (-0.62) แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองมีความเป็นสีแดงมากขึ้น

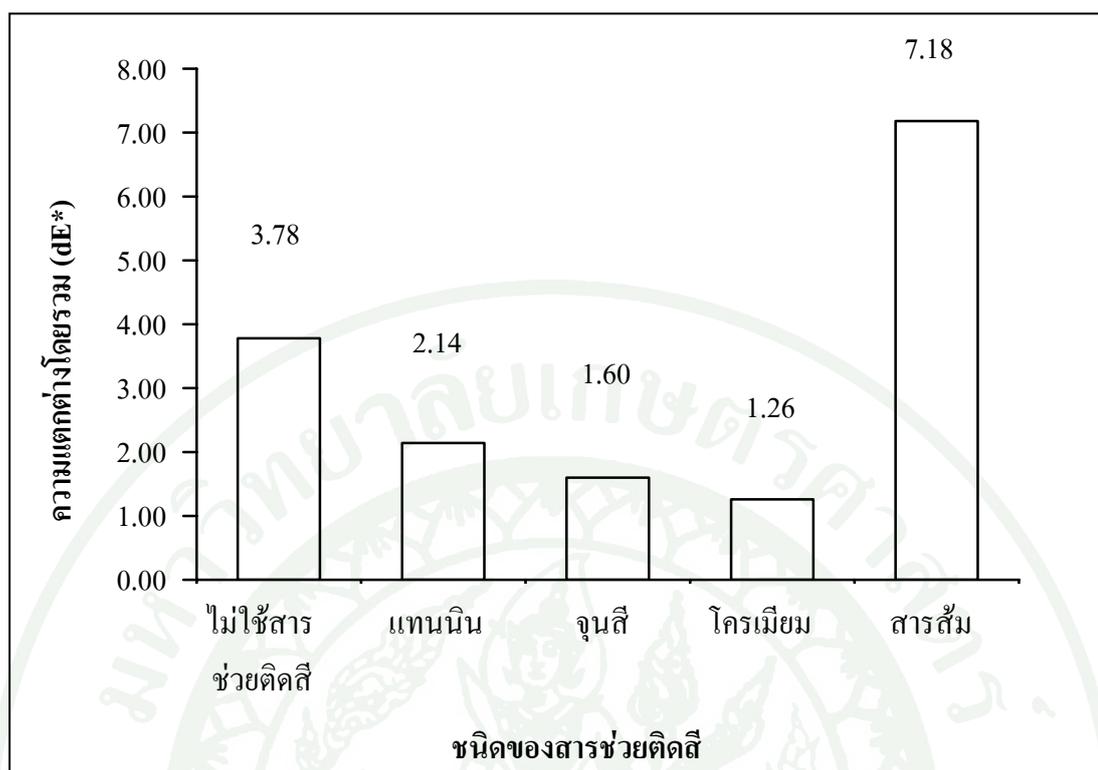
สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dH^* เท่ากับ 0.16 -0.16 และ 0.07 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีความเป็นสีเขียวมากขึ้นภายหลังการซัก แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนย้อมจะมีความเป็นสีแดงมากขึ้นภายหลังการซัก

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างโดยรวม หรือค่า dE^* (total color difference) ของผ้าทดลอง ภายหลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า การย้อมด้วยวิธีใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนิน หรือจุนสี หรือโครเมียมหลังย้อมมีค่าไม่เกิน 2 หน่วย ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ที่ทางอุตสาหกรรมให้การยอมรับ จะมีค่าประมาณ 1-2 หน่วย (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) หมายความว่า สีของผ้าทดลองที่ใช้

สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน มีค่าความแตกต่างโดยรวมของสีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงกล่าวได้ว่าหลังการซัก การใช้สารช่วยติดสีด้วยวิธีดังกล่าวทำให้สีเปลี่ยนไป แต่อยู่ในการยอมรับทางอุตสาหกรรม โดยการใส่สารส้อมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมให้ค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) มากที่สุด (7.60) ในขณะที่การใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้จุนสีหลังย้อมมีค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) น้อยที่สุด (1.04)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dE* เท่ากับ 2.44 3.47 และ 1.84 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีภายหลังการซักมีการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างต่ำ

จากตารางผนวกที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) หลังซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 6.1 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 6.2 และ 6.3 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) ที่ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 38 ความแตกต่างโดยรวม (dE*) ของฟ้าย่อยที่เชื่อมด้วยสีจากใบแก้วโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 38 พบว่า สารส้มมีค่าความแตกต่างโดยรวมมากที่สุด ในขณะที่โครเมียมมีค่าความแตกต่างโดยรวมน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) ได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โครเมียม จุนสีและแทนนิน กลุ่มที่ 2 ไม่ใช่สารช่วยติดสี กลุ่มที่ 3 สารส้ม (ตารางผนวกที่ 22)

ตารางที่ 6 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าการเปลี่ยนแปลงสี		
วิธีใช้	สารช่วยติดสี หลังการข้อม		dE*	ระดับความคงทน	ชั้นคุณภาพ
ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม					
ข้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		4.10 ^b	3	เกือบดี
ข้อมสี	แทนนิน	5%	2.44 ^{cd}	4	ดีมาก
ข้อมสี	จุนสี	5%	2.15 ^{cd}	4	ดีมาก
ข้อมสี	โครเมียม	5%	1.24 ^d	4-5	ดีเลิศ
ข้อมสี	สารส้ม	5%	7.60 ^a	2	พอใช้
ใช้แทนนินก่อนข้อม					
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		3.47 ^{bc}	3	เกือบดี
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	แทนนิน	5%	1.84 ^d	4	ดีมาก
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	จุนสี	5%	1.04 ^d	4-5	ดีเลิศ
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	โครเมียม	5%	1.27 ^d	4-5	ดีเลิศ
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	สารส้ม	5%	6.75 ^a	2-3	ดีพอใช้

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 6 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงสีเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงทุกลักษณะ เช่น สีเข้มขึ้น หรือสีเปลี่ยนไปโดยไม่คำนึงว่าโมเลกุลสีจะหลุดออกจากใยผ้าหรือไม่ และระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าทดลองโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล พบว่า ผ้าทดลองที่ข้อมด้วยวิธีใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังข้อม วิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังการข้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังข้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 4 - 5 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดีเลิศ วิธีใช้แทนนิน และจุนสีหลังการข้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังข้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 4 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดีมาก การข้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี และวิธีใช้แทนนินก่อนข้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อมมีระดับความคงทนของสีที่

ระดับ 3 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักเกือบดี วิธีใช้แทนนินก่อนเชื่อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังเชื่อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 2 - 3 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดีพอใช้ และวิธีใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังเชื่อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 2 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักพอใช้

ในทางอุตสาหกรรมยอมรับค่าการเปลี่ยนแปลงของสีต้องอยู่ในระดับความคงทน 3 - 4 ขึ้นไป ดังนั้นการเชื่อมด้วยวิธีใช้แทนนิน หรือจุนสี หรือ โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังเชื่อม และวิธีใช้แทนนินก่อนการเชื่อมร่วมกับการใช้แทนนิน หรือจุนสี หรือ โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังเชื่อมมีความคงทนอยู่ในระดับที่อุตสาหกรรมยอมรับ

ตารางที่ 7 ค่าการเปื้อนสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่เชื่อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าการเปื้อนสี		
วิธีใช้	สารช่วยติดสีหลังเชื่อม		dE*	ระดับความคงทน	ชั้นคุณภาพ
ใช้สารช่วยติดสีหลังเชื่อม					
เชื่อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		1.31 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
เชื่อมสี	แทนนิน	5%	1.11 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
เชื่อมสี	จุนสี	5%	1.89 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
เชื่อมสี	โครเมียม	5%	1.05 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
เชื่อมสี	สารส้ม	5%	1.07 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
ใช้แทนนินก่อนเชื่อม					
แทนนิน 5% ก่อนเชื่อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		1.36 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
แทนนิน 5% ก่อนเชื่อม	แทนนิน	5%	1.95 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
แทนนิน 5% ก่อนเชื่อม	จุนสี	5%	1.88 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
แทนนิน 5% ก่อนเชื่อม	โครเมียม	5%	1.11 ^a	5	ดียอดเยี่ยม
แทนนิน 5% ก่อนเชื่อม	สารส้ม	5%	1.42 ^a	5	ดียอดเยี่ยม

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 7 แสดงค่าการเปลี่ยนสีเป็นการประเมินการหลุดของสีจากใยผ้าและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล พบว่า ทุกวิธีมีระดับความคงทนที่ระดับ 5 แสดงว่า ความคงทนของสีดียอดเยี่ยม หมายถึง สีข้อมไม่ตกติดบนผ้าขาว ซึ่งสอดคล้องกับทางอุตสาหกรรมที่ยอมรับค่าการเปลี่ยนสีต้องอยู่ในระดับความคงทน 4 - 5 ขึ้นไป

2.2 ใบหูกวาง นำทดลองผ้าทดลองที่ข้อมโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ไปทดสอบซัก แล้วนำไปวัดค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* และวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสี dL^* , da^* , db^* , dC^* , dH^* และ dE^* วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และผลการประเมินระดับความคงทนของสี ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* หลังซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี		ค่าสี				
วิธีการ	สารช่วยติดสี	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม						
ข้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	50.91 ^d	9.37 ^a	37.83 ^c	38.97 ^c	76.09 ^{cd}
ข้อมสี	แทนนิน 5%	61.57 ^a	6.32 ^f	32.94 ^d	33.53 ^d	79.15 ^b
ข้อมสี	จุนสี 5%	35.50 ^g	8.41 ^d	23.09 ^g	24.58 ^g	69.98 ^f
ข้อมสี	โครเมียม 5%	40.04 ^e	7.64 ^e	29.07 ^e	30.57 ^e	75.29 ^d
ข้อมสี	สารส้ม 5%	54.77 ^b	7.66 ^e	45.19 ^a	45.85 ^a	80.36 ^a
ใช้แทนนินก่อนข้อม						
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	53.16 ^c	9.02 ^{abc}	38.91 ^c	39.94 ^c	76.95 ^c
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	แทนนิน 5%	61.05 ^a	6.48 ^f	33.05 ^d	33.68 ^d	78.82 ^b
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	จุนสี 5%	35.56 ^g	9.24 ^{ab}	22.33 ^g	24.17 ^g	66.52 ^g
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	โครเมียม 5%	38.45 ^f	8.72 ^{cd}	27.42 ^f	28.78 ^f	72.35 ^e
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	สารส้ม 5%	51.93 ^{cd}	8.92 ^{bc}	43.85 ^b	44.74 ^b	78.49 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยหลังการทดสอบซักผ้าใหม่ย้อมสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ได้ผลดังนี้

ค่าความสว่างของสี (L^*) พบว่า การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีค่าความสว่างของสีเพิ่มขึ้น (61.57) เมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ในขณะที่การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีค่าความสว่างน้อยที่สุด (35.50) หรือทำให้สีมืดขึ้น

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า L^* เท่ากับ 61.57 53.16 และ 61.05 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าใหม่ด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่ค่อนข้างสว่างภายหลังการซัก

ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a^*) พบว่า ภายหลังการทดสอบซักทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นแดง การย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด (9.37) ในขณะที่การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีแดงเป็นสีแดงน้อยที่สุด (6.32)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า a^* เท่ากับ 6.32 9.02 และ 6.48 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าใหม่ด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความเป็นสีแดงภายหลังการซัก

ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^*) พบว่า ภายหลังการทดสอบซักทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลือง โดยการใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด (44.19) ในขณะที่การใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้จุนสีหลังย้อมมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด (22.33)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมรวมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า b^* เท่ากับ 32.94 38.91 และ 33.05 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าใหม่ด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความเป็นสีเหลืองภายหลังการซัก

ค่าความสดใสของสี (C*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าความสดใสของสีลดลง หรือสีหม่นขึ้น โดยการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีสีหม่นมากที่สุด (24.17) ในขณะที่การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองมีสีหม่นน้อยที่สุด (45.85)

สำหรับการใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้น้ำมันก่อนย้อม และการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้น้ำมันหลังย้อมมีค่า C* เท่ากับ 33.53 39.94 และ 33.68 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีในลักษณะที่มีความหม่นภายหลังการซัก

ค่าตำแหน่งสี (h*) พบว่า ภายหลังการทดสอบซักมีค่าอยู่ระหว่าง 66 - 80 องศา ตามหลักการวัดค่าสีในระบบ CIELAB แสดงว่าสีของผ้าอยู่ในช่วงสีส้มถึงสีเหลืองเช่นเดียวกับก่อนทดสอบซัก โดยการใช้สารส้มหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองมากที่สุด (80.36) แตกต่างจากการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้จุนสีหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองอยู่ในตำแหน่งสีส้ม (66.52)

สำหรับการใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้น้ำมันก่อนย้อม และการใช้น้ำมันก่อนย้อมร่วมกับการใช้น้ำมันหลังย้อม มีค่าตำแหน่งสี (h*) เท่ากับ 79.15 76.95 และ 78.82 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้น้ำมันเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองภายหลังการซัก

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย dL*, da*, db*, dC*, dH* และ dE* หลังซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบ
หูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าสี					
วิธีการ	สารช่วยติดสี		dL*	da*	db*	dC*	dH*	dE*
ใช้สารช่วยติดสีหลังข้อม								
ข้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		-9.05 ^c	5.61 ^a	-0.82 ^f	0.14 ^c	-5.66 ^f	10.68 ^a
ข้อมสี	แทนนิน	5%	-2.53 ^c	2.03 ^d	-0.23 ^{ef}	0.10 ^c	-2.04 ^d	3.28 ^{dc}
ข้อมสี	จุนสี	5%	0.66 ^b	1.27 ^e	1.83 ^{ab}	2.15 ^a	-0.59 ^c	2.34 ^{ef}
ข้อมสี	โครเมียม	5%	0.65 ^b	-1.40 ^f	1.50 ^{bc}	1.05 ^b	1.76 ^b	2.20 ^f
ข้อมสี	สารส้ม	5%	-1.95 ^c	4.39 ^b	0.73 ^{cd}	1.25 ^{ab}	-4.24 ^e	4.87 ^c
ใช้แทนนินก่อนข้อม								
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		-5.49 ^d	4.47 ^b	0.75 ^{cd}	1.51 ^{ab}	-4.27 ^e	7.13 ^b
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	แทนนิน	5%	-1.79 ^c	1.62 ^{dc}	-0.18 ^{ef}	0.09 ^c	-1.63 ^d	2.49 ^{ef}
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	จุนสี	5%	-1.81 ^c	2.61 ^c	1.05 ^{bcd}	1.81 ^{ab}	-1.86 ^d	3.17 ^{def}
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	โครเมียม	5%	2.23 ^a	-1.63 ^f	2.57 ^a	1.85 ^{ab}	2.41 ^a	3.79 ^d
แทนนิน 5% ก่อนข้อม	สารส้ม	5%	-4.72 ^d	4.49 ^b	0.38 ^{de}	1.05 ^b	-4.38 ^e	6.53 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 9 แสดงค่าความแตกต่างเฉลี่ยของสีหลังการทดสอบซักผ้าไหมข้อมสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยวิธีที่ต่างกันได้ผลดังนี้

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง (dL*) พบว่า การใช้แทนนินก่อนข้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังข้อมมีค่าเป็นบวก และมีค่ามากที่สุด (2.23) แสดงว่าผ้าทดลองสว่างขึ้น และสว่างที่สุดในขณะที่การข้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าเป็นลบและมีค่าน้อยที่สุด (-9.05) แสดงว่าผ้าทดลองมืดขึ้น และมีมืดที่สุด

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dL^* เท่ากับ -2.53 -5.49 และ -1.79 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความมืดมากขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (da^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก โดยการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าเป็นบวก และมีค่ามากที่สุด (5.61) แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองแดงกว่าก่อนทดสอบซัก ยกเว้น โครเมียมมีค่าเป็นลบ โดยการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อมทำให้ผ้าทดลองเขียวกว่าก่อนทดสอบซัก (-1.63)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า da^* เท่ากับ 2.03 4.47 และ 1.62 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (db^*) พบว่าการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อมมีค่าเป็นบวกและมีค่ามากที่สุด (2.56) แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองเหลืองกว่าก่อนทดสอบซัก ในขณะที่การย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าเป็นลบและมีค่าน้อยที่สุด (-0.82) แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองน้ำเงินกว่าก่อนทดสอบซัก

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า db^* เท่ากับ -0.23 0.75 และ -0.18 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินหลังย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก แตกต่างจากการใช้แทนนินก่อนย้อม จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

ค่าความแตกต่างของสีที่ใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในด้านความสดใสของสี (dC^*) พบว่า ทุกวิธีมีค่าเป็นบวก แสดงว่าภายหลังการทดสอบซักผ้าทดลองสดใสกว่าก่อนทดสอบซัก โดยการ

ใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมมีค่าความสดสีของสีมากที่สุด (2.15) ในขณะที่การใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่าความสดสีของสีน้อยที่สุด (0.09)

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dC^* เท่ากับ 0.10 1.51 และ 0.09 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะให้ค่าสีเปลี่ยนไปในลักษณะที่สดสีขึ้นภายหลังการซัก

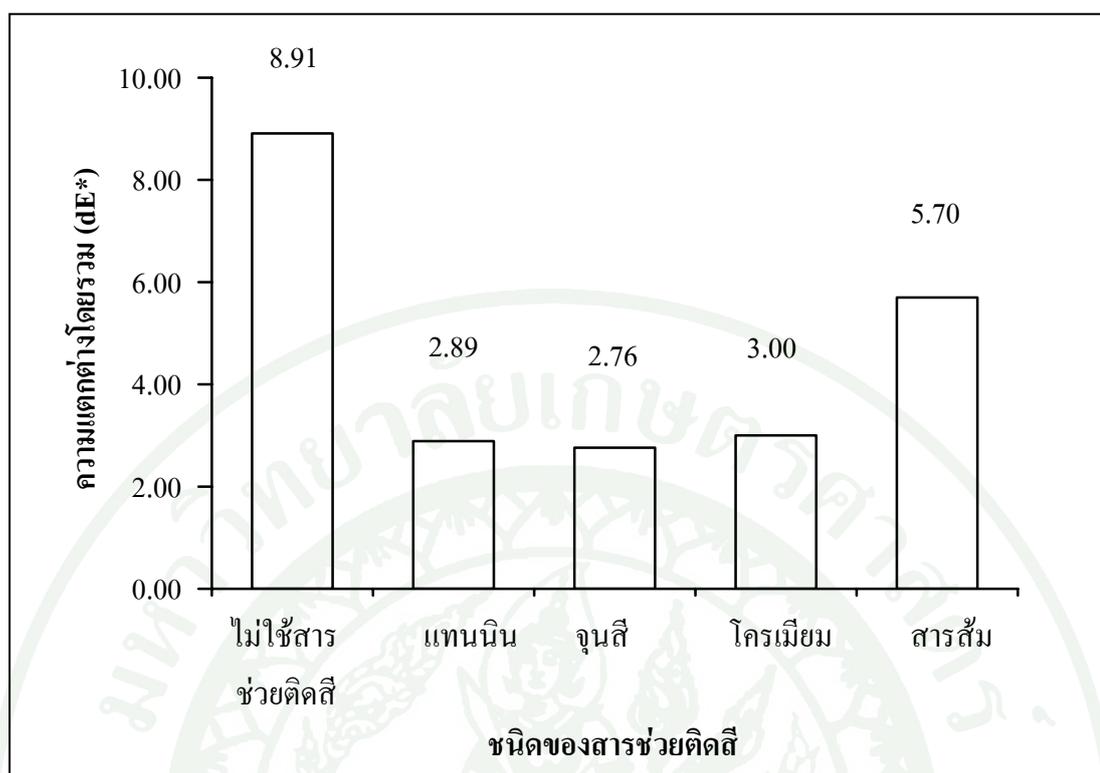
ค่าความแตกต่างของสีที่ใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในด้านตำแหน่งสี (dH^*) เนื่องจากค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h^*) อยู่ในช่วงสีส้มถึงสีเหลือง ในที่นี้การย้อมโดยใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อมมีตำแหน่งสี (h^*) อยู่ในช่วงสีส้ม (67.38) ถ้าค่าความแตกต่างของตำแหน่งสี (dH^*) มีค่าเป็นบวก ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ถ้าค่าความแตกต่างของตำแหน่งสี (dH^*) มีค่าเป็นลบ ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีแดงมากขึ้น พบว่า วิธีดังกล่าวมีค่าเป็นบวก และมีค่ามากที่สุด (2.41) แสดงว่าผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ในขณะที่วิธีอื่นไม่มีตำแหน่งสี (h^*) อยู่ในช่วงสีเหลือง ถ้าค่าความแตกต่างของตำแหน่งสี (dH^*) มีค่าเป็นบวก ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเขียวมากขึ้น ถ้ามีค่าเป็นลบ ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีแดงมากขึ้น การย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าเป็นลบและมีค่าน้อยที่สุด (-5.66) แสดงว่าผ้าทดลองจะมีความเป็นสีแดงมากขึ้น

สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dH^* เท่ากับ -2.04 -4.27 และ -1.63 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสี จะมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นภายหลังการซัก

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างโดยรวม หรือค่า dE^* (total color difference) ของผ้าทดลอง หลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักมีค่าเกิน 2 หน่วย ซึ่งค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ที่ทางอุตสาหกรรมให้การยอมรับจะมีค่าประมาณ 1-2 หน่วย (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542) หมายความว่า สีของผ้าทดลองที่ใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันมีค่าความแตกต่างโดยรวมของสีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงกล่าวได้ว่าหลังการซัก การใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ทำให้สีเปลี่ยนไป การย้อมสีจากใบหูกวางโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีหลังการย้อมสีมีค่าความแตกต่างโดยรวมมากที่สุด (10.68) ในขณะที่การใช้โครเมียมมีค่าความแตกต่างโดยรวมน้อยที่สุด (2.20) สำหรับการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อม

ร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีค่า dE^* เท่ากับ 3.28 7.13 และ 2.49 ตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม ภายหลังจากซักมีการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างต่ำ ในขณะที่การใช้แทนนินก่อนย้อม ภายหลังจากซักมีการเปลี่ยนแปลงของสีสูง

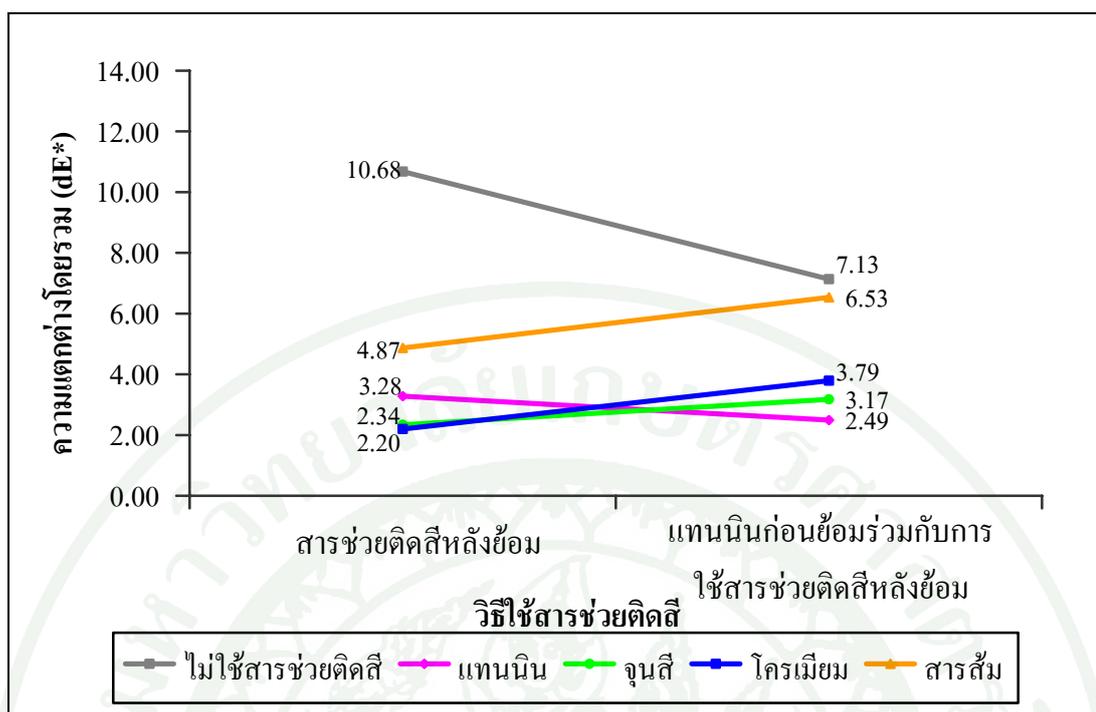
จากตารางผนวกที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) หลังซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน พบว่า ชนิดของสารช่วยติดสีและปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 6.1 และ 6.3 ที่ตั้งไว้ ส่วนวิธีใช้สารช่วยติดสีไม่มีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงยอมรับสมมติฐานข้อที่ 6.2 ที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า ชนิดของสารช่วยติดสี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีที่ต่างกันมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ที่แตกต่างกัน แต่วิธีใช้สารช่วยติดสีแตกต่างกันมีผลต่อค่า ความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ที่ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 39 ความแตกต่างโดยรวม (dE*) ของฟ้าย่อยที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยชนิดของสารช่วยติดสีที่ต่างกัน

ชนิดของสารช่วยติดสีมีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 39 พบว่า การข้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีค่าความแตกต่างโดยรวมมากที่สุด ในขณะที่การสารช่วยติดสีทำให้ค่าความแตกต่างโดยรวมลดลง โดยการใส่สารส้มมีค่าความแตกต่างโดยรวมมากที่สุด และจุนสีมีค่าความแตกต่างโดยรวมน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มสารช่วยติดสีที่มีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) ได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 จุนสี แทนนินและโครเมียม กลุ่มที่ 2 สารส้ม กลุ่มที่ 3 ไม่ใช้สารช่วยติดสี (ตารางผนวกที่ 24)



ภาพที่ 40 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดและวิธีใช้สารช่วยติดสีต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารช่วยติดสีและวิธีใช้มีผลต่อค่าความแตกต่างโดยรวม (dE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 40 พบว่า สารช่วยติดสีทุกชนิดมีผลต่อวิธีการเลือกใช้สารช่วยติดสีทั้ง 2 วิธีอย่างชัดเจน สำหรับค่าความแตกต่างโดยรวมนั้นควรมีค่าต่ำ ดังนั้นเมื่อใช้สารส้ม หรือโครเมียม หรือจุนสีด้วยวิธีใช้เป็นสารช่วยติดสีหลังย้อมจะมีค่าความแตกต่างโดยรวมน้อยกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับสารส้ม หรือโครเมียม หรือจุนสีหลังย้อม ในขณะที่การใช้แทนนินด้วยวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อมจะมีค่าความแตกต่างโดยรวมน้อยกว่าวิธีใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม เช่นเดียวกับการใช้แทนนินก่อนย้อมแล้วไม่ใช้สารช่วยติดสีหลังย้อม

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง ถ้าต้องการค่าความแตกต่างโดยรวมน้อย ควรใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม

ตารางที่ 10 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าการเปลี่ยนแปลงสี		
วิธีใช้	สารช่วยติดสี หลังการย้อม		dE*	ระดับความคงทน	ชั้นคุณภาพ
ใช้สารช่วยติดสีหลัง					
ย้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		10.68 ^a	1-2	แย่มาก
ย้อมสี	แทนนิน	5%	3.28 ^{bc}	3-4	ดี
ย้อมสี	จุนสี	5%	2.34 ^{ef}	4	ดีมาก
ย้อมสี	โครเมียม	5%	2.20 ^f	4	ดีมาก
ย้อมสี	สารส้ม	5%	4.87 ^c	2-3	ดีพอใช้
ใช้แทนนินก่อนย้อม					
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี		7.13 ^b	2	พอใช้
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	แทนนิน	5%	2.49 ^{ef}	4	ดีมาก
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	จุนสี	5%	3.17 ^{def}	3-4	ดี
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	โครเมียม	5%	3.79 ^d	3	เกือบดี
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	สารส้ม	5%	6.53 ^b	2-3	ดีพอใช้

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 10 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงสีเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงทุกลักษณะพบว่า ผ้าทดลองที่ย้อมด้วยวิธีใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม วิธีใช้โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 4 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดีมาก วิธีใช้แทนนินหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 3-4 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดี วิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้โครเมียมหลังย้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 3 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักเกือบดี วิธีใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้สารส้มหลังย้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ

2 - 3 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักดีพอใช้ วิธีใช้แทนนินก่อนย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี หลังย้อมมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 2 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักพอใช้ และการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 1 - 2 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักแย้

ในทางอุตสาหกรรมยอมรับค่าการเปลี่ยนแปลงของสีต้องอยู่ในระดับความคงทน 3 - 4 ขึ้นไป ดังนั้นการย้อมด้วยวิธีใช้แทนนิน หรือจุนสี หรือ โครเมียมเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนิน หรือจุนสีหลังย้อมมีความคงทนอยู่ในระดับที่อุตสาหกรรมยอมรับ

ตารางที่ 11 ค่าการเปื้อนสีและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน ประเมินด้วยเกรย์สเกล

วิธีใช้สารช่วยติดสี			ค่าการเปื้อนสี		
วิธีใช้	สารช่วยติดสี	dE*	ระดับความคงทน	ชั้นคุณภาพ	
	หลังการย้อม				
ใช้สารช่วยติดสี					
ย้อมสี	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	1.09 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
ย้อมสี	แทนนิน 5%	0.90 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
ย้อมสี	จุนสี 5%	1.05 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
ย้อมสี	โครเมียม 5%	1.08 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
ย้อมสี	สารส้ม 5%	0.87 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
ใช้แทนนินก่อนย้อม					
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	ไม่ใช้สารช่วยติดสี	1.62 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	แทนนิน 5%	1.32 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	จุนสี 5%	1.16 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	โครเมียม 5%	0.88 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	
แทนนิน 5% ก่อนย้อม	สารส้ม 5%	1.27 ^a	5	ดียอดเยี่ยม	

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a,b,c,...) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 11 แสดงค่าการเปื้อนสีเป็นการประเมินการหลุดของสีจากใยผ้าและระดับความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกันประเมินด้วยเกรย์สเกล พบว่า ทุกวิธีมีระดับความคงทนที่ระดับ 5 แสดงว่าความคงทนของสีดียอดเยี่ยม หมายถึง สีย้อมจะไม่ตกติดบนผ้าขาว ซึ่งสอดคล้องกับทางอุตสาหกรรมที่ยอมรับค่าการเปื้อนสีต้องอยู่ในระดับความคงทน 4-5 ขึ้นไป



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีจากใบแก้ว และใบหูกวาง พบว่าสีที่ได้ คือ สีเหลือง ผลการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีทำให้ผ้าไหมอยู่ในตำแหน่งสีเหลืองเช่นเดิม และอยู่ในช่วงสว่าง แต่ไม่สดใส สำหรับใบแก้วมีความสว่างของสีรองจากการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี ในขณะที่ใบหูกวางมีความสว่างของสีมากที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีใช้สารช่วยติดสีด้วย โดยวิธีใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีหลังย้อม ทำให้ผ้าไหมมีความสว่างของสีมากกว่าวิธีใช้แทนนินก่อนย้อม และวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อม

ผลการศึกษาความคงทนของสีต่อการซัก โดยประเมินจากค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) พบว่า แทนนินทำให้สีของผ้าไหมสว่างขึ้น และไม่ทำให้สีย้อมติดบนผ้าขาว โดยวิธีใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อม จากการประเมินด้วยเกรย์สเกลมีระดับความคงทนของสีต่อการซักที่ระดับ 4 (ดีมาก) แสดงให้เห็นว่าแทนนินทำให้สีย้อมมีความคงทนของสีต่อการซักตามที่อุตสาหกรรมยอมรับ

จากผลการจัดกลุ่มความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แทนนิน จุนสี และโครเมียมมีค่าความแตกต่างโดยรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำไปใช้

1. ค่าสีที่ได้จากการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การใช้แทนนินหลังย้อม การใช้แทนนินก่อนย้อม และการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับการใช้แทนนินหลังย้อม มีค่าสีแตกต่างกันเล็กน้อย สามารถเลือกวิธีใช้แทนนินก่อนย้อม เนื่องจากค่าสีที่ได้ใกล้เคียงกับการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี

2. สารช่วยติดสีสามารถเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ โดยแทนนินสามารถเพิ่มความสว่าง โครเมียมทำให้ผ้าทดลองมีความเป็นสีแดง และสารส้มสามารถเพิ่มความสดใสของสี ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการ

3. เมื่อพิจารณาค่าความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า แทนนิน โครเมียม และจุนสีมีค่าความแตกต่างโดยรวมไม่ต่างกัน และอยู่ในระดับที่อุตสาหกรรมยอมรับ

4. การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบแก้วมีความคงทนของสีต่อการซักดีกว่าสีจากใบหูกวาง (เนื่องจากมีค่าความแตกต่างโดยรวมต่ำกว่า) โดยวิธีการใช้แทนนินก่อนย้อมร่วมกับแทนนินหลังย้อมมีการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมต่ำกว่าการใช้แทนนิน หลังย้อมและการใช้แทนนินก่อนย้อม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีกับวัสดุให้สีชนิดอื่น นอกเหนือจากใบแก้วและใบหูกวาง
2. ควรทดลองกับผ้าชนิดอื่น นอกเหนือจากผ้าไหม
3. ควรศึกษาระยะเวลา อุณหภูมิ และระดับความเข้มข้นของแทนนินที่แตกต่างจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาแนวโน้มของค่าสี และค่าความคงทนของสีต่อการซัก
4. ควรทดสอบความคงทนของสีในด้านอื่น เช่น ความคงทนของสีต่อแสง ความคงทนของสีต่อการขัดถู เป็นต้น
5. เพิ่มการทดสอบซักด้วยมาตรฐานอื่น หรือใช้ผ้าทดสอบเบอร์ (No.) อื่น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ. ม.ป.ป. การย้อมสี. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ ศิววัฒน์. 2546. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชันแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรายุพิน จันทระประสงค์. 2542. ไม้ดันประดับ เล่ม 1. บริษัทอัมรินทร์ปริ้นติ้ง แอนด์ พับบลิชซิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

เจริญศรี เบญจมาลา. 2541. ผลของสารช่วยติดสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลธิรา โมชฎาพร. 2546. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ศิลป์ รูปพนม. 2531. เคมีของสีย้อมกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ 15(3): 155-161.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณ โอภาส. 2534. เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม. วารสารวิทยาศาสตร์ 50(3): 155-161.

นันทนัช พิเชษฐวิทย์. 2533. ผลของสารช่วยติดสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยใบตะขบฝรั่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลแข ปาลิวนิช. 2542. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย “ฉบับปรับปรุงใหม่”. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

พัฒน์ พิษาน. 2546. ปลูกพรรณไม้มงคลเสริมดวงชะตาชีวิต. จูปีตัส, กรุงเทพฯ.

- พินัย ห้องทองแดง. 2548. **พันธุ์ไม้ย้อมสีธรรมชาติ**. บริษัท พี. เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.
- มณฑา จันทร์เกตุเลียด. 2541. **วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น**. หอรัตนชัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. 2542. **ชีวเคมี**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- โมโตอิ มินะกาวะ, เออิจิชิ คาวาอิ และ เข็มชัย เหมะจันทร์. 2530. **วิทยาการไหมเล่ม 1**. คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไทย. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- ริกาญจน์ ฉัตรสกุลวิไล. ม.ป.ป. **ลิกนิน-แทนนิน**. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- วัชรพันธ์ ศิริพันธุ์. 2550. **การศึกษาประสิทธิภาพการติดสีธรรมชาติของผ้าไหมและการกำจัดสีจากน้ำเสียโดยวิธีตกตะกอนทางเคมี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วนิดา สุบรรณเสณี, สมภาร ควิตชาติ และ ประเชิญ สร้อยทองคำ. 2531. **สีธรรมชาติจากพืชและสัตว์ในประเทศไทย**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2542. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วรรณ ดอนชัย. 2548. **เอกสารชุดความรู้เรื่องสีย้อมธรรมชาติ**. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ศรัณยา เกษมบุญญากร. 2553. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสีและการย้อมสี**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศรัณยา เกษมบุญญากร. 2555. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการทดสอบสิ่งทอ**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศรินทร์ แก้วแพรก. 2548. **ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). 2544. **ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ลำดับที่ 3 : พืชที่ให้สีธรรมชาติและแทนนิน**. ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ จารุจินดา. 2538. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. **สิ่งทอ** 3(1): 6-11.

สุจรรยา สุปลชวณิชย์. 2549. **สถานะที่เหมาะสมสำหรับการซักผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2542. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสีสิ่งทอ**. สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545. **กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

อัจฉราพร ไสละสูต. 2517. **คู่มือการย้อมสี**. อักษรบัณฑิต, กรุงเทพฯ.

อรวิรินทร์ โทรกกี. 2521. **ผ้าและเส้นใย**. วิทยุกิจ, กรุงเทพฯ.

AATCC. 2002. **AATCC Technical Manual. Vol. 77**, American Association of Textile Chemist and Colorists, North Carolina.

Fereday, G. 2003. **Natural Dyes**. The British Museum Press, London.

Gohl, E. P. G. and L.D. Vilensky. 1990. **Textile Science**. 2nd ed., Longman Cheshire, Melbourne.

Green , D. 1972. **Fabric Printing and Dyeing**. Fletcher & Son Ltd., Norwich.

Held, S.E. 1973. **Weaving**. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.

Joseph, M.L. 1976. **Essentials of Textile**. Holt Rinehart and Winston Inc., New York.

Lub, H. 1972. **The Chemistry of Synthesis Dyes and Pigments**. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.

Moeyes, M. 1993. **Natural Dyeing in Thailand**. White Lotus Co.Ltd., Bangkok.

Morton, W.E. and J.W.S. Hearle. 1975. **Physical Properties of Textiles Fibres**. William Heinemann Ltd., London.

Parrott, B. 1979. The Chemistry of Dyeing. pp. 55-58. *In* F. McGourty., eds. **Natural Plant Dyeing A Handbook**. Brooklyn Botanic Garden, New York.

Vigo, T.L. 1994. **Textile Processing and Properties; Preparation, Dyeing, Finishing and Performance**. Elsevier Science B.V., Amsterdam.



ภาคผนวกที่ 1 การศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีจากใบแก้ว และใบหูกวาง

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	891.999	99.11	469.498*
สารช่วยติดสี	4	880.867	220.217	1043.187*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	3.924	3.924	18.589*
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	7.208	1.802	8.536*
Error	20	4.222	.211	
Total	29	896.221		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 2 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า L* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ย้อม โดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย L*	Duncan's Group
โครเมียม	66.00	A
จุนสี	66.23	A
แทนนิน	76.74	B
สารส้ม	77.22	B
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	77.53	C

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วโดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	55.210	6.134	175.070*
สารช่วยติดสี	4	54.992	13.748	392.350*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	.000	.000	.008
สารช่วยติดสี \times วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	.218	.055	1.555
Error	20	.701	.035	
Total	29	55.911		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 4 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า a^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย a^*	Duncan's Group
จุนสี	-3.41	A
สารส้ม	-3.34	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	-2.30	B
แทนนิน	-2.14	B
โครเมียม	0.33	C

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว
โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	523.362	58.151	317.732*
สารช่วยติดสี	4	520.963	130.241	711.621*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	.072	.072	.394
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	2.327	.582	3.179*
Error	20	3.660	.183	
Total	29	527.023		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 6 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า b^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ย้อม
โดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย b^*	Duncan's Group
แทนนิน	21.81	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	23.57	B
โครเมียม	28.90	C
จุนสี	29.36	C
สารส้ม	33.30	D

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า C* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	509.969	56.663	177.416*
สารช่วยติดสี	4	507.502	126.876	397.256*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	.040	.040	.126
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	2.426	.607	1.899
Error	20	6.388	.319	
Total	29	516.357		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 8 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า C* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's Group
แทนนิน	21.92	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	23.68	B
โครเมียม	29.07	C
จุนสี	29.64	C
สารส้ม	33.13	D

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า h^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	210.679	23.409	206.719*
สารช่วยติดสี	4	209.912	52.478	463.423*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	.010	.010	.092
สารช่วยติดสี \times วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	.757	.189	1.671
Error	20	2.265	.113	
Total	29	212.944		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 10 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า h^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย h^*	Duncan's Group
โครเมียม	89.35	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	95.57	B
แทนนิน	95.61	B
สารส้ม	95.79	B
จุนสี	96.61	C

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	3981.057	442.340	758.799*
สารช่วยติดสี	4	3957.554	989.388	1697.219*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	4.271	4.271	7.327*
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	19.231	4.808	8.248*
Error	20	11.659	.583	
Total	29			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 12 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า L* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย L*	Duncan's Group
จุนตี	35.77	A
โครเมียม	37.90	B
สารส้ม	56.68	C
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	59.31	D
แทนนิน	63.48	E

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	153.862	17.096	146.355*
สารช่วยติดสี	4	147.660	36.915	316.027*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	3.838	3.838	32.855*
สารช่วยติดสี \times วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	2.363	.591	5.058*
Error	20	2.336	.117	
Total	29	156.198		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 14 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า a^* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบหูกวางที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย a^*	Duncan's Group
สารส้ม	3.85	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	4.16	A
แทนนิน	4.57	B
จุนสี	7.01	C
โครเมียม	9.69	D

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	2007.271	223.030	375.036*
สารช่วยติดสี	4	1994.363	498.591	838.404*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	5.043	5.043	8.480*
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	7.865	1.966	3.306*
Error	20	11.894	.595	
Total	29	2019.164		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 16 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า b* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางที่ย้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย b*	Duncan's Group
จุนตี	21.27	A
โครเมียม	26.21	B
แทนนิน	33.19	C
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	38.40	D
สารส้ม	43.97	E

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า C* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบहुกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	1768.659	196.518	324.680*
สารช่วยติดสี	4	1760.658	440.164	727.224*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	3.247	3.247	5.365*
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	4.754	1.189	1.964
Error	20	12.105	.605	
Total	29	1780.765		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 18 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า C* ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากใบहुกวางที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's Group
จุนสี	22.39	A
โครเมียม	27.97	B
แทนนิน	33.51	C
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	38.63	D
สารส้ม	44.15	E

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า h^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	1284.689	142.743	688.339*
สารช่วยติดสี	4	1246.501	311.625	1502.726*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	17.207	17.207	82.974*
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	20.981	5.245	25.294*
Error	20	4.147	.207	
Total	29	1288.837		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 20 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า h^* ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบหูกวางที่ย้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย h^*	Duncan's Group
โครเมียม	69.62	A
จุนสี	71.77	B
แทนนิน	82.16	C
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	83.82	D
สารส้ม	84.97	E

ภาคผนวกที่ 2 การศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีจากใบแก้ว และใบหูกวา

ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE* หลังซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้ว โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	146.118	16.235	23.732*
สารช่วยติดสี	4	142.107	35.527	51.932*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	2.952	2.952	4.315
สารช่วยติดสี × วิธีใช้สารช่วยติดสี	4	1.059	.265	.387
Error	20	13.682	.684	
Total	29	159.800		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 22 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า dE* หลังซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากใบแก้วที่ย้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย dE*	Duncan's Group
โครเมียม	1.26	A
จุนลี	1.60	A
แทนนิน	2.14	A
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	3.78	B
สารส้ม	7.18	C

ตารางผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า dE* หลังซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจาก
ใบหูกวาง โดยใช้สารช่วยติดสีด้วยชนิดและวิธีที่ต่างกัน

Source of Variation	df	SS	MS	F
Treatment	9	200.726	22.303	71.659*
สารช่วยติดสี	4	171.929	42.982	138.101*
วิธีใช้สารช่วยติดสี	1	.018	.018	.057
สารช่วยติดสีวิธีใช้×สารช่วยติดสี	4	28.779	7.195	23.117*
Error	20	6.225	.311	
Total	29	206.950		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางผนวกที่ 24 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่า dE* หลังซักของผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจาก
ใบหูกวางที่ข้อมโดยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน

สารช่วยติดสี	ค่าเฉลี่ย dE*	Duncan's Group
จุนดี	2.76	A
แทนนิน	2.89	A
โครเมียม	3.00	A
สารส้ม	5.70	B
ไม่ใช้สารช่วยติดสี	8.91	C

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวพรสุดา เหมาชัย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	10 สิงหาคม 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	คศ.บ. ผ้าและเครื่องแต่งกาย- อุตสาหกรรมเครื่อง แต่งกาย (เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

