การย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

SILK FABRIC DYEING WITH NATURAL DYE FROM GREEN BANANA PEEL *(Musa sapientum L.)*

รังสรรค์ จรอนันต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

รังสรรค์ จรอนันต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ Silk Fabric Dyeing with Natural Dye from Green Banana Peel *(Musa sapientum L.)*
ชื่อ-นามสกุล	นายรังสรรค์ จรอนันต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.)

……..กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(อาจารย์จีรวัฒน์ เหรียญอารีย์, คศ.ม.)
วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ
ชื่อ - นามสกุล	นายรังสรรค์ จรอนันต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหม และ 3) ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสี

วิธีการวิจัย คือ 1) การสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ใช้น้ำเป็นตัวสกัดที่อุณหภูมิ 95 °ซ โดยศึกษาสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาในการสกัด 2) การย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการย้อม และ 3) สภาวะและระดับความเข้มข้นในการใช้สารช่วยติด และผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสี โดยศึกษา ชนิด ระดับความเข้มข้นและสภาวะ ในการใช้สารช่วยติด การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (L* a* b*) และค่าความเข้มสี (K/S) ด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan และทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และความคงทนของสีต่อการขัดถู

ผลการศึกษา พบว่า 1) สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อม คือ การใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำที่ 1:3 ในระยะเวลาการสกัด 60 นาที 2) สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหม คือ การใช้อุณหภูมิ 90 °ซ ในระยะเวลาการย้อม 60 นาที และ 3) สภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด คือ สารส้มทุกสภาวะเหมาะกับการใช้ในความเข้มข้นร้อยละ 6 จุนสีใช้เป็นสารช่วยติดก่อนย้อมในความเข้มข้นร้อยละ 4 จุนสีใช้เป็นสารช่วยติดย้อมพร้อมและหลังย้อมในความเข้มข้นร้อยละ 2 และเหล็กใช้เป็นสารช่วยติดก่อนย้อมและหลังย้อมในความเข้มข้นร้อยละ 2 และ เหล็กใช้เป็นสารช่วยติดย้อมพร้อมในความเข้มข้นร้อยละ 4 ผลการทดสอบความคงทนของสีพบว่า การใช้สารส้มมีความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับดีถึงดีมาก การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดหลังย้อมมีความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับดี และการใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิดในทุกสภาวะมีความคงทนของสีต่อการขัดถูอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

คำสำคัญ: สีย้อมธรรมชาติ เปลือกกล้วยน้ำว้า การสกัดสี การย้อมสี สารช่วยติด

Thesis Title	Silk Fabric Dyeing with Natural Dye from Green Banana Peel *(Musa sapientum L.)*
Name - Surname	Mr. Rangsan Jhonanan
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Sakorn Chonsakorn, Ph.D.
Thesis Co – advisor	Assistant Professor Rattanaphol Mongkholrattanasit, Ph.D.
Academic Year	2015

ABSTRACT

This study attempted to investigate (1) an optimum condition to extract natural dye from green banana peel, (2) an optimum condition to dye silk fabric, and (3) an optimum condition and level of concentration in using mordant and its effect on color fastness.

The research methodology included the following steps. Firstly, water was used to extract natural dye from green banana peel at 95 ºC in order to find out the suitable proportion of water and green banana peel and the extract time. Next, silk fabric was dyed with green banana peel intending to find out the proper temperature and dyeing time. Lastly, the condition and its concentration of using mordant on color fastness was studied to investigate type, concentration and condition of the mordant. The data collected was then analyzed by the analysis of variance on color (L* a* b*), and color strength (K/S) and Duncan to compare the variance and its color fastness to washing, artificial light and rubbing.

The results indicated that (1) the optimum condition was the proportion of green banana peel and water at 1:3 for 60-minute extract, (2) the suitable condition of dyeing silk fabric was at 90 ºC for 60 minutes, and (3) the proper condition and concentration of using mordant was 6% of potassium aluminium sulphate in all conditions while 4% of copper sulphate in pre-mordant and 2% of copper sulphate in meta and post-mordant, 2% of ferrous sulphate in pre and post-mordant and 4% of ferrous sulphate in meta-mordant. The results of color fastness showed that potassium alunimium sulphate had a good to very good level of color fastness to washing. On the other hand, copper sulphate had the color fastness to artificial light at a good level while the three mordants in all conditions had a good to very good level of color fastness to rubbing.

Keywords: natural dye, banana peel, dye extraction, dyeing, mordant

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากปราศจากความเมตตากรุณาจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาคร ชลสาคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ทำให้ผู้เขียนได้หัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โดยเฉพาะการวางเค้าโครง แนวทางการเขียนเนื้อหาและการวิเคราะห์ ตลอดจนการกำหนดกรอบเวลาในการเสนอความคืบหน้าของงานวิจัย ซึ่งถือเป็นแรงกระตุ้นให้แก่ผู้เขียนได้อย่างดียิ่ง ทั้งท่านอาจารย์ยังได้สละเวลาอันมีค่าตรวจสอบความถูกต้องของงานผู้เขียนอีกด้วย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งใจและสำนึกในพระคุณของท่านอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ท่านได้กรุณาชี้แนะแนวทางและคำแนะนำ ตลอดจนข้อสังเกตต่างๆ ทำให้ผู้เขียนได้พัฒนาแนวความคิดและไตร่ตรองปัญหาต่างๆ ได้อย่างรอบคอบมากยิ่งขึ้น จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ของเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกระหว่างการดำเนินการวิจัย

ท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดี อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณเจ้าของผลงาน เอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รังสรรค์ จรอนันต์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ ..... (5)
สารบัญ ..... (6)
สารบัญตาราง ..... (8)
สารบัญรูป ..... (9)
บทที่ 1 บทนำ 10
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 10
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 12
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 12
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14
บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 สีธรรมชาติ 15
2.2 การสกัดสีจากพืชและการใช้น้ำสี 20
2.3 กระบวนการย้อมสี 20
2.4 สารช่วยติดสี (Mordant) 22
2.5 ไหม (Silk) 24
2.6 กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum L.*) 26
2.7 ระบบการวัดสี 30
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36
3.1 วัสดุที่ใช้ในการสกัดสีและการย้อมสี 36
3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสี 37
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการสกัดสีและการย้อมสี 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบความคงทนของสี 37
3.5 วิธีดำเนินการวิจัย 38
3.6 สถานที่ใช้ในการทดลอง 46
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ 47
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 47
4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ...49
4.3 ผลการศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 51
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 61
5.1 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 61
5.2 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 61
5.3 สภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด 62
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับนี้ 64
5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับต่อไป 64
บรรณานุกรม 66
ประวัติผู้เขียน 69

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย 28
ตารางที่ 2.2 ผลการศึกษาดัชนีสีเปลือกกับปริมาณแป้งและน้ำตาลของกล้วย 29
ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อม 39
ตารางที่ 3.2 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหม 40
ตารางที่ 3.3 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะ และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด 44
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ที่ใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาการสกัดต่างกัน 47
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาที่ระดับต่างกัน 49
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน 51
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้จุนสีเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน 53
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้เหล็กเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน 54
ตารางที่ 4.6 ความคงทนต่อการซักของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน 56
ตารางที่ 4.7 ความคงทนต่อแสงของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน 58
ตารางที่ 4.8 ความคงทนต่อการขัดถูที่สภาวะแห้งของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน 59
ตารางที่ 4.9 ความคงทนต่อการขัดถูที่สภาวะเปียกของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน 60

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปของสารฟลาโวนอยด์ 16
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของสารสีกลุ่มฟลาโวนอยด์บางชนิด 17
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยไอโซเพนแทน 17
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของสารสีกลุ่มเทอร์ปีนอยด์บางชนิด 18
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสารสีของแอนทราควิโนน และแนพทราควิโนน 18
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของสารสีของแอนทราควิโนนและแนพทราควิโนนบางชนิด 19
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของสารสีแอลคาลอยด์ (Alkaloids) บางชนิด 19
รูปที่ 2.8 เส้นใยไหม (ก) ภาพตัดขวาง (ข) ภาพตามยาว 24
รูปที่ 2.9 โครงสร้างโมเลกุลของใยไหม 25
รูปที่ 2.10 ลักษณะของกล้วยที่คัดตามดัชนีสีเปลือกกล้วย (Peel Index Color) 28
รูปที่ 2.11 ช่องสี (Color Space) ในระบบซีแลป (CIE L* a* b*) 1976 30
รูปที่ 3.1 กระบวนการสกัดสีย้อมและย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ 38
รูปที่ 3.2 กระบวนการสกัดสีย้อม การย้อมสีและการใช้สารช่วยติด 41
รูปที่ 3.3 กระบวนการศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหม ที่ย้อมจากเปลือกกล้วย
น้ำว้าดิบ 45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์มีการใช้สีธรรมชาติมาตั้งแต่สมัยโบราณ ไม่ว่าจะนำมาย้อมผ้าหรือใช้เป็นสีผสมอาหาร สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากส่วนต่างๆของพืช สัตว์ และแร่ธาตุบางชนิด เป็นสีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติในระยะเวลาอันรวดเร็ว แต่เนื่องจากการเตรียมสีธรรมชาตินั้นยุ่งยาก ขั้นตอนต่างๆ มีความสลับซับซ้อน ไม่สะดวกสบาย เสียเวลา อีกทั้งสีที่ย้อมได้มีความคงทนของสีต่ำ สีตกและซีดจางง่าย การย้อมสีสิ่งทอที่ผ่านมามากกว่าร้อยละ 95 เป็นการย้อมด้วยสีสังเคราะห์ เนื่องจากมีข้อดีคือย้อมติดสีได้ดี มีความคงทนต่อการซักและแสงแดดสูง ทำการย้อมได้สะดวกรวดเร็ว แต่ผลที่เกิดตามมาจากการใช้สีสังเคราะห์นั้น ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียที่ยากต่อการบำบัด มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ เช่น ปรอท ตะกั่ว เป็นต้น รวมถึงไอระเหยที่มาจากการต้มและย้อมสีสังเคราะห์ ล้วนแต่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคโดยตรง แม้ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ได้จากการย้อม ยังพบว่ามีสารพิษจากสีสังเคราะห์เจือปนอยู่ ซึ่งในระยะยาวอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ [1] จากการสำรวจหมู่บ้านหลายแห่งที่ทำการย้อมไหมและทอผ้าไหมเป็นอาชีพ พบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้วิธีการย้อมสีสังเคราะห์ มีการเทน้ำสีที่เหลือลงสู่พื้นดินและแหล่งน้ำลำธาร โดยไม่มีการบำบัดอย่างถูกวิธี นอกจากนั้นผู้ย้อมยังละเลยเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพของตนเองและผู้ใกล้ชิด โดยไม่มีการป้องกันการรับสารพิษจากสีย้อม ทั้งการสูดดมและการสัมผัสโดยทางตรงหรือทางอ้อม [2] ในขณะที่ประเทศไทยต้องนำเข้าสีสังเคราะห์จากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมสิ่งทอ [3]

การผลิตสีสังเคราะห์เกิดขึ้นในช่วงปลายทศวรรษที่ 19 และมีการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องจนเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลกรวมทั้งในประเทศไทยด้วย [4] ซึ่งส่งผลให้การย้อมสีธรรมชาติได้รับความนิยมลดน้อยลง เนื่องจากขาดองค์ความรู้ด้านกระบวนการย้อม รวมถึงการขาดการถ่ายทอดที่ดี คุณภาพของสีที่ได้ยังอยู่ในระดับที่ไม่ดีพอที่จะนำไปใช้ในเชิงการผลิตแบบระบบอุตสาหกรรม เช่น ปัญหาความไม่คงทนของสีต่อการซักล้างและต่อแสงแดด แต่การย้อมสีธรรมชาติมีข้อดีคือ สีที่ได้มีความสวยงามไม่ฉูดฉาด สีอ่อนและเย็นตากว่าสีสังเคราะห์ อีกทั้งน้ำทิ้งจากการย้อมสีธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งขวัญฤทัยและเตือนใจ [5] กล่าวว่า การเลือกใช้พืช

ธรรมชาติในการย้อม ต้องคำนึงถึงพืชที่มีปริมาณมาก ราคาถูก หาได้ง่ายให้สีสวยงาม พืชที่นำมาใช้ในการสกัดสีสามารถนำมาใช้ได้หลายส่วน เช่น ลำต้น แก่น ราก ดอก ใบ และผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีความได้เปรียบด้านวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นสารให้สีในการย้อมหลากหลายชนิด เช่น ใบหูกวางและเปลือกผลทับทิมให้สีเขียว แก่นแกแลและแก่นขนุนที่ให้สีเหลือง ครั่ง ฝาง และรากยอให้สีแดง ต้นครามให้สีน้ำเงิน ผลมะเกลือให้สีดำ [6],[7]

ไหมเป็นเส้นใยโปรตีนธรรมชาติ โปรตีนของเส้นใยไหมเป็นชนิดที่เรียกว่า ไฟโบรอิน (Fibroin) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน (Amino) และคาร์บอกซิล (Carboxyl) [8],[9] ไหมมีสมบัติที่ดีหลายประการด้วยกัน สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางและเป็นที่นิยม ผ้าไหมมีความมันเงาสวยงามน่าสัมผัส เป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับความละเอียดของเส้นใย ไหมมีความยืดหยุ่นและทนต่อการยับได้ดี สวมใส่สบายเพราะเส้นใยดูดซึมความชื้นได้ดี ไหมเหมาะที่จะย้อมสีธรรมชาติ เพราะการที่เส้นใยดูดซึมความชื้นได้ดีนั้น ทำให้ไหมย้อมติดสีได้ดี มีความสม่ำเสมอสีกระจายตัวดี และมีความคงทนต่อการติดสีสูง สีธรรมชาติจะดูดติดเส้นใยไหมได้ดีเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ เรยอน [5]

กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum L.)* เป็นกล้วยพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่มีการปลูกมานานแล้ว มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะลำต้นสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 20 - 30 เซนติเมตร กล้วย 1 เครือหนัก 20 - 30 กิโลกรัม มี 7 - 10 หวี มีจำนวนผลต่อหวีคือ 10 - 16 ผล [10] การเรียงตัวของผลในหวีเป็น 2 ชั้น เห็นเด่นชัดเป็นระเบียบ ฐานของหวีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม ผลขนาดสั้น กลม ผลกว้าง 3 - 4 เซนติเมตร ยาว 11 - 13 เซนติเมตร สมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย [11] กล่าวว่า ผลดิบของกล้วยน้ำว้า มีสารแทนนินสูง ใช้เป็นยาฝาดสมานแผลในกระเพาะอาหาร แก้อาการท้องเสียที่ไม่รุนแรง สอดคล้องกับวิภา และชิดชม [12] ศึกษาการสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย รายงานว่าเปลือกกล้วยน้ำว้ามีระดับของแทนนินประมาณร้อยละ 3.62 นอกจากนี้ในเปลือกกล้วยดิบยังมีสาร คลอโรฟิลล์ แคโรทีน และแซนโทฟิลล์ [13] ส่วนยางกล้วยใช้เป็นสารช่วยติดและสีย้อมผ้า ให้สีน้ำตาล สีไม่ตก ไม่ซีด ไม่ลอกและสีติดทนทาน [14] การใช้ประโยชน์จากกล้วยนั้น สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งลำต้น ใบ ผล เช่น ผลสุกใช้รับประทาน ใบใช้ในการห่อของ ทำงานประดิษฐ์ต่าง ๆ ก้านใบและกาบกล้วยใช้ทำเชือก หัวปลีใช้รับประทานแทนผักได้ ด้วยสาเหตุนี้เองจึงมีเปลือกกล้วยเหลือทิ้งทางภาคการเกษตรเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาด้านขยะและสิ่งแวดล้อมขึ้น สังเกตได้จากปริมาณพื้นที่ในการเพาะปลูกของเกษตรกร พบว่ากล้วยน้ำว้าสามารถผลิตออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี พื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าในปี 2551/2552 มีปริมาณ

686,973 ไร่ ผลผลิต 1,115,101 ตัน ทั้งพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตมีการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.4 และ 0.06 ตามลำดับเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา [15]

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาสีย้อมธรรมชาติที่ได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยน้ำว้าได้อีกวิธีหนึ่ง และยังเป็นการส่งเสริมให้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางภาคการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ตลอดจนเป็นการอนุรักษ์วิธีย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของการผลิตผ้าทอพื้นเมืองของไทย อีกทั้งเป็นการเพิ่มคุณค่างานศิลปหัตถกรรมสืบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.2.3 เพื่อศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติดและศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 สมมติฐานสำหรับทดสอบผลของสภาวะการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อค่าสี

1.3.1.1 สมมติฐานสำหรับทดสอบค่าสี

1) สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบในการสกัดสีไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b*และความเข้มสี K/S

2) ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดสีไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ และระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดสีไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

1.3.2 สมมติฐานสำหรับทดสอบสภาวะการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อค่าสี

1.3.2.1 สมมติฐานสำหรับทดสอบค่าสี

1) อุณหภูมิในการย้อมไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

2) ระยะเวลาในการย้อมไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการย้อมสีไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

1.3.3 สมมติฐานสำหรับทดสอบผลของสารช่วยติดต่อค่าสี

1.3.3.1 สมมติฐานสำหรับทดสอบค่าสี

1) ชนิดของสารช่วยติดไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

2) สภาวะการใช้สารช่วยติดไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

3) ระดับความเข้มข้นของสารช่วยติดไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ผ้าที่ใช้ในการทดลอง คือ ผ้าไหม โครงสร้างการทอลายขัด (Plain Weave) ที่ผ่านการขจัดกาวและฟอกขาว

1.4.2 วัสดุสีย้อมที่ใช้ในการทดลอง คือ เปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ระยะความสุกของผลแบ่งตามดัชนีสีของเปลือกกล้วย ใช้กล้วยระยะที่ 2 - 3 คือ เปลือกมีสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อย - เปลือกมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

1.4.3 สารช่วยติดสีที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด คือ

1.4.3.1 สารส้ม (Potassium Aluminium Sulphate)

1.4.3.2 เหล็ก (Ferrous Sulphate)

1.4.3.3 จุนสี (Copper Sulphate)

1.4.4 การประเมินค่าของสีและความเข้มสีของผ้าทดลองโดยประเมินค่า L* a* b* และ K/S

1.4.5 การทดสอบความคงทนของสี คือความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อการขัดถู และความคงทนของสีต่อแสง โดยประเมินระดับความคงทนของสีด้วยเกรย์สเกล (Grey - Scale)

1.4.6 การทดลองครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Experiments in Complete Randomized Design

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.5.2 ทราบสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.5.3 ทราบสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1.5.4 ทราบแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยน้ำว้า ตลอดจนเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์วิธีย้อมผ้าด้วยสีจากธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ได้ทำการตรวจวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 สีธรรมชาติ

สีมีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ความรู้และการใช้ประโยชน์จากสารสีที่ได้จากพืชเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ จากหลักฐานพบว่ามีการใช้สีย้อมจากครามในจีนอายุมากกว่า 6,000 ปี สีเหลืองและสีเขียวที่พบในอียิปต์อายุมากกว่า 4,000 ปี [16] นอกจากสีธรรมชาติจากพืชแล้ว ยังพบว่ามนุษย์มีการใช้สีจากสัตว์และแร่ธาตุ เช่น สีม่วงแดงของครั่ง สีม่วงจากหอยสังข์หนาม (Murex) [17]

สีธรรมชาติคือ สีที่สกัดได้จากวัตถุดิบที่มาจาก พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการตามธรรมชาติ สามารถให้สีกับเส้นใยได้ สีธรรมชาติอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้หรือไม่ละลายน้ำก็ได้ สีธรรมชาติที่อยู่ในรูปของสารละลายที่มีสีภายในพืช สามารถทำการสกัดสีได้โดยการต้มหรือการแช่ในน้ำ มีกระบวนการย้อมสีที่รวดเร็วและไม่ซับซ้อน ส่วนสีธรรมชาติที่อยู่ในรูปสารที่ไม่ละลายน้ำ ต้องอาศัยการหมักเพื่อเปลี่ยนเป็นสารที่ละลายน้ำได้ ซึ่งกระบวนการย้อมมีความซับซ้อนและใช้เวลานาน เช่น การย้อมสีคราม (Indigo) [18] สีธรรมชาติที่ใช้ในการย้อมผ้า ส่วนใหญ่เป็นสีที่ได้จากพืช โดยนำส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากพืช เช่น เปลือก ราก ลำต้น ใบ แก่น ผล และดอก ซึ่งศิริและคณะ [19] ได้เก็บรวบรวมไว้ดังต่อไปนี้

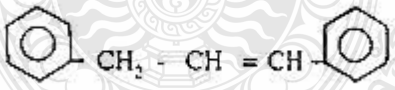
สีแดง	ใบสัก เปลือกหุ้มเมล็ดคำแสด แก่นฝาง ดอกมะลิวัลย์ แก่มะกล่ำต้น เปลือกสะเดา แก่นประดู่
สีเหลือง	ดาวเรือง แก่นไม้พุด แก่นรากยอป่า แก่นแค แก่นฝรั่ง หัวขมิ้นชัน แก่นขนุน แก่นเข ขมิ้นอ้อย ใบมะขาม แก่นต้นปีบ หัวไพล

สีน้ำตาล	เปลือกไม้โกงกาง เปลือกแสมดำ เปลือกนนทรี เปลือกฝาดแดง แก่นทองหลาง เปลือกและผลตะโกนา เปลือกพะยอม เปลือกและผลอาราง
ลูกหว้า	ดอกกระเจี๊ยบแดง รากพิลังกาสา ต้นและใบครามเถา ใบถาคัน และแก่นลำดวน
สีเขียว	ใบหูกวาง เปลือกกระหูด เปลือกเอกา เปลือกสมอ ใบตะขบ และเปลือกเพกา
สีดำ	ผลมะเกลืออ่อน เปลือกรกฟ้า ผลตับเต่า ผลสมอพิเภก ผลคณฑา ผลมะยมป่า เปลือกมะขามเทศ

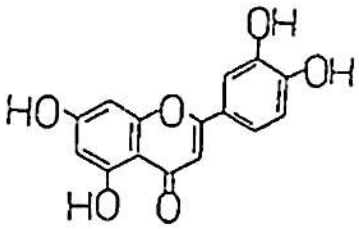
2.1.1 สารให้สีในพืช

สีย้อมธรรมชาติ เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนต่ออยู่กับอะตอมของธาตุอื่น ๆ โดยส่วนมากแล้วพบว่าเป็นธาตุไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และกำมะถัน เหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ (Organic Compound) การที่พืชต่าง ๆ ให้สีที่ปรากฏให้เห็นต่างกัน ก็เนื่องจากว่าในพืชเหล่านั้นมีสารให้สีที่แตกต่างกัน เทียนศักดิ์ [20] ได้แบ่งกลุ่มของสารให้สีจากธรรมชาติตามลักษณะโครงสร้างไว้ดังนี้

2.1.1.1 สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ใช้เป็นสีย้อมกันมากมักมีสีเหลืองถึง สีส้มเหลือง โดยมีสูตรโครงสร้างทั่วไปดังรูปที่ 2.1 ตัวอย่างเช่น ลูทิโอลิน (Luteolin) จากต้นเวลด์ (Weld) ให้สีเหลือง เคอร์เซทิน (Quercetin) จากเปลือกหอมหัวใหญ่ ให้สีเหลืองเข้ม มอร์ริน (Morin) จากแก่นขนุน แก่นแกแล ให้สีเหลืองเข้ม และคาร์ทามิน (Carthamin) จากดอกคำฝอย ให้สีเหลืองปนน้ำตาล มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.2

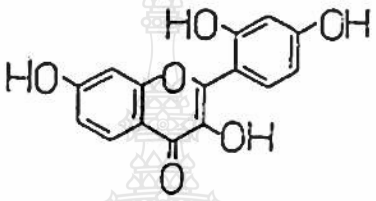


รูปที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปของสารฟลาโวนอยด์
ที่มา: [20]



Luteolin

Quercetin

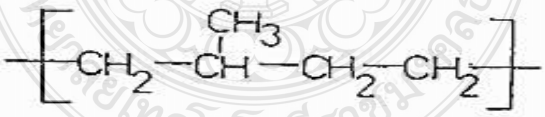


Morin

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของสารสีกลุ่มฟลาโวนอยด์บางชนิด

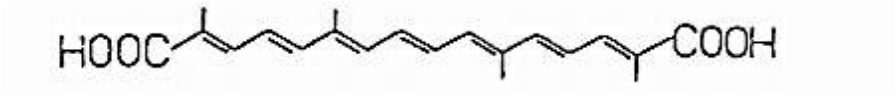
ที่มา: [20]

2.1.1.2 สารเทอร์ปีนอยด์ หรือไอโซปีนอยด์ (Terpenoids or Isopenoids) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีชีวสังเคราะห์มาจากหน่วยไอโซเพนแทน (Isopentanc Unit,C_5) โดยมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.3 ตัวอย่างเช่น โครเซทิน (Crocetin) จากหญ้าฝรั่น (Sattron) มีสีเหลือง บิซิน (Bixin) จากเมล็ดคำแสดให้สีส้ม - แดง สารในกลุ่มนี้จะมีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวมาก (Conjugated Double Bond) มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.4

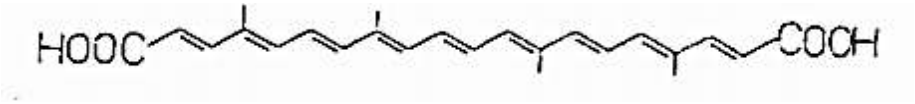


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยไอโซเพนแทน

ที่มา: [20]



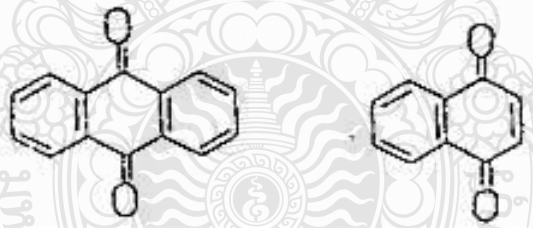
Crocetin



Bixin

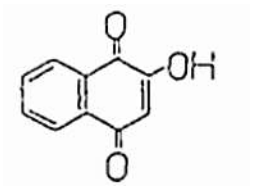
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของสารสีกลุ่มเทอร์ปีนอยด์บางชนิด
ที่มา: [20]

2.1.1.3 สารแอนทราควิโนนและแนพทราควิโนน (Anthraquinones and Naphthraquinones) สารในกลุ่มนี้มักให้สีแดง โดยมีสูตรโครงสร้างทั่วไปดังรูปที่ 2.5 แอนทราควิโนนที่ใช้ย้อม เช่น อะลิซาริน (Alizarin) จากรากต้นเข็ม (Madder) และจากแก่นของต้นยอ กรดแลคเคอิค แอซิด (Laccaic Acid) ได้จากครั่ง ส่วนพวกแนพทราควิโนน เช่น จักโลน (Juglone) จากเปลือกมันฮ่อ ให้สีเขียวถึงน้ำตาล ลอโซน (Lawsone) จากใบเทียนกิ่งให้สีน้ำตาลปนแดง และอัลคะนิน (Alkanin) จากต้นอัลคะเนส (Alkanet) ให้สีแดง สารสีเหล่านี้มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.6

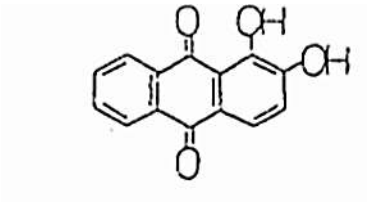


Anthraquinones Naphthraquinones

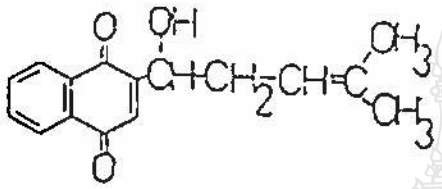
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสารสีของแอนทราควิโนน และแนพทราควิโนน
ที่มา: [20]



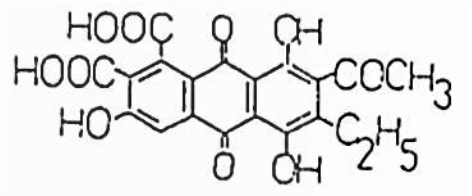
Lawsone



Alizarin



Alkanin

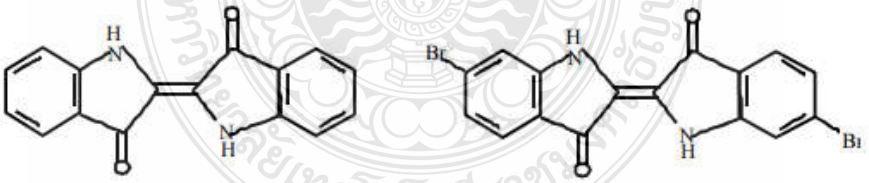


Laccaic acid

รูปที่ 2.6 โครงสร้างของสารสีของแอนทราควิโนนและแนพทราควิโนนบางชนิด

ที่มา: [20]

2.1.1.4 สารแอลคาลอยด์ (Alkaloids) สารกลุ่มนี้มักจะได้จากพืชชั้นสูง พบบ้างในสัตว์ชั้นต่ำ ในสัตว์ทั่วไปและจุลินทรีย์บางชนิด โดยทั่วไปพบว่า มีไนโตรเจนอะตอมอยู่ในโมเลกุลด้วย สารกลุ่มแอลคาลอยด์ที่ใช้เป็นสีย้อม ได้แก่ สีจากต้นคราม (Indigo) ให้สีน้ำเงิน และไทเรียน (Tyrian) เป็นสีที่ได้จากหอยสังข์หนาม อยู่ตามแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนจะให้สีม่วงแดง มีสูตรโครงสร้างของสีดังรูปที่ 2.7



Indigo

Tyrian

รูปที่ 2.7 โครงสร้างของสารสีแอลคาลอยด์ (Alkaloids) บางชนิด

ที่มา: [20]

2.2 การสกัดสีจากพืชและการใช้น้ำสี

การสกัดสีจากพืชเป็นวิธีการที่ทำมาแต่โบราณ และในปัจจุบันก็ยังคงใช้วิธีการนี้อยู่คือ การสกัดโดยการโขลก การทุบ การปั่น และการต้ม ซึ่งขวัญฤทัยและเตือนใจ [5] ได้ศึกษาเรื่องสีธรรมชาติ และได้สรุปวิธีการสกัดสีจากพืชไว้ 2 วิธีดังนี้

2.2.1 การโขลก การทุบหรือการปั่น ได้น้ำสีและนำไปผสมกับน้ำและกรอง จะทำให้ได้น้ำสีที่มีความใสไม่มีกากหรือตะกอน ซึ่งจะไม่เป็นอุปสรรคต่อการย้อม

2.2.2 การต้ม ใช้ระยะเวลาในการต้มประมาณ 30 - 120 นาที ขึ้นอยู่กับลักษณะ ชนิด และแหล่งที่มาของส่วนต่าง ๆ จากพืชที่นำมาสกัดสี หลังจากได้น้ำสีเข้มตามต้องการแล้ว จึงกรองเอากากออก การสกัดสีที่ดีควรใช้ความร้อนช่วย จะทำให้สกัดน้ำสีได้ง่ายและได้สีเข้มขึ้น สมชาย [6] กล่าวว่า การสกัดสีจากพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากผลไม้ ถ้าต้องการให้มีสีสวยสดจะต้องไม่ใช้ความร้อนมากจนเกินไป ควรใช้ความร้อนที่ต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ

ขวัญฤทัยและเตือนใจ [5] ได้ศึกษาเรื่องสีธรรมชาติและสรุปวิธีการนำน้ำสีไปใช้ในการย้อมสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

2.2.2.1 การสกัดและการนำน้ำสีไปใช้ได้ทันที หมายถึง การนำน้ำสีที่ได้จากการโขลก การทุบ การปั่น และการต้มแล้วนั้น นำไปผสมกับน้ำกรองพอประมาณเพื่อคั้นบีบให้ได้ความเข้มของสีมากขึ้น หลังจากผ่านการกรองเสร็จแล้ว นำน้ำสีที่ได้ไปย้อมได้ทันที จะได้สีที่มีความสว่าง สดใส

2.2.2.2 การแช่หรือการหมัก หมายถึง การนำน้ำสีที่ได้จากการสกัดจะเป็นวิธีใดก็ตามมาหมักก่อน โดยใช้ระยะเวลาการหมักไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หรือหมักจนกระทั่งเกิดฟอง แล้วตักฟองออกและนำน้ำสีใส ๆ ไม่มีกากและตะกอนไปใช้ย้อม จะเหลือกากส่วนที่เหลือถ้ายังมีสีอยู่ให้เติมน้ำและหมักต่อไปจะได้สีอีก ซึ่งการย้อมด้วยวิธีนี้จะได้สีที่คล้ำกว่าเล็กน้อย

2.3 กระบวนการย้อมสี

สีธรรมชาติอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้หรือไม่ละลายน้ำก็ได้ สีธรรมชาติที่อยู่ในรูปของสารละลายที่มีสี สามารถทำการสกัดสีได้โดยการต้มหรือการแช่ในน้ำ มีกระบวนการย้อมสีที่รวดเร็วและไม่ซับซ้อน เนื่องจากสีธรรมชาติเป็นสีที่ละลายได้ในน้ำ และมีคุณสมบัติพิเศษ ที่สามารถติดเส้นใยได้ด้วยตัวเอง (Substantitity) โดยไม่ต้องใช้สารอื่นเข้าช่วยในการย้อม เพียงแต่ใช้สีผสมน้ำก็สามารถย้อมผ้าได้ ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายสีสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง คือ สีไดเร็กท์ (Direct - Dyes) เป็นสีที่ติดง่ายและหลุดง่ายเช่นเดียวกัน มีความคงทนของสีต่ำและเป็นสีที่ไม่สดใส ส่วนสีธรรมชาติที่อยู่

ในรูปสารที่ไม่ละลายน้ำ ต้องอาศัยการหมักเพื่อเปลี่ยนเป็นสารที่ละลายน้ำได้ ซึ่งกระบวนการย้อมมีความซับซ้อนและใช้เวลานาน เช่น การย้อมสีคราม (Indigo) เป็นต้น

การย้อมสีธรรมชาติ ผ้าที่ใช้ในการย้อม ต้องทำความสะอาดด้วยการต้มโดยใช้น้ำธรรมดาหรือสบู่เทียม ปริมาณของน้ำย้อมไม่ควรต่ำกว่า 30 ของน้ำหนักวัสดุ สีธรรมชาติเริ่มย้อมที่อุณหภูมิห้องและติดสีได้ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 80 - 100 °ซ ระหว่างการย้อมต้องหมั่นคนวัสดุที่นำมาย้อม เพราะสีธรรมชาติจะตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผ้าด่าง สีธรรมชาติมีคุณสมบัติที่พิเศษอีกอย่างคือ สามารถกระจายตัวได้ดี ดังนั้นถ้าเกิดปัญหาด่างหรือย้อมสีไม่สม่ำเสมอเมื่อครบกำหนดเวลาย้อม สามารถแก้ไขได้โดยการเติมน้ำย้อมเพื่อรักษาระดับน้ำย้อม แล้วย้อมต่อจนกว่าจะหายด่าง [21] การย้อมสีธรรมชาติมีหลักการเหมือนกับการย้อมสีสังเคราะห์ ซึ่งเทียนศักดิ์ [21] และอัจฉราพร [8] สรุปไว้ดังนี้

2.3.1 การย้อมสีไดเร็กท์ (Direct Dyeing) เป็นการย้อมโดยสีที่ใช้ย้อม สามารถเกิดพันธะเคมีกับวัสดุที่นำมาย้อมโดยตรง คือถ้าวัสดุที่นำมาย้อมนั้นเป็นพวกเซลลูโลส (Cellulose) จะเห็นว่าวัสดุที่นำมาย้อมประเภทนี้มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่มาก จึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bonds) กับโมเลกุลของสีได้โดยตรง ส่วนวัสดุที่เป็นพวกโพลีเปปไทด์ (Polypeptide) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นโปรตีน จะมีส่วนที่เป็นทั้งหมู่กรด และหมู่เบสอยู่ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะเกิดปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นหมู่กรดหรือหมู่เบสของสีได้ เกิดแรงดึงดูดไอออนิก (Ionic -Interaction) การยึดเหนี่ยวแบบนี้ไม่ค่อยมีความแข็งแรง การย้อมแบบนี้ทำให้ติดสีง่ายและสีก็หลุดง่ายเช่นเดียวกัน มีความคงทนของสีต่ำและสีที่ได้ไม่สดใส

2.3.2 การย้อมสีวัต (Vat Dye) สารให้สีประเภทนี้จะไม่ละลายน้ำ ดังนั้นต้องทำการรีดิวส์ (Reduce) สีนั้นให้เป็นสารที่ละลายได้ในน้ำเสียก่อน แล้วจึงนำผ้ามาย้อมในสารละลายนั้น จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้ง เมื่อโมเลกุลของสีสัมผัสกับอากาศในขณะที่ทำการผึ่งนั้น จะทำให้โมเลกุลของสีเกิดการออกซิไดซ์กลับไปอยู่ในรูปเดิมคือไม่ละลายน้ำ โมเลกุลของสีจึงถูกกักไว้ในเส้นใย สีที่ได้จึงมีความคงทนของสีดี

2.3.3 การย้อมสีมอร์แดนท์ (Mordant Dye) เป็นการย้อมที่ใช้สารช่วยติด เพื่อช่วยในการยึดติดระหว่างโมเลกุลของสีกับเส้นใยดีขึ้น ทำให้สีมีความคงทน สีไม่ตกไม่ซีดจางได้ง่าย สารมอร์แดนท์ที่ใช้คือ สารละลายเกลือโลหะ เช่น เกลือของอลูมิเนียม ทองแดง โครเมียม เหล็ก สนิม และแทนนิน การย้อมทำได้ 3 ลักษณะคือ ย้อมสารละลายมอร์แดนท์ก่อน ย้อมสารละลายมอร์แดนท์และสีพร้อมๆ กัน และการย้อมสารละลายมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการย้อมแบบนี้คือ เมื่อเส้นใยได้ผ่านการย้อมสี และการย้อมด้วยสารละลายมอร์แดนท์แล้ว โลหะของสารละลาย

มอร์แดนท์จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่แข็งแรง (Strong Complex) กับสีและเส้นใย การย้อมสีด้วยวิธีนี้ให้สีที่มีความคงทนมากขึ้น ถ้าใช้มอร์แดนท์ต่างชนิดกันโดยย้อมกับสีชนิดเดียวกัน หลังจากการย้อมจะได้สีที่แตกต่างกัน

2.4 สารช่วยติดสี (Mordant)

สารช่วยติด (Mordant) มีความสำคัญต่อสีของผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ เนื่องจากสีธรรมชาติเป็นสีที่สามารถละลายได้ในน้ำ และมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถติดเส้นใยได้ด้วยตัวเอง (Substantitity) จึงทำให้สีธรรมชาติเป็นสีที่ย้อมติดง่าย หลุดง่าย และมีความคงทนของสีต่ำ สารช่วยติดจึงเป็นตัวช่วยให้สีย้อมเกาะติดบนเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความคงทนของสีย้อมจำเป็นต้องใช้สารช่วยติดในกระบวนการย้อม เมื่อสารช่วยติดซึมเข้าไปภายในเส้นใยแล้ว จะจับตัวกันเป็นโมเลกุลของสีย้อมทำให้สีย้อมมีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น เปลี่ยนสีย้อมเป็นสารที่ไม่ละลาย สีจึงไม่ตกหรือซีดจางลงได้ง่าย ทั้งนี้สารช่วยติดสีส่วนใหญ่เป็นสารที่พบได้ทั่วไป ราคาไม่แพงเก็บไว้ได้นาน และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย โดยปริมาณและระยะเวลาการใช้งานต้องพอเหมาะ หากย้อมไม่สมบูรณ์จะส่งผลให้สีที่ได้ไม่สม่ำเสมอ และสูญเสียความสดใสและความคงทนของสี [22] ในขณะเดียวกันสารช่วยติดแต่ละชนิด ยังมีคุณสมบัติที่ทำให้ได้สีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของสารที่ใช้ด้วย [23] ปัจจุบันมีการใช้สารช่วยติดที่ได้จากสารเคมี และสารธรรมชาติ ดังนี้

2.4.1 สารช่วยติดเคมี

สารช่วยติดเคมี หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้สีติดแน่นกับวัสดุสิ่งทอ ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ดีบุก หรือโครเมียม ที่นิยมใช้ [24] คือ

2.4.1.1 สารช่วยติดประเภทอลูมิเนียม ได้จากโปรแตสเซียมอลูมิเนียม หรือสารส้ม ช่วยให้สียึดเกาะบนวัสดุสิ่งทอ ช่วยให้สีสดสว่างมากขึ้น มีความคงทนต่อการซักดี นิยมใช้ในการย้อมสีน้ำตาล เขียว และเหลือง

2.4.1.2 สารช่วยติดประเภททองแดง ได้จากคอปเปอร์ซัลเฟต หรือจุนสี ช่วยให้สียึดเกาะบนวัสดุสิ่งทอ ช่วยให้สีเข้มขึ้น สีที่ได้จะมีสีเขียวปนอยู่ ความคงทนของสีต่อแสงไม่ค่อยดี นิยมใช้กับการย้อมสีน้ำตาล สีเขียว แต่ไม่ควรใช้จุนสีในปริมาณที่มากเกินไป เพราะจะเกิดสารตกค้างในน้ำทิ้ง

2.4.1.3 สารช่วยติดประเภทเหล็ก ได้จากเฟอรัสซัลเฟต ช่วยให้สียึดเกาะบนวัสดุสิ่งทอ สีที่ได้ไม่ค่อยสดใส เปลี่ยนจากสีเดิมเป็นสีโทนเทา เทาดำ มีความคงทนของสีต่อแสงและการซักดี แต่ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะเหล็กจะทำให้วัสดุสิ่งทอเปื่อยขาดได้

2.4.1.4 สารช่วยติดประเภทโครเมียม ได้จากโปแตสเซียมไดโครเมต ช่วยให้สีเข้ม มีความสดใสของสีดี มีความคงทนต่อการซักดีที่สุด และมีความคงทนต่อแสงดี

2.4.1.5 สารช่วยติดประเภทดีบุก ได้จากสแตติสคลอไรด์ ช่วยให้สีสดใส มีความคงทนต่อแสงและการซักดี

2.4.2 สารช่วยติดธรรมชาติ

สารช่วยติดธรรมชาติ หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติ ที่ช่วยในการยึดเกาะสีและบางครั้งทำให้สีเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างสารช่วยติดธรรมชาติ [24] อาทิเช่น

2.4.2.1 น้ำปูนใส ได้จากปูนขาว หรือปูนที่ได้จากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนในน้ำสะอาดทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจะได้น้ำปูนใส

2.4.2.2 น้ำด่างจากขี้เถ้า ได้จากการนำส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น กล้วย กากมะพร้าว มาผึ่งแดดให้แห้ง เผาให้เป็นเถ้าสีขาว จากนั้นนำไปใส่อ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่ว ทิ้งไว้ 4 - 5 ชั่วโมง ขี้เถ้าจะตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน หน้าที่ของด่าง คือ เพิ่มปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสีและเส้นใยให้มากขึ้นโดยเฉพาะเส้นใยเซลลูโลส [25]

2.4.2.3 กรด ได้จากพืชรสเปรี้ยว เช่น มะนาว น้ำใบส้มป่อย น้ำมะขามเปียก หน้าที่ของกรด คือ ลดประจุไฟฟ้าลบบนเส้นใย เพิ่มประจุไฟฟ้าบวก ทำให้ประจุลบของสีสามารถเข้าไปติดภายในเส้นใยได้ ถ้าสีสามารถดูดซึมเข้าสู่เส้นใยได้น้อย จะทำให้ความคงทนของสีต่อการซักต่ำ จึงจำเป็นต้องเพิ่มกรดให้มากขึ้น เพื่อให้สีซึมเข้าเส้นใยได้ดีขึ้น [25]

2.4.2.4 น้ำบาดาล หรือน้ำสนิมเหล็ก จะใช้บาดาลที่บ่อเป็นสนิม หรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดง แล้วนำไปแช่น้ำ ทิ้งไว้ 3 วันจึงนำน้ำมาใช้ จะช่วยให้สีเข้มขึ้นเช่นเดียวกับเฟอรัสซัลเฟต

2.4.2.5 น้ำโคลน ได้จากการนำดินโคลนมาละลายในน้ำ อัตราส่วน 1 ต่อ 1 ช่วยให้สีที่ได้เข้มขึ้น หรือได้สีโทนเทาดำ เช่นเดียวกับน้ำสนิมเหล็ก

การนำสารช่วยติดมาใช้ในการย้อมสีผ้ามีหลายวิธี Lob [26] และ Vigo [27] ได้สรุปการใช้สารช่วยติดทำได้หลายวิธีดังนี้

1) การใช้สารช่วยติดก่อนการย้อมสี (Pre - Mordant Method) เป็นการนำผ้าไปย้อมสารช่วยติดก่อนการย้อมสี วิธีนี้ใช้น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ

2) การใช้สารช่วยติดพร้อมกับการย้อมสี (Meta - Mordant Method) เป็นการนำสารช่วยติดผสมรวมกับสีย้อม แล้วนำผ้าลงย้อมพร้อม ๆ กัน วิธีนี้จะทำให้ประหยัดเวลาและพลังงาน

3) การใช้สารช่วยติดหลังการย้อม (After - Mordant Method) เป็นการนำผ้าไปย้อมในสารช่วยติดหลังจากการย้อมสีแล้ว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก

2.5 ไหม (Silk)

ไหมเป็นแมลงจำพวกหนึ่งในวงศ์ Bombycidae ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Bombyx mori* จำแนกตามแหล่งกำเนิดได้ 3 สายพันธุ์คือ พันธุ์ญี่ปุ่น พันธุ์จีนและพันธุ์ยุโรป รังไหมมีทั้งสีเหลืองและสีขาว น้ำหนัก 0.3 - 0.5 กรัม เส้นไหมมีขนาด 2.0 - 4.5 ดีเนียร์ [28] ประวัติการเลี้ยงไหมได้เริ่มขึ้นระหว่างปี 2,600 - 2,700 ก่อนคริสตศักราช ในประเทศจีนโดยเริ่มจากจักรพรรดินีซิลิงชี ได้เรียนรู้การสาวไหมจากรังไหมและได้พัฒนาอุตสาหกรรมการทอผ้าไหม เส้นใยไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาว มีความยาวต่อเนื่องตลอดทั้งเส้น เส้นไหมแต่ละรังจะมีความยาว 1,300 - 2,000 ฟุต (390 – 600 เมตร) [4]

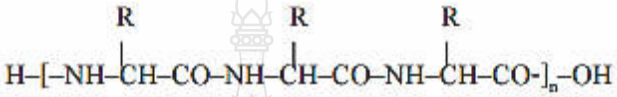
2.5.1 โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยไหม

ไหมถือว่าเป็นโปรตีนธรรมชาติเรียกว่า ไฟโบรอิน (Fibroin) ซึ่งถือว่าเป็นโครงสร้างหลักของเส้นใย มีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมเรียงคู่กันดังรูปที่ 2.8 สังเคราะห์จากเซลล์ในต่อมที่อยู่ในตัวไหมซึ่งขับสารไหมเหลว (Liquid Silk) ออกมาจากต่อมส่วนท้าย (Posterior Silk Gland) ส่งไปยังต่อมส่วนกลาง (Middle Silk Gland) ขณะเดียวกันก็ขับสารที่เรียกว่า เซเรซิน (Sericin) ออกมาเป็นโปรตีนก้อนกลม (Globular Protein) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ มีลักษณะเหนียวเหมือนกาวทำหน้าที่หุ้มโปรตีนไฟโบรอินทั้ง 2 เส้นไว้ด้วยกันรวมเป็นเส้นใยไหม เมื่อผ่านท่อคายเส้นใยที่มีลักษณะเป็นรูเล็กๆ (Orifice of Spinneret) ของหนอนไหมในวัยเจริญพันธุ์ หรือที่เรียกว่า ไหมสุก จะคายใยออกมาล้อมรอบตัวเอง และจะแข็งตัวเมื่อถูกอากาศ จากนั้นนำไปทำการสาวไหม กลายเป็นเส้นใยที่ใช้ในงานสิ่งทอ [28],[4]

(ก) (ข)

รูปที่ 2.8 เส้นใยไหม (ก) ภาพตัดขวาง (ข) ภาพตามยาว
ที่มา: [4]

ไหมมีโปรตีนร้อยละ 97 นอกจากนั้นเป็นขี้ผึ้ง คาร์โบไฮเดรต สารอนินทรีย์ วัตถุมีสีโปรตีนในไหมประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 15 ชนิด ยึดเกาะกันเป็นโซ่โพลีเปปไทด์ (Polypeptide - Chain) ดังที่แสดงในรูปที่ 2.9 มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูงประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจน กรดอะมิโน ส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนเดี่ยว เช่น ไกลซีน (Glycin) อะลานีน (Alanine) เซรีน (Serine) และไทโรซีน (Tyrosine) ซึ่งเป็นบริเวณที่จะติดสี (Dye Sites) และมีกรดอะมิโนที่เป็นเบส คือ หมู่อะมิโน (-NH2) และกรดอะมิโนที่เป็นกรด คือ หมู่คาร์-บอกซิล (-COOH) [28],[4]



รูปที่ 2.9 โครงสร้างโมเลกุลของใยไหม
ที่มา : [4]

จากการวิเคราะห์การเรียงตัวของโมเลกุลด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray Analysis) พบว่าไฟโบรอินของไหมเป็นแบบเบต้าไฟโบรอิน (ß-Fibroin) ไม่สามารถละลายน้ำได้ มีพันธะไฮโดรเจนเชื่อมระหว่างเส้นของโพลีเปปไทด์ โพลีเปปไทด์แต่ละเส้นมีการเหยียดตัวเต็มที่ ทำให้มีลักษณะเป็นคลื่น ส่งผลให้เส้นใยไหมมีความแข็งแรง และสามารถยืดตัวออกไปได้ประมาณร้อยละ 20 โมเลกุลเรียงตัวแน่นเป็นระเบียบตามยาว (High Degree of Crystallinity) ทำให้เส้นใยมีสมบัติพิเศษ คือ เหนียวแข็งแรง และบาง บริเวณเรียงตัวหลวม ๆ (Amorphous) ทำให้มีช่องว่างระหว่างโมเลกุล พันธะเคมีที่ยึดจับด้านข้างโมเลกุลมีน้อย ส่งผลให้เส้นใยมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ปานกลาง สามารถดูดสารตกแต่งและสีย้อมได้ดี เพราะโมเลกุลของสีสามารถแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างโมเลกุลได้ [29]

2.5.1 สมบัติของเส้นใยไหม

2.5.2.1 สมบัติทางกายภาพ

1) รูปร่างของเส้นใยไหมเป็นเส้นใยยาวประมาณ 400-700 เมตรต่อรัง [4]

2) ไหมเป็นเส้นใยที่มีความเหนียวมาก และลดลงร้อยละ 15 - 20 เมื่อเปียก [30]

3) ไหมยืดได้ประมาณร้อยละ 10 - 25 ถ้าจับยืดออกร้อยละ 2 สามารถหดกลับที่เดิมได้ร้อยละ 92 [9]

4) ผ้าไหมจะไม่ยืดและไม่หดมากเมื่อซัก แต่เมื่อรีดด้วยไอน้ำ สามารถคืนกลับขนาดเดิมได้โดยง่าย

5) เส้นใยไหมดูดความชื้นได้ประมาณร้อยละ 11 ที่สภาวะมาตรฐานเมื่ออากาศชื้นมาก สามารถดูดความชื้นได้ถึงร้อยละ 25 - 35 สมบัตินี้จะทำให้ไหมสามารถย้อมติดสีง่าย แต่ข้อเสีย คือ ไหม สามารถดูดซึมของเหลวที่ไม่บริสุทธิ์ เช่น เกลือของโลหะ สารเหล่านี้จะทำลายเส้นใยให้เกิดการแยกตัวและลดความแข็งแรงลง [31]

2.5.2.2 สมบัติทางเคมี

1) ไหมไม่ทนต่อด่างเข้มข้น และกรดของโลหะเข้มข้น เนื่องจากการเรียงตัวของโมเลกุลในเส้นใยไหมจะดูดกรดอย่างรวดเร็ว และกรดจะเกาะแน่นในโมเลกุลทำให้ไฟโบรอินถูกทำลายได้ หากเป็นกรดอนินทรีย์จะไม่ทำลายใยไหม ไหมละลายได้หมดในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodiumhydroxide) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 100 °ซ หากใช้ด่างอ่อน เช่น สบู่ บอแรกซ์และแอมโมเนียไม่มีผลต่อไฟโปรอินแต่จะละลายเซริซิน [30]

2) แสงแดดและความร้อน ทำให้ความเหนียวของเส้นใยลดลง เนื่องจากออกซิเจนในอากาศทำให้โปรตีนในเส้นใยสลายตัวได้เร็ว การเก็บรักษาต้องตากในที่ร่ม ความร้อนที่ใช้ในการรีดที่อุณหภูมิไม่เกิน 148 - 300 °ซ และเก็บในที่มิดชิด

3) สารฟอกขาวชนิดที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ ทำให้ความเหนียวของเส้นใยลดลง แต่สารฟอกขาวประเภทเปอร์ออกไซด์ และเปอร์บอเรต ไม่มีผลความเหนียวของเส้นใย หากควบคุมสภาวะให้เหมาะสม [9]

4) ไหมย้อมติดสีได้ด้วยสีไดเร็กซ์ สีรีแอคทีฟ สีแอซิด สีซัลเฟอร์ สีแวต และสีธรรมชาติ

2.6 กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum L.*)

กล้วยน้ำว้า เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย พบเห็นได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เป็นผลไม้ที่คนโบราณนิยมปลูกไว้ใกล้บ้านเพื่อเป็นอาหาร ประโยชน์ของกล้วยนั้นมีมากมาย เกือบทุกส่วนของกล้วยสามารถนำมาดัดแปลงใช้ประโยชน์ได้ เช่น ผลของกล้วยใช้รับประทานได้ทั้งผลสุกและดิบ ผลดิบใช้ปรุงเป็นอาหารขบเคี้ยวตลอดจนทำขนมหวาน ส่วนผลสุกเป็นที่ทราบกันดีว่ามีรสชาติดี หวาน หอม รับประทานได้ทั้งสดหรือบางครั้งนำมาผ่านความร้อนเพื่อให้สุก เช่น ปิ้ง ต้ม เผา เป็นต้น ก็จะได้รสชาติที่แตกต่างกันออกไป นอกจากใช้รับประทานแล้วยังใช้เป็นสมุนไพรได้ เช่น แก้ท้องผูก เพราะมีสารเพคติน (Pectin) ช่วยเพิ่มกากอาหารในลำไส้ทำให้ถ่ายง่าย ผลกล้วยดิบจะมีรสฝาด เพราะมีสารแทนนิน (Tannin) อยู่มากซึ่งจะทำให้ท้องผูก ดังนั้นกล้วยดิบจะช่วยรักษาโรคท้องเสียได้ ลำต้นเทียมหรือกาบใบของกล้วยใช้ทำเส้นใย หรือเชือก ส่วนใบของกล้วยหรือ

ใบตอง ใช้สำหรับห่อสิ่งของและใช้ในงานประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น กระทง บายศรี ดอกของกล้วยหรือหัวปลี คนไทยและชาวเอเชียใช้รับประทานแทนผัก โดยรับประทานได้ทั้งสดและปรุงเป็นอาหาร ก้านกล้วยใช้ห้ามเลือด เปลือกกล้วยสุกใช้ทาบริเวณยุงกัดและผื่นคัน [10]

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยน้ำว้า จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ใบกว้างประมาณ 70 - 100 เซนติเมตร ยาว 150 - 400 เซนติเมตร เส้นใบของกล้วยจะเรียงขนานกันเกือบเป็นมุมฉากกับก้านใบ กล้วยจะมีความสมบูรณ์ที่สุดในช่วงที่กำลังให้ช่อดอกและผล จะมีใบประมาณ 10 - 15 ใบ หลังจากปลูกกล้วยด้วยหน่อประมาณ 6 - 7 เดือน กล้วยจะเกิดมีช่อดอก และจะโผล่งอกออกมาทางยอด ใช้เวลา 1 เดือน ดอกจะออกเป็นช่อและเป็นผล ดอกตัวผู้จะร่วงหล่นไป ช่อดอกเจริญเติบโตเป็นเครือกล้วยมีกล้วย 7 - 10 หวี แต่ละหวีจะมีกล้วยประมาณ 10 - 16 ผล กล้วยจะใช้เวลาหลังการเกิดช่อดอกจนถึงการเก็บเกี่ยวประมาณ 80 - 90 วัน กล้วยแต่ละต้นจะให้ผลเพียงครั้งเดียว [32] ลักษณะของผลสั้น กลม ผลกว้าง 3 - 4 เซนติเมตร ยาว 11 - 13 เซนติเมตร ผลมีเหลี่ยมเห็นได้ชัดเจน ส่วนมากมี 4 เหลี่ยม นอกจากผลด้านริมนอกสุดของหวีจะมี 3 เหลี่ยม เมื่อผลสุกจะมีสีเหลืองอ่อน เมื่อสุกจัดผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อมีสีขาวจนถึงสีชมพูอ่อน เหนียวนุ่ม รสหวาน หอม [33] กล้วยน้ำว้าปลูกทั่วไปในประเทศแถบร้อนของโลก โดยเฉพาะประเทศไทยปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคและทุกจังหวัด กล้วยชอบดินอุดมสมบูรณ์ ร่วนซุย ไม่มีน้ำขัง การระบายน้ำ และการหมุนเวียนอากาศได้ดี แต่ต้องไม่มีลมแรงจัด เพราะจะทำให้กล้วยได้รับความเสียหาย กล้วยปลูกได้ในดินที่มีค่า pH ตั้งแต่ 4.5 - 7 แต่ดินที่เหมาะที่สุดคือ มีค่า pH ที่ 6 [34]

2.6.2 เปลือกกล้วยน้ำว้า

การใช้ประโยชน์จากกล้วยนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ผลของกล้วยเพื่อเป็นทั้งผลไม้หรือแปรรูปเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น กล้วยบด กล้วยแช่แข็ง กล้วยแผ่น กล้วยตาก และกล้วยอัดเม็ด เป็นต้น ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้มีเปลือกกล้วยเหลือทิ้งทางภาคการเกษตรเป็นจำนวนมาก สังเกตได้จากปริมาณพื้นที่การเพาะปลูกของเกษตรกร พบว่า กล้วยน้ำว้าสามารถผลิตออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี พื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าปี 2551/2552 มีประมาณ 686,937 ไร่ ผลผลิต 1,115,101 ตัน พบว่าทั้งพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.4 และ 0.06 ตามลำดับเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา [15]

เปลือกกล้วย มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้ง และเมื่อสุกจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ทำให้เปลือกกล้วยมีความเหมาะสม ที่จะสามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้เช่นเดียวกับมันสำปะหลังหรือกากน้ำตาล นอกจากนั้นเปลือกกล้วยยังมีปริมาณเยื่อใยที่มากพอ ที่สามารถจะนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

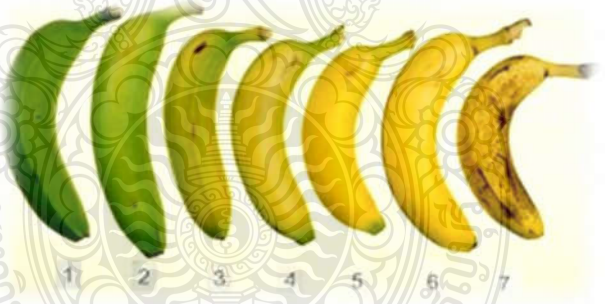
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย

ส่วนประกอบทางเคมี	ร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	63.6
ปริมาณเยื่อใย	8.6
เถ้า	11.7
ไขมัน	8.6
อื่น ๆ	7.5

ที่มา : [35]

2.6.3 การเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของกล้วย

การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกล้วยนั้นจะเกิดขึ้นในระหว่างการสุก เนื่องจากคลอโร-ฟิลด์จะมีการสร้างและสลายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่ในระหว่างการสุกนั้นจะเกิดการสลายตัวมากกว่า ซึ่งทำให้คลอโรฟิลด์หมดลงไป จะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ดังนั้นจึงใช้ค่าดัชนีของสีเปลือกกล้วยเป็นตัวกำหนดระยะสุก เรียกว่า ดัชนีสีของเปลือกกล้วย (PCI : Peel Color Index) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ลักษณะของกล้วยที่คัดตามดัชนีสีเปลือกกล้วย (Peel Index Color)
ที่มา : [36]

การสุกหมายถึง ระยะของการพัฒนาทางชีวเคมีของผลไม้ ขณะที่มีอัตราการหายใจสูง (Climacteric) จะพบคลอโรฟิลด์ที่เปลือกของกล้วยยังไม่สุก เปลือกกล้วยดิบมีคลอโรฟิลด์ 50 ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด มีแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) 5 - 7 ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด และมีแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) 1.3 - 3.5 ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด ระหว่างการสุกคลอโรฟิลด์จะมีปริมาณลดลงเป็นสีเหลืองของแคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์ [37]

เมื่อสีเหลืองของเปลือกกล้วยเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลด์ลงลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งสุก การเปลี่ยนสีของเปลือกกล้วยนั้นเป็นเครื่องชี้บ่งถึงระดับความสุกของเปลือกกล้วย โดยจะเริ่มมีสีเหลืองหลังจากถึงจุดที่มีการหายใจสูงสุด (Climacteric Peak) การที่กล้วยมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกพร้อมทั้งเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล จึงแบ่งความสุกของกล้วยตามสีเปลือกเป็น 8 ขั้น เรียกว่าดัชนีสีของเปลือกกล้วย ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการศึกษาดัชนีสีเปลือกกับปริมาณแป้งและน้ำตาลของกล้วย

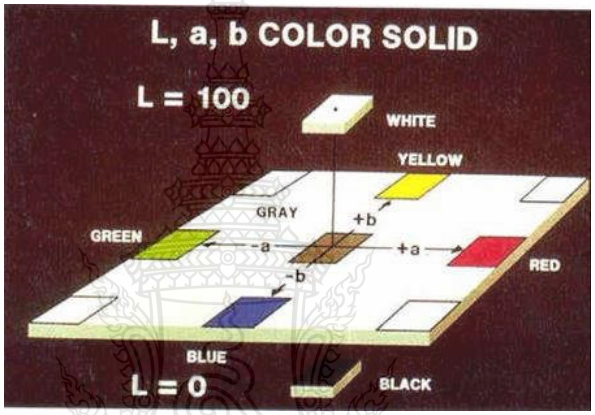
PCI	สีเปลือก	แป้ง (ร้อยละ)	น้ำตาล (ร้อยละ)	หมายเหตุ
1	เขียว	21.13	0.75	แข็ง ปอกเปลือกยาก เนื้อกล้วยสีขาว ไม่มีกลิ่นกล้วย
2	เขียว มีสีเหลืองเล็กน้อย	18.40	2.69	แข็ง ปอกเปลือกยาก เนื้อกล้วยสีขาว ไม่มีกลิ่นกล้วย
3	มีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง	16.10	4.77	เนื้อนิ่มลง สีของเนื้อกล้วยยังคงขาว ไม่มีกลิ่นกล้วย
4	มีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว	12.46	8.21	เนื้อนิ่มลง เริ่มปอกเปลือกได้ง่าย เนื้อกล้วยสีเหลืองอ่อน แต่ยังไม่มีกลิ่นกล้วย
5	สีเหลืองปลายเขียว	6.80	13.71	เริ่มมีกลิ่นกล้วย
6	สีเหลืองทั้งผล	3.30	17.62	ปอกเปลือกง่าย ผลกล้วยยังคงแน่น
7	สีเหลืองเริ่มมีจุดน้ำตาล	2.36	18.54	กล้วยสุกเต็มที่กลิ่นหอมมาก
8	สีเหลืองมีสีน้ำตาลมากขึ้น	1.25	19.86	กล้วยสุกเกินไป เนื้อกล้วยอ่อนตัวลงมาก

ที่มา : [37]

2.7 ระบบการวัดสี

2.7.1 การวัดสีระบบซีแลป (CIE L* a* b*)

ระบบการวัดสีหรือการบอกลักษณะของสี เพื่อให้เป็นที่เข้าใจในระดับสากล หรือเป็นที่เข้าใจอย่างกว้างขวาง ซึ่งได้มีการพัฒนาการวัดสีในระบบที่ระบุตัวเลข ที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอโดยไม่ต้องอาศัยประสบการณ์ หรือความคิดของมนุษย์ในการวัดสี ปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีที่เป็นที่นิยมคือซีแลป (CIELAB) 1976 ซึ่งเป็นลักษณะของช่องสี (Color Space) [38] ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ช่องสี (Color Space) ในระบบซีแลป (CIE L* a* b*) 1976
ที่มา : [38]

L* ใช้กำหนดความสว่าง (Lightness) ของสี

ถ้า L* มีค่า เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ

ถ้า L* มีค่า เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว

a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือเขียว (Redness - Greeness)

ถ้า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง

ถ้า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว

b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (Yellowness - Blueness)

ถ้า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง

ถ้า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ในระบบซีแลป (CIE L* a* b*) ยังมีคำเชื่อมค่า a* และค่า b* เข้ากับฮิว (Hue) และโครมา (Chroma) โดยกำหนดค่าสี 2 ค่า คือ ฮิว แองเกิล (Hue Angle) (h*) และ โครมา (Chroma) (C*)

Hue Angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่าสีมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในช่องสี (Color Space) มีหน่วยเป็นองศา

ถ้า h* = 0 (360) องศา แสดงว่าเป็นสีแดง

h* = 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง

h* = 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว

h* = 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

ส่วน โครมา (Chroma) คือ ค่าแสดงความสดใสของสี

ในการระบุสีของวัตถุที่มีสีในระบบซีแลป (CIE L* a* b*) นั้นจะระบุด้วยค่า L* C* และ h* มากกว่า L* a* และ b* เนื่องจากทำให้เข้าใจและทราบลักษณะของสีที่ใกล้เคียงกับที่สายตาของมนุษย์มองเห็น [38]

2.7.2 การระบุความเข้มของสี

อารีย์ [39] กล่าวว่า ความเข้มของสีเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งในการย้อม มักจะกล่าวถึงในเชิงเปรียบเทียบ เช่น เข้มกว่าร้อยละ 10 หรืออ่อนกว่าร้อยละ 5 ซึ่งเป็นการคาดคะเนด้วยสายตา ดังนั้นความแม่นยำจึงขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของผู้ย้อมเป็นสำคัญ การระบุความเข้มของสีอาจก่อให้เกิดปัญหาสีย้อมไม่เท่ากันได้ ดังนั้นถ้ามีชิ้นตัวอย่างที่ยังไม่ทราบความเข้มของสี สามารถที่จะหาความเข้มของสีได้โดยนำทฤษฎีของ คูเบลก้าร์มัค (Kubelka Munk) มาใช้โดยทฤษฎีนี้จะใช้ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 ค่า คือ ค่า K และ S

K = ค่าดูดกลืนแสงของชิ้นตัวอย่าง สัมประสิทธิ์การดูดกลืน

S = ค่าการกระเจิงแสงของชิ้นตัวอย่าง สัมประสิทธิ์การกระเจิงแสง

สำหรับวัสดุสิ่งทอ ไม่มีการกระเจิงของแสงในวัสดุที่ใช้ย้อม เพราะสีที่ใช้ย้อมจะละลายและเข้าไปอยู่เป็นเนื้อเดียวกันกับวัสดุที่ใช้ย้อม ดังนั้นค่า K และ S จะถือเป็นค่าเดียวกัน คือค่า K/S ดังสมการ

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

เมื่อ R = ค่าการสะท้อนแสงของชิ้นตัวอย่างเป็นร้อยละ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 โมโตอิ [28] ศึกษาการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน พบว่าสีที่ได้เป็นสีเหลืองน้ำตาล น้ำตาลแกมแดงและสีดำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของการใช้สารช่วยติด โดยที่ความสามารถในการย้อมสีจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิ 80 - 90 °ซ และเมื่อใช้เวลาในการย้อม 60 นาทีขึ้นไปความสามารถในการย้อมจึงจะเริ่มคงที่

2.8.2 นฤมล [40] ศึกษาการย้อมไหมด้วยขมิ้นชันโดยใช้สารช่วยติด 4 ชนิด คือ สารส้ม กรดน้ำส้ม จุนสีและเหล็ก โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ร้อยละ 2 4 6 และ 8 ของหนักไหม การย้อมใช้อุณหภูมิ 80 - 85 °ซ เวลา 30 นาที พบว่า การใช้เหล็กจะได้สีเหลืองอมน้ำตาล จุนสีได้สีเหลืองอมเขียว ส่วนกรดน้ำสมและสารส้มได้สีเหลืองทอง ผลการทดสอบความคงทนต่อการซัก พบว่า เมื่อใช้เหล็กร้อยละ 6 จุนสีร้อยละ 2 และสารส้มร้อยละ 8 ของน้ำหนักไหมเป็นสารช่วยติดมีความคงทนของสีต่อการซักสูงที่สุด การใช้จุนสีทุกระดับความเข้มข้นจะให้ความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด

2.8.3 นันทนัช [41] ศึกษาการย้อมไหมด้วยใบตะขบฝรั่งโดยใช้สารช่วยติดขณะย้อม โดยใช้สารช่วยติด 4 ชนิดคือ สารส้ม จุนสี ไอรอนและโครม ใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ร้อยละ 1 2 3 และ 4 ของน้ำหนักผ้าไหม ใช้อุณหภูมิ 80 - 85 °ซ เวลา 30 นาที พบว่าการใช้สารส้มร้อยละ 3 และ 4 จะได้สีเหลืองนวล จุนสีร้อยละ 1 ได้สีเหลืองอมเขียว และถ้าใช้โครมร้อยละ 1 และ 2 ได้สีเหลืองทอง ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงพบว่า การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดให้ความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด รองลงมาคือสารส้ม โครม และ ไอรอนตามลำดับ

2.8.4 วิภาและชิดชม [12] ศึกษาการนำวัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากเปลือกกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ซึ่งมีระยะเวลาในการสุกต่างกันคือ ดิบ (เปลือกกล้วยจะมีสีเขียว ผลแข็ง) ห่าม (เปลือกกล้วยเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลืองและสีเขียวมากกว่าสีเหลือง) และสุก (กล้วยทั้งผลมีสีเหลือง) ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปริมาณแทนนินในเปลือกกล้วยขึ้นอยู่กับพันธุ์ และระยะเวลาในการสุกของกล้วย กล้วยดิบมีปริมาณแทนนินสูงกว่ากล้วยสุก ประสิทธิภาพในการสกัดแทนนินขึ้นกับสภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของสารสกัด อุณหภูมิซึ่งมีผลค่อนข้างสูงต่อปริมาณแทนนินที่สกัดได้ เมื่อเทียบกับระยะเวลาในการสกัดและอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อสารสกัด แทนนินบริสุทธิ์ที่สกัดได้ สามารถตกตะกอนโปรตีนและจับกับอิออนของโลหะได้ดี ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มบางชนิด อย่างไรก็ตามเทคนิคการแยกและทำแทนนิน

ให้บริสุทธิ์ค่อนข้างซับซ้อน และใช้สารเคมีหลายชนิดที่ราคาแพง ทั้งนี้เนื่องจากในเปลือกกล้วยมีปริมาณต่ำ ดังนั้นการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมจึงไม่คุ้มค่า

2.8.5 ไพศาล [42] ศึกษาเทคนิคการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีจากครั่ง โดยใช้สารช่วยติด 12 ชนิด ได้แก่ น้ำจากใบเหมือด น้ำส้มมะขาม น้ำจากใบเหมือดผสมน้ำส้มมะขาม กรดทาทาร์ริก กรดแอซิติก กรดซัลฟูริก กรดฟอร์มิก โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมซัลเฟต คอปเปอร์-ซัลเฟต และไอออนออกไซด์ พบว่าการใช้สารช่วยติดต่างชนิดกันในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อสีของเส้นไหม สำหรับขั้นตอนในการใช้สารช่วยติดก่อนย้อม ขณะย้อมและหลังย้อมสีครั่งมีผลต่อความเข้มของสีที่ได้เฉพาะกับสารช่วยติดบางชนิดเท่านั้น เมื่อพิจารณาเลือกสารช่วยติดที่เหมาะสมที่สุดในการย้อมไหมด้วยสีจากครั่งพบว่าสารช่วยติด 5 ชนิดคือ น้ำจากใบเหมือดผสมน้ำส้มมะขาม กรดทาร์ทาริก กรดแอซิติก กรดซัลฟูริกและกรดฟอร์มิก ให้ผลต่อคุณภาพของสีหลังการย้อมดีที่สุด แต่การใช้น้ำจากใบเหมือดผสมน้ำส้มมะขามเป็นสารช่วยติดหลังการย้อม ทำให้ได้สีใกล้เคียงกับสีธรรมชาติของครั่งมากที่สุด ในขณะที่สารช่วยติดที่เหลือให้สีเพี้ยนไปจากสีธรรมชาติของครั่ง

2.8.6 ผ่องศรี [18] ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีเปลือกมังคุดสด โดยศึกษาผลของวิธีและระยะเวลาการเก็บน้ำสีต่อความเปลี่ยนแปลงของสี โดยเก็บรักษา 2 วิธีคือ แช่เย็นและแช่แข็ง ระยะเวลาเก็บ 2 4 และ 6 เดือน ใช้สารช่วยติดเพียงชนิดเดียวคือ สารส้มร้อยละ 10 พบว่าน้ำสีที่แช่แข็งเมื่อนำมาย้อมจะคงคุณลักษณะเดิมของสีดีกว่าน้ำสีที่เก็บโดยวิธีแช่เย็น ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าทุกการทดลองให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูงคือ มีสีหม่นและเข้มขึ้น ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงซีนอนอาร์ก พบว่าทุกการทดลองให้ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมค่อนข้างสูงมีสีเข้มขึ้นแต่ไม่สดใส

2.8.7 เจริญศรี [43] ศึกษาผลของสารช่วยติดสีต่อการย้อมไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยใช้สารช่วยติดหลังย้อม 2 ชนิดคือ สารส้มและกรดน้ำส้ม ความเข้มข้น 5 ระดับ คือร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 พบว่า สีผ้าทดลองที่ใช้สารช่วยติดทั้งสองชนิดแตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน แต่ผ้าที่ย้อมทับด้วยสารส้มสามารถคงคุณลักษณะเดิมได้ดีกว่ากรดน้ำส้ม ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูง และสีเข้มขึ้น ส่วนความคงทนของสีต่อแสงซีนอนอาร์ก พบว่าแสงทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูง สีเข้มขึ้นแต่ไม่สดใส

2.8.8 นุจิรา [44] ศึกษาผลของสภาวะการย้อมต่อสีความคงทนของสีต่อการซัก และต่อแสงของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากกลีบดอกดาวเรืองที่อุณหภูมิ 30 60 และ 80 °ซ โดยใช้น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกดาวเรืองแห้งที่ปรับให้มีค่า pH 3 5 7 และ 9 และใช้เวลาในการย้อม 30 60 90 และ 120 นาที

ใช้สารส้มเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นสารช่วยติดหลังย้อม พบว่าที่อุณหภูมิ 30 °ซ ควรใช้เวลาย้อม 30 นาที และใช้ pH 5 การย้อมที่อุณหภูมิ 60 °ซ ควรใช้เวลาย้อม 90 นาที ใช้ pH 5 ที่การย้อม 90 °ซ ควรใช้เวลาย้อม 30 นาทีและใช้ pH ประมาณ 9

2.8.9 สุภาพ [45] ศึกษาการย้อมไหมด้วยใบกล้วยโดยใช้สารช่วยติดย้อมหลังการย้อมสี โดยใช้สารช่วยติด 4 ชนิดคือ กรดน้ำส้ม เหล็ก ขี้เถ้าและสารส้ม ใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ร้อยละ 2 4 6 และ 8 ใช้อุณหภูมิในการย้อมที่ 85 °ซ เวลา 30 นาที พบว่า ชนิดของสารช่วยติดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี แต่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า การใช้ขี้เถ้าเป็นสารช่วยติดมีความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด การใช้เหล็กให้ความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด และการใช้กรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติดให้ความคงทนของสีต่อการขัดถูดีที่สุด

2.8.10 ชลธิรา [46] ศึกษาการย้อมไหมด้วยสีจากใบหูกวางโดยศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัยได้แก่ ความอ่อนแก่ของใบหูกวาง 3 ระดับคือใบหูกวางใบที่ 5 10 และใบที่ 15 นับจากยอดลงมา อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดน้ำสีมี 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 °ซ และระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมี 3 ระดับ คือ 15 30 และ 45 นาที โดยประเมินค่าสีและความเข้มของสีที่ย้อมติดย้อมไหม จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่อค่า L* และค่า K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ระดับอุณหภูมิ 60 ± 2 °ซ จะให้ค่า L* และค่า K/S สูงกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 70 ± 2 และ 80 ± 2 °ซ การใช้ระยะเวลา 15 นาทีจะให้ค่า L* และค่า K/S สูงกว่าที่การทำการสกัดน้ำสีที่ระยะเวลา 30 และ 40 นาที ความอ่อนแก่ของใบหูกวางอุณหภูมิและระยะเวลาไม่มีผลต่อค่า a* และค่า h* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำสีมีผลต่อค่า b* และค่า C* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การใช้ระยะเวลา 15 นาที จะให้ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความสดใสมากกว่าผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดที่ระยะเวลา 30 และ 45 นาที ส่วนความอ่อนแก่ของใบหูกวางไม่มีผลต่อค่า L* a* b* C* h* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.8.11 Nishida and Kobayashi [48] ศึกษาสมบัติความคงทนของสีธรรมชาติจากพืช ภายหลังการย้อมทับด้วยสารช่วยติดต่างชนิดกัน โดยย้อมผ้าไหม และผ้าฝ้ายด้วยน้ำสีจากยูคอน (Ukon) และต้นคาริยาสุ (Kariyasu) แล้วย้อมทับด้วยสารช่วยติด 2 ชนิดคืออลูมินั่ม และเหล็ก ผลปรากฏกว่าผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยต้นคาริยาสุ แล้วย้อมทับด้วยเกลือของเหล็ก จะมีความคงทนของสีต่อแสงดีกว่าผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยต้นยูคอนที่ย้อมทับด้วยเกลือของเหล็ก ความคงทนของสีต่อแสงของผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมทับด้วยเกลือของเหล็ก สูงกว่าผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมทับด้วยเกลือของอลูมินั่ม ส่วนความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมและผ้าฝ้าย ที่ย้อมทับด้วยเกลือของเหล็ก

และเกลือของอลูมินั่มไม่แตกต่างกัน แต่ผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมทับด้วยเกลือของเหล็กจะให้สีเข้มกว่าผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมทับด้วยเกลือของอลูมินั่ม

2.8.12 Tsatsaroni and Eleftheriadis [49] ศึกษาการย้อมผ้าขนสัตว์ด้วยสีจากหญ้าฝรั่น (*Crocus sativusl L.*) เพื่อศึกษาความคงทนของสีโดยใช้เกลือของโลหะเป็นสารมอร์แดนท์ คือไอรอน-ซัลเฟต (Iron Sulphate) อลูมิเนียมซัลเฟต (Aluminium Sulphate) โซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทรต (Sodium Potassium Tartrate) และซิงค์คลอไรด์ (Zine Chloride) พบว่าไอรอนซัลเฟตมีค่า dE* สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ใช้สารมอร์แดนท์ รองลงมาคือโซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทรตอลูมิเนียม-ซัลเฟตและซิงค์คลอไรด์ ตามลำดับ เมื่อนำสีผ้าขนสัตว์ที่ย้อมได้ไปทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า สีย้อมเปื้อนติดสีผ้าทดสอบ อยู่ในระดับพอใช้ และมีความคงทนต่อแสงอยู่ในระดับต่ำ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติ จากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 วัสดุที่ใช้ในการสกัดสีและการย้อมสี

3.1.1 ผ้าทดลอง คือผ้าไหม จากบริษัท The Natural Silk ถนนมเหสักข์ เขตบางรัก กรุงเทพฯ มีโครงสร้างการทอลายขัด (Plain Weave) ที่ผ่านการขจัดกาวและฟอกขาว มีน้ำหนัก 90 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาของผ้าคือ 0.16 มิลลิเมตร จำนวนเส้นด้ายยืน 98 เส้นต่อนิ้ว และจำนวนเส้นด้ายพุ่ง 82 เส้นต่อนิ้ว

3.1.2 วัสดุให้สีย้อม ใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ จากร้านขายกล้วยน้ำว้า ตลาดสี่มุมเมือง ถนนพหลโยธิน อำเภอลำลูกกา ปทุมธานี ระยะความสุกของผลแบ่งตามดัชนีสีของเปลือกกล้วย ใช้กล้วยระยะที่ 2 - 3 โดยระยะที่ 2 คือเปลือกกล้วยมีสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อย ผลแข็งไม่มีการสุก เนื้อกล้วยมีสีขาวและไม่มีกลิ่นกล้วย และระยะที่ 3 คือเปลือกกล้วยมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง เนื้อกล้วยนิ่มลง สีของเนื้อกล้วยยังคงขาวและไม่มีกลิ่นกล้วย ใช้เฉพาะส่วนเปลือกของกล้วยน้ำว้าดิบ โดยการตัดขั้วหัวและท้ายของกล้วยออก แล้วใช้มีดผ่าตามยาวแกะเอาเนื้อผลออก สับให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็ก

3.1.3 สารช่วยติดที่ใช้ในการย้อม ประกอบด้วยสารดังต่อไปนี้

3.1.3.1 สารส้ม (Potassium Aluminium Sulphate) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย

3.1.3.2 สนิมเหล็ก (Ferrous Sulphate) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย

3.1.3.3 จุนสี (Copper Sulphate) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย

3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสี

3.2.1 ผงซักฟอกมาตรฐาน AATCC Reference Detergent WOB สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

3.2.2 ผ้ามาตรฐานสำหรับทดสอบการซัก (Multifiber) ตามมาตรฐานของ ISO ชนิด DW Type

3.2.3 ผ้ามาตรฐานสำหรับทดสอบการขัดถู (Crockmeter Test Cloth)

3.2.4 ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue Wool) สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการสกัดสีและการย้อมสี

3.3.1 เครื่องย้อมสี (Gyro Wash 525408-W1 Washing Test) จากบริษัท James H.Heal ประเทศอังกฤษ

3.3.2 เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Metter Moledo PG 503-S)

3.3.3 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Metter Toledo MP220)

3.3.4 บีกเกอร์ขนาด 50 500 และ 1000 มิลลิลิตร

3.3.5 เครื่องวัดสี (Data Color 600 Spectrophotometer) จากบริษัท Data Color ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบความคงทนของสี

3.4.1 เครื่องทดสอบการซัก (Launder – Ometer) รุ่น DWGA 11 – 4579 ของ Atlas Electric Device

3.4.2 เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู (Crockmeter) ISO Crockmer Model

3.4.3 เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสงด้วยหลอดไฟซีนอนอาร์ก (Xenon Arc - Lamps) รุ่น Atlas Ci300 Xenon Weather Ometer

3.4.4 เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี Grey Scale for Color Change มาตรฐานของ ISO Standard Test Method

3.4.5 เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการติดเปื้อนสี Grey Scale for Color Staining มาตรฐานของ ISO Standard Test Method

3.5 วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ การศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ การทดลองครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Experiments in Complete Randomized Design

3.5.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีกระบวนการทดลองดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 กระบวนการสกัดสีย้อมและย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

3.5.1.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 1:3 1:5 และ 1:7 และระยะเวลาในการสกัด โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 30 60 และ 90 นาที จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลอง ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.1 โดยควบคุมอุณหภูมิการสกัดที่ 95 °ซ สำหรับสภาวะการย้อมใช้ผ้าไหมกับน้ำย้อมในอัตราส่วน 1:50 ที่อุณหภูมิ 70 °ซ ในระยะเวลา 40 นาที สำหรับกระบวนการต่างๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนั้น แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 3.1 จากนั้นนำผ้าที่ได้ทำการวัดค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำสี แล้วนำไปย้อมผ้าไหม โดยการเลือกจากสิ่งทดลองที่มีค่าความเข้มสี K/S สูงที่สุด

ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อม

สิ่งทดลองที่	สัดส่วนเปลือกกล้วย : น้ำ	ระยะเวลาในการสกัด (นาที)
1	1 : 3	30
2	1 : 5	30
3	1 : 7	30
4	1 : 3	60
5	1 : 5	60
6	1 : 7	60
7	1 : 3	90
8	1 : 5	90
9	1 : 7	90

3.5.1.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิในการย้อม โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 30 60 และ 90 °ซ และระยะเวลาในการย้อม โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 20 40 และ 60 นาที จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลอง ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.2 การเตรียมสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้ในการย้อม ได้จาก

การทดลองที่ 3.5.1.1 สำหรับกระบวนการต่างๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนั้น แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 3.1 จากนั้นนำผ้าที่ได้ทำการวัดค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหม โดยการเลือกจากสิ่งทดลองที่มีค่าความเข้มสี K/S สูงที่สุด

ตารางที่ 3.2 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหม

สิ่งทดลองที่	อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการย้อม (นาที)
1	30	20
2	60	20
3	90	20
4	30	40
5	60	40
6	90	40
7	30	60
8	60	60
9	90	60

3.5.2 ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 หัวข้อดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.2 กระบวนการสกัดสีย้อม การย้อมสี และการใช้สารช่วยติด

3.5.2.1 ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด

ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 3 ปัจจัยคือ ชนิดของสารช่วยติด โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ สารส้ม จุนสี และเหล็ก วิธีการใช้สารช่วยติด โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ใช้สารช่วยติดก่อนการย้อมสี (Pre-Mordant) ใช้สารช่วยติดพร้อมกับการย้อมสี (Meta-Mordant) และใช้สารช่วยติดหลังการย้อมสี (Post-Mordant) และระดับความเข้มข้นของสารช่วยติด โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ความเข้มข้นร้อยละ 2 4 และ 6 จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 27 สิ่งทดลอง ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.3 สำหรับกระบวนการต่างๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนั้น แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 3.2 จากนั้นนำผ้าที่ได้ทำการวัดค่าสี L* a* b* และความเข้มสี K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสภาวะ และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด โดยการเลือกจากสิ่งทดลองที่มีค่าความเข้มสี K/S สูงที่สุด สำหรับวิธีการใช้สารช่วยติดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การใช้สารช่วยติดก่อนการย้อมสี (Pre-Mordant)

(1) เตรียมสารช่วยติดตามความเข้มข้นดังตารางที่ 3.3

(2)ชั่งผ้า และนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับสารละลายสารช่วยติด โดยกำหนดค่าเป็น 1:100

(3) ตวงสารละลายสารช่วยติดตามที่คำนวณไว้ และใส่ผ้าไหมลงไปในสารละลายสารช่วยติด

(4) ทำการมอร์แดนท์ที่อุณหภูมิ 50 °ซ เวลา 20 นาที จากนั้นนำผ้ามาทำให้แห้ง

(5) เตรียมสีย้อมที่สกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.1

(6) ชั่งผ้าและนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับน้ำย้อม โดยกำหนดค่าเป็น 1:50 และนำผ้าไหมที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในน้ำย้อม

(7) ทำการย้อมที่อุณหภูมิและเวลาตามสภาวะเหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.2

(8) ล้างผ้าด้วยน้ำกรอง อัตราส่วนระหว่างผ้าต่อน้ำ 1:200 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที เพื่อขจัดสีส่วนเกินบนผิวผ้าทดลองออก และตากที่อุณหภูมิห้องจนผ้าทดลองแห้ง

2) การใช้สารช่วยติดพร้อมการย้อมสี (Meta-Mordant)

(1) เตรียมสารช่วยติดตามความเข้มข้นดังตารางที่ 3.3

(2) ชั่งผ้า และนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับสารละลายสารช่วยติด โดยกำหนดค่าเป็น 1:50

(3) ตวงสารละลายสารช่วยติดตามที่คำนวณไว้

(4) เตรียมสีย้อมที่สกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.1

(5) ชั่งผ้าและนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับน้ำย้อม โดยกำหนดค่าเป็น 1:50

(6) ใส่ผ้าไหมลงไปในสารละลายสารช่วยติดและน้ำย้อมพร้อมกัน

(7) ทำการย้อมที่อุณหภูมิและเวลาตามสภาวะเหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.2

(8) ล้างผ้าด้วยน้ำกรองอัตราส่วนระหว่างผ้าต่อน้ำ 1:200 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที เพื่อขจัดสีส่วนเกินบนผิวผ้าทดลองออก และตากที่อุณหภูมิห้องจนผ้าทดลองแห้ง

3) การใช้สารช่วยติดหลังการย้อมสี (Post-Mordant)

(1) เตรียมสารช่วยติดตามความเข้มข้นดังตารางที่ 3.3

(2) ชั่งผ้า และนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับสารละลายสารช่วยติด โดยกำหนดค่าเป็น 1:100

(3) ตวงสารละลายสารช่วยติดตามที่คำนวณไว้

(4) เตรียมน้ำย้อมที่สกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.1

(5) ชั่งผ้าและนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างผ้ากับน้ำย้อม โดยกำหนดค่าเป็น 1:50

(6) ทำการย้อมที่อุณหภูมิและเวลาตามสภาวะเหมาะสมจากการทดลองที่ 3.5.1.2 จากนั้นนำผ้ามาทำให้แห้ง

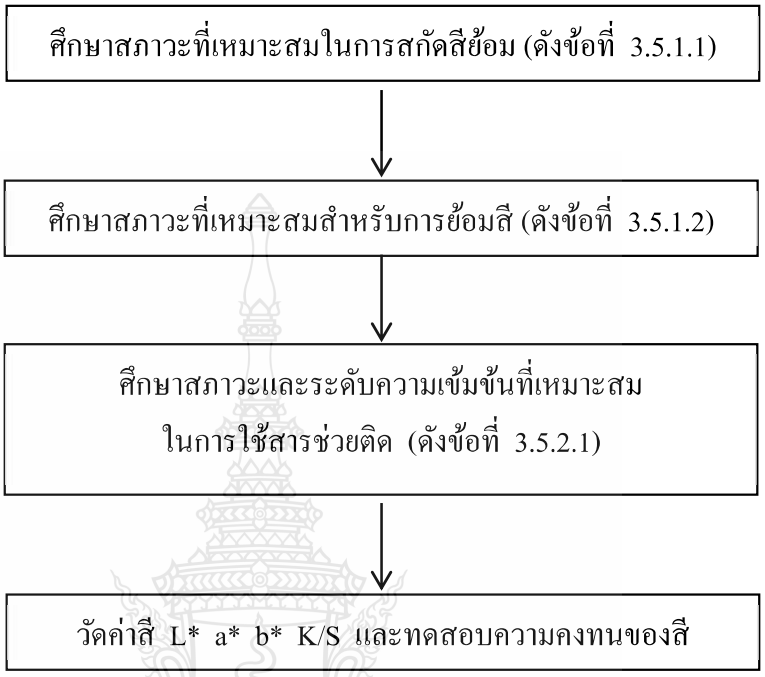
(7) ทำการมอร์แดนท์ที่อุณหภูมิ 50 °ซ เวลา 20 นาที

(8) ล้างผ้าด้วยน้ำกรองอัตราส่วนระหว่างผ้าต่อน้ำ 1:200 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที เพื่อขจัดสีส่วนเกินบนผิวผ้าทดลองออก และตากที่อุณหภูมิห้องจนผ้าทดลองแห้ง

ตารางที่ 3.3 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะ และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารช่วยติด	สภาวะการใช้สาร	ระดับความเข้มข้น (ร้อยละ)
1	สารส้ม	ก่อนย้อม	2
2	สารส้ม	ย้อมพร้อม	4
3	สารส้ม	หลังย้อม	6
4	สารส้ม	ก่อนย้อม	2
5	สารส้ม	ย้อมพร้อม	4
6	สารส้ม	หลังย้อม	6
7	สารส้ม	ก่อนย้อม	2
8	สารส้ม	ย้อมพร้อม	4
9	สารส้ม	หลังย้อม	6
10	จุนสี	ก่อนย้อม	2
11	จุนสี	ย้อมพร้อม	4
12	จุนสี	หลังย้อม	6
13	จุนสี	ก่อนย้อม	2
14	จุนสี	ย้อมพร้อม	4
15	จุนสี	หลังย้อม	6
16	จุนสี	ก่อนย้อม	2
17	จุนสี	ย้อมพร้อม	4
18	จุนสี	หลังย้อม	6
19	เหล็ก	ก่อนย้อม	2
20	เหล็ก	ย้อมพร้อม	4
21	เหล็ก	หลังย้อม	6
22	เหล็ก	ก่อนย้อม	2
23	เหล็ก	ย้อมพร้อม	4
24	เหล็ก	หลังย้อม	6
25	เหล็ก	ก่อนย้อม	2
26	เหล็ก	ย้อมพร้อม	4
27	เหล็ก	หลังย้อม	6

3.5.2.2 ศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ทำการศึกษาดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กระบวนการศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

1) การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก โดยใช้เครื่องทดสอบการซักตามวิธีมาตรฐาน ISO 105-C06 A1S: 2010 โดยใช้ชิ้นทดสอบที่ประกบติดกับผ้าหลายเส้นใย (Multifiber) โดยมีสภาวะการซักคือ อุณหภูมิการซัก 40 ± 2 °ซ ปริมาณสารละลายซักฟอก 150 มิลลิกรัม ใช้สารซักฟอก 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ใส่ลูกบอลสแตนเลส 10 ลูกต่อกระบอก และทดสอบการซัก ด้วยเครื่องทดสอบการซัก (Launder - Ometer) เป็นเวลา 30 นาที และใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสีและการติดเปื้อนสีบนผ้าหลายเส้นใย (Multifiber)

2) การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง ตามวิธีมาตรฐาน ISO-105-B02:1994 Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test โดยตัดผ้าทดลองขนาด 4.5 x 10 เซนติเมตร ติดลงบนกระดาษแข็งที่ไม่มีสารเรืองแสงขนาด 4.5 x 10 เซนติเมตร แล้วนำมาทดสอบแสงด้วยเครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (Atlas Ci300 Xenon Weather Ometer) พร้อมกับผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue Wool) ซึ่งมีความคงทนของสีต่อแสงแตกต่างกัน 8 ระดับ แต่ละระดับ

มีความคงทนเพิ่มขึ้น 2 เท่า ใช้หลอดไฟซีนอนอาร์กที่มีอุณหภูมิ 5,500 - 6,500 องศาเคลวิน และใช้กระจกกรองแสงเพื่อให้แสงส่องลงมาที่ผ้าทดสอบ มีความยาวคลื่นประมาณ 350 นาโนเมตร ทำการอาบแสงผ้าตัวอย่าง และผ้าขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue Wool) อย่างต่อเนื่อง สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสีของผ้า ระหว่างส่วนที่โดนแสงกับไม่โดนแสง เทียบกับเกรย์สเกลสำหรับค่าความคงทนของสี ประเมินค่าสีและค่าการเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) และใช้ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงินเพื่อประเมินระดับความคงทนของสี

3) การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูตามวิธีมาตรฐาน ISO 105- X12: 2001 โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 5 x 14 เซนติเมตร ตัดทั้งแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง นำไปตรึงไว้บนเครื่อง นำผ้าขาวมาตรฐานสำหรับทดสอบการขัดถูใส่ลงในเครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู (Crockmeter) จำนวน 10 รอบต่อ 10 วินาที ทดสอบทั้งสภาวะแห้งและสภาวะเปียก โดยในการทดสอบสภาวะเปียกใช้ผ้าขาวมาตรฐานสำหรับการทดสอบสภาวะเปียกและ มี wet pick - up ร้อยละ 95 - 100 จากนั้นประเมินค่าสีและค่าการเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) และใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินการเปื้อนติดของสีบนผ้าขาว

3.6 สถานที่ใช้ในการทดลอง

ห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอ สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

การวิจัยเรื่องการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติ จากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ได้ผลและวิจารณ์ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

จากการทดลองนำเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบมาทำการสกัดเอาน้ำย้อมที่อุณหภูมิ 95 °ซ โดยศึกษาสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 1:5 และ 1:7 และระยะเวลาในการสกัด 30 60 และ 90 นาที แล้วนำไปย้อมผ้าไหม ทำการวัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาการสกัดต่างกัน

สภาวะการสกัด เปลือกกล้วย : น้ำ	เวลา (นาที)	ค่าของสีและค่าความเข้มสี				
		L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
1 : 3	30	80.12 ^{ns}	7.04 ^{aB}	4.13 ^{aB}	0.44 ^{ns}	
	60	81.17 ^{ns}	9.48 ^{aA}	6.56 ^{aA}	0.45 ^{ns}	
	90	80.41 ^{ns}	9.55 ^{aA}	6.74 ^{aA}	0.47 ^{ns}	
1 : 5	30	78.65 ^{ns}	6.72 ^{bB}	3.44 ^{bB}	0.43 ^{ns}	
	60	79.88 ^{ns}	8.40 ^{bA}	4.59 ^{bA}	0.46 ^{ns}	
	90	79.31 ^{ns}	9.37 ^{bA}	5.37 ^{bA}	0.46 ^{ns}	

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาการสกัดต่างกัน (ต่อ)

สภาวะการสกัด เปลือกกล้วย : น้ำ	เวลา (นาที)	L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
1 : 7	30	77.82 ^{ns}	5.93 ^{cB}	1.98 ^{cB}	0.42 ^{ns}	
	60	78.88 ^{ns}	8.05 ^{cA}	3.85 ^{cA}	0.41 ^{ns}	
	90	79.42 ^{ns}	8.17 ^{cA}	4.00 ^{cA}	0.40 ^{ns}	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c แสดงผลการจัดกลุ่มสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำด้วยวิธี DMRT

ตัวอักษร A B C แสดงผลการจัดกลุ่มระยะเวลาการสกัดด้วยวิธี DMRT

จากตารางที่ 4.1 พบว่า สีของผ้าที่ย้อมได้ทุกสภาวะจะได้เฉดสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลอมส้ม ซึ่งค่า L* ของผ้าไหมที่ผ่านการย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ที่ใช้สัดส่วนและระยะเวลาการสกัดต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่า L* ใกล้เคียงกันและมีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่าผ้าไหมที่ได้มีความสว่างค่อนข้างสูง (สีอ่อน)

ค่า a* ของผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกสภาวะเป็นบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผ้าไหมที่ผ่านการย้อมจะมีสีออกแดง และเมื่อใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำเพิ่มขึ้น และระยะเวลาการสกัดนานขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงสูงขึ้นเช่นกัน

ค่า b* ของผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกสภาวะเป็นบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผ้าไหมที่ผ่านการย้อมจะมีสีออกเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีในเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ คือสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นกลุ่มสารให้สีเหลืองถึงสีส้มเหลือง [20] และพบว่า เมื่อใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำเพิ่มขึ้นและระยะเวลาการสกัดนานขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นเช่นกัน

ค่า K/S ของไหมที่ผ่านการย้อมที่ใช้สัดส่วนและระยะเวลาการสกัดต่างกัน ส่งผลทำให้ค่าความเข้มของสีใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.47 แสดงว่าสีของผ้ามีความเข้มใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี พบว่า สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาการสกัดมีผลต่อค่า a* และ b* แต่ไม่มีผลต่อค่า L* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาการสกัดทุกระดับไม่มีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี เนื่องจากการศึกษานี้ค่าความเข้มสี K/S ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจึงเลือกสภาวะ

ที่เหมาะสมโดยดูภาพรวมของค่าสีทุกค่าคือ L* a* b* และ K/S จะเห็นได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ คือ ใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลาการสกัด 60 และ 90 นาที เนื่องจากสภาวะดังกล่าวให้ค่าสีที่สูง เพราะฉะนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะใช้สภาวะสำหรับการสกัดสีที่สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลา 60 นาที เพื่อเป็นการประหยัดเวลา พลังงานและต้นทุนการผลิต

4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

จากการทดลองย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ใช้สภาวะการสกัดสีย้อม คือ สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลา 60 นาที และทำการย้อมผ้าไหมโดยศึกษาอุณหภูมิการย้อม 30 60 และ 90 °ซ และระยะเวลาการย้อม 20 40 และ 60 นาที แล้วนำผ้าไหมที่ย้อมได้วัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาที่ระดับต่างกัน

อุณหภูมิ	เวลา	ค่าของสีและค่าความเข้มสี				
(°ซ)	(นาที)	L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
30	20	92.74 ^{aA}	4.69 ^{cC}	-1.50 ^{cC}	0.08 ^{cC}	
	40	91.46 ^{aB}	5.07 ^{cB}	0.49 ^{cB}	0.13 ^{cB}	
	60	92.21 ^{aC}	5.18 ^{cA}	0.91 ^{cA}	0.12 ^{cA}	
60	20	88.58 ^{bA}	6.39 ^{bC}	2.08 ^{bC}	0.20 ^{bC}	
	40	87.41 ^{bB}	7.31 ^{bB}	3.13 ^{bB}	0.23 ^{bB}	
	60	84.99 ^{bC}	8.10 ^{bA}	4.43 ^{bA}	0.31 ^{bA}	
90	20	77.70 ^{cA}	9.60 ^{aC}	7.16 ^{aC}	0.57 ^{aC}	
	40	73.53 ^{cB}	9.84 ^{aB}	9.44 ^{aB}	0.81 ^{aB}	
	60	67.01 ^{cC}	10.21 ^{aA}	10.43 ^{aA}	1.25 ^{aA}	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c แสดงผลการจัดกลุ่มอุณหภูมิการย้อมด้วยวิธี DMRT

ตัวอักษร A B C แสดงผลการจัดกลุ่มระยะเวลาการย้อมด้วยวิธี DMRT

จากตารางที่ 4.2 พบว่า สีของผ้าที่ย้อมได้ทุกสภาวะจะได้เฉดสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม โดยเรียงตามลำดับอุณหภูมิต่ำและระยะเวลาน้อย ถึงอุณหภูมิสูงและระยะเวลามากตามลำดับ ซึ่งค่า L* มีค่าอยู่ระหว่าง 67.01 - 92.74 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด และพบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาการย้อมนานขึ้น ค่า L* จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผ้าที่ผ่านการย้อมมีสีเข้มขึ้น โดยผ้าที่ย้อมอุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที จะให้ค่า L* ต่ำที่สุด

ค่า a* พบว่าผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกสภาวะเป็นบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผ้าไหมที่ผ่านการย้อมจะมีสีออกแดง และเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาการย้อมนานขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงสูงขึ้นเช่นกัน โดยผ้าที่ย้อมอุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที จะให้ค่า a* สูงที่สุด

ค่า b* พบว่าสีผ้าไหมที่ผ่านการย้อมส่วนใหญ่เป็นบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผ้าไหมที่ผ่านการย้อมจะมีสีออกเหลือง มีเพียงการใช้อุณหภูมิ 30 °ซ เวลา 20 นาทีมีค่าเป็นลบ และเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาการย้อมนานขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นเช่นกัน โดยผ้าที่ย้อมอุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที จะให้ค่า b* สูงที่สุด

ค่า K/S หมายถึง ค่าความเข้มของสี พบว่าผ้าไหมที่ผ่านการย้อมที่ใช้อุณหภูมิและระยะเวลาการย้อมที่ต่างกัน มีค่าความเข้มของสีแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 - 1.25 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีของผ้ามีความเข้มสีแตกต่างกันดังตารางที่ 4.2 โดยผ้าที่ย้อมอุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที จะให้ค่า K/S สูงที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการย้อมมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S ทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาในการย้อมมีผลต่อค่า L* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี จะเห็นได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ คือ ใช้อุณหภูมิในการย้อมที่ 90 °ซ ระยะเวลา 60 นาที เพราะฉะนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะใช้สภาวะสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบที่ อุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที

4.3 ผลการศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

4.3.1 ผลการศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด

จากการทดลองย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ใช้สภาวะการสกัดสีย้อมคือสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลา 60 นาที นำไปย้อมผ้าไหมที่อุณหภูมิ 90 °ซ ระยะเวลา 60 นาที ทำการศึกษาการใช้สารช่วยติด 3 ชนิด คือ สารส้ม จุนสี และเหล็ก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 4 และ 6 และสภาวะการใช้สารช่วยติด 3 สภาวะคือ ใช้สารช่วยติดก่อนการย้อมสี ใช้สารช่วยติดพร้อมการย้อมสี และ ใช้สารช่วยติดหลังการย้อมสี แล้วนำผ้าไหมที่ย้อมได้วัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)โดยการพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี และเลือกสภาวะที่เหมาะสมนี้ไปใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถู ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน

สารช่วยติด	สภาวะการใช้	ระดับความเข้มข้น(ร้อยละ)	ค่าสี				
			L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
ควบคุม	-	-	67.01	10.21	10.43	1.25	
สารส้ม	ก่อนย้อม	2	63.97 ^{b}	7.64 ^{c}	9.43 ^{b}	1.44 ^{b}	
		4	67.56 ^{a}	8.87 ^{a}	9.31 ^{b}	1.15 ^{c}	
		6	63.19 ^{b}	8.40 ^{b}	11.66 ^{a}	1.66 ^{a}	
สารส้ม	ย้อมพร้อม	2	82.44 ^{a}	6.58 ^{c}	6.06 ^{c}	0.39 ^{b}	
		4	80.27 ^{ab}	7.55 ^{b}	6.75 ^{b}	0.46 ^{b}	
		6	78.45 ^{b}	8.14 ^{a}	9.64 ^{a}	0.59 ^{a}	
สารส้ม	หลังย้อม	2	69.87 ^{ns}	9.07 ^{a}	9.99 ^{b}	1.01 ^{b}	
		4	70.55 ^{ns}	7.96 ^{b}	10.15 ^{ab}	1.02 ^{b}	
		6	69.85 ^{ns}	8.29 ^{b}	10.79 ^{a}	1.44 ^{a}	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีโดยไม่ใช้สารช่วยติดจะให้เฉดสีน้ำตาล ในขณะที่การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดในสภาวะก่อนการย้อมสี และหลังการย้อมสีจะให้เฉดสีน้ำตาลใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ใช้สารช่วยติด เมื่อใช้สารส้มพร้อมการย้อมสีให้เฉดสีน้ำตาลอ่อน สอดคล้องกับ เจริญศรี [43] กล่าวว่า การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสามารถคงคุณลักษณะเดิมของสีไว้ได้ดี สีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ไม่เปลี่ยนเฉดสี จากผลการทดลองพบว่าค่า L* มีค่าต่ำเมื่อใช้สารส้มก่อนการย้อมสี และหลังการย้อมสี ซึ่งจะให้ค่าความเข้มสี K/S สูง ในทางตรงกันข้ามพบว่า ค่า L* มีค่าสูงเมื่อใช้สารส้มพร้อมการย้อมสี นั่นแสดงให้เห็นว่าค่าความเข้มสีจะต่ำลงเช่นกัน สำหรับค่า a* และค่า b* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ จากผลการทดลองใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดทั้งก่อนการย้อมสีและหลังการย้อมสี จะให้ค่าสีและเฉดสีใกล้เคียงกัน ในขณะที่การใช้สารส้มพร้อมการย้อมสีจะให้ค่าสีต่ำกว่าและมีเฉดสีที่อ่อนกว่า

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี ผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้สารส้มก่อนการย้อมสีและพร้อมการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S ทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่การใช้สารส้มหลังการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี จะเห็นได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารส้มก่อนการย้อมสี พร้อมการย้อมสี และหลังการย้อมสีในทุกสภาวะคือใช้สารส้มในระดับความเข้มข้นร้อยละ 6 ดังนั้นในการศึกษาการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถู จึงเลือกสภาวะดังกล่าวนี้ไปใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้จุนสีเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน

สารช่วยติด	สภาวะการใช้	ระดับความเข้มข้น(ร้อยละ)	ค่าสี				
			L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
ควบคุม	-	-	67.01	10.21	10.43	1.25	
จุนสี	ก่อนย้อม	2	58.03 ^{b}	7.53 ^{ns}	11.92 ^{c}	2.27 ^{b}	
		4	56.10 ^{b}	7.77 ^{ns}	14.92 ^{a}	2.93 ^{a}	
		6	61.51 ^{a}	7.57 ^{ns}	13.67 ^{b}	2.03 ^{b}	
จุนสี	ย้อมพร้อม	2	73.62 ^{b}	4.04 ^{a}	16.77 ^{a}	1.31 ^{a}	
		4	72.87 ^{b}	3.94 ^{a}	16.77 ^{a}	1.36 ^{a}	
		6	75.06 ^{a}	3.22 ^{b}	15.13 ^{b}	1.14 ^{b}	
จุนสี	หลังย้อม	2	57.56 ^{b}	8.22 ^{c}	14.19 ^{b}	2.57 ^{a}	
		4	61.10 ^{a}	8.57 ^{b}	13.69 ^{c}	2.05 ^{b}	
		6	61.75 ^{a}	8.88 ^{a}	14.92 ^{a}	2.07 ^{b}	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีโดยไม่ใช้สารช่วยติดจะให้เฉดสีน้ำตาล ในขณะที่การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดในสภาวะก่อนการย้อมสี และหลังการย้อมสีจะให้เฉดสีน้ำตาลอมเขียวเข้ม เมื่อใช้จุนสีพร้อมการย้อมสีให้เฉดสีน้ำตาลอมเขียวอ่อน สอดคล้องกับ วรณ์ [24] กล่าวว่า การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดจะให้สีที่ได้เข้มมากขึ้น และมีสีเขียวปนอยู่ จากผลการทดลองพบว่าค่า L* มีค่าต่ำเมื่อใช้จุนสีก่อนการย้อมสี และหลังการย้อมสี ซึ่งจะให้ค่าความเข้มสี K/S สูง ในทางตรงกันข้ามพบว่า ค่า L* มีค่าสูงเมื่อใช้จุนสีพร้อมการย้อมสี นั่นแสดงให้เห็นว่าค่าความเข้มสีจะต่ำลงเช่นกัน สำหรับค่า a* และค่า b* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ จากผลการทดลองใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดทั้งก่อนย้อมและหลังการย้อม จะให้ค่าสีและเฉดสีใกล้เคียงกัน ในขณะที่การใช้จุนสีพร้อมการย้อมสีจะให้ค่าสีต่ำกว่า และมีเฉดสีอ่อนกว่า

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี ผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้จุนสีก่อนการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 ขณะที่การใช้จุนสีพร้อมการย้อมสีและหลังการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี จะเห็นได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการใช้จุนสีก่อนการย้อมสี คือใช้จุนสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ4 และการใช้จุนสีพร้อมการย้อมสีและหลังการย้อมสี คือ ใช้จุนสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 ดังนั้นในการศึกษาการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถู จึงเลือกสภาวะดังกล่าวนี้ไปใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย L* a* b* และ K/S ของผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้เหล็กเป็นสารช่วยติด ที่สภาวะการใช้สารช่วยติดและระดับความเข้มข้นต่างกัน

สารช่วยติด	สภาวะการใช้	ระดับความเข้มข้น(ร้อยละ)	ค่าสี				
			L*	a*	b*	K/S	สีผ้า
ควบคุม	-	-	67.01	10.21	10.43	1.25	
เหล็ก	ก่อนย้อม	2	63.66 ns	4.27 a	-0.44 ns	2.38 ns	
		4	63.82 ns	3.95 b	-0.63 ns	2.42 ns	
		6	64.63 ns	3.40 c	-0.99 ns	2.39 ns	
เหล็ก	ย้อมพร้อม	2	73.94 ns	1.39 ns	3.77 c	1.30 b	
		4	70.97 ns	1.43 ns	4.87 a	1.45 a	
		6	71.27 ns	1.36 ns	4.30 b	1.37 b	
เหล็ก	หลังย้อม	2	50.21 ns	2.29 ns	2.94 b	3.75 a	
		4	52.61 ns	2.40 ns	1.81 c	3.42 b	
		6	50.86 ns	2.57 ns	4.96 a	3.77 a	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีโดยไม่ใช้สารช่วยติดจะให้เฉดสีน้ำตาล ในขณะที่การใช้เหล็กเป็นสารช่วยติดในทุกสภาวะการใช้สารช่วยติดจะให้โทนสีเทาดำ สอดคล้องกับ วรณ์ [24] กล่าวว่า การใช้เหล็กเป็นสารช่วยติดจะทำให้สีที่ได้ไม่สดใส เปลี่ยนจากสีเดิมเป็นโทนสีเทาดำ และมีสีเข้มมากขึ้น จากผลการทดลองพบว่าค่า L* มีค่าต่ำเมื่อใช้เหล็กหลังการย้อมสีและก่อนการย้อมสี ซึ่งจะ

ให้ค่าความเข้มสี K/S สูงตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามพบว่า ค่า L* มีค่าสูงเมื่อใช้เหล็กพร้อมการย้อมสี นั่นแสดงให้เห็นว่าค่าความเข้มสีจะต่ำลงเช่นกัน สำหรับค่า a* และค่า b* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ จากผลการทดลองใช้เหล็กเป็นสารช่วยติดก่อนการย้อมสีมีความเป็นสีแดงมากที่สุด รองลงมาคือการใช้เหล็กหลังการย้อมสีและพร้อมการย้อมสีตามลำดับ ในขณะที่การใช้เหล็กย้อมพร้อมกับการย้อมสีมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด รองลงมาคือการใช้เหล็กหลังการย้อมสีและก่อนการย้อมสีตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี ผ้าไหมที่ย้อมโดยใช้เหล็กก่อนการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่การใช้เหล็กพร้อมการย้อมสีและหลังการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่า K/S ซึ่งหมายถึงค่าความเข้มสี จะเห็นได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการใช้เหล็กก่อนการย้อมสีและหลังการย้อมสี คือใช้เหล็กในระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และการใช้เหล็กพร้อมการย้อมสี คือ ใช้เหล็กในระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 ดังนั้นในการศึกษาการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถู จึงเลือกสภาวะดังกล่าวนี้ไปใช้ในการทดสอบ

4.3.2 การทดสอบความคงทนของสีของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

จากการทดลองย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ใช้สภาวะการสกัดสีย้อมคือสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลา 60 นาที นำไปย้อมผ้าไหมที่อุณหภูมิ 90 °ซ ระยะเวลา 60 นาที ใช้สารส้มก่อนการย้อมสี พร้อมการย้อมสี และหลังการย้อมสีทุกสภาวะในระดับความเข้มข้นร้อยละ 6 ใช้จุนสีก่อนการย้อมสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 และใช้จุนสีพร้อมการย้อมสีและหลังการย้อมสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และใช้เหล็กก่อนการย้อมสีและหลังการย้อมสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และการใช้เหล็กพร้อมการย้อมสีในระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 นำไปทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถูได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ความคงทนต่อการซักของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน

ชนิดผ้าและสภาวะการใช้สารช่วยติด	ควบคุม	สารส้ม	จุนสี	เหล็ก
ก่อนการย้อมสี				
ระดับความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี	4	4-5	4	4
ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อน				
อาซิเตท	4-5	4-5	4-5	4-5
ฝ้าย	4-5	4-5	4-5	4-5
ไนลอน	4-5	4-5	4-5	4-5
พอลิเอสเทอร์	4-5	4-5	4-5	4-5
อะคริลิก	4-5	4-5	4-5	4-5
ขนสัตว์	4-5	4-5	4-5	4-5
พร้อมการย้อมสี				
ระดับความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี	4	4-5	3	3
ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อน				
อาซิเตท	4-5	4-5	4-5	4-5
ฝ้าย	4-5	4-5	4-5	4-5
ไนลอน	4-5	4-5	4-5	4-5
พอลิเอสเทอร์	4-5	4-5	4-5	4-5
อะคริลิก	4-5	4-5	4-5	4-5
ขนสัตว์	4-5	4-5	4-5	4-5
หลังการย้อมสี				
ระดับความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี	4	4	3-4	2-3
ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อน				
อาซิเตท	4-5	4-5	4-5	4-5
ฝ้าย	4-5	4-5	4-5	4-5
ไนลอน	4-5	4-5	4-5	4-5
พอลิเอสเทอร์	4-5	4-5	4-5	4-5
อะคริลิก	4-5	4-5	4-5	4-5
ขนสัตว์	4-5	4-5	4-5	4-5

จากการวิเคราะห์ค่าความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน ประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีหลังซัก โดยใช้เกรย์สเกล ต้องอยู่ในระดับ 3-4 ขึ้นไปจนถึง 5 ซึ่งเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงทุกลักษณะของสี เช่น สีเข้มขึ้นหรือสีเปลี่ยนแปลงไป โดยไม่คำนึงว่าโมเลกุลของสีจะหลุดจากเส้นใยผ้าหรือไม่ จึงถือว่ามีความคงทนของสีมากพอที่อุตสาหกรรมจะยอมรับได้ และประเมินความคงทนต่อการติดเปื้อนสีในขณะที่ทดสอบการซัก ต้องอยู่ในระดับ 4-5 ขึ้นไปเช่นกัน

จากตารางที่ 4.6 พบว่าชนิดของสารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติด มีผลต่อความคงทนของสีต่อการซัก สามารถจัดลำดับได้ดังนี้ อันดับที่ 1 ระดับคุณภาพดี - ดีมาก ได้แก่ การใช้สารส้มก่อนการย้อมสีและพร้อมการย้อมสี อันดับที่ 2 ระดับคุณภาพดี ได้แก่ ผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด สารส้มหลังการย้อมสี จุนสีและเหล็กก่อนการย้อมสี อันดับที่ 3 ระดับคุณภาพปานกลาง- ดี ได้แก่ การใช้จุนสีหลังการย้อมสี อันดับที่ 4 ระดับคุณภาพปานกลาง ได้แก่ จุนสีและเหล็กพร้อมการย้อมสี และการใช้เหล็กหลังการย้อมสีให้ความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับคุณภาพต่ำ- ปานกลาง และความคงทนต่อการติดเปื้อนสี พบว่า ทุกสภาวะมีระดับความคงทนที่ 4-5 แสดงว่าความคงทนของสีอยู่ในระดับคุณภาพดี - ดีมาก หมายถึงสีย้อมตกติดบนผ้าขาวชนิด ต่าง ๆ น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับทางอุตสาหกรรมที่ยอมรับค่าการเปื้อนสีต้องอยู่ในระดับ 4-5 ขึ้นไป

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การเพิ่มความคงทนของสีต่อการซัก สามารถใช้สารส้มเป็นสารช่วยติด ซึ่งสอดคล้องกับ วรณ์ [24] กล่าวว่า การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติด จะช่วยให้สีที่ได้มีความคงทนต่อการซักดี ในทางอุตสาหกรรมยอมรับค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ต้องอยู่ในระดับความคงทน 3-4 ขึ้นไป ดังนั้นการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด สารส้มทุกสภาวะ จุนสีก่อนการย้อมสี และ หลังการย้อมสี และเหล็กก่อนการย้อมสีตามลำดับ มีความคงทนของสีอยู่ในระดับที่อุตสาหกรรมยอมรับ ดังนั้นผ้าที่มีความคงทนต่อการซัก โดยเฉพาะผ้าไหมเหมาะสมอย่างยิ่งในการตัดเย็บประเภทชุดทำงาน เนื่องจากเป็นชุดที่ต้องใส่ทำงานและมีการซักเป็นประจำ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ผ้าที่มีความคงทนของสีต่อการซัก

ตารางที่ 4.7 ความคงทนต่อแสงของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน

สารช่วยติด	ระดับความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี	ระดับคุณภาพ
ไม่ใช้สารช่วยติด (ควบคุม)	2	คุณภาพต่ำ
สารส้มก่อนการย้อมสี	2	คุณภาพต่ำ
สารส้มพร้อมการย้อมสี	2	คุณภาพต่ำ
สารส้มหลังการย้อมสี	2	คุณภาพต่ำ
จุนสีก่อนการย้อมสี	3	คุณภาพปานกลาง
จุนสีพร้อมการย้อมสี	4	คุณภาพค่อนข้างดี
จุนสีหลังการย้อมสี	5	คุณภาพดี
เหล็กก่อนการย้อมสี	3	คุณภาพปานกลาง
เหล็กพร้อมการย้อมสี	3	คุณภาพปานกลาง
เหล็กหลังการย้อมสี	3	คุณภาพปานกลาง

จากตารางที่ 4.7 แสดงระดับค่าความคงทนของสีต่อแสงของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน ประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีหลังการอาบแสงโดยใช้บลูสเกล สามารถจัดลำดับได้ดังนี้ อันดับที่ 1 ระดับคุณภาพดี ได้แก่ จุนสีหลังการย้อมสี อันดับที่ 2 ระดับคุณภาพค่อนข้างดี ได้แก่ จุนสีพร้อมการย้อมสี อับดับที่ 3 ระดับคุณภาพปานกลาง ได้แก่ จุนสีก่อนการย้อมสี และเหล็กทุกสภาวะการใช้สารช่วยติด อันดับที่ 4 ระดับคุณภาพต่ำ ได้แก่ ผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด และการใช้สารส้มทุกสภาวะการใช้สารช่วยติด เมื่อพิจารณาระดับความคงทนของสีต่อแสง จะเห็นว่าการใช้จุนสี และเหล็กในทุกสภาวะการใช้สารช่วยติดล้วนช่วยเพิ่มความคงทนของสีต่อแสง ในขณะที่การใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดไม่ได้ช่วยเพิ่มความคงทนของสีต่อแสงของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การเพิ่มความคงทนของสีต่อแสง สามารถใช้เหล็กและจุนสีเป็นสารช่วยติด ซึ่งจะทำให้ผ้าที่ได้มีความคงทนของสีต่อแสงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้จุนสีหลังการย้อมสีมีระดับความคงทนของสีเพิ่มขึ้นถึงระดับ 5 คือคุณภาพดี ซึ่งสอดคล้องกับ นันทนัช [41] และนฤมล [40] กล่าวว่า การใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดจะให้ความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด แต่ไม่ควรใช้ในปริมาณมากเพราะจะเกิดสารตกค้างในน้ำทิ้ง ดังนั้นผ้าที่มีความคงทนต่อแสง โดยเฉพาะผ้าไหมเหมาะสมอย่างยิ่งในการ

ตัดเย็บประเภทเสื้อคลุมตัวนอกและเสื้อสูท เนื่องจากเป็นชุดที่ต้องใส่คลุมและมักจะมีเสื้อตัวใน ซึ่งชุดประเภทนี้ต้องใส่ออกนอกสถานที่หรือมีโอกาสพิเศษ มักจะโดนแสงอยู่เป็นประจำและไม่จำเป็นต้องทำการซักบ่อย ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ผ้าที่มีความคงทนของสีต่อแสง

ตารางที่ 4.8 ความคงทนต่อการขัดถูที่สภาวะแห้งของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน

สารช่วยติด	ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อนในแนวเส้นด้ายยืน	ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อนในแนวเส้นด้ายพุ่ง
ไม่ใช้สารช่วยติด (ควบคุม)	4-5	5
สารส้มก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
สารส้มพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
สารส้มหลังการย้อมสี	4-5	5
จุนสีก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
จุนสีพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
จุนสีหลังการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กหลังการย้อมสี	4-5	4-5

จากตารางที่ 4.8 แสดงระดับค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูที่สภาวะแห้งของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน ประเมินระดับความคงทนต่อการติดเปื้อนของสีหลังการขัดถูโดยใช้เกรย์สเกล พบว่า ผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด ผ้าที่ย้อมโดยใช้สารส้ม จุนสี และเหล็กทุกสภาวะการใช้สารช่วยติด มีระดับความคงทนของสีต่อการขัดถูผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายยืนที่ระดับ 4-5 แสดงว่าความคงทนของสีอยู่ในระดับดี - ดีมาก ซึ่งหมายถึง สีย้อมจะหลุดไปเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายยืนเล็กน้อย ในขณะที่การขัดถูผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายพุ่ง พบว่า ผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด และการใช้สารส้มหลังการย้อมสีมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 5 แสดงว่ามีความคงทนของสีอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งหมายถึง สีย้อมจะไม่หลุดไปเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายพุ่ง และการใช้สารส้มก่อนการย้อมสี สารส้มพร้อมการย้อมสี จุนสีและเหล็กในทุกสภาวะการใช้สาร มีระดับความคงทนของสีต่อการขัดถูผ้าแห้งในแนว

เส้นด้ายพุ่งที่ระดับ 4-5 แสดงว่าความคงทนของสีอยู่ในระดับดี - ดีมาก ซึ่งหมายถึง สีย้อมจะหลุดไปเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายพุ่งเล็กน้อย

ตารางที่ 4.9 ความคงทนต่อการขัดถูที่สภาวะเปียกของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน

สารช่วยติด	ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อนในแนวเส้นด้ายยืน	ระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อนในแนวเส้นด้ายพุ่ง
ไม่ใช้สารช่วยติด (ควบคุม)	4-5	4-5
สารส้มก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
สารส้มพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
สารส้มหลังการย้อมสี	4-5	4-5
จุนสีก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
จุนสีพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
จุนสีหลังการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กก่อนการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กพร้อมการย้อมสี	4-5	4-5
เหล็กหลังการย้อมสี	4-5	4-5

จากตารางที่ 4.9 แสดงระดับค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูที่สภาวะเปียกของผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติดและสภาวะการใช้สารช่วยติดที่ต่างกัน ประเมินระดับความคงทนของสีต่อการติดเปื้อนหลังการขัดถูโดยใช้เกรย์สเกล พบว่า ผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติด ผ้าที่ย้อมโดยใช้สารส้ม จุนสี และเหล็กทุกสภาวะการใช้สารช่วยติด มีระดับความคงทนของสีต่อการขัดถูผ้าเปียกในแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่งที่ระดับ 4-5 แสดงว่าความคงทนของสีอยู่ในระดับดี - ดีมาก ซึ่งหมายถึง สีย้อมจะหลุดไปเปื้อนติดบนผ้าเปียกทั้งในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งเล็กน้อย

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติ จากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ศึกษาสภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด และศึกษาผลของสารช่วยติดต่อความคงทนของสีผ้าไหมที่ย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ได้สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

จากการทดลองนำเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบมาทำการสกัดเอาน้ำย้อมที่อุณหภูมิ 95 °ซ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 1:5 และ 1:7 และระยะเวลาในการสกัด 30 60 และ 90 นาที แล้วนำไปย้อมผ้าไหม ทำการวัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) พบว่าสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาในการสกัด มีผลต่อค่า a* และ b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีผลต่อค่า L* และ K/S ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำและระยะเวลาไม่มีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การสกัดสีโดยใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 จะมีค่า a* และ b* สูงกว่าการใช้สัดส่วนอื่น และการใช้เวลาในการสกัด 60 และ 90 นาทีจะมีค่า a* และ b* สูงใกล้เคียงกัน และไม่มีผลต่อการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าเฉลี่ย a* และ b* ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำสีจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ คือ การใช้สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ในระยะเวลา 60 นาที

5.2 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

จากการทดลองย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ 30 60 และ 90 °ซ และระยะเวลาในการย้อม 20 40 และ 60 นาที นำผ้าไหมที่ย้อมได้วัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการย้อม มีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่อค่า L* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การย้อมสีโดยใช้อุณหภูมิ 90 °ซ และระยะเวลา 60 นาที ให้ค่า L* ต่ำที่สุด แสดงว่ามีสีมืดหรือเข้มที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าสภาวะดังกล่าวนี้ให้ค่า a* b* และ K/S สูงที่สุด ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีผ้าไหมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ คือ การใช้อุณหภูมิ 90 °ซ ในเวลา 60 นาที

5.3 สภาวะและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยติด

จากการทดลองย้อมผ้าไหมด้ายสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ โดยใช้สารช่วยติด 3 ชนิด คือ สารส้ม จุนสี และเหล็ก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 4 และ 6 และสภาวะการใช้สารช่วยติด 3 สภาวะคือ ก่อนการย้อมสี พร้อมการย้อมสี และ หลังการย้อมสี นำผ้าไหมที่ย้อมได้วัดค่าสี L* a* b* และ K/S นำค่าสีที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) พิจารณาค่าบ่งชี้ลักษณะที่ดีของสีคือค่าความเข้มสี K/S ได้สรุปผลดังนี้

ผ้าที่ใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดก่อนการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการใช้สารส้มร้อยละ 6 มีค่า K/S สูงที่สุด การใช้สารส้มพร้อมการย้อมสี พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการใช้สารส้มร้อยละ 6 มีค่า K/S สูงที่สุด และการใช้สารส้มหลังการย้อมสี พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า L* และการใช้สารส้ม ร้อยละ 6 มีค่า K/S สูงที่สุด

ผ้าที่ใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดก่อนการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า a* และการใช้จุนสีร้อยละ 4 มีค่า K/S สูงที่สุด การใช้จุนสีพร้อมการย้อมสี พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการใช้จุนสีร้อยละ 2 และ 4 มีค่า K/S สูงที่สุด แต่ไม่มีผลต่อการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงเลือกใช้จุนสีร้อยละ 2 และการใช้จุนสีหลังการย้อมสี พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า L* a* b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการใช้จุนสีร้อยละ 2 มีค่า K/S สูงที่สุด

ผ้าที่ใช้เหล็กเป็นสารช่วยติดก่อนการย้อมสีที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า L* b* และ K/S และการใช้เหล็กทุกระดับความเข้มข้น มีค่า K/S สูงและไม่มีผลต่อการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงเลือกใช้เหล็กร้อยละ 2 การใช้เหล็กพร้อมการย้อมสีพบว่า ระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า L* และ a* และการใช้เหล็กร้อยละ 4 มีค่า K/S สูงที่สุด และการใช้เหล็กหลังการย้อมสี พบว่าระดับความเข้มข้นมีผลต่อค่า b* และ K/S อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า L* และ a* และการใช้เหล็กร้อยละ 2 และ 6 มีค่า K/S สูงที่สุด แต่ไม่มีผลต่อการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงเลือกใช้เหล็กร้อยละ 2

จากการวิเคราะห์ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและสภาวะการใช้สารช่วยติดต่อค่าความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิดมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีหลังการซัก วัดได้ที่ 5 ระดับ คือ 2-3 3 3-4 4 และ 4-5 ดังนั้นควรเลือกใช้ผ้าที่ย้อมโดยใช้สารส้มก่อนการย้อมสี และพร้อมการย้อมสี ซึ่งวัดค่าได้ระดับ 4-5 และจากการประเมินค่าการติดเปื้อนของสีบนผ้าขาวชนิดต่าง ๆ หลังการซัก พบว่า ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิด มีระดับความคงทนต่อการติดเปื้อนสีบนผ้าขาวชนิดต่าง ๆ วัดค่าได้ที่ระดับ 4-5 ซึ่งหมายถึงสีย้อมจะเปื้อนติดบนผ้าขาวชนิดต่าง ๆ เล็กน้อย

จากการวิเคราะห์ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและสภาวะการใช้สารช่วยติดต่อค่าความคงทนของสีต่อแสง พบว่า ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิด มีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีหลังการอาบแสง วัดได้ 4 ระดับ คือ 2 3 4 และ 5 ดังนั้นจึงเลือกใช้ผ้าที่ย้อมโดยใช้จุนสีหลังการย้อมสี ซึ่งวัดค่าได้ระดับ 5

จากการวิเคราะห์ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและสภาวะการใช้สารช่วยติดต่อค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูในสภาวะเปียกและแห้ง ทั้งในแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง พบว่าหลังการขัดถูในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่สภาวะเปียก ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิด มีค่าการเปื้อนติดสีวัดค่าได้ที่ระดับ 4-5 ซึ่งหมายถึงสีย้อมจะหลุดเปื้อนติดบนผ้าเปียกในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งเล็กน้อย ในขณะที่การขัดถูในแนวเส้นด้ายยืนที่สภาวะแห้ง ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิด มีค่าการเปื้อนติดสีวัดค่าได้ที่ระดับ 4-5 ซึ่งหมายถึงสีย้อมจะหลุดเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายยืนเล็กน้อย และการขัดถูในแนวเส้นด้ายพุ่งที่สภาวะแห้ง ผ้าควบคุมและผ้าที่ใช้สารส้มหลังการย้อมสี มีค่าการเปื้อนติดสีวัดได้ที่ระดับ 5 ซึ่งหมายถึงสี

ย้อมจะไม่หลุดเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายพุ่ง ส่วนการใช้สารช่วยติดสภาวะอื่น ๆ วัดค่าได้ที่ระดับ 4-5 ซึ่งหมายถึงสีย้อมจะหลุดเปื้อนติดบนผ้าแห้งในแนวเส้นด้ายพุ่งเล็กน้อย

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับนี้

5.4.1 การสกัดสีย้อมจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ สามารถใช้สภาวะการสกัดได้หลายสภาวะ แต่ควรใช้สภาวะการสกัดที่ สัดส่วนเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบต่อน้ำ 1:3 ระยะเวลา 60 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่ใช้ย้อมผ้าไหมแล้วได้สีที่มีความเข้ม และเป็นการประหยัดกว่าการใช้ระยะเวลานาน

5.4.2 การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ สามารถใช้สภาวะการย้อมได้หลายสภาวะ แต่ควรใช้สภาวะการย้อมที่ อุณหภูมิ 90 °ซ เวลา 60 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่ย้อมผ้าไหมแล้วได้ผ้าที่มีความเข้มสีสูง

5.4.3 การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ถ้าใช้สารช่วยติดต่างกันมีผลทำให้สีที่ได้มีความแตกต่างกัน ดังนั้นหากต้องการผ้าที่มีสีแตกต่างกันหลายเฉดสี สามารถทำได้โดยการใช้สารช่วยติดต่างชนิดกัน

5.4.4 จากการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า การใช้สารส้มก่อนการย้อมสีและพร้อมการย้อมสีมีค่าความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด จึงเสนอแนะให้ใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดในกรณีที่ต้องการความคงทนของสีต่อการซัก

5.4.5 จากการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง พบว่า การใช้จุนสีหลังการย้อมสีมีค่าความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด จึงเสนอแนะให้ใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดในกรณีที่ต้องการความคงทนของสีต่อแสง

5.4.6 จากการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู พบว่า สารช่วยติดทั้ง 3 ชนิดและทุกสภาวะการใช้สาร ให้ค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูดี ดังนั้นถ้าต้องการให้สีที่ได้มีความคงทนต่อการขัดถู สามารถใช้ สารส้ม จุนสี และเหล็กเป็นสารช่วยติด

5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับต่อไป

5.5.1 ในงานวิจัยนี้ใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าดิบในการสกัดสีเท่านั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้เปลือกกล้วยชนิดอื่น ๆ เช่น กล้วยไข่ กล้วยหอม เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสี

5.5.2 ควรศึกษาการสกัดสีจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น เครือกล้วย ใบกล้วย ก้านกล้วย เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสี

5.5.3 ควรศึกษาการสกัดสีนอกเหนือจากการต้ม เช่น การทุบ การโขลก การสับ การหมัก เป็นต้น หรือการสกัดสีด้วยตัวทำละลายอื่น ๆ

5.5.4 การวิจัยครั้งนี้ใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าสด ควรทำการทดลองใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าแห้งในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.5.5 ควรมีการนำเส้นใยสังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ เช่น ไนลอน พอลิเอสเทอร์ มาทดลองย้อมสีจากเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ

5.5.6 การวิจัยครั้งนี้ใช้สารช่วยติด 3 ชนิด คือ สารส้ม จุนสี และเหล็ก ควรศึกษาสารช่วยติดที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ขี้เถ้า โคลน น้ำสนิมเหล็ก เป็นต้น

บรรณานุกรม

[1] นนทลี ชินวงศ์อมร, “จลนพลศาสตร์และผลของตัวแปรที่เกี่ยวกับการย้อมไหมด้วยสีจากครั่ง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

[2] สกาวรัตน หิรัญกิจมงคล, “จลนพลศาสตร์และอิทธิพลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการย้อมสีเส้นไหมด้วยครามธรรมชาติ, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

[3] นันทยา ยานุมาศ, “ความเป็นพิษและมลพิษของสีย้อมและสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ, ” *วารสารคัลเลอร์เวย์*, ปีที่ 6 , นน, 27-41, 2539.

[4] มณฑา โกเฮง, *วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น*, กรุงเทพฯ : หอรัตนชัยการพิมพ์, 2541.

[5] ขวัญฤทัย คำขาวและเตือนใจ สามห้วย, “สีธรรมชาติจะก้าวไกลถ้าสรรใช้เทคโนโลยี, ” *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*, ปีที่ 30 , นน, 106-115, 2530.

[6] เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, “เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม, ” *วารสารวิทยาศาสตร์*, ปีที่ 16, นน, 155-161, 2534.

[7] นวพร โรจนนาค, “สีจากธรรมชาติ, ” *นิตยสารการท่าเรือ*, ปีที่ 44, นน, 43 – 47, 2540.

[8] อัจฉราพร ไศละสูต, *ความรู้เรื่องผ้า*, กรุงเทพฯ : เทคนิค 19 การพิมพ์, 2526.

[9] นวลแข ปาลิวนิช, *ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย*, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542.

[10] เบญจมาศ ศิลาย้อย, กล้วย, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[11] สมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์, *การทำไร่กล้วย*, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพร่วิทยา, ม.ป.ป.

[12] วิภา สุโรจนะเมธากุล, และ ชิดชม ฮิรางะ, “การสกัดสารแทนนินจากเปลือกกล้วย, ” *วารสารเกษตรศาสตร (วิทย.)*, ปีที่ 28, นน, 578-586, 2537.

[13] J K. Palmer, *The biochemistry of fruit and their products*, Academic Press London, 1971.

[14] อรดี สหวัชรินทร์, *การอนุรักษ์และการขยายพันธุ์กล้วยที่มีความสำคัญต่อวัฒนธรรมและประเพณี*, กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2541.

[15] กรมส่งเสริมการเกษตร, *พื้นที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้า (ออนไลน์)* , 2558, Available : www.doae.go.th (26 เมษายน 2558).

[16] พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ, *พืชให้สีและแทนนิน พันธุศาสตร์ (พืช)เอเชียตะวันออกเฉียงใต้*, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

[17] J.W. Rowe, *Natural Products of Woody Plant* I. Springer Verlag, New York, 1989.

[18] ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง,"การย้อมไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดสด, " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

[19] ศิริ ผาสุก, อัจฉรา ภานุรัตน์และเครือจิต ศรีบุญนาค, *สุรินทร์มรดกโลกทางวัฒนธรรม* ในประเทศไทย,กรุงเทพฯ : เอสแอนด์จีกราฟฟิก, 2536.

[20] เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, " สารเคมีที่ให้สีของพืช, " *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒมหาสารคาม*, ปีที่ 12, นน, 26 - 32, 2536.

[21] เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, " สีธรรมชาติกับการย้อม, " *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒมหาสารคาม*, ปีที่ 10, นน, 1 - 8, 2534.

[22] D.Green, *Fabric Printing and Dyeing*, Norwich : Fletcher & Son Ltd, 1972.

[23] G. Foreday, *Natural Dyes*, The British Museam Press London, 2003.

[24] วรณ์ ดอนชัย, ความรู้เรื่องสีย้อมธรรมชาติ, สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.

[25] อัจฉราพร ไศละสูต, *คู่มือการย้อมสี*, กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต, 2517.

[26] H. Lub, *The Chemistry of Synthesis Dyes and Pigments*, Holt, New York : Rinchart And Winston Inc, 1972.

[27] V. Tyrone , *Textile Processing and Properties*, Netherlands : Elsevier, 1994.

[28] โมโตอิ มินะกาวะ เออีอีชิ คาวาอิ และเข็มชัย เหมะจันทร์, *วิทยาการไหมเล่ม 1*, คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2530.

[29] มนตรี จุฬาวัฒนฑล, *ชีวเคมี*, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, 2542.

[30] กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, *การย้อมสี*, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, ม.ป.ป.

[31] ศรีนวล แก้วแพรก, *ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย*, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2548.

[32] เดี่ยว วงศ์สุวรรณ และคณะ, *กล้วย ๆ*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, 2530.

[33] สถาบันวิจัยพืชสวน, *เอกสารวิชาการ มาตรฐานพันธุ์พืชสวน*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2540.

[34] สมัย เจริญรัก, ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ และ อัมพวัน สัตยานุรักษ์, *กล้วย*, *กรมส่งเสริมการเกษตรเอกสารทางวิชาการที่ 7*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การขายและการซื้อแห่งประเทศไทย, 2512.

[35] A.C.Hommond, *Update on Bun and Mun as a guide for protein supplementation In cattle*, In Proc, Florida Rumin Nutr,Symp,Univ of Florida, Gainesville, 1997.

[36] จินตนา เขมาวุฒฒ์, “ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้ากวน, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, 2534.

[37] S.K. Mitra*, Postharvest Physiology of Tropical and Subtropical Fruits,India*, Faculty Of Horticulture West Banga I, 1997.

[38] ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสีสิ่งทอ*, สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขากรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2542.

[39] อารีย์ อยุทธคร, การระบุความเข้มและความเข้มข้นของสี, เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการใช้เครื่องวัดสีในการควบคุมคุณภาพและทำนายสูตรสี, กรุงเทพฯ, 2538.

[40] นฤมล ศราธพันธุ์, “การใช้สารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

[41] นันทนัช พิเชษฐวิทย์, “การใช้สารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยใบตะขบฝรั่ง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

[42] ไพศาล คงคาฉุยฉาย, “เทคนิคการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีจากครั่ง, ” *วารสารวิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 23, นน, 45 - 55, 2539.

[43] เจริญศรีเบญจมาลา, “ ผลของสารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

[44] นุจิรา รัศมีไพบูลย์, “สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมไหมด้วยกลีบดอกดาวเรือง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

[45] สุภาพ รู้การ, “การย้อมไหมด้วยใบกล้วย, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2544.

[46] ชลธิรา โมชฎาพร, “ การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากใบหูกวาง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[47] K.Nishida, and K. Kobayashi, “ Dyeing Properties of Natural Dyes under Aftertreatment Using Metallic Mordants,” *American Dye Report*, 81(5) : 61-62, 1992.

[48] E.G.Tsatsaroni, and I.C. Eleftheriadis, “ The Colour and Fastness of Natural Saffron, ” *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 110 : 313-315, 1994.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายรังสรรค์ จรอนันต์
วัน เดือน ปีเกิด	เกิดเมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2530
ที่อยู่	89 หมู่ 10 ต. ศรีสมเด็จ อ. ศรีสมเด็จ จ.ร้อยเอ็ด 45260
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในปีการศึกษา 2552
ประสบการณ์การทำงาน	Pattern Technician บริษัท ไทยการ์เมนท์เอ็กซปอร์ท จำกัด หน้าที่ สร้างแพทเทร์นที่มีคุณภาพให้กับห้องตัวอย่างและแผนกเย็บ การทำแพทเทิร์นส่วนใหญ่เป็นเสื้อโคท Outerwear เสื้อ Jacket เสื้อสูท กางเกง ลูกค้าส่วนใหญ่เป็นลูกค้าต่างประเทศ เช่น Burberry Brooks brother Hush Puppies เริ่มทำงาน 2 มิถุนายน 2553 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	083-4046487
อีเมล์	mak6699@hotmail.com