รายงานการวิจัย

ศึกษาการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติ

A Study of palm mixing cotton yarns dyeing with natural dyes

พันธ์ยศ วรเชฐวราวัตร์ **Panyos Worachetwarawat**

พรโพยม วรเชฐวราวัตร์ **Pornpayum Worachetwarawat**

ภัทรภา จ้อยพจน์ **Phattharapha Joypod**

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2558

ศึกษาการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติ

A Study of palm mixing cotton yarns dyeing with natural dyes

พันธ์ยศ วรเชฐวราวัตร์[1] พรโพยม วรเชฐวราวัตร์[2] และภัทรภา จ้อยพจน์[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการเตรียมสีย้อมจากพืชธรรมชาติ 5 ชนิดและทดลองย้อมเส้นด้ายใยลูกตาลผสมเส้นใยฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติที่อุณหภูมิ 60, 80 และ 100 องศาเซลเซียล เพื่อหาค่าการติดสีของเส้นด้ายด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ ที่อุณหภูมิต่างกันมีผลต่อการติดสีหรือไม่ ทดสอบการติดสีของสีธรรมชาติทั้ง 5 ชนิด มีความคงทนของสีต่อแสงตามมาตรฐาน ISO 105 B-Series ความคงทนต่อการซักล้างมาตรฐานการทดสอบ ISO 105-C06 (A1S) :2010

ผลการศึกษาการเตรียมสีย้อมจากพืชธรรมชาติมี 4 ขั้นตอนประกอบด้วยการหั่นให้พืชมีขนาดเล็ก แช่น้ำไว้ประมาณ 1 คืน นำพืชต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียล เวลา 1 ชั่วโมง กรองน้ำสีด้วยผ้าขาวบาง ผลการย้อมเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายที่อุณหภูมิต่างกันของพืชทั้ง 5 ชนิด พบว่าให้ค่าสีไม่แตกต่างกัน ผลทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสงพบว่าเส้นด้ายที่ย้อมด้วยใบหูกวาง ใบกระถินณรงค์ ใบจามจุรี มีระดับความคงทนอยู่ที่ 4-5 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีและดีมาก ส่วนที่ย้อมด้วยแก่นขนุนที่อุณหภูมิ 60,80 อยู่ที่ระดับ 3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ อุณหภูมิที่ 100 อยู่ในระดับ 2 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี และการย้อมด้วยคลั่งมีระดับความคงทนอยู่ที่ 1 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี ผลการทดสอบหาความคงทนของสีย้อมต่อการซักล้าง พบว่าเส้นด้ายที่ย้อมด้วย ใบหูกวาง ใบจามจุรี กระถินณรงค์ มีความคงทนต่อการซักล้างที่ระดับ 4-5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก สีย้อมจากแก่นขนุนอยู่ในระดับ 3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนคลั่งมีความคงทนต่อการซักล้างที่ระดับ 1 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี ส่วนการการเปื้อนสีต่อเส้นใยชนิดอื่นๆอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งหมด

คำสำคัญ: เส้นด้ายใยตาล ย้อมสีธรรมชาติ

.....

[1,2,3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

A Study of palm mixing cotton yarns dyeing with natural dyes

Panyos Worachetwarawat[1], Pornpayum Worachetwarawat[2] and Phattharapha Joypod[3]

Abstract

This research aims to study the process of dyeing colors preparation from five types of natural plants and the experiments of Palmyra Palm fiber thread dyeing process with the mixture of cotton fiber and the use of natural colors at the temperature of 60, 80 and 100 Degree Celsius. The objective of the above experiment is to figure out whether the colors staining value of the thread with the use of spectrophotometer at a number of different temperatures affects the staining result. According to the staining test of five types of natural colors, it is discovered that the natural colors, involved in the test, contain colors durability against lights in accordance with ISO 105 B-Series Standard as well as durability against washing in accordance with ISO 105-C06 (A1S): 2010 Standard.

The process of dyeing colors preparation from natural plants includes the following four steps: (1) Slice the plants until they become smaller; (2) Leave them to soak overnight; (3) Boil them at the temperature of 100 Degree Celsius for one hour; (4) Let the colored liquid percolate through a thin white cloth. According the Palmyra Palm fiber thread dyeing result with the mixture of cotton at a variety of temperatures of five types of plants, it is discovered that the color values are not different. According to the testing result of dyeing colors against lights, it is found that the thread, being dyed by Indian Almond leaves, Earleaf Acacia leaves and Mimosa leaves, contain the durability level at 4-5, meaning that the durability is considered to be in the "good" and "very good" criteria. As for the thread, being dyed by Jackfruit cores at the temperature of 60 and 80 Degree Celsius, the durability level of this category of the thread equals to 3, which is considered to be in the "moderate" criteria while the same dyeing process of the thread with the different temperature at 100 Degree Celsius contains the durability level at 2, which is interpretable in the "bad" criteria. Additionally, the dyeing process

with the use of Lac contains the durability level at 1, which is in the "very bad" criteria. According to the durability test of dyeing colors against washing, it is discovered that the thread, being dyed by Indian Almond leaves, Earleaf Acacia leaves and Mimosa leaves, contains the level of durability against washing at 4-5, which is considered to be in the "very good" criteria while the durability of dyeing colors from Jackfruit cores equals to 1, which can be regarded as the "very bad" criteria. Furthermore, the colors contamination against other types of fiber is all considerable in the accepted criteria.

Keywords: Palmyra Palm fiber thread, natural colors dyeing

.....

[1,2,3]Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology sirvijaya

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ. ศ. 2558 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เพื่อใช้ในการทำวิจัยนี้ การทำวิจัยที่สำเร็จลุล่วงไปได้นี้ ได้รับความช่วยเหลือและร่วมมือจากหลายบุคคลขอขอบคุณ ผศ.ดร.รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้คำปรึกษาและความอนุเคราะห์เครื่องมือ กลุ่มทอผ้ากระแสสินธุ์ กลุ่มทอผ้าร่มไทร นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องนุ่งห่ม ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมต่างๆในงานวิจัย

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎี	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 การย้อมสีธรรมชาติกับวัตถุดิบที่ใช้ทำผ้าจวนตานี	4
2.1.2 การศึกษาสภาวะการย้อมสีขมิ้นบนด้ายฝ้าย	4
2.1.3 กระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2.1 ตาล	6
2.2.2 การฟอกขาว	7
2.2.3 ขนุน	11
2.2.4 หูกวาง	11
2.2.5 จามจุรี	13
2.2.6 กระถินณรงค์	14
2.2.7 ครั่ง	15
2.2.8 การย้อมสีธรรมชาติ	16
2.2.9 การวัดสี	19
2.2.10 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง	24
2.2.11 ความคงทนของสีต่อแสง	34

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 46

3.1 แผนการดำเนินงาน 46

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ 47

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 47

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและวิจารณ์ 49

4.1 ผลการดำเนินงาน 49

4.1.1 ผลจากการศึกษากระบวนการเตรียมสีย้อมธรรมชาติ 49

4.1.2 การเตรียมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย 49

4.1.3 ผลการทดลองการย้อมสี 50

4.1.4 ผลการติดสีของเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย 54

4.1.5 ผลทดสอบความคงทนของสีต่อแสง 54

4.1.6 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก 55

4.2 การวิเคราะห์ผล 56

4.2.1 ผลวิเคราะห์การย้อมสี 56

4.2.2 ผลวิเคราะห์หาความคงทนของสีย้อมต่อแสงของเส้นด้าย 56

4.2.3 ผลวิเคราะห์หาความคงทนของสีย้อมต่อการซักล้าง 57

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป 57

5.2 ข้อเสนอแนะ 58

บรรณานุกรม 59

บทที่ 1
บทนำ

การทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการเตรียมสีย้อมจากพืชธรรมชาติและการย้อมเส้นด้ายใยลูกตาลผสมเส้นใยฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติ โดยมีความเป็นมาดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ
3. ขอบเขตของโครงการ
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ตาล หรือ โหนด[1] ในภาษาใต้ อังกฤษ: Asian Palmyra palm, Toddy palm, Sugar palm, Cambodian palm) เป็นพันธุ์ไม้พวกปาล์มขนาดใหญ่ สกุล *Borassus* ในวงศ์ปาล์ม (Arecaceae) เป็นปาล์มที่แข็งแรงมากชนิดหนึ่ง และเป็นปาล์มที่แยกเพศกันอยู่คนละต้น ต้นสูงถึง 40 เมตร และโตวัดผ่ากลางประมาณ 60 ช่อดอกเพศผู้ใหญ่ ผลเป็นเส้นใยแข็งเป็นมัน มักมีสีเหลืองแกมดำคล้ำเป็นมันหุ้มห่อเนื้อเยื่อสีเหลืองไว้ภายใน ผลหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดใหญ่แข็ง 1 – 3 เมล็ด น้ำตาล เป็นพืชยืนต้นที่มีอายุยาวประมาณ 100 – 200 ปี เมื่ออายุได้ 15- 16 ปีจะเริ่มออกดอกและมีผล ลักษณะเป็นผลรวม ซึ่งเฉพาะต้นตาลเพศเมียเท่านั้นจะให้ผลตาล ต้นตาลต้นผู้จะให้น้ำตาลโตนด พื้นที่จังหวัดสงขลา เป็นที่ราบลุ่มดังนั้นคนในชุมชนจึงมีการทำนาข้าวเป็นอาชีพหลัก และมีการปลูกต้นตาลโตนดในส่วนพื้นที่ที่เหลือจากการปลูกข้าว และส่วนหนึ่งจะปลูกไว้บริเวณคันนาเพื่อเป็นแนวเขตแดนการถือครองพื้นที่ในการเพาะปลูก ในระยะแรกตาลโตนดมีการนำมาใช้บริโภคในครัวเรือนหรือแลกเปลี่ยนเพื่อการบริโภคในชุมชน ต่อมาผลผลิตของตาลโตนดมีมากขึ้นเนื่องจากการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติมาก จึงทำให้คนในชุมชนเกิดการแปรรูปผลผลิตจากต้นตาลโตนดเป็นน้ำตาล น้ำส้มโตนด เครื่องจักรสานจากเส้นใยจากทางตาล ซึ่งการทำเครื่องจักรสานจากใยตาลในกระบวนการสางเส้นใย ใช้ผลตาลสุกทำขนมตาล และนำผลตาลที่มีเส้นใยตาลติดอยู่ด้วยเผาเพื่อทำเป็นถ่านหุงต้มจากผลตาลหรือทำผลิตภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่นในตู้เย็น จากการทำขนมโดยใช้ผลตาลสุกยีเนื้อตาลออกแล้วจะเหลือเส้นใยจากผลตาลเป็นวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมาก

ถ้ามีการแยกโดยตัดเส้นใยออกมาจากผลตาล จะได้เส้นใยจากผลตาลจำนวนมากที่มีสมบัติหลัก สำหรับนำมาทำเป็นเส้นใยใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ทางสิ่งทอได้ ซึ่งมีในปริมาณที่มากในจังหวัดสงขลา อีกทั้งสงขลามีแหล่งทอผ้าที่เกาะยอที่มีชื่อเสียงมานาน มีลวดลายที่สวยงาม โดยใช้เส้นด้ายเป็นเส้นใยฝ้าย เส้นใยประดิษฐ์ เส้นใยไหม ปัจจุบันตลาดผ้าทอมือมีการแข่งขันที่สูงและตลาดต้องการสิ่งใหม่ๆที่มีเอกลักษณ์ของพื้นที่ และเกาะยอก็เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ผู้มาท่องเที่ยวนิยมซื้อผ้าทอเกาะยอเป็นขอฝาก การสร้างผลิตภัณฑ์ด้วยเส้นใยใหม่ที่เป็นเส้นใยธรรมชาติเป็นพืชประจำท้องถิ่น ยิ่งทำให้มีการสร้างเอกลักษณ์ที่แตกต่าง และสร้างความเป็นสินค้าพื้นเมืองจากวัสดุในท้องถิ่น ทำให้เกิดเอกลักษณ์ที่

การศึกษาโครงการวิจัยมีแนวคิดที่จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและการสร้างคุณค่าจากวัสดุธรรมชาติ โดยนำเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายมาศึกษาการย้อมสีด้วยวัสดุธรรมชาติ แทนการย้อมสีด้วยสีเคมี ใช้วัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาผ้าทอมือผ้าทอเกาะยอให้มีความเป็นเอกลักษณ์ และสร้างแนวทางอนุรักษ์ธรรมชาติ พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย มีคุณค่า นำเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติ ทอเป็นผืนผ้าและนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ สร้างมูลค่าเป็นรายได้เพิ่มอีกทางหนึ่งและยังสามารถสร้างความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะสำหรับผ้าทอมือเส้นใยตาลในพื้นสงขลาสร้างความแตกต่างในตลาด และเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าสร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับชุมชน

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาชนิดของพืชให้สีธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย

2.2 เพื่อศึกษาเทคนิคและวิธีการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายด้วยสีจากธรรมชาติ

2.3 เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ผ้าทอมือย้อมสีธรรมชาติและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการย้อมสีที่เหมาะสม

3.2 ศึกษาพืชให้สีอย่างน้อย 5 ชนิด

3.3 ทดสอบการย้อมสีเส้นด้ายที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียล

3.4 ทดสอบสมบัติทางกายภาพความคงทนของสีต่อแสงและต่อการซัก

4. **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

4.1 ส่งเสริมให้นำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์สูงสุด

4.2 ส่งเสริมให้ย้อมเส้นด้ายฝ้ายผสมใยตาลด้วยสีธรรมชาติเพื่อสร้างคุณค่าผลิตภัณฑ์ที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและดีต่อสุขภาพ

4.3 ได้ผลจากการวิจัยช่วยบอกเทคนิควิธีและวัสดุธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายและผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการเตรียมและย้อมเส้นใยลูกตาลด้วยสีย้อมธรรมชาติ ซึ่งผู้จัดทำงานวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 จุรีรัตน์ บัวแก้ว, เกื้อ ฤทธิบูรณ์ และโสภา เชี่ยวชาญวุฒิวงศ์ (2553: บทคัดย่อ) [2] การย้อมสีธรรมชาติกับวัตถุดิบที่ใช้ทำผ้าจวนตานี

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาชนิดวัสดุให้สีจากธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการย้อมเส้นด้ายฝ้าย 2) เพื่อศึกษาเทคนิคและวิธีการย้อมเส้น ด้ายฝ้าย เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับทำผ้าจวนตานีด้วยสีย้อมธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น ผู้วิจัยมุ่งศึกษาชนิดวัสดุให้สีจากธรรม-ชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการย้อมเส้นด้ายฝ้ายศึกษาเทคนิคและวิธีย้อมเส้นด้ายฝ้ายเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับทำผ้าจวนตานีด้วยสีย้อมธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นสำหรับวิธี การวิจัยใช้การทด ลองสกัดสีจากพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นจำนวน 12 ชนิดและทดลองย้อมเส้นด้ายฝ้าย ผลการวิจัยพบว่าการคัดวัสดุให้สีจากพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นที่นำมาศึกษาครั้งนี้มี 12 ชนิดซึ่งสามารถนำมาใช้ในการสกัดสีทำให้ได้สีดังต่อไปนี้เปลือกต้นโกงกางใบเล็กและเปลือกต้นสนทะเลได้สีน้ำตาลแดง เปลือกต้นเสม็ดชุนและเปลือกต้นมะม่วงหิมพานต์ได้สีน้ำตาล เปลือกต้นมะขามเทศได้สีครีมสีน้ำตาลอ่อนและสีกากีเข้ม กิ่งสดมะพูดได้สีเหลืองเปลือกต้นเพกาได้สีครีมสีเหลืองเขียวอ่อนและสีกากีส่วนใบพกาได้สีครีมสีเหลืองเขียวและสีกากีใบหูกวางและใบเสม็ดขาวได้สีเหลืองอ่อนและสีกากีเข้ม ใบคุระได้สีดำไม้ฝางได้สีแดงและสีม่วง ใบและก้านครามได้สีน้ำเงิน สำหรับเทคนิคการสกัดสีและย้อมเส้นด้ายฝ้ายพบว่าการคัดวัสดุให้สีด้วยการสกัดสีที่ให้เฉดสีเหลืองคือกิ่งมะพูดสดร่วมกับมอร์แดนท์สารส้มหรือน้ำปูนใสหรือน้ำด่างได้เส้นด้ายฝ้ายสีเหลืองสวยที่สุด เฉดสีแดงคือเปลือกต้นโกงกางใบเล็กทับครั่งและใช้มอร์แดนท์สารส้มทำให้ได้เส้นด้ายฝ้ายสีแดง เฉดสีดำคือใบคุระร่วมกับมอร์แดนท์น้ำสนิมเหล็กทำให้ได้เส้นด้ายฝ้ายสีดำ เฉดสีม่วงคือไม้ฝางย้อมร่วมกับมอร์แดนท์จุนสีทำให้ได้เส้นด้ายฝ้ายสีม่วง ส่วนเฉดสีน้ำเงินคือใบและก้านของต้นครามที่ผ่านการเตรียมน้ำครามมาเรียบร้อยแล้วได้เส้นด้ายฝ้ายสีน้ำเงิน

2.1.2 ศศิกานต์ ปานปราณีเจริญ และวิไลพร ปองเพียร (2553 : บทคัดย่อ) [3] การศึกษาสภาวะการย้อมสีขมิ้นบนด้ายฝ้าย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสกัดสีย้อมจากขมิ้นซึ่งเป็นพืชที่ให้สีเหลือง 2) เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมจากขมิ้น 3) เพื่อศึกษาการติดสีของสีเหลืองจากขมิ้นบนด้ายฝ้าย ผู้วิจัยมุ่งศึกษาสีที่สกัดจากขมิ้นชันถูกนำมาใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติที่ให้สีเหลือง สำหรับในการย้อมลีเส้นด้ายฝ้าย การสกัดสีย้อมจากขมิ้นชันใช้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใน 95% เอทานอล ในอัตราส่วน 1 : 4 ของขมิ้นกับตัวทำละลาย เส้นด้ายฝ้ายถูกย้อมด้วยน้ำย้อมที่สกัดจากขมิ้นชันที่ 50 - 60 เป็นเวลา 60 นาทีในอัตราส่วน 1 : 20 ของด้ายฝ้ายต่อน้ำย้อม ผลของการใช้สารช่วยติดในการย้อมที่แตกต่างกัน พบ ว่าเมื่อทำการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดก่อนทำการย้อม จะให้เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสีเข้าสู่เส้นใยดีกว่าสารช่วยติดอื่น ๆ (เหล็กซัลเฟต, ทองแดงซัลเฟต) หรือไม่มีการใช้สารช่วยติด เส้นด้ายฝ้ายที่ถูกย้อมโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดนั้นจะให้คุณสมบัติความคงทนต่อการซักอยู่ในระดับปานกลาง

2.1.3 อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ (2543 : บทคัดย่อ) [4] กระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการย้อมสีธรรมชาติระดับพื้นบ้านปัจจุบันทั้งแบบย้อมเย็นและแบบย้อมร้อนให้ได้กระบวนการที่มีประสิทธิภาพ ในด้านการดูดซับสี เวลาที่ใช้ และการใช้พลังงาน 2) เพื่อให้ได้สูตรและส่วนผสมของน้ำย้อมที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลการย้อมที่มีคุณภาพ โดยเน้นน้ำหนักการย้อมฝ้ายด้วยสีเขียว สีน้ำตาล และสีดำ 3) เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีที่ได้ รวมทั้งแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการด้วยตนเองให้แก่กลุ่มผู้ย้อม โดยการถ่ายทอดด้วยกระบวนการฝึกอบรมจำนวนไม่น้อยกว่า 20 กลุ่มผู้วิจัยมุ่งศึกษาทางเคมีพืชที่ให้สี 6 ชนิด ได้แก่ สะเดา ยูคาลิปตัส หูกวาง มะพร้าว สาบเสือ และสมอไทย ได้ทำการสกัดสารสีจากพืชวัตถุดิบด้วยน้ำร้อนและ/หรือเอธานอล นอกจากวัตถุดิบหลักที่กำหนด 6 ชนิดแล้วได้ทำการศึกษาวัตถุดิบอื่นเป็นบางส่วนอีกจำนวน 15 ชนิด พบว่าพืชที่น่าจะสามารถใช้ย้อมสีเขียวได้ได้แก่ ใบหญ้าหวาน ใบติ้วแดง ใบสาบเสือ ใบจามจุรี และใบขี้เหล็กฝรั่งโดยใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์ พืชที่ใช้ย้อมสีน้ำตาลและสีดำ ใบสะเดา ใบและเปลือกต้นหูกวาง เปลือกต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นกระโดน และผลตะแบก พืชที่เหมาะสมสำหรับย้อมสีน้ำตาลได้แก่ กาบมะพร้าวแห้ง (ส่วนเปลือกผลและใย) ผลสมอไทย (ส่วนเปลือกและเนื้อ) และเปลือกมังคุด ผลจากการทดลองพบว่า การย้อมสีเขียวจากสีย้อมธรรมชาติจากพืชขึ้นอยู่กับคลอโรฟิลล์ในวัตถุดิบให้สีและความยากง่ายในการละลายในน้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลาย อุณหภูมิที่ใช้ คือ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ใช้มอร์แดนท์ทองแดงความเข้มข้น 0.25 - 1% ของน้ำหนักด้าย การ

ย้อมสีน้ำตาลจากสีย้อมธรรมชาติจากสารพวกแทนนินและสารฟินอลิกที่มีในพืช ส่วนประกอบที่แตกต่างกันทำให้สีน้ำตาลที่ได้มีเฉดสีแตกต่างกัน ส่วนมากย้อมติดได้โดยไม่ต้องใช้มอร์แดนท์ แต่สีจากพืชบางชนิดไม่ทนต่อแสง การใช้โลหะมอร์แดนท์ช่วยย้อมอาจทำให้ความคงทนของสีต่อแสงดีขึ้น ธรรมชาติของสารที่แตกต่างกันทำให้อุณหภูมิที่เหมาะสมก็แตกต่างกันไป ในช่วง 65 ถึง 85 องศาเซลเซียส ชนิดของมอร์แดนท์(สารส้มและจุนสี) และภาวะการย้อมตากต่างกันไป อย่างไรก็ตามพบว่าเวลาการย้อมที่เหมาะสม คือ 60 นาทีเช่นเดียวกับการย้อมสีเขียว การย้อมสีดำจากพืชให้สีย้อมธรรมชาติจากสารพวกแทนนินและสารฟินอลิกเช่นเดียวกับการย้อมสีน้ำตาล อุณหภูมิที่เหมาะสมสามรถใช้ ได้ในช่วง 65 ถึง 85 องศาเซลเซียส และเวลา 60 นาทีเช่นกัน ซึ่งสีดำที่ได้มีโทนสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

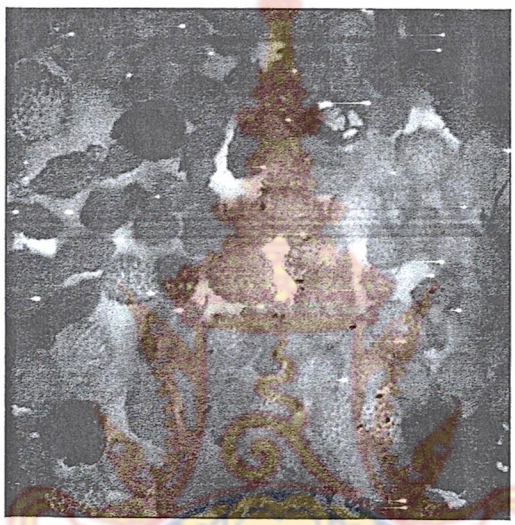
2.2.1 ตาล (Palm) [5]

ตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดหนึ่งอยู่ในสกุล Borassus มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Borassus Flabellifer ลักษณะพันธุ์พวกปาล์มใบพัด เป็นปาล์มที่ให้น้ำตาล เป็นพืชยืนต้นที่มีอายุยาวประมาณ 100 - 200 ปี เมื่ออายุได้ 12 - 15 ปี จะเริ่มออกดอกและมีผล ลักษณะเป็นผลรวม ซึ่งเฉพาะต้นตาลเพศเมียเท่านั้นที่จะให้ผลตาล (ต้นตาลเพศผู้จะให้น้ำตาลโตนด) แต่กว่าจะทราบเพศของต้นตาลก็ต้องใช้เวลา 15 ปี และผลตาลสุกจะให้เส้นใยลูกตาลคิดเป็นน้ำหนักร้อยละ 23 - 37 ของผล เส้นใยลูกตาลเป็นหนึ่งในวัสดุเหลือทิ้งที่มีมากในท้องถิ่น โดยเฉพาะจังหวัดสุโขทัยและเพชรบุรี จากกระบวนการยีเอาเนื้อตาลสุกไปทำขนมตาล ซึ่งเส้นใยที่เหลือจากการยีเนื้อตาลออกไปแล้วก็จะเป็นวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมาก

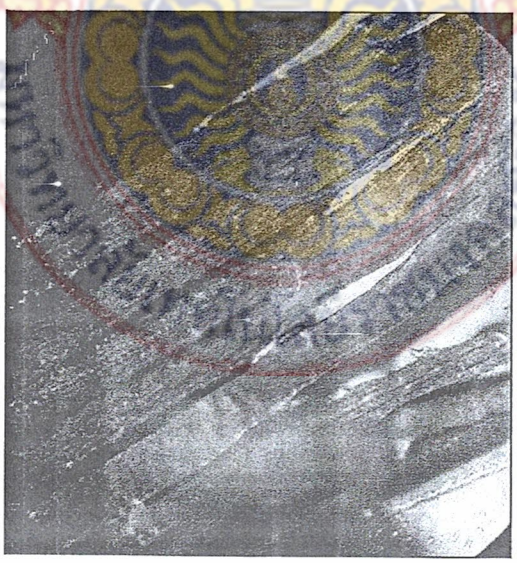
เส้นใยลูกตาลมีองค์ประกอบคือ ลิกนิน 12.20% เซลลูโลส 62.90% เฮมิเซลลูโลส 18.42% และเปกติน 1.55% ซึ่งมีปริมาณเซลลูโลสสูง เส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยที่มีผนังเซลล์พืช (เซลลูโลสและลิกนิน) ในปริมาณที่สูงซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใย ทำให้เป็นตัวดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี รวมทั้งมีผลทำให้เส้นใยมีความแข็งแรง สามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดและด่างได้สูงเนื่องจากอิทธิพลของผนังเซลล์พืช จากกล้องจุลทรรศน์ทำให้ทราบลักษณะภายในตามภาคตัดขวางของเส้นใยลูกตาลว่ามีลักษณะเป็นรูปรีเกือบกลมมีลูเมนเห็นได้ชัดเจน ผนังเซลล์ค่อนข้างบาง

สมบัติทางกายภาพของเส้นใยลูกตาล การปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยลูกตาลให้เหมาะกับ การผลิตในเชิงอุตสาหกรรมสิ่งทอ ด้วยการหมักเส้นใยลูกตาลแบบชีวเคมี (Biochemical) แบบ

การหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic) เป็นการหมักภายใต้สภาพน้ำขังนาน 14 วัน โดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ EM (Effective Microorganism) และให้สารอาหารสำหรับจุลินทรีย์ ได้แก่ ไนโตรเจนและกากน้ำตาล เพื่อให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (ประกอบด้วยลิกนิน เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส) ในเส้นใยพบว่าลักษณะของเส้นใยมีความละเอียด ความแข็งแรง และการยืดตัวขณะขาดเพิ่มขึ้น มีความนุ่มดีขึ้นมาก ลักษณะของสีเส้นใยยังคงเอกลักษณ์สีเหลือง



รูปที่ 2.1 รูปภาพตัดขวางของเส้นใยตาล



รูปที่ 2.2 รูปภาพตัดตามยาวของเส้นใยตาล

2.2.2 **การฟอกขาว** (Bleaching)

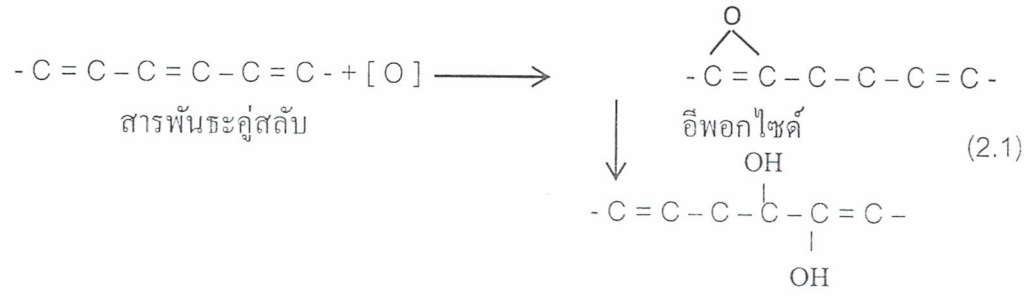
การฟอกขาว [6] เป็นการกำจัดสีตามธรรมชาติของวัตถุดิบ ซึ่งอาจจะมีผลต่อกระบวนการย้อมและพิมพ์ออก แม้ว่าโดยปกติแล้ว การฟอกขาวจะทำกับเส้นใยธรรมชาติ แต่ถ้าวัสดุนั้นจะทำการย้อมสีในเฉดเข้ม การฟอกขาวอาจจะไม่ต้องทำหรือทำการฟอกอ่อน ๆ ก็ได้ สารฟอกขาวทั่วไปที่ใช้กับเส้นใยเซลลูโลสคือตัวออกซิไดส์ เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โซเดียมคลอไรต์ ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของผ้า เครื่องจักร กระบวนการ เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด

หลังจากเส้นใยธรรมชาติผ่านการทำความสะอาด จะทำให้เส้นใยมีสมบัติความชอบน้ำ (Hydrophilic) มากขึ้น แต่สีดั้งเดิมก็ยังคงอยู่ จึงต้องนำเส้นใยมาผ่านการฟอกขาวเพื่อทำลายสีธรรมชาติที่มีอยู่บนเส้นใยแต่เดิมออก ในปัจจุบันนิยมใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มากกว่าการใช้สารฟอกขาวที่มีส่วนประกอบของคลอรีน เช่น ไฮโปคลอไรท์ เพราะจะทำให้มีคลอรีนตกค้างบนเส้นใยและน้ำทิ้งมีค่า AOX (Absorbable Organically Bound Halogens) เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ให้มีค่าน้อยกว่า 40 mg Cl/Kg

2.2.2.1 กลไกทั่วไปของการฟอกขาว [7]

เส้นใยธรรมชาติมีทั้งธรรมชาติในตัวเองและสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่จำเป็นต้องกำจัดออกเพื่อทำให้สิ่งทอมีความขาวเพียงพอและสม่ำเสมอต่อกระบวนการย้อมหรือพิมพ์ สิ่งที่ใช้ในการฟอกขาวมักเป็นสารออกซิไดส์ ได้แก่ สารฟอกขาวที่มีคลอรีน (Cl_2) เป็นองค์ประกอบ เช่น โซเดียมไฮโปรคลอไรต์ (NaOCl) โซเดียมคลอไรต์ ($NaOCl_2$) เป็นต้น หรือสารฟอกขาวที่มีออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โซเดียมเปอร์ซัลเฟต ($Na_2S_2O_8$) กรดเปอร์แอซิติก (CH_3COOOH) เป็นต้น

สารที่มีอยู่ในเส้นใยเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะคู่สลับเดี่ยว (Conjugated Double Bonds) ดังนั้น ถ้าสารใดสามารถทำลายพันธะคู่ในระบบคอนจูเกต สารนั้นก็จะทำลายสีในเส้นใยได้ ในกรณีที่เป็นสารฟอกขาวที่เป็นสารออกซิไดส์ (Oxidative Bleaches) จะออกซิไดส์สารมีสีโดยการเปลี่ยนพันธะคู่ให้อยู่ในรูปอีพอกไซด์ (Epoxide) ซึ่งถูกแยกสารละลายด้วยน้ำต่อกลายเป็นไดออล (Diol) ดังสมการที่ 2.1



(2.1)

ไดออล

แต่สารกลุ่มนี้นอกจากทำลายสีแล้ว ยังสามารถทำลายเส้นใยเซลลูโลสได้ด้วย ดังนั้น การฟอกขาวที่ดีจึงต้องเป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อให้ได้ความขาวมากที่สุดและเส้นใยถูกทำลายน้อยที่สุด

2.2.2.2 ชนิดและสมบัติของสารฟอกขาว

สารฟอกขาวดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ามีทั้งชนิดที่มีคลอรีนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในที่นี้จะกล่าวถึงสมบัติของสารฟอกขาวที่เป็นที่รู้จักกันดีในอุตสาหกรรมต่อไปนี้

1) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.1 ที่ 20 องศา-เซลเซียส แตกต่างกันตามเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีหมู่ – O – O – ที่อะตอมของออกซิเจนต่อกันโดยตรง และสามารถแตกตัวปล่อยอะตอมของออกซิเจนซึ่งมีฤทธิ์ออกมา

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดส์ที่กัดกร่อนสูง อาจเกิดการลุกเป็นไฟถ้าปล่อยให้แห้งใกล้กับสารที่ไวไฟหรือสารที่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายโดยทั่วไปไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์จะแตกตัวอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าอยู่ในภาชนะที่แคบ และการสลายตัวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในกรณีที่มีสารเจือปน เช่น โลหะ ฝุ่นละออง เป็นต้น อาจเกิดการระเบิดได้ เนื่องจากในขณะสลายตัว จะปล่อยความร้อนและออกซิเจนออกมา

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก่อให้เกิดการระคายเคืองกับผิวหนัง เยื่อจมูกและเป็นอันตรายต่อดวงตาและหากกลืนเข้าไป จะเกิดการปล่อยออกซิเจนออกมาทำให้บาดเจ็บภายใน

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกขาวสำหรับเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ รวมทั้งเส้นใยโปรตีนและสามารถใช้กับเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ แต่ควรระมัดระวังในการฟอกเส้นใยแอซิเทต เนื่องจากเป็นเส้นใยที่ไม่ทนต่อด่าง สำหรับเส้นใยสังเคราะห์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลน้อยมาก แต่สามารถใช้ได้ถ้าเป็นเส้นใยผสมระหว่างเส้นใยธรรมชาติและสังเคราะห์ เช่น ฝ้ายและพอลิเอสเตอร์ เป็นต้น

2) โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl)

ถ้าต้องการฟอกขาวเส้นใยด้วยคลอรีน รูปของสารที่เหมาะสมต่อการใช้งาน คือ ไฮโปคลอไรด์ที่มีจำหน่ายในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ นิยมใช้เป็นสารฟอกขาวเส้นใยเซลลูโลส แต่ก่อนจะฟอกขาวเส้นใยต้องกำจัดไขมัน ขี้ผึ้ง เพกตินและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากเส้นใยก่อน เพื่อไม่ให้สูญเสียประสิทธิภาพของไฮโปคลอไรด์ ส่วนหนึ่งไปกับการกำจัดสิ่งสกปรกเหล่านี้

โซเดียมไฮโปรคลอไรด์เป็นสารฟอกขาวกลุ่มออกซิไดส์ที่แรงที่สุด โดยทั่วไปจะระบุความแรงในรูปของปริมาณคลอรีนที่มี (Available Chlorine) ซึ่งก็คือคลอรีนที่ได้จากปฏิกิริยาของไฮโปรคลอไรด์กับกรดไฮโดรคลอริก

3) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

โซเดียมคลอไรด์มีลักษณะที่แตกต่างกันตามความเข้มข้นของสาร เช่น ที่ความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะมีสภาพเป็นของเหลวใส สีเหลือง แต่ที่ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะเป็นผงสีขาว เป็นต้น โซเดียมคลอไรด์เป็นสารออกซิไดส์ที่ดูดความชื้นสลายตัวได้และถูกเร่งการสลายตัวโดยความร้อน สารเร่งปฏิกิริยา และสารบางชนิด ถ้าการใช้งานไม่ถูกต้อง เช่น นำไปผสมกับสารไวไฟหรือสารรีดิวส์อื่น ๆ หรือเก็บภาชนะที่แคบหรือในบริเวณที่จำกัด อาจลุกติดไฟและเกิดการระเบิดได้ รวมทั้งการเติมน้ำลงไปในขณะที่สารนี้บรรจุในภาชนะที่จำกัดด้วย โซเดียมคลอไรด์ในภาชนะกรดจะให้แก๊สคลอรีนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สพิษมีความสามารถในการกัดกร่อนสูง

4) กรดเปอร์แอซิติก ($C_2H_4O_2$)

มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีกลิ่นฉุน เป็นสารออกซิไดส์ที่แรง มีความเสถียรที่อุณหภูมิต่ำ ๆ สารนี้เป็นอันตรายต่อดวงตาและผิวหนัง ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสไอของสารนี้นาน ๆ

5) เปอร์ซัลเฟต (S_2O_8)

ชนิดของเปอร์ซัลเฟตที่ใช้ในกระบวนการทางเคมีสิ่งทอ มี 3 ชนิด คือ แอมโมเนียเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) โปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต ($Na_2S_2O_8$) ทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวที่ละลายน้ำได้ต่างกัน เช่น ที่ 20 องศาเซลเซียส โซเดียมเปอร์ซัลเฟตและแอมโมเนียเปอร์ซัลเฟตละลายนำได้มากกว่า 500 กรัมต่อลิตร แต่โปรแตส-เซียมเปอร์ซัลเฟตละลายน้ำได้เพียง 30 กรัมต่อลิตร สารเปอร์ซัลเฟตสลายตัวอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 60 องศาเซลเซียสจะสลายตัวอย่างรวดเร็วเป็นซัลเฟต กรดซัลฟิวริกและออกซิเจนที่มีฤทธิ์ ดังสมการที่ 2.2

$$2(NH_4)_2S_2O_8 + 2H_2O \longrightarrow 2(NH_4)_2SO_4 + 2H_2SO_4 + [O]$$

$$2K_2S_2O_8 + 2H_2O \longrightarrow 2K_2SO_4 + 2H_2SO_4 + [O]$$

(2.2)

$$2Na_2S_2O_8 + 2H_2O \longrightarrow 2Na_2SO_4 + 2H_2SO_4 + [O]$$

จากปฏิกิริยาจะเห็นว่า มีกรดเกิดขึ้นจากการสลายตัวของเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะถูกทำให้เป็นกลางด้วย ด่างในสารละลายฟอกขาว ทำให้ค่า pH มีแนวโน้มลดต่ำลง ดังนั้น จึงควรตรวจสอบค่า pH อย่างสม่ำเสมอ และเติมด่างเพิ่มเพื่อรักษาค่า pH ที่ต้องการไว้

2.2.3 **ขนุน** (jackfruit) [8]

2.2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร

ชื่อพันธุ์ไม้ ขนุน

ชื่อสามัญ jackfruit

ชื่อวิทยาศาสตร์ Artocarpus heterophyllus

ชื่อวงศ์ Moraceae

ขนุนเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ อยู่ในวงศ์เดียวกับสาเก สูง 15-30 เมตร ลำต้นและกิ่งเมื่อมีบาดแผลจะมีน้ำยางสีขาวข้นคล้ายน้ำนมไหล ใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปรี ขนาดกว้าง 5-8 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร ปลายใบทู่ถึงแหลม โคนใบมน ผิวในด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน เนื้อใบหนา ดอกเป็นช่อแบบช่อเชิงลดแยกเพศอยู่รวมกัน เป็นช่อสีเขียว อัดกันแน่น แยกเพศ แต่อยู่บนต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้ออกตามปลายกิ่งหรือซอกใบ เป็นแท่งยาว ช่อดอกตัวเมียเป็นแท่งกลมยาว ออกตามลำต้นหรือกิ่งใหญ่ เมื่อติดผล ดอกทั้งช่อจะเจริญร่วมกันเป็นผลรวมมีขนาดใหญ่ โดย 1 ดอกกลายเป็น 1 ยวง ในผล ผลดิบเปลือกสีเขียว หนามทู่ ถ้ากรีดเปลือกจะมียางเหนียว เมื่อแก่เปลือกสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง หนามจะป้านขึ้น ภายในผลมีซังขนุนหุ้มยวงสีเหลืองไว้ เมล็ดอยู่ในยวง [5][2]

2.2.3.2 ประโยชน์ของขนุน ขนุนเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ [6]เนื้อ ขนุนสุกใช้รับประทานเป็นผลไม้ และใช้ทำขนมได้หลายชนิด เช่น ใส่ในไอศกรีม ลอดช่องสิงคโปร์ รวมมิตร กินกับข้าวเหนียวมูน หรือนำไปอบแห้ง ใช้กินเป็นของว่าง ขนุนอ่อนนำมาปรุงอาหารใช้เป็นผัก เช่นใส่ในแกง ยำ ส้มตำ[2]เมล็ดนำมาต้มหรือต้ม รับประทานได้ แก่นไม้ใช้ย้อมสีจีวรของพระภิกษุ เนื้อไม้ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องดนตรี

2.2.4 **หูกวาง** (Indian almond) [9]

2.2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อพันธุ์ไม้หูกวาง

ชื่อสามัญ Indian Almond

ชื่อวิทยาศาสตร์ Terminalia catappa L.

ชื่อวงศ์ COMBRETACEAE

ลักษณะต้น ขนาดใหญ่ แตกกิ่งต่ำ เรือนยอดแผ่กว้างโค้งตรงกลางและลาดลงหาขอบคล้ายรูปร่ม

ลักษณะใบ เป็นใบผสมแบบขนนกสองชั้นทั้งใบยาวประมาณ 25 - 40 เซนติ-เมตร ใบประกอบด้วยช่อใบ 4 คู่ ใบย่อย 2 - 10 คู่ต่อหนึ่งใบ ใบย่อยเกิดบนก้านใบซึ่งแยกจากก้านใหญ่ ใบย่อยรูปขนานเปียกปูนแต่เบี้ยว ใบย่อยด้านปลายใบใหญ่ที่สุดใบย่อยหนาปานกลาง ด้านหน้าใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านหลังใบสีเขียวนวลและมีขนเล็กน้อย

ลักษณะดอก เป็นช่อดอกทรงกลม แต่ละช่อรวมกันเป็นช่อใหญ่ ช่อดอกเกิดที่ปลายกิ่ง กลีบดอกเล็กมาก แต่ละช่อดอกมีดอกตัวเมียดอกเดียวและล้อมรอบด้วยดอกตัวผู้เป็นจำนวนมาก ดอกบานมีสีชมพูซึ่งเป็นสีของเกสรตัวผู้ จามจุรีออกดอกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม

ลักษณะผล เป็นฝักแบนเมื่อแก่ก็จะไม่แตก ฝักแก่จะมีสีน้ำตาลดำขนาดกว้าง 1.5 - 2 เซนติเมตร ยาว 12 - 20 เซนติเมตร ภายในฝักมีเนื้อนิ่มรสหวาน ฝักหนึ่ง ๆ มีเมล็ด 15 - 25 เมล็ด เมล็ดสีน้ำตาลดำยาว 0.5 - 0.8 เซนติเมตร ฝักแก่ระหว่างเดือนตุลาคม – มกราคม

2.2.4.2 ประโยชน์ของหูกวาง

หูกวางเป็นพรรณไม้ที่นิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน เพื่อเป็นไม้ประดับตามข้างทางในประเทศไทยตั้งแต่เหนือจดใต้ นอกจากนี้แล้วไม้ชนิดนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างด้วยกันคือ

1) เนื้อไม้ ใช้ในการก่อสร้างได้ดี เพราะเป็นไม้ที่มอดและแมลงไม่รบกวน

2) ใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร เป็นยาสมาน แก้ไข้ท้องร่วง บิด ยาระบาย ขับน้ำนม แก้โรคคุดทะราด

2.1) ราก ทำให้ประจำเดือนมาตามปกติ เปลือกมีรสฝาดใช้เป็นยาขับลม สมานแผล แก้ท้องเสีย ตกขาว โรคโกโนเรีย

2.2) ใบ ใช้เป็นยาขับเหงื่อ แก้ทอนซิลอักเสบ โรคไขข้ออักเสบ โรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารและตับ ใบที่แดงเป็นยาขับพยาธิ ผสมน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดรักษาโรคเรื้อน ทาหน้าอกแก้อาการเจ็บหน้าอก ทาไขข้อและส่วนของร่างกายที่หมดความรู้สึก ผลใช้เป็นยาถ่าย

3) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางอย่าง คือ เปลือกและผล มีสารฝาดมากสามารถใช้ในอุตสาหกรรมย้อนสีผ้าได้ ฟอกหนังสัตว์ ทำหมึก

4) การใช้ประโยชน์อื่น ๆ เนื้อใน เมล็ดรับประทานได้ทั้งยังนำเอาไปทำน้ำมัน เพื่อใช้บริโภคและทำเครื่องสำอางได้ นอกจากนี้ยังมีโปรตีนที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายอีกด้วยและใบหูกวางแห้งก็มีสารแทนนินที่ทำให้สภาพน้ำเหมาะสมกับการใช้เลี้ยงปลากัดอีกด้วย

2.2.5 **จามจุรี** (Rain Tree) [10]

2.2.5.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อพันธุ์ไม้จามจุรี

ชื่อสามัญ Rain Tree

ชื่อวิทยาศาสตร์ Samanea saman

ชื่อวงศ์ LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE

ลักษณะต้น เป็นไม้ต้น ผลัดใบ สูง 8 - 20 เมตร เปลือกเรียบ แตกกิ่งตามแนวนอนเป็นชั้น ๆ

ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับถี่ตอนปลายกิ่ง แผ่นใบรูปไข่กลับกว้าง 8 - 15 เซนติเมตร ยาว 12 - 25 เซนติเมตร

ลักษณะดอก มีขนาดเล็ก สีขาวนวล ออกเป็นช่อตามง่ามใบ ออกดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน

ลักษณะผล มีลักษณะเป็นรูปไข่หรือรูปรีแบนเล็กน้อย กว้าง 2 - 5 เซนติเมตร ยาว 3 - 7 เซนติเมตร

2.2.5.2 ประโยชน์ของจามจุรี

จามจุรีเป็นไม้เอนกประสงค์ คือ สามารถใช้ประโยชน์จากต้นจามจุรีได้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลทางอ้อมอีก เช่น ร่มเงา การเลี้ยงครั่ง เป็นต้น ประโยชน์ของไม้จามจุรีทางด้านต่าง ๆ สามารถจำแนกออกได้เป็น

1) ประโยชน์ทางด้านเนื้อไม้ ในปัจจุบันเนื้อไม้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแกะสลักไม้ภาคเหนือ ซึ่งมีการดำเนินงานในรูปสหกรณ์หัตถกรรมไม้ วัตถุดิบ นอกจากไม้จามจุรีคือ ไม้สักมีราคาแพงและหายากทำให้ไม้จามจุรีจึงมีบทบาทในการทดแทนไม้สักได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไม้จามจุรี ราคาถูก สามารถหาได้ง่ายกว่าไม้สัก เนื้อไม้มีแก่นสีดำคล้ำสวยงาม เมื่อขัดตกแต่งจะขึ้นเงาแวววาว เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทุกระดับทั่วไป เนื่องจากความชื้นในไม้จามจุรีมีมาก ทำให้

เกิดปัญหาไม้แตกในระหว่างการแกะสลักหรือหลังจากเป็นผลิตภัณฑ์ วิธีแก้ไข คือ การอบไม้โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจนกระทั่งไม่มีความชื้นหรือใกล้เคียงกับบรรยากาศทั่วไป มูลค่าของไม้แกะสลักที่จำหน่ายจะสูงกว่ามูลค่าไม้แปรรูปเพียงใด ขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของไม้แกะสลักในเรื่องนี้ไม้จามจุรีจะด้อยกว่าไม้สักและมูลค่าของไม้แกะสลักจะสูงกว่าไม้แปรรูปถึง 3 เท่า ในปี พ.ศ. 2521 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักสูงถึง 300 ล้านบาท

2) ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร

2.1) เปลือกต้น ป่นให้ละเอียด ใช้เป็นยาสมานรักษาแผล

2.2) เปลือกต้นและเมล็ด ใช้รักษาอาการท้องบิด ท้องเสีย

2.3) ใบ รสเมทเย็น สรรพคุณเย็น ด้านพิษ แก้ปวดแสบปวดร้อน

2.4) เมล็ด รสฝาดเมา แก้โรคผิวหนัง กลากเกลื้อน เรื้อน แก้เยื่อตาอักเสบ

วิธีใช้เป็นยาสมานรักษาแผล ให้นำเปลือกที่แห้งแล้ว มาบดหรือป่นให้ละเอียดจนเป็นผง จากนั้นนำมาโรยบริเวณที่เป็นแผล ใช้ทาเรื่อย ๆ จนกว่าแผลจะหาย

3) เป็นต้นไม้ที่นิยมปลูกเพื่อใช้เลี้ยงครั่งเพราะโตเร็ว จามจุรีทนต่อการดูดเจาะน้ำเลี้ยงของครั่ง อีกทั้งไม่ผลัดใบ ทำให้อากาศชุ่มชื่นเหมาะกับการเจริญเติบโตของครั่ง

4) เป็นอาหารสัตว์ ใบและฝักมีคุณประโยชน์มาก สำหรับ วัว ควาย ซึ่งมักจะชอบกินใบเขียวและใบอ่อน ฝักจะมีเนื้อที่มีสีน้ำตาลกล่าวว่าถ้าเลี้ยงแม่วัวที่รีดนม อาจทำให้นมมีคุณภาพดีขึ้น ฝักแก่ราวเดือนมีนาคม สามารถเก็บรักษาไว้เลี้ยงวัวควายได้ในกรณีหาหญ้าฟางได้ยากหรือมีราคาแพง ส่วนผสมของฝักมีคูณค่าดีเท่ากับหญ้าแห้งในการใช้เลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้เนื้อในของฝักแก่ที่มีสีน้ำตาลยังสามารถใช้หมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ ปรากฏว่าฝัก 100 กิโลกรัม จะได้แอลกอฮอล์ราว 11.5 ลิตร

5) ปรับปรุงสภาพดินเลวให้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นพืชตระกูลถั่วจึงมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น ใบใช้ทำปุ๋ยหมักได้ โดยเฉลี่ยมีไนโตรเจนถึงร้อยละ 3.25

2.2.6 **กระถินณรงค์** (Auri) [11]

2.2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อพันธุ์ไม้ กระถินณรงค์

ชื่อวิทยาศาสตร์ Acacia auriculiformis Cunn

เป็นพืชตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมตามธรรมชาติในทุ่งหญ้าของประเทศปาปัวนิวกินี ไปจนถึงพื้นที่ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย แต่ปัจจุบันได้มีการนำไปปลูกกันทั่วโลกทั้งทวีป

เอเชีย แอฟริกา และอเมริกาใต้ เนื่องจากสามารถฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมได้ กระถินณรงค์เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ ขนาดกลาง - ใหญ่ สูง 10 - 30 เมตร[2] เรือนยอดทรงกลมทึบ เปลือกสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม แตกเป็นร่องตามยาว ใบประกอบแบบขนนกสองชั้น เมื่อยังเล็กและเปลี่ยนรูปเป็นใบขนาดใหญ่หนา สีเขียวเข้ม เรียวยาว โค้งเป็นรูปเคียว กว้างประมาณ 1.2 - 2.5 ซม. ยาวประมาณ 7 - 15 ซม.[3] ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอม ออกรวมกันเป็นช่อคล้ายหางกระรอกตามง่ามใบ ดอกย่อยแต่ละดอกมีขนาดเล็กมาก ช่อหนึ่งๆ มี ประมาณ 70 - 100 ดอก[3] ช่อดอกจะห้อยลงข้างล่าง ผลแห้งแตก เป็นฝักแบน สีเขียว ม้วนบิดเป็นวง 1 - 3 วง เมื่อแก่มีสีน้ำตาล มีเมล็ดสีน้ำตาลดำเป็นมัน 5 - 12 เมล็ด เป็นไม้ที่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลางมีความสูง 8 เมตร ไปจนถึง 20 เมตร ดอกกระถินณรงค์ มีสีเหลืองกลิ่นหอม ออกดอกรวมกันเป็นช่อ คล้ายหางกระรอก ในประเทศไทย ร.ท.ขุนณรงค์ชวนกิจ (ชวน ณรงคะชวนะ) เป็นผู้สั่งเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2478 โดยนำมาปลูกในลักษณะของไม้ประดับ

2.2.6.2 ประโยชน์ของกระถินณรงค์

กระถินณรงค์เป็นไม้โตเร็ว นิยมปลูกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง นอกจากการใช้เป็นพืชเบิกนำในการปลูกป่าในพื้นดินเสื่อมโทรมได้ดีแล้ว ยังใช้ตัดฟันเป็นไม้ฟืนเชื้อเพลิง ซึ่งมีการวิจัยโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อใช้ไม้กระถินเป็นเชื้อเพลิง[4] และประโยชน์อื่นๆ เช่นเผาถ่าน ทำเฟอร์นิเจอร์ และเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษได้ด้วย

2.2.7 **ครั่ง** (Lac) [12]

ครั่ง (อังกฤษ: Lac) คือแมลงจำพวกเพลี้ยหลายชนิดที่อยู่ในวงศ์ Kerridae อาทิ *Laccifer lacca*[1] ถือว่าเป็นแมลงที่เป็นศัตรูต่อพืชตามธรรมชาติ ที่จะใช้งวงปากเจาะเพื่อดูดน้ำเลี้ยงของต้นไม้ ประเภทไม้เนื้อแข็ง แต่ว่ากลับเป็นแมลงที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์เป็นอย่างมากนับจากอดีตจนถึง ปัจจุบัน ครั่งจะขับสารชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นเหมือนยางหรือขันออกมาไว้ป้องกัน ตัวเองจากศัตรู ซึ่งสารที่ขับถ่ายออกมานี้เรียกว่า "ครั่งดิบ" ตามชื่อเรียก สารนี้มีสีแดงม่วง ลักษณะคล้ายขี้ผึ้งสีเหลืองแก่ หรือยางสีส้ม ซึ่งมนุษย์ได้นำมาใช้ประโยชน์กันมานานกว่า 4,000 ปี แล้วในหลายอารยธรรม โดยใช้เป็นสมุนไพร เป็นยารักษาโรคโลหิตจาง, โรคลมขัดข้อ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการทำเชลแล็ก, แลกเกอร์, เครื่องใช้, เครื่องประดับต่าง ๆ, ย้อมสีผ้า สีโลหะ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตลอดจนใช้ประทับในการไปรษณีย์ขนส่งหรือตราประทับเอกสารทางราชการใด ๆ[2] ปัจจุบันครั่งเป็นสินค้าออกที่สำคัญของหลาย ๆ ประเทศ อาทิ อินเดีย, ไทย[3] ซึ่งมีการเลี้ยงในเชิงเกษตร มีราคาขายที่แพงมาก

2.2.8 **การย้อมสีธรรมชาติ** (Natural Dyeing) [13]

2.2.8.1 วัตถุดิบย้อมสี

ด้วยภูมิปัญญาของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการเรียนรู้ที่จะใช้ประโยชน์จากสี ซึ่งสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ โดยการนำมาย้อมเส้นใยและผืนผ้า เพื่อใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มและใช้สอยในชีวิตประจำวัน สีย้อมธรรมชาตินั้นสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาได้ดังนี้

1) สีย้อมธรรมชาติจากแร่ธาตุ (Mineral Dyes) สีธรรมชาติประเภทนี้เป็นสีที่เกิดจากสารประกอบของโลหะ จำพวก เหล็ก โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งในอดีตเป็นกลุ่มสีที่มีความสำคัญมากแต่ในปัจจุบันไม่ปรากฏแหล่งผลิตและการใช้สีกลุ่มดังกล่าว สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ยังมีการใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุในการย้อมสีสิ่งทอ คือ สีจากโคลนและดินแดง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสารประกอบพวกอะลูมิโนซิลิเกต และสารประกอบโลหะอยู่

2) สีย้อมธรรมชาติจากสัตว์ (Animal Dyes) สีธรรมชาติจากสัตว์ คือ สารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์ หรือตัวสัตว์เอง สำหรับประเทศไทยมีการใช้สีจากแมลง คือ ครั่ง โดยตัวครั่งจะดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้แล้วขับสารสีแดงที่เรียกว่า ยางครั่ง ออกมาหุ้มรอบตัวเป็นรัง สารสีแดงที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่งดังกล่าวมานี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งในการย้อมสิ่งทอ ผสมในอาหาร และใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สำหรับเส้นใยที่ย้อมด้วยครั่งคือ ไหม ขนสัตว์ และฝ้าย เชื่อกันว่าคุณภาพของสีที่ได้จากการย้อมด้วยครั่งจะขึ้นกับชนิดของต้นไม้ที่ ใช้เลี้ยงครั่ง

3) สีย้อมธรรมชาติจากพืช (Vegetable Dyes) สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืชทั้ง ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลาย สามารถแบ่งโดยใช้กรรมวิธีการย้อมเป็นเกณฑ์ได้ 2 กลุ่มคือ

3.1) การย้อมเย็นหรือการย้อมแบบหมัก เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ห้อมและคราม เป็นการย้อมสีจากพืชที่มีกรรมวิธีการย้อมโดยไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยคุณสมบัติธรรมชาติของสารสีและปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยจะหมักเส้นใยไว้ในน้ำย้อมที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดวิธีการย้อมที่แตกต่างกันตามชนิดของสารสีที่ได้จากพืช

3.2) การย้อมแบบร้อน สีย้อมธรรมชาติที่ใช้การย้อมแบบร้อน จะเป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไปและครั่ง โดยจะนำวัตถุดิบย้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออก

จากพืช จากนั้นจึงทำการย้อมกับเส้นใย จะมีการใช้ความร้อนและสารช่วยย้อมช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย

2.2.8.2 สารช่วยย้อม

พืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมใช้เส้นใยธรรมชาติมีการติดสีและคงทนต่อการขัดถูหรือแสงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความทนทานต่อแสง และการขัดถูเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารช่วยย้อม และสารช่วยให้สีติด สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสี และเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้น

1) สารช่วยย้อมหรือสารกระตุ้นสี เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายดีขึ้นและเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม ในสมัยโบราณจะใช้การเติมมูลหรือปัสสาวะสัตว์ลงไปในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้สารที่ได้จากทั้งสารเคมีและสารธรรมชาติดังนี้

1.1) สารช่วยย้อมเคมี (มอร์แดนท์) หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้สีติดแน่นกับผ้าที่ย้อม ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก โครเมียม สำหรับมอร์แดนท์ที่แนะนำให้ใช้สำหรับการย้อมระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือนเป็นสารเคมีเกรดการค้า ซึ่งมีราคาถูก คุณภาพเหมาะสมกับงาน มีวิธีการใช้งานที่สะดวกโดยการชั่ง ตวง วัดพื้นฐานแล้วนำไปละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ต้องการและหาซื้อได้ง่ายจากร้านค้าสารเคมีทางวิทยาศาสตร์หรือทางการแพทย์ทั่วไป สารมอร์แดนท์ที่ใช้กันทั่วไปคือ

- สารส้ม (มอร์แดนท์อลูมิเนียม) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้ายและช่วยให้สีสด สว่างขึ้น มักใช้กับการย้อมสี น้ำตาล - เหลือง - เขียว
- จุนสี (มอร์แดนท์ทองแดง) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อมสีเขียว - น้ำตาล ข้อแนะนำสำหรับการใช้มอร์แดนท์ทองแดง คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการตกค้าง ของทองแดงในน้ำทิ้งหลังการย้อมได้
- เฟอรัสซัลเฟต (มอร์แดนท์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทนเทา - ดำ ซึ่งมอร์แดนเหล็กมีข้อดี คือ สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ แต่มีข้อควรระวัง คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะเหล็กจะทำให้เส้นด้ายเปื่อย

1.2) สารช่วยย้อมธรรมชาติ (มอร์แดนท์ธรรมชาติ) หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติ ที่ช่วยในการยึดสีและบางครั้งทำให้เฉดสีเปลี่ยน เช่น น้ำปูนใส น้ำด่าง น้ำโคลน และน้ำบาดาล

● น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมากหรือทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำปูนใสมาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป

● น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า ได้จากขี้เถ้าพืช เช่น ส่วนต่าง ๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น เลือกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ยังสด ๆ นำมาผึ่งแดดให้หมาด จากนั้นเผาให้เป็นขี้เถ้าสีขาว นำขี้เถ้าไปใส่ในอ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่วทิ้งไว้ 4 - 5 ชั่วโมงขี้เถ้าจะตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน เรียกว่า "น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า" อีกวิธีหนึ่ง นำขี้เถ้าที่ได้ไปใส่ในกระป๋องที่เจาะรูเล็ก ๆ รองก้นด้วยปุยฝ้าย หรือใยมะพร้าวใส่ขี้เถ้าจนเกือบเต็ม กดให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมขี้เถ้า แขวนกระป๋องทิ้งไว้ รองเอาแต่น้ำด่างไปใช้งาน

● กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อย น้ำมะขามเปียก

● น้ำบาดาลหรือน้ำสนิมเหล็ก จะใช้น้ำบ่อบาดาลที่เป็นสนิมหรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดงแล้วนำไปแช่ในน้ำ ทิ้งไว้ 3 วัน จึงนำน้ำสนิมมาใช้ได้ น้ำสนิมจะช่วยให้สีเข้มขึ้นให้เฉดสีเทา - ดำเหมือนมอร์แดนท์เหล็ก แต่ถ้าสนิมมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อยได้เช่นกัน

● น้ำโคลน เตรียมจากโคลนใต้สระหรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปี ใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่าสัดส่วนน้ำ 1 ส่วน ต่อดินโคลน 1 ส่วนจะช่วยให้ได้โทนสีเข้มขึ้นหรือโทนสีเทา - ดำเช่นเดียวกับน้ำสนิม

การใช้สารช่วยย้อมในการย้อมผ้ามี 3 วิธี คือ

1. การใช้ก่อนการย้อมสี ซึ่งต้องนำเส้นด้ายไปชุบสารช่วยย้อมก่อนนำไปย้อมสีธรรมชาติ

2. การใช้พร้อมกับการย้อมสี เป็นการใส่สารช่วยย้อมไปในน้ำสีแล้วจึงนำเส้นด้ายลงย้อม

3. การใช้หลังย้อมสี นำเส้นด้ายไปย้อมสีก่อนแล้วจึงนำไปย้อมกับสารช่วยย้อมภายหลัง

2) สารช่วยให้สีติด ในการย้อมสีธรรมชาติมีการใช้สารช่วยให้สีติดเส้นด้าย โดยสารดังกล่าวจะใช้ย้อมเส้นด้ายก่อนการย้อมสี หรือใช้ผสมในน้ำสีย้อม

2.1) สารฝาดหรือแทนนิน สารแทนนินจะมีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม เช่น ลูกหมาก เปลือกเพกา เปลือกสีเสียด เปลือกผลทับทิม เปลือกประดู่ เป็นต้น ซึ่งสาร

ดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัดน้ำฝาดหรือแทนนินจากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง

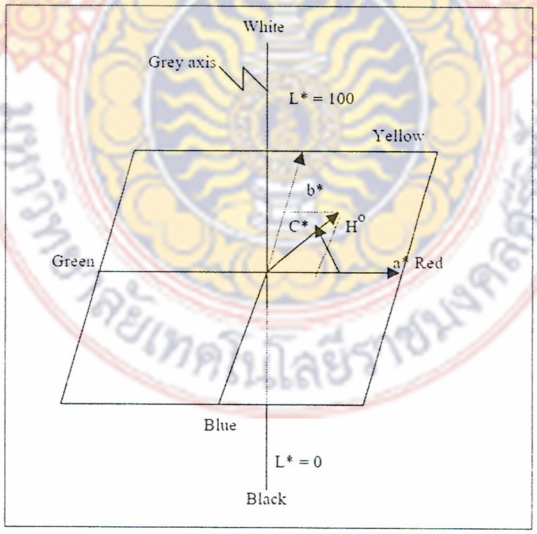
2.2) โปรตีนจากน้ำถั่วเหลือง ใช้ต้มกับเส้นด้ายก่อนการย้อมสีเพื่อช่วยในการเพิ่มโปรตีนบนเส้นด้ายทำให้สามารถย้อมสีติดได้ดีมากขึ้น ทางญี่ปุ่นจะชุบฝ้ายไหมด้วยน้ำถั่วเหลืองก่อนเสมอ โดยแช่ไว้ 1 คืน ยิ่งทำให้สีติดมาก ในญี่ปุ่นการสีธรรมชาติทั้งหมดแช่เส้นใยด้วยน้ำถั่วเหลืองเสมอ

2.3) เกลือแกง จะใช้ผสมกับน้ำสีย้อมเพื่อช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ง่ายขึ้น

2.2.9 **การวัดสี** (Color Measurement) [14]

2.2.9.1 การวัดสีระบบซีไออี แลป (CIE L*a*b*)

การวัดสีเป็นการระบุสีเป็นตัวเลข ปัจจุบันระบบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ ซีไออีแลป (CIE L* a* b* 1976) ซึ่งเป็นระบบที่ได้รับการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงให้เป็นระบบใหม่หรือสมการใหม่ที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ (Uniform Chromaticity System – UCS) ซึ่งมีลักษณะของ ตำแหน่งสี (Color Space) ที่แน่นอน ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Color space ในระบบ CIE L* a* b* 1976

[**ที่มา** : กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ.]

โดย L* ใช้กำหนดความสว่าง (Lightness) ของสี

ถ้า L* มีค่า เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ

ถ้า L* มีค่า เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว

a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (Redness - Greenness)

ถ้า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง

ถ้า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว

b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (Yellowness - Blueness)

ถ้า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง

ถ้า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ในระบบ ซีแลป (CIE L* a* b*) ยังมีคาเซื่อมค่า a* และค่า b* เข้ากับฮิว (Hue) และโครมา (Chroma) โดยกำหนดค่าสี 2 ค่า คือ ฮิว แองเกิล (Hue angle) (h*) และโครมา (Chroma) (C*)

ฮิว แองเกิล เป็นตัวเลขที่ระบุตำแหน่งสี (Color Space) มีหน่วยเป็นองศา

ถ้า h* = 0, (360) องศา แสดงว่าเป็นสีแดง

h* = 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง

h* = 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว

h* = 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

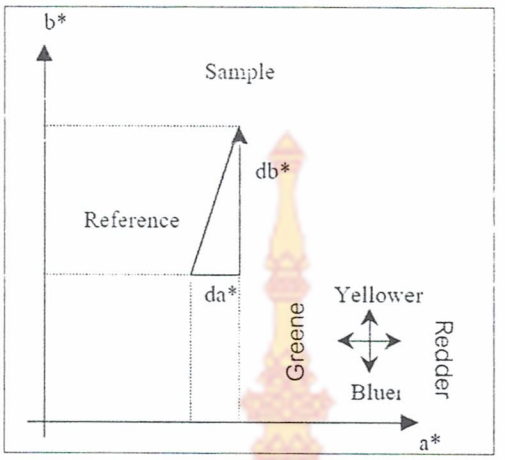
ส่วนโครมา คือ ค่าแสดงความสดใสของสี

ในการระบุสีของวัตถุมีสีในระบบ ซีไออีแลป (CIE L* a* b*) จะระบุได้ทั้ง 2 ค่า คือ L* C* h* และ L* a* b*

2.2.9.2 การวัดค่าความแตกต่างของสี

การวัดความแตกต่างของสี (Color Difference) โดยใช้สายตามนุษย์ยังมีจุดอ่อนหลายประการ เนื่องจากสายตามนุษย์แต่ละคนมีความสามารถในการมองเห็นสีได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การฝึกฝนของแต่ละคน ดังนั้น การใช้เครื่องวัดสีในการบอกความแตกต่างของสีตัวอย่างกับสีมาตรฐานทำให้สามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีมาตรฐานขึ้น

ความแตกต่างของค่าสีที่วัดได้ควรเป็นตัวเลขที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้เหมือนกับที่ตามนุษย์มองเห็น ค่าความแตกต่างของสีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การวัดความแตกต่างของสีตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน สามารถหาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง-เขียว และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ค่า da* และ db* ในระบบ CIE L* a* b* 1976

[**ที่มา** : กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ.]

dL* = L* ของผ้าตัวอย่าง -L* ของผ้ามาตรฐาน

ถ้า dL* มีค่าเป็น บวก แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความสว่างมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (lighter)

ถ้า dL* มีค่าเป็น ลบ แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมืดกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Darker)

da* = a* ของผ้าตัวอย่าง -a* ของผ้ามาตรฐาน

ถ้า da* มีค่าเป็น บวก แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างแดงกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Redder)

ถ้า da* มีค่าเป็น ลบ แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างเขียวกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Greener)

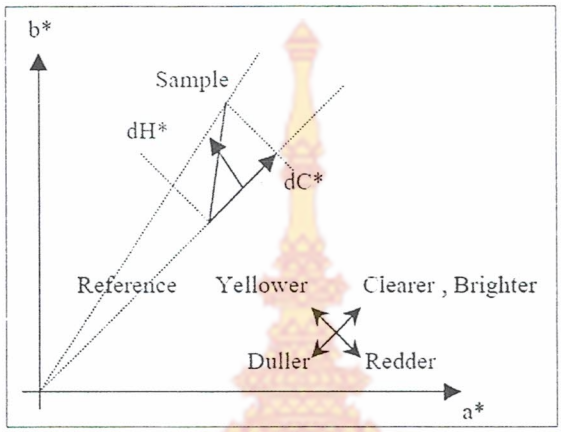
db* = b* ของผ้าตัวอย่าง -b* ของผ้ามาตรฐาน

ถ้า db* มีค่าเป็น บวก แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างเหลืองกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Yellower)

ถ้า db* มีค่าเป็น ลบ แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างน้ำเงินกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Bluer)

นอกจากบอกความแตกต่างด้วยค่า dL* da* และ db* แล้วยังกำหนดค่าความแตกต่างของ สีโดยรวมระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน คือ ค่า dE* (Total Color Difference) โดยค่า dE* ที่ทางอุตสาหกรรมให้การยอมรับจะมีค่าประมาณ 1 - 2 หน่วย ทั้งนี้ขึ้นกับสีและทิศ

ทางการเบี่ยงเบนของสี การบอกความแตกต่างของสีให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในแง่ของสีที่ปรากฏและความสดใสของสีได้จากค่า dC* และ dH* ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ค่า dC* และ dH* ในระบบ CIE L* a* b* 1976

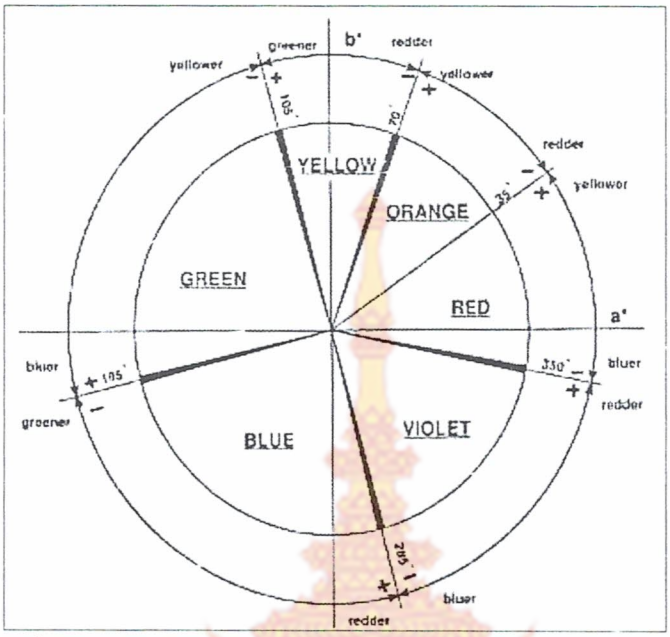
[**ที่มา** : กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ.]

dC* = C* ของผ้าตัวอย่าง –C* ของผ้ามาตรฐาน

ถ้า dC* มีค่าเป็น บวก แสดงว่าสีผ้าตัวอย่างมีความสดใสมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Brighter)

ถ้า dC* มีค่าเป็น ลบ แสดงว่าสีของผ้าตัวอย่างมีความตุ่นมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Duller)

dH* = H* ของผ้าตัวอย่าง –H* ของผ้ามาตรฐาน ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ความหมายของ dH* ในระบบ CIE L* a* b* 1976

[**ที่มา** : กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ.]

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีแดงและ dH* มีค่าเป็น บวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Yellower) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Bluer)

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีส้มและ dH* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Yellower) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Redder)

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีเหลืองและ dH* มีค่าเป็น บวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเขียวมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Greener) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Redder)

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีเขียวและ dH* มีค่าเป็น บวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Bluer) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Yellower)

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีน้ำเงินและ dH* มีค่าเป็น บวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Redder) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเขียวมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Greener)

ถ้า H* อยู่ในช่วงสีม่วง และ dH* มีค่าเป็น บวก หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Redder) ถ้า dH* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าสีผ้ามาตรฐาน (Bluer)

2.2.10 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง

การซักล้างวัสดุสิ่งทอหรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอมีความจำเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน ในการซักล้างเสื้อผ้าโดยทั่วไปแล้วมักจะซักโดยใช้ผงซักฟอกที่ขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป หรือไม่ก็ทำการซักแห้งซึ่งนิยมซักผ้าไหม ผ้าขนสัตว์ หรือผ้าที่ต้องการดูแลเป็นพิเศษซึ่งการซักแห้งนี้จะไม่ใช้น้ำเป็นองค์ประกอบในการซักแต่จะใช้พวกตัวทำละลายเช่น สารเปอร์คลอโรเอทิลีนเป็นตัวดึงเอาสิ่งสกปรกให้หลุดออกมาจากวัสดุสิ่งทอ ในบางครั้งการซักล้างเหล่านี้ส่งผลทำให้สีที่อยู่บนผลิตภัณฑ์สิ่งทอซีดลง หรือ หลุดออก หรือตกติดเปื้อนผ้าสีขาวหรือสีอ่อนได้อีกด้วยโดยเฉพาะถ้าวัสดุสิ่งทอเหล่านั้นผ่านกระบวนการย้อมหรือใช้สีที่ไม่ดี ดังนั้นก่อนที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอไม่ว่าจะเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูปหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ก็ตาม ทางผู้ผลิตจะต้องทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง (Colour fastness to washing) และหรือซักแห้ง (Colour fastness to dry cleaning) ก่อนทำการผลิต ทั้งนี้จะได้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

2.2.10.1 ความคงทนของสีต่อการซักล้าง (Colour fastness to washing)

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างจะมีมาตรฐานที่ใช้สำหรับการทดสอบอยู่ด้วยกันหลายมาตรฐาน ที่สำคัญ มีดังนี้ AATCC 61, AS 2001: 4.15, ISO105:C01-C06, JIS L0844, BS EN 20105: C01-C06, BS EN ISO 105: C01-C06, DIN EN ISO 105: C01-C06, CAN/ GSB-4.2 No.19.1, BS 1006-C06 โดยแต่ละมาตรฐานมีรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะเน้นที่การทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-C06:1994 [30] ซึ่งจะเหมือนกับมาตรฐาน BS EN 20105:C06, BS EN ISO 105:C06 และ DIN EN ISO 105: C06ซึ่งการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างวิธีนี้กำหนดขึ้นสำหรับทดสอบความคงทนของสีของวัสดุสิ่งทอทุกประเภทต่อลักษณะการซักในการใช้งานจริงตามบ้านเรือน ในอุตสาหกรรม ตามโรงพยาบาล โดยมีรายละเอียดที่สำคัญ [18, 30] ดังต่อไปนี้

1. หลักการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง

ชิ้นทดสอบที่ประกบติดอยู่กับผ้าแนบติดซึ่งเป็นผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยว2 ชนิดหรือประกบติดอยู่กับผ้าแนบติดหลายเส้นใย จะถูกนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการซักในสารละลายผงซักฟอกมาตรฐาน ภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำและทำให้แห้งเพื่อทำการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change) บนชิ้นงานทดสอบ และ

ประเมินค่าการติดเปื้อนสี (Colour staining) บนผ้าแนบติดซึ่งเป็นผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิด หรือผ้าแนบติดหลายเส้นใย

2. อุปกรณ์ สารเคมี และวัสดุ สำหรับการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง

1) เครื่อง Launder-O meter หรือ Wash Wheel หรืออุปกรณ์ อื่นๆ ที่เหมาะสมที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในอ่าง (Water bath) ได้ และต้องมีความเร็วรอบของการหมุน 40 ± 2 รอบต่อนาที

2) ภาชนะบรรจุทรงกระบอกทำมาจากโลหะสเตนเลส(Stainless steel containers) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 ± 5 มิลลิเมตรมีความสูง 125 ± 10 มิลลิเมตร และมีปริมาตรความจุ 550 ± 50 มิลลิลิตร

3) ลูกเหล็กกลม (Steel ball)ที่ไม่เป็นสนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 6 มิลลิเมตร

4) ผงซักฟอกมาตรฐาน ที่ปราศจากสารเรืองแสง (Without Optical Brightener: OBA) จำนวน 4 กรัมต่อลิตร โดยใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งดังต่อไปนี้

- ผงซักฟอกมาตรฐานชนิดAATCC Reference Detergent WOB โดยผงซักฟอกนี้จะมีฟองปริมาณน้อย ในผงซักฟอกมีสารลดแรงตึงผิว(Surfactant)ประเภทประจุลบ (Anionic) และมีสารประกอบที่ไม่มีประจุ (Non-ionic)และย่อยสลายได้ (Biodegradable) อยู่ในปริมาณที่เล็กน้อย โดยผงซักฟอกนี้จะมีสารที่เป็นองค์ประกอบดัง ตารางที่ 5.2
- ผงซักฟอกมาตรฐานชนิด ECE Detergent โดยผงซักฟอกนี้จะมีสารที่เป็นองค์ประกอบดัง ตารางที่ 5.3

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของผงซักฟอกชนิด AATCC Reference Detergent WOB

ส่วนประกอบ (Composition)	% สัดส่วนโดยน้ำหนัก
Linear alkylsulfonate, Sodium Salt (LAS)	14.00 ± 0.02
Alcohol ethoxylate	2.30 ± 0.02
Soap-high molecular mass	2.50 ± 0.02
Sodium tripolyphosphate	48.00 ± 0.02
Sodium silicate (SiO_2/ Na_2O= 2/1	9.70 ± 0.02
Sodium sulfate	15.40± 0.02
Carboxymethylcellulose (CMC)	0.25± 0.02
Water	7.85± 0.02
Total	100.00

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549, 153

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของผงซักฟอกชนิดECE Detergent

ส่วนประกอบ (Composition)	**% สัดส่วนโดยน้ำหนัก**
Linear Sodium alkylbenzenesulfonate, Sodium Salt (mean length of alkane chain C11- C15)	8.00 ± 0.02
Ethoxylate tallow alcohol (14EO)	2.9 ± 0.02
Sodium soap, Chain length C_{12} – C_{16}: 13% - 26%, C_{18} – C_{22}: 74% - 87%	3.5 ± 0.02
Sodium tripolyphosphate	43.7 ± 0.02
Sodium silicate (SiO_2/ Na_2O= 3, 3/1	7.5 ± 0.02
Magnesiam silicate	1.9± 0.02
Carboxymethylcellulose (CMC)	1.2± 0.02
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), sodium salt	0.2± 0.02
Sodium sulfate	15.40± 0.02
Water	7.85± 0.02
Total	100.00

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 153

5) ผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิดที่จะนำมาเย็บประกบกับชิ้นงานทดสอบ โดยจะต้องเลือกมาใช้ในการทดสอบ ในการเลือกผ้าแนบติดชนิดที่เป็นสีขาวนั้นจะมีหลักการเลือกดังนี้

- ผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยวที่เป็นชิ้นแรกจะต้องเป็นเส้นใยชนิดเดียวกับชิ้นงานที่ทดสอบ เช่นถ้าชิ้นงานที่นำมาทดสอบเป็นผ้าขนสัตว์ ดังนั้นผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยวชิ้นแรกจะต้องเป็นผ้าขนสัตว์
- ผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยวชิ้นที่สองให้เลือกตามตารางที่ 5.4
- ในกรณีที่เป็นเส้นใยผสมให้ใช้ผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยวชิ้นที่หนึ่งเป็นชนิดเดียวกับเส้นใยที่มีส่วนผสมมากที่สุด ส่วนผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยวชิ้นที่สองให้เป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยตามที่กำหนดในตารางที่ 5.4 หรือเส้นใยอย่างอื่นแล้วแต่ลูกค้าจะตกลงกัน
- ถ้าต้องการใช้ผ้าที่ไม่ย้อมสี (Non-dyeable fabric) มาทำเป็นตัวรองรับวัสดุสิ่งทอ เช่นเส้นด้าย ให้ใช้ผ้าพอลิโพรพิลีน (Polypropylene)

6) ผ้าแนบติดหลายเส้นใยชนิด DW และ TV Type

7) เกรย์สเกล สำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี และค่าการติดเปื้อนสีตามมาตรฐาน ISO 105-A02 และ ISO 105-A03

8) น้ำกลั่น

9) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร

10) โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite)

11) โซเดียมเปอร์บอเรต (Sodium perborate tetrahydrate) ($NaBO_3.4H_2O$) เข้มข้น1 กรัมต่อลิตร

12) กรดแอซีติก (Acetic Acid or glacial acetic) 0.2 กรัมต่อน้ำกลั่น 1ลิตร)

ตารางที่ 2.3 การเลือกผ้าแนบติดชนิดเส้นใยเดี่ยว (Single fiber adjacent fabrics) สำหรับการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ชนิดเส้นใยบนชิ้นงานทดสอบเป็น	การทดสอบวิธีA และ B		การทดสอบวิธีC, D และ E	
	ผ้าขาวชิ้นที่ 1	ผ้าขาวชิ้นที่ 2	ผ้าขาวชิ้นที่ 1	ผ้าขาวชิ้นที่ 2
ฝ้าย (Cotton)	ฝ้าย (Cotton)	ขนสัตว์ (Wool)	ฝ้าย (Cotton)	วิสโค(Viscose)
ลินิน (Linen)	ลินิน (Linen)	ขนสัตว์ (Wool)	ลินิน (Linen)	วิสโค(Viscose)
ขนสัตว์ (Wool)	ขนสัตว์ (Wool)	ฝ้าย (Cotton)	ขนสัตว์ (Wool)	-
ไหม (Silk)	ไหม (Silk)	ฝ้าย (Cotton)	ไหม (Silk)	-
วิสโคส(Viscose)	วิสโคส(Viscose)	ขนสัตว์ (Wool)	วิสโคส(Viscose)	ฝ้าย (Cotton)
แอซีเตท (Acetate)และไตรแอซีเตท (Triacetate)	แอซีเตท (Acetate)และไตรแอซีเตท (Triacetate)	วิสโคส(Viscose)	แอซีเตท (Acetate)และไตรแอซีเตท (Triacetate)	วิสโคส (Viscose)
พอลิเอไมด์ หรือไนลอน (Polyamide or Nylon)	พอลิเอไมด์ (Polyamide or Nylon)	ขนสัตว์ (Wool)หรือฝ้าย (Cotton)	พอลิเอไมด์ (Polyamide)	ฝ้าย (Cotton)
พอลิเอสเทอร์ (Polyester)	พอลิเอสเทอร์ (Polyester)	ขนสัตว์ (Wool)หรือฝ้าย (Cotton)	พอลิเอสเทอร์ (Polyester)	ฝ้าย (Cotton)
อะคริลิค(Acrylic)	อะคริลิค(Acrylic)	ขนสัตว์ (Wool)หรือฝ้าย (Cotton)	อะคริลิค (Acrylic)	ฝ้าย (Cotton)

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 154

3. สภาวะการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง

สภาวะการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างตามมาตรฐาน ISO 105-C06: 1994 นี้แบ่งวิธีการทดสอบตามสภาวะตามอุณหภูมิการทดสอบเป็น 5 สภาวะดังนี้

- วิธี A ใช้อุณหภูมิในการทดสอบ ที่ 40 องศาเซลเซียส (°ซ)
- วิธี B ใช้อุณหภูมิในการทดสอบ ที่ 50 องศาเซลเซียส (°ซ)
- วิธี C ใช้อุณหภูมิในการทดสอบ ที่ 60 องศาเซลเซียส (°ซ)

- วิธี D ใช้อุณหภูมิในการทดสอบ ที่ 70 องศาเซลเซียส (°ซ)
- วิธี E ใช้อุณหภูมิในการทดสอบ ที่ 95 องศาเซลเซียส (°ซ)

ในการทดสอบแต่ละสภาวะมีรายละเอียดปรากฏในตาราง ที่ 5.5

4. หลักการเตรียมชิ้นงานสำหรับทดสอบ (Specimen) ความคงทนของสีต่อการซักล้าง

การเตรียมชิ้นงานทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างตามมาตรฐานนี้จะมีหลักการเตรียมที่สำคัญดังนี้

1) กรณีที่ชิ้นงานทดสอบเป็นผืนผ้าให้เลือกวิธีเตรียมชิ้นงานทดสอบวิธีใดวิธีหนึ่ง

ดังต่อไปนี้

(1.1) ชิ้นงานทดสอบประกบกับผ้าแนบติดหลายเส้นใยเตรียมได้ดังนี้

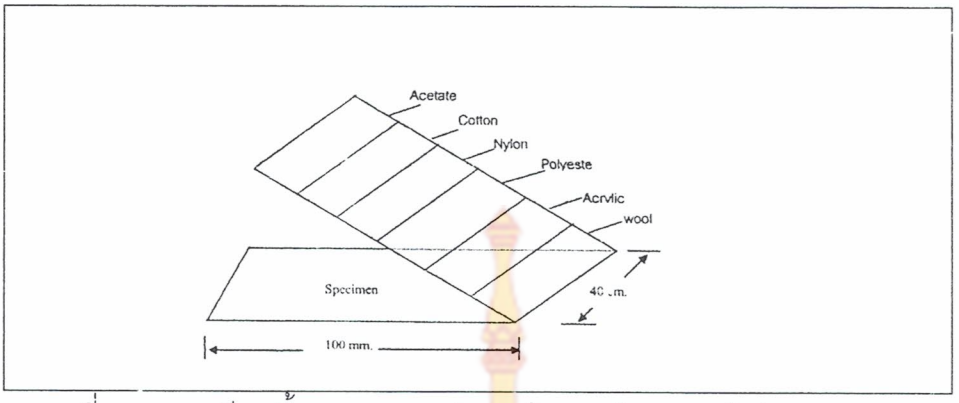
- ตัดชิ้นงานทดสอบมาขนาด 40 x 100 มิลลิเมตร โดยการตัดตามความยาวของผ้าทดสอบ จำนวน 2 ชิ้น (โดยชิ้นแรกใช้ทดสอบส่วนชิ้นที่สองไว้เป็นตัวเทียบในขั้นตอนการประเมินผล) กรณีที่เป็นผ้าทอควรจะทำการเย็นริมทั้ง 4 ด้านด้วยเส้นด้ายสีขาวเพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของริมผ้าในระหว่างการทดสอบ
- ตัดผ้าแนบติดหลายเส้นใยขนาด 40 x 100 มิลลิเมตรและนำมาเย็บริมตรงด้านยาวทั้งสองด้าน (ด้าน 100 มิลลิเมตร) ด้วยเส้นด้ายสีขาวเพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของริมผ้าในระหว่างการทดสอบ
- นำชิ้นงานทดสอบเย็บประกบติดกับผ้าแนบติดหลายเส้นใยโดยทำการเย็บด้านกว้าง (ด้าน 40 มิลลิเมตร) ตรงตำแหน่งเส้นใยวิสโคส(viscose) หรือเส้นใยขนสัตว์ (wool) เพียงด้านเดียว ดังภาพที่ 5.8

ตารางที่ 2.5 สภาวะการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างตามมาตรฐาน ISO 105-C06:1994

Test No.	Temperature °C	Liquor Volume ml	Available chlorine %	Sodium Perborate g/l	Time min	Number of Steel balls	Adjust pH to
1S	40	150	None	None	30	10[(1)]	Not adjusted
1M	40	150	None	None	45	10	Not adjusted
2S	40	150	None	1	30	10[(1)]	Not adjusted
1S	50	150	None	None	30	25[(1)]	Not adjusted
1M	50	150	None	None	45	50	Not adjusted
2S	50	150	None	1	30	25[(1)]	Not adjusted
1S	60	50	None	None	30	25	10.5 ±0.1
1M	60	50	None	None	45	50	10.5 ±0.1
2S	60	50	None	1	30	25	10.5 ±0.1
1S	70	50	None	None	30	25	10.5 ±0.1
1M	70	50	None	None	45	100	10.5 ±0.1
2S	70	50	None	1	30	25	10.5 ±0.1
3S	70	50	015	None	30	25	10.5 ±0.1
3M	70	50	015	None	45	100	10.5 ±0.1
1S	95	50	None	None	30	25	10.5 ±0.1
2S	95	50	None	1	30	25	10.5 ±0.1

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 158

หมายเหตุ: [1] ในกรณีที่ชิ้นงานทดสอบมีเส้นใยขนสัตว์ และไหมเป็นองค์ประกอบ ห้ามใส่ลูกเหล็กกลมในการทดสอบ

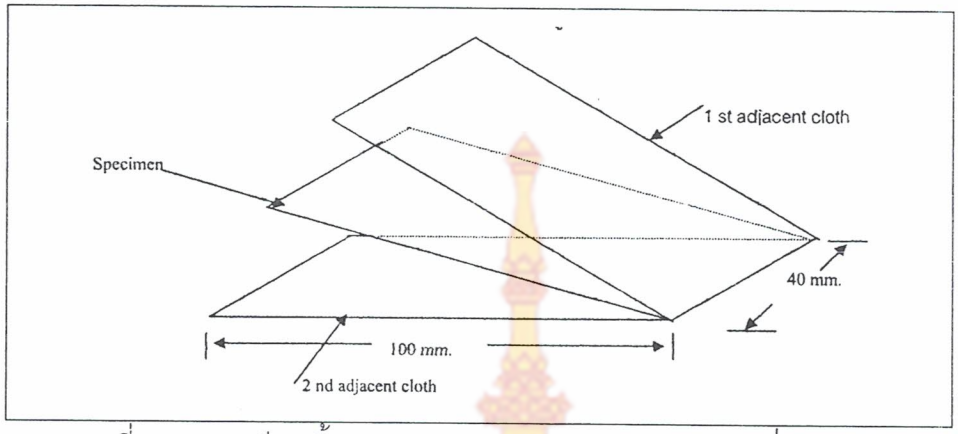


ภาพที่ 5.8 การเตรียมชิ้นงานทดสอบประกบผ้าแนบติดหลายเส้นใย (Multifiber)

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 156

(1.2) ชิ้นงานทดสอบประกบกับผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิด เตรียมได้ดังนี้

- ตัดชิ้นงานทดสอบมาขนาด 40 x 100 มิลลิเมตร โดยการตัดตามความยาวของผ้าทดสอบ จำนวน 2 ชิ้น (โดยชิ้นแรกใช้ทดสอบส่วนชิ้นที่สองไว้เป็นตัวเทียบในขั้นตอนการประเมินผล) กรณีที่เป็นผ้าทอควรจะทำการเย็นริมทั้ง 4 ด้านด้วยเส้นด้ายสีขาวเพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของริมผ้าในระหว่างการทดสอบ
- ตัดแนบติดที่เป็นผ้าเส้นใยเดี่ยว จำนวน2 ชนิด (เลือกจากตารางที่ 5.4)ขนาด 40 x 100 มิลลิเมตรและนำมาเย็บริมทั้งสี่ด้านด้วยเส้นด้ายสีขาวเพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของริมผ้าในระหว่างการทดสอบ
- นำชิ้นงานทดสอบเย็บประกบติดกับผ้าขาวในลักษณะแซนด์วิชโดยให้ชิ้นงานทดสอบอยู่ตรงกลาง (Specimen) และประกบด้วยแนบติดที่เป็นผ้าขาวทั้งสองชิ้น (Adjacent fabric) และทำการเย็บด้านกว้าง (40 มิลลิเมตร) เพียงด้านเดียว ดังภาพที่ 5.9



ภาพที่ 5.9 การเตรียมชิ้นงานทดสอบประกบผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิด

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 157

2) กรณีที่ชิ้นงานทดสอบเป็นเส้นด้ายหรือเส้นใย (Yarn or Loose fiber) ให้เลือกวิธีเตรียมชิ้นงานทดสอบวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(2.1) ชิ้นงานทดสอบประกบกับผ้าแนบติดหลายเส้นใยเตรียมได้ดังนี้

- ตัดผ้าแนบติดหลายเส้นใยขนาด 40 x 100 มิลลิเมตรและนำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่ได้เป็นกรัม
- ให้นำเส้นด้ายหรือเส้นใยมาชั่งน้ำหนักให้ได้เท่ากับ 0.5 เท่าของผ้า แนบติดหลายเส้นใยจำนวน 2 ชุด (โดยชุดแรกใช้ทดสอบส่วนชุดที่สองไว้เป็นตัวเทียบในขั้นตอนการประเมินผล)
- ตัดผ้าไม่ย้อมสีโดยใช้ผ้าพอลิโพรพิลีน(Polypropylene) มาขนาด 40 x 100 มิลลิเมตรจำนวน 2 ชุด
- นำเส้นด้ายหรือเส้นใยมาสางและวางรวมกันบนผ้าไม่ย้อมสี ให้ได้เป็นแผ่นขนาด40 x 100 มิลลิเมตรจำนวน 2 ชุดและทำการเย็บริมทั้ง 4 ด้าน
- นำผ้าแนบติดหลายเส้นใยประกบกับ ผ้าไม่ย้อมสีที่มีเส้นด้ายหรือเส้นใยที่ผ่านการสางและวางรวมกันอยู่ และทำการเย็บริมทั้ง 4 ด้าน

(2.2) ชิ้นงานทดสอบประกบกับแนบติดที่เป็นเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิดเตรียมได้ดังนี้

- ตัดผ้าขาวสองเส้นใย (เลือกจากตารางที่ 5.4) ขนาด 40 x 100 มิลลิเมตร และนำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่ได้เป็นกรัม
- ให้นำเส้นด้ายหรือเส้นใยมาชั่งน้ำหนักให้ได้เท่ากับ 0.5 เท่าของผ้า ขาวทั้งสองชิ้น จำนวน 2 ชุด (โดยชุดแรกใช้ทดสอบส่วนชุดที่สองไว้เป็นตัวเทียบในขั้นตอนการประเมินผล)
- นำเส้นด้ายหรือเส้นใยมาสางและวางรวมกันให้ได้เป็นแผ่นขนาด40 x 100 มิลลิเมตรจำนวน 2 ชุด
- นำผ้าขาวสองเส้นใย(เลือกจากตารางที่ 1) ขนาด 40 x 100 มิลลิเมตรประกบด้านหน้าและด้านหลังเส้นด้ายหรือเส้นใยที่ผ่านการสางและวางรวมกันและทำการเย็บริมทั้ง 4 ด้าน

5. หลักการรายงานผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง

การรายงานผลจะต้องรายงานผลในสิ่งต่อไปนี้

1) มาตรฐานการทดสอบ
2) ระดับการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานทดสอบ และระดับการติดเปื้อนสีบนผ้าแนบติดหลายเส้นใยหรือผ้าแนบติดเส้นใยเดี่ยว 2 ชนิด
3) สภาวะการทดสอบ

2.2.11 **ความคงทนของสีต่อแสง** (Colour fastness to light)

วัสดุสิ่งทอแต่ละประเภท ต้องการความคงทนของสีต่อแสงที่แตกต่างกันตามลักษณะของการใช้งาน เช่น ผ้าม่าน พรม และผ้าสำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งต้องการความคงทนของสีต่อแสงสูง เพื่อให้ทนทานต่อการใช้งานเป็นเวลานานๆ สีย้อมหลายตัวมักจะเกิดการซีดจาง (Fading) เมื่อโดนแสง แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งเมื่อถูกสีดูดกลืนเข้าไป จะทำให้โมเลกุลของสีบางตัวเกิดความไม่เสถียรซึ่งเรียกว่าอยู่ในสภาวะเร้า (Excited state) โมเลกุลของสีที่อยู่ในสภาวะนี้อาจจะทำปฏิกิยากับสารที่อยู่รอบๆ เช่น ออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดการสลายตัวของสี ปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่า Photochemical Reaction ซึ่งสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

D----------D*----------Oxidation

products

D : โมเลกุลของสีที่มีสภาวะปกติ (Ground state)

D*: โมเลกุลของสีที่มีสภาวะเร้า (Excited state)

โดยทั่วไปแล้ว Photochemical Reaction ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของสีสลายตัว มักจะเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่บางครั้งก็สามารถเกิดแบบรีดักชันได้ โดยเฉพาะเมื่อเกิดกับเส้นใย สีเอโซ (Azo dyes) เป็นสีประเภทเดียวที่มีการสลายตัวของสีเมื่อดูดกลืนแสง และพบว่าสีเอโซจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบควิโนน (Quinones) ซึ่งไม่มีสี หรือมีสีน้ำตาล นอกจากแสงจะทำให้สีบนวัสดุสิ่งทอเปลี่ยนไปแล้ว บางครั้งแสงยังทำให้เกิดการสูญเสียความเหนียวของเส้นใยด้วย โดยเฉพาะเส้นใยที่ย้อมด้วยสีซึ่งมีความคงทนของสีต่อแสงสูง เรียกว่าการเกิด catalytic Tendering) หรือในกรณีที่สีผสมกันอยู่และสีตัวใดตัวหนึ่งมีความคงทนต่อแสงสูงกว่าสีอีกตัวหนึ่งก็จะทำให้เกิด Catalytic Fading

2.2.11.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อความคงทนของสีต่อแสง

1) สูตรโครงสร้างทางเคมีของสีย้อม

สีย้อมที่นำมาใช้ในการย้อมวัสดุสิ่งทอมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันมากมายหลายชนิด เฉพาะที่สำคัญๆ มีถึงกว่า 30 โครงสร้าง แต่ละโครงสร้างก็มีความคงทนต่อแสงที่แตกต่างกัน ดังนั้นการที่สีย้อมตัวใดจะมีความคงทนต่อแสงมากน้อยเพียงใดในขั้นแรก จึงขึ้นอยู่กับสูตรโครงสร้างทางเคมีของสีย้อมตัวนั้นเป็นสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น เราทราบว่าสีเบสิคที่มีกลุ่มแอมโมเนีย อ๊อกโซเนียม หรือซัลโฟเนียมอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุล จะมีความคงทนต่อแสงต่ำมาก หรือสีไดเร็กท์ที่มีเบนซิดีนอยู่ในโครงสร้างก็จะมีความคงทนต่อแสงที่ไม่ค่อยดี เช่นกัน ในขณะที่สีแวตที่เป็นสารประกอบของแอนทราควิโนมักจะมีความคงทนของสีต่อแสงสูง และสีประเภทเมตัลคอมเพล็กซ์ก้มักจะมีความคงทนต่อแสงดีเช่นกัน

2) องค์ประกอบของสภาวะแวดล้อม

ได้แก่พวกก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ อุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น เช่น ก๊าซออกซิเจนจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสีย้อมเมื่อโดนแสง ทำให้สีซีดจางเร็วขึ้นในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

และไนโตรเจนไม่มีผลต่อการซีดจางของสีย้อม ส่วนความร้อนจะทำให้การซีดจางของสีย้อมเกิดได้เร็วขึ้น จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิระหว่าง 30 °ซถึง 50 °ซจะไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการซีดจางของสีย้อม แต่ที่อุณหภูมิ 70 °ซอัตราการซีดจางของสีจะเป็น 2 เท่า ของอัตราการซีดจางที่ 30 °ซ นอกจากนี้ความชื้นก็มีผลต่อการซีดจางของสีย้อมเช่นกัน เมื่อความชื้นสูงขึ้นจะทำให้ความคงทนต่อแสงของสีย้อมลดลง

3) สูตรโครงสร้างทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย

เส้นใยสังเคราะห์จะมีความคงทนต่อแสงดีกว่าเส้นใยธรรมชาติ เนื่องจากเส้นใยสังเคราะห์มีโครงสร้างแน่นกว่า ดังนั้นโอกาสที่สารต่างๆ ในบรรยากาศจะเข้าไปทำปฏิกิริยาจึงมีน้อย นอกจากนี้แล้วเส้นใยสังเคราะห์ยังมีความสามารถในการดูดซึมน้ำหรือความชื้นได้น้อยกว่าเส้นใยธรรมชาติ จึงทำให้เส้นใยสังเคราะห์มีความคงทนต่อแสงสูงกว่า เนื่องจากความชื้นจะมีผลต่อการซีดจางของสีย้อมดังได้กล่าวมาแล้ว

4) ส่วนประกอบของแสงที่มาตกกระทบ

การซีดจางของสีย้อมขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบว่ามีรังสีแสงที่ทำให้เกิดการซีดจางของสีย้อมมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีแสงถึงประมาณ 580 นาโนเมตร จะทำให้เกิดการซีดจางของสีย้อมได้มากกว่ารังสีแสงในช่วงตั้งแต่ 580 นาโนเมตรขึ้นไป

5) ปริมาณของสีย้อมที่อยู่ในเส้นใย

วัสดุสิ่งทอที่ย้อมสีเข้มจะมีความคงทนต่อแสงดีกว่าที่ย้อมสีอ่อน เนื่องจากสีเข้มจะมีการแทรกซึมของสีเข้าไปในเส้นใยได้ดีกว่าสีอ่อน ดังนั้นในการอ้างอิงถึงความคงทนต่อแสงของสีย้อมตัวใดจึงควรต้องระบุความเข้มข้นของสีบนชิ้นทดสอบด้วย

6) ปริมาณสารแปลกปลอมอื่นๆ ในเส้นใย

ไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่ใส่ลงไปในเส้นใยเพื่อลดความเงามันของเส้นใยจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการสลายตัวของสีย้อม จึงมีผลทำให้ความคงทนของสีย้อมต่อแสงลดลง เช่นเดียวกับแคริเออร์ซึ่งเป็นสารช่วยย้อมเส้นใยพอลิเอสเทอร์ ถ้าทำการกำจัดออกไม่หมดภายหลังการย้อมแล้ว จะมีผลทำให้ความคงทนของสีย้อมต่อแสงลดลงถึง 2 ระดับ นอกจากนี้แล้วสารตกแต่งนุ่มหรือสารที่เหลือตกค้างอยู่บนเส้นใย เช่น กรด ด่าง จะทำให้ความคงทนของสีย้อมต่อแสงลดลงไปเช่นกัน

2.2.11.2 แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงนั้น สิ่งที่มีความสำคัญยิ่งในการทดสอบคือแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้สีเกิดการซีดจางหรือเปลี่ยนไป แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้อาจเป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติหรือแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ก็ได้ การใช้แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ เช่น แสงแดดเพื่อทำให้ผ้าเกิดการซีดจางจะต้องใช้ระยะเวลานานพอสมควร และเนื่องจากภาวะของแสงและอากาศตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและท้องถิ่นที่อยู่ จึงเป็นการยากที่จะให้ความคงทนของสีย้อมต่อแสงที่ถูกต้องและเป็นกลาง ดังนั้นต่อมา จึงมีการใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ ซึ่งมีการกระจายพลังงานในแต่ละความยาวคลื่นใกล้เคียงกันกับแสงธรรมชาติทำให้ได้ผลการทดสอบที่เร็วกว่า และใกล้เคียงกับผลที่ได้จากธรรมชาติ แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ที่นิยมนำมาใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง มี 2 ชนิด คือ หลอดไฟซีนอนอาร์ค และหลอดไฟคาร์บอนอาร์ค [33-34]

● หลอดไปซีนอนอาร์ค

หลอดไฟซีนอนอาร์คให้แสงโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านก๊าซ ทำให้เกิดแสงที่มีการกระจายพลังงานอยู่ระหว่างช่วงรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟราเรด และเมื่อใช้ที่กรองแสงลดรังสีอัลตราไวโอเลตลงอย่างสม่ำเสมอ และใช้ที่กรองความร้อนลดความเข้มของรังสีอินฟราเรดให้ต่ำลงแล้ว ก็จะทำให้หลอดไฟซีนอนอาร์คเป็นแหล่งกำเนิดแสง ที่สามารถใช้แทน New Daylight Illuminant D 6500 ได้ กล่าวคือ พลังงานจากแสงซีนอนอาร์คที่มีการกรองนี้จะมีช่วงคลื่นต่างๆ ใกล้เคียงกับพลังงานแสงอาทิตย์มาก ดังนั้นจึงถือได้ว่าผลการทดสอบค่าความคงทนของสีย้อมต่อแสงของวัสดุสิ่งทอ โดยใช้ซีนอนอาร์คจะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับแสงจากธรรมชาติ

● หลอดไฟคาร์บอนอาร์ค

หลอดไฟคาร์บอนอาร์คจะให้แสงออกมาทั้งจากการลุกโชติช่วงของขั้วไฟฟ้า (Electrode) ในตัวหลอด และการเรืองแสงของไอระเหยของสารที่ใช้ทำขั่วไฟฟ้า พลังงานของแสงจากหลอดไฟคาร์บอนอาร์ค เมื่อเทียบกับแสงจากธรรมชาติพบว่ามีความแตกต่างกัน จากคุณสมบัติของหลอดไฟซีนอนอาร์คและคาร์บอนอาร์คดังได้กล่าวมาแล้ว พบว่าการวัดค่าความคงทนของสีต่อแสงเมื่อใช้ซีนอนอาร์คจะให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือมากกว่าคาร์บอนอาร์ค นอกจากนี้แล้วในห้องปฏิบัติการหลายแห่งที่ใช้หลอดซีนอนอาร์ค พบว่าการตรวจค่าความคงทนของสีต่อแสงของวัสดุสิ่งทอที่ตำแหน่ง บน กลาง และล่างของชิ้นตัวอย่างทดสอบเดียวกันและระหว่างชิ้นตัวอย่างต่างชิ้นกัน ค่าที่ได้มีความสม่ำเสมอดีกว่าการใช้คาร์บอนอาร์ค

2.2.11.3 หลักการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

ในการทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสง จำเป็นต้องใช้วิธีทดสอบที่จะให้ผลใกล้เคียงกับผลที่ได้จากแสงธรรมชาติมากที่สุด และให้ผลการทดสอบที่สม่ำเสมอ มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง มีดังนี้AATCC 16 E, ISO 105: B02, BS EN 20105: B02, CAN/ GSB-4.2 No.18.3, DIN 54004, JIS L 0843 ซึ่งแต่ละมาตรฐานก็จะมีวิธีการทดสอบที่แตกต่างกันไม่มากสำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะมาตรฐาน ISO 105:B02-1994 [18, 35]

วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงโดยทั่วไปจะประกอบด้วย การนำตัวอย่างทดสอบมาอาบแสงพร้อมกันกับผ้าตัวอย่างมาตรฐานซึ่งเป็นผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน(Blue wool reference)ซึ่งเป็นผ้าใยขนสัตว์ที่ย้อมด้วยสีที่มีความคงทนต่อแสงแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 8 ภายใต้สภาวะที่กำหนดเพื่อทำให้ผ้าเกิดการซีดจางหลังจากนั้นก็จะเปรียบเทียบความคงทนของสีย้อมต่อแสงของผ้าตัวอย่างทดสอบกับผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) และกำหนดระดับคุณภาพความคงทนของสีต่อแสง

ตามผลการเปรียบเทียบที่ได้สำหรับสีย้อมที่ใช้กับวัสดุสิ่งทอนั้น โดยทั่วไปแล้วค่าความคงทนของสีต่อแสงตามมาตรฐาน ISO จะมีด้วยกัน 8 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 ต่ำมาก (Very poor)
ระดับ 2 ต่ำ (poor)
ระดับ 3 พอใช้ (Moderate)
ระดับ 4 ดีพอใช้ (Fairly good)
ระดับ 5 ดี (Good)
ระดับ 6 ดีมาก (Very good)
ระดับ 7 ดีเยี่ยม (Excellent)
ระดับ 8 ดีเลิศ (Outstanding)

ถ้าสีย้อมตัวใดมีความคงทนต่อแสงในช่วงระหว่างระดับที่กำหนด ให้เขียนเป็นค่าระหว่างระดับทั้งสอง เช่น ระดับ 1-2 หรือ 1.5 หมายถึง ค่าความคงทนของสีที่ไม่ถึงระดับ 2 แต่สูงกว่าระดับ 1 โดยทั่วไปแล้ว สีย้อมควรมีค่าความคงทนของสีต่อแสงตั้งแต่ระดับ 4 ขึ้นไป

2.211.4 วัสดุอ้างอิง และเครื่องมือ สำหรับการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

1) ผ้ามาตรฐานขนสัตว์ย้อมสีน้ำเงิน (Blue wool reference)1 ถึง 8 ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)นี้ถูกพัฒนาและผลิตขึ้นในยุโรปและถูกกำหนดเป็น 1 ถึง

8 ดังภาพที่ 5.10 ที่ สีที่นำมาใช้ย้อมบนผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)1 ถึง 8 จะแสดงไว้ดังตารางที่ 5.9 อัตราความคงทนของสีต่อแสงจะมีค่าจากระดับ 1 (มีความคงทนต่ำสุด) ถึงระดับ 8 (มีความคงทนสูงสุด) และแต่ละระดับจะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

ตารางที่ 5.9 สีที่ใช้ย้อมผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue Wool reference)1 ถึง 8

Blue wool Reference	Dye (Colour Index designation)[1]
1	CI Acid Blue 104
2	CI Acid Blue 109
3	CI Acid Blue 83
4	CI Acid Blue 121
5	CI Acid Blue 47
6	CI Acid Blue 23
7	CI Solubilized Vat Blue 5
8	CI Solubilized Vat Blue 8

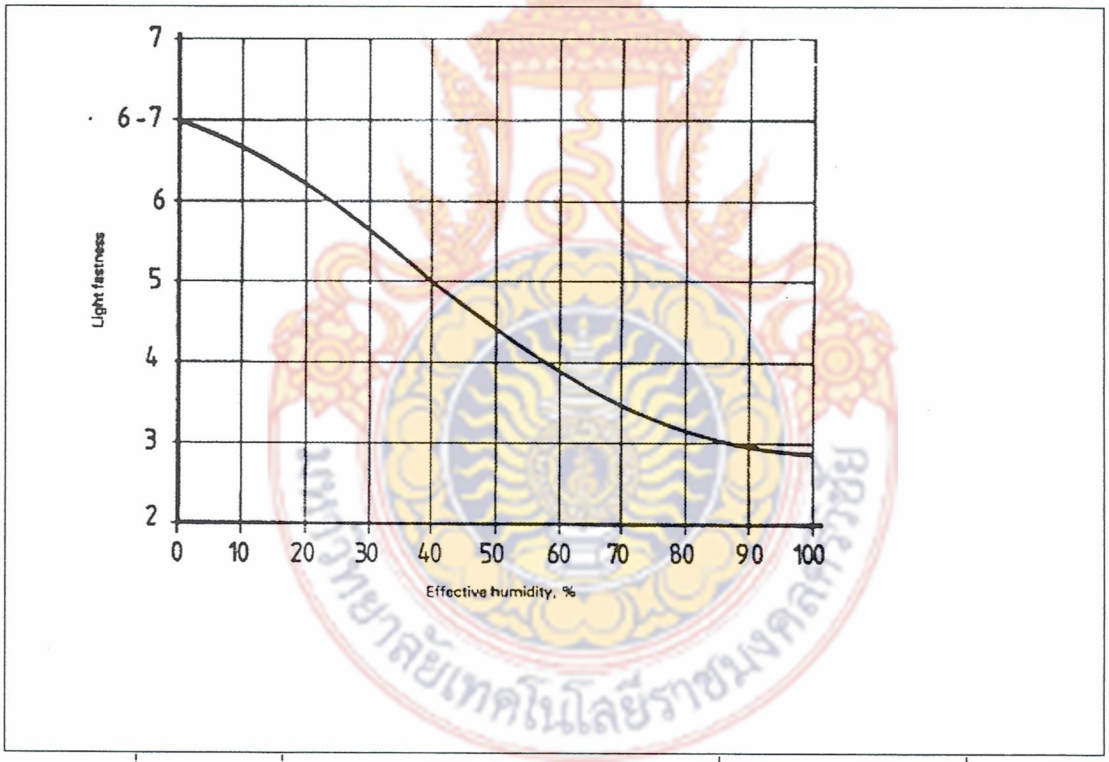
[1] The colour Index (Third edition) is published by the Society of Dyers and Colourists, P.O. Box 244 Perkin Houses, 82 Grattan Road, Bradford BD01 2 JB, West Yorks, UK, and by The American Association of Textile Chemists and Colorists, P.O. Box 12215, Research Triangle Park, NC 27709-2215, USA.

ที่มา: รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 50

ภาพที่ 5.10 ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue Wool reference)1 ถึง 8

2) ผ้าควบคุมความชื้น (Humidity Test Controlfabric)

ความชื้นที่ผิวของตัวอย่าง (effective humidity) ถูกกำหนดรวมกันระหว่างอากาศและอุณหภูมิที่ผิวหน้า กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมความชื้นบริเวณผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบ ในขณะที่ทำการทดสอบความชื้นที่ผิวของตัวอย่างสามารถวัดได้โดยใช้ผ้าควบคุมความชื้น (Humidity test control fabric) ซึ่งผ้านี้เป็นผ้าฝ้ายย้อมสีอะโซอิคสีแดง(Red Azoic)จากภาพที่ 5.11 แสดงค่าเฉลี่ยที่ได้รับจากผ้าควบคุมความชื้น ในขณะที่สัมผัสกับแสง โดยแกน Y จะเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ผิวของตัวอย่าง ส่วนแกน X จะเป็นค่าความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness)



ภาพที่ 5.11 ค่าเฉลี่ยความคงทนของสีต่อแสงของผ้าฝ้ายที่ย้อมสีอะโซอิคสีแดงที่ได้รับจากการควบคุมความชื้นในระหว่างการทดสอบ

ที่มา : รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 51

3) เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสงชนิดแหล่งกำเนิดแสงเป็นซีนอนอาร์ค (Xenon arc lamp apparatus)

เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสงอาจจะเป็นระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air-cooled) หรือ ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water- Cooled)ก็ได้ชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)จะถูกสัมผัสแสงในเครื่องใดเครื่องหนึ่งค่าความแปรปรวนของการส่องสว่างเหนือพื้นที่ถูกปกคลุมโดยชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน(Blue wool reference) จะต้องมีค่าไม่เกิน ±10 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยระดับของการแผ่รังสี (พลังงานของรังสีต่อหน่วยพื้นที่)ถูกวัดด้วยเครื่องวัดการแผ่กระจายของรังสี(radiometer)ซึ่งจะต้องมีค่า 42 วัตต์ต่อตารางเมตร คูณกับ ความยาวคลื่นแสง (นาโนเมตร) (ความยาวคลื่นแสงอยู่ในช่วง 300-400 นาโนเมตร) แต่ในกรณีของเครื่องทดสอบที่เป็นการระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (water cooled xenon arc apparatus)ระดับของการแผ่รังสีจะต้องมีค่าเป็น 1.1 วัตต์ต่อตารางเมตร คูณกับ ความยาวคลื่นแสง (นาโนเมตร) ณ ยาวคลื่นแสงอยู่ในช่วง 420 นาโนเมตรระยะทางจากผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบและจากผิวหน้าของ ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) กับหลอดไฟควรจะมีค่าเท่ากัน

(3.1) เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสงอาจจะเป็นระบบระบาย ความร้อนด้วยอากาศ(Air- cooled) จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานดังนี้

- แหล่งกำเนิดแสง (Light Source) จะต้องอยู่ในตู้อาบแสง(exposure chamber) ที่มีการระบายอากาศได้ดี แหล่งกำเนิดแสงควรจะต้องประกอบไปด้วยหลอดไฟซีนอนอาร์กซึ่งมีอุณหภูมิของสี(ColourTemperature) 5,500 ถึง 6,500 องศาเคลวิล และขนาดของหลอดขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องทดสอบ
- ตัวกรองแสง (Light Filter) ตัวกรองแสงจะอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสง ชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) เพื่อกำจัดปริมาณความเข้มของแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่นต่างๆให้ลดลงอย่างสม่ำเสมอ ระบบตัวกรองแสงถูกใช้ให้มีแสงผ่านอย่างน้อยที่สุด 90 เปอร์เซ็นต์ที่ความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร ถึง 750 นาโนเมตร และไม่ให้แสงผ่านที่ความยาวคลื่นระหว่าง 310 นาโนเมตร และ 320 นาโนเมตร
- ตัวกรองความร้อน (Heat Filter) จัดให้ตัวกรองความร้อนอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) เพื่อให้ปริมาณรังสีอินฟราเรด (IR) ที่ได้จากหลอดไฟ Xenon ลดปริมาณลงอย่าง

สม่ำเสมอ ถ้าใช้ตัว กรองที่เป็นแก้วหรือเป็นน้ำที่ใช้ในการกำจัดรังสีอินฟราเรด จะต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอทั้งนี้เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามที่กำหนด

(3.2) เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อแสงอาจจะเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water- cooled) จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานดังนี้

- แหล่งกำเนิดแสง (Light Source) จะต้องอยู่ในตู้อาบแสง(exposure chamber) ที่มีการระบายอากาศได้ดี แหล่งกำเนิดแสงควรจะต้องประกอบไปด้วยหลอดไฟซีนอนอาร์กซึ่งมีอุณหภูมิของสี(ColourTemperature) 5,500 ถึง 6,500 องศาเคลวิล และขนาดของหลอดขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องทดสอบ
- ตัวกรองแสง (Light Filter) ประกอบไปด้วยแก้วกรองชั้นใน (inner filterglass) และแก้วกรองชั้นนอก (outer filter glass)และมีช่องให้น้ำหล่อเย็นจะไหลผ่าน ตัวกรองแสงจะอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสง ชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำ เงิน (Blue wool) เพื่อกำจัดความเข้มของแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่นต่างๆลดลงอย่างสม่ำเสมอระบบตัวกรองแสงถูกใช้ให้มีแสงผ่านอย่างน้อยที่สุด 90 เปอร์เซ็นต์ที่ความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร ถึง 750 นาโนเมตร และไม่ให้แสงผ่านที่ความยาวคลื่นระหว่าง 310 นาโนเมตร และ 320 นาโนเมตร
- ตัวกรองความร้อน (Heat Filter) ประกอบไปด้วยน้ำ เกรด 3 (ISO3696) โดยจะต้องมีการเคลื่อนที่ผ่านระหว่างตัวแก้วกรองด้านในและแก้วกรองด้านนอกซึ่งจะต้องไหลผ่านชุดอุปกรณ์และเปลี่ยนความร้อน (Heat exchange unit)

4) กระดาษทึบแสง (Opaque Cardboard) หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆที่มีลักษณะบาง เช่น แผ่นอลูมิเนียมบาง หรือแผ่นกระดาษแข็งหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ใช้สำหรับปิดชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) บางส่วนขณะทำการทดสอบ

5) อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) มี 2 ชนิดคือ

(5.1)Black-panel thermometer (BPT)

ประกอบไปด้วยแผ่นโละซึ่งมีขนาดอย่างน้อย 45 x 100 มิลลิเมตร และมีเทอร์โมมิเตอร์หรือเทอร์โมคับเปิล สำหรับวัดอุณหภูมิติดอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแผ่นโลหะ ด้านที่หันเข้าหาแสงไฟต้องเป็นสีดำซึ่งสะท้อนแสงอินฟาเรดน้อยกว่า 5% ส่วนด้านที่ไม่หันเข้าหาแสงไฟควรจะหุ้มด้วยฉนวนความร้อน

(5.2) Black- standard thermometer (BST)

ประกอบไปด้วยแผ่นเหล็กสเตนเลสที่มีขนาดประมาณ 70 x 30 มิลลิเมตร และมีความหนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร มี Thermo resister เป็นตัววัดอุณหภูมิ ซึ่งจะให้คุณสมบัติในการนำความร้อนได้ดี ตัวแผ่นโลหะจะถูกยึดติดกับแผ่นพลาสติก เพื่อที่จะเป็นฉนวนกันความร้อน จะต้องเคลือบแผ่นโลหะให้มีสีดำ เพื่อที่จะดูดกลืนรังสีได้อย่างน้อย 95 %

6) เกรย์สเกล (Gray scale)สำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ตามมาตรฐาน ISO 105 -A02)

2) Colour matching Lamp ใช้สำหรับประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีในกรณีที่วัสดุสิ่งทอมีสีขาว

3) Radiometer ใช้สำหรับวัดค่าการแผ่กระจายของรังสีในช่วงความยาวคลื่น300

นาโนเมตร ถึง 400 นาโนเมตรหรือความยาวคลื่นเฉพาะที่ 420 นาโนเมตร

2.2.11.5 สภาวะการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

สภาวะที่ใช้สำหรับประเทศยุโรป สภาวะการทดสอบนี้จะใช้ ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำ เงิน (Blue wool) 1 ถึง 8

1) สภาวะปกติ (normal condition) กำหนดให้ความชื้นที่ผิวของตัวอย่าง (effective Humidity)มีค่าปานกลาง ความคงทนของสีต่อแสงบนผ้า ตรวจสอบความชื้น (humidity test control fabric) อยู่ในระดับ 5 และอุณหภูมิสูงสุดของ Black Standard เป็น 50 °ซ
2) สภาวะที่มีความแตกต่างจากจากสภาวะปกติมากๆ (Extreme Condition) สำหรับการ ทดสอบชิ้นงานที่มีความไวในการดูดความชื้นในระดับที่แตกต่างกันให้ใช้ภาวะทดสอบดังนี้

- ความชื้นที่ผิวของตัวอย่างต่ำ (Low effective humidity) - ความคงทนของสีต่อแสงของผ้าควบคุมความชื้นอยู่ในระดับ 6 ถึง7

  - อุณหภูมิสูงสุดของ Black standard เป็น 60 °ซ

- ความชื้นที่ผิวของตัวอย่างสูง (high effective humidity)

  - ความคงทนของสีต่อแสงของผ้าควบคุมความชื้นอยู่ในระดับ 3
  - อุณหภูมิสูงสุดของ Black standard เป็น 45 °ซ

2.2.11.6 หลักการเตรียมชิ้นงานสำหรับทดสอบ (Specimen) ความคงทนของสีต่อแสง ขนาดของชิ้นทดสอบ จะขึ้นอยู่กับจำนวนของชิ้นงานทดสอบ และขนาดหรือรูปร่างของตัวรองรับชิ้นงานทดสอบ(Specimen holder)ที่ติดมากับเครื่องทดสอบ

1) สำหรับเครื่องทดสอบชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศAir cooled ขนาดของชิ้นงานทดสอบและ ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน ที่นำมาทดสอบจะต้องมีขนาดอย่างน้อยสุด 45 x 10 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบและ ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) ต้องมีขนาดและรูปร่างอย่าง เดียวกัน หากใช้ชิ้นทดสอบขนาดที่มีขนาดเล็ก หรือเส้นด้าย ให้นำมาวางเรียงกันหรือพันรอบแผ่นกระดาษแข็งจนได้ขนาดตามมาตรฐาน และพื้นที่ส่วนที่สัมผัสแสงและไม่สัมผัสแสง จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 x 8 มิลลิเมตร
2) การติดชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference) บนกระดาษแข็งให้ดูตามภาพที่ 5.12และ 5.13
3) สำหรับเครื่องทดสอบชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled)

   ตัวรองรับชิ้นงาน (Specimen holder)มีการกำหนดขนาดมาให้แน่นอน คือประมาณ 70 x120 มิลลิเมตร และในกรณีที่ชิ้นงานทดสอบมีขนาดที่แตกต่าง จาก ตัวรองรับชิ้นงาน (Specimen holder)ก็สามารถใช้ได้ และชิ้นงานทดสอบควรจะติดบนกระดาษขาว (white cardboard)
4) แผ่นทึบแสง เช่นกระดาษแข็งสีดำ ควรจะทำการปิดผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบและ ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)ส่วนที่ไม่ต้องการให้โดนแสงได้อย่างมิดชิดและควรจะต้องมีการกำหนดขอบเขตให้ชัดเจนระหว่างส่วนที่โดนแสงกับไม่โดนแสง

5) ชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)จะต้องมีขนาดและรูปร่างอย่างเดียวกันทั้งนี้เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในขั้นตอนการประเมินผลอันเนื่องมาจากการให้ระดับการประเมินเกินจริง (Overrating)ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อใช้ชิ้นงานต่างขนาดกัน

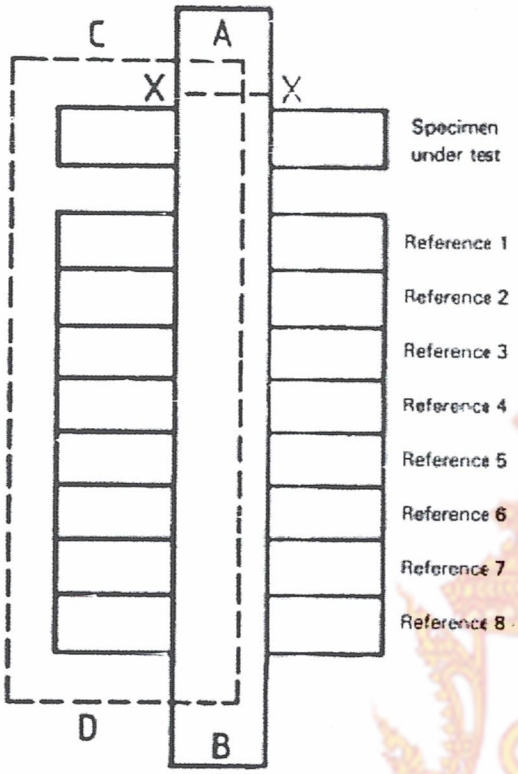
6) เมื่อทำการทดสอบผ้าที่มีขน (Pile Fabric) ซึ่งจะมีขนาดความหนามาก ดังนั้นในกรณีนี้จะต้องใช้ Card Board วางไว้ด้านล่างของผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (Blue wool reference)ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความหนาใกล้เคียงกับ ผ้าที่มีขน (Pile fabric)ทั้งนี้เพื่อให้ระยะทางในการสัมผัสกับแสงมีค่าใกล้เคียงกัน และในการใช้แผ่น ปิดทับชิ้นงานทดสอบเพื่อไม่โดนแสงห้ามกดทับบริเวณผิวหน้าของผ้าขน(Pile fabric)ให้ยุบต่ำลง ตัวอย่างผ้าขน (Pile fabric)เช่น พรม ซึ่งอาจจะมีเส้นใยที่สามารถเลื่อนได้และการประเมินผลอาจจะทำได้ ยาก ดังนั้นเวลาทำการทดสอบขนาดของชิ้นงานทดสอบจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 50 x 40 มิลลิเมตรซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสม

2.2.11.7 หลักการรายงานผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการ

1) ชื่อมาตรฐานการทดสอบ ISO 105-B02: 1994

2) รายละเอียดการจำแนกชิ้นตัวอย่างการทดสอบ

3) ก็รายงานผลระดับการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานทดสอบ โดยรายงานออกมาเป็นตัวเลข 1-8

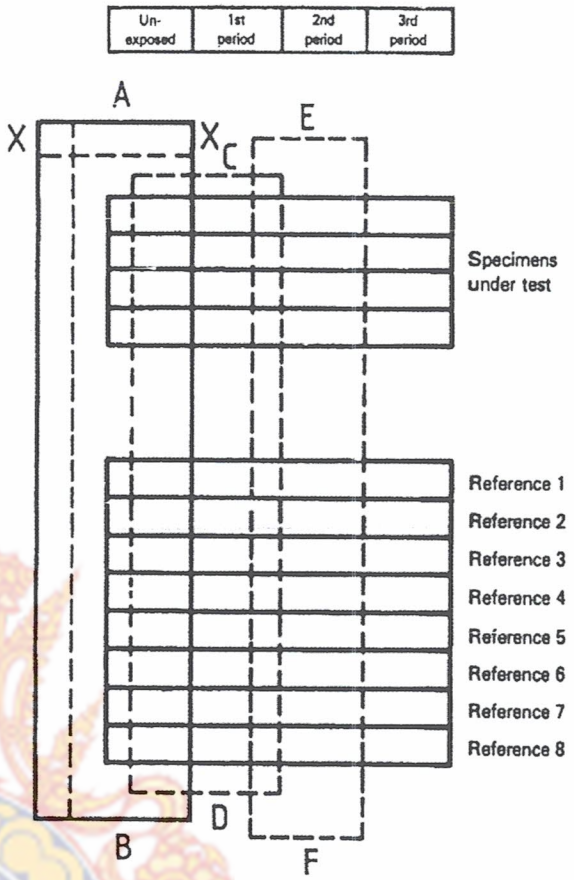


A-B : แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 1

C-D : แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 2

X-X : แนวบานพับบนแผ่นทึบแสง A-B เพื่อสามารถตรวจดูชิ้นทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงินและปิดลงตรงตำแหน่งเดิมได้สะดวก

ภาพที่ 5.12 การติดชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงินแบบที่ 1



A-B : แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 1 C-D : แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 2

E-F : แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 3

X-X : แนวบานพับบนแผ่นทึบแสง A-B อาจจะทำเป็นแบบติดบานพับที่ตำแหน่ง X-X เพื่อสามารถตรวจดูชิ้นทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน และปิดลงตรงตำแหน่งเดิมได้อย่างสะดวก

ภาพที่ 5.13การติดชิ้นงานทดสอบและผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงินแบบที่ 2

ที่มา : รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, 2549: 56,

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการเตรียมและย้อมเส้นใยลูกตาลด้วยสีย้อมธรรมชาติ ซึ่งผู้วิจัยมีการดำเนินการวิจัย ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

3.2 วัสดุ / อุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ เริ่มตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งมีแผนดำเนินงาน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานของงานวิจัย

รายละเอียด	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. เสนอหัวข้อวิจัย												
2. ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง												
3. ศึกษาวิธีการย้อมและย้อมเส้นด้าย												
4.ทดลองความคงทนของสีต่อแสงและความคงทนของสีต่อการซัก												
5. สรุปผลการวิจัย												

3.2 วัสดุ / อุปกรณ์

3.2.1 วัตถุดิบ

1) เส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย

2) พืชให้สี 5 ชนิด คือ ใบกระถินณรงค์ ใบหูกวาง ใบจามจุรี แก่นขนุนและคลั่ง

3) สารเคมีช่วยย้อม

3.2.2 อุปกรณ์

1) เครื่องย้อมสำหรับห้องแล็ป

2) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3) เครื่องวัดสี (Spectrophotometer)

4) เกรย์สเกล (Grey Scale for Assessing Change in Colour)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนา

3.3.2 ศึกษากระบวนการเตรียมสีย้อมธรรมชาติ

เก็บพืชที่ให้สีมา 5 ชนิด ได้แก่เปลือกสนทะเล ใบหูกวาง ใบจามจุรี ดอกอัญชันและขมิ้นแล้วนำมาสกัดสี โดยมีวิธีการดังนี้

1) ใบกระถินณรงค์ ใช้ใบสดสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตรต่อแช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วนำน้ำสีมากรองด้วยผ้าขาวบางและเก็บน้ำย้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการย้อมต่อไป

2) ใบหูกวาง จะเลือกใช้ใบสดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตรแช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วนำน้ำสีมากรองด้วยผ้าขาวบางและเก็บน้ำย้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการย้อมต่อไป

3) ใบจามจุรี จะเลือกใช้ใบสดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตรแช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วนำน้ำสีมากรองด้วยผ้าขาวบางและเก็บน้ำย้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการย้อมต่อไป

4) แก่นขนุน สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตร จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วนำน้ำสีมากรองด้วยผ้าขาวบางและเก็บน้ำย้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการย้อมต่อไป

5) คลั่ง นำรังคลั่ง ปริมาณ 0.3 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 60 - 80 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วนำน้ำสีมากรองด้วยผ้าขาวบางและเก็บน้ำย้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการย้อมต่อไป

3.3.3 ศึกษากระบวนการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติ

ศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการย้อมที่เหมาะสม โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 60 นาที

3.3.4 ศึกษาการติดสีของเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย

นำเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ได้จากการทดลองย้อมไปวัดค่าการติดสีด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) จากนั้นนำค่าที่ได้มาประเมินการติดสีและเฉดสี

3.3.5 ศึกษาความคงทนของสีต่อแสง

ศึกษาความคงทนของสีบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติ โดยทดสอบความคงทนของสีต่อแสงและประเมินค่าความคงทนของสีต่อแสง

3.3.6 ศึกษาความคงทนของสีต่อการซัก

ศึกษาความคงทนของสีบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติ โดยทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก มาตรฐานการทดสอบ ISO 105-C06 (A1S) :2010 และประเมินค่าความคงทนของสีต่อการซัก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 4
ผลการดำเนินการและการวิเคราะห์

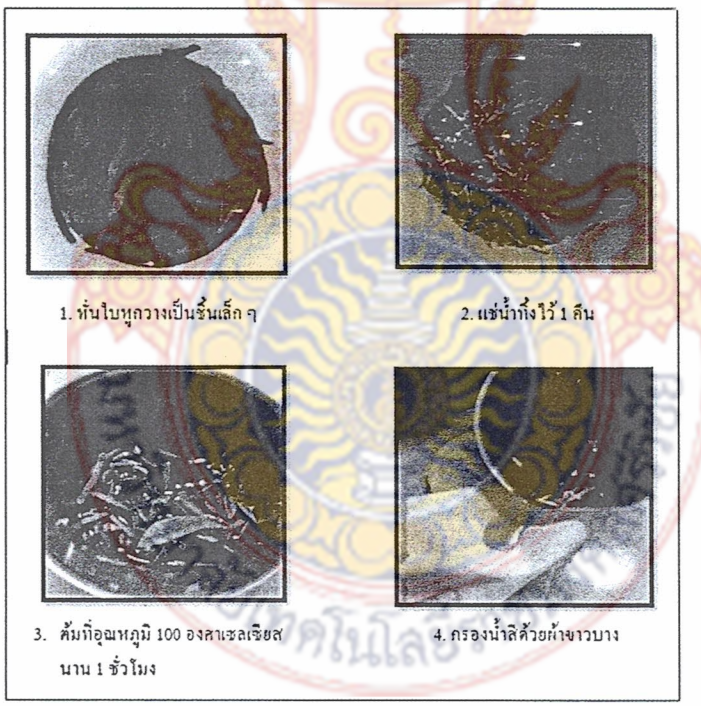
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการย้อมเส้นลูกด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติและวิเคราะห์

4.1 ผลการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการการศึกษาการย้อมเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติและวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 ผลจากการศึกษากระบวนการเตรียมสีย้อมธรรมชาติ

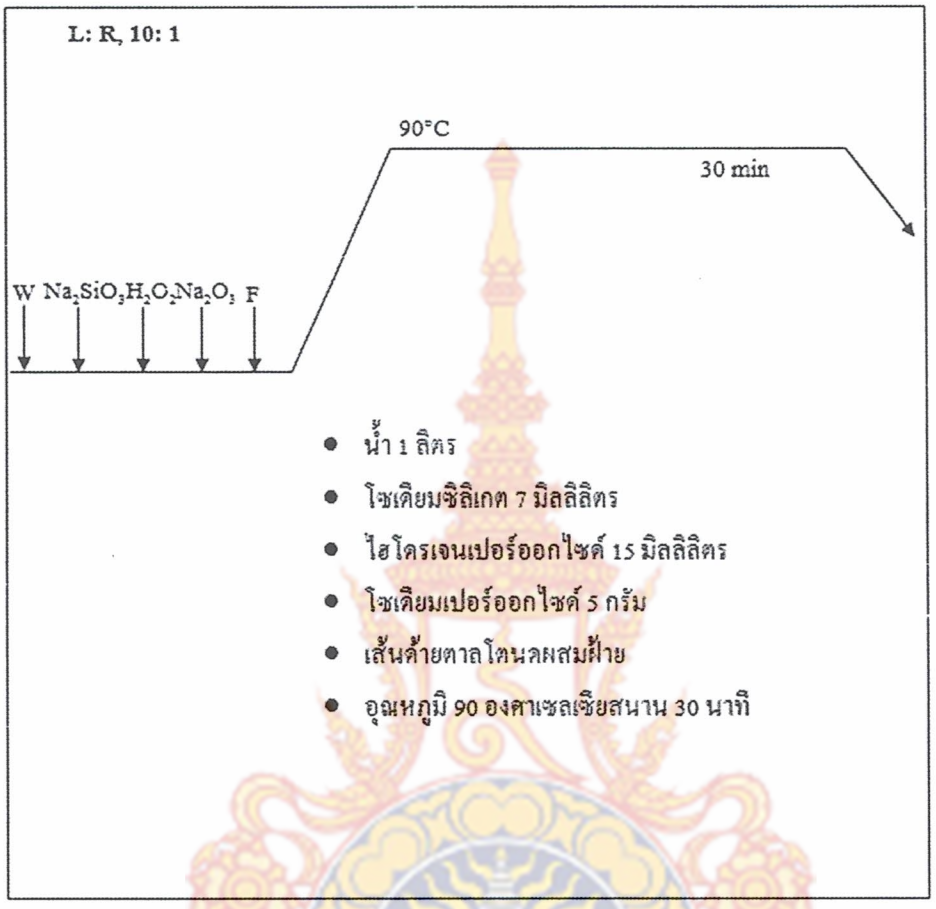
ขั้นตอนการเตรียมสีจากสีธรรมชาติทั้ง 5 ชนิดมีกระบวนการเตรียมที่เหมือนกันดังแสดงตัวอย่างการเตรียมสีจากใบหูกวาง รูปที่ 4.1 แสดงการเตรียมสีจากใบหูกวาง



รูปที่ 4.1 การเตรียมสีจากใบหูกวาง

4.1.2 การเตรียมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย

1) การทำความสะอาดและฟอกขาวเส้นด้าย สำหรับเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายก่อนทำการย้อมสีต้องทำความสะอาดและฟอกสีเส้นด้ายให้มีความสะอาดและเป็นสีขาวเหมาะสำหรับการย้อมสีอ่อน ดังรูปที่ 4.2 แสดงกระบวนการทำความสะอาดและฟอกเส้นด้าย

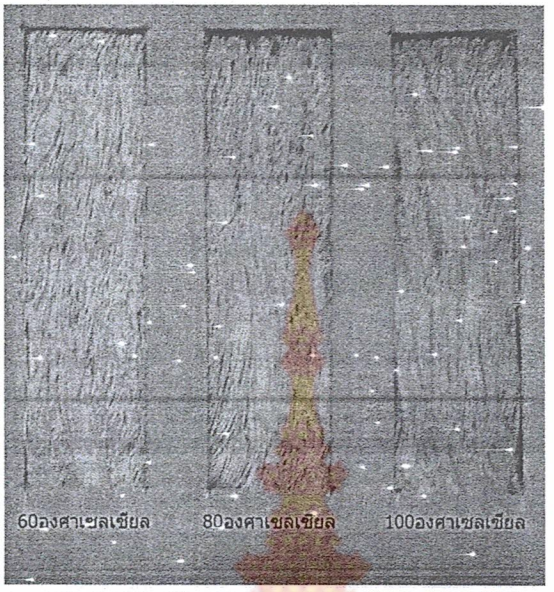


รูปที่ 4.2 แสดงกระบวนการทำความสะอาดและฟอกเส้นด้าย

2) การเพิ่มประจุบวกให้กับเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย เพื่อให้การย้อมเส้นด้ายใยธรรมชาติกับสีธรรมชาติให้สีติด

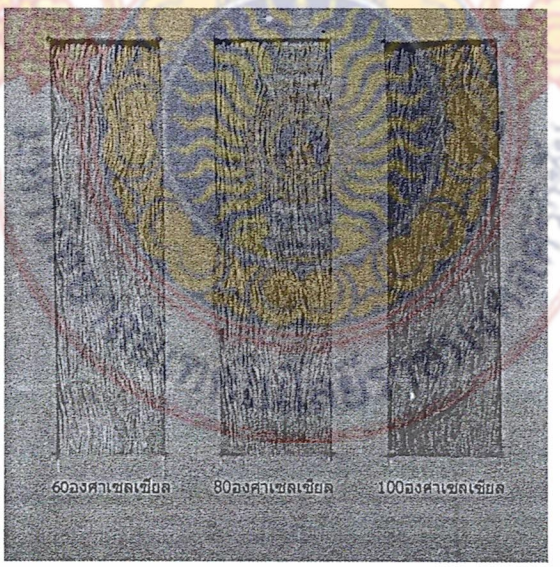
4.1.3 ผลการทดลองการย้อมสี

1) ผลจากการย้อมเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้ายจากใบกระถินณรงค์ ใช้ใบสดสับเป็นชิ้นเล็ก ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตรต่อ แช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายย้อมด้วยสีจากใบกระถินณรงค์

2) ผลจากการย้อมเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้ายจากใบหูกวาง จะเลือกใช้ใบสดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.4

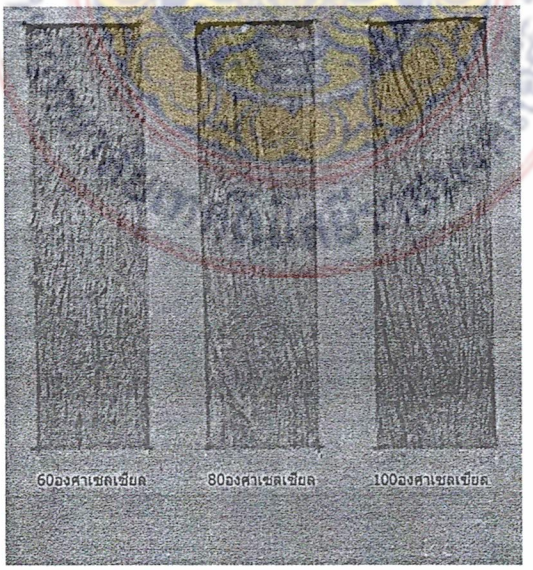


รูปที่ 4.4 ตัวอย่างเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายย้อมด้วยสีจากใบหูกวาง

3) ผลจากการย้อมเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้ายจากใบจามจุรี จะเลือกใช้ใบสดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายย้อมด้วยสีจากใบจามจุรี

4) ผลจากการย้อมเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้ายจากแก่นขนุน สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 12 ลิตร จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายย้อมด้วยสีจากใบจามจุรี

5) ผลจากการย้อมเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้ายจากรังคลั่ง นำรังคลั่ง ปริมาณ 0.3 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร จากนั้นนำมาต้มสกัดน้ำสีมาย้อมเส้นด้ายที่อุณหภูมิ 60,80,100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างเส้นด้ายใยตาลโตนดผสมฝ้ายย้อมด้วยสีจากคลั่ง

4.1.4 ผลการติดสีของเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย

นำเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ได้จากการทดลองย้อมไปวัดค่าการติดสีด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) จากนั้นนำค่าที่ได้มาประเมินการติดสีและเฉดสี ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดการติดสีของเส้นด้าย

พืช	อุณหภูมิที่ใช้ย้อม	CV-SWL	CIE L*a*b*		
			L*	a*	b*
เส้นด้ายไม่ย้อม		0.126	86.89	0.07	4.46
ใบกระถินณรงค์	60°c	2.023	61.64	2.42	13.65
	80°c	1.725	64.73	1.68	14.29
	100°c	1.545	66.1	2.31	14.19
ใบหูกวาง	60°c	9.617	50.39	3.3	21.54
	80°c	7.847	53.78	2.95	22.16

	100˚c	8.218	54.73	3.59	23.98
แก่นขนุน	60˚c	6.387	54.46	9.78	27.97
	80˚c	5.961	58.27	10.01	30.34
	100˚c	4.752	63.8	9.33	32.44
ใบจามจุรี	60˚c	0.17	84.79	0	5.92
	80˚c	0.168	85.15	0.07	6.03
	100˚c	0.105	89.07	-0.14	6.19
คลั่ง	60˚c	3.094	44.17	15.18	1.79
	80˚c	2.976	44.68	15.23	1.67
	100˚c	2.894	45.2	15.85	1.66

4.1.5 ผลทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

ศึกษาความคงทนของสีบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติ โดยทดสอบความคงทนของสีต่อแสงและประเมินค่าความคงทนของสีต่อแสง ผลการประเมินการวัดค่าสีต่อการคงทนของแสงมาตรฐาน ISO 105 B-Series ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินการวัดค่าสีต่อการคงทนของแสง

ผลการประเมินการวัดค่าสีต่อการคงทนของแสง มาตรฐาน ISO 105 B-Series		
ชนิดสีย้อม	อุณหภูมิ	ระดับการประเมิน
ใบกระถินณรงค์	60˚c	4
	80˚c	4
	100˚c	4
ใบหูกวาง	60˚c	5
	80˚c	5
	100˚c	5
แก่นขนุน	60˚c	3
	80˚c	3

	100˚c	2-3
ใบจามจุรี	60˚c	4-5
	80˚c	4-5
	100˚c	4-5
คลั่ง	60˚c	1
	80˚c	1
	100˚c	1

4.1.6 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ศึกษาความคงทนของสีบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติ โดยทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง มาตรฐานการทดสอบ มาตรฐานการทดสอบ ISO 105-C06 (A1S) :2010 (Colour fastness to washing) และประเมินค่าความคงทนของสีต่อการซักล้าง ดังแสดงตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินค่าความคงทนของสีต่อการซักล้าง

Sample No.	ค่าระดับความคงทนของสี (grade)				
	กระถินณรงค์	ครั่ง	หูกวาง	จามจุรี	ขนุน
Colour change	4	1	4-5	4	3
Colour staining					
-Acetate	4-5	4	4-5	4-5	4
-Cotton	4-5	3-4	4	4-5	3-4
-Nylon	4-5	3-4	4-5	4-5	3
-Polyester	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
-Acrylic	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
-Wool	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

4.2 การวิเคราะห์ผล

4.2.1 ผลวิเคราะห์การย้อมสี

ผลการย้อมสีเส้นด้ายตาลโตนดผสมฝ้าย ด้วยสีย้อมจากใบกระถินณรงค์ ใบหูกวาง แก่นขนุนและใบจากจุรี ค่า b* มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นไปในทางบวกเปรียบเทียบกันเส้นด้ายที่ไม่ได้ย้อมสี แสดงว่าค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเส้นด้ายที่ได้มีสีเหลืองมากขึ้น ส่วนสีย้อมจากครั่ง ค่า a* มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นไปในทางบวกเปรียบเทียบกันเส้นด้ายที่ไม่ได้ย้อมสี แสดงว่าค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเส้นด้ายที่ได้มีสีแดงมากขึ้น ส่วนการย้อมเส้นด้ายด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการย้อมที่อุเนหภูมิแตกต่างกันคือการย้อมที่ 60,80, 100 องศาเซนเซียล ให้ค่าการติดสีไม่แตกต่างกัน

4.2.2 ผลวิเคราะห์หาความคงทนของสีย้อมต่อแสงของเส้นด้าย

ผลการทดสอบหาความคงทนขอสีย้อมเส้นด้ายต่อแสง ตามมาตรฐาน ISO 105 B-Series พบว่า เส้นด้ายที่ย้อมด้วยใบหูกวาง ใบกระถินณรงค์ ใบจามจุรี มีระดับความคงทนอยู่ที่ 4-5 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีและดีมาก ส่วนที่ย้อมด้วยแก่นขนุนที่อุณหภูมิ 60,80 อยู่ในระดับ 3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ อุณหภูมิที่ 100 อยู่ในระดับ 2 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี และการย้อมด้วยคลั่งมีระดับความคงทนอยู่ที่ 1 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี

4.2.3 ผลวิเคราะห์หาความคงทนของสีย้อมต่อการซักล้าง

ผลการทดสอบหาความคงทนของสีย้อมเส้นด้ายต่อการซักล้าง ตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 105-C06 (A1S) :2010 (Colour fastness to washing) พบว่า เส้นด้ายที่ย้อมด้วย ใบหูกวาง ใบจามจุรี กระถินณรงค์ มีความคงทนต่อการซักล้างที่ระดับ 4-5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก สีย้อมจากแก่นขนุนอยู่ในระดับ 3 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนคลั่งมีความคงทนต่อการซักล้างที่ระดับ 1 อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี ส่วนการทดสอบ Colour staining ต่อเส้นใยชนิดอื่นๆอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งหมด

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยศึกษาการย้อมเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติโดยการศึกษาวิธีการเตรียมพืชให้สี 5 ชนิด ศึกษาการย้อมสีธรรมชาติบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย ด้วยอุณหภูมิ 60,80 และ 100 องศาเซลเซียล วิเคราะห์ทางสถิติ หาอุณหภูมิที่แตกต่างมีผลต่อการติดสีหรือไม่ หาความคงทนของสีต่อแสง ความคงทนของสีต่อการซัก ซึ่งมีผลสรุปและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุป

สีย้อมธรรมชาติจากพืชที่ใช้ทำวิจัย ประกอบด้วย ใบกระถินณรงค์ ใบหูกวาง แก่นขนุน ใบจามจุรี และคลั่ง การเตรียมสีจากพืชธรรมชาติโดยการย่อยใบพืชให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากที่สุด ทำให้การแยกสีทำได้ดี แช่พืชในน้ำ 1 คืน นำมาต้มสกัดน้ำสี กรองแยกน้ำสีออกจากกากพืช ได้น้ำสีธรรมชาติสำหรับการย้อม ผลสรุปการวิเคราะห์มีดังนี้

1. การย้อมสีจากพืชให้สีธรรมชาติ 5 ชนิดบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 60,80 และ 100 องศาเซลเซียล ผลจากการวิเคราะห์ทางเฉดสีทางสถิติจากเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) พบว่า ค่าอุณหภูมิ 60,80 และ 100 ให้ค่าการติดสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการย้อมสีเราสามารถปรับปรุงกระบวนการย้อมที่อุณหภูมิต่ำลงได้เพื่อลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดอุหภูมิในน้ำย้อมได้

2. ผลการทดสอบความคงทนของสีย้อมบนเส้นด้ายใยตาลผสมฝ้าย พบว่าสีย้อมจากใบกระถินณรงค์ ใบหูกวาง ใบจามจุรี มีระดับความคงทน 4-5 อยู่ในระดีมาก แก่นขนุนที่อุณหภูมิ 60,80 องศาเซลเซียล มีระดับความคงทนที่ 3 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนที่อุณภูมิ 100 องศาเซลเซียล อยู่ที่ระดับ 2-3 อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ส่วนครั่งมีระดับความคงทนอยู่ที่ระดับ 1 อยู่ในระดับที่ไม่ดี ไม่สามารถยอมรับได้ในการนำมาย้อมเส้นด้ายตาลผสมฝ้าย

3. ผลการทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อการซัก พบว่าสีย้อมจากใบกระถินณรงค์ ใบหูกวาง ใบจามจุรี มีระดับความคงทน 4-5 อยู่ในระดีมาก แก่นขนุน มีระดับความคงทนที่ 3 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนครั่งมีระดับความคงทนอยู่ที่ระดับ 1 อยู่ในระดับที่ไม่ดี ไม่สามารถยอมรับได้ในการนำมาย้อมเส้นด้ายตาลผสมฝ้าย ส่วนผลทดสอบการเปื้อนสีต่อเส้นใยชนิดอื่นๆ ประกอบด้วยอะซิเตท ฝ้าย ไนลอน อคริลิคและขนสัตว์ อยู่ที่ระดับ 3-5 ของสีย้อมทั้งหมดซึ่งสามารถยอมรับได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การย้อมสีจากพืชธรรมชาติเพื่อให้ได้สีที่แตกต่างมากขึ้นสามารถใช้สารช่วยย้อม มอร์แดนซ์ทั้งที่ได้จากธรรมชาติและจากสารสังเคราะห์ ช่วยเพิ่มสีสรรของสีธรรมชาติมากยิ่งขึ้น และการย้อมสีธรรมชาติบนผ้าฝ้ายหรือผ้าใยตาลผสมฝ้าย การเพิ่มประจุบวกให้กับผ้าก่อนย้อมจะช่วยให้ผ้าใยตาลผสมฝ้ายติดสีมีความเข้มมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บรรณานุกรม

[1] **ตาล**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://th.wikipedia.org/wiki/ตาล. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 7 พฤศจิกายน 2556).

[2] จุรีรัตน์ บัวแก้ว และโสภา เชี่ยวชาญวุฒิวงศ์. (2553). **โครงการการย้อมสีธรรมชาติกับวัตถุดิบที่ใช้ทำผ้าจวนตานี**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] ศศิกานต์ ปานปราณีเจริญ และวิไลพร ปองเพียร. (2553). **การศึกษาสภาวะการย้อมสีขมิ้นบนด้ายฝ้าย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://research.pcru.ac.th/research/journal/upload/2 0120620-113304-134 0166784.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 8 พฤศจิกายน 2556).

[4] อนันต์เสวก เห่วชิ่งเจริญ และคณะ. (2543). **กระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[5] ชาญชัย สิริเกษมเลิศ. **เส้นใยลูกตาล**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ttistextiledigest.com/articles/textile-insighttrend/item/3134-tan-fiber-ball-fiber-to-save-the-world.html. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 9 พฤศจิกายน 2556).

[6] **การย้อมสีธรรมชาติ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ist.cmu.ac.th/cotton/naturalColor_Human.php?subnav=3. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 9 พฤศจิกายน 2556).

[7] **กระบวนการเตรียมเคมีสิ่งทอ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaitextile.org/environ ment/article_envi.php?id=ARC0120209145203. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 9 พฤศจิกายน 2556).

[8] ขนุน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/ขนุน. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 15 กรกฎาคม 2559)

[9] **หูกวาง**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :https://sites.google.com/site/swnphvkssastrm54n26/tn-hu sssskwang. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 18 มกราคม 2557).

[10] **จามจุรี**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/จามจุรี. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 18 มกราคม 2557).

[11] **กระถินณรงค์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/กระถินณรงค์. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 18 มกราคม 2557).

[12] **คลั่ง**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/คลั่ง . (วันที่สืบค้นข้อมูล : 18 มกราคม 2557).

[13] **การย้อมสีธรรมชาติ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ist.cmu.ac.th/cotton/natural Color_Human.php?subnav=3. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 9 พฤศจิกายน 2556).

[14] กระทรวงอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2542). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.