การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอร์แดนท์ยางกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) และคอปเปอร์ซัลเฟตในการย้อมสีจากเปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus polyrhizus*) บนผ้าคอตตอน

Comparison of the Dyeing Efficiency of Banana Sap (*Musa sapientum* L.) and Copper Sulfate Mordants in Dyeing Dragon Fruit Peel (*Hylocereus polyrhizus*) on Cotton Fabrics

อิรฟัน มะแซสาอิ[1*], โสรยา สารัะ[1], กรรณิการ์ ธีระกิตติ์ธนากุล[1] และ เดี่ยว สายจันทร์[2]

Irfun Masaesa-i[1*], Sorya Sara[1], Kannika Theerakitthanakul[1] and Diew Saijun[2]

(Received: 20 December 2024; Revised: 11 April 2025; Accepted: 28 June 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาประสิทธิภาพในการย้อมสีของมอร์แดนท์ 2 ชนิด ได้แก่ ยางกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) ซึ่งเป็นมอร์แดนท์ธรรมชาติ และคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งเป็นมอร์แดนท์สังเคราะห์ โดยนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus polyrhizus*) ในการย้อมผ้าคอตตอน โดยเปรียบเทียบกระบวนการย้อม 2 แบบ คือ การใช้มอร์แดนท์ก่อนการย้อม (Pre-mordanting) และหลังการย้อม (Post-mordanting) การสกัดสีจากเปลือกแก้วมังกรใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น กรดซิตริก 1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% และเมทานอล 80% พบว่าตัวทำละลายประเภท polar protic เช่น เมทานอล มีประสิทธิภาพสูงในการละลายสารเบตาเลน ซึ่งเป็นสารสีหลัก จากการทดสอบวัดค่าความเข้มของสี (L*, a*, b*) และความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าเมทานอล 80% ให้ผลการสกัดสีดีที่สุด และการใช้คอปเปอร์ซัลเฟตในกระบวนการ Pre-mordanting ให้ค่าความเข้มของสีและความคงทนสูงสุด แม้ว่ายางกล้วยน้ำว้าจะให้ผลด้อยกว่าเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของมอร์แดนท์ทั้งสองชนิดในการย้อมผ้าอย่างยั่งยืน

[1]**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**

[1]**Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University**

[2]**Fuculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya**

***Corresponding Author, E-mail: irfun.m@pnu.ac.th**

คำสำคัญ: สารช่วยติดสีจากธรรมชาติ การย้อมสี เปลือกแก้วมังกร ผ้าคอตตอน

Abstract

This study investigates the dyeing efficiency of two mordants: *Musa sapientum* L. sap (a natural mordant) and copper sulfate (a synthetic mordant) using red-flesh dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) dye extract on cotton fabric. The study compares two dyeing approaches: mordanting before dyeing and mordanting after dyeing. Four solvents with different polarity-distilled water, 1% citric acid, 1% sodium hydroxide and 80% methanol were used for dye extraction. Polar protic solvents such as methanol showed higher efficiency in dissolving betalain pigments. The performance was evaluated based on color intensity (L*, a*, b*) and washing fastness. Results revealed that 80% methanol was the most effective solvent, producing vibrant color. Pre-mordanting with copper sulfate yielded the highest color intensity and fastness. Although banana sap produced slightly lower durability, it remains an environmentally friendly alternative. This research highlights the potential of both mordant types in sustainable dyeing applications.

Keywords: Natural mordant, Dyeing, Dragon fruit peel, Cotton fabric

บทนำ

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมสิ่งทอมีการใช้สีย้อมสังเคราะห์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสีย้อมเหล่านี้มีคุณสมบัติด้านความคงทนสูงและสามารถยึดติดกับเส้นใยผ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สีย้อมสังเคราะห์จำนวนมากประกอบด้วยสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น การระคายเคืองผิวหนัง หรืออาการแพ้ และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เช่น การปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักและสารอินทรีย์ซึ่งย่อยสลายยาก ทำให้เกิดการสะสมในระบบนิเวศ ด้วยเหตุนี้ จึงมีความสนใจการใช้สีย้อมจากธรรมชาติเพิ่มขึ้น ซึ่งมีข้อดีในด้านความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยแหล่งของสารสีธรรมชาติที่มีศักยภาพชนิดหนึ่ง คือเปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus polyrhizus*) ซึ่งมีสารเบตาเลน (Betalain) ที่ให้เฉดสีชมพูแดงสด อย่างไรก็ตาม สีธรรมชาติมักมีข้อจำกัดด้านความคงทนต่อการซัก จึงจำเป็นต้องใช้สารช่วยติดสีหรือมอร์แดนท์ (mordant) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะของสีบนเส้นใยผ้า

งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เปลือกผลไม้สามารถใช้สกัดสีธรรมชาติได้ดี และการใช้มอร์แดนท์สามารถเพิ่มความสามารถในการติดสีในการย้อมผ้าได้ โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ร่วมกับมอร์แดนท์จากโลหะหรือพืช (Koushik et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีรายงาน การใช้แทนนินจากพืชสามารถเพิ่มความคงทนของสีย้อมธรรมชาติในผ้าคอตตอนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Yadav et al., 2018)

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) เป็นมอร์แดนท์สังเคราะห์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เนื่องจากสามารถสร้างพันธะโลหะเชิงซ้อนกับหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลสีย้อม ทำให้สีติดทนและไม่หลุดง่าย ในทางตรงกันข้าม ยางกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.*)* เป็นมอร์แดนท์ธรรมชาติที่อุดมด้วยแทนนินและโพลีฟีนอล ซึ่งสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับเซลลูโลสของเส้นใยผ้า แม้ประสิทธิภาพจะต่ำกว่ามอร์แดนท์เคมี แต่มีความปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอร์แดนท์จากยางกล้วยน้ำว้ากับคอปเปอร์ซัลเฟตในการช่วยยึดติดสีย้อมที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกรบนผ้าคอตตอน โดยเปรียบเทียบทั้งในกระบวนการใช้มอร์แดนท์ก่อนและหลังการย้อม พร้อมทั้งวิเคราะห์ค่าความเข้มของสีและความคงทนต่อการซัก เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนากระบวนการย้อมสีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืนในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของมอร์แดนท์จากยางกล้วยน้ำว้าในการช่วยยึดติดสีจากเปลือกแก้วมังกรบนผ้าคอตตอน
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของสีที่เกิดขึ้นเมื่อใช้มอร์แดนท์จากยางกล้วยน้ำว้าและคอปเปอร์ซัลเฟตทั้งในกระบวนการย้อมก่อนและหลัง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

- ผ้าคอตตอน 100% ขนาด 10 × 10 เซนติเมตร จากบริษัท ABC Textiles จำกัด (ประเทศไทย)
- เปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus polyrhizus*)
- ยางกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.*)*
- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)
- ตัวทำละลาย: น้ำกลั่น กรดซิตริก 1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% เมทานอล 80%

- เครื่องกวนแม่เหล็ก, เครื่องวัดสี Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japan)

2. การเตรียมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร เปลือกแก้วมังกรล้างสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วตากแห้งในที่ร่ม จากนั้นนำมาบดละเอียดและชั่งน้ำหนัก 10 กรัม ใส่ลงในตัวทำละลายแต่ละชนิดในอัตราส่วน 1:10 (มวล/ปริมาตร) กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กที่ความเร็ว 300 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงในที่มืด จากนั้นทำการกรองและเก็บสารสกัดในขวดสีชาเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารสี

3. การเตรียมมอร์แดนท์

- ยางกล้วยน้ำว้า: สกัดจากก้านใบหรือลำต้นโดยการกรีดน้ำยางสด กรองด้วยผ้าขาวบาง และเก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท ใช้ทันทีเพื่อป้องกันการออกซิเดชัน
- คอปเปอร์ซัลเฟต: เตรียมสารละลาย 5% (มวล/ปริมาตร) โดยละลายในน้ำกลั่นและปรับค่า pH เป็นกลางก่อนใช้งาน

4. การเตรียมผ้า ผ้าคอตตอนถูกซักด้วยน้ำร้อนเพื่อละลายไขมันและสิ่งสกปรก แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดและตากแห้งในที่ร่ม

5. กระบวนการย้อมสี

- วิธี Pre-mordanting: แช่ผ้าในสารละลายมอร์แดนท์ในอัตราส่วน 1:20 (มวล/ปริมาตร) เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างผ้าด้วยน้ำสะอาด แล้วย้อมผ้าในสารสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที หลังจากนั้นทำการล้างและตากผ้าในที่ร่มจนแห้งสนิท
- วิธี Post-mordanting: ย้อมผ้าด้วยสารสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที แล้วแช่ในมอร์แดนท์ในเงื่อนไขเดียวกัน หลังจากนั้นทำการล้างและตากแห้งในที่ร่ม

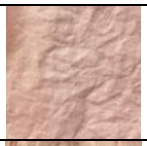
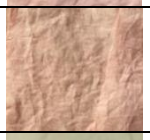
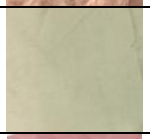
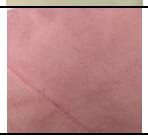
6. การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ทดสอบความคงทนของสีต่อการซักดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 105-C06 โดยซักในสารละลายซักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 รอบ จากนั้นทำการล้างและตากผ้า วัดค่าความเปลี่ยนแปลงของสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma Meter CR-400 ทั้งก่อนและหลังการซัก โดยบันทึกค่าความสว่าง (L*), สีแดง-เขียว (a*) และสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอร์แดนท์แต่ละชนิดในแต่ละกระบวนการ

ผลการวิจัย

1. ผลของตัวทำละลายต่อการย้อมสีจากเปลือกแก้วมังกร

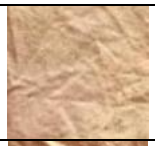
ตารางที่ 1 ผลของตัวทำละลายต่อการย้อมสีจากเปลือกแก้วมังกร

ตัวทำละลาย	ผลที่ได้	สี
น้ำกลั่น	สีชมพูอ่อน	
กรดซิตริก 1%	สีชมพูพีช	
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1%	สีเหลือง	
เมทานอล 80%	สีชมพูบานเย็น	

จากตารางที่ 1 พบว่า ตัวทำละลายมีบทบาทสำคัญในการสกัดสีจากเปลือกแก้วมังกร โดยเมทานอล 80% ให้ผลดีที่สุดในการสกัดสี ให้เฉดสีชมพูบานเย็นที่เข้มและสดใส เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการละลายสารพฤกษเคมี และฟีนอลิก ในขณะที่กรดซิตริก 1% ให้สีชมพูพีชที่สดใส แต่ความเข้มของสีต่ำกว่าเมทานอล 80% ส่วนการใช้น้ำกลั่นให้สีชมพูอ่อนที่มีความเข้มน้อยที่สุด ส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% ทำให้สีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเนื่องจากสภาพด่างทำลายโครงสร้างของเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกร ทั้งนี้เมทานอล 80% จึงเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสกัดสีเพื่อให้ได้เฉดสีที่สดใสและคงทน

2. ผลของมอแดนท์ธรรมชาติต่อการยึดติดสีก่อนและหลังย้อม

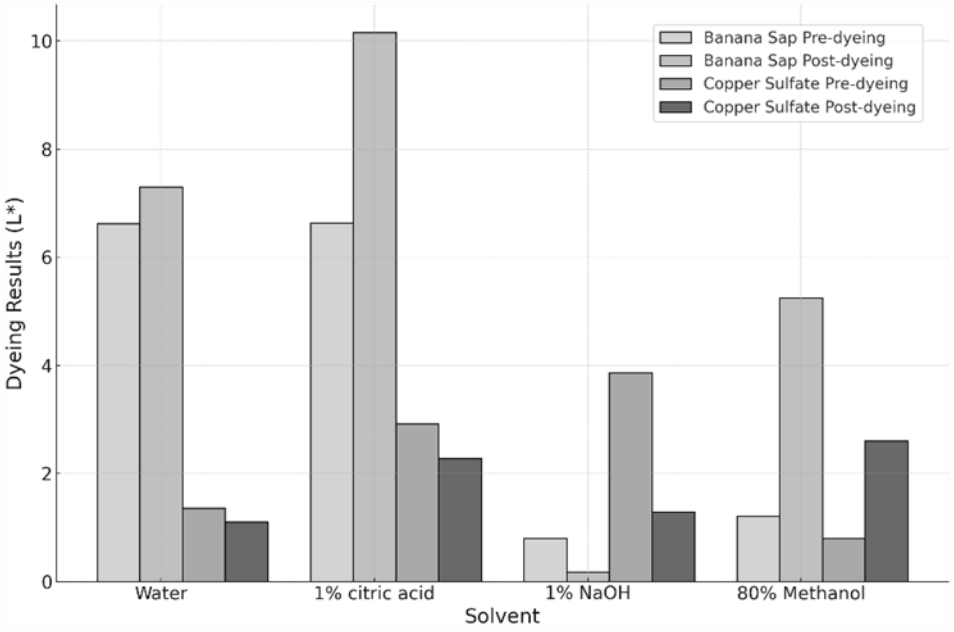
ตารางที่ 2 ผลของมอร์แดนท์ธรรมชาติต่อการยึดติดสีก่อน (Pre-dyeing) และหลังย้อม (Post-dyeing)

ตัวทำละลาย	ย้อมมอร์แดนท์ก่อน (Pre-dyeing)	ย้อมมอร์แดนท์หลัง (Post-dyeing)
น้ำกลั่น		
กรดซิตริก 1%		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1%		
เมทานอล 80%		

กระบวนการย้อมมีผลต่อการติดสีและความคงทนของสีบนเส้นใยผ้า โดยกระบวนการมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสี (Pre-dyeing) ให้สีที่สดใสกว่าย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี (Post-dyeing) เนื่องจากมอร์แดนท์สามารถแทรกซึมเข้าสู่เส้นใยผ้าได้เต็มที่ ส่วนกระบวนการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี (Post-dyeing) ซึ่งมอร์แดนท์ถูกเติมหลังการย้อมสี ส่งผลให้ความเข้มของสีลดลงและหลุดลอกง่าย ดังนั้นการเลือกตัวทำละลายและกระบวนการย้อมที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของการย้อมสีจากเปลือกแก้วมังกรบนเส้นใยผ้า

3.การทดสอบความทนของสีต่อการซักล้างโดยวิธีย้อมมอร์แดนท์ก่อนและหลังย้อมสี

ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอร์แดนท์ 2 ชนิด ได้แก่ ยางกล้วยน้ำว้าซึ่งเป็นมอร์แดนท์จากธรรมชาติ และคอปเปอร์ซัลเฟตซึ่งเป็นมอร์แดนท์สังเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบครอบคลุมกระบวนการย้อม 2 รูปแบบ คือ การย้อมมอร์แดนท์ก่อน (Pre-dyeing) และการย้อมมอร์แดนท์หลัง (Post-dyeing) ได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการย้อมสีด้วยมอร์แดนท์ยางกล้วยน้ำว้าและคอปเปอร์ซัลเฟต

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ผ้าที่ย้อมด้วยคอปเปอร์ซัลเฟตในกระบวนการ Pre-mordanting แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของ L*, a*, และ b* น้อยที่สุดหลังการซัก 3 รอบ สะท้อนถึงความคงทนของสีที่ดีที่สุด รองลงมาคือยางกล้วยน้ำว้าแบบ Pre-mordanting ขณะที่ Post-mordanting ทั้งสองชนิดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงสูงกว่า แสดงถึงการหลุดลอกของสีมากขึ้น

4. ลักษณะทางกายภาพของผ้าที่ย้อม

ลักษณะทางกายภาพของผ้าหลังการย้อม พบว่าเนื้อผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยเมทานอล 80% มีพื้นผิวเรียบสีสม่ำเสมอ และคงทนดีเมื่อใช้ร่วมกับคอปเปอร์ซัลเฟต ขณะที่การใช้ยางกล้วยน้ำว้าให้ผิวสัมผัสนุ่มแต่สีอ่อนลโดย Post-mordanting ทำให้ผิวผ้าบางส่วนดูดซับสีไม่สม่ำเสมอ

อภิปรายผล

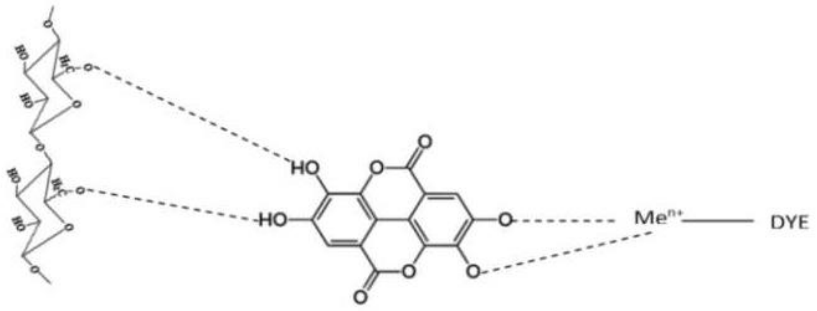
ผลการศึกษายืนยันว่า ประเภทของตัวทำละลายมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการสกัดสารสีจากเปลือกแก้วมังกร โดยเฉพาะเมทานอล 80% ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูงและสามารถละลายสารเบตาเลนได้ดี ส่งผลให้เกิดสีที่เข้มและสดชัด เนื่องจากสารเบตาเลนในพืชสามารถถูกสกัดได้ดีเมื่อใช้ตัวทำละลายที่มีความสามารถในการละลายสารกลุ่มฟีนอลิกสูง (Lazăr et al., 2021)

การทดลองพบว่า การย้อมแบบ Pre-mordanting ให้ประสิทธิภาพในการยึดเกาะสีบนเส้นใยผ้าสูงกว่าการย้อมแบบ Post-mordanting ทั้งในกรณีที่ใช้มอร์แดนท์ธรรมชาติและสังเคราะห์ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งสามารถสร้างพันธะโลหะเชิงซ้อนระหว่างไอออน Cu^{2+} กับหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) และ

หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) บนโครงสร้างของโมเลกุลสี ส่งผลให้สีติดแน่นบนผ้าและความคงทนต่อการซักล้างได้ดี (Batool et al., 2024)

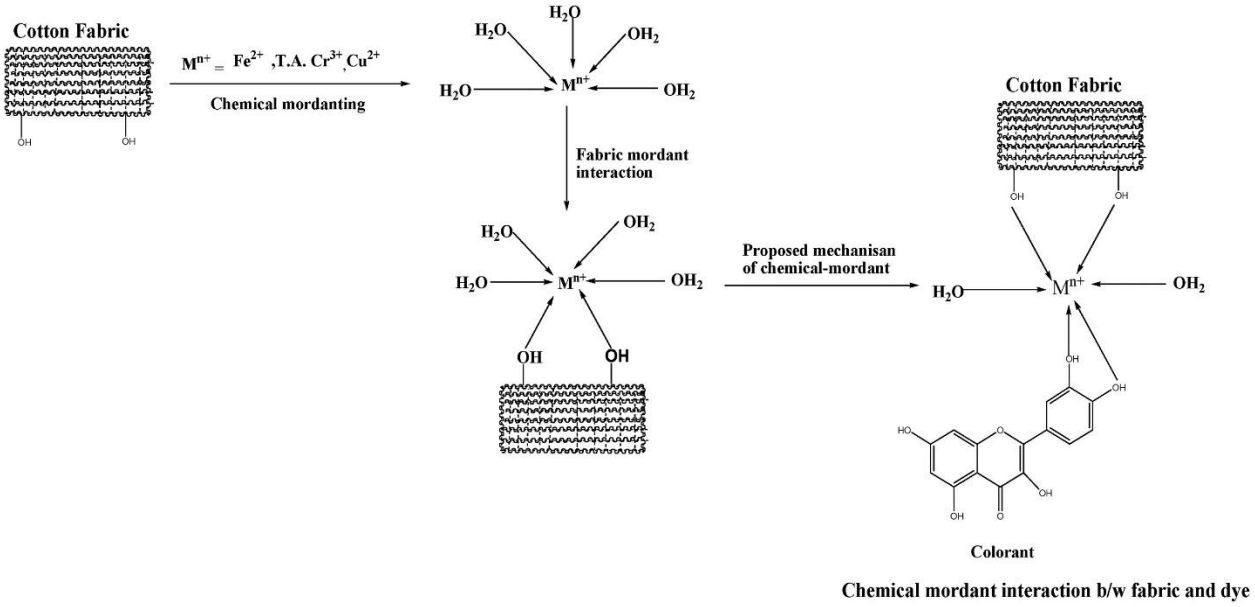
ในกรณีของมอร์แดนท์จากยางกล้วยน้ำว้า แทนนินซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในยางกล้วยมีโครงสร้างฟีนอลิกที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับหมู่ไฮดรอกซิลของเซลลูโลสในเส้นใยผ้า ส่งผลให้สีสามารถยึดเกาะกับผ้าได้ดี แม้ว่าความคงทนของสีจะต่ำกว่าการใช้คอปเปอร์ซัลเฟต แต่ก็มีข้อดีในด้านความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Prabhu & Teli, 2014; Yadav et al., 2018)

นอกจากนี้ ความแตกต่างระหว่างกระบวนการ Pre-mordanting และ Post-mordanting ยังสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของมอร์แดนท์ในการเตรียมเส้นใยให้พร้อมสำหรับการย้อม โดยการใช้มอร์แดนท์ก่อนย้อม (Pre-mordanting) ช่วยให้สารช่วยยึดเกาะแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างของเส้นใยอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า ส่งผลให้สามารถสร้างพันธะกับสีย้อมได้ดีกว่าการเติมมอร์แดนท์ภายหลังการย้อม (Post-mordanting) ซึ่งอาจทำให้เกิดการไล่สีหรือพันธะไม่เสถียร ดังภาพที่ 2 และ 3 ซึ่งอธิบายกลไกการยึดติดของมอร์แดนท์ธรรมชาติและเคมีได้ถูกจัดทำขึ้นจากการดัดแปลงจากแนวคิดของงานวิจัยก่อนหน้า เพื่อแสดงความแตกต่างของชนิดพันธะที่เกิดขึ้นและประสิทธิภาพในการยึดเกาะของสีจากแต่ละกลไกอย่างชัดเจน (Batool et al., 2024; Prabhu & Teli, 2014)



ภาพที่ 2 กลไกการยึดติดของมอร์แดนท์คอปเปอร์ซัลเฟตกับโมเลกุลของสารสีและเส้นใยผ้า (ดัดแปลงจาก Batool et al., 2024)

คอปเปอร์ซัลเฟตเป็นสารช่วยติดสีที่มีประสิทธิภาพสูงในการยึดเกาะสีกับเส้นใยผ้าคอตตอน สีจากเปลือกแก้วมังกรที่ย้อมด้วยคอปเปอร์ซัลเฟตจะติดทนนานกว่า โดยเฉพาะเมื่อใช้วิธีการย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสี ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่สีมีความเข้มและคงทนมากกว่าการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี นอกจากนี้สีที่ได้จากวิธีการย้อม มอร์แดนท์หลังการย้อมสีมีแนวโน้มที่จะหลุดลอกมากขึ้นเมื่อผ่านการซักล้าง เนื่องจากสารช่วยติดสีไม่ได้แทรกซึมเข้าสู่เส้นใยผ้าอย่างเต็มที่ การติดสีของสีย้อมจากเปลือกแก้วมังกรเมื่อใช้มอร์แดนท์เคมี ($CuSO_4$) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กลไกการยึดติดของมอร์แดนท์ยางกล้วยน้ำว้าผ่านพันธะไฮโดรเจน
(ดัดแปลงจาก Prabhu & Teli, 2014)

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จึงเน้นย้ำถึงศักยภาพของมอร์แดนท์ทั้งสองชนิดในบริบทที่แตกต่างกัน และชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้มอร์แดนท์ควรพิจารณาทั้งประสิทธิภาพและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมร่วมกัน

สรุปผล

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า คอปเปอร์ซัลเฟตมีศักยภาพสูงในการเพิ่มความเข้มและความคงทนของสีบนผ้าคอตตอน โดยเฉพาะเมื่อใช้ในกระบวนการ Pre-mordanting ซึ่งเอื้อต่อการสร้างพันธะระหว่างสีย้อมกับเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ยางกล้วยน้ำว้า แม้มีประสิทธิภาพด้อยกว่าในด้านความคงทน แต่แสดงข้อดีด้านความปลอดภัยและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สำหรับตัวทำละลาย เมทานอล 80% แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการสกัดสารเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกร โดยให้เฉดสีที่เข้มและเสถียร การศึกษานี้จึงสะท้อนถึงศักยภาพของ

มอร์แดนท์ทั้งจากธรรมชาติและสังเคราะห์ในการประยุกต์ใช้ในกระบวนการย้อมสีที่ยั่งยืน และสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งทอที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการผสมมอร์แดนท์ธรรมชาติและเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย้อม
2. ทดลองใช้มอร์แดนท์และสีย้อมนี้กับเส้นใยสิ่งทอชนิดอื่น เช่น ผ้าไหม ผ้าลินิน
3. วิเคราะห์วงจรชีวิตและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของมอร์แดนท์แต่ละชนิดอย่างครบวงจร
4. ขยายผลไปสู่ระดับชุมชนเพื่อสร้างรายได้จากวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Batool, R., Shahid, M., Khan, M. A., & Shahid-ul-Islam. (2024). Application of natural and metallic mordants on cotton dyed with plant-based dyes. *Journal of Natural Dyes, 12*(1), 45–53.

Koushik, C. V., Ramesh, M., & Sinha, K. (2016). Natural dyeing of cotton fabric using fruit peels. *Textile Research Journal, 86*(9), 958–968. https://doi.org/10.1177/0040517515594450.

Lazăr, A. L., Moldovan, Z., Tofana, M., & Bunea, C. I. (2021). Betalain extraction from red dragon fruit peel: Solvent effects and optimization. *Food Chemistry, 337*, 127776. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127776. Prabhu, K. H., & Teli, M. D. (2014). Eco-dyeing using natural mordant and natural dye. *Indian Journal of Fibre & Textile Research, 39*(1), 114–121.

Yadav, M., Patel, A., & Saxena, S. (2018). Sustainable dyeing of cotton using bio-mordants extracted from agro-waste. *Journal of Cleaner Production, 187*, 897–905. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.215.