

การพัฒนาการย้อมสีจากไม้ฝางด้วยกระบวนการย้อมแบบพหุโดยใช้ดอกดาวเรืองเป็นสีหลัก
Development of Sappan Tree Dyeing by Multi-dyeing Process using
Tagetes erecta L. Flower as Major Dye

วารางคณา ศรีผุย¹, วิชรี ฝันเพื่อนหา² และ ณัฐพร พุทธวงศ์^{1*}

Warangkana Sriphuy¹, Watcharee Funfuenha² and Nathaporn Phutthawong^{1*}

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการย้อมแบบพหุด้วยการย้อมสีของดอกดาวเรืองและย้อมทับด้วยสีของไม้ฝาง งานวิจัยได้ตรวจสอบการดูดซับของสีย้อมบนด้ายฝ้ายที่สภาวะต่างๆ ได้แก่ ชนิดของมอร์แดนต์ โลหะ ความเข้มข้นของมอร์แดนต์ และลำดับการย้อมมอร์แดนต์ ซึ่งจากการทดลองดังกล่าวจะได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีด้วยดอกดาวเรือง ในกระบวนการย้อมแบบพหุ จะใช้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีด้วยดอกดาวเรืองมาย้อมทับไม้ฝาง และยังได้ศึกษาการย้อมมอร์แดนต์, ความเข้มข้นของเกลือแกง และกระบวนการย้อมซ้ำ

คำสำคัญ: ดอกดาวเรือง สีย้อมธรรมชาติ การย้อมแบบพหุ

Abstract

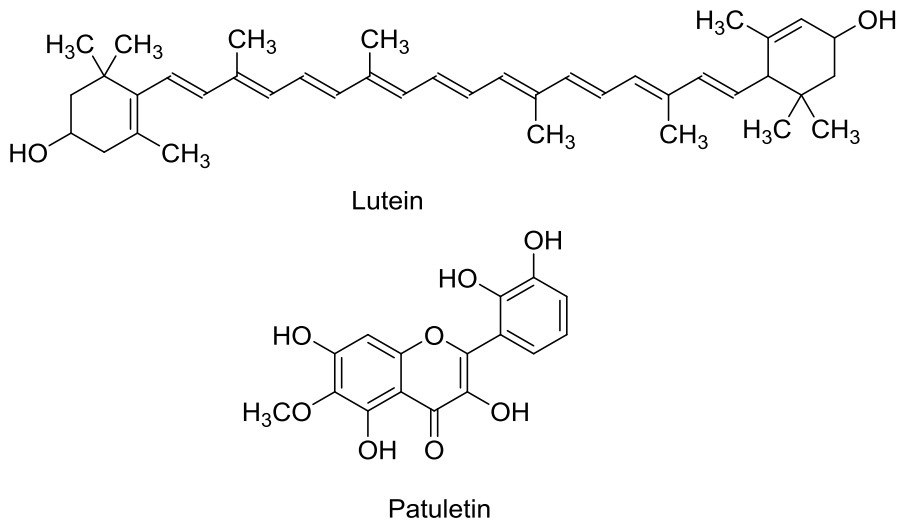
This research aims to study of multi-dyeing process for Marigold flower dyeing and top dyed with Sappan tree. The research investigated in the dye absorption on cotton yarn with various conditions such as the type of metallic mordants, mordant concentrations and mordanting orders. The optimum condition for dyeing with the dyes of Marigold flower was obtained. In multi-dyeing process, mordanting in previous mentioned was applied to top dyed with Sappan Tree. The effect of mordanting, repeated dyeing and concentration of sodium chloride were also studied.

Keywords: Marigold flower, Natural dye, Multi-dyeing

*Corresponding Author: nathaporn162@hotmail.com

บทนำ

ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) เป็นไม้ประดับที่อยู่ในวงศ์ Compositae ซึ่งเป็นพืชชนิดหนึ่งที่กลีบดอกสามารถใช้เป็นแหล่งสีเหลืองได้ ดาวเรืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 60-70 วัน สามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ และทุกฤดูกาล จึงหาง่ายและราคาไม่แพง ดาวเรืองมีสารสำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็น 2 กลุ่มที่สีส้มและสีเหลืองตามลำดับ โดยองค์ประกอบหลักของสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ได้แก่ สารลูทีน (lutein) ที่นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การเลี้ยงสัตว์ การแพทย์ และเครื่องสำอาง (กาญจนา และคณะ, 2560) ส่วนสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งในสีเหลืองส้ม มีสารที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ Patuletin ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ในโมเลกุลถึง 5 ตำแหน่ง สามารถยึดจับเส้นใยผ้าได้ดี จึงใช้ในการย้อมสีได้ (Guinot et al., 2008; Vankar et al., 2009) โครงสร้างของสารแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของสาร Lutein กับ Patuletin

ฝาง หรือ Sappan Tree มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Caesalpinia sappan* Linn. พบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ส่วนเปลือกไม้ เนื้อไม้ และแก่นฝาง มักจะใช้เป็นยาเย็น บำรุงโลหิต แก้ท้องเสีย ลำไส้อักเสบ ในแก่นฝาง (Sappan wood) มีสารสีชมพูส้มแดง ชื่อ Brazilin และเมื่อผ่านการต้ม จะเปลี่ยนเป็นสาร Brazilein ซึ่งมีสีแดง ใช้แต่งสีขนมและทำน้ำยาอูทัย นอกจากนี้ในสมัยก่อนนิยมใช้ในการย้อมผ้า เพื่อให้ได้ผ้าออกเฉดสีแดง ชมพู ส้ม (มาลี, 2550) แก่นฝางถูกมาใช้ในการย้อมผ้าอยู่ แต่มีการเผยแพร่ในรูปแบบงานวิจัยไม่มากนัก (นวลศรี, 2546; ปาเจรา, 2546; จุรีรัตน์, 2554) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการย้อมสีธรรมชาติโทนสีแดงด้วยวัตถุดิบที่เป็นพืช เช่น แก่นฝาง หรือ รากยอป่า มักจะให้สีแดงที่ไม่คงทน (นวลศรี, 2546; จุรีรัตน์, 2554; สุรีย์, 2543) งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาการย้อมด้วยไม้ฝาง จึงเป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มเฉดสีและเพิ่มความคงทนของสีโดยการพัฒนามอร์แดนท์ (ปาเจรา, 2546) และการเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดซับสีโดยวิธีย้อมซ้ำหรือย้อมทับ แต่ก็ยังไม่มีการรายงานผลการทดสอบความคงทนด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (จุรีรัตน์, 2554)

การย้อมแบบพู่ (Multi-dyeing process) เป็นการย้อมสีที่ใช้สารสีจากวัตถุดิบหลายชนิด อนันต์เสวก (2546) ได้รายงานการย้อมสีแบบพู่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเฉดสีเขียว สีน้ำตาล และ สีดำ โดยการย้อมสีจากวัตถุดิบ 2 ชนิด โดยสีเขียว ได้จากการใช้สีน้ำเงินจากครามหรือห้อม ร่วมกับสีเหลืองจากพืชที่ให้สีเหลือง-เหลืองส้ม ได้แก่ แก่นขนุน ดอกคำฝอย หรือพืชที่ให้สีเหลืองออกเขียว เช่น ใบต้วแดง ใบขี้เหล็ก ฝรั่ง ใบสาบเสือ ส่วนการย้อมที่ให้สีน้ำตาลและดำนั้น อาจจะใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกันได้ เพียงแต่ใช้มอดแทนที่ต่างชนิดกัน โดยสีน้ำตาลจะใช้มอร์แดนท์อะลูมิเนียมหรือทองแดง ส่วนสีดำมักจะได้จากมอดแทนที่เหล็ก

ในการวิจัยนี้สนใจที่จะใช้หลักการย้อมแบบพู่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเฉดสีที่ได้จากย้อมด้วยไม้ฝาง เพื่อให้มีเฉดสีที่สว่างและสดใสมากขึ้นกว่าเดิม โดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นสีเหลืองที่ได้จากดอกดาวเรืองและ วัตถุดิบรอง หรือวัตถุดิบที่สองเป็นสีย้อมจากไม้ฝาง

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

ปรับปรุงสีย้อมของไม้ฝางให้มีเฉดสีที่สดใสและคงทนมากยิ่งขึ้น โดยการย้อมแบบพู่ของดอกดาวเรือง และแก่นไม้ฝาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำย้อม

ชั่งน้ำหนักดอกดาวเรืองสด 50 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นต้มที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที พร้อมคนอย่างสม่ำเสมอและรักษาระดับน้ำให้คงที่ ทำการกรองเพื่อแยกน้ำย้อมออกจากกาก จะได้น้ำย้อมจากดอกดาวเรืองที่ใช้สำหรับการย้อม ปรับปริมาตรน้ำย้อมให้เป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เพื่อใช้สำหรับย้อม

ส่วนการเตรียมน้ำย้อมจากไม้ฝางจะใช้ไม้ฝาง 25 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร (อัตราส่วน วัตถุดิบแห้งต่อน้ำเป็น 1:10 และอัตราส่วนวัตถุดิบสดต่อน้ำเป็น 2:10) แล้วทำการสกัดด้วยวิธีเดียวกันกับการสกัดน้ำย้อมจากดอกดาวเรือง

2. การทำความสะอาดด้ายฝ้ายก่อนย้อม

นำด้ายฝ้าย เบอร์ 10/1 ปริมาณ 75 กรัม มาทำความสะอาดโดยการต้มกับ สบู่ละลาย 75 กรัมและ โซเดียมคาร์บอเนต 120 กรัม ในน้ำ 750 มิลลิลิตร (หรือใช้อัตราส่วน ด้ายฝ้าย : สบู่ละลาย : โซเดียมคาร์บอเนต : น้ำ เป็น 100 กรัม : 100 กรัม : 160 กรัม : 1000 มิลลิลิตร) หมั่นกลับด้ายเป็นครั้งคราว เพื่อให้ด้ายถูกทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำด้ายฝ้ายมาทำความสะอาดด้วยน้ำอุ่น 1 ครั้ง จากนั้นทำความสะอาดด้วยน้ำเย็นจนหมดฟอง หรือจนกว่าจะหมดกลิ่นของสบู่ละลายจะหมดไป ปิดให้หมดแล้วนำไปผึ่งลมให้แห้ง

3. การย้อมสีโดยไม้ใช้มอร์แดนท์

ชั่งน้ำหนักด้ายฝ้ายประมาณ 25 กรัม แช่ในน้ำสะอาดประมาณ 10 นาที จากนั้นอุ่นน้ำย้อมที่ได้จากดอกดาวเรืองปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่ประมาณประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส ปิดด้ายที่แช่ไว้ให้หมด แล้วนำลงย้อมเป็นเวลา 60 นาที และรักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส ในระหว่างการย้อมควรพลิกผ้าอย่างสม่ำเสมอ และรักษาระดับของน้ำย้อมให้คงที่ ผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง ซักด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างสีย้อมที่เกินมาออกให้หมด โดยสังเกตว่าไม่มีสีปนในน้ำที่ล้างด้ายฝ้ายแล้ว ปิดให้หมดผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

4. การย้อมสีโดยใช้มอร์แดนต์

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

1) ตัวแปรต้น สำหรับการย้อมด้วยดอกดาวเรือง คือ ชนิดของมอร์แดนต์ (คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), สแตนนัสคลอไรด์ ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), ณ ปริมาณหรือความเข้มข้นของมอร์แดนต์ 0.25% 0.50% 0.75% และ 1.00% w/v โดยใช้กระบวนการย้อมมอร์แดนต์ 3 แบบ คือ ย้อมก่อนย้อมสี (Pre-Mordant), ย้อมพร้อมย้อมสี (Meta-Mordant) และ ย้อมหลังย้อมสี (Post-Mordant) สำหรับการย้อมแบบพหุ มีตัวแปรต้น คือ ชนิดของมอร์แดนต์ และ ปริมาณของสารช่วยติดสีซึ่งในที่นี้คือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือแกง

2) ตัวแปรตาม คือ ความเข้มสี ความสว่างของสี และความคงทนต่อแสงของด้ายฝ้าย

3) ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) และเวลาในการย้อม

วิธีการย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (Pre-Mordant) ทำได้โดยชั่งน้ำหนักด้ายประมาณ 25 กรัม แช่ไว้ในน้ำสะอาดประมาณ 10 นาที เตรียมสารละลายมอร์แดนต์ ที่ความเข้มข้น 0.25% 0.50% 0.75% และ 1.00% w/v โดยชั่งน้ำหนักมอร์แดนต์ เป็น 0.63, 1.25, 1.88, 2.50 กรัม ตามลำดับ ใส่ในน้ำกลั่นปริมาตร 250 มิลลิลิตร และคนมอร์แดนต์จนละลายหมด นำด้ายตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ลงไปยังมอร์แดนต์เป็นเวลา 30 นาที และรักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ประมาณ 60 องศาเซลเซียสในระหว่างการย้อมควรทำการพลิกผ้าอย่างสม่ำเสมอ และรักษาระดับของน้ำให้คงที่ เมื่อครบเวลานำด้ายขึ้นพักไว้ นำน้ำย้อมดอกดาวเรืองที่เตรียมไว้ 250 มิลลิลิตร ใส่ในปีกเกอร์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส นำด้ายฝ้ายที่ย้อมมอร์แดนต์แล้วใส่ลงไป ทำการย้อมเป็นเวลา 60 นาที และรักษาอุณหภูมิของน้ำ ในระหว่างการย้อมควรพลิกผ้าอย่างสม่ำเสมอ และรักษาระดับของน้ำให้คงที่ เมื่อครบเวลานำด้ายขึ้น และบิดให้หมาดแล้วจึงนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ชักด้วยน้ำสะอาดจนไม่มีสีปนในน้ำที่ล้างด้ายฝ้ายแล้ว บิดให้หมาดผึ่งให้แห้งในที่ร่มอีกครั้ง ก่อนนำไปทดสอบสี

ส่วนวิธีการย้อมมอร์แดนต์พร้อมย้อมสี (Meta-Mordant) และ ย้อมหลังย้อมสี (Post-Mordant) จะมีวิธีการย้อมเหมือนกันกับการย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี แต่มีลำดับขั้นตอนการย้อมต่างกัน ได้แก่ การย้อมพร้อม จะเติมมอร์แดนต์ไปในสารสกัดสีย้อมและใช้เวลาในการย้อมเท่ากับการย้อมสี คือ 1 ชั่วโมง ส่วนการย้อมหลังนั้น ขั้นตอนการย้อมมอร์แดนต์จะใช้เวลา 30 นาทีเหมือนเดิมแต่จะทำหลังจากการย้อมสี

5. การย้อมแบบพหุ

การย้อมแบบพหุเป็นการย้อมสีที่ใช้สารสีจากวัตถุดิบ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดความหลากหลายของเฉดสี สำหรับตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการย้อมแบบพหุ มีดังนี้

1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของมอร์แดนต์ 2 ชนิดได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) ที่ความเข้มข้น 0.25% w/v, สแตนนัสคลอไรด์ ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ที่ความเข้มข้น 0.75% w/v และปริมาณของสารช่วยติดสีซึ่งในที่นี้คือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือแกง ที่ความเข้มข้น 0.2%, 2%, 5% w/v

2) ตัวแปรตาม คือ ความเข้มสี ความสว่างของสี และความคงทนต่อแสงของด้ายฝ้าย

3) ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) และเวลาในการย้อม

ขั้นตอนทั่วไปในการย้อมสี เริ่มจากนำด้ายฝายที่ทำการความสะอาดแล้ว ทำการย้อมกับน้ำย้อมดอกดาวเรืองตามสัดส่วนของวัตถุดิบที่กำหนด พร้อมทั้งเติมเกลือแกง 0.2%, 2%, 5% w/v ในน้ำย้อมด้วยที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำด้ายฝาย ขึ้นมาพักไว้ แล้วเตรียมสารละลายมอร์แดนต์ตามสัดส่วนที่กำหนด (อะลูมิเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.25% w/v และ สแตนนัสคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.75% w/v) นำด้ายฝายที่ย้อมดอกดาวเรืองแล้วทำการย้อมมอร์แดนต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำขึ้นมาบิดให้หมาด แล้วเตรียมน้ำย้อมไม้ฝางตามวิธีที่ได้กล่าวไว้ใน การเตรียมน้ำย้อม นำผ้าที่ย้อมไว้ย้อมกับน้ำย้อมไม้ฝางปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่ใส่สารช่วยติดสีคือเกลือแกงที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (0.2%, 2%, 5% w/v) ทำการย้อม ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นำด้ายขึ้น บิดให้หมาดแล้วจึงนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ชักด้วยน้ำสะอาดจนไม่มีสีปนในน้ำที่ล้างด้ายฝายแล้ว บิดให้หมาดผึ่ง ให้แห้งในที่ร่มอีกครั้ง ก่อนนำไปทดสอบสี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การหาสมบัติการเป็นสีย้อมของดอกดาวเรือง

การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดดอกดาวเรือง จะทำได้โดยการเปรียบเทียบสีของด้ายฝายที่ผ่านการย้อม โดยสถานะต่างๆ ได้แก่ ชนิดของมอร์แดนต์ที่ใช้ คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), สแตนนัสคลอไรด์ ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), ปริมาณของมอร์แดนต์ และกระบวนการย้อมมอร์แดนต์ (ย้อมก่อนย้อมสี, ย้อมพร้อมย้อมสี, ย้อมหลังย้อมสี) ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตาราง 1 จากการทดลองพบว่าการย้อมโดยไม่ใช้มอร์แดนต์ให้สีเหลืองอ่อน และด้ายฝายที่มีการใช้มอร์แดนต์ที่แตกต่างกันจะทำให้ได้เฉดสีที่แตกต่างกัน โดยเมื่อใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตและสแตนนัสคลอไรด์เป็นมอร์แดนต์จะให้เฉดสีเหลือง เมื่อใช้เฟอร์รัสซัลเฟตเป็นมอร์แดนต์จะทำให้เฉดสีเปลี่ยนไปเป็นสีดำ ส่วนการใช้คอปเปอร์ซัลเฟต จะให้สีเขียวเข้ม

ตามวัตถุประสงค์ของวิจัยต้องการที่จะพัฒนาการย้อมสีของไม้ฝางให้มีเฉดสีที่สดใสมากยิ่งขึ้น ดังนั้น สีที่จะให้เป็นสีพื้นหรือสีที่ใช้ย้อมก่อนนอกจากจะมีสีอ่อน ให้สีสว่าง ไม่บดบังสีที่แท้จริงของไม้ฝางซึ่งมีสีแดง ในการทดลองนี้จึงได้เลือกด้ายฝายที่สามารถให้เฉดสีเหลืองได้คือใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตและสแตนนัสคลอไรด์ ปริมาณ 0.25% w/v และ 0.75% w/v ตามลำดับ เป็นมอร์แดนต์ เพื่อนำไปทำการย้อมทับด้วยไม้ฝางต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการย้อมสีของด้ายฝ้ายด้วยดอกดาวเรืองโดยใช้สภาวะต่างๆ กัน







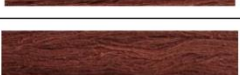

การย้อม มอร์แดนต์	% มอร์แดนต์ (w/v)	ชนิดของมอร์แดนต์			
		Stannus chloride	Aluminium sulfate	Copper sulfate	Ferrus sulfate
ไม่ย้อม มอร์แดนต์		-	-	-	-
ย้อมก่อน	0.25				
	0.50				
	0.75				
	1.00				
ย้อมพร้อม	0.25				
	0.50				
	0.75				
	1.00				
ย้อมหลัง	0.25				
	0.50				
	0.75				
	1.00				

2. การย้อมแบบพู่โดยย้อมฝางทับด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยดอกดาวเรือง

การย้อมแบบพู่เป็นการย้อมสีที่ใช้สารสีจากวัตถุดิบ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดความหลากหลายของเฉดสี ในการย้อมได้ใช้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมวัตถุดิบแต่ละชนิดทั้งในแง่อุณหภูมิ เวลา ชนิดของมอร์แดนต์ ความเข้มข้นของมอร์แดนต์ที่ได้ศึกษาไว้แล้วเป็นหลักในการย้อมสี ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้ใช้น้ำย้อมดอกดาวเรืองก่อน และทำการย้อมทับด้วยน้ำย้อมจากฝาง โดยในกระบวนการย้อมฝางเริ่มต้นจากการใช้วิธีการตามที่เคยมีรายงานมาก่อน (พิณทิพย์, 2556) คือการย้อมแบบย้อมหลังโดยใช้คอปเปอร์ซัลเฟต หรือ จูเนส 0.25% w/v เป็นมอร์แดนต์ อย่างไรก็ตามจากการทดลองย้อมมอร์แดนต์คอปเปอร์ซัลเฟตกับดอกดาวเรืองพบว่าให้สีด้ายฝ้ายเป็นสีน้ำตาลไม่สดใส ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เปลี่ยนมาใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต 0.25% w/v และ สแตนเนสคลอไรด์ 0.75% w/v เป็นมอร์แดนต์แทน

ตามสมมุติฐาน การย้อมแบบพู่ที่ย้อมจากสภาวะที่เหมาะสมของการย้อมพืชแต่ละชนิดแล้ว น่าจะให้ผลการย้อมดีที่สุดในแง่การทดลองได้พบข้อจำกัดที่สำคัญคือเส้นด้ายจะเปื่อยยุ่ยเมื่อผ่านการย้อมด้วยมอร์แดนต์หลายครั้ง (ความคงทนของเส้นด้ายจะลดลง) ดังนั้นในการทดลองจึงได้ปรับใช้สารช่วยติดสีตัวอื่นเพิ่มเติมคือการเติมโวลเคียมคลอไรด์หรือเกลือแกง ซึ่งมีรายงานว่าเกลือแกงจะช่วยเปิดเส้นใยผ้า ทำให้เส้นใยขยายตัวออกเพื่อให้สีสามารถซึมเข้าเส้นใยผ้าได้ดีขึ้น และช่วยจับสีให้มาเกาะบนเส้นใยทำให้ได้สีเข้มขึ้น (สุวิมล และคณะ, 2557) ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการย้อมโดยเติมเกลือแกงไปให้มีความเข้มข้น 0.20% w/v, 2.00% w/v และ 5.00% w/v ในน้ำย้อม ซึ่งผลการทดลองทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการย้อมแบบพู่

Entry	Code	Color of dyed fabric	L*	a*	b*	Color alteration	Light fastness
1	TS_Tin_0.75_MF		52.03	21.38	42.84	2	1
2	TS_AI_0.25_MF		44.91	20.20	25.77	1/2	2
3	TS+NaCl_0.20_Tin_0.75 MF+NaCl_0.20		44.88	27.98	26.41	1/2	1
4	TS+NaCl_2.00_Tin_0.75 MF+NaCl_2.00		43.65	27.77	23.30	1/2	1
5	TS+NaCl_5.00_Tin_0.75 MF+NaCl_5.00		52.56	25.12	44.28	1/2	1
6	TS+NaCl_0.20+AI_0.25 MF+NaCl_0.20		41.08	22.85	13.44	1/2	2
7	TS+NaCl_2.00_AI_0.25 MF+NaCl_2.00		39.59	23.48	14.69	1/2	2
8	TS+NaCl_5.00_AI_0.25 MF+NaCl_5.00		45.18	22.22	29.58	2	2

หมายเหตุ

1. L* คือ ความสว่าง, a* และ b* คือ ทิศทางของสี
a* จากแกนสีเขียว (-a*) ไปสีแดง (+a*), b* จากแกนสีน้ำเงิน (-b*) ไปสีเหลือง (+b*)
2. TS = ดอกดาวเรือง, MF = ไม้ฝาง, Tin = มอร์แดนท์สแตนเนสคลอไรด์, AI = มอร์แดนท์อะลูมิเนียมซัลเฟต
ตัวเลขหมายถึง ปริมาณสารที่ใช้ หน่วย เปอร์เซ็นต์ w/v, NaCl = เกลือแกง
3. ตัวอย่างการอ่านรหัส TS_Tin_0.75_MF หมายถึง การย้อมด้วยดอกดาวเรืองตามด้วยย้อมมอร์แดนท์สแตนเนสคลอไรด์ 0.75% w/v แล้วตามด้วยการย้อมไม้ฝาง
4. ตัวอย่างการอ่านรหัส TS+NaCl_0.20_Tin_0.75_MF+0.20 หมายถึง การย้อมด้วยดอกดาวเรืองที่เติมเกลือแกง 0.20% w/v ตามด้วยการย้อมมอร์แดนท์สแตนเนสคลอไรด์ 0.75% w/v และย้อมด้วยไม้ฝางที่เติมเกลือแกง 0.20% w/v

จากผลการทดลอง พบว่า การใช้มอร์แดนท์สแตนเนสคลอไรด์จะให้สีด้ายฝางที่มีความเข้มน้อยกว่าการใช้มอร์แดนท์อะลูมิเนียมซัลเฟต (L* สูง แสดงว่าสว่างกว่า คือมีความเข้มน้อยกว่า) แต่เมื่อสังเกตค่าสีแดง (a* มีค่าสูง แสดงว่ามีสีแดงมากกว่า) พบว่าการใช้มอร์แดนท์สแตนเนสคลอไรด์จะให้สีแดงมากกว่าการใช้มอร์แดนท์อะลูมิเนียมซัลเฟตเล็กน้อย ส่วนการใช้เกลือแกงจะช่วยลดประจุของสีย้อมและเส้นใยแล้ว ยังช่วยเปิดเส้นใยผ้า ทำให้เส้นใยขยายตัวออก เพื่อให้สีสามารถซึมเข้าเส้นใยได้ดีขึ้น และช่วยจับสีให้มาเกาะบนเส้นใย ทำให้ย้อมได้สีเข้มขึ้น (พันธศิริ, 2547) จากผลการทดลองเมื่อเติมเกลือแกงในสารละลายสีย้อมที่ย้อมด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 2 ชนิด สีของด้ายฝางจะเข้มขึ้น และให้เฉดสี ชมพู-แดง แต่ถ้าใช้เกลือมากเกินไป (5% w/v) สีของด้ายฝางจะเปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง-น้ำตาล นั่นอาจจะเป็นเพราะสีแดงของไม้ฝางจะติดกับด้ายฝางได้น้อยลง

เมื่อทดสอบความคงทนต่อแสง (Light fastness) พบว่าการใช้มอร์แดนท์อะลูมิเนียมซัลเฟตจะให้ด้ายฝ้ายที่มีความคงทนต่อแสง (Light fastness) มากกว่าใช้มอร์แดนท์สแตนนัสคลอไรด์

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของวิธีการย้อมสีธรรมชาติจากดอกดาวเรืองในการย้อมติดด้ายฝ้าย โดยใช้และไม่ใช้มอร์แดนท์ พบว่า การย้อมสีจากน้ำย้อมของดอกดาวเรือง โดยตรงโดยไม่ใช้มอร์แดนท์ในการย้อม สีย้อมที่ได้จะมีลักษณะซีดจาง แต่เมื่อใช้มอร์แดนท์สีย้อมจะมีความเข้มมากขึ้น ด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยโดยใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต และสแตนนัสคลอไรด์เป็นมอร์แดนท์ จะให้สีเหลือง ซึ่งเหมาะในการนำไปย้อมทับกับไม้ฝาง ในการศึกษาสมบัติของการเป็นสีย้อมของการย้อมทับด้วยฝาง เริ่มจากการย้อมโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมแบบย้อมหลัง โดยใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.25% w/v เป็นมอร์แดนท์ พบว่าการใช้มอร์แดนท์คอปเปอร์ซัลเฟตจะให้เฉดสีด้ายฝ้ายในเฉดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสีที่ไม่สดใสและจางลง จึงใช้อะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟตและสแตนนัสคลอไรด์เป็นมอร์แดนท์สำหรับการย้อมไม้ฝางแทน ซึ่งผลการทดลองพบว่าเมื่อย้อมดอกดาวเรืองแล้วทับด้วยไม้ฝาง ด้ายฝ้ายจะมีเฉดสีเหลืองส้มสดใส แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้มอร์แดนท์ 2 ชนิด ในการย้อมทับจะมีผลทำให้เส้นด้ายเปราะและขาดง่าย ซึ่งอาจจะเป็นเพราะสมบัติของมอร์แดนท์ที่เป็นโลหะที่ถ้าใช้มากเกินไปก็จะทำให้เส้นด้ายเปื่อยยุ่ยได้ง่าย ดังนั้น จึงใช้มอร์แดนท์เพียงชนิดเดียวสำหรับย้อมทับ พบว่า ให้เฉดสีน้ำตาล โดยสีที่เข้มจะได้จากการใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.25% w/v เป็นมอร์แดนท์ และเมื่อใช้สแตนนัสคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 0.75% w/v เป็นมอร์แดนท์จะให้เฉดสีน้ำตาลอ่อน ทั้งนี้อาจจะเป็นการใช้ปริมาณมอร์แดนท์ลดลง ทำให้ปริมาณสีที่ติดบนด้ายฝ้ายลดลงด้วย จากการศึกษา พบว่า การใช้เกลือแกงนอกจากจะช่วยลดประจุของสีย้อมและเส้นใยแล้ว ยังช่วยเปิดเส้นใยผ้า ทำให้เส้นใยขยายตัวออก เพื่อให้สีสามารถซึมเข้าเส้นใยได้ดีขึ้น และช่วยจับสีให้เกาะบนเส้นใย ทำให้ย้อมได้สีเข้มขึ้น สีติดบนเส้นใยมากขึ้น เกลือแกงในสารละลายที่ย้อมด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 2 ชนิด ให้สีของด้ายฝ้ายที่เข้มขึ้น และให้เฉดสี ชมพู-แดง แต่ถ้าใช้เกลือมากเกินไป (5% w/v) สีของด้ายฝ้ายจะเปลี่ยนไปเป็นสี เหลือง-น้ำตาล นั้นอาจจะเป็นการที่สีแดงของไม้ฝางจะติดกับด้ายฝ้ายได้น้อยลง ดังนั้น เพื่อให้ได้สี ชมพู-แดง จึงใช้สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีของดอกดาวเรืองทับด้วยไม้ฝาง คือ การย้อมโดยการใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต 0.25% w/v เป็นมอร์แดนท์ และใช้เกลือแกงที่ความเข้มข้น 2.00% w/v เนื่องจากให้ความเข้มของสีค่อนข้างมาก (L^* น้อยที่สุด) และมีความคงทนต่อแสงมากกว่าการใช้มอร์แดนท์สแตนนัสคลอไรด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา วงศ์กระจ่าง และ ปณิธาน สุระยศ. 2560. การศึกษาผลของวิธีการสกัดและชนิดมอร์แดนท์ต่อคุณภาพของสีย้อม. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 9: 31-43.
- จूरรัตน์ บัวแก้ว. 2554. การย้อมสีธรรมชาติกับวัตถุดิบที่ใช้ทำผ้าจวนตานี. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- นวลศรี เขตโสภณ. 2546. การสกัดสีย้อมจากไม้ฝางและดอกกระเจี๊ยบสำหรับย้อมผ้าฝ้าย. [วิทยานิพนธ์]. [นครปฐม]. สถาบันราชภัฏนครปฐม.

- ปาเจรา พัฒนถาวร. 2546. แนวทางใหม่ในการทำโลหะมอร์แดนต์สำหรับการย้อมสีธรรมชาติด้วยเทคโนโลยีชั้นสารอินทรีย์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าไหมที่ปลอดภัย. รายงานการวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พันธศิริ มูลศรี. 2547. ผลของเกลือและสารช่วยย้อมบางชนิดต่อการดูดซับสีสกัดจากแก่นไม้ขนุนโดยเส้นด้ายฝาย. [วิทยานิพนธ์]. [เชียงใหม่]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิณทิพย์ การเกษ. 2556. การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของแก่นไม้ฝาง. [การศึกษาอิสระ]. [พะเยา]. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- มาลี ตั้งสถิตกุลชัย เสาวณีย์ รัตนพานี และวิจิตร รัตนพานี. 2550. การสกัดและการเกิดสารเชิงซ้อนของสีย้อมธรรมชาติจากแก่นฝาง. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุรีย์ พุทธระกูล. 2543. การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สุวิมล หงษ์สาม, ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา และพิชัย สดภิบาล. 2557. ศึกษาและพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเอนไซม์ย้อมธรรมชาติบนด้ายฝายด้วยห้อมเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ. วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2: 72-85.
- อนันต์เสวก เห่าซึ่งเจริญ. 2546. การพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติแบบพู่สำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Guinot, P., Gargadennec, A., Valette, G., Fruchier, A. and Andary, C. 2008. Primary Flavonoids in Marigold Dye: Extraction, Structure and Involvement in the Dyeing Process. *Phytochemical Analysis*. 19: 46–51.
- Vankar, P.S., Shanker, R. and Wijayapala, S. 2009. Utilization of Temple waste flower-*Tagetes erecta* for Dyeing of Cotton, Wool and Silk on Industrial scale. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*. 6: 1-15.