

การพัฒนาหมึกพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงโดยใช้สารช่วยติดสี
จากธรรมชาติ

Development of Screen Inks from Black Soil and Red Soil using Natural Mordant

ภาวิณี เทียมดี^{1*} และฐานิตา วงษ์สอาด¹

Pawinee Theamdee^{1*} and Thanita Wongsard¹

Received: January 22, 2024; Revised: March 8, 2024; Accepted: March 22, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสีพิมพ์สกรีนและศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการพิมพ์สกรีนบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากดินดำและดินแดงโดยใช้สารช่วยติดสีธรรมชาติ โดยใช้อัตราส่วนผงสี 10 กรัม ผสมกับแป้งพิมพ์สำเร็จรูป 40 กรัม ผสมที่อุณหภูมิห้อง พิมพ์สกรีนลงบนผ้าฝ้าย ทำการศึกษาผลของเวลาในการอบผงสี ได้แก่ 0 5 10 และ 15 นาที อุณหภูมิอบผงสี 150 องศาเซลเซียส และศึกษาผลของสารช่วยติดสีหลังการพิมพ์สกรีนสีบนผ้าฝ้ายที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ดินสอพองและเกลือแกง ความเข้มข้นของสารช่วยติดสีร้อยละ 10 %w/v โดยการเปรียบเทียบความคงทนของสีต่อการซักล้าง ความคงทนของสีต่อสารฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด และความคงทนของสีต่อการรีด จากการทดลองพบว่าผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงอบผงสีที่ระยะเวลา 15 นาที เป็นสภาวะที่ดีที่สุด และเมื่อใช้ดินสอพองเป็นสารช่วยติดสีจะให้เจดสีที่เข้มข้นโดยผ้าที่ใช้เกลือแกงเป็นสารช่วยติดสีให้เจดสีที่สว่างมากขึ้น จากผลการทดสอบความคงทนต่อสี พบว่าสารช่วยติดสีจากดินสอพองช่วยให้ผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงมีความคงทนที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงบนผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายต่าง ๆ ได้

คำสำคัญ : สีพิมพ์สกรีน; สารช่วยติดสีธรรมชาติ; ดินดำ; ดินแดง; ความคงทนของสี

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

¹ Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

* Corresponding Author, Tel. 08 6213 6336, E - mail: pawinee.t@lawasri.tru.ac.th

Abstract

This research aims to develop printing ink and optimal conditions for screen printing on cotton fabric using natural colorants from black and red soil. The colorant powder, comprising 10 g, was blended with a prepared printing powder of 40 g at room temperature. Screen printing was conducted on cotton fabric, examining the impact of color-baking durations at intervals of 0, 5, 10, and 15 min at a temperature of 150 °C. Additionally, the effects of two different mordants such as Marl and sodium chloride at a 10% w/v concentration, were investigated concerning color fastness during washing, exposure to bleaching agents, sunlight, and abrasion resistance. The results of testing indicated that the cotton fabrics screen-printed with black and red soil colors with baked for 15 min exhibited the best colorants. When Marl was used as a mordant, the colors appeared richer, while sodium chloride produced brighter hues. The mordant from Marl exhibited superior color fastness for cotton fabrics screen printing with black and red soil colors. Furthermore, these colors with excellent durability could be screen-printed on various cotton fabric products.

Keywords: Screen Printing; Natural Mordants; Black Soil; Red Soil; Color Fastness

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการพิมพ์สกรีนในงานสิ่งทอกำลังเป็นที่นิยม ซึ่งการพิมพ์สกรีน คือ การปาดหมึกให้ไหลผ่านไปเกาะบนวัสดุพิมพ์เพื่อให้เกิดภาพ สามารถทำบนวัสดุได้หลากหลาย [1] โดยเฉพาะการพิมพ์บนผ้าฝ้ายที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาไม่แพง ติดสีง่าย ระบายอากาศได้ดี สามารถทำความสะอาดได้ง่าย และผิวผ้ามีลักษณะความหยาบของหน้าตัด จึงยึดติดสีได้ดีกว่าผ้าพอลิเอสเตอร์ อีกทั้งผ้าฝ้ายเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ได้แก่ ผ้าปูโต๊ะ ชุดบนโต๊ะอาหาร ถุงผ้า และหน้ากากผ้า เป็นต้น สามารถสร้างรายได้ในระดับชุมชนถึงระดับอุตสาหกรรมได้ อย่างไรก็ตาม สีในการพิมพ์สกรีนนั้นนิยมใช้สีสังเคราะห์เคมีเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย แต่ในการใช้สีสังเคราะห์เคมีส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค ดังนั้น สีในการพิมพ์สกรีนจากแหล่งธรรมชาติ เช่น พืช สัตว์ และแร่ธาตุ [2] จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ในอุตสาหกรรมการพิมพ์สกรีน เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้ใช้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สีพิมพ์สกรีนจากธรรมชาติส่วนมากสกัดได้จากคราม พงมะเกลือ [3] ใบตะเคียน [4] ใบสาบเสือ [5] และน้ำมันสะเดา [6] เป็นต้น

สีจากดินดำและดินแดง เป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ปัจจุบันมีการนำสีจากดินแดงมาใช้ในการย้อมสีผ้า [7] และใช้ดินสีดำ ดินสีน้ำตาลเข้ม และดินสีน้ำตาลอ่อน มาใช้ในการย้อมสีกระดาษสา [8] สำหรับการนำสีจากดินดำและดินแดงมาใช้ผลิตเป็นผงสีในการพิมพ์สกรีนยังมีจำนวนน้อยมาก จึงน่าสนใจที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในงานสิ่งทอได้ อีกทั้งดินดำและดินแดงมีสารประกอบพวกอะลูมิเนียมซิลิเกต และสารประกอบโลหะปนอยู่ช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ดี ผงสีจากดินมีขนาดเล็ก จึงเหมาะสำหรับการติดสีบนผ้าฝ้าย [9] แต่สีธรรมชาติยังมีข้อเสีย คือ มีปริมาณการติดสีที่ต่ำ และสีตกในระหว่างการใช้งาน จึงจำเป็นต้องใช้สารช่วยติดสี (มอร์แดนท์) เพื่อเป็นตัวเสริมในการทำให้เส้นด้ายฝ้ายดูดซับสีได้ดีขึ้น เพื่อให้มีความคงทนต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น สารช่วยติดเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ เฟอร์รัสซัลเฟต จูนิลี หรือสารส้ม เป็นต้น สารช่วยติดธรรมชาติ ได้แก่ น้ำปูนใส น้ำมะนาว น้ำขี้เถ้า เป็นต้น [10] นอกจากนั้นสารช่วยติดสีจะเป็นสารช่วยในการติดสีแล้วยังส่งผลต่อการเปลี่ยนเฉดสีของสีย้อมได้ ถ้าหากใช้สารช่วยติดสีต่างชนิดกัน จะให้สีหลังการย้อมที่แตกต่างกัน [5], [11]

ดินสอพองเป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่หาซื้อได้ง่าย และมีจำนวนมากในจังหวัดลพบุรี พบแร่ธาตุหลักจำพวก แคลเซียม เหล็ก และแมงกานีส มีคุณสมบัติช่วยจับสีและแทรกซึมชั้นยอดทำให้สีเข้มข้น สีดึกทนนาน เนื้อผ้าแห้งเร็ว และเบาสบาย อีกทั้งเมื่อนำมาซักเพื่อทำความสะอาดจะทำให้เนื้อผ้าต่างจากเดิม โดยเฉพาะผ้าฝ้ายทอมือ ซึ่งมีลักษณะแข็งกระด้าง [12]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสีพิมพ์กรีนด้วยสีธรรมชาติจากดินแดงและดินดำ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการพิมพ์สกรีนบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากดินแดงและดินดำ และศึกษาชนิดสารช่วยติดสีที่เหมาะสม ได้แก่ ดินสอพองและเกลือแกง โดยพิจารณาจากความคงทนของสีต่อการซักล้าง ความคงทนของสีต่อการฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการผึ่งแดด และความคงทนของสีต่อการรีด ผลการวิจัยทำให้ทราบสมบัติทางกายภาพ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาและถ่ายทอดให้กับวิสาหกิจชุมชน ทั้งยังช่วยยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนจากสีธรรมชาติ

ระเบียบวิธีวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

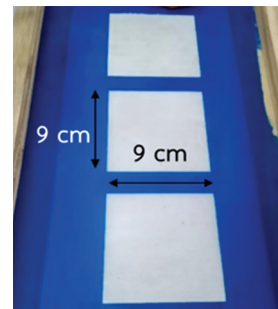
ผ้าฝ้ายฟอกขาวจากตลาดตัวเมือง จังหวัดลพบุรี แป้งพิมพ์สำเร็จรูป บริษัท แกลลอท เคมีคอล จำกัด ดินแดงและดินดำจากตำบลบ้านหมี่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ดินสอพองและเกลือแกงจากตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สบู่เทียม โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Carbonate) โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชายนันตีฟิค คอลซัพพลาย อุปกรณ์การพิมพ์สกรีน ได้แก่ กรอบไม้ และยางปาด บริษัท แกลลอท เคมีคอล จำกัด

1. การเตรียมสีพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงบนผ้าฝ้าย

1.1 การเตรียมผงสีดินแดงและดินดำ คัดแปลงตามวิธีของ [9] โดยนำดินแดงร่อนในตะแกรงร่อนแป้งด้วยมือ จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าจนละเอียด ผงสีดินดำทำวิธีเดียวกับการเตรียมผงสีดินแดง ดังรูปที่ 1(ก)

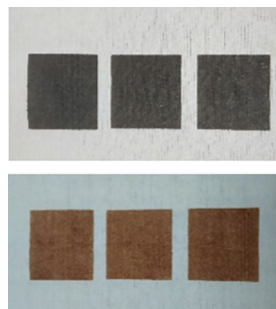
1.2 การเตรียมผ้าฝ้าย [5] นำผ้าฝ้ายแช่ในน้ำจนผ้าอมน้ำ บิดพอหมาด จากนั้นนำผ้าฝ้ายลงไปต้มในน้ำสะอาด 7.5 ลิตร ที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต 5 กรัม และสบู่เทียม 5 กรัม ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้วล้างผ้าฝ้ายด้วยน้ำสะอาด และตากให้แห้ง

1.3 การผสมสีหมึกพิมพ์กรีน คัดแปลงตามวิธีของ [9] โดยนำผงสีดิน 10 กรัม ผสมกับแป้งพิมพ์สำเร็จรูป 40 กรัม กวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งไว้ 15 นาที ดังรูปที่ 1(ข) จากนั้นนำสีที่ได้ไปพิมพ์สกรีนลงบนผ้าฝ้ายด้วยแม่พิมพ์สกรีน (กว้าง 9 ยาว 9 เซนติเมตร) ดังรูปที่ 1(ค) โดยการปาดสีไปกลับบนแม่พิมพ์สกรีน 5 ครั้ง ดังรูปที่ 1(ง) ได้ชิ้นงานผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง ดังรูปที่ 1(จ) จากนั้นนำตัวอย่างมาศึกษาคุณสมบัติในการอบนิกสีที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 5 10 และ 15 นาที ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำไปวัดค่าสี



(ก) ผงสีดินดำและดินแดง (ข) ผงดินผสมแป้งพิมพ์สำเร็จรูป
รูปที่ 1 การผสมสีหมึกพิมพ์กรีน

(ค) แม่พิมพ์สกรีน



(ง) การพิมพ์สกรีนลงบนผ้าฝ้าย (จ) ชิ้นงานผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดำและดินแดง

รูปที่ 1 การผสมสีหมึกพิมพ์สกรีน (ต่อ)

ตารางที่ 1 การเตรียมสีพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงสำหรับการพิมพ์สกรีนบนผ้าฝ้าย

ตัวอย่าง	แป้งพิมพ์สำเร็จรูป (กรัม)	ดินดำ (กรัม)	ดินแดง (กรัม)	เวลาอบพริกสี (นาท)	อุณหภูมิอบพริกสี (องศาเซลเซียส)
B1	40	10	-	5	150
B2	40	10	-	10	150
B3	40	10	-	15	150
R1	40	-	10	5	150
R2	40	-	10	10	150
R3	40	-	10	15	150

2. การใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติสำหรับการพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงบนผ้าฝ้าย

การศึกษาสารช่วยติดสีสำหรับการพิมพ์สกรีน คัดแปลงตามวิธีของ [9] นำผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงที่ให้ผลการพิมพ์สกรีนที่ดีที่สุด มาแช่สารช่วยติดสีหลังการพิมพ์สกรีน ชนิดของสารช่วยติดสีที่ใช้ คือ เกลือแกง และดินสอพอง ความเข้มข้นของสารช่วยติดสี คือ ร้อยละ 10 %w/v [13] - [14] เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นตากผ้าฝ้ายให้แห้ง และนำผ้าทั้งหมดไปวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* และ b^*)

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความคงทนต่อสีบนผ้าฝ้าย

3.1 การวัดค่าสี นำผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง รวมถึงผลการใช้สารยึดติด มาวัดค่าสี (Color Value) (Hunter Lab รุ่น Color-Flex EZ, ญี่ปุ่น) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^* ที่ตำแหน่งของผ้า 3 ตำแหน่ง รายงานค่าที่ได้ในรูปค่าเฉลี่ย โดย L^* คือ ความสว่าง (0 หมายถึงสีดำ และ 100 หมายถึงสีขาว) a^* คือ แกนสีเขียว-แดง ($-a^*$ หมายถึง สีเขียว $+a^*$ หมายถึง สีแดง) b^* คือ แกนสีเหลือง-น้ำเงิน ($-b^*$ หมายถึง สีนํ้าเงิน $+b^*$ หมายถึง สีเหลือง) ΔE^* คือ ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมดังสมการที่ (1) [15] - [16]

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 \Delta E^* &= \text{ค่าความแตกต่างของสี} \\
 \Delta L^* &= L^*_{\text{ของตัวอย่างมาตรฐาน}} - L^*_{\text{ของตัวอย่าง}} \\
 \Delta a^* &= a^*_{\text{ของตัวอย่างมาตรฐาน}} - a^*_{\text{ของตัวอย่าง}} \\
 \Delta b^* &= b^*_{\text{ของตัวอย่างมาตรฐาน}} - b^*_{\text{ของตัวอย่าง}}
 \end{aligned}$$

3.2 การทดสอบความคงทนต่อสี นำผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง รวมถึงผลการใช้สารช่วยติดมาทดสอบความคงทนของสีดัดแปลงตามวิธีของ [17] ดังนี้

3.2.1 ทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก นำชิ้นทดสอบมาซักล้างในสารละลายผงซักฟอกร้อยละ 10 %w/v ซักด้วยเครื่องซักผ้าจำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °C) หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำและทำให้แห้งเพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานทดสอบด้วยเครื่องวัดค่าสี

3.2.2 การทดสอบความคงทนของสีต่อการฟอกขาว นำชิ้นทดสอบมาแช่ในสารละลายฟอกขาวร้อยละ 10 %w/v แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำให้สะอาดและทำให้แห้งเพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานด้วยเครื่องวัดค่าสี

3.2.3 การทดสอบความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด นำชิ้นทดสอบมาฟุ้งแดดเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานด้วยเครื่องวัดค่าสี

3.2.4 การทดสอบความคงทนของสีต่อการรีด นำชิ้นทดสอบมารีดด้วยเตารีด (Electric iron) (Sharp รุ่น AM-P333T, 1000 วัตต์) ที่โหมดผ้า Cotton เป็นเวลา 2 นาที ต่อผ้า 1 ชิ้น จากนั้นประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานด้วยเครื่องวัดค่าสี

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

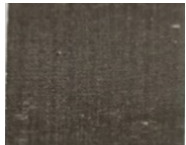
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS® version 12 (SPSS Inc., สหรัฐอเมริกา) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและการอธิบายผล

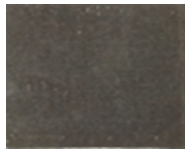
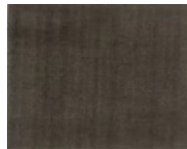
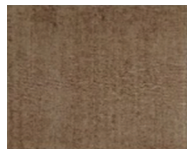
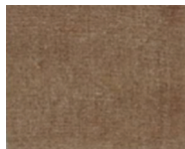
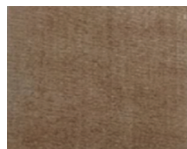
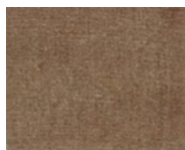
1. ผลการวิเคราะห์การเตรียมหมึกพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงบนผ้าฝ้าย

จากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*) ของการศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบหมึกสีพิมพ์สกรีนสีดินแดงและดินดำบนผ้าฝ้าย ดังตารางที่ 2 พบว่าที่เวลา 15 นาที ($\Delta E^* = 0.75 \pm 0.13$) เป็นเวลาที่เหมาะสมในการอบหมึกสีพิมพ์สกรีนจากดินดำบนผ้าฝ้าย เนื่องจากค่า ΔE^* มีค่ามากที่สุด โดยมีค่าสูงกว่าการอบหมึกที่ 5 นาที ($\Delta E^* = 0.19 \pm 0.02$) และ 10 นาที ($\Delta E^* = 0.57 \pm 0.08$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และในการอบหมึกสีพิมพ์สกรีนจากดินแดงบนผ้าฝ้ายที่เวลา 15 นาที ($\Delta E^* = 0.66 \pm 0.11$) มีค่า ΔE^* มีค่ามากที่สุด เมื่อเทียบกับการอบหมึกที่ 5 นาที ($\Delta E^* = 0.20 \pm 0.05$) และ 10 นาที ($\Delta E^* = 0.41 \pm 0.03$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการอบหมึกที่เวลา 15 นาที ช่วยให้สีจากดินแดงและดินดำบนผ้าฝ้ายมีความเข้มของสีและความคมชัดได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัย [9] ที่พบว่าการอบหมึกที่เวลามากขึ้นส่งผลให้สีของหมึกพิมพ์สกรีนสีจากดินแดงมีความเข้มสีและความคมชัดมากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าของสีของการพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงที่เวลาในการอบหมึกสีที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	เวลาอบหมึกสี (นาที)	ΔE^*	ตัวอย่างผ้า	
			ก่อนอบหมึก	หลังอบหมึก
B1	5	0.19 ± 0.02^c		

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าของสีของการพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงที่เวลาในการอบพริกสีที่แตกต่างกัน (ต่อ)

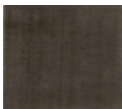
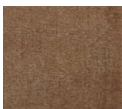
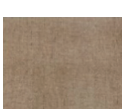
ตัวอย่าง	เวลาอบพริกสี (นาที)	ΔE^*	ตัวอย่างผ้า	
			ก่อนอบพริก	หลังอบพริก
B2	10	0.57 ± 0.08^b		
B3	15	0.75 ± 0.13^a		
R1	5	0.20 ± 0.05^c		
R2	10	0.41 ± 0.03^b		
R3	15	0.66 ± 0.11^a		

หมายเหตุ: ^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2. ผลการวิเคราะห์การใช้สารช่วยติดจากธรรมชาติสำหรับการพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงบนผ้าฝ้าย ผลการศึกษานี้ช่วยตัดสินสำหรับผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงดังตารางที่ 3 แสดงลักษณะสีดินดำและดินแดงบนผ้าฝ้ายหลังใช้สารช่วยติดสีจากดินสอพองและเกลือแกง เปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้สารช่วยติด (กลุ่มควบคุม) พบว่าผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีจากดินดำที่ใส่สารช่วยติดสีจากดินสอพองมีค่า L^* ค่าที่สูงสุดในขณะที่มีค่า a^* และ b^* สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสีสกรีนมีสีอยู่ในเฉดสีโทนดำที่มีความเข้มกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีจากดินดำที่ใส่สารช่วยติดสีจากเกลือแกง ค่า L^* มีความสว่างมากที่สุด ค่า a^* มีค่าสีแดงน้อยที่สุด และ b^* มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวควบคุม ส่งผลให้การใส่สารช่วยติดสีจากเกลือแกงช่วยให้สีมีความสว่างของโทนสีมากกว่ากลุ่มควบคุมและการใช้สารช่วยติดสีจากดินสอพอง จากการวิเคราะห์ค่าสีผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีจากดินแดงที่ใส่สารช่วยติดสีจากดินสอพอง พบว่าค่า L^* มีความสว่างน้อยที่สุด ค่า a^* มีค่าสีแดงมากที่สุด และ b^* มีค่าสีเหลืองมากที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวควบคุม ส่งผลให้การใส่สารช่วยติดสีจากดินสอพองช่วยให้ได้สีน้ำตาลแดงที่มีความเข้มสีที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับที่ไม่ใช้สารช่วยติดสี ส่วนผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีจากดินแดงที่ใส่สารช่วยติดสีจากเกลือแกง ค่า L^* มีความสว่างมากที่สุด ค่า a^* มีค่าสีแดงน้อยที่สุด และ b^* มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวควบคุม ทำให้ผ้าฝ้าย

พิมพ์สกรีนสีจากดินแดงที่ใช้สารช่วยติดสีจากเกลือแกงช่วยให้ได้สีน้ำตาลแดงอ่อน สีสว่างมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ [18] ศึกษาโทนสีที่ได้จากพืชทางชายทะเลโดยใช้สารช่วยติดจากธรรมชาติหลังย้อม ได้แก่ น้ำด่างซี้เถ้า น้ำเกลือ และน้ำโคลนป่าชายเลน พบว่าน้ำด่างซี้เถ้า และน้ำเกลือสามารถช่วยให้สีติดเส้นใยให้สีสด สว่างขึ้น และน้ำโคลนป่าชายเลนสามารถช่วยให้สีติดเส้นใยให้สีที่เข้มขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าของสีของการพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงโดยใช้สารช่วยติดสี

ตัวอย่าง	สารช่วยติด	ค่าของสี			ตัวอย่างผ้า
		L^*	a^*	b^*	
สีดินดำ	ไม่ใช้สารช่วยติด	30.13±0.57 ^b	1.86±0.13 ^b	2.09±0.27 ^b	
	ดินสอพอง	27.45±0.94 ^c	2.43±0.02 ^a	3.29±0.14 ^a	
	เกลือแกง	33.39±1.02 ^a	1.34±0.05 ^c	1.18±0.18 ^c	
สีดินแดง	ไม่ใช้สารช่วยติด	49.99±1.33 ^b	11.66±0.35 ^b	12.15±0.35 ^b	
	ดินสอพอง	45.75±1.34 ^c	13.57±0.46 ^a	13.49±0.40 ^a	
	เกลือแกง	53.78±2.02 ^a	10.25±0.87 ^c	10.79±0.71 ^c	

หมายเหตุ: ^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

3. ผลการทดสอบความคงทนของสี

จากตารางที่ 4 แสดงค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*) และความแตกต่างของความสว่าง (ΔL^*) หลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง ความคงทนของสีต่อการฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด และความคงทนของสีต่อการรีดของผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง โดยใช้สารช่วยติดสีจากดินสอพอง และเกลือแกง เปรียบเทียบกับไม่ใช้สารช่วยติดสี (กลุ่มควบคุม) พบว่าค่า ΔE^* และ ΔL^* หลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักความคงทนของสีต่อการฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด และความคงทนของสีต่อการรีดของผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง โดยใช้สารช่วยติดสีจากดินสอพอง มีค่าการเปลี่ยนสีต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) แสดงถึงความคงทนของสีที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับตัวควบคุม เมื่อพิจารณาค่า ΔE^* และ ΔL^* หลังการทดสอบความคงทนต่อสีของผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง โดยใช้สารช่วยติดสีจากเกลือแกง

มีค่าการเปลี่ยนสีที่มากกว่าการใช้สารช่วยติดสีจากดินสอพองแต่มีค่าการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่าตัวควบคุม ($p \leq 0.05$) เนื่องจากดินสอพองมีองค์ประกอบธาตุแคลเซียมและโลหะหลายชนิด [19] - [20] ซึ่งอาจก่อให้เกิดโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนที่แข็งแรงระหว่างอนุภาคเม็ดสีและเส้นใยฝ้าย [21] ส่งผลให้มีความคงทนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่สารช่วยติดจากเกลือแกงไม่มีองค์ประกอบของโลหะที่สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโมเลกุลสีในดินทั้งสองชนิดได้ อย่างไรก็ตามประจุที่เกิดจากการละลายของเกลือแกงอาจเกิดแรงกระทำแบบมีขั้วที่ช่วยให้โมเลกุลสีจับกับประจุลบของฝ้ายได้ดีขึ้น แต่แรงกระทำทางประจุอาจส่งผลเพียงเล็กน้อย ทำให้สีที่ได้จากการใช้สารช่วยติดสีจากเกลือแกงความคงทนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [22] ได้ศึกษาผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีน้ำตาล พบว่าการใช้เกลือแกงเป็นสารช่วยติด [23] มีผลต่อความคงทนของสี ทำให้ผ้าฝ้ายสีน้ำตาลมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีจากเดิมเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผ้าฝ้ายสีน้ำตาลที่ไม่ใช้สารช่วยติดซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีที่มากกว่า

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมบัติความคงทนต่อสีของผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง โดยใช้สารช่วยติดสี

ตัวอย่าง	สารช่วยติด	ค่าของสี	ความคงทนของสี			
			ต่อการซักล้าง	ต่อการฟอกขาว	ต่อการผึ่งแดด	ต่อการรีด
ดินดำ	ไม่ใช้สารช่วยติด	ΔE^*	2.57±0.06 ^a	1.32±0.08 ^a	2.14±0.12 ^a	1.10±0.07 ^a
		ΔL^*	2.47±0.04 ^a	0.98±0.11 ^a	1.93±0.09 ^a	1.90±0.05 ^a
	ดินสอพอง	ΔE^*	0.37±0.05 ^c	0.30±0.03 ^c	0.28±0.04 ^c	0.10±0.02 ^c
		ΔL^*	0.14±0.02 ^c	0.06±0.01 ^c	0.19±0.02 ^c	0.05±0.01 ^c
	เกลือแกง	ΔE^*	2.10±0.09 ^b	1.18±0.05 ^b	1.05±0.01 ^b	0.75±0.03 ^b
		ΔL^*	2.03±0.04 ^b	0.46±0.02 ^b	1.28±0.03 ^b	0.72±0.05 ^b
ดินแดง	ไม่ใช้สารช่วยติด	ΔE^*	4.20±0.18 ^a	2.67±0.15 ^a	1.92±0.10 ^a	0.57±0.03 ^a
		ΔL^*	1.84±0.06 ^a	1.62±0.10 ^a	0.80±0.11 ^a	0.32±0.02 ^a
	ดินสอพอง	ΔE^*	2.21±0.14 ^c	0.66±0.10 ^c	1.18±0.08 ^c	0.14±0.02 ^c
		ΔL^*	0.34±0.08 ^c	0.04±0.01 ^c	0.08±0.02 ^c	0.02±0.01 ^c
	เกลือแกง	ΔE^*	3.41±0.12 ^b	1.76±0.12 ^b	1.57±0.14 ^b	0.29±0.03 ^b
		ΔL^*	1.20±0.02 ^b	0.57±0.04 ^b	0.60±0.04 ^b	0.10±0.01 ^b

หมายเหตุ: ^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4. การประยุกต์ใช้สีพิมพ์สกรีนจากดินแดงและดินดำบนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

รูปที่ 2 แสดงการพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงลงบนผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสื้อโปโล และถุงผ้าฝ้าย พบว่าหมึกพิมพ์สกรีนสีจากดินดำและดินแดงโดยใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติ มีความสะดวกในการนำไปใช้งาน และโทนสีมีความเหมาะสมบนผลิตภัณฑ์จากผ้าฝ้าย อีกทั้งสนับสนุนให้คนในชุมชนได้นำดินดำและดินแดงในพื้นที่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นการสร้างชิ้นงานลงบนผ้าด้วยสีจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้สีจากเคมี



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายที่พิมพ์สกรีนสีจากดินแดงและดินดำ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาหมึกพิมพ์สกรีนบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากดินดำและดินแดงโดยใช้สารช่วยติดสีธรรมชาติ รวมถึงศึกษาความคงทนของสีต่อการซักล้าง ความคงทนของสีต่อสารฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด และความคงทนของสีต่อการรีด ผลการวิจัยทำให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดง บนผ้าฝ้าย ได้แก่ ผงสีดิน 10 กรัม แป้งพิมพ์สำเร็จรูป 40 กรัม อุณหภูมิอบพ่นสี 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ได้ผ้าฝ้ายที่มีสีน้ำตาลแดงจากสีของดินแดง และผ้าฝ้ายสีดำจากสีของดินดำ เมื่อศึกษาผลของสารช่วยติดสี หลังการพิมพ์สกรีนสีบนผ้าฝ้ายที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ดินสอพองและเกลือแกง ความเข้มข้นของสารช่วยติดสี ร้อยละ 10 %w/v พบว่าเมื่อใช้ดินสอพองเป็นสารช่วยติดสีจะให้เจดสีที่เข้มข้น โดยผ้าที่ใช้เกลือแกงเป็น สารช่วยติดสีให้เจดสีที่สว่างมากขึ้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบความคงทนของสีต่อการซักล้าง ความคงทน ของสีต่อสารฟอกขาว ความคงทนของสีต่อการฟุ้งแดด และความคงทนของสีต่อการรีด พบว่าสารช่วยติดสี จากดินสอพองช่วยให้ผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีดินดำและดินแดงมีความคงทนดีที่สุด สีพิมพ์สกรีนที่ได้สามารถพิมพ์สกรีน บนผลิตภัณฑ์ถุงผ้าฝ้ายและเสื้อโปโล นอกจากนี้การใช้สีจากธรรมชาติไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ธรรมชาติใด ๆ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายพิมพ์สกรีนสีจากธรรมชาติได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ประจำปีงบประมาณ 2566 และขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี (ค.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัย ในครั้งนี้

References

- [1] Trirat, P. (2017). Development of Screen Inks from Natural Mordant and Colorant. **Art and Architecture Journal Naresuan University**. Vol. 8, No. 1, pp. 182-195 (in Thai)
- [2] Dawood, S. and Sen, T. (2014). Review on Dye Removal from Its Aqueous Solution into Alternative Cost Effective and Nonconventional Adsorbents. **Journal of Chemical and Process Engineering**. Vol. 1, No. 104, pp. 1-11

- [3] Chotithammaporn, W. (2022). Developing Screen Printing Ink from Natural Materials using Tamarind Seeds as Mordant and Kangplakreua fruits and Ebony Powder as Colorants. **The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University**. Vol. 1, pp. 32-41 (in Thai)
- [4] Tichai, P. and Khampan, O. (2016). A Study of Pigment from Anogeissus Acuminata for Screen Printing to Make the Value-Added Nam Morn Weaving Cotton. **NRRU Community Research Journal**. Vol. 10, No. 2, pp. 99-106 (in Thai)
- [5] Ngaowan, N. and Manarungwit, K. (2022). A Study of Dyeing Cotton Yarn with Natural Dyes from Siam Weed. **Journal of Social Academic**. Vol. 15, No. 1, pp. 116-131 (in Thai)
- [6] El-Khatib, E. M., Ali, N. F., and El-Mohamedy, R. S. R. (2020). Influence of Neen Oil Pretreatment on the Dyeing and Antimicrobial Properties of Wool and Silk Fibers with Some Natural Dyes. **Arabian Journal of Chemistry**. Vol. 13, Issue 1, pp. 1094-1104. DOI: 10.1016/j.arabjc.2017.09.012
- [7] Atcharawan, N., Vongyuttakrai, P., and Mongkonpituksunk, S. (2011). The Extraction of Fabric Dyestuff from Laterite. **Journal of Industrial Education**. Vol. 5, No. 5, pp. 26-35 (in Thai)
- [8] Phacharapiyagul, B., Pradistapongs, S., and Lertwattananuruk, P. (2020). Dyeing Sa Paper with Natural Dye from Soil. In **Proceeding of the 7th Academic Meeting National and International Conference (SSRU2016), (Speed up Research towards World Class University)**. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University. pp. 2866-2878 (in Thai)
- [9] Phohipeng, N., Jatuphatwarodom, S., and Mongkholrattanasit, R. (2020). Color Fastness and Physical Properties of Cotton Fabric in Silk Screen Printing with Red Soil. **UTK Research Journal**. Vol. 14, No. 2, pp. 91-103 (in Thai)
- [10] Pujeeb, N. (2023). The Study of Differences in Color Adhesion of Plants: Natural Mordant Experiments with the Eco-Printing Technique. **Silpa Bhirasri Journal of Fine Arts**. Vol. 11, No. 1, pp. 1-18 (in Thai)
- [11] Phosuwan, A. (2015). Dyeing Hand-Woven Cotton with Natural Colors. **Department of Science Service Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation**. Vol. 63, No. 19, pp. 25-27 (in Thai)
- [12] Thanomtham, P. (2018). The Development of Producing Mud-Dyed Cotton in Muang District of Chaiyaphum Province. **Journal of Suvarnabhumi Institute of Technology (Humanities and Social Sciences)**. Vol. 4, No. 2, pp. 271-282 (in Thai)
- [13] Yosyinyong, N., Yingyongwattanakun, N., and Yaijit, P. (2022). Result of a Fixing Agent to Dyeing Cotton Threads with Natural Dyes Extracted from the Bark of the Mahad Tree (*Artocarpus Lakoocha* Roxb.). **Journal of Home Economics**. Vol. 65, No. 1, pp. 54-65 (in Thai)
- [14] Chanalak, A. and Siritai, S. (2019). **Cotton Fabrics Printing with Colorants from Mangosteen Rind**. Master of Textile Chemical Technology (Industrial Textiles and Fashion Design). Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
- [15] Kim, J -G., Yu, B., and Lee, Y -K. (2009). Correlations Between Color Differences Based on Three Color-Difference Formulas Using Dental Shade Guide Tabs. **Journal of Prosthodontics**. Vol. 18, No. 2, pp. 135-140. DOI: 10.1111/j.1532-849X.2008.00393.x
- [16] Salacheep, S., Ketkaew, S., and Kasemsiri, P. (2018). Effect of Light-Aging on Intelligent pH Indicator Film Composed of Gelatin and Extracted Anthocyanin from Butterfly Pea. **KKU Research Journal (Graduate Studies)**. Vol. 18, No. 4, pp. 1-11 (in Thai)

- [17] Kaewklaikhajornsiri, C. and Sikkha, P. (2012). Study of Fabric Dyeing Process of Indigo Fabrics using Banana Sap as Natural Mordant. **Art and Architecture Journal Naresuan University**. Vol. 3, No. 1, pp. 105-113 (in Thai)
- [18] Srisukho, P., Sangchan, N., Jaisuda, T., and Boonthon, K. (2019). A Study of Natural Color from Mangrove Plants at Tambol Boh, Ampur Klung, Chantaburi Province by Community Participation Process. **Rajabhat Rambhai Barni Research Journal**. Vol. 13, No. 1, pp. 64-73 (in Thai)
- [19] Blagoev, K., Grozeva, M., Malcheva, G., and Neykova, S. (2013). Investigation by Laser Induced Breakdown Spectroscopy, X-Ray Fluorescence and X-Ray Powder Diffraction of the Chemical Composition of White Clay Ceramic Tiles from Veliki Preslav. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**. Vol. 79-80, pp. 39-43. DOI: 10.1016/j.sab.2012.11.003
- [20] Benjatikul, K. (2016). **Study on Anti-Ultraviolet Property of Marl**. Master of Science (Cosmetic Sciences). Huachiew Chalermprakiet University.
- [21] Thurnkul, N. and Pannat, A. (2021). The Effect of Ashes, Vinegar, Sodium Chloride, Calcium Hydroxide, Alum and Soy Bean Extract with Water on Silk Fiber Dyeing using from Actinomycetes Sp. N2. In **Proceeding of the 1st Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference**. Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University. pp. 532-537 (in Thai)
- [22] Sakulborisut, K., Kraisuwan, S., and Piromthamsiri, K. (2016). The Effect of Mordants on the Colorfastness of Natural Brown Colored Cotton Fabric. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)**. Vol. 8, No. 15, pp. 1-11 (in Thai)
- [23] Pimpraporn, P. (2019). **A Study of Effect of Various Mordants Added to the Dye Extracted from *Litsea Glutinosa* (Lour.) Leaves on Color Shades of Dyeing Silk Thread Through Exhaustion Dyeing Process**. Master of Engineering (Textiles). Rajamangala University of Technology Thanyaburi