

ผลของสีสกัดจากหมากผสมพลู และปูนแดงกับการย้อมผ้าเรยอน

The Effect of Extracted Color from Mixed Betel Nut, Piper Betel and Red Lime for Dyeing Rayon Fabric

ธัญวลัย จิรันดร* และ อติศักดิ์ จิตภูษา

Tanwalai Chirandorn* and Adisak Jitphusa

Received: 8 September 2020, Revised: 9 June 2021, Accepted: 19 July 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการย้อมผ้าเรยอนด้วยน้ำสีสกัดจากหมาก พลู และปูนแดง ทำการศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของหมาก พลู และปูนแดง ได้แก่ 4 : 3 : 1, 8 : 6 : 1 และ 10 : 8 : 1 โดยใช้ อัตราส่วนระหว่างของผสมและน้ำ 1 : 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และใช้ร่วมกับสารฟีนิกสี 3 ชนิด ความเข้มข้น ต่างกัน คือ (1) เกลือแกง (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (2) สารส้ม ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เข้มข้นร้อยละ 0.3 1.6 และ 3.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และ (3) เกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก 11 : 1 5 : 1 และ 1 : 1 โดยจะใช้ความเข้มข้นของผสมนี้ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตรของน้ำสี และยังศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มย้อมที่ 20 40 และ 60 นาที เพื่อนำไปทดสอบความ คงทนของสีต่อแสงแดด พบว่า น้ำสีที่สกัดมีค่า pH ที่ 9.98 - 12.12 และเมื่อทำการต้มย้อมที่อุณหภูมิ 70°C จะได้ผ้า สีนํ้าตาลเหลือง ที่อัตราส่วน 10 : 8 : 1 ให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) สูงสุด คือ 9.53 และ 18.65 ตามลำดับ และเมื่อใช้ร่วมกับเกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ในอัตราส่วน 5 : 1 ให้ค่า L^* ต่ำสุด และให้ ค่า a^* และ ค่า b^* สูงสุด เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่า ΔE^* และ C^* พบว่าให้ค่าสูงสุดเช่นกัน และระยะเวลาที่เหมาะสมใน การต้มย้อม คือ 20 นาที เมื่อนำไปศึกษาความคงทนของสีต่อแสงแดดเมื่อเวลาผ่านไป 20 วัน พบว่า ค่าความคงทน ของแสงอยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: ความคงทนของสี, สีสกัด, ผ้าเรยอน, หมาก, พลู, ปูนแดง, สารฟีนิกสี

ABSTRACT

This research aims to investigate factors affecting rayon fabric dyeing using betel nut extract mixed with piper betel and red lime. The ratios of betel nut, piper betel and red lime were tested at 4:3:1, 8:6:1 and 10:8:1. The ratio of mixtures to water was at 1:5 wt./vol. The color water at optimum condition was applied with 3 fixing agents at different concentrations. They were (1) NaCl 10%, 20% and 30% wt./vol, (2) $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ 0.3%, 1.6% and 3.3% wt/vol, and, (3) a mixture of NaCl and $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ at 11:1, 5:1 and 1:1 with concentration of 10 wt./vol. The dyeing time was studied at 20, 40 and 60 minutes. The results found that color extracts were at pH 9.98 - 12.12. At 70°C for dyeing and all dyed rayon fabrics gave the same shade of color (a yellowish-brown). At ratio of 10:8:1, the highest a^* (redness) and b^* (yellowness) values were obtained at 9.53 and 18.65, respectively. For the color of the rayon fabric after dyeing with NaCl and $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ of 5:1, the lowest L^* with highest a^* and b^* values was observed. The ΔE^* and C^* values were also the highest. The optimum dyeing time with color from optimum condition was 20 minutes. Additionally, the color strength in sunlight after 20 days was at moderate level.

Key words: color fastness, extracted color, rayon fabric, betel nut, piper betel, red lime, fixing agent

บทนำ

ปัจจุบันการย้อมผ้าด้วยสีย้อมจากธรรมชาติ (natural dyes) กลับมาเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากสีสกัดจากธรรมชาติที่นำมาย้อมผ้ามักจะละลายน้ำไม่มีอันตรายทั้งกับผู้ย้อม ผู้สวมใส่ และสิ่งแวดล้อม ต่างจากสีสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเอโซ (azo) ซึ่งเป็นอันตรายทำให้เกิดการแพ้ (allergy) และเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogens) (Watters and Cantero, 1965) นอกจากนี้จะมีความเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ และสัตว์แล้ว ยังมีต้นทุนในการสังเคราะห์ที่ค่อนข้างสูง เนื่องมาจากเป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเคมี (Guesmi et al., 2013) การย้อมผ้าด้วยสีที่มาจากธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งสีสกัดที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากเนื้อไม้ เปลือกไม้ ใบ ราก และผลของพืช เช่น สีเขียวทองอ่อนได้มาจากเปลือกต้นมะพูด เปลือกผลทับทิม แก่นแลแกรวมกับต้นคราม ใบหูกวาง และผลสมอ สีแดงได้มาจาก

รากขอ แก่นฟาง ลูกคำแสด เปลือกสมอ สีครามได้มาจากต้นครามหรือต้นฮ่อม สีเหลืองได้จากแก่นแหหรือแก่นแกล แก่นขนุน แก่นของสุพรรณิการ์ ยางของต้นขงทอง สีดำได้จากผลมะเดื่อ เป็นต้น นอกจากนี้สีย้อมธรรมชาติมีบ้างที่สามารถสกัดได้จากสัตว์ เช่น ครั่ง (*Tachardia lacca* Kerr.) ซึ่งเป็นสีในกลุ่มที่ให้สีแดง การย้อมผ้าแต่ละผืนด้วยสีที่สกัดมาจากส่วนเดียวกันของพืชและสัตว์จะให้เฉดสีไม่เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้ผ้าแต่ละผืนมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง และการย้อมแต่ละครั้งจะได้สีที่ไม่สม่ำเสมอ ไม่ชัดเจน สีอ่อน เย็นตา ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งถือว่าเป็นเสน่ห์อย่างหนึ่งของผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ แต่สีย้อมธรรมชาติจะมีข้อจำกัดเรื่องการติดและความคงทนของสีบนผ้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการใช้สารผนึกสีหรือสารช่วยติด (mordant) เพื่อให้สีถูกดูดซับและยึดเกาะกับเส้นใยเพิ่มมากขึ้น นอกจากจะช่วยเพิ่มการคงทนของสีแล้ว

ยังช่วยการเปลี่ยนเจดสีด้วย (Sukonthamane, 2017) และยังพบว่า ชนิดของสารฟีนิกสีมีผลต่อความคงทนของสีที่มีต่อแสง ต่อการซัก และการฟอกขาว (Sakulborisut *et al.*, 2016) ซึ่งสารฟีนิกสีมีทั้งสารเคมีและสารจากธรรมชาติ โดยผู้วิจัยเลือกใช้เกลือแกง (NaCl) และสารส้ม ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ซึ่งหาได้ง่ายเข้ามาช่วย ปัจจุบันนอกจากจะใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้าใยธรรมชาติแล้ว ยังมีการใช้ในการย้อมผ้าใยสังเคราะห์ เช่น การใช้มันชันผงมาย้อมผ้าพอลิเอสเตอร์ (Aonfak *et al.*, 2016) ด้วย และผ้ากึ่งสังเคราะห์อีกหนึ่งชนิดที่น่าสนใจ คือ ผ้าเรยอน (rayon) หรือผ้าไหมเทียม (artificial silk) เนื่องจากโครงสร้างทางเคมียังมีความเป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์แต่นำมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปเป็นเส้นใย (regenerated cellulose) มีความสบายในการสวมใส่ และยังสามารถรับสีย้อมได้ทั้งสีสังเคราะห์และสีธรรมชาติ

การกินหมากเป็นวัฒนธรรมของคนไทยมาตั้งแต่โบราณ เริ่มจากตักปูนจากเต้าปูนป้ายไปบนใบพลู ตามด้วยหมากขึ้น จากนั้นมวนใบพลูเป็นรูปกรวยเล็กๆ นำใส่ปากเคี้ยวไปเรื่อยๆ จนหมากจืด หมครสฝาดจึงคายหมากทิ้งแล้วมวนใหม่ ซึ่งเมื่อน้ำหมากเป็นเนื้อสีจะติดแน่นชักออกยาก จึงทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะนำน้ำหมากมาย้อมผ้า โดยศึกษาการย้อมผ้าเรยอนตามระยะเวลาต่างๆ ด้วยน้ำสีที่สกัดมาจากหมาก พลู และปูนแดง โดยเติมเกลือแกง (NaCl) และสารส้ม ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ความเข้มข้นต่างๆ และทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผ้า

ผ้าเรยอนซื้อมาจากตลาดอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทำการเตรียมผ้าก่อนการทดลอง โดยการนำผ้ามาขยี้ด้วยสับซึกผ้าเบาๆ และแช่ทิ้งไว้ 18 ชั่วโมง

จากนั้นนำมาล้างสับออกด้วยน้ำสะอาด เพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับผ้า ช่วยทำให้ผ้านี้มลงทำให้ติดสีได้ง่ายขึ้น และตากให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นตัดผ้าให้มีขนาด 6×6 นิ้ว ก่อนการทดลองวัดขนาดของผ้า ชั่งน้ำหนัก และวัดค่าสีของผ้าทุกชิ้น

2. การเตรียมน้ำสีสำหรับการย้อม

ผลหมากอ่อนซื้อมาจากอำเภอถลางสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจะคัดเลือกผลหมากอ่อน โดยพิจารณาจากสีเปลือกภายนอกยังคงเป็นสีเขียว สีเปลือกได้บริเวณรอบๆ ขั้ว ยังมีสีเขียวอ่อน และเมื่อผ่าผลหมาก จะเห็นว่าเปลือกชั้นในจะมีลักษณะเป็นเส้นใยเป็นสีขาว มีความชื้น เมล็ดด้านในเนื้อนุ่ม สีน้ำตาลอ่อน และมีเส้นสีขาววาวใสแทรกอยู่ในเนื้อหมาก เมื่อใช้เล็บกดลงบนเนื้อหมาก พบว่าสามารถกดลงจนเป็นรอยได้ ปอกเปลือกออกให้เหลือเฉพาะเมล็ด ล้างและผึ่งลมให้แห้ง ส่วนใบพลู นำมาล้างด้วยน้ำสะอาดและผึ่งลมให้แห้งเช่นเดียวกัน แล้วจึงนำหมาก พลู และปูนแดง ตามอัตราส่วนที่กำหนด ($4 : 3 : 1$, $8 : 6 : 1$ และ $10 : 8 : 1$ โดยน้ำหนัก) ตำจนได้ความละเอียดระดับเดียวกับเครื่องแกงจากนั้นนำส่วนผสมที่ได้มาผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน $1 : 5$ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และแช่ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วจึงกรองเพื่อแยกกากด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำสีที่สกัดได้วัดค่าความเป็นกรด - เบส และนำไปใช้ย้อมผ้าต่อไป

3. การต้มย้อมและทดสอบผ้า

ขั้นตอนการต้มย้อม โดยนำน้ำสีที่สกัดได้ในแต่ละอัตราส่วน ต้มย้อมกับผ้าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาดและผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ซึ่งการทดลองนี้จะทำการต้มย้อมอัตราส่วนละ 4 ผืน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของหมาก พลู และปูนแดง

จากนั้นนำน้ำสีที่สกัดได้จากอัตราส่วนที่เหมาะสมต้มย้อมร่วมกับสารฟีนิกส์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ซึ่งสารฟีนิกส์ที่ใช้ ได้แก่ เกลือแกง (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี สารส้ม ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เข้มข้นร้อยละ 0.3 1.6 และ 3.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี และของผสมระหว่างเกลือแกงและสารส้ม (NaCl : $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ในอัตราส่วนโดยน้ำหนักเป็น 11 : 1 5 : 1 และ 1 : 1 โดยจะใช้ของผสมนี้เข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี เมื่อครบกำหนดเวลาในการต้มย้อม ทั้งไว้อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดและผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการต้มย้อมของน้ำสีที่สกัดได้ร่วมกับชนิดและความเข้มข้นของสารฟีนิกส์ โดยจะใช้เวลาที่ใช้ในการต้มย้อมเป็น 20 40 และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และนำผ้าที่ผ่านการต้มย้อมด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสม ตากแดดในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 น. ทุกวัน เป็นระยะเวลา 3 ช่วง คือ 1 วัน 10 วัน และ 20 วัน เพื่อศึกษาความ

คงทนของสีต่อแสงแดด ประเมินจากค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE^*)

ทุกขั้นตอนการทดลองทำการบันทึกขนาดน้ำหนัก และค่าสีของผ้าก่อนและหลังการต้มย้อมโดยวัดสีด้วยเครื่อง color reader รุ่น CR-10 ยี่ห้อ Konica Minolta โดยใช้ระบบ Commission Internationale de l'Eclairage (CIE Lab scale) โดยระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ L^* a^* b^* เป็นระบบการบรรยายสีแบบสามมิติ โดยที่แกน L^* บรรยายความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว แกน a^* บรรยายแกนสีจากสีเขียว ($-a^*$) จนถึงสีแดง ($+a^*$) และแกน b^* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$)

การหาความแตกต่างของสีจะพิจารณาจากระยะห่างของพิกัดสีนั้นๆ เช่น จุดที่ 1 วัดค่าสีได้ L_1^* a_1^* b_1^* จุดที่ 2 วัดค่าสีได้ L_2^* a_2^* b_2^* จะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมหรือค่า ΔE^* ระหว่างจุดที่ 1 และ 2 ตามสมการที่ (1) (Park, 1993; Jitphusa and Rattanankij, 2016)

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

และค่าความอิ่มตัวหรือความบริสุทธิ์ของสี (chroma, C^*) จากสมการที่ (2)

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์ความแตกต่าง (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's multiple rang test (Jitphusa and Rattanankij, 2016)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลของอัตราส่วนของน้ำสีจากสารสกัดน้ำหมาก

เมื่อวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ของน้ำสีที่สกัดได้จากหมาก พลู และปุนแดง ทั้ง 3 อัตราส่วนโดยน้ำหนัก ได้แก่ 4 : 3 : 1 8 : 6 : 1 และ 10 : 8 : 1 พบว่า

ทุกอัตราส่วนน้ำสีที่สกัดได้ให้ค่าความเป็นเบส มีค่า pH อยู่ในช่วง 9.98 - 12.12 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบส ของน้ำสีที่สกัดได้ในแต่ละอัตราส่วน

อัตราส่วนหมาก : พลู : ปูนแดง	ค่า pH
4 : 3 : 1	12.12
8 : 6 : 1	11.60
10 : 8 : 1	9.98

และเมื่อพิจารณาค่าสีของผ้าหลังการต้มย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากอัตราส่วนทั้ง 3 อัตราส่วน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) มีค่าอยู่ระหว่าง 62.54 - 70.81 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7.96 - 9.53 และ 17.41 - 18.65 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 และเนื่องจากสีของผ้าย้อมที่ได้มีเจดสีน้ำตาลเหลืองทุกอัตราส่วน ทำให้

ผู้วิจัยจึงเลือกพิจารณาอัตราส่วนที่ให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) สูงสุด เพื่อสอดคล้องกับสีของผ้าหลังย้อม และเมื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า C^* พบว่าอัตราส่วน 10 : 8 : 1 ให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และ C^* สูงสุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้อัตราส่วนดังกล่าวมาศึกษาหาชนิดและความเข้มข้นสารฟีนิกส์ที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยค่าสีของผ้าเรยอนหลังการต้มย้อมด้วยของผสมระหว่างหมาก พลู และปูนแดง

ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ของผ้า	อัตราส่วนระหว่าง หมาก : พลู : ปูนแดง			
	ก่อนย้อม	4 : 3 : 1	8 : 6 : 1	10 : 8 : 1
น้ำหนักผ้า ^{ns} (กรัม)	2.323 ± 0.049	2.290 ± 0.042	2.253 ± 0.043	2.273 ± 0.047
ความกว้างของผ้า (ซม.)	15.437 ^a ± 0.147	14.877 ^b ± 0.131	14.870 ^b ± 0.191	14.997 ^b ± 0.113
ความยาวของผ้า (ซม.)	15.306 ^a ± 0.126	14.840 ^c ± 0.181	15.146 ^{ab} ± 0.125	14.982 ^{bc} ± 0.131
L^*	91.46 ^a ± 0.35	70.81 ^b ± 0.44	62.54 ^d ± 0.41	68.43 ^c ± 0.42
a^*	-3.50 ^c ± 0.31	7.96 ^b ± 0.38	9.19 ^a ± 0.35	9.53 ^a ± 0.34
b^*	0.40 ^d ± 0.14	17.97 ^b ± 0.15	17.41 ^c ± 0.15	18.65 ^a ± 0.17
ΔE^*	-	29.72 ^c ± 0.63	36.37 ^a ± 0.72	32.49 ^b ± 0.73
C^*	-	19.66 ^b ± 0.88	19.69 ^b ± 0.84	20.95 ^a ± 0.81

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ผลของสารฟีนิกส์ชนิดต่างๆ

การใช้น้ำสีสกัดจากหมาก พลู และปูนแดงในอัตราส่วน 10 : 8 : 1 ร่วมกับสารฟีนิกส์ ได้แก่ เกลือแกง (NaCl) สารส้ม (AlK(SO₄)₂) และของผสม

ระหว่างเกลือแกงและสารส้ม (NaCl : AlK(SO₄)₂) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ผลที่ได้เป็น ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้าหลังย้อมเมื่อใช้เกลือแกง (NaCl) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

20 และ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี พบว่าทุกความเข้มข้นของเกลือแกง (NaCl) ไม่ทำให้น้ำหนักหลังการต้มย้อมเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ขนาดของผ้าแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น ค่าความสว่าง (L^*) ลดลงอยู่ในช่วง 69.45 - 72.70 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7.68 - 8.62 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ในช่วง 17.55 - 18.02 ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่งผลทำให้ค่า ΔE^* และ ค่า C^* ของทุกความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้วยเช่นกัน

ในขณะที่การใช้สารส้ม ($AlK(SO_4)_2$) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 1.6 และ 3.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี พบว่า น้ำหนักผ้าก่อนและหลังการต้มย้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง และขนาดของผ้าหลังการต้มย้อมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี พบว่าความสว่าง (L^*) ลดลงมากที่สุด ค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีค่าสูงสุด และทุกความเข้มข้นให้ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ค่า ΔE^* และ C^* ที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของผ้าเรยอนที่ใช้เกลือแกง (NaCl) เป็นสารฟอกสีชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ

ค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า	ความเข้มข้นของเกลือแกง (NaCl)			
	ก่อนย้อม	10% w/v	20% w/v	30% w/v
น้ำหนักผ้า ^{ns} (กรัม)	2.338 ± 0.070	2.280 ± 0.077	2.303 ± 0.070	2.275 ± 0.078
ความกว้างของผ้า (ซม.)	15.320 ^a ± 0.137	15.190 ^{ab} ± 0.107	14.859 ^{bc} ± 0.126	14.639 ^c ± 0.177
ความยาวของผ้า (ซม.)	15.453 ^a ± 0.118	14.632 ^c ± 0.193	15.016 ^b ± 0.179	15.085 ^b ± 0.145
L^*	91.86 ^a ± 0.55	69.58 ^b ± 0.51	72.70 ^b ± 0.54	69.45 ^b ± 0.52
a^*	-3.42 ^b ± 0.33	8.38 ^a ± 0.32	7.68 ^a ± 0.34	8.62 ^a ± 0.41
b^*	0.50 ^b ± 0.13	18.02 ^a ± 0.17	17.55 ^a ± 0.18	18.02 ^a ± 0.13
ΔE^{*ns}	-	30.36 ± 0.80	28.02 ± 0.76	31.31 ± 0.82
C^{*ns}	-	19.91 ± 0.22	19.16 ± 0.27	20.00 ± 0.20

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของผ้าเรยอนที่ใช้สารส้ม ($AlK(SO_4)_2$) เป็นสารฟอกสีที่ความเข้มข้นต่างๆ

ค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า	ความเข้มข้นของสารส้ม ($AlK(SO_4)_2$)			
	ก่อนย้อม	0.3% w/v	1.6% w/v	3.3% w/v
น้ำหนักผ้า ^{ns} (กรัม)	2.351 ± 0.049	2.245 ± 0.059	2.350 ± 0.036	2.315 ± 0.080
ความกว้างของผ้า (ซม.)	15.414 ^a ± 0.173	14.937 ^b ± 0.263	14.898 ^b ± 0.167	14.916 ^b ± 0.194
ความยาวของผ้า (ซม.) ^{ns}	15.302 ± 0.127	15.148 ± 0.121	14.999 ± 0.137	15.017 ± 0.116
L^*	92.03 ^a ± 0.50	72.95 ^b ± 0.53	68.48 ^c ± 0.59	71.02 ^b ± 0.57

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า	ความเข้มข้นของสารส้ม ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$)			
	ก่อนย้อม	0.3% w/v	1.6% w/v	3.3% w/v
a*	-3.63 ^c ± 0.26	6.70 ^b ± 0.36	8.32 ^a ± 0.34	6.95 ^b ± 0.30
b*	0.46 ^c ± 0.19	18.10 ^{ab} ± 0.23	17.62 ^b ± 0.24	18.60 ^a ± 0.22
ΔE^{*ns}	-	28.51 ± 0.72	31.40 ± 0.70	29.77 ± 0.74
C* ^{ns}	-	19.78 ± 0.23	19.51 ± 0.28	19.98 ± 0.21

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อใช้ของผสมระหว่างเกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ในอัตราส่วน 11 : 1 5 : 1 และ 1 : 1 โดยจะใช้ความเข้มข้นของผสมนี้ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี พบว่า ของผสมในอัตราส่วน 5 : 1 ให้ค่าความสว่าง (L*) ต่ำสุด ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูงสุด และยังทำให้ค่า ΔE^* มีค่าสูงที่สุดด้วย ดังแสดงในตารางที่ 5 และเมื่อพิจารณาสารพิกเมนต์ทั้ง 3 ชนิด

พบว่า การใช้ของผสมระหว่างเกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ในอัตราส่วน 5 : 1 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี จะให้ค่าความสว่าง (L*) ต่ำที่สุด ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมหรือค่า ΔE^* และค่าความอมตัวของสี (C*) สูงที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเป็นตัวแทนของสารพิกเมนต์ที่ใช้เพื่อนำไปทดสอบค่าระยะเวลาในการต้มย้อม

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของผ้าเรยอนที่ใช้อัตราส่วนระหว่างเกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เป็นสารพิกเมนต์ชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี

ค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า	อัตราส่วนระหว่างเกลือแกงและสารส้ม ($\text{NaCl} : \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี			
	ก่อนย้อม	11 : 1	5 : 1	1 : 1
น้ำหนักผ้า ^{ns} (กรัม)	2.344 ± 0.077	2.293 ± 0.088	2.273 ± 0.074	2.265 ± 0.033
ความกว้างของผ้า (ซม.)	15.278 ^a ± 0.135	14.899 ^c ± 0.154	14.930 ^{bc} ± 0.143	15.153 ^{ab} ± 0.131
ความยาวของผ้า (ซม.)	15.302 ^a ± 0.120	15.212 ^{ab} ± 0.123	14.756 ^c ± 0.185	14.864 ^{bc} ± 0.136
L*	92.17 ^a ± 0.61	74.42 ^b ± 0.57	67.40 ^c ± 0.54	73.38 ^b ± 0.68
a*	-3.62 ^d ± 0.43	6.70 ^b ± 0.42	9.20 ^a ± 0.43	5.58 ^c ± 0.38
b*	0.47 ^c ± 0.20	17.82 ^{ab} ± 0.16	18.72 ^a ± 0.18	16.48 ^b ± 0.18
ΔE^*	-	26.67 ^b ± 0.92	33.07 ^a ± 0.92	26.88 ^b ± 0.98
C* ^{ns}	-	19.05 ± 0.29	20.31 ± 0.23	17.42 ± 0.22

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการต้มย้อม

จากตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า หลังการต้มย้อมที่เวลา 20 40 และ 60 นาที พบว่า ทุกระยะเวลาที่ใช้ในการต้มย้อม ผ้าย้อมที่ได้จะมีค่า ความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่า 70.75 - 71.63 9.08 - 9.76 และ 18.78 - 19.73 ตามลำดับ ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ผลทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม (ΔE^*) และค่า

ความอิ่มตัวของสี หรือค่า C^* ทุกค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ด้วย เนื่องจากการต้มย้อมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความร้อนจะช่วยให้การแพร่ของสีเป็นไปได้ดีขึ้น ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในกระบวนการต้มย้อมผ้าเรยอน ควรเป็นระยะเวลาที่สั้นที่สุด เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานและช่วยในการประหยัดพลังงานด้วย

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยค่าสีของผ้าเรยอนหลังการต้มย้อมที่ระยะเวลาต่างๆ

ค่าเฉลี่ยต่างๆ ของผ้า	ระยะเวลาในการต้มย้อม			
	ก่อนย้อม	20 นาที	40 นาที	60 นาที
น้ำหนักผ้า ^{ns} (กรัม)	2.352 ± 0.055	2.353 ± 0.066	2.340 ± 0.081	2.373 ± 0.078
ความกว้างของผ้า (ซม.)	15.378 ^a ± 0.144	15.057 ^b ± 0.222	14.847 ^b ± 0.562	14.857 ^b ± 0.325
ความยาวของผ้า (ซม.)	15.330 ^a ± 0.194	15.000 ^a ± 0.352	15.203 ^a ± 0.326	15.147 ^a ± 0.336
L^*	92.41 ^a ± 0.23	71.63 ^b ± 0.31	70.75 ^b ± 0.38	71.28 ^b ± 0.35
a^*	-3.69 ^c ± 0.09	9.08 ^b ± 0.09	9.51 ^{ab} ± 0.09	9.76 ^a ± 0.12
b^*	0.31 ^c ± 0.12	18.78 ^b ± 0.11	19.10 ^{ab} ± 0.13	19.73 ^a ± 0.17
ΔE^{*ns}	-	30.60 ± 0.93	31.57 ± 0.98	31.70 ± 0.92
C^{*ns}	-	20.86 ± 0.27	21.33 ± 0.24	22.02 ± 0.28

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. ผลการศึกษาความคงทนของสี

เมื่อนำผ้าเรยอนที่ผ่านการต้มย้อมด้วยน้ำสี สกัดจากหมาก พลู และปูน ร่วมกับการใช้เกลือแกง (NaCl) และสารส้ม ($AlK(SO_4)_2$) เป็นสารผนึกสี ดาก

แดดในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 น. วันละ 1 ชั่วโมง ทุกวันเป็นระยะเวลา 1 วัน 10 วัน และ 20 วัน ให้ค่าสีแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสีของผ้าเรยอนหลังการต้มย้อมและตากแดดเป็นระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาที่ตากแดด (วัน)	ค่าสีของผ้าเรยอนหลังตากแดดเป็นระยะเวลาต่าง ๆ				
	L*	a*	b*	ΔE^*	C*
0	70.81 ^c ± 0.45	9.35 ^a ± 0.30	18.89 ^a ± 0.20	-	-
1	71.08 ^{bc} ± 0.51	9.23 ^a ± 0.31	18.75 ^a ± 0.21	0.33 ^c ± 0.81	20.89 ^a ± 0.19
10	73.15 ^b ± 0.49	8.02 ^{ab} ± 0.33	16.42 ^b ± 0.19	3.44 ^b ± 0.79	16.50 ^b ± 0.18
20	75.23 ^a ± 0.48	6.35 ^b ± 0.36	14.89 ^c ± 0.20	6.67 ^a ± 0.80	16.19 ^b ± 0.19

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวดังแสดงถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

พบว่า ในวันที่ 1 ค่าความสว่าง (L*) ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น และมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 10 และ 20 แสดงว่า สีที่ย้อมติดผ้าค่อยๆ ซีดจางลง ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) มีค่าลดลงแต่ยังใกล้เคียงกับวันเริ่มต้น และเมื่อพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม หรือค่า ΔE^* ระหว่างวันที่ต้มย้อมและวันที่ตากแดดวันที่ 1 วันที่ 10 และ วันที่ 20 ซึ่งจะบอกปริมาณความต่างของสี แต่ไม่ได้บอกทิศทางของสีที่เปลี่ยนแปลงไป จะเห็นได้ว่าค่า ΔE^* ในวันที่ 20 มีค่าเท่ากับ 6.67 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่าผ้าที่ย้อมที่ได้มีความคงทนต่อแสงอยู่ในระดับปานกลาง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากอะลูมิเนียม (Al^{+}) ในสารส้ม ($AlK(SO_4)_2$) เกิดพันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์กับสีและเส้นใยของผ้า (Bhattacharya and Shah, 2000) ซึ่งพันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์เป็นพันธะที่มีความแข็งแรงระดับปานกลาง ทำให้ผ้าที่ย้อมที่ได้มีความคงทนต่อแสงแดดปานกลางด้วย สอดคล้องกับงานของ Pimchan (2015) ซึ่งศึกษาความคงทนต่อแสงของกักที่ย้อมด้วยขมิ้นและฝาง โดยใช้สารส้มและโคลนเป็นการย้อมสี พบว่าหลังจากนำกักที่ผ่านการย้อมตากแดดเป็นเวลา 20 วัน ค่า ΔE^* ในวันที่ 20 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.82 - 10.14

สรุป

จากการศึกษา พบว่า ผ้าเรยอนที่ผ่านการต้มย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดมาจากหมาก พลู และปูนแดง ทุกอัตราส่วนให้ผ้าที่มีเจดสีน้ำตาลเหลืองจากสารแทนนิน (Tannin) ในหมากเหมือนกัน ซึ่งในการเลือกใช้อัตราส่วนใดที่นำไปใช้ จะพิจารณาจากค่าแสดงความเป็นสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) ที่สูงสุด เพื่อให้สอดคล้องกับเจดสีที่ปรากฏบนผ้าย้อม ดังนั้นการใช้หมาก พลู และปูนแดงในอัตราส่วน 10 : 8 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่ถูกเลือก โดยระหว่างการต้มย้อมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทำการเติมสารฟีนิกส์ คือ เกลือแกงและสารส้ม ($NaCl$: $AlK(SO_4)_2$) ในอัตราส่วน 5 : 1 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำสี ลงไปพร้อมๆ กัน พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมทั้งในด้านคุณภาพสีที่ติดบนผ้า และด้านการประหยัดพลังงานอยู่ที่ 20 นาที โดยเกลือแกง ($NaCl$) จะช่วยทำให้น้ำสีติดผ้าได้ง่ายขึ้น และสารส้ม ($AlK(SO_4)_2$) ช่วยให้อสีติดเกาะกับเส้นใยของผ้าได้ดีขึ้น ในอนาคตควรทำการศึกษาชนิดสารฟีนิกส์ที่หลากหลายและเปรียบเทียบการติดสีและความคงทนต่อการซักและแสงแดดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aonfak, K., Kanakiat, N., Uttarat, P., Pingaew, R. and Kaenthong, S. 2016. Dyeing Polyester Fabrics with Curcumin using Infrared Dyeing Machine. **Burapha Science Journal** 21(3): 23-37. (in Thai)
- Bhattacharya, S.D. and Shah, A.K. 2000. Metal Ion Effect on Dyeing of Wool Fabric with Catechu. **Coloration Technology** 116(1): 10-12.
- Guesmi, A., Naoufel, B.H., Neji, L. and Sakli, F. 2013. Sonicator Dyeing of Modified Acrylic Fabrics with Indicaxanthin Natural Dye. **Industrial Crops and Products** 42: 63-69.
- Jitphusa, A and Rattanankij, T. 2016. Process of Dyeing Chinese Silk Fabric Using Color of Water Betel Nuts. **Journal of Thai Interdisciplinary Research** 11(6): 20-26.
- Park, J. 1993. **Instrumental Colour Formulation: A Practical Guide Society of Dyers, and Colourists.** Society of Dyers and Colorists, West Yorkshire, England.
- Pimchan, P. 2015. The Enhancing Color Fastness and Color Strength of Natural Pigment for Cyperus Papyrus L. Fibril Dyeing. **Koch Cha Sarn Journal of Science** 37(2): 61-72. (in Thai)
- Sakulborisut, K., Kraisuwan, S. and Piromthamsiri, K. 2016. The Effect of Mordants on The Color Fastness of Natural Brown Colored Cotton Fabric. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)** 8(15): 1-11. (in Thai)
- Sukonthamane, P. 2017. Color of Flora. **Silpakorn University Journal** 37(3): 183-202. (in Thai)
- Watters, C. and Cantero, A. 1965. Rat Liver Parenchymal Cell Function during Azo Dye Carcinogenesis. **Cancer Research** 25(1): 67-71.