ความคงทนของสีและการต้านรังสียูวีของผ้าไหมย้อมชา
COLOUR FASTNESS AND UV PROTECTION OF SILK DYED WITH TEA

มาหามะสูไฮมี มะแซ[1] *ภัทราภา จ้อยพจน์*[1] *ภาณุมาศ ชูพูล*[2] *พรชัย ศรีสว่าง*[1] *นพรัตน์ นวลมังสอ*[1]
Mahamasuhaimi Masae[*1], *Phattharapha Joypod*[1], *Parnumart Choopool*[2], *Ponchai Srisawang*[1], *Nopparat Nualmongso*[1]

[1]*สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*
[1]*Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya.*
[2]*ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*
[2]*Department of Mining and Materials Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University.*

***Corresponding author, E-mail:** susumeme1983@yahoo.com*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อย้อมผ้าไหมด้วยชาซึ่งเป็นสีย้อมตามธรรมชาติโดยใช้สารกระตุ้นคือเหล็กคลอไรด์ ($FeCl_3$) ทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก น้ำ เหงื่อ แสง การขัดถูและการกดทับด้วยความร้อนตามมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอ (AATCC) และได้ทำการศึกษาการต้านรังสียูวีของผ้าไหมด้วยการคำนวณค่าการต้านรังสียูวี (Ultraviolet Protection Factor, UPF) องค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในสีย้อมธรรมชาติได้วิเคราะห์คุณลักษณะด้วยเทคนิคอินฟราเรด (FT-IR Spectroscopy) ลักษณะของสีผ้าที่ย้อมด้วยชามีสีน้ำตาลในขณะเดียวกันที่ใช้สารกระตุ้นที่เป็นเหล็กคลอไรด์จะมีสีดำ ผลการทดลองความคงทนของสีย้อมผ้าไหมพบว่ามีความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนต่อเหงื่อในระดับปานกลางถึงดีมาก ความคงทนต่อน้ำ แสงและการกดทับด้วยความร้อนอยู่ในระดับดีถึงดีมาก สำหรับความคงทนต่อการขัดถูอยู่ในระดับปานกลาง การต้านรังสียูวีอยู่ในระดับค่าการต้านรังสียูวีในระดับดีเยี่ยม สารที่สกัดได้จากชามีสารที่อยู่ในกลุ่มพอลิฟินอลิก (Polyphenolic) และแทนนิน (Tannin) ซึ่งชาก็เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการย้อมผ้าไหมในการผลิตสีย้อมในการย้อมผ้าอีกด้วย

คำสำคัญ: สีย้อมธรรมชาติ ความคงทนของสี ผ้าไหม การต้านรังสียูวี

Abstract

The objective of this study was dyeing of silk fabrics using tea as a natural dye with ferric chloride ($FeCl_3$) as mordant. The color fastness to washing, water, perspiration, light, crocking and hot pressing of the dyed samples was determined according to AATCC test methods. In this study the UV-protection properties were investigated on silk fabrics. Transmittance measurements were used to calculate the ultraviolet protection factor (UPF). The chemical functional groups of the dyes that were characterized by using fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). Silk fabric dyed with tea had a shade of brown, while those mordanted with ferric chloride of black color shade. Our results revealed that color fastness to washing and perspiration was fair to very good level, whereas

the color fastness to water, light and hot pressing were mostly good to very good level. However, the crocking fastness results showed fair level. The UV protection characteristics were also excellent protection. These extracts gave polyphenolic and tannin. Therefore, it was suggested that tea dye has the potential in producing functional dyes that could be imparted into the silk dyeing natural colourant system.

Keywords: Natural Dyes, Color Fastness, Silk, UV Protection.

บทนำ

ผ้าไหมมีความสวยงามมาก นอกจากตัวผ้าไหมเองแล้ว ลวดลายและสีสันยังเป็นปัจจัยที่ช่วยสร้างความสวยงามให้มากยิ่งขึ้น การอนุรักษ์ลวดลายโบราณ และนำมาประยุกต์ใช้ จึงเป็นสิ่งที่น่าจะได้รับการส่งเสริมพัฒนาเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น การเก็บรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติเพื่อการถ่ายทอดสู่คนรุ่นต่อไปจึงเป็นเรื่องที่ดีและควรให้การสนับสนุน กระบวนการย้อมผ้าได้ใช้สีย้อมที่หลากหลาย สีธรรมชาติมีความเป็นไปได้ไม่จำกัด เพราะองค์ความรู้อยู่ที่ชาวบ้านจะทดลอง ซึ่งสีที่ได้จากธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นใบไม้ต่างฤดูให้ผลแตกต่าง เป็นเรื่องที่มีความท้าทาย หลักการเดียวแต่สามารถนำวัสดุหลายอย่างมาใช้ให้เกิดสีหลากหลาย เป็นความรู้ที่ไม่ตายตัว ซึ่งมีการใช้สีย้อมจากไม้โกงกางย้อมผ้าไหม [1] การใช้ดอกไม้นานาชนิดของประเทศอิตาลีในการย้อมผ้าฝ้ายและลินิน [2] การใช้ชาดำย้อมสีผ้าขนสัตว์ [3] ในกระบวนการย้อมผ้านั้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพความคงทนของสีได้มีการเติมสารกระตุ้นต่างๆ หรือสารละลายโลหะ ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และ แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) มาย้อมสีผ้าขนสัตว์แล้วทำการทดสอบสีและความคงทนของสี และประสิทธิภาพของโลหะเหล่านี้ พบว่าการใช้เหล็กซัลเฟต ($FeSO_4$) สามารถทำให้สีติดคงทนต่อผ้าขนสัตว์ได้ดีกว่าสารกระตุ้นอื่นๆ [3] และสารกระตุ้นในกลุ่มเหล็ก (Fe) มีผลต่อการต้านรังสียูวีได้ดีอีกด้วย [4] อีกทั้งยังมีนักวิจัยศึกษาการย้อมผ้าฝ้ายและลินินทดสอบองค์ประกอบทางเคมีในพืชด้วยกระบวนการวิเคราะห์กลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ด้วยเทคนิค (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) และทดสอบการป้องกันรังสียูวีซึ่งผ้าที่ทำการย้อมจากพืชดังกล่าวสามารถป้องกันรังสียูวี (Ultra Violet Protection Factor, UPF) ได้ในระดับ 10-15 ซึ่งอยู่ในช่วงการต้านรังสีที่ค่อนข้างต่ำ [2] ซึ่งในปัจจุบันปัญหาโลกร้อนเป็นสิ่งที่ทุกคนตระหนักโลกของเราร้อนกว่าที่เคยเป็นมาเมื่อเทียบกับในอดีตเนื่องจากการดำรงชีวิตของมนุษย์และการใช้ทรัพยากรต่างๆ ซึ่งแสงแดดก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งของผิวหนังที่เกิดจากแสงเช่นมะเร็งผิวหนัง ผิวหนังโดนแดดเผา เป็นต้น เนื่องจากภูมิคุ้มกันถูกแสงยูวีทำลาย ซึ่งสเปกตรัมและความยาวคลื่นของแสงยูวีอยู่ในช่วง 200-400 นาโนเมตร แบ่งออกได้ดังนี้คือ

UV-A เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 320-400 nm

UV-B เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 280-320 nm

UV-C เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 200-280 nm

ซึ่งแสง UV-C ได้ถูกดูดกลืนอย่างสมบูรณ์โดยโอโซนในชั้นบรรยากาศเป็นรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด และไม่สามารถทะลุผ่านชั้นโอโซนในบรรยากาศลงมาสู่ผิวโลกได้ ทำให้ไม่มีผลต่อการทำอันตรายต่อมนุษย์ สำหรับแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นของแสง UV-B เป็น

สาเหตุให้เกิดการเกรียมแดด เป็นฝ้า และแห้งกร้านซึ่งอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ สำหรับ UV-A สามารถลอดผ่านกระจก และเมฆเข้าถึงชั้นผิวโดยจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างเมลานินทำให้ผิวคล้ำแดดแต่ไม่มีอาการแสบและเป็นสาเหตุให้เกิดรอยเหี่ยวย่น มีนักวิจัยหลายคนได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการต้านรังสียูวีในผ้าซึ่งได้แก่ องค์ประกอบของผ้า โครงสร้างของผ้า การบิดของเส้นใย ความหนา น้ำหนัก การเปียก ความชื้น การคลายตัว สารเคมีและสารเติมรวมทั้งสีของผ้า [5] อีกทั้งยังยังมีการย้อมผ้าด้วยพืชต่างๆ และได้ศึกษาการต้านรังสียูวีได้ถึงร้อยละ 20-35 เนื่องจากในพืชเหล่านั้นประกอบด้วยสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic Compounds) [2] สำหรับงานวิจัยที่พบองค์ประกอบของสารแคเทชินในชาสามารถรักษาอาการอักเสบในช่องปากได้เนื่องจากสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและสามารถผลิตเป็นยาปฏิชีวนะได้ ในชามีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ คาเทชิน ที่อยู่ในชาเขียวนั้น ประกอบไปด้วย เอพิแกลโลคาเทชิน-3-แกลเลท (Epigallocatechin-3-gallate(EGCG)), เอพิคาเทชิน-3-แกลเลท (Epicatechin-3-gallate), เอพิคาเทชิน (Epicatechin), เอพิแกลโลคาเทชิน (Epigallocatechin), แกลโลคาเทชินแกลเลท (Gallocatechin gallate) และ คาเทชิน (Catechin) ในทั้งหมดนี้ สารที่มีมากที่สุดก็คือ เอพิแกลโลคาเทชิน-3-แกลเลท (Epigallocatechin-3-gallate) หรือ อี จี ซี จี (EGCG) [6] อีกทั้งยังได้มีการศึกษาการสกัดชาเขียวซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีคือพอลิฟีนอล (Polyphenols) คาเทชิน (Catechins) เอพิแกลโลคาเทชินแกลเลท (EGCG) เอพิแกลโลคาเทชิน (Epigallocatechin) เอพิคาเทชิน (Epicatechin) ซึ่งสามารถเป็นผลิตเป็นยาปฏิชีวนะในการรักษาทางด้านช่องปากและทันตกรรมได้ [7] สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของชาดำในส่วนของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ฟีนอลิก (Phenolic) และสารให้สี(*Camellia sinensis* L.) ซึ่งจะพบสารอัลคาลอยด์ (Alkaloids) และกลุ่มฟีนอลิก 35 ชนิด [8] ยังได้มีการศึกษาการเติมชาดำลงไปในขนมปังพื้นเมืองของประเทศจีนในการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย [9] และได้มีการศึกษากระบวนการผลิตชาดำในรูปแบบต่างๆ และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่ระเหยของชาดำซึ่งมีสารที่ระเหย ได้แก่ 8 ชนิดแอลดีไฮด์ (Aldehydes) 10 ชนิดแอลกอออล์ (Alcohols) 9 ชนิดคีโตน Ketones) 5 ชนิดเอสเทอร์ (Esters) 8 ชนิดกรด (Acids) และ 10 ชนิดเทอร์พีนหรือเทอร์ฟีนอยด์ (Terpenes/Terpenoids) 10 ชนิดฟูแรนหรือฟูราโนน (Furans/Furanones) 2 ชนิดไพโรล (Pyrroles) และ 1 ชนิดสารอื่นๆ [10] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงผ้าไหมย้อมด้วยสีชาซึ่งเป็นสีย้อมจากธรรมชาติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและศึกษาความคงทนของสีและการต้านรังสียูวี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคงทนของสีชาย้อมผ้าไหมและผ้าไหมย้อมชาผสมเหล็กคลอไรด์
2. เพื่อศึกษาการต้านรังสียูวีของผ้าไหมย้อมด้วยชาและผ้าไหมย้อมชาผสมเหล็กคลอไรด์
3. เพื่อให้ได้ผ้าไหมที่มีการย้อมจากสีจากชาที่เป็นมิตรต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี

- ผ้าไหมจากตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- เหล็กคลอไรด์ ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)
- ผงชาดำซื้อในจังหวัดสงขลา
- แท่นให้ความร้อน (Hot plate)
- น้ำ
- เครื่องหาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) รุ่น Bruker EQUINOX 55
- เครื่องวัดการต้านรังสียูวีและความยาวคลื่นรุ่น Genesys 10S UV-vis Spectrophotometer

วิธีดำเนินการการวิจัย

สำหรับการย้อมผ้าไหมในครั้งนี้มีอัตราส่วนผงชาดำต่อน้ำ 1:40 โดยน้ำหนัก ต้มที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 60 นาที ได้เป็นน้ำชาสกัด นำผ้าไหมไปล้างน้ำสะอาดแล้วนำไปผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นนำผ้าไหมย้อมด้วยชาในอัตราส่วนผ้าไหม:น้ำชาสกัด:สารกระตุ้น:น้ำ เท่ากับ 0.50:1.00:0.04:40.00 โดยน้ำหนัก ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้สารกระตุ้นคือ เหล็กคลอไรด์ ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) โดยทำการย้อมผ้าไหมพร้อมสารกระตุ้น (Meta Mordanting) และนำสารละลายที่สกัดได้หาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีและความยาวคลื่นของแสงที่สีย้อมดูดซับด้วยเครื่อง FTIR และ UV-vis Spectrometer ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักแสง ขัดถู เหงื่อ และการกดทับด้วยความร้อน ตามมาตรฐานทดสอบสิ่งทอคือ AATCC Test Method 61-2010, AATCC Test Method 16-2004 Option 3, AATCC Test Method 18-2007, AATCC Test Method 15-2009, and AATCC Test Method 107-2009 ตามลำดับ ซึ่งระดับความคงทนสีได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับค่าความคงทนของสี

สีเปลี่ยนจากเดิม		สีตกติด	
ระดับ	หมายถึง	ระดับ	หมายถึง
5	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี	5	ไม่มีการตกติดของสี
4	สีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย	4	สีตกติดเล็กน้อย
3	สีเปลี่ยนแปลงพอสังเกตได้	3	สีตกติดพอสังเกตได้
2	สีเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก	2	สีตกติดค่อนข้างมาก
1	สีเปลี่ยนแปลงมาก	1	สีตกติดมาก

และทำการทดสอบการต้านรังสียูวีของผ้าไหมด้วยมาตรฐาน (AATCC Test Method 183-2004) ดังสมการที่ (1)

$$UPF = \frac{\sum_{280}^{400} E_\lambda S_\lambda \Delta_\lambda}{\sum_{280}^{400} E_\lambda S_\lambda T_\lambda \Delta_\lambda} \qquad (1)$$

เมื่อ:

E_λ ค่าความเข้มรังสีที่มีผลกระทบต่อผิวหนังมนุษย์

S_λ ความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์

T_λ ค่าการส่องผ่านของแสงผ่านชิ้นตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้

Δ_λ ความยาวคลื่นที่ใช้ทดสอบ, nm

สำหรับค่า UPF จะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการป้องกันแสงแดดของวัสดุสิ่งทอ โดยบอกเป็นอัตราส่วนของปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่สัมผัสผิวเมื่อมีผ้าทดสอบป้องกันอยู่ต่อปริมาณรังสีที่สัมผัสผิวเมื่อไม่มีผ้าทดสอบ (ปริมาณรังสีได้จากการคำนวณ) ซึ่งการกำหนดค่าความสามารถในการป้องกันรังสีเป็น UPF ดังตารางที่ 2 สำหรับผลการทดสอบการต้านรังสียูวีได้ใช้ตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง

ตารางที่ 2 ระดับค่า UPF ในการป้องกันรังสียูวี

ช่วงค่า UPF	ระดับการป้องกันรังสียูวี	เปอร์เซนต์การส่องผ่านของรังสีอัลตร้าไวโอเลตบี
<15	มีความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้น้อย (ปริมาณรังสีที่ป้องกันได้อยู่ต่ำกว่า 93.3%)	>6.7
15-24	มีความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดี (ปริมาณรังสีที่ป้องกันได้อยู่ในช่วง 93.3-95.9 %)	6.7-4.2
25-39	มีความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีมาก (ปริมาณรังสีที่ป้องกันได้อยู่ในช่วง 96.0-97.4%)	4.1-2.6
40-50, 50+	มีความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้สูงสุด	≤2.5

ที่มา: Daniele, Grifoni. Laura, Bacci. Sara Di, Lonardo. Patrizia, Pinelli. Arianna, Scardigli. Francesca, Camilli. Francesco, Sabatini. Gaetano, Zipoli. Annalisa, Romani. (2014). UV protective properties of cotton and flax fabrics dyed with multifunctional plant extracts. Dyes Pigments. pp. 89-96.

ผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพและความคงทนของสี

ลักษณะสีผ้าที่ได้จากการมองด้วยตาเปล่าจะเห็นได้ว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยชาจะมีสีเป็นสีน้ำตาลและผ้าไหมที่ย้อมด้วยชาผสมด้วยเหล็กคลอไรด์จะมีสีน้ำตาลเข้มออกสีเทา สำหรับผลการทดสอบการซักแล้วสีของผ้าไหมจะมีลักษณะสีซีดจางจากเดิม (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 ลักษณะสีผ้าไหมย้อมด้วยชา

ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักสีเปลี่ยนจากเดิมในระดับ 3.0-3.5 คือสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนเกือบเปลี่ยนแปลงพอสังเกตได้ สำหรับความคงทนของสีในการตกติดผ้าขาวอยู่ในช่วง 3.5-4.5 การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อเปลี่ยนจากเดิมในระดับ 4.0-4.5 คือสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับความคงทนของสีในการตกติดผ้าขาวอยู่ในช่วง 3.0-3.5 การทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำเปลี่ยนจากเดิมในระดับ 4.5 คือสีเปลี่ยนแปลงเล็ก

น้อยจนเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับความคงทนของสีในการตกติดผ้าขาวอยู่ในช่วง 2.5-4.0 ซึ่งสีจะตกใส่ผ้าที่เป็นไนลอนมากกว่าผ้าชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 3) สำหรับความคงทนของสีต่อแสงที่ 20 ชั่วโมงและ 40 ชั่วโมง จะทนต่อแสงในระดับ 4.5-5.0 และ 4.0-4.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สำหรับค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูของผ้าไหมที่สภาวะแห้งและเปียกจะทนต่อการขัดถูในระดับ 3.0-3.5 และ 3.0-3.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) สำหรับผ้าไหมย้อมชามีความคงทนต่อการกดทับด้วยความร้อนที่สภาวะแห้งในระดับ 4.5 ที่สภาวะชื้นและเปียกอยู่ในระดับ 3.5-4.5 (ตารางที่ 6) การเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นนั้นอาจจะเกิดขึ้นจาก (1) การแตกตัวของโมเลกุลในสีย้อมกลุ่มไฮดรอกซิลภายใต้สภาวะการทดสอบในสารละลายที่เป็นด่างที่ใช้ผงซักฟอกในการทดสอบ [11] (2) การสลายตัวของสารประกอบในสีย้อม [12] เนื่องจากประสิทธิภาพของเหล็กคลอไรด์ที่ใช้เป็นสารกระตุ้นในครั้งนี้ พิจารณาจากเลขโคออดิเนชันโดยเลขโคออดิเนชันของเหล็กมีค่าเท่ากับ 6 โดยบางตำแหน่งที่ยังว่างอยู่จะทำปฏิกิริยาจับกับเส้นใยและกลุ่มอะมิโนที่มีในชาทำให้อยู่ในรูปโลหะที่จับตัวกับเส้นใยและสีย้อม การยึดจับกันที่แข็งแรงส่งผลต่อการจับตัวกันของโลหะกับเส้นใยและสีย้อม ส่งผลให้เส้นใยไหมติดสีคงทน [3]

ตารางที่ 3 ความคงทนของสีต่อการซัก ต่อเหงื่อและต่อน้ำ

ผลการทดลอง	ความคงทนของสี					
	ต่อการซัก		ต่อเหงื่อ		ต่อน้ำ	
การย้อมผ้าไหม	ชา	ชาผสมเหล็ก	ชา	ชาผสมเหล็ก	ชา	ชาผสมเหล็ก
สีเปลี่ยนจากเดิม (ระดับ)	3.5	3.0	4.0	4.5	4.5	4.5
สีตกติดผ้าขาว (ระดับ)						
ผ้าอะซีเตต (Acetate)	4.5	4.5	3.5	3.5	4.0	4.0
ผ้าฝ้าย (Cotton)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
ผ้าไนลอน (Nylon)	4.5	4.5	3.5	3.5	2.5	2.5
ผ้าไหม (Silk)	4.5	4.5	3.0	3.0	3.5	3.5
ผ้าสังเคราะห์ (Viscose Rayon)	4.0	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0
ผ้าขนสัตว์ (Wool)	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0

ตารางที่ 4 ความคงทนของสีต่อแสง

ความคงทนของสีต่อแสง	ผลการทดลอง	
การย้อมผ้าไหม	ชา	ชาผสมเหล็ก
สีเปลี่ยนจากเดิม (ระดับ)		
- 20 ชั่วโมง	4.5	5.0
- 40 ชั่วโมง	4.0	4.5

ตารางที่ 5 ความคงทนของสีต่อการขัดถู

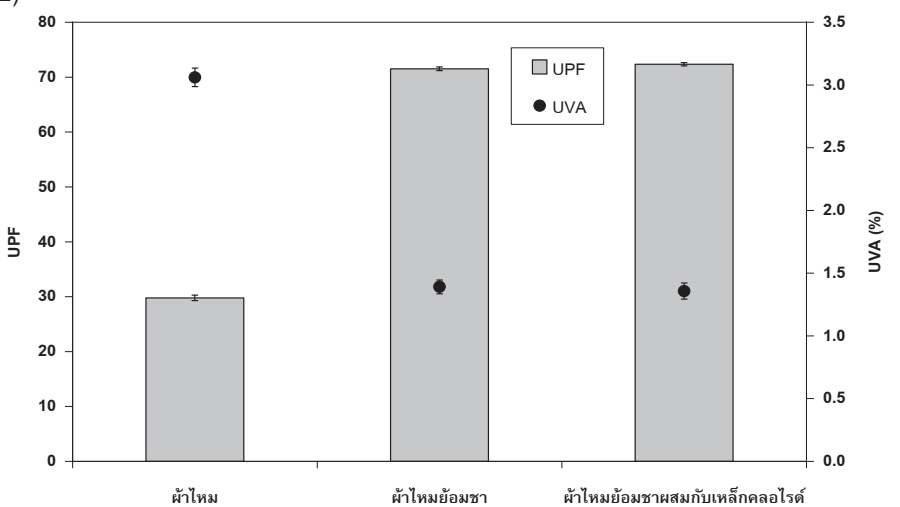
ความคงทนของสีต่อการขัดถู	ผลการทดลอง	
การย้อมผ้าไหม	**ชา**	**ชาผสมเหล็ก**
สีตกติดผ้าขาวสภาพแห้ง (ระดับ)	3.5	3.0
สีตกติดผ้าขาวสภาพเปียก (ระดับ)	3.5	3.0

ตารางที่ 6 ความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน

ความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน	ผลการทดลอง	
การย้อมผ้าไหม	**ชา**	**ชาผสมเหล็ก**
แบบแห้ง(ระดับ)		
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังจากทดสอบทันที	4.5	4.5
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังปรับสภาวะ	4.5	4.5
สีตกติดผ้าขาว	4.5	4.5
แบบชื้น(ระดับ)		
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังจากทดสอบทันที	4.5	4.5
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังปรับสภาวะ	4.5	4.5
สีตกติดผ้าขาว	4.0	4.0
แบบเปียก(ระดับ)		
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังจากทดสอบทันที	4.5	4.5
สีเปลี่ยนจากเดิมหลังปรับสภาวะ	4.5	4.5
สีตกติดผ้าขาว	4.0	4.0

การต้านรังสียูวี

จากผลการทดลองวัดค่าการต้านรังสียูวี (Ultra Violet Protection Factor, UPF) พบว่าผ้าไหม ผ้าไหมย้อมชา และผ้าไหมย้อมด้วยชาผสมเหล็กคลอไรด์ มีค่าการต้านรังสียูวีคือ 29, 71 และ 72 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

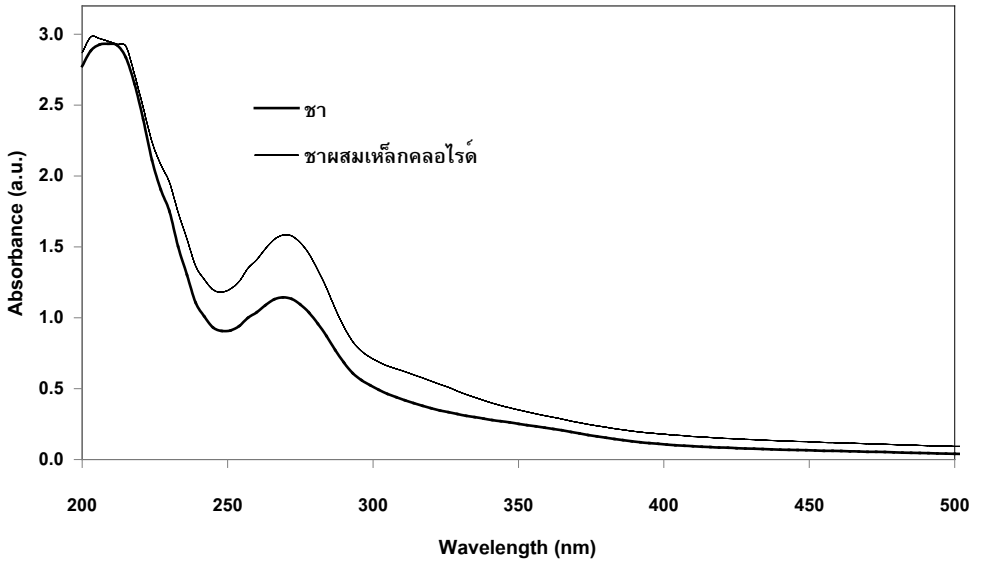


ภาพที่ 2 ผลการต้านรังสียูวี

ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบของผ้าไหมย้อมชามีค่ามากกว่า 50 เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้สูงสุด สำหรับค่าของยูวีเอ (UVA) นั้นตามมาตรฐานยุโรป (The European Standard for Sun Protective Clothing) ถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่า 5% เป็นผ้าที่สามารถต้านรังสียูวีได้ดีและสอดคล้องกับมาตรฐานจีน (The Chinese National Standard GB/T18830-2002) [2] สำหรับสีย้อมที่มีความสามารถในการต้านรังสียูวีได้นั้นเนื่องจากในชานั้นมีส่วนผสมของกรดกอลลิก ซึ่งเป็นส่วนประกอบของแทนนิน (Tannin) และเป็นองค์ประกอบหลักของกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารประกอบกลุ่มพอลิฟีนอลและสารแทนนินในเส้นใย ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงช่วงรังสีอัตราไวโอเลต รังสีชนิดนี้มีคลื่นสั้นและพลังงานสูง เป็นตัวกระตุ้นให้สารเหล่านี้ดูดกลืน และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน โดยอาศัยหลักการทำงานคือจับกับเรดิเคิล หรือออกซิเจน และกระจายรังสีที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าออกมาแทน [2, 4] ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่ในชาที่ใช้ในการย้อมผ้าไหม

ผลการวิเคราะห์สีย้อมด้วยเครื่อง UV-vis

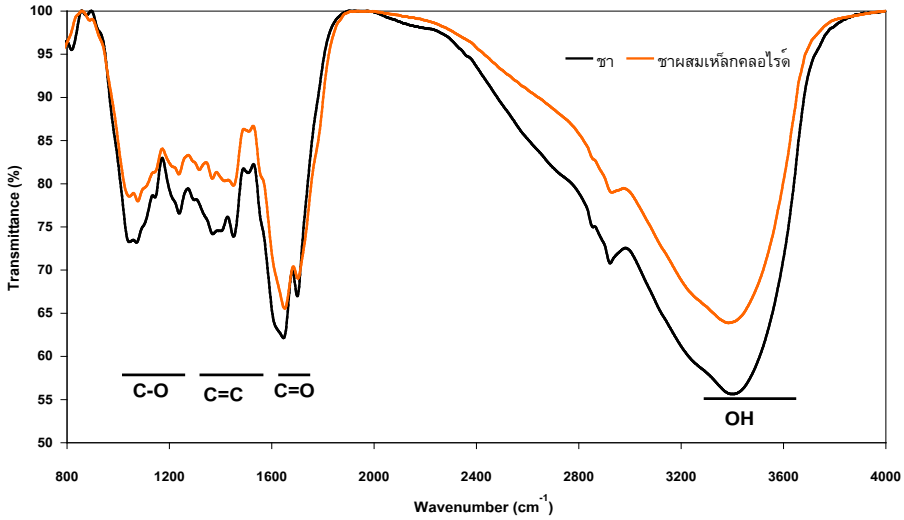
ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-vis แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) และค่าความยาวคลื่น (Wavelength) จะเห็นได้ว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายย้อมผ้าไหมที่เป็นชาและชาผสมกับเหล็กคลอไรด์จะมีสเปกตรัมที่ความยาวคลื่น 272 นาโนเมตร (ภาพที่ 3) ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงในช่วง 250-350 นาโนเมตร จะเป็นช่วงที่แสดงถึงสารละลายสีน้ำตาลที่เป็นสารในกลุ่มพอลิฟีนอล (Polyphenol) ออกซิเดชันกับแคทีชิน (Catechin) ในชา จากผลการทดลองพบว่าค่าการดูดกลืน (Absorbance) ของสารละลายชาผสมเหล็กคลอไรด์ที่มีค่ามากกว่าของสารละลายชาอาจเป็นเพราะมีค่าความเป็นกรดมากกว่า (Lower pH) [13] อีกทั้งยังในชาที่อุดมไปด้วยสารแทนนินอีกด้วย [3] จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบมีอยู่ในชาสามารถป้องกันรังสียูวีได้ ซึ่งสอดคล้องกับความยาวคลื่นที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้



ภาพที่ 3 การดูดกลืนสเปกตราของสารละลายย้อมผ้าไหมและภาพแทรกเป็นสูตรโครงสร้างของกรดกอลลิก

ผลการวิเคราะห์สีย้อมด้วยเครื่อง FT-IR

จากผลการทดลองพบว่าสีย้อมผ้าไหมที่เป็นชาและชาผสมเหล็กคลอไรด์ (ภาพที่ 4) เส้นสเปกตราการสั่นในช่วงความยาวคลื่นที่ 1000-1300 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของแอลกอฮอล์และอีเทอร์ (C-O) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 1350-1480 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของแอลเคน (-C-H) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 1670-1820 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของเอสเทอร์และคาร์บอนิล (C=O) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 1400-1600 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนโซ่ปิด (C=C) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 2850-3000 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของแอลเคน (C-H) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 3000-3100 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนโซ่ปิด (C-H) ในช่วงความยาวคลื่นที่ 3200-3600 cm^{-1} แสดงถึงองค์ประกอบของไฮดรอกซิล (O-H) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FTIR ข้างต้นได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ramos ที่เป็นองค์ประกอบหลักในชา [13] จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงสารแคทีชินและสารจำพวกพอลิฟีนอลที่พบมากในชาที่มีผลต่อการต้านรังสียูวีได้ดีนั่นเอง



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วย FTIR ของสีย้อมผ้าไหม

สรุปและอภิปรายผล

สามารถนำชามาย้อมผ้าไหมซึ่งเป็นสีย้อมที่ได้จากธรรมชาติและการใช้เหล็กคลอไรด์ส่งผลต่อลักษณะของสีจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและการใช้ชาและชาผสมเหล็กคลอไรด์มาย้อมผ้าไหมมีความคงทนของสีต่อการซักและเหงื่ออยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก ความคงทนของสีต่อน้ำ แสงและการกดทับด้วยความร้อนอยู่ในระดับดีถึงดีมากในขณะที่ความคงทนของสีต่อการขัดถูอยู่ในระดับปานกลาง ผลการต้านรังสียูวีอยู่ในระดับดีเยี่ยมซึ่งเป็นผลมาจากในชามีสารประกอบกลุ่มพอลิฟีนอลและสารแทนนินในเส้นใยทำหน้าที่ดูดกลืนแสงช่วงรังสีอัตราไวโอเลต อย่างไรก็ตามการใช้ชาในการย้อมผ้าไหมในครั้งนี้สีที่ติดผ้าไหมเป็นสีที่ไม่สดใส งานวิจัยนี้มีจุดเด่นของผ้าไหมคือสามารถต้านรังสียูวีได้เป็นอย่างดีเหมาะที่จะนำผ้าไหมสวมใส่ในทุกโอกาสเพื่อป้องกันรังสียูวีได้ ซึ่งการนำชามาย้อมผ้าไหมเป็นหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ประกอบการในการย้อมผ้าไหมเพื่อให้ได้สีย้อมที่เป็นมิตรกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ฝ่ายวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

[1] Nattaya, Punrattanasin. Monthon, Nakpathom. Buppha, Somboon, Nootsara, Narumol, Nattadon, Rungruangkitkrai. Rattanaphol, Mongkholrattanasit. (2013, April). Silk dyeing with natural dye from mangrove bark (*Rhizophora apiculata* Blume) extract. *Industrial Crops and Products.* 49: 122–129.

[2] Daniele, Grifoni. Laura, Bacci. Sara Di, Lonardo. Patrizia, Pinelli. Arianna, Scardigli. Francesca, Camilli. Francesco, Sabatini. Gaetano, Zipoli. Annalisa, Romani. (2014, February). UV protective properties of cotton and flax fabrics dyed with multifunctional plant extracts. *Dyes Pigments*. 105: 89-96.

[3] Arsheen, Moiz. Aleem, Ahmed. Naheed, Kausar. Kamran, Ahmed. Munnaza, Sohail. (2010, January). Study the effect of metal ion on wool fabric dyeing with tea as natural dye. *Journal of Saudi Chemical Society*. 14: 69–76.

[4] Feng, XX. Zhang, LL. Chen, JY. Zhang, JC. (2006, January). New insights into solar UV-protective properties of natural dye. *Journal of Cleaner Production.* 15: 366-372.

[5] Kan, C. W. (2014, May). A Study on Ultraviolet Protection of 100% Cotton Knitted Fabric: Effect of Fabric Parameters. *The Scientific World Journal.* 2014: 1-10.

[6] Ali, Rashidinejad. E. John, Birch. David, W. Everett. (2016, February). Antioxidant activity and recovery of green tea catechins in full-fat cheese following gastrointestinal simulated digestion. *Journal of Food Composition and Analysis*. 48: 13-24.

[7] Jade, Fournier-Larente. Marie-Pierre, Morin. Daniel, Grenier. (2016, January). Green tea catechins potentiate the effect of antibiotics and modulate adherence and gene expression in Porphyromonas gingivalis. *Archives of Oral Biology*. 65: 35-43.

[8] Hasim, Kelebek. (2016, February). LC-DAD–ESI-MS/MS characterization of phenolic constituents in Turkish black tea: Effect of infusion time and temperature. *Food Chemistry*. 204: 227-238.

[9] Fan, Zhu. Ratchaneekorn, Sakulnak., Sunan, Wang. (2015, August). Effect of black tea on antioxidant, textural, and sensory properties of Chinese steamed bread. *Food Chemistry*. 194: 1217-1223.

[10] Vilma, Kraujalyte. Ebru, Pelvan. Cesarettin, Alasalvar. (2015, August). Volatile compounds and sensory characteristics of various instant teas produced from black tea. *Food Chemistry*. 194: 864-872.

[11] Riikka, Räisänen. Pirkko, Nousiainen. Paavo, Hynninen. (2002, November). Dermorubin and 5-chlorodermorubin natural anthraquinone carboxylic acids as dyes for wool. *Textile Research Journal*. 72(11): 973–976.

[12] Jothi, D. (2008, June). Extraction of natural dyes from African marigold flower (Tageteserecta L.) for textile coloration. *Autex Research Journal*. 8(2): 49–53.

[13] Ramos-Tejada, M.M. Dura´n, J.D.G. Ontiveros-Ortega, A. Espinosa-Jimenez, M. Perea-Carpio, R. Chibowski, E. (2001, August). Investigation of alumina /(+)-catechin system properties. Part I: a study of the system by FTIR-UV–Vis spectroscopy. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 24 (2002): 297–308.