การย้อมสีธรรมชาติจากขมิ้นของฝ้ายที่ได้รับปรับปรุงด้วยกรดซิตริก

รัชฎาภรณ์ กันยาประสิทธิ์[1], สุธิดา เกิดเทวา[1], ธนัชพร บัวหลวง[1], จันทรา ดารา[1] และอดิศักดิ์ จตุรพิรีย์[1,2*]

[1]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[2]ศูนย์วิจัยวัสดุธรรมชาติและผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*adisak@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

โดยปกติแล้วสีย้อมธรรมชาติไม่สามารถย้อมติดได้ดีกับผ้าฝ้าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับสภาพผ้าเพื่อช่วยในการติดสีในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำผ้าฝ้ายมาปรับสภาพด้วยการทำปฏิกิริยากับกรดซิตริกเพื่อให้มีหมู่คาร์บอกซิลิกบนผิวของผ้าฝ้าย โดยหมู่ฟังก์ชั่นที่เกิดขึ้นได้รับการยืนยันด้วย FTIR หลังจากนั้นฝ้ายที่ปรับปรุงนี้จะถูกนำไปย้อมสีจากขมิ้นแล้วจะถูกนำไปทำการวัดค่าสีในระบบ CIELAB โดยใช้ค่า L* a* b* และ K/S เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่าฝ้ายที่ปรับปรุงนี้สามารถเพิ่มความสามารถในการย้อมสีได้

คำสำคัญ: สีย้อมธรรมชาติ ขมิ้น ผ้าฝ้ายปรับปรุง กรดซิตริก

Natural Dye from Turmeric of Cotton Fabric Modified with Citric Acid

Ratchadaporn Kanyaprasit[1], Suthida Koedthawa[1], Thanatchaphorn Bualuang[1], Jantra Dara[1] and Adisak Jaturapiree[1,2*]

[1]Department of chemistry, Faculty of science and technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
[2]Research Center of Natural Materials and Natural Products, Nakhon Pathom Rajabhat University
*adisak@webmail.npru.ac.th

Abstract

Natural dyes generally have low affinity for cotton and hence, fabric need a treatment process to enhance the dye attachment. In this research, cotton was modified by reaction with citric acid in order to achieve carboxylic acid group content on the cellulose surface. The structure of modified cellulose was confirmed by FTIR. Modified cotton was then dyed with turmeric. The color strength values (K/S) and CIELAB color parameters (L*, a*, b*) of dyed fabric were investigated. It was showed that the modified cotton enhances dyeability as compare with unmodified cotton.

Keywords: Natural Dye, Turmeric, Modified Cotton, Citric Acid

1. บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากซึ่งการเพิ่มขึ้นในใช้งานสีย้อมสังเคราะห์ก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่ได้รับความกังวลเป็นอย่างมากเนื่องจากมีผลกระทบทั้งที่เป็นสุขภาพและสิ่งแวดล้อม[1] การใช้สีย้อมธรรมชาติก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าวลง โดยปกติแล้วสีย้อมธรรมชาตินั้นสามารถสกัดได้ทั้งจากพืชและสัตว์ แต่การสกัดสีย้อมจากพืชจะได้รับความนิยมมากว่าซึ่งการสกัดสีย้อมจากพืชนี้สามารถสกัดได้จากในส่วนของราก แก่น ใบ และดอก เมื่อเปรียบเทียบสีย้อมธรรมชาติและสีย้อมสังเคราะห์ พบว่าผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติแล้วนอกจากจะมีความเป็นพิษน้อยกว่าแล้วยังมีสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียและต้านรังสียูวีได้ดี [2]

การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาตินั้นสามารถย้อมกับผ้าได้หลายชนิดแต่ที่นิยมจะเป็นผ้าที่ได้จากผ้าธรรมชาติได้แก่ ผ้าไหมและผ้าฝ้าย แต่การย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจะมีข้อเสียอยู่ตรงที่การติดสีจะน้อย ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นการใช้สารช่วยย้อม และการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของผ้า ในงานวิจัยนี้จะพยายามการเพิ่มติดสีด้วยการปรับปรุงโครงสร้างทางเคมีของผ้าด้วยนำไปทำปฏิกิริยากับกรดซิตริก (กรดซิตริก) เนื่องจากกรดซิตริกนี้เป็นกรดที่มีราคาถูกเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [3] ในงานวิจัยนี้จะนำผ้าฝ้ายมาทำปฏิกิริยากับกรดซิตริกหลังจากนั้นจะถูกนำไปย้อมสีด้วยสีจากขมิ้น โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิค FTIR ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผ้าฝ้ายหลังจากทำปฏิกิริยากับกรดซิตริก และใช้ ค่า K/S และ CIE L*a*b* ในการศึกษาเปรียบเทียบการติดสีและเฉดสีที่เกิดขึ้นหลังจากการย้อม

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมผ้าฝ้าย

ชั่งผ้าฝ้าย 100 g ใส่โซเดียมคาร์บอเนต 1 g น้ำ 1000 mL และ Aminon 10 g ต้มที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และคนผ้าเป็นระยะ จากนั้นล้างผ้าฝายด้วยน้ำสะอาดจน pH ของผ้าฝ้ายเท่ากับ pH7 นำมาตากที่อุณหภูมิห้องให้แห้ง ตัดผ้าฝ้ายให้มีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 5x5 นิ้ว

2.2 การปรับสภาพผ้าด้วยกรดซิตริก

สำหรับการเตรียมความเข้มข้น 1 M ชั่ง กรดซิตริก 38 g เติมน้ำและปรับปริมาตรน้ำให้ได้ 200 mL ส่วนการเตรียมความเข้มข้น 0.5 M ชั่ง กรดซิตริก 38 g เติมน้ำและปรับปริมาตรน้ำให้ได้ 200 mL หลังจากนั้นตวงสารละลายกรดซิตริกที่ได้ 100 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml นำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้มาแช่ในสารละลายกรดซิตริกดังกล่าว เป็นเวลา 30 นาที นำเข้าเครื่อง Water bath ที่มีอุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำผ้าฝ้ายที่ได้จากการแช่กรดซิตริก, เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน และปรับอุณหภูมิเป็น 120 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำผ้าฝ้ายที่แห้งแล้วไปล้างด้วยน้ำกลั่นจนค่า pH ของผ้าฝ้ายเท่ากับ pH7 จากนั้นนำมาตากที่อุณหภูมิห้องจนแห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชั่น ด้วยเครื่อง Fourier-transform infrared spectroscopy (Thermo Fisher Scientific, Nicolet Is 5)

2.3 การย้อมสี

ตวงสารละลายสีย้อม 100 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml นำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้มาย้อมในสารละลายสีย้อมที่เตรียมไว้ นำเข้าเครื่อง Water bath ที่มีอุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 4. นำผ้าฝ้ายที่ได้จากการย้อมตากไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง นำผ้าฝ้ายที่แห้งแล้วไปวัดค่าความเข้มสี (K/S) และ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสีแบบตั้งโต๊ะ (Hunterlab, Ultrascan VIS-1999)

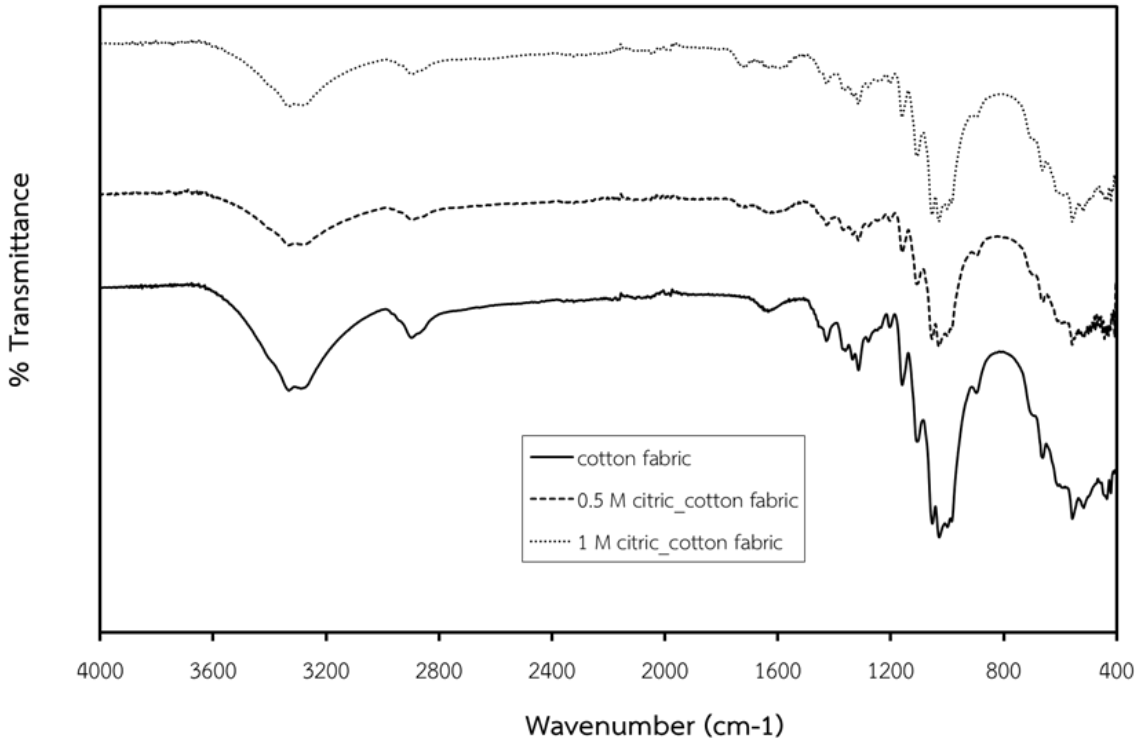
3. ผลการวิจัย

3.1 การปรับสภาพผ้า

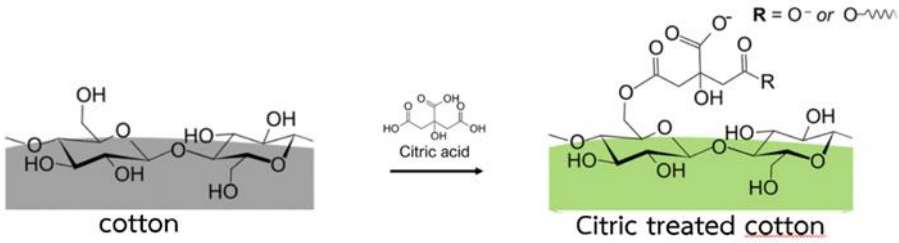
งานวิจัยนี้หลังจากผ้าฝ้ายทั้งที่ยังไม่ได้รับและได้รับการปรับสภาพด้วยกรดซิตริกแล้วจะถูกนำไปหาหมู่ฟังก์ชั่นทางเคมีด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform Infrared (FTIR) Spectroscopy) และแสดงผล ในภาพที่ 1

จากรูปพบว่าผ้าฝ้าย ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเซลลูโลสโดยจะพบหมู่ฟังก์ชันของเซลลูโลสได้แก่ พีคของหมู่ O-H ที่ 3349 cm^{-1} C-H ที่ 2913 cm^{-1} และ 1365 cm^{-1} C-H ของ CH_2 ที่ 1428 cm^{-1} และ 1365 cm^{-1} C-C ที่ 1155 cm^{-1} C-O-C ที่1105 cm^{-1} C=C ที่ 1529 cm^{-1} แต่หลังจากนำไปทำปฏิกิริยากับ กรดซิตริก แล้วพบว่ามีพีคเพิ่มมาได้แก่พีคที่

ประมาณ 1730 - 1740 cm^{-1} ซึ่งเป็นพีคที่เกิดจากการสั่นของ C=O ของหมู่เอสเทอร์ ซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของเซลลูโลสทำปฏิกิริยากับ กรดซิตริก ดังสมการเคมีในภาพที่ 2 [4] ซึ่งผลการทดลองใกล้เคียงกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆงาน [5-6]



ภาพที่ 1 FTIR spectra ของผ้าก่อนและหลังการปรับสภาพด้วยกรดซิตริก



ภาพที่ 2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสในผ้าฝ้ายกับกรดซิตริก

3.2 ผลของการย้อมสี

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่าความเข้มสี (K/S) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสามารถในการติดสีหรือปริมาณของโมเลกุลสีที่ไปติดอยู่บนผ้า จะเห็นได้ว่าค่า K/S ของผ้าที่ปรับสภาพมีค่ามากกว่าผ้าปกติแสดงว่าเมื่อนำผ้ามาปรับสภาพแล้วทำให้ผ้ามีค่าติดสีดีขึ้น เนื่องจากเมื่อเปลี่ยนโครงสร้างของผ้าฝ้ายด้วยกรดซิตริกแสดงดังภาพที่ 2 ทำให้มีหมู่ฟังก์ชั่นที่สามารถดึงดูดโมเลกุลของสีมีมากขึ้นจึงทำให้มีปริมาณของสีติดอยู่บนผ้ามากขึ้น ส่วนผ้าที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดซิตริกมีความเข้มข้นสูงจะมีค่าติดสีที่ดีกว่าผ้าที่ปรับสภาพด้วยความเข้มข้นต่ำเนื่องจากมีปริมาณของกรดซิตริกมากกว่าทำให้เกิดการทำปฏิกิริยาได้มากกว่าและมีการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังก์ชั่นได้มากกว่า เมื่อวิเคราะห์ค่าสี (CIE) ซึ่งเป็นค่าที่บอกเฉดสี พบว่าเฉดสีของผ้าทั้งหมดจะมีสีเหลืองอ่อนดูได้จากค่าของ L* ที่มีค่าบวก b* ที่มีค่าบวก แต่ค่าสีของผ้าที่ปรับสภาพแล้วจะมีสีออกเหลืองแดงเนื่องจากค่า a* มีค่าเป็นบวก

ตารางที่ 1 K/S และค่าสีของผ้าที่ปรับและไม่ได้ปรับสภาพ หลังจากผ่านการย้อมด้วยสีจากขมิ้นชัน

ตัวอย่าง	ความเข้มข้น	K/S	ค่าสี			
			L*	a*	b*	
ผ้าปกติ	-	2.88 ± 0.07	75.47	-0.18	67.22	
ผ้า_ซิตริก	0.5 M	2.98 ± 0.05	75.12	2.48	66.20	
	1 M	3.27 ± 0.21	75.34	3.12	68.94	

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าโมเลกุลของผ้าฝ้ายสามารถทำปฏิกิริยากับกรดซิตริกได้ดี และผ้าฝ้ายที่ผ่านการปรับสภาพนี้จะมีการติดสีจากสีย้อมขมิ้นชันได้ดีกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพ ส่วนเฉดสีที่ได้จากการย้อมจะเป็นสีเหลืองโทนเข้ม นอกจากนี้ยังพบว่าเฉดสีของผ้าที่ปรับและไม่ปรับสภาพมีค่าใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพผ้าด้วยกรดซิตริก สามารถทำให้ผ้าฝ้ายติดสีธรรมชาติจากขมิ้นได้ดีขึ้นโดยที่เฉดสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง

5. กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมในการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมในการสนับสนุนเครื่องมือในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Ayele, M., Tesfaye, T., Alemu, D., Limeneh, M., & Sithole, B. (2020). Natural dyeing of cotton fabric with extracts from mango tree: a step towards sustainable dyeing. *Sustainable Chemistry and Pharmacy,* 17, 100293 DOI:10.1016/j.scp.2020.100293

[2] Seiko, H.; Gurumallesh, P.L.; Ammayappan. Eco-Friendly Dyeing of Silk and Cotton Textiles Using Combination of Three Natural Colorants. *Journal of Natural Fibers.* 2016, 14, 40–49.

[3] Ray, M.S., Das, D., & Bhattacharya, S.C. (2011). Concurrent dyeing and finishing of cotton with natural colour and citric acid in the presence of NaH_2PO_4 as catalyst under thermal treatment. *The Journal of The Textile Institute*. 102, 491–499.

[4] Haji, A., Bidoki, S.M., & Gholami, F., (2020). Isotherm and Kinetic Studies in Dyeing of Citric Acid-Crosslinked Cotton with Cationic Natural Dye. *Fibers and Polymers*. 21, 2547–2555.

[5] Cai, X., Li, H., Zhang, L., & Yan, J. (2021). Dyeing Property Improvement of Madder with Polycarboxylic Acid for Cotton. *Polymers*, 13(19), 3289 Doi.org/10.3390/polym13193289

[6] Ruiz-Caldas, M.X., Apostolopoulou-Kalkavoura, V., Hellström, A. K., Jutta Hildenbrand, J., Mikael Larsson, M., Aleksander Jaworski, A., Samec, J.S.M., Lahtinen, P., Tammelin, T., & Mathew. A.P., (2023). Citrated cellulose nanocrystals from post-consumer cotton textiles. *Journal of Materials Chemistry A*. 11, 6854-6868. DOI: 10.1039/D2TA09456H