ผลของการปรับสภาพผ้าฝ้ายด้วยอัลคาไลที่มีต่อสมบัติการย้อมสีด้วยขมิ้น

รชานนท์ ประเสริฐศักดิ์[1], สุธิดา เกิดเทวา[1] , รัชฎาภรณ์ กันยาประสิทธิ์[1]
และอดิศักดิ์ จตุรพิรีย์[1,2*]

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

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำผ้าฝ้ายมาปรับสภาพด้วยสารละลายอัลคาไลก่อนนำไปย้อมสีด้วยขมิ้น โดยจะศึกษาผลของชนิดของสารละลายอัลคาไลได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ รวมทั้งความเข้มข้นของอัลคาไลตั้งแต่ 0-2 โมลาร์ ที่มีต่อสมบัตการย้อมสี ผ้าที่ผ่านการย้อมสีจะถูกนำไปทำการวัดค่าสีในระบบ CIELAB โดยใช้ค่า L* a* b* และ K/S เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่าการปรับสภาพผ้าฝ้ายด้วยอัลคาไลจะเพิ่มสมบัติการย้อมสีได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบกับผ้าที่ไม่ได้ปรับสภาพและผ้าที่ปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีสมบัติการย้อมสีดีกว่าผ้าที่ปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

คำสำคัญ: การปรับสภาพด้วยอัลคาไล สีย้อมธรรมชาติ ขมิ้น ผ้าฝ้าย สมบัติย้อมสี

Effect of Alkali Pretreatment of Cotton Fabrics on Dyeability with Turmeric

Rachanon Prasoetsak[1], Suthida Koedthawa[1], Ratchadaporn Kanyaprasit[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
*adisak@webmail.npru.ac.th

Abstract

In this research, cotton fabric was pretreated with alkali solution before dyeing with turmeric dye. The effect of alkali type such as sodium hydroxide and alkali concentration varying from 0-2 molar on dyeability was studied. The color strength values (K/S) and CIELAB color parameters (L*, a*, b*) of dyed fabric were measured and investigated. It was found that alkali-treated fabric improved dyeability compared with untreated fabric and fabric pretreatment with sodium hydroxide showed greater dyeability than fabric pretreatment with potassium hydroxide.

Keywords: Alkali Pretreatment, Natural Dye, Turmeric, Cotton, Dyeability

1. บทนำ

ในปัจจุบันการย้อมสีธรรมชาติด้วยผ้าธรรมชาติเช่นผ้าฝ้ายและผ้าไหมได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากกระแสการอนุรักษ์ธรรมชาติที่พบว่าการย้อมผ้าด้วยสีสังเคราะห์จะทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและมีผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต [1] นอกจากนี้เส้นใยธรรมชาติและสีย้อมธรรมชาติเป็นอีกทางเลือกที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ เนื่องจากประเทศไทยมีทรัพยากรเส้นใยและสีย้อมธรรมชาติเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามการย้อมสีธรรมชาติบนผ้าฝ้ายก็มีข้อเสียที่มีการติดสีที่ไม่ดี [2]

การปรับปรุงการติดสีของผ้าฝ้ายได้มีการศึกษาหลายวิธีเช่นการปรับปรุงด้วยไคโตซาน[3] การปรับปรุงด้วยสารช่วยย้อมหรือมอร์แดนท์ [4] ในงานวิจัยนี้จะต้องการปรับปรุงการติดสีด้วยการปรับสภาพด้วยสารละลายอัลคาไล โดยปกติมีงานวิจัยหลายๆงานที่นำสารละลายอัลคาไลในการปรับปรุงวัสดุชีวมวลซึ่งมีความบริสุทธิ์หรือปริมาณเซลลูโลสน้อยกว่าผ้าฝ้าย โดยสารอัคคาไลนอกจะไปกำจัดลิกนินและเฮมิเซลลูโลสในชีวมวลแล้วยังสามารถทำให้เกิดการบวมพองในโครงสร้างทำให้มีพื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น รวมทั้งทำให้เอนไซม์เข้าทำปฏิกิริยาในขั้นตอนต่อไปดีขึ้น [5] นอกจากนี้สารอัลคาไลจัดเป็นสารที่มีราคาถูกมีการใช้ในชีวิตประจำวันกันอย่างแพร่หลาย จากข้างต้นจึงเป็นแนวคิดในงานวิจัยด้วยการใช้สารละลายอัลคาไลในการทำให้เกิดการบวมพองของโมเลกุลเซลลูโลสในผ้าฝ้ายซึ่งจะทำให้โมเลกุลของสีย้อมเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ดีขึ้น

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมผ้าฝ้าย

ชั่งผ้าฝ้าย 100 g ใส่ในบีกเกอร์ หลังจากนั้นใส่โซเดียมคาร์บอเนต 1 g น้ำ 1000 mL และ Aminon 10 g ต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และกลับผ้าเป็นครั้งคราว จากนั้นล้างผ้าฝ้ายด้วยน้ำสะอาดจน pH ของผ้าฝ้ายเท่ากับ 7 นำมาตากที่อุณหภูมิห้องให้แห้งตัดผ้าฝ้ายให้มีขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 5x5 นิ้ว นำผ้าฝ้ายที่ตากแห้งแล้วไปตรวจด้วยเครื่อง Fourier-transform infrared spectroscopy (Thermo Fisher Scientific, Nicolet Is 5)

2.2 การปรับสภาพผ้าฝ้าย

เตรียมสารเคมี NaOH และ KOH ความเข้มข้น 0.5 M, 1 M, 1.5 Mและ2 M ต่อน้ำปริมาตร 200 mL นำผ้าฝ้ายที่ตัดแล้วใน้ำหนัก 3.3 g ใส่ในบีกเกอร์แล้ว เทสาร NaOH 100 mL ความเข้มข้น 0.5 M, 1 M, 1.5 M และ 2 Mแล้วน้ำไปต้มด้วยเครื่อง Hotplate อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ทำซ้ำโดยเปลี่ยนสารเป็น KOH) ล้างผ้าด้วยน้ำกลั่นให้ค่า pH เป็นกลางแล้วนำไปตาก

2.3 การสกัดสีย้อมขมิ้นชัน

ชั่งขมิ้นชัน 500 g ต่อน้ำ 5000 mL เป็นอัตราส่วน 1:10 นำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงด้วยเครื่อง Hotplate กรองด้วยผ้าขาวบางก็จะได้สีย้อม

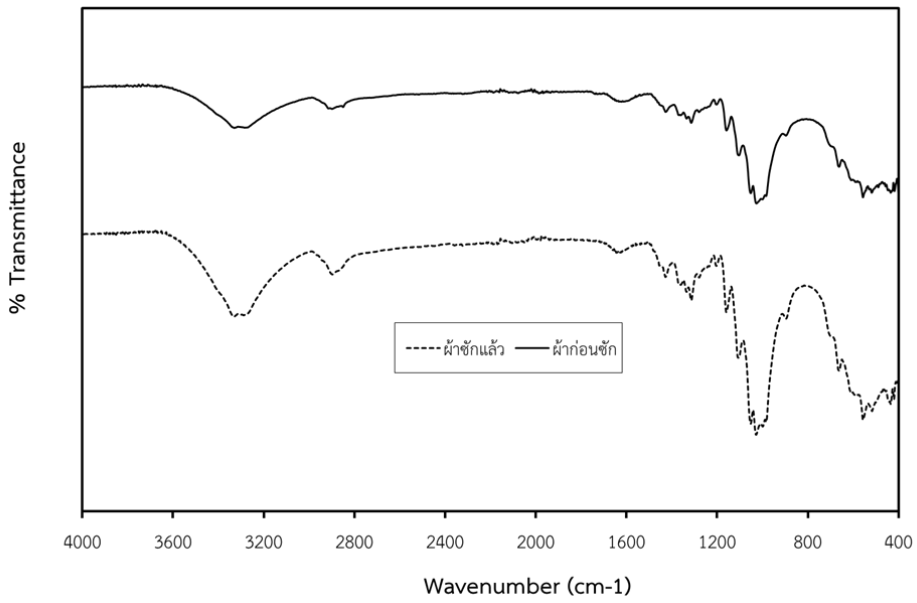
2.4 การย้อม

ตวงสารละลายสีย้อม 80 mL ใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 125 mL นำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ตัดขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสน้ำหนัก 0.8 มาย้อมในสารละลายที่เตรียมไว้แล้วนำไปใส่ในเครื่อง water bath อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำผ้าฝ้ายที่ได้จากการย้อมตากไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง นำผ้าฝ้ายไปวัดค่าความเข้มสี (K/S) เพื่อวิเคราะห์สมบัติการติดสี ด้วยเครื่องวัดค่าสีแบบตั้งโต๊ะ (Hunterlab, Ultrascan VIS-1999)

3.ผลการวิจัย

3.1 ผลของการทำความสะอาดผ้า

ในงานวิจัยนี้เริ่มต้นต้องมีการทำความสะอาดผ้าฝ้ายเพื่อปรับปรุงการดูดซับสีย้อม โดยเมื่อเปรียบเทียบผลของ FT-IR ในภาพที่ 1 พบว่ามีพีคที่แตกต่างกันคือพีคเล็ก ๆ ที่ 1752 cm^{-1} จะพบเฉพาะผ้าที่ไม่ได้ซักซึ่งพีคดังกล่าวเป็นพีคของหมู่ฟังก์ชันเอสเทอร์ ซึ่งน่าจะเป็นพีคของหมู่ C=O ของไขมันแต่หลังจากล้างผ้าแล้วพีคดังกล่าวหายไปแสดงว่าไขมันดังกล่าวได้หายไปด้วย นอกจากนี้ได้ทำการเปรียบเทียบผ้าที่ซักแล้วกับผ้าที่ยังไม่ได้ซักด้วยเครื่อง CIE L* a* b* พบว่ามีค่า L* เพิ่มขึ้นซึ่งแสดงว่าหลังจากนั้นผ้ามีความสว่างมากขึ้น ซึ่งเหมาะกับการย้อมสี ดังตารางที่ 1

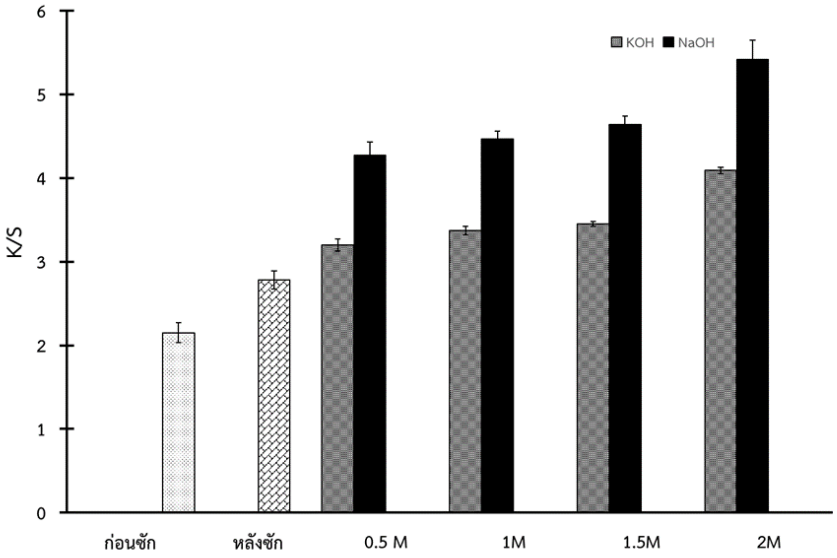


ภาพที่ 1 FTIR spectra ของผ้าก่อนและหลังการซักทำความสะอาด

ตารางที่ 1 ค่าสีของผ้าฝ้ายก่อนซักและหลังทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
ผ้าก่อนซัก	76.65	0.92	8.21
ผ้าหลังซัก	78.92	0.86	6.84

3.2 ผลของการปรับสภาพผ้าฝ้าย



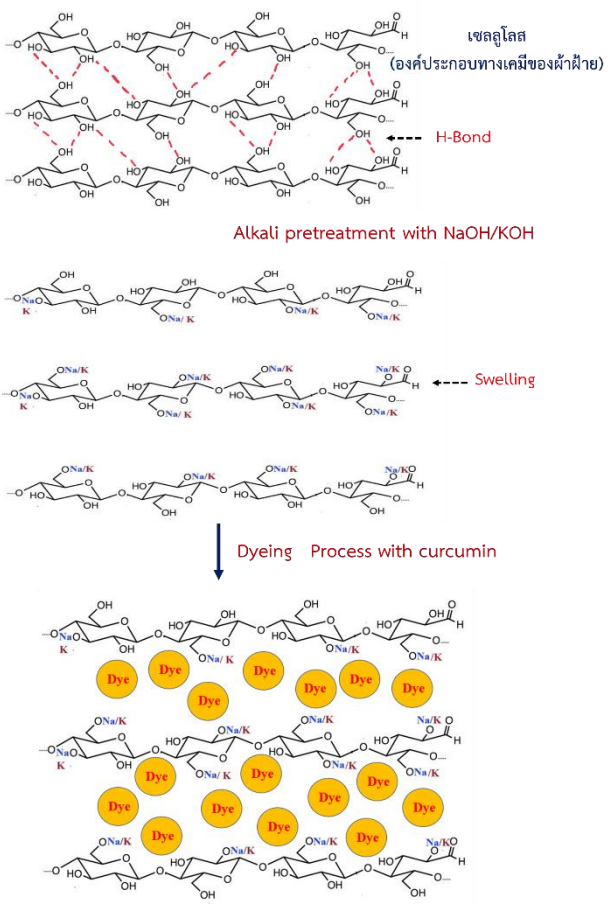
ภาพที่ 2 ความเข้มสี (color strength, K/S) ของผ้าตัวอย่างที่ได้รับการย้อมด้วยสีจากขมิ้นสด

จากผลการทดลองในภาพที่ 2 พบว่าการล้างทำความสะอาดผ้าจะทำให้สีย้อมติดได้ดีขึ้นเนื่องจากมีการขจัดสิ่งสกปรก รวมทั้งการกำจัดไขมันออกไปตามที่ยืนยันได้จากผล FTIR ส่วนผลของการปรับสภาพด้วยสารอัลคาไลพบว่าสารละลายอัลคาไลจะช่วยให้สีย้อมติดได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3 เนื่องจากอัลคาไลจะไปแทรกตัวอยู่หว่างโมเลกุล

ของเซลลูโลสโดยจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนบางส่วนทำให้เกิดบวมพอง (swelling) ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของสีเข้าติดกับโมเลกุลของเซลลูโลสได้มากขึ้น ส่วนเมื่อพิจารณาชนิดของสารอัลคาไลพบว่าผ้าที่ปรับสภาพด้วย NaOH จะให้ความแข็งแรงของสีหรือติดสีดีกว่าผ้าที่ปรับสภาพด้วย KOH เนื่องจากขนาดอะตอมของ Na มีขนาดใหญ่กว่าอะตอมของ K ทำให้เกิดการบวมพองหรือการขยายระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสได้กว้างกว่าทำให้โมเลกุลของสีย้อมเข้าไปแทรกตัวเพื่อทำปฏิกิริยาได้มากกว่า [6,7] ส่วนเมื่อพิจารณาเฉดสีที่เกิดขึ้นจากค่า L a* b* ที่แสดงในตารางที่ 2 พบว่าเฉดสีจะเป็นเป็นสีเหลืองเข้มโทนสว่างใกล้เคียงกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพไม่ได้ทำให้เฉดสีของผ้าที่ย้อมด้วยสีย้อมจากขมิ้นเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2 ค่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมจากขมิ้นสด

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L	a*	b*
ผ้าก่อนซัก	60.25	12.14	36.65
ผ้าหลังซัก	63.45	13.67	32.74
ผ้าปรับสภาพด้วย 0.5 M KOH	61.9	11.87	35.25
ผ้าปรับสภาพด้วย 1.0 M KOH	64.39	14.78	36.7
ผ้าปรับสภาพด้วย 1.5 M KOH	61.93	16.6	36.34
ผ้าปรับสภาพด้วย 2.0 M KOH	61.47	16.25	39.29
ผ้าปรับสภาพด้วย 0.5 M NaOH	65.82	13.02	37.84
ผ้าปรับสภาพด้วย 1.0 M NaOH	64.38	14.9	36.82
ผ้าปรับสภาพด้วย 1.5 M NaOH	64.33	15.76	34.1
ผ้าปรับสภาพด้วย 2.0 M NaOH	62.57	15.86	36.14



ภาพที่ 3 ความเข้มสี(color strength, K/S) ของผ้าตัวอย่างที่ได้รับการย้อมด้วยสีจากขมิ้นสด

4. บทสรุป

ในงานวิจัยนี้พบว่าการนำผ้าไปปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH และ KOH ก่อนนำไปย้อมด้วยสีย้อมจากขมิ้นเป็นวิธีที่ทำให้มีการติดสีที่ดีขึ้น โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารด้วยโดยการปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH จะทำให้เกิดการย้อมติดดีกว่า KOH แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยเป็นเพียงการวิจัยเริ่มต้น ซึ่งจะขาดผลการทดลองในด้านสมบัติทางกลของผ้าหลังจากปรับสภาพรวมทั้งค่าการคงทนต่อการซักล้างซึ่งจะต้องดำเนินการต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมในการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมในการสนับสนุนเครื่องมือในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Gong, K., Pan, Y., Rather, LJ., Wang, W., Zhou, Q., Zhang, T., & Li, Q., (2019). Natural pigment during flora leaf senescence and its application in dyeing and UV protection finish of silk and wool -a case study of Cinnamomum Camphora. *Dyes Pigments*, 166, 114-21.

[2] Ji, X., Zhao, Z., Ren, Y., Xu, F., & Liu, J., (2023). Dyeing Properties, Color Gamut, and Color Evaluation of Cotton Fabrics Dyed with Phellodendron amurense Rupr. (Amur Cork Tree Bark). *Molecules,* 28(5), 2220

[3] Kampeerapappun, P., Phattararittigul, T., Jittrong, S., & Kullachod, D., (2010). Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics with Ruellia tuberosa Linn. *Chiang Mai Journal of Science*, 38(1) : 95-104

[4] Evitasari, R.T., Rahayuningsih, E & Mindaryani, Aswati., (2019). Dyeing of Cotton Fabric with Natural Dye from Peristrophe bivalvis Extract. *AIP Conference Proceedings,* 2085(1):020055

[5] Bali, G., Meng, X., Deneff, J.I., Sun, O., & Ragauskas, A. J., (2015) The Effect of Alkaline Pretreatment Methods on Cellulose Structure and Accessibility. *ChemSusChem*, 8(2):275-9. doi: 10.1002/cssc.201402752.

[6] Choi, K.H., Kim, A.R., & Cho, B.U., () Effects of Alkali Swelling and Beating Treatments on Properties of Kraft Pulp Fibers. *BioResources*, 11(2), 3769-3782.

[7] El-Shemy, N. S., El-Sayed, H., & Haggag, K., (2010) Physical Modification of Lyocell® and Modal® Fabrics and its Effect on Fabric Dyeability. *Egyptian Journal of Chemistry*, 53(6), 847 - 869