การปรับปรุงพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายโดยใช้สารพอลิแคทอิออนิก

An Application of Polycationic Agent to Improve the Dyeing Behaviour of Direct Dyes on Cotton Fabric

พิชิตพล เจริญทรัพยานันท์ [1] และ อภิชาติ สนธิสมบัติ [2]

บทคัดย่อ

การย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีไดเรกท์แบบจุ่มแช่ ต้องใช้อิเล็กโตรไลท์(เกลือ)จำนวนมากเพื่อลดประจุบนผิวของเส้นใย นอกจากนี้อิเล็กโตรไลท์ปริมาณสูง (40-100 กรัม/ลิตร) ที่ใช้ในการย้อม อาจส่งผลต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและต้นทุนในการบำบัดน้ำมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดศึกษาการปรับปรุงพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายโดยใช้สารพอลิแคทอิออนิก เพื่อเพิ่มสมบัติการดูดซึมและความคงทนของสี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยสารพอลิแคทอิออนิกช่วยเพิ่มความสามารถในการย้อมสีไดเรกท์ภายใต้ภาวะที่เหมาะสม เช่น การสร้างประจุบวกบนเส้นใย ซึ่งสามารถย้อมได้โดยไม่ต้องทิ้งน้ำจากการตกแต่งและไม่จำเป็นต้องใช้อิเล็กโตรไลท์ ทำให้เกิดความประหยัด จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง พบว่าสารพอลิแคทอิออนิกทำให้เกิดรูปแบบการย้อมที่แตกต่างออกไป ทำให้สีย้อมผนึกติดบนเส้นใยด้วยแรงทางประจุ ทำให้ผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยสารพอลิแคทอิออนิกมีการดูดซึมและความเข้มสีดีกว่าผ้าที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง แม้ว่าจะทำการย้อมโดยปราศจากสารอิเล็กโตรไลท์ และยังมีสมบัติความคงทนของสีดีขึ้น

คำสำคัญ : สารพอลิแคทอิออนิก, พฤติกรรมการย้อม

Abstract

Cotton fabric is predominantly dyed with direct dyes in the presence of a considerable amount of electrolyte (salt) to reduce negative charge on fiber surface. Thus,the high concentration (40 - 100 g/l) of electrolyte require in cotton fabric dyeing may pose additional effluent problem and waste water treatment costs. The application of polycationic agent to modify the dyeing behaviour of direct dyes on cotton fabric is investigated. Typically, polycationic agent had been treated on dyed fabric to improve fastness properties. The purpose of this work is to determine the effect of polycationic agent on the dyeability

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

of cotton fabric. It was found that cotton fabric pretreated with polycationic agent showed different dyeing pattern. It could be the reason that the dyes is fixed on the fiber by ionic force. Therefor, color strength and exhaustion of pretreated fabric is better than untreated fabric and increasing in fastness properties, even when dyeing had been carried out in the absence of electrolyte.

Keywords : polycationic agent, dyeing behaviour

1. บทนำ

การย้อมสีบนผ้าฝ้าย นอกจากใช้สีรีแอคทีฟแล้ว ยังนิยมย้อมด้วยสีไดเรกท์ เพราะมีช่วงสีให้เลือกกว้าง มีความสดใสดีกว่าสีรีแอคทีฟ ขั้นตอนการย้อมไม่ยุ่งยาก แต่มีสมบัติความคงทนของสีไม่ค่อยดี โดยเฉพาะความคงทนของสีต่อการซัก โครงสร้างทางเคมีของสีไดเรกท์อยู่ในรูปเกลือโซเดียมของกรดซัลโฟนิก โครงสร้างที่พบมากที่สุดคือ อะโซ มีทั้งโมโน ได ไตร และพอลิอะโซ

การย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายจะใช้อิเล็กโตรไลท์ เช่น โซเดียมคลอไรด์หรือโซเดียมซัลเฟต ไปลดประจุลบบนผิวของเส้นใย ทำให้สีขึ้นไปติดบนเส้นใยมากขึ้น [1] ปริมาณสารอิเล็กโตรไลท์ที่ใช้ขึ้นกับความเข้มสีที่ต้องการ โดยสีย้อมจะผนึกติดกับเส้นใยด้วยพันธะไฮโดรเจน และแรงวันเดอร์วาลล์ด้วยพันธะที่มีความแข็งแรงต่ำนี้ ทำให้มีความคงทนต่อการซักต่ำ ซึ่งสีไดเรกท์ที่มีการผนึกติดต่ำและใช้สารอิเล็กโตรไลท์ในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม จึงมีแนวคิดในการดัดแปรพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์ เพื่อให้มีการผนึกติดสูงขึ้น และใช้สารอิเล็กโตรไลท์น้อยลงหรือไม่ใช้เลย

มีการศึกษา การลดปริมาณอิเล็กโตรไลท์ในการย้อมหรือการพิมพ์สีไดเรกท์ไว้น้อยมาก เช่น การพิมพ์อิงค์เจ็ทบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งให้มีประจุบวก[2] เป็นต้น ส่วนใหญ่งานวิจัยเน้นการพัฒนาการย้อม หรือการพิมพ์สีรีแอคทีฟ ได้แก่ การใช้อิเล็กโตรไลท์อินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ เช่น ไตรโซเดียมซิเตรตหรือโซเดียมอีเดทแทนอิเล็กโตรไลท์อนินทรีย์ที่ใช้อยู่ทั่วไป [3] หรือการใช้สีรีแอคทีฟประจุบวก [4] ที่เริ่มมีการผลิตออกมาใช้งาน อีกวิธีหนึ่งเป็นการดัดแปรโครงสร้างของเส้นใยเซลลูโลสให้แสดงประจุบวก โดยทำการตกแต่งด้วยสารเดนไดรเมอร์ [5] หรือสารแคทอิออนิกรีแอคทีฟพอลิเมอร์ที่มีหมู่ควอเทอร์นารีแอมโมเนียม [6] หรือดัดแปรโครงสร้างเส้นใยเซลลูโลส ด้วยอนุพันธ์ของคลอโรไตรอะซีน พวก 2,4-dichloro-6-pyridino-s-triazinyl chloride (DCPT) [7] นอกจากนั้นอาจทำได้โดยการตกแต่งเส้นใยฝ้าย ด้วยสารผนึกสีประจุบวก ซึ่งเป็นสารประกอบ ควอเทอร์นารีแอมโมเนียม หรือพอลิแคทอิออนิก [8] ที่ใช้ในการผนึกสีหลังการย้อมทั่วไป

สารผนึกสีประจุบวก พวกสารพอลิแคทอิออนิกเป็นสารที่มีสมบัติในการรับสารประจุลบได้ดี โดยทั่วไปใช้เป็นสารผนึกสีหลังการย้อมสีไดเรกท์และสีรีแอคทีฟ มีหลักการทำงาน โดยการก่อรูปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโมเลกุลของสีด้วยแรงทางประจุ [6] ซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางใน

อุตสาหกรรมการย้อมสี อย่างไรก็ตาม การใช้สารผนึกสี ประจุบวกกลุ่มสารประกอบพอลิแคทอิออนิกในการดัดแปรพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายนั้น ยังไม่มีรายงานปรากฏ

2. วิธีการทดลอง

ดัดแปรประจุบนผ้าฝ้ายทอลายขัดเบอร์เส้นด้าย 20/10 ด้วยสารพอลิแคทอิออนิก (T.C. FIX PC-50) โดยวิธีการจุ่มแช่ ศึกษาปริมาณสารพอลิแคทอิออนิก ร้อยละ 2, 3, 4 และ 5 ของน้ำหนักผ้า อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลา 10, 15 และ 20 นาที เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการดัดแปร จากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการดัดแปรแล้วไปย้อมสีไดเรกท์ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ สีไดเรกท์กลุ่ม เอ T/S Direct Fast Rubine BL (C.I. Direct Red 83:1) T/S Direct Fast Turq. Blue FBL(C.I. Direct Blue 199) กลุ่ม บี Ambidirect Brill. Scarlet F2GL (C.I. Direct Red 224) Direct Blue BRL(C.I. Direct Blue 71) และกลุ่ม ซี Direct Yellow XXF(C.I. Direct Yellow 29) Direct Dark Breen B(C.I. Direct Green 1) ซึ่งการดัดแปรและการย้อม ทำในเครื่องย้อมตัวอย่างอัตโนมัติ(AHIBA NUANCE) ประเมินผลโดยการวัดค่าการติดสี (K/S) และค่าความสว่าง-ทึบ (L*) ด้วยเครื่องวัดความแตกต่างของสี (Spectrophotometer) จากนั้นทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมคือ 60, 80 และ 100 องศาเซลเซียส โดยย้อมต่อเนื่องจากการดัดแปรแบบไม่ต้องทิ้งน้ำ สุดท้ายทดสอบสมบัติความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐาน ISO 105-C02 (1989) โดยใช้เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก (Gyrowash) ความคงทนของสีต่อการขัดถูตามมาตรฐาน ISO 105-X12 (1987) ด้วยเครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู(Crock Meter type Rubbing Tester) และวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมก่อนและหลังย้อม ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV/Vis-Spectrophotometer) เพื่อนำมาคำนวณ หาร้อยละของการดูดซึมสี (%E) บนผ้า ตามสมการที่ 1[8] นำผลที่ได้เปรียบเทียบกับการย้อมแบบปกติ

$$\%E = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} x100 \qquad (1)$$

เมื่อ A_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมก่อนย้อม

A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมหลังย้อม

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายที่กล่าวมาในวิธีการทดลอง ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย ปริมาณสารพอลิแคทอิออนิก อุณหภูมิ และเวลา รวมทั้งการปรับปรุงกระบวนการย้อมที่เหมาะสม ผลที่ได้เป็นดังนี้

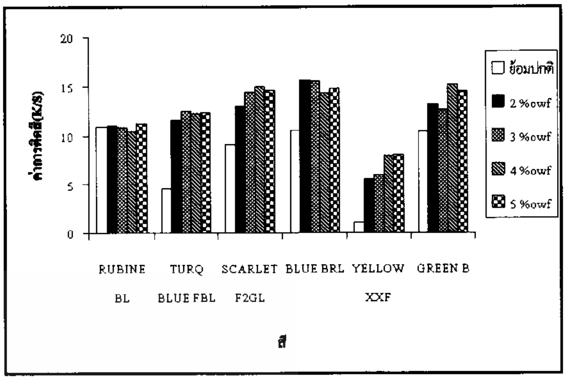
3.1 ค่าการติดสี (K/S) และความสว่าง-ทึบ (L*) ของสี

จากผลการทดลองย้อมสีไดเรกท์ทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้สารพอลิแคทอิออนิกปริมาณต่างกัน ในการดัดแปรพฤติกรรมการย้อมบนผ้าฝ้าย พบว่าให้ค่าการติดสี (K/S) ดีกว่าการย้อมแบบปกติ แต่ทำให้ค่าความสว่าง - ทึบ (L*) ของสีลดลงเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มปริมาณสาร ตั้งแต่ร้อยละ 2-5 ของน้ำหนักผ้า ทำให้ค่าการติดสี(K/S) เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังรูปที่ 1 และพบว่าปริมาณสารพอลิแคทอิออนิกที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า

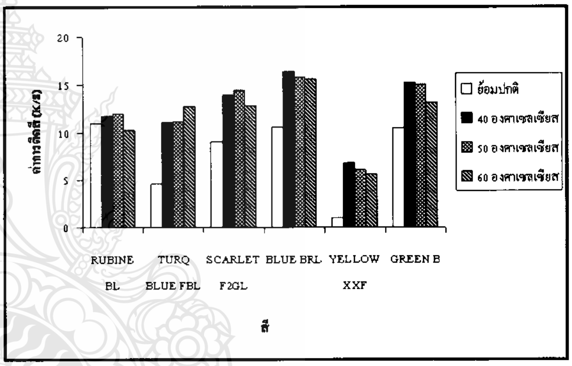
การศึกษาอุณหภูมิที่ต่างกัน ในการดัดแปรพฤติกรรมการย้อมบนผ้าฝ้าย พบว่าให้ค่าการติดสี (K/S) ดีกว่าการย้อมแบบปกติ แต่ทำให้ค่าความสว่าง - ทึบ (L*) ของสีลดลงเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่ 40 - 60 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าการติดสี(K/S)เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยดังรูปที่ 2 และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด คือ 40 องศาเซลเซียส

สำหรับเวลาที่ต่างกัน ในการดัดแปรพฤติกรรมการย้อมบนผ้าฝ้าย พบว่าให้ค่าการติดสี (K/S) ดีกว่าการย้อมแบบปกติ แต่ทำให้ค่าความสว่าง - ทึบ (L*) ของสีลดลงเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มเวลาในการดัดแปรตั้งแต่ 10 - 20 นาที ทำให้ค่าการติดสี (K/S) เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยดังรูปที่ 3 และเวลาในการดัดแปรที่เหมาะสมที่สุด คือ 10 นาที

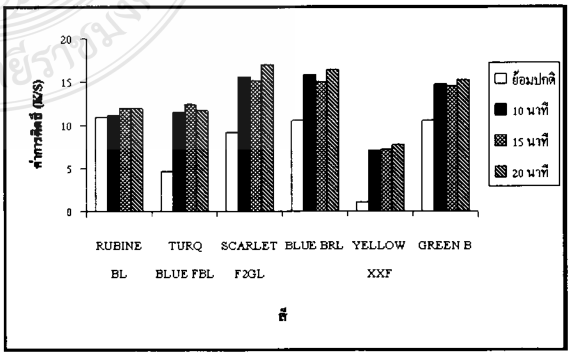
การปรับปรุงกระบวนการย้อม โดยศึกษาอุณหภูมิการย้อมต่างกัน และย้อมแบบไม่ต้องทิ้งน้ำจากการดัดแปรพบว่า ให้ค่าการติดสี (K/S) ดีกว่าการย้อมแบบปกติ แต่ทำให้ค่าความสว่าง - ทึบ (L*) ของสีลดลงเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการย้อมตั้งแต่ 60 - 100 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าการติดสี(K/S) เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยดังรูปที่ 4 และอุณหภูมิการย้อมแบบไม่ต้องทิ้งน้ำจากการดัดแปรที่เหมาะสมที่สุด คือ 60 องศาเซลเซียส



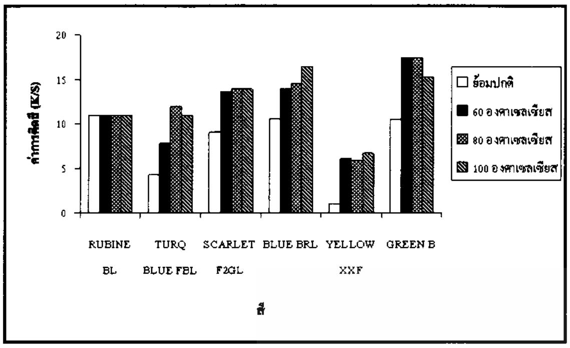
รูปที่ 1 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาปริมาณสารพอลิแคทอิออนิกที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าฝ้ายที่เหมาะสม



รูปที่ 2 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาอุณหภูมิในการตกแต่งสำเร็จสารพอลิแคทอิออนิกที่เหมาะสม



รูปที่ 3 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาเวลาในการดัดแปรที่เหมาะสม

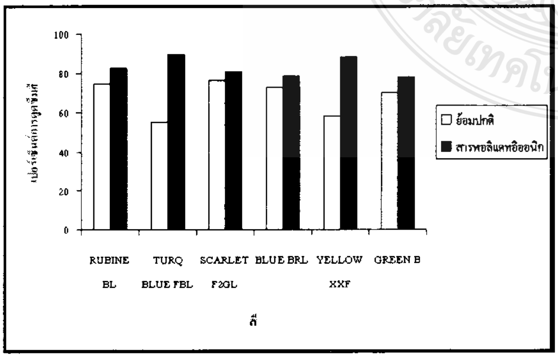


รูปที่ 4 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาอุณหภูมิการย้อมผ้าฝ้ายที่เหมาะสม

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ปริมาณสารพอลิแคทอิออนิก อุณหภูมิ และเวลา มีผลต่อค่าการติดสี (K/S) และความสว่าง-ทึบ (L*) ของสีการศึกษานี้ เลือกใช้ปริมาณสารพอลิแคทอิออนิก ร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

3.2 ความคงทนของสีต่อการซัก

จากผลการทดลองย้อมสีไดเรกท์ทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้สารพอลิแคทอิออนิกดัดแปรผ้าฝ้าย ซึ่งย้อมต่อเนื่องโดยไม่ต้องทิ้งน้ำจากการดัดแปรที่ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 5 ร้อยละของการดูดซึมสี(%E) บนผ้า

เมื่อนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่ามีความคงทนต่อการซักเทียบเท่าหรือสูงกว่าการย้อมแบบปกติ ดังตารางที่ 1

3.3 ร้อยละของการดูดซึมสี (%E)

จากผลการทดลองย้อมสีไดเรกท์ทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้สารพอลิแคทอิออนิกดัดแปรผ้าฝ้าย ซึ่งย้อมต่อเนื่องโดยไม่ต้องทิ้งน้ำจากการดัดแปรที่ 60 องศาเซลเซียส เมื่อนำน้ำย้อมก่อนและหลังย้อม มาวัดค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละของการดูดซึมสี (%E) พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารพอลิแคทอิออนิก มีร้อยละของการดูดซึมสีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.12 - 34.42 ขึ้นอยู่กับสีที่ย้อม ดังรูปที่ 5

4. สรุป

จากผลการทดลอง การใช้สารพอลิแคทอิออนิกดัดแปรพฤติกรรมการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้าย พบว่าปริมาณสารพอลิแคทอิออนิกร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที เป็นภาวะที่เหมาะสมกับการดัดแปรมากที่สุด และสามารถย้อมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อเนื่องจากกระบวนการดัดแปร โดยไม่ต้องทิ้งน้ำจากการดัดแปร เนื่องจากให้ค่าการติดสี(K/S) สูงกว่าการย้อมแบบปกติ มีความคงทนของสีต่อการซักและการขัดถูเทียบเท่าหรือสูงกว่าการย้อมแบบปกติ นอกจากนี้ ยังทำให้ผ้าฝ้ายมีร้อยละของการดูดซึมสีไดเรกท์สูงกว่าการย้อมแบบปกติจากร้อยละ 4.12 - 34.42 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากประจุบวกบนผิวผ้าเพิ่มขึ้น และเป็นไปได้ว่าสีไดเรกท์ยึดจับกับเส้นใยด้วยแรงทางประจุร่วมกับพันธะไฮโดรเจน จึงทำให้สรุปได้ว่า สามารถใช้สารพอลิแคทอิออนิก ในการเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมสีไดเรกท์บนผ้าฝ้ายได้

โดยไม่ต้องใช้ อิเล็กโตรไลท์ ทำให้ต้นทุนในการย้อมลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆ จาก คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับการสนับสนุนสีไดเรกท์ จาก บริษัท แฮนสัน เคมีเคิล จำกัด บริษัท สหวรกิจ จำกัด และบริษัท ไทยอัมบริก้า เคมีคัลล์ จำกัด สารพอลิแคทอิออนิก จาก บริษัท สยามโปร เทรดดิ้ง จำกัด และได้รับความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์รวมทั้งห้องปฏิบัติการย้อมและการทดสอบ จากสาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

สี	การย้อม	ค่าการเปลี่ยนสี	ค่าการเปื้อนสี	
			ผ้าฝ้าย	ผ้าขนสัตว์
T/S DIRECT FAST RUBINE BL	ปกติ	3-4	4-5	4-5
	สารพอลิแคทอิออนิก	3	4	4-5
T/S DIRECT FAST TURQ BLUE FBL	ปกติ	4	3-4	4
	สารพอลิแคทอิออนิก	3-4	3-4	4-5
AMBIDIRECT BRILL SCARLET F2GL	ปกติ	3-4	2-3	2-3
	สารพอลิแคทอิออนิก	3	2	3-4
DIRECT BLUE BRL	ปกติ	4-5	1-2	2-3
	สารพอลิแคทอิออนิก	3-4	1	3
DIRECT YELLOW XXF	ปกติ	3-4	4-5	2-3
	สารพอลิแคทอิออนิก	4	4	4
DIRECT DARK GREEN B	ปกติ	2-3	1	2-3
	สารพอลิแคทอิออนิก	2	1	3

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, **เอกสารประกอบ การอบรมหลักสูตรวิทยาการฟอกย้อมสิ่งทอ สีไดเรกท์,** กลุ่มงานเทคโนโลยีสิ่งทอ (เคมีสิ่งทอ),ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. มปป.

[2] Mehmet Kanik and Peter J. Hauser. 2004. **Printing Cationized Cotton with Direct dye.** Textile Research Journal (Electronic): pp. 43-50. Available: SAGE Publication/Textile Research Journal(17 June 2007).

[3] Nahed S.E. Ahmed. 2004. **The Use of sodium edate in the dyeing of cotton with reactive** dyes. Dyes and Pigments(Electronic): pp. 221-225. Available: Elsevier Science Ltd./ Sciencedirect(22 December 2006).

[4] ดร.กาวี ศรีกูลกิจ และ นายพรชัย สันติเฟื่องกุล. 2543.**การย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีแคทอิออนิกรีแอคทีฟโดยไม่อาศัยเกลือ**. Colourway . ปีที่ 5. ฉบับที่ 27 : หน้า 13-17.

[5] S.M. Burkinshaw et al. 2000. **The use of dendrimers to modify the dyeing behaviour of reactive dyes on Cotton**. Dyes and Pigment (Electronic): pp. 261-267 Available:Elsevier Science Ltd./sciencedirect (17 June 2007).

[6] ดร.กาวี ศรีกูลกิจ.2543. **การดัดแปรสมบัติการรับสีย้อมรีแอคทีฟในขั้นตอนการเตรียมผ้าฝ้าย.** Colourway. ปีที่ 6. ฉบับที่ 28 : หน้า 32-36.

[7] กาวี ศรีกูลกิจ และ ปภาภิดา พรสุริยะศักดิ์. 2542. **ทางเลือกใหม่ของการย้อมเซลลูโลสด้วยสีรีแอคทีฟในสภาวะไร้ด่าง.** Colourway . ปีที่ 4. ฉบับที่ 20: หน้า 26-29.

[8] M. Subramanian Senthil Kannan et al. 2006. **Influence of Cationization of Cotton on Reactive Dyeing.** Journal of Textile and Apparel Technology and management (Electronic). Vol. 5, pp. 1-16. Available: NC STATE UNIVERSITY/JTATM (22 December 2000)