การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากข้าวเหนียวดำและความคงทนของสี

Study of The Optimum Conditions Cotton Fabric Dyeing by Dyes From Black Sticky Rice and Dye Fastness

น้ำฝน เบ้าทองคำ*

Namfon Baowthongkum

วราพรรณ แก้วกัน**

Waraphan Grawgun

รวิวรรณ จันทะคุณ**

Rawiwan Jantakun

สุนิสา คงแท้**

Sunisa Kongtae

เอกชัย ศิริ**

Ekachai Siri

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากข้าวเหนียวดำ และความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อม มีระเบียบวิธีวิจัย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีธรรมชาติจากข้าวเหนียวดำโดยการย้อมแบบ Exhaust Dyeing ในห้องปฏิบัติการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสีจากข้าวเหนียวดำ อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการย้อมผ้า ปริมาณที่เหมาะสมของสารช่วยย้อม 20% NaCl, 20% NaOH และ 20% น้ำสีเสียด จากนั้นศึกษาความคงทนของสีบนผ้าย้อมต่อแสงโดยวิธี JIS L 0843 และความคงทนต่อการซักด้วยมาตรฐาน AATCC 61-1980 2A วัดค่าสีในระบบ CIE Lab พบว่าอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำต่อน้ำที่เหมาะสมในการสกัดสีคือ 1:4 อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าที่อัตราส่วนระหว่างผ้าต่อสารละลายในกระบอกย้อมคือ 1:20 สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมต้มที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 60 นาที โดยสารละลายในกระบอกย้อมมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำสีข้าวเหนียวดำ 40 ml, 12.5 ml ของ 20% NaCl และ 7.5 ml ของ 20% น้ำสีเสียด สำหรับผ้า 3 g แสดงค่าความสว่าง (L*) 43.74±0.84 ค่าสีแดง (a*) 7.83±0.28 และค่าสีเหลือง (b*) -5.54±0.17 ผลการทดสอบความคงทนต่อแสงและต่อการซักอยู่ในระดับต่ำ การเปื้อนติดสีบนผ้ามัลติไฟเบอร์ขาวหลากชนิดที่ใช้ทดสอบการซักอยู่ในระดับดีเลิศถึงยอดเยี่ยม

คำสำคัญ : สีย้อมธรรมชาติ / ข้าวเหนียวดำ / สภาวะที่เหมาะสม / ความคงทนของสี

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

**บุคลากรประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the optimums for dyeing of cotton fabrics with natural dyes from black sticky rice and colorfastness of dyed fabrics. There were two steps in this study. The first step used exhaust dyeing method, at constant liquid ratio of 1:20, to determine specific liquid ratio for dyes extraction and proper temperature, time and amount of additives (20% NaCl, 20% NaOH and 20% *Acacia catechu extract*) for dyeing. Color of dyed fabric was then measured in CIE Lab system. The second step was to determine color fastness of dyed fabric to light by JIS L0843 standard method and to laundering by AATCC 61-1980 method 2A. It was found that, for dyes extraction the optimum conditions were as followed: the ratio of black sticky rice to water of 1:4 temperature at 80 $^{\circ}$C, time of 20 minutes. The best dyeing conditions were dyeing 3 g for fabric at 80 $^{\circ}$C for 60 minutes in dye solution having 40 ml of dyes extract, 12.5 ml of 20% NaCl and 7.5 ml of 20% *Acacia catechu extract*. Dyed fabric had degree of lightness (L*) of 43.74±0.84, red/green value (a*) of 7.83$\pm$0.28 and yellow/blue value (b*) of -5.54$\pm$0.17. Both the colorfastness of dyed fabric to light and color change after laundering were poor but staining on multifiber adjacent fabric was very good to excellent.

Keywords : Natural Dye / Black Sticky Rice / Optimum Condition / Colorfastness

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สีธรรมชาติมีบทบาทเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์มายาวนานตั้งแต่สมัยโบราณมาจนถึงปัจจุบัน ในสมัยโบราณมนุษย์ได้เรียนรู้ที่จะนำสีจากธรรมชาติมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น วาดภาพฝาผนัง ทาตามร่างกาย ทาบนภาชนะเครื่องปั้นดินเผา ย้อมเครื่องใช้เครื่องนุ่งห่ม และประกอบพิธีกรรมตามความเชื่อของคนในท้องถิ่น (ประไพ, 2550) สีจากธรรมชาตินั้นสามารถที่จะสกัดได้มาจาก พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ ในปัจจุบันมีการหันมาใช้สีธรรมชาติแทนสีเคมีมากขึ้น เนื่องจากสีเคมีนั้นก่อให้เกิดโรคต่างๆ ในระบบทางเดินหายใจ โรคมะเร็ง โรคผิวหนัง ที่เกิดจากการสะสมสารเคมีจากการย้อมผ้าด้วยสีเคมี นอกจากปัญหาเรื่องสุขภาพแล้วการใช้สีจากธรรมชาติยังเป็นการลดปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมและเป็นการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น (วิษณุ, 2553) โดยในอดีตนั้นมีการสกัดสี 2 วิธี คือ การต้มและการหมัก และนำมาย้อมผ้าด้วยวิธีการต้มย้อมหรือการย้อมร้อน และการย้อมเย็นหรือการหมัก (วิเชษฐ์ และคนอื่นๆ, 2554) สีธรรมชาติเป็นสีที่ต้องอาศัยสารในการเร่งให้สีติดแนบกับเส้นใย สารช่วยที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำปูนใส น้ำด่าง (น้ำขี้เถ้า) กรด (น้ำมะนาว น้ำมะขามเปียก) น้ำบาดาล น้ำโคลน (บ่อที่มีน้ำขังตลอดปี) ส่วนสารให้สีติด ได้แก่ สารฝาด (พืชที่มีรสฝาดและขม) โปรตีนจากถั่วเหลือง และเกลือแกง (ระมัด, 2556) วัตถุดิบที่ให้สีในธรรมชาตินั้นมีอยู่มากมาย เช่น ข้าวเหนียวดำที่เป็นพืชเศรษฐกิจในท้องถิ่นของไทย จากงานวิจัยรายงานว่าพบสารกลุ่ม flavonoid สูงซึ่งสารกลุ่มนี้มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและให้สีในธรรมชาติ สีจากข้าวเหนียวดำเป็นสีม่วงดำประกอบด้วยสาร 3 ชนิด คือ Cyamidin (สีม่วง) Peonidin (สีชมพูอ่อน) และ Procyamidin (สีน้ำตาล) (Sininnrice, 2556) ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์ที่จะนำข้าวเหนียวดำซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองที่ปลูกอยู่ภายในท้องถิ่นมาพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าและเป็นการเพิ่มเฉดสีที่ได้จากธรรมชาติ โดยทำการศึกษาวิธีการสกัดด้วยการต้มและเพิ่มประสิทธิภาพในการย้อมด้วยวิธีการ

ต้มให้สีดูดซึมเข้าไปในผ้า (Exhaust Dyeing) โดยใช้สารช่วยในการติดสี 3 ชนิด คือ เกลือแกง (NaCl) ด่าง (NaOH) และสีเสียด พร้อมศึกษาความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อมเพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพสี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากข้าวเหนียวดำ และความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากข้าวเหนียวดำวิเคราะห์ผลโดยใช้ปริภูมิสีระบบ CIE Lab รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และ ค่า (พรเพ็ญ โชชัย และคณะ, 2555) และทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (n=3) โดยใช้สถิติได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (± SD) ในขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อมวิเคราะห์ผลโดยใช้เกรย์สเกลมาตรฐาน JIS L0804 และ L0805 **และ** total color deviation (ΔE)

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมจะในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากข้าวเหนี่ยวดำ ใช้การย้อมแบบ Exhaust Dyeing ในอัตราส่วนระหว่างผ้าต่อสารละลายในกระบอกย้อม 1:20 ในทุกขั้นตอนของการศึกษา

1. **การเตรียมน้ำย้อมจากข้าวเหนียวดำโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด** โดยทำการสกัดสีธรรมชาติจากข้าวเหนียวดำในอัตราส่วนระหว่างข้าวต่อน้ำทั้งหมด 3 อัตราส่วน คือ 1:2, 1:3 และ 1:4 ต้มที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นกรองน้ำสีที่ต้มได้ด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำสีซึ่งมีสีม่วงดำที่สกัดได้ไปย้อมผ้าฝ้ายที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 30 นาที ใช้ผ้าหนัก 3 g ต่อปริมาตรของสีจากข้าวเหนียวดำที่สกัดได้ปริมาตร 60 ml จากนั้นล้างน้ำให้สะอาดนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง วิเคราะห์ผลด้วยระบบ CIE Lab ซึ่งอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคืออัตราส่วนที่ให้ค่าความสว่าง L* ต่ำ ซึ่งแสดงว่ามีน้ำหนักสีบนผ้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าขาวก่อนย้อม และให้ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในโซนสีม่วงดำ
2. **การเตรียม 20% น้ำสีเสียด** ชั่งสีเสียดสดน้ำหนัก 200 g ต้มในน้ำปริมาตร 1000 ml เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางเอาเฉพาะน้ำมาใช้สำหรับย้อมผ้า
3. **การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมและประสิทธิภาพของ 20% NaOH** โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิในการย้อมระหว่าง 60 °C กับ 80 °C เริ่มจากต้มน้ำสีปริมาตร 40 ml กับผ้าจนกระทั่งได้อุณหภูมิ 60 °C กับ 80 °C แล้วเติม 20% NaCl ปริมาตร 15 ml และ 20% NaOH ปริมาตร 5 ml จับเวลาต่ออีก 30 นาที จากนั้นล้างน้ำให้สะอาดนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง
4. **การศึกษาประสิทธิภาพของ 20% NaCl และ 20% น้ำสีเสียดในการช่วยติดสีย้อมผ้า** ย้อมผ้าด้วยสีย้อมจากข้าวเหนียวดำปริมาตร 40 ml ที่อุณหภูมิ 80 °C โดยใช้ปริมาตรสารช่วยย้อมที่แตกต่างกันดังนี้ 1) เติม 20% NaCl ปริมาตร 20 ml 2) เติม 20% น้ำสีเสียด ปริมาตร 20 ml และ 3) เติม 20% NaCl ปริมาตร 12.5 ml ผสมกับ 20% น้ำสีเสียด ปริมาตร 7.5 ml หลังจากเติม NaCl และน้ำสีเสียดตามที่กำหนดให้จับเวลาในการย้อม 30 นาที ก่อนนำไปล้างน้ำให้สะอาดแล้วตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง วิเคราะห์ผลด้วยระบบ CIE Lab ทั้งหมด 3 จุดบนผ้าย้อม 1 ชิ้น
5. **ศึกษาปริมาตรอัตราส่วนที่เหมาะสมของ 20% NaCl ต่อ 20% น้ำสีเสียดในการย้อมผ้า** ย้อมผ้าโดยใช้อัตราส่วนของสารช่วยย้อมระหว่าง 20% NaCl ต่อ 20% น้ำสีเสียดในอัตราส่วนที่แตกต่างกันดังนี้

12.5:7.5, 15.0:5.0 และ 17.5:2.5 ml ตามลำดับ ย้อมที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 30 นาทีล้างน้ำให้สะอาดแล้วตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

6. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการย้อม ย้อมโดยใช้ปริมาตรของสีจากข้าวเหนียวดำ 40 ml และปริมาตรของ 20% NaCl ต่อ 20% น้ำสีเสียดในอัตราส่วนที่ 12.5:7.5 ml จับเวลาในการย้อมระหว่าง 30 และ 60 นาที ล้างน้ำให้สะอาดแล้วตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

7. ความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อม โดยทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก) ตามมาตรฐาน JIS L0843-1988 และทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐาน AATCC 61-1980 2A โดยทำการตัดผ้าฝ้าย ขนาด 5×7 cm ตัดผ้ามัลติไฟเบอร์ เบอร์ 10 ที่ประกอบด้วยผ้า 6 ชนิด คือ Acetate, Cotton, Nylon, Silk, Viscose Rayon, Wool ขนาดความกว้าง 5 cm เย็บติดชิ้นงานทางด้านกว้างวางชิ้นทดสอบลงในถ้วยซัก เติมน้ำสบู่ ให้ซักที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้มาตรฐาน 2A เมื่อใส่น้ำสบู่ในถ้วยซักแล้วควร Preheat ในเครื่องทดสอบให้สะอาด เมื่อซักเสร็จแล้วให้นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องซัก ล้าง ให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำซึ่งไหลตลอดเวลา เป็นเวลา 10 นาที บิดน้ำออกจากผ้าชิ้นทดสอบ เลาะด้ายที่เย็บออกและผึ่งชิ้นทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 °C หาค่าความเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบและค่าการเปื้อนสีบนผ้ามัลติไฟเบอร์โดยใช้เกรย์สเกลมาตรฐาน JIS L0805 โดยมีระดับความคงทนดังนี้

1	ต่ำมาก	2-3	ดีปานกลาง	4	ดีที่สุด
1-2	ต่ำ	3	ดี	4-5	ดีเลิศ
2	ปานกลาง	3-4	ดีมาก	5	ยอดเยี่ยม

ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากข้าวเหนียวดำพบว่าอัตราส่วน 1:2 ไม่สามารถสกัดสีจากข้าวเหนียวดำได้ ที่อัตราส่วน 1:3 ผ้าที่ย้อมสีมีค่าสี L* 59.56±0.86, a* 8.72±0.24 และ b* -1.67±0.41 ในอัตราส่วน 1:4 มีค่าสี L* 58.25±0.67, a* 6.86±0.29 และ b* -7.12±0.38 ดังแสดงในตารางที่ 1 เลือกใช้อัตราส่วน 1:4 นี้ในการสกัดสีต่อไป นำน้ำสีที่ได้จากการสกัดไปย้อมผ้าเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการย้อมที่ 60 °C และ 80 °C ผลจากการย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C มีค่าสี L* 64.90±0.30, a* 4.50±0.08 และ b* 12.11±0.28 ที่อุณหภูมิ 80 °C มีค่าสี L* 60.33±0.60, a* 4.62±0.08 และ b* 12.14±0.29 และผลจากการเติม 20% NaOH ทำให้เกิด Red shift เฉดสีของข้าวเหนียวดำเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีน้ำตาลอ่อนแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นนำผลที่ได้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพของ 20% NaCl และ 20% น้ำสีเสียด ผลจากการทดสอบผ้าที่ย้อมด้วยสีย้อมจากข้าวเหนียวดำปริมาตร 40 ml กับ 20% น้ำสีเสียดปริมาตร 20 ml มีค่าสี L* 57.18±1.17, a* 7.50±0.02 และ b* -6.91±0.34 ส่วนผ้าที่ย้อมด้วย 20% NaCl ปริมาตร 20 ml มีค่าสี L* 59.27±0.60, a* 3.02±0.15 และ b* -10.96±0.32 และจากการทดสอบโดยการเติม 20% NaCl ปริมาตร 12.5 ml ร่วมกับ 20% น้ำสีเสียด ปริมาตร 7.5 ml มีค่าสี L* 43.44±0.32, a* 7.48±0.04 และ b* -5.81±0.06 แสดงในตารางที่ 3 จากนั้นศึกษาปริมาตรที่เหมาะสมของ 20% NaCl ต่อ 20% น้ำสีเสียด ต่อปริมาตรสีจากข้าวเหนียวดำ 40 ml น้ำหนักผ้าที่ใช้ย้อม 3 g ผลของการศึกษาอัตราส่วนระหว่าง 20% NaCl ต่อ 20% น้ำสีเสียดทั้งหมด 3 อัตราส่วนดังนี้ 12.5:7.5, 15.0:5.0 และ 17.5:2.5 ml มีค่าสี L* 43.29±0.15, 44.58±0.12 และ 45.48±0.13 ค่า a* 7.50±0.02, 8.36±0.08 และ 6.42±0.07 และ ค่า

b* -5.86±0.06, -4.52±0.04 และ -11.26±0.06 ตามลำดับแสดงในตารางที่ 3 สุดท้ายทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย้อมที่เวลา 30 และ 60 นาทีหลังจากการเติมสารช่วยย้อมทั้ง 2 ชนิด มีค่าสี L* 44.85±0.15, 43.22±0.08 ค่า a* 7.81±0.11, 8.07±0.03 และ ค่า b* -5.70±0.03, -5.54±0.01 ตามลำดับแสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษาค่าความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อม การทดสอบความคงทนต่อแสงซีนอนอาร์กที่ระยะเวลา 20 ชั่วโมง แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีบนเกรย์สเกลหรือผ้า blue wool ที่ระดับ 1-2 และค่าความคงทนต่อการซักที่ระดับ 1-2 การเปื้อนติดสีบนผ้ามัลติไฟเบอร์ ดังนี้ Acetate, Cotton, Nylon, Silk, Viscose Rayon และ Wool มีระดับการบนเปื้อนของสีบนผ้ามัลติไฟเบอร์ที่ระดับระหว่าง 4-5 และ 5

ตารางที่ 1 การเตรียมน้ำย้อมจากข้าวเหนียวดำโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด

อัตราส่วน	L*	a*	b*	ΔE
1:3	59.56±0.86	8.72±0.24	-1.67±0.41	20.6
1:4	58.25±0.67	6.86±0.29	-7.12±0.38	14.3

ตารางที่ 2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมและประสิทธิภาพของ 20% NaOH

อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	L*	a*	b*	ΔE
60	64.90±0.30	4.50±0.08	12.11±0.28	34.6
80	60.33±0.60	4.62±0.08	12.14±0.29	35.1

ตารางที่ 3 ศึกษาปริมาตรที่เหมาะสมของ 20% NaCl และ 20% น้ำสีเสียด

อัตราส่วน (20% NaCl : 20% น้ำสีเสียด (ml)	L*	a*	b*	ΔE
0 : 20.0	57.18±1.17	6.68±0.23	-6.91±0.34	14.3
20.0 : 0	59.27±0.60	3.02±0.15	-10.96±0.32	11.0
12.5 : 7.5	43.29±0.15	7.50±0.02	-5.86±0.06	19.4
15.0 : 5.0	44.58±0.12	8.36±0.08	-4.52±0.04	20.4
17.5 : 2.5	45.48±0.13	6.42±0.07	-11.26±0.06	17.5

ตารางที่ 4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการย้อม

ระยะเวลา (นาที)	L*	a*	b*	ΔE
30	44.85±0.15	7.81±0.11	-5.70±0.03	19.4
60	43.22±0.08	8.07±0.03	-5.54±0.01	17.5

ตารางที่ 5 ความคงทนของสีบนผ้าหลังย้อม

Light fastness	Washing fastness						
	Color change	Color stain					
Color change		Acetate	Cotton	Nylon	Silk	Viscose Rayon	Wool
1-2	1-2	5	5	4-5	5	5	5

อภิปรายผล

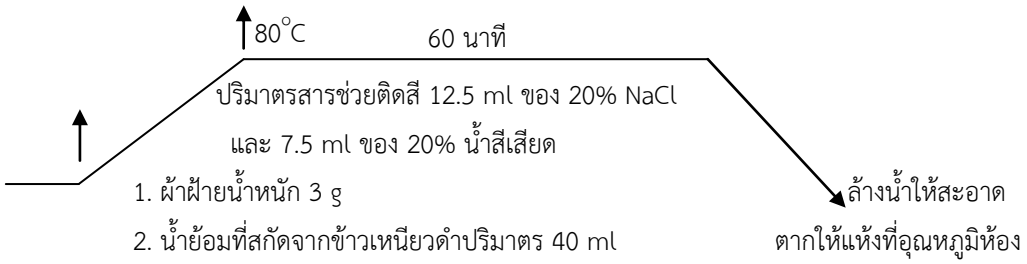
การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากข้าวเหนียวดำที่อัตราส่วน 1:2 หลังจากนำไปต้ม พบว่าปริมาณน้ำที่ต้มข้าวนั้นน้อยเกินไปเมื่อข้าวพองตัวจากการต้มทำให้น้ำถูกดูดซึมหมดจนไม่สามารถนำมากรองเอาน้ำสีได้ จึงสามารถสกัดได้เพียงสองอัตราส่วนคือ 1:3 และ 1:4 หลังจากการนำสีไปย้อมผ้าและวิเคราะห์ผลด้วย CIE Lab ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำหนักของข้าวเหนียวดำ (g) ต่อน้ำ (ml) ที่อัตราส่วน 1:4 เนื่องจากผลของการย้อมให้ค่าความสว่าง (L*) ของสีต่ำกว่าที่อัตราส่วน 1:3 เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าขาวก่อนย้อม สีแสดงว่าสีที่อยู่บนผ้าของอัตราส่วน 1:4 มีปริมาณสีมากกว่าที่อัตราส่วน 1:3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนงค์พรรณ และสุวภางค์ (2555) ปริมาตรของตัวทำละลายที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การสกัดดีขึ้นด้วยและเมื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมพบว่าอุณหภูมิที่ 80 $^{\circ}$C ให้ค่าความสว่างของสีในระบบ CIE Lab น้อยกว่าที่ 60 $^{\circ}$C ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มอุณหภูมิทำให้เส้นใยเซลลูโลสพองตัวเพิ่มมากขึ้นทำให้โมเลกุลสีเข้าไปในสายโซ่เซลลูโลสพอลิเมอร์มากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล (mass transfer coefficient) มีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณดูดซับจำเพาะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (พรสวรรค์ และวีระวัฒน์, 2553) และการทดลองในขั้นตอนนี้ได้มีการเติมสารช่วยย้อม 20% NaOH เพื่อดูประสิทธิภาพของสารช่วยย้อม NaOH พบว่าเนื่องจาก NaOH มีสมบัติเป็นด่างแก่จะมีผลต่อน้ำสีจากข้าวเหนียวดำที่ใช้ย้อมผ้า โดยเซลลูโลสพอลิเมอร์ มีหมู่ hydroxyl (OH) แตกตัวเป็น $-O^-$ และ H^+ อยู่ในน้ำ ดังนั้นเมื่ออยู่ในน้ำผ้าจึงมีประจุเป็นลบ ทำให้เกิดการผลักกับอิออน (หรือโมเลกุล) ของสีย้อมธรรมชาติที่มีประจุเป็นลบเช่นกัน เป็นสาเหตุให้สีธรรมชาติดูดซับยาก เมื่อสารละลายเป็นด่างมาก (OH^- มาก) จะทำให้ OH แตกตัวได้น้อยลง ดังนั้นการเติม OH^- มาก ๆ ทำให้สารสีธรรมชาติตกตะกอนได้ ทำให้สารสีถูกทำลายเกิด red shift สีที่ใช้ในการย้อมเปลี่ยนเป็นสีเขียวระหว่างกระบวนการย้อม จึทำให้มีค่าสี a* และ b* เปลี่ยน โดย a* มีค่าลดลง และ b* มีค่าเป็นบวกแสดงว่าผ้าที่ย้อมได้มีเฉดสีเหลืองไม่ใช่สีน้ำเงินที่เป็นโทนสีของข้าวเหนียวดำ การศึกษาประสิทธิภาพของสารช่วยย้อมระหว่าง 20% NaCl และ 20% น้ำสีเสียดที่อัตราส่วน 12.5:7.5 ml เนื่องจากสารช่วยย้อมทั้งสองชนิดมีผลต่อการติดสี โดยที่โซเดียมไอออนของเกลือในน้ำย้อมส่วนหนึ่งจะทำหน้าที่ลดประจุของเส้นใยสีสามารถเข้าไปใกล้เส้นใยจนกระทั่งแรงแวนเดอร์วัลล์มีประสิทธิภาพ โดยเมื่อย้อมที่อุณหภูมิปานกลางจะทำให้โซเดียมไอออนทำหน้าที่ในการละลายสี ดังนั้นการเติมเกลือแกงในน้ำย้อมจะเป็นการเพิ่มโซเดียมไอออนทำให้สีติดเส้นใยดีมากขึ้นเนื่องจากเกลือช่วยในการละลายสี (ศศิมา และคนอื่นๆ, 2557) แต่ถ้าปริมาณของเกลือมากเกินไปจะมีผลต่อการละลายของสีทำให้เกิดตะกอน (Sumitomo, 2007) ในส่วนของน้ำย้อมสีเสียดนั้นจะประกอบด้วยสารแทนนินที่จะช่วยให้สียึดเกาะกับเส้นใยได้ดี (วิเชษฐ์ และอื่นๆ, 2554) และจากผลของการศึกษาและวิเคราะห์ผลให้ค่าความสว่างของสี (L*) ต่ำสุดแสดงว่ามีการดูดซึมสีที่ดี และจากการทดสอบใช้ 20% น้ำสีเสียดเพียงอย่างเดียวจะมีผลทำให้สีที่ติดบนผ้าไม่สม่ำเสมอ โดยดูจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ของค่า L* มีค่ามากกว่า 0.75 แสดงว่าค่า L* ที่วัดได้จากผ้ามีความแตกต่างกันไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เช่นเดียวกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ของ 20% NaCl เพียงอย่างเดียวที่มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่ามีความแตกต่างของการวัดสีแต่ละจุดบนผ้านั้นแสดงว่าสีที่ย้อมได้

บนผ้าไม่สม่ำเสมอ จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการย้อมผ้าได้ระยะเวลาที่เหมาะสม คือ 60 นาที เนื่องจากระยะเวลาในการย้อมมีผลต่อการดูดซึมและการยึดติดสีของผ้า (Sumitomo, 2007) และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิเชษฐ์ และคนอื่นๆ (2554) และผลของการวัดความคงทนของสีบนผ้าต่อแสงและการซักเมื่อเทียบกับผ้าก่อนทดสอบโดยใช้เกรย์สเกลอยู่ในระดับ 1-2 ถือว่ามาตรฐานต่ำ เนื่องจากการย้อมผ้าโดยสีธรรมชาตินั้นหากไม่มีการเคลือบผ้าด้วยสารที่ช่วยให้สีมีความคงทนต่อแสงและการซัก (เดือนเพ็ญพร, 2555) และมีการเปื้อนติดสีบนผ้าขาวชนิดอื่นที่ใช้ในการทดสอบความคงทนต่อการซักที่ระดับ 4-5 แสดงว่ามาตรฐานดีเลิศ และระดับ 5 ที่แสดงว่ามาตรฐานยอดเยี่ยม

สรุปผลการวิจัย

1. อัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากข้าวเหนียวดำคือ ข้าว 1 ส่วนต่อน้ำ 4 ส่วนเนื่องจากที่อัตราส่วน 1:4 จะทำให้ได้สีที่มีปริมาณเพียงพอต่อการนำไปย้อมผ้าและสีที่ได้สามารถดูดซึมในผ้าที่ใช้ย้อมได้ดีกว่าอัตราส่วน 1:3 และ 1:2

2. สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากข้าวเหนียวดำ คือ ในการย้อมผ้าฝ้าย 3 g ใช้น้ำสี 40 ml ต้มจนได้อุณหภูมิ 80 °C เติม 12.5 ml ของ 20% NaCl และ 7.5 ml ของ 20% น้ำสีเสียด ย้อมต่อเป็นระยะเวลา 60 นาที



ภาพที่ 1 กระบวนการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากข้าวเหนียวดำ

3. การทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสงและการซักอยู่ในระดับต่ำ และการเปื้อนติดสีบนผ้าขาวทั้ง 6 ชนิดที่ใช้ทดสอบการซักอยู่ในระดับดีเลิศและยอดเยี่ยม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาไม่ควรเติมสารเคมีที่เป็นเบสแก่ เช่น NaOH แต่หากต้องการเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมสีควรเติมรวมกับ Na_2CO_3 หรือ $NaHCO_3$ ให้มีสภาพเป็นบัฟเฟอร์ก่อนเติมลงในกระบวนการย้อมผ้า (Sumitomo chemical, 2550)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย คุณนงเยาว์ โกสีนาม บริษัท พี พี คัลเลอร์ เท็กซ์ จำกัด และคุณวิชัย ภานุวานิชพงศ์ เอื้อเฟื้อเครื่องสเปกโตรโฟโตรมิเตอร์และเครื่องมือในการทดสอบความคงทนของสี คุณ Tiwa Mitchell ให้คำปรึกษาด้านภาษาอังกฤษ และทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เดือนเพ็ญพร ชัยภักดี. (2555). **การย้อมเส้นไหม**. [Online]. Available : http://www.dr-duan.com/Dyeing-silk. [2557, กุมภาพันธ์ 11].

ประไพ เชิญทอง. (2550). **ช่วยโลก ช่วยตัวเอง ด้วยการใช้ผ้าสีย้อมธรรมชาติ**. [Online]. Available : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=101083. [2557, มกราคม].

พรเพ็ญ โชชัย, ระมัด โชชัย และเมทินี ทวีผล. (2555). การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกงิ้วสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว. **สักทอง : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**, **18**(2), 1-10.

พรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์ และวีระวัฒน์ คลอวุฒิมันตร์. (2553). การดูดซับสีย้อมด้วยตัวดูดซับจากธรรมชาติ. **วิศวสารลาดกระบัง, 27**(4), 61-66.

ระมัด โชชัย. (2556). การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกต้นมะม่วงสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว. **วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 5**(4), 116-129.

วิเชษฐ์ จันทร์คงหอม, อุทัย เอกสะพัง และวุฒิ วัฒนสิน. (2554, เมษายน-กันยายน). การผลิตสีเพื่อการย้อมผ้าและการย้อมด้ายของกลุ่มชาวบ้านในจังหวัดสงขลา. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 6**(1), 219-231.

วิษณุ ดาทอง. (2553). **การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ**. [Online]. Available : http://www.nstda.or.th/sciencevillages/udomsomboon/?p=311. [2557, มกราคม 23].

ศศิมา สุขสว่าง และทีมงานศูนย์พัฒนาสิ่งทอ. (2557). [Online]. Available : http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id=1418. [2557, มกราคม 25].

อนงค์พรรณ หัตถมาศ และสุวภางค์ ศรีเทพ. (2555). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฝ้ายย้อมสีจากมะขามหวาน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

Sininrice. (2556). **ลักษณะพิเศษของข้าวเจ้าหอมนิล**. [Online]. Available : http://www.sininrice.com. [2557, มกราคม 24].

Sumitomo Chemical. (2007). **Technical Information (Exhaust dyeing)**. Osaka, Japan : Sumitomo chemical Company, Limited.