บทคัดย่อ

ในการวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว โดยเน้นหนักการย้อมสีเขียว สีน้ำตาล และสีดำ ได้ทำการศึกษาทางเคมีของพืชให้สี หาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการย้อม ผลของสารช่วยย้อมและมอร์แดนท์โลหะที่มีต่อสีที่ย้อมได้และต่อความคงทนของสีต่อการซัก ต่อการขัดถูและต่อแสง

ได้ทำการศึกษาทางเคมีพืชให้สี 6 ชนิดได้แก่ สะเดา ยูคาลิปตัส หูกวาง มะพร้าว สาบเสือ และสมอไทย ได้ทำการสกัดสารสีจากพืชวัตถุดิบด้วยน้ำร้อนและ/หรือด้วยเอธานอล ทำการทดลองแยกสารสีโดยวิธีโครมาโตรกราฟี ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพหาแทนนิน ฟลาโวนอยด์ แอนธราควิโนน และสารฟีนอลิก ได้ทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ในพืชที่ให้สีเขียวโดยใช้วิธีทางสเปคโตรสโคปี หาปริมาณแทนนินโดยวิธี Hide powder หาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธีอิเล็กโตรโคแอกกูเลชันในพืชที่ให้สีน้ำตาลและสีดำ และทดสอบการย้อมผ้าฝ้ายดิบและผ้าฝ้ายฟอกขาวเพื่อดูเฉดสีโดยไม่ใช้และใช้สารช่วยย้อมกรดแทนนิก 0.2 % และมอร์แดนท์โลหะ $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $Na_2Cr_2O_7$, $Co(NO_3)_2$, และ $CuSO_4$ ความเข้มข้น 1 หรือ 10 % นอกจากวัตถุดิบหลักที่กำหนดจำนวน 6 ชนิดแล้วได้ทำการศึกษาวัตถุดิบอื่นเป็นบางส่วนอีกจำนวน 15 ชนิด พบว่าพืชที่น่าจะสามารถใช้ย้อมสีเขียวได้ ได้แก่ ใบหญ้าหวาน ใบติ้วแดง ใบสาบเสือ ใบจามจุรี และใบขี้เหล็กฝรั่ง โดยใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์ พืชที่ใช้ย้อมสีน้ำตาลและสีดำ ได้แก่ ใบสะเดา ใบและเปลือกต้นหูกวาง เปลือกต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นกระโดน และผลตะแบก พืชที่เหมาะสมสำหรับย้อมสีน้ำตาลได้แก่ กาบมะพร้าวแห้ง(ส่วนเปลือกผลและใย) ผลสมอไทย(ส่วนเปลือกและเนื้อ) และเปลือกผลมังคุด

การพัฒนากระบวนการย้อมได้ใช้เส้นด้ายฝ้าย 3 ประเภท คือ ด้ายฝ้ายเบอร์ 40/2 ด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 และด้ายปั่นมือ ที่หาซื้อได้จากร้านค้าในท้องตลาด ได้ทำการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมด้ายก่อนการย้อมโดยทำความสะอาดด้วยวิธีการต่าง ๆ ใช้อัตราส่วน ด้ายต่อสารละลาย เป็น 1: 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำการต้มด้ายในสารละลายให้เดือดและทิ้งไว้นาน 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง วิธีการทำความสะอาดที่ใช้ ได้แก่ ทำความสะอาดด้วยสบู่และโซดาแอช ทำความสะอาดแบบ 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกใช้ กรดซัลฟูริก 2 %w/v หรือเอนไซม์ไดแอสเตส และขั้นตอนที่สองใช้สารละลายโซดาไฟความเข้มข้น 5, 7 และ 10 %owf. และวิธีการสุดท้ายทำความสะอาดด้วยเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 4 และ 6 %ของน้ำหนักด้าย พร้อมการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ชนิด 35%V ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 %ของน้ำหนักด้าย ผลการหาความชื้นของ

เส้นด้าย วัดความขาว วัดความแข็งแรงของด้ายในเทอมความทนแรงดึง และติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ก่อนและหลังการทำความสะอาดตามขั้นตอนต่าง ๆ พบว่าภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำความสะอาดด้ายแตกต่างกันไปตามชนิดและธรรมชาติของเส้นด้ายแต่ผลโดยรวมสามารถกล่าวได้ว่าภาวะที่เหมาะสม คือ การทำความสะอาดด้วยเบสพร้อมการฟอกขาว โดยใช้ความเข้มข้นของเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 %owf. และสารฟอกขาวไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ชนิด 35%V ความเข้มข้น 5 %ของน้ำหนักด้าย ที่ภาวะต้มเดือด เวลา 30 นาทีหลังจากเติมเปอร์ออกไซด์ อย่างไรก็ตามสำหรับการย้อมระดับอุตสาหกรรมครอบครัวนี้ สามารถใช้วิธีการทำความสะอาดด้วยสบู่และโซดาแอชใช้อัตราส่วนด้าย : สบู่ : โซดาแอช : น้ำ = 100 : 10 : 16 : 1000 ที่ภาวะต้มเดือด เวลา 1 ชั่วโมงได้

การเตรียมน้ำย้อมจากพืชวัตถุดิบใช้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อน้ำเป็น 1 : 10 เวลาในการต้ม 1 ชั่วโมง กรองแยกกากออกก่อนนำไปใช้ย้อมด้าย หรือผ้าฝ้ายดิบ การหาภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการย้อม ใช้อัตราส่วนด้ายต่อน้ำย้อมเท่ากับ 1 ต่อ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นหลัก ทำการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการย้อมโดยติดตามการเปลี่ยนแปลงการดูดซับสีน้ำย้อมโดยวิธีทางเสปคโตรสโคปี และศึกษาผลของสารช่วยย้อมกรดแทนนิกและน้ำต้มใบยูคาลิปตัสและผลของมอร์แดนท์โลหะความเข้มข้นเทียบเป็นโลหะระหว่าง 0.25 ถึง 5 %ของน้ำหนักด้าย ทำการย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสี ย้อมพร้อมย้อมสี และย้อมหลังย้อมสี อัตราส่วนด้ายต่อสารละลายมอร์แดนท์ 1 : 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการพิจารณาจาก สีที่ย้อมได้ที่ทำการบันทึกภาพและทำการวัดสีในเทอม L*, a* และ b* ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อการติดสี ต่อการขัดถูและต่อแสงตามวิธีการมาตรฐาน รวมถึงความสะดวก ความยากง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมครอบครัว

ผลการทดลองพบว่า สำหรับน้ำย้อมสีธรรมชาติทุกชนิดที่ได้ศึกษานี้ การดูดซับสีโดยด้ายฝ้ายอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนมากเกิดการดูดซับได้ไม่เกิน 40 % ยกเว้นน้ำย้อมหญ้าหวาน ใบสะเดา และเปลือกต้นสมอไทยที่สามารถเกิดการดูดซับได้สูงถึง 70-80% พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมมีค่าต่ำกว่าจุดเดือดโดยจะมีค่าระหว่าง 60 ถึง 90 ^{o}C ส่วนมากสามารถใช้อุณหภูมิ 70 ^{o}C ได้ พบว่าเวลาที่เหมาะสมในการย้อมสีคือ 60 นาที

การย้อมสีเขียวด้วยสีย้อมธรรมชาติจากพืชขึ้นอยู่กับคลอโรฟิลล์ในวัตถุดิบให้สีและความยากง่ายในการละลายในน้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลาย ผลการย้อมสีเขียวโดยใช้ใบหญ้าหวาน ใบติ้วแดง ใบสาบเสือ และใบขี้เหล็กฝรั่ง สรุปได้ว่าอุณหภูมิที่คือ 70 ^{o}C เวลา 1 ชั่วโมง ใช้มอร์แดนท์ทองแดงความเข้มข้น 0.25 - 1 %ของน้ำหนักด้าย

การย้อมสีน้ำตาลจากสีย้อมธรรมชาติเกิดจากสารพวกแทนนินและสารฟีนอลิกที่มีในพืชส่วนประกอบที่แตกต่างกันทำให้สีน้ำตาลที่ได้มีเฉดสีแตกต่างกัน ส่วนมากสามารถย้อมติดได้โดยไม่ต้องใช้มอร์แดนท์ แต่สีจากพืชบางชนิดไม่ทนต่อแสง การใช้โลหะมอร์แดนท์ช่วยย้อมอาจทำให้ความ

คงทนของสีต่อแสงดีขึ้น ธรรมชาติของสารสีที่แตกต่างกันทำให้อุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกันไปในช่วง 65 ถึง 85 ^{o}C ชนิดของมอร์แดนท์(สารส้มและจุนสี) และภาวะการย้อมแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่าเวลาการย้อมที่เหมาะสมคือ 60 นาทีเช่นเดียวกันกับการย้อมสีเขียว

สีดำจากพืชให้สีย้อมธรรมชาติต่าง ๆ คือ เปลือกแห้งต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นสมอไทย ผลมะกอก ใบหูกวาง เปลือกต้นกระโดน เปลือกต้นรกฟ้า และลูกตะแบก เกิดจากสารแทนนินและสารฟีนอลิกเช่นเดียวกับการย้อมสีน้ำตาล แต่ต้องใช้เหล็กเป็นมอร์แดนท์ ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมจึงไม่สามารถใช้ภาวะหนึ่งเดียวได้เช่นเดียวกับการย้อมสีน้ำตาล อุณหภูมิที่เหมาะสมสามารถใช้ได้ในช่วง 65 ถึง 85 ^{o}C และเวลา 60 นาทีเช่นกัน สีดำที่ได้มีโทนสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ ผลการทดสอบความคงทนของสีพบว่าอยู่ในเกณฑ์เดียวกันกับพืชอื่น ๆ ที่ศึกษามาก่อนแล้ว

ได้ทำการถ่ายทอดกระบวนการย้อมให้กลุ่มทอผ้าร่วมโครงการรวม 2 ครั้ง และกลุ่มทอผ้าอื่นในเขตภาคเหนือตอนบน 2 ครั้ง

Abstract

In the process of research to develop and improve the dyeing process using natural dyes for small scale industry, stressing green, brown and black colours, we have studied the chemical nature of plant dyes, the optimum temperatures and time for dyeing, the effect of dyeing auxilliaries and metallic mordants on the dyeing colour, washing fastness, rubbing fastness and light fastness.

We have studied the chemical nature of dyes from 6 plants, viz. neem, eucalyptus, umbrella tree (Terminalia catappa), coconut, Saab Suea (Eupatorium odoratum), and myrobalan (Terminalia chebula). The dye substances were extracted using hot water and/or alcohol, fractionated by chromatography, then analyzed qualitatively for tannins, flavonoids, anthraquinones, and phenolic compounds. Quantitative determinations were carried out by spectroscopic method for chlorophylls in the materials used in dyeing green colour, by hide powder method for tannins, and by electrocoagulation method for phenolic compounds in the materials used in dyeing brown and black colours. Dyeing tests were performed in order to compare colour shades using raw and bleached cotton cloths, with and without 0.2% tannic acid, and using aluminium sulphate, ferrous sulphate, sodium dichromate, cobalt nitrate, and copper sulphate as mordants in 1 or 10% concentrations.

Apart from the above 6 main dyeing materials, 15 others were partly studied and it was found that dyeing materials having a potential for dyeing green colour are the leaves of stevia, Tiu Daeng (Cratoxylum formosum subsp. Pruniflorum), Saab Suea, rain tree (Samanea saman), and Cassia (Cassia floribunda), all using copper sulphate as mordant. For brown and black colours the following are recommended : neem leaves, bark and leaves of umbrella tree, eucalyptus bark, Rok Faa (Terminalia alata) bark, myrobalan bark, Kradone (Careya arborea) bark, and Queen's Crapemyrtle (Lagerstroemia calyculata) fruits. For brown colour the following are suggested: brown husk of coconut fruit, myrobalan fruit and rind of mangosteen fruit.

The sutdy to develop the dyeing process was carried out using 3 kinds of cotton yarn, viz. yarn no. 40/2, yarn no. 10/1, and hand-spun yarn, all commercially available. First, to find out the optimum conditions for cleaning the yarn prior to dyeing, a ratio of yarn to cleaning solution = 1:10 (w/v) and a boiling time of 0.5-1 hour were used. Three cleaning methods employed

were (1) cleaning with soap and soda ash, (2) cleaning with 2% (w/v) sulphuric acid or diastase enzyme, followed by caustic soda solution (5, 7, or 10%owf.), and (3) cleaning with sodium hydroxide solution (4 or 6 %owf.) and bleaching with 35%V hydrogen peroxide (5, 10 or 15 % owf.). Judging from fibre moisture, whiteness, strength, and weight change before and after cleaning, it was found that the optimum conditions for cleaning the yarn varied as the kind and nature of the fibre, but the best overall condition seems to be cleaning with base and bleaching by sodium hydroxide (6% owf.) and 35%V hydrogen peroxide (5 %owf.) with 30-minute boiling time. However, for small scale industry, cleaning with soap and soda ash in the ratio of yarn : soap : soda ash : water = 100 : 10 : 16 : 1000, with 1 hour boiling time, was found to be good enough.

In the preparation of dyeing solution from the dye material, a ratio of 1:10 for dye material to water and a heating time of 1 hour were used. The dye material was then separated from the dyeing solution, which was then used to dye the cotton fibre in the ratio of 1:10 (w/v) for fibre to dye solution. Determination of optimum dyeing temperature and dyeing time was carried out by monitoring the dye adsorption by spectroscopic method. Also investigated were effects of dye auxilliary (tannic acid and eucalyptus leaf extractive water), mordant concentration (0.25-5% owf.), and mordanting order (pre-mordanting, co-mordanting, and post-mordanting). Optimum conditions for the process were judged from the dyeing results, which include dye colour measured in terms of L*, a* and b*, washing fastness nad degree of staining, rubbing and light fastness, and suitability for small scale industry application.

The results obtained indicated that adsorption of most dye colours by cotton fibre was low (not more than 40%) except those from stevia leaves, neem leaves, and myrobalan bark, which were 70-80% adsorbed. Optimum dyeing temperatures were found to be less than the boiling point (between 60 and 90°C), a value of 70 °C being practical for most preparations. Optimum dyeing time was 60 minutes.

The success of green colour dyeing with plant leaves mostly depends on the degree of dispersibility in water of the chlorophyll pigments. From the results of dyeing with leaves of stevia, Tiu Daeng, Saab Suea, and Cassia, the optimum conditions were found to be 70 °C dyeing temperature for 1 hour using 0.25-1% (owf.) copper sulphate as mordant.

Brown natural dyes have been known to consist of tannins and phenolic compounds. Different shades of colour may arise from different kinds of these substances. Most brown colours are fast with respect to washing without using any mordant. However, the light

fastness of some brown plant dyes may improve by using mordant. The optimum dyeing temperature and time were found to be between 65 to 85 $^{\circ}$C for 1 hour. The mordants that produce brown colours are usually alum or copper sulphate.

Black natural dyes were found to arise from the same plants as those that dyed brown colours, viz. eucalyptus bark, myrobalan bark, Queen's Crapemyrtle fruits, umbrella tree leaves, Kradone bark, and Rok Faa bark. However, while other conditions may be the same as brown colour dyeing, ferrous sulphate must be used as mordant. This will form complexes with tannins or phenolic compounds to give the desired black colour. Fastness testing results for the black colour obtained were more or less the same as other colours studied.

The dyeing processes which were the result of this research were transmitted in two workshops to our co-working weaving groups as well as to other weaving groups in the northern region.