Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

Journal homepage: https://ajsas.uru.ac.th/

สีย้อมผ้าฝ้ายจากใบและเปลือกของต้นสะเดาร่วมกับการหมักผ้าย้อมสีด้วยดินสอพอง

Cotton Yarn Dyeing with *Azadirachta indica* A. Leaves and Barks cooperated with White Clay Fermentation

อโนดาษ์ รัชเวทย์[1*] สุดาพร วงษ์เนตร์[2] และ ยุทธนา ชัยเจริญ[2]

Anodar Ratchawet[1*], Sudaporn Wongneth [2] and Yuttana Chaijalearn[2]

[1]*ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300*

[1]*Chemistry Department, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, 50300 Chiang Mai, Thailand.*

[2]*สาขาวิชาเคมี ค.บ. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี 15000*

[2]*Bachelor of Education program, Chemistry Department, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University 15000. Lopburi, Thailand.*

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ

รับเมื่อ: 2 พฤษภาคม 2567

แก้ไขเมื่อ: 30 มิถุนายน 2567

ตอบรับเมื่อ: 30 มิถุนายน 2567

เผยแพร่ออนไลน์:

30 มิถุนายน 2567

คำสำคัญ

การย้อมสีธรรมชาติ

เส้นด้ายฝ้าย

สะเดา

เฉดสี

ดินสอพอง

***ผู้ประพันธ์บรรณกิจ**

อีเมล์

Anodar_rat@g.cmru.ac.th

(อโนดาษ์ รัชเวทย์)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากใบ และเปลือกของต้นสะเดา (*Azadirachta indica* A.) ร่วมกับการหมักดินสอพอง โดยศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีธรรมชาติที่สกัดจากใบและเปลือกของสะเดา และหมักด้วยดินสอพอง ซึ่งกระบวนการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาและเก็บตัวอย่างใบและเปลือกสะเดา 2) สกัดสีย้อมจากใบและเปลือกต้นสะเดา 3) ย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมที่สกัดจากใบและเปลือกสะเดา โดยในการย้อมสีนั้นได้ใช้สารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต ซิงค์ซัลเฟต และแมงกานีสซัลเฟต ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 ซึ่งทำการย้อม 3 วิธี คือ วิธีย้อมสารช่วยติดก่อนย้อมสี วิธีการย้อมสารช่วยติดพร้อมย้อมสี และวิธีการย้อมสารช่วยติดหลังย้อมสี และได้ศึกษาการย้อมเส้นด้ายฝ้ายโดยการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน ได้แก่ 70-80, 80-90 และ 90-100 องศาเซลเซียส อีกทั้งใช้เวลาที่ต่างกัน คือ 30, 45, 60 และ 75 นาที 4) นำเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยวิธีการที่เลือกจากความเหมาะสมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิที่ใช้ย้อม และความเข้มข้นของสารช่วยย้อม นำไปทำการหมักดินสอพอง เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และทำการวัดสีด้วยระบบ CIE L*a*b* จากการการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสารสกัดสีย้อมจากใบ และเปลือกของสะเดา โดยใช้สารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต ซิงค์ซัลเฟต และแมงกานีสซัลเฟตพบว่า การย้อมเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกของสะเดา โดยใช้สารช่วยติดต่างชนิด สามารถย้อมเส้นด้ายได้เฉดสีที่แตกต่างกัน คือเมื่อย้อมด้วยสีย้อมจากใบสะเดา เฉดสีจะออกไปทางเขียว น้ำตาลและแดงมากกว่า ส่วนการย้อมจากเปลือกต้นสะเดา พบว่าให้เฉดสีน้ำตาล และเหลือง รวมถึงเมื่อใช้วิธีการย้อมที่แตกต่างกันสามวิธี คือ การย้อมสารช่วยติดก่อนย้อมสี ย้อมสีพร้อมสารช่วยติด และย้อมสารช่วยติดหลังย้อมสี พบว่าวิธีที่ให้ความเข้มสีมากที่สุดคือ วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมสารช่วยติด และเมื่อนำเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีด้วยสารสกัดสีย้อมจากใบและเปลือกของสะเดาแล้ว มาทำการหมักดินสอพอง เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สีของผ้าที่ผ่านการหมักดินสอพองจะมีความสว่างและออกเฉดเหลืองมากขึ้น และสีมีความสม่ำเสมอ ตามระยะเวลาที่ใช้หมักดินสอพอง

ARTICLE INFO

Article History
Received: 2 May 2024
Revised: 30 June 2024
Accepted: 30 June 2024
Available online: 30 June 2024

Keywords:
natural dyeing
cotton yarn
Neem
shades
white clay

***Corresponding author**
Email address:
Anodar_rat@g.cmru.ac.th
(A. Ratchawet)

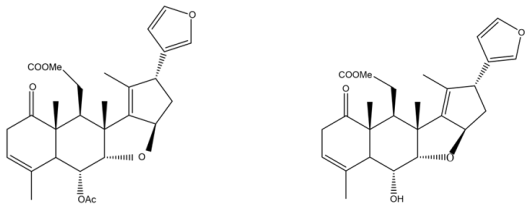
ABSTRACT

This research aims to study the dyeing effects of cotton yarn from the leaves and barks of the neem tree (*Azadirachta indica* A.) combined with white clay fermentation. The research process includes: 1) studying and collecting samples of neem leaves and bark, 2) extracting and dyeing from the leaves and barks of neem, 3) dyeing cotton yarn with dyes extracted from neem leaves and barks using different mordants such as copper sulfate, ferrous sulfate, zinc sulfate, and magnesium sulfate at different concentrations (5%, 10%, and 15%). The dyeing process includes pre-mordanting, simultaneous mordanting, and post-mordanting methods, as well as dyeing at different temperatures ranging from 70-80°C, 80-90°C, and 90-100°C for different durations of 30, 45, 60, and 75 minutes. The dyed cotton yarn is then fermented with white clay for 24, 48, and 72 hours, and the color is measured using the CIE L*a*b* system. The results show that dyeing cotton yarn with natural dyes extracted from neem leaves and barks using different mordants can produce different shades. Dyeing with neem leaf extract results in more green, brown, and red shades, while dyeing with neem barks extract produces brown and yellow shades. The method that gives the most intense color is simultaneous mordanting and dyeing. Mordanting the dyed cotton yarn with alum for different durations also affects the brightness and yellowish tint of the yarn.

1. บทนำ

การย้อมผ้าจากสีธรรมชาตินั้น มีมาตั้งแต่สมัยโบราณเป็นความรู้ดั้งเดิมของท้องถิ่น เป็นภูมิปัญญาที่เกิดจากการสร้างสรรค์ทางศิลปะที่สืบทอดต่อกันมา [1] สีที่ใช้ในการย้อมเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติเป็นความรู้ดั้งเดิมที่สืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษ แหล่งวัตถุดิบสีธรรมชาติสามารถหาได้จากส่วนใบ ผล ลำต้น เปลือก และรากของพืช ที่ให้สีสันสวยงามตามที่เราต้องการและหาได้ง่ายในท้องถิ่น [2] การย้อมสีธรรมชาติเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมี ที่ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ในระบบทางเดินหายใจ โรคมะเร็ง โรคผิวหนัง ที่เกิดจากการสะสมของสารเคมี สีธรรมชาติมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว คือ ให้สีที่สวย เย็นตา ไม่ฉูดฉาด การนำสีธรรมชาติมาย้อมผ้ายังช่วยลดปัญหาการทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของผู้ย้อมด้วย ซึ่งรัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจ สนับสนุนการย้อมสีจากธรรมชาติซึ่งเป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่นมากขึ้น การย้อมเป็นงานหัตถกรรมที่มีประวัติเป็นมายาวนาน เป็นการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น [3] ซึ่งสีที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่นั้นจะให้สีที่ไม่สดใส ไม่คงทนต่อการซักล้าง ดังนั้นในเวลาต่อมาจึงมีการพัฒนาสีย้อมสังเคราะห์จากสารเคมีขึ้น โดยมีการพัฒนาให้ได้สีตรงตามความต้องการของผู้บริโภคและมีความคงทนต่อการซักล้างและแสงมากขึ้น แต่ปัจจุบันทั่วโลกได้ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยการใช้สีย้อมสังเคราะห์ส่งผลการเกิดปัญหามลพิษทางน้ำ สารเคมีโลหะหนักตกค้างยาวนาน และไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ถึงแม้ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการย้อมผ้ามักทำการย้อมด้วยสีสังเคราะห์ ซึ่งมีเฉดสีมากมายที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดเป็นส่วนใหญ่ การใช้สีสังเคราะห์มีผลดีในแง่ของความสะดวก และรวดเร็วในการจัดซื้อและสามารถเลือกสีให้ได้ตามต้องการ และที่สำคัญ คือ เมื่อย้อมแล้วสีจะติดคงทนไม่ตกง่าย แต่ผลเสียของการใช้สีสังเคราะห์ก็มีมาก เช่น ต้องมีการสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศ และมีราคาแพง [4] มาลี ตั้งสถิตกุลชัย และคณะ [5] กล่าวว่า นอกจากนี้สีสังเคราะห์เหล่านี้มักเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมักมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบร่วมด้วย อีกทั้งสารเหล่านี้ยังมีความเสถียร ไม่ย่อยสลายได้ง่ายในธรรมชาติ ยิ่งกว่านั้นน้ำสีที่เหลือจากการย้อมจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมต่อแหล่งน้ำต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มต่อต้านการใช้ผ้าที่ย้อมด้วยสีสังเคราะห์และหันมานิยมผลิตภัณฑ์ผ้าที่ได้จากสีของธรรมชาติมากขึ้น โดยได้รับการส่งเสริมจากส่วนราชการให้ใช้สีย้อมจากธรรมชาติ เช่น สีแดงที่ได้จากครั่ง สีเหลืองจากแก่นขนุนหรือแก่นแกแล และสีน้ำเงินจากต้นคราม นับเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มากในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น สำหรับในการย้อมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากต้นสะเดา [6-7] ซึ่งมีชื่อสามัญว่า Siamese neem tree โดยเป็นพันธุ์ไม้ที่พบได้ทุกภาคของไทย เป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ สูงประมาณ 5-10 เมตร เปลือกต้นมีสีเทาน้ำตาล แตกเป็นร่องตื้น ๆ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ มีสีเขียวเข้ม เนื้อใบหนา เป็นมัน ยอดอ่อนที่แตกใหม่มีสีน้ำตาลแดง ดอกออกเป็นช่อที่บริเวณปลายกิ่ง ขณะกำลังแตกใบอ่อน กลีบดอกมีสีขาว กลิ่นหอม ผลเป็นผลสดรูปรี เมื่อแก่จะเป็นสีเหลือง มี 1 เมล็ด สำหรับเมล็ดนั้นไม่ค่อยถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการย้อมสีมากนัก ใบและเปลือกต้นของสะเดาสามารถนำมาย้อมเส้นไหมได้ การใช้เปลือกต้นสะเดาในการย้อมเส้นไหมควรใช้เปลือกสะเดาที่มีอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จะได้เปลือกที่ค่อนข้างหนาและมีสีแดง ลอกเอาเฉพาะเปลือกต้นด้านในมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ สามารถย้อมได้ทั้งเปลือกสดและเปลือกแห้ง แล้วนำไปย้อมเส้นไหมโดยใช้

กรรมวิธีย้อมร้อนนาน 1 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำเส้นไหมมาแช่ในสารละลายจุนสี ได้เส้นไหมสีน้ำตาลเข้ม การย้อมสีโดยใช้ใบสะเดา ใช้ใบสะเดาสดต้มกับน้ำส่วน 1:2 ต้มนาน 1 ชั่วโมง นำไปย้อมเส้นไหมด้วยกรรมวิธีการย้อมร้อนเช่นเดียวกัน เสร็จแล้วนำมาแช่ในสารละลายจุนสี หรือใช้กรรมวิธีการย้อมพร้อมกับสารละลายจุนสี ได้เส้นไหมสีน้ำตาล ส่วนการย้อมพร้อมกับสารส้มได้เส้นไหมสีน้ำตาลอ่อน มีความคงทนต่อการซักและมีความทนต่อแสงในระดับปานกลาง การเก็บรักษาเปลือกสะเดาสำหรับย้อมเส้นไหม ซึ่งนอกจากจะทำให้แห้งแล้ว ยังสามารถทำเป็นรูปของเกล็ดสะเดา โดยการนำเปลือกสะเดามาต้มกับน้ำเพื่อสกัดสี กรองเอากากออกจากนั้น นำน้ำสีที่ได้ไปเคี่ยวด้วยไฟอ่อน ๆ ให้ได้น้ำสีเข้มข้น แล้วนำไปตากหรืออบให้แห้งจะได้เกล็ดสะเดาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการย้อมและพิมพ์ผ้าได้ โดยองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาและเปลือกสะเดา Akhila and RaniI, (1999) [8] ได้ทำการรวบรวมการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ของใบสะเดาเปลือกสะเดาพบองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดมาก แต่มีส่วนประกอบหลักจำนวน 2 ชนิด ดังนี้ Nimbinene , 6-Desacetylnimbinene ซึ่งเป็นสารประเภทไตรเทอร์ปีนอยด์ ดังแสดงในภาพที่ 1 (ก) และ 1 (ข) ตามลำดับ



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของ (ก) Nimbinene (ข) Desacetylnimbinene

ที่มา : Akhila and Rani, (1999) [8].

ทั้งนี้เฉดสีที่ได้ขึ้นกับความเข้มข้นของสีใช้ในการย้อม สารช่วยติดสี (mordant) และสภาวะที่ใช้ในการย้อม การจะได้เฉดสีใดนั้นต้องอาศัยความชำนาญและความสามารถเฉพาะตัวที่สั่งสมมานาน [9-10] แต่ขาดการถ่ายทอดต่อชนรุ่นหลังจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งอย่างเป็นระบบ เช่น การถ่ายทอดความรู้ และภูมิปัญญาจะกระทำกันเพียงในครัวเรือน หากบุตรหลานตนองไม่สนใจที่จะรับการถ่ายทอดความรู้ และ ภูมิปัญญาก็จะหายไปจากสังคมไทยเช่นเดียวกับภูมิปัญญาอื่น ๆ [4] สำหรับดินสอพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำดินมาร์ลหรือปูนมาร์ล (marl) ที่นำมาบดร่อน ผสมน้ำแล้วกรองให้สะอาด โดยองค์ประกอบของดินสอพอง ดินมาร์ล (marl หรือ limestone) คือ ดินที่ประกอบด้วยสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) มากกว่าร้อยละ 80 และมีส่วนประกอบอื่น เช่น แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$), แคลเซียมออกไซด์ (CaO), ซิลิคอนออกไซด์ (SiO), อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3), เหล็กออกไซด์ (FeO) และแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เป็นต้น ลักษณะทั่วไป คล้ายดินขาวหรือหินผุ โครงสร้างเป็นชั้นบาง ๆ มีรูพรุนเนื้อร่วนซุย ดินสอพองสดจะมีสีขาว และอาจพบสีเทา, สีเทาอมฟ้า, สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแกมเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบอื่นที่ผสมอยู่ ดินสอพองเป็นชั้นดินที่อยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 0.5–2 เมตร มีอยู่เกือบทุกภาคของประเทศไทย แหล่งผลิตใหญ่ที่สุดอยู่ที่ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี และในที่อื่น ๆ เช่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และ จังหวัดกระบี่ เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมาดินสอพองนอกจากเป็นยาสมุนไพรเพื่อรักษาโรคในทางยาไทย ยังพบว่าดินสอพองสามารถใช้แก้เม็ด ผด ผื่นคัน ระงับเหงื่อ ดับพิษร้อน นอกจากไม่ทำให้ร่างกายเหนียวเหนอะหนะจากอากาศร้อนแล้ว ยังทำให้ร่างกายเย็นสบาย สรรพคุณอื่นของดินสอพอง เช่น นำมาผสมกับสมุนไพรใช้ในการขัดผิว ขัดตัว พอกหน้า ช่วยให้ผิวพรรณสดใส รักษากลาก เกลื้อน ลอกฝ้า ถอนพิษเผ็ดที่โดนพริก ใช้ผสมกับน้ำมะนาวหรือมะขามทาแก้หัวโน เป็นต้น นอกจากนี้ดินสอพองยังได้เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของยังเป็นวัตถุดิบในสินค้าอุตสาหกรรมที่สำคัญของไทย มีการใช้ประโยชน์จากดินสอพอง ได้แก่ ใช้ปรับปรุงดินเปรี้ยว ให้มีสภาพเป็นกลาง ช่วยให้ผลผลิตทางการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ใช้ผสมกาวเพื่อปิดรอยต่อ หรือรูร่องไม่ให้เรียบ ใช้เป็นส่วนประกอบของดินปั้น เครื่องประดับตกแต่ง ตุ๊กตา กรอบรูป ใช้เป็นส่วนผสมในสูตรตำรับยาแผนโบราณหลายชนิด เพราะมีคุณสมบัติเป็นยาเย็น ใช้เป็นส่วนผสมของธูปและกำยาน ใช้เป็นส่วนผสมในการพอกไข่เค็ม อุตสาหกรรมยาสีฟัน ตกแต่งเครื่องเรือน ทำสีฝุ่น และรวมถึงอุตสาหกรรมยาแผนปัจจุบันที่ใช้ในการรักษาสิว และโรยแผล [11] จากแนวคิดดังกล่าว ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการย้อมสีธรรมชาติเพื่อเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม และความต้องการนำพืชและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยได้ทดลองย้อมเส้นใยจากฝ้าย รวมถึงเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการด้วยสีจากเปลือกและใบของสะเดาในผ้าฝ้ายต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษากระบวนการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติดังกล่าวร่วมกับการหมักผ้าย้อมสีแล้วด้วยดินสอพอง เพื่อพัฒนาเฉดสีในการย้อมสีต่อไป เพื่อที่สีที่ผ่านกระบวนการย้อมแล้วเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยกับมนุษย์ สัตว์ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมดีกว่าสีสังเคราะห์เป็นอย่างมาก **วัตถุประสงค์ของงานวิจัย** เพื่อศึกษาผลการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากใบและเปลือกของต้นสะเดา (*Azadirachta indica* A.) ร่วมกับการหมักดินสอพอง **ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง** ต้นสะเดา ใช้ส่วนของใบและเปลือกไม้ โดยเก็บตัวอย่างใบและเปลือกของต้นสะเดาจากอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาสกัดสารสีสำหรับใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติ เส้นด้ายฝ้าย หมายถึง เส้นใยฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่ผ่านการปั่นมือมาทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและคราบไขมันที่ติดอยู่บริเวณด้ายเส้นด้ายฝ้ายมีลักษณะเป็นเส้นเล็ก มีความหยาบ มีความแข็งแรงทนต่อ

แรงดึง ส่วน ดินสอพอง จากตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สารช่วยติด หรือ (mordant) หมายถึง สารกระตุ้นหรือสารช่วยย้อม เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นใยขณะทำการย้อมได้ดีขึ้น และช่วยปรับเฉดสีให้มีมากขึ้น ได้แก่ เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4\ 7H_2O$), ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4{\cdot}7H_2O$), แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4{\cdot}H_2O$) และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4{\cdot}5H_2O$) **ตัวแปรที่ต้องศึกษา** *ตัวแปรต้น* สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยใบและเปลือกของต้นสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง *ตัวแปรตาม* สีของเส้นด้ายฝ้าย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมสีย้อมจากใบและเปลือกสะเดา

ตัวอย่างใบและเปลือกของต้นสะเดา ที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 5 ปี จากอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติ การเก็บตัวอย่างใบสะเดา โดยเก็บสะเดาส่วนของใบและเปลือกไม้ และเด็ดใบออกจากก้าน นำมาผึ่งลมจนพืชแห้ง และจัดเก็บในขวดโหลพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการเก็บตัวอย่างเปลือกสะเดาโดยการใช้ขวานฟันเปลือกนอกของต้นสะเดาจากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำมาผึ่งลมจนแห้ง และจัดเก็บในขวดโหลพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3

ส่วนการเตรียมน้ำย้อมย้อมธรรมชาติจากใบสะเดา โดยนำใบสะเดาสดที่เตรียมไว้ ปริมาณ 1 กิโลกรัม จากนั้นนำมาต้มในน้ำปริมาตร 5 ลิตร อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองเอากากออก และนำสีย้อมธรรมชาติไปใช้สำหรับย้อมเส้นด้ายฝ้ายต่อไป (ซึ่งสีย้อมจากเปลือกสะเดา จะทำการเตรียมเปลือกสะเดา จะใช้อัตราส่วนและวิธีการทำ เช่นเดียวกันกับการเตรียมน้ำย้อมจากใบสะเดา)

ภาพที่ 2 ใบสะเดา

ภาพที่ 3 เปลือกสะเดา

2.2 การทำความสะอาดด้ายฝ้าย

ในการทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 โดยตวงน้ำสะอาดปริมาตร 5 ลิตร ลงในกะละมังเคลือบผิว นำไปให้ความร้อนบนเครื่องให้ความร้อน (hot plate) เมื่ออุณหภูมิของน้ำประมาณ 80 องศาเซลเซียส ใส่สบู่ลาย (carbolic soap) จำนวน 40 กรัม และโซดาแอช (Na_2CO_3) จำนวน 30 กรัม คนให้สารละลายเข้ากัน จนได้สารละลายสีขาวขุ่น และสบู่ลายละลายหมด จากนั้นนำด้ายฝ้าย จำนวน 5 ไจ ลงไปต้มในสารละลาย เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเส้นด้ายฝ้ายมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้ง

2.3 การย้อมสีที่ได้จากใบและเปลือกของต้นสะเดา

2.3.1 การเตรียมสารช่วยติด

เตรียมสารช่วยติดที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% โดยนำสารช่วยติดแต่ละชนิด ใส่ลงในกะละมังเคลือบที่มีน้ำสะอาด 1000 มิลลิลิตร อุ่นให้พอร้อน คนให้ละลาย สารเคมีบางชนิดที่มีตะกอนให้กรองสารละลายด้านบนออก โดยสารช่วยติด คือ เฟอร์รัสซัลเฟต ซิงค์ซัลเฟต แมงกานีสซัลเฟต และคอปเปอร์ซัลเฟต

2.3.2 การย้อมสีเส้นด้ายฝ้าย

1) การย้อมสารช่วยติดก่อนการย้อมสีย้อม นำด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้ว จำนวน 1 ไจ ลงไปย้อมในสารละลายสารช่วยติดแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ปริมาตร 500 มิลลิลิตร และคนอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิที่ศึกษา และนำด้ายฝ้ายที่ย้อมเสร็จขึ้น บิดพอหมาด นำไปแช่สีในน้ำย้อมที่ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และคนอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำเส้นด้ายฝ้ายมาบิดพอหมาด ผึ่งลมจนแห้ง

2) การย้อมสารช่วยติดพร้อมสีย้อม การย้อมสารช่วยติดพร้อมสีย้อม นำด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้วจำนวน 1 ไจ ลงไปแช่ในสีย้อมธรรมชาติที่เติมสารละลายสารช่วยติดแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร และคนอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิที่ศึกษา จากนั้นนำด้ายฝ้ายที่ย้อมเสร็จขึ้น และบิดพอหมาด ผึ่งลมจนแห้ง

3) การย้อมสารช่วยติดหลังการย้อมสีย้อม นำด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้ว จำนวน 1 ไจ ลงไปแช่สีในน้ำย้อมปริมาตร 1000 มิลลิลิตร และคนอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา เป็นเวลา 1 ชั่วโมงจากนั้นนำด้ายฝ้ายที่ย้อมเสร็จขึ้นและบิดพอหมาด นำไปย้อมกับสารละลายสารช่วยติดแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ปริมาตร 500 มิลลิลิตร 30 นาที ที่อุณหภูมิที่ศึกษา และคนอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำเส้นด้ายฝ้ายมาบิดพอหมาดผึ่งลมจนแห้ง

2.4 การหมักดินสอพอง

การหมักดินสอพอง โดยนำด้ายฝ้ายที่ย้อมสีแล้ว มาทำการหมักด้วยดินสอพอง ความเข้มข้น 10 % w/w เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างน้ำ บิดให้หมาดและผึ่งลมให้แห้ง

2.5 การวัดค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายหลังย้อม

นำเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสี และหมักดินสอพอง แล้วไปทำการวัดค่าสีและการวัดแสง ในรูปแบบของ L*a*b* โดยใช้เครื่อง Color Spectrophotometers (Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ, USA.) จำนวน 5 จุดบนเส้นฝ้ายจากนั้น บันทึกผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ผลการวิจัย

3.1. เส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบและเปลือกของสะเดา

3.1.1 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกของสะเดา

โดยชนิดสารช่วยติด ความเข้มข้น และวิธีการย้อมหลังจากทำการสกัดสีย้อมจากใบและเปลือกสะเดา พร้อมเตรียมน้ำสีย้อมเรียบร้อยแล้ว นำเส้นด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดเรียบร้อยไปทำการย้อมสี ด้วยวิธีต่าง ๆ และสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ได้ผลดังแสดงดังตารางที่ 1–4 จากตารางที่ 1 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยใบสะเดาสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ จากตารางวิธีการย้อมก็ส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน โดยวิธีการเติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม จะให้สีที่เข้มกว่า การย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด และ วิธีการย้อมสารช่วยติดก่อนสีย้อม สังเกตได้จากค่า L* (0 สีดำ 100 สว่าง) ยกตัวอย่างเช่น การใช้ $CuSO_4$ สารช่วยติด วิธีการเติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม มีค่า L* เท่ากับ 43.80±2.71 การย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด มีค่า L* เท่ากับ 46.94±0.49 และเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม มีค่า L* เท่ากับ 48.12±1.32 ส่วนสารช่วยติดแต่ละชนิดก็จะส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันโดย $CuSO_4$ จะให้สีน้ำตาลอมเขียว $MnSO_4$ จะให้สีน้ำตาล $ZnSO_4$ จะให้สีน้ำตาล และ $FeSO_4$ จะให้สีน้ำเงินเข้ม และความเข้มข้นของสารช่วยติดที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน เมื่อความเข้มข้นของสารช่วยติดสูงขึ้น ส่งผลให้สีมีความสว่างที่แตกต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของสารช่วยติดที่ 5% จะให้ความคมชัดของสีมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นการย้อมสีย้อมจากใบสะเดา ส่วนจากตารางที่ 3 และ 4 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยเปลือกสะเดาสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ วิธีการย้อมส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน โดยวิธีการย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติดจะให้ได้สีที่เข้มกว่า วิธีการเติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม และวิธีการเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม สังเกตได้จากค่า L* (0 สีดำ 100 สว่าง) ยกตัวอย่างเช่น การใช้ $CuSO_4$ เป็นสารช่วยติด วิธีการเติมกับสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม มีค่า L* เท่ากับ 45.05±0.02 วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด มีค่า L* เท่ากับ 34.99±2.41 และเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม มีค่า L* เท่ากับ 40.82±2.38 ส่วนสารช่วยติดแต่ละชนิดก็จะส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันโดย $CuSO_4$ จะให้สีน้ำตาล $MnSO_4$ จะให้สีน้ำตาลแดง $ZnSO_4$ จะให้สีน้ำตาล และ $FeSO_4$ จะให้สีน้ำเงินเข้ม และสีน้ำตาลอมเขียว

3.1.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการย้อมและชนิดสารช่วยติดย้อมด้วยใบและเปลือกของสะเดา

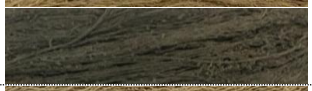
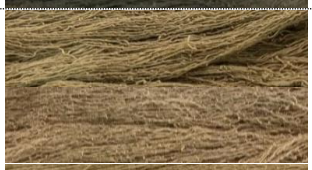
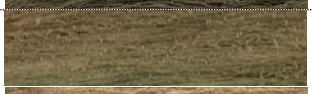
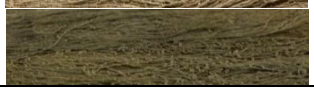
จากการวิจัยได้ทำการทดลองย้อมสีทั้งสามวิธี ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันคือ 70-80, 80-90 และ 90-100 องศาเซลเซียส ในเวลาที่ย้อมที่แตกต่างกันคือ 30, 45, 60 และ 75 นาที และวัดค่าสี แต่จากสภาพเส้นใยที่ได้ และความสม่ำเสมอของสี จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของการย้อมที่เหมาะสมและดีที่สุด คือทำการย้อมที่อุณหภูมิ 80–90 องศาเซลเซียส จึงได้แสดงตัวอย่างตารางการศึกษาการย้อมที่อุณหภูมิ 80–90 องศาเซลเซียส ในเวลาของการย้อมต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 และจากตารางที่ 5-6 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยใบและเปลือกสะเดาสามารถสรุปได้ดังนี้ ในอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสเท่ากัน แต่ใช้เวลาต่างกันคือ 30, 45, 60 และ 75 นาที แต่ส่งผลให้สีของเส้นด้ายฝ้ายไม่แตกต่างกันมาก

3.1.3 ผลการศึกษาวิธีการย้อมและชนิดสารช่วยติดที่ย้อมด้วยใบและเปลือกสะเดาและหมักด้วยดินสอพอง

จากผลการศึกษาโดยการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกของสะเดา โดยศึกษาชนิดสารช่วยติด ความเข้มข้น วิธีการย้อม เวลา และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้ผลคือ ใช้สารช่วยติดแต่ละชนิดความเข้มข้น 5% ที่อุณหภูมิย้อม 80-90 องศาเซลเซียส เวลาในการย้อมคือ 30 นาที จากสภาวะที่เลือกมาจากข้อ 3.1.2 แล้วนำผ้าที่ผ่านการย้อมแล้ว มาศึกษาการหมักด้วยดินสอพอง เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ยกตัวอย่างจากผ้าที่ย้อมด้วยสีจากใบสะเดาดังแสดงตารางที่ 7 จากผลในตารางที่ 7 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยใบสะเดาที่หมักด้วยดินสอพองที่ใช้ระยะเวลาในการหมักดินสอพองที่ระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จะส่งผลให้ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่สว่างขึ้น ตามระยะเวลาการหมักดินสอพอง ผลที่ได้เช่นเดียวจากการใช้ฝ้ายที่ย้อมสีจากเปลือกสะเดามาหมักดินสอพอง ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาการหมักดินสอพองที่ 24 ชั่วโมง เพื่อการประหยัดเวลา และได้เฉดสีที่เข้มกว่าเมื่อเทียบกับเวลาที่หมักนานกว่า ส่วนวิธีการย้อมด้วยดินสอพอง ก็ทำการเลือกอีกครั้งหนึ่ง โดยแสดงได้ ดังในตารางที่ 8 จากผลในตารางที่ 8 ผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยใบสะเดาสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ วิธีการย้อมก็ส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน โดยวิธีการเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อมจะให้สีที่เข้มกว่า วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด และ วิธีการเติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม สังเกตได้จากค่า L* (0 สีดำ 100 สว่าง)

ยกตัวอย่างเช่นการใช้ $CuSO_4$ เป็นสารช่วยติด วิธีการเติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อมมีค่า L* เท่ากับ 42.7±0.80 วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติดมีค่า L* เท่ากับ 47.44±0.52 และวิธีการเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อมมีค่า L* เท่ากับ 42.24±4.33 ส่วนสารช่วยติดแต่ละตัวก็จะส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันโดย $CuSO_4$ จะให้สีน้ำตาล $MnSO_4$ จะให้สีน้ำตาล $ZnSO_4$ จะให้สีน้ำตาล และ $FeSO_4$ จะให้สีน้ำตาลเหลือง และน้ำตาลดำ และความเข้มข้นของสารช่วยติดที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน เมื่อความเข้มข้นของสารช่วยติดสูงขึ้น ส่งผลให้สีมีความความสว่างเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดา โดยใช้การย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 5% และวิธีการย้อมที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้น	วิธีย้อม	mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
5%	ย้อมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม	$CuSO_4$	43.80 ±2.71	3.84 ±0.39	20.01 ±0.48	
		$MnSO_4$	42.40 ±1.91	8.73 ±0.08	20.72 ±0.25	
		$ZnSO_4$	47.92 ±1.01	7.85 ±0.22	23.63 ±1.16	
		$FeSO_4$	25.26 ±0.61	0.19 ±0.05	8.58 ±0.38	
	ย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด	$CuSO_4$	46.94 ±0.49	4.21 ±0.30	19.85 ±0.38	
		$MnSO_4$	57.85 ±0.98	5.98 ±0.13	19.17 ±0.12	
		$ZnSO_4$	58.59 ±2.79	4.55 ±0.19	22.76 ±0.62	
		$FeSO_4$	38.26 ±0.48	0.69 ±0.11	13.14 ±0.72	
	ย้อมสารช่วยติดหลังย้อมด้วยสีย้อม	$CuSO_4$	48.12 ±1.32	3.39 ±0.42	17.76 ±0.61	
		$MnSO_4$	52.51 ±2.28	6.31 ±0.13	18.22 ±0.45	
		$ZnSO_4$	49.71 ±2.57	4.16 ±0.12	16.29 ±0.52	
		$FeSO_4$	41.24 ±0.37	1.70 ±0.09	16.03 ±0.16	

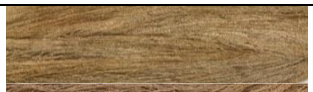
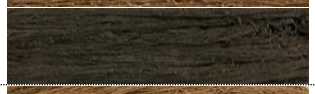
หมายเหตุ : L* = ค่าความสว่าง a* = ค่าความเป็นสีเขียว-สีแดง b*= ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง

ตารางที่ 2 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดา โดยใช้วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมเติมสารช่วยติด ด้วยสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้น	mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
5%	$CuSO_4$	46.94 ±0.49	4.21 ±0.30	19.85 ±0.38	
	$MnSO_4$	57.85 ±0.98	5.98 ±0.13	19.17 ±0.12	
	$ZnSO_4$	58.59 ±2.79	4.55 ±0.19	22.76 ±0.62	
	$FeSO_4$	38.26 ±0.48	0.69 ±0.11	13.14 ±0.72	
10%	$CuSO_4$	51.52 ±1.15	1.25 ±0.92	17.86 ±0.88	
	$MnSO_4$	59.61 ±3.00	5.09 ±0.06	18.75 ±0.22	
	$ZnSO_4$	55.27 ±1.29	3.99 ±0.16	20.01 ±0.17	
	$FeSO_4$	41.14 ±2.03	1.05 ±0.34	15.91 ±1.16	
15%	$CuSO_4$	41.13 ±0.70	6.90 ±0.20	17.02 ±0.23	
	$MnSO_4$	49.90 ±1.23	5.42 ±0.20	16.68 ±0.46	
	$ZnSO_4$	45.38 ±1.27	4.49 ±0.08	16.68 ±0.52	
	$FeSO_4$	36.92 ±0.33	0.92 ±0.04	12.87 ±0.69	

หมายเหตุ : L* = ค่าความสว่าง a* = ค่าความเป็นสีเขียว-สีแดง b*= ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง

ตารางที่ 3 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดา โดยใช้การสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 5% โดยใช้วิธีการย้อมชนิดต่าง ๆ

ความเข้มข้น	วิธีย้อม	mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
5%	เติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม	$CuSO_4$	45.05 ±0.02	7.49 ±0.08	19.49 ±0.02	
		$MnSO_4$	49.91 ±0.01	9.16 ±0.00	17.77 ±0.03	
		$ZnSO_4$	41.71 ±2.39	10.56 ±0.25	19.49 ±0.80	
		$FeSO_4$	38.26 ±0.48	0.69 ±0.11	13.14 ±0.72	
	ย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด	$CuSO_4$	34.99 ±2.41	8.70 ±0.43	20.52 ±0.99	
		$MnSO_4$	47.12 ±1.45	10.44 ±0.06	17.90 ±0.17	
		$ZnSO_4$	38.79 ±1.14	10.54 ±0.30	21.59 ±0.57	
		$FeSO_4$	32.58 ±0.31	1.46 ±0.02	9.31 ±0.05	
	เติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม	$CuSO_4$	40.82 ±2.38	7.23 ±0.10	17.43 ±0.77	
		$MnSO_4$	48.78 ±1.33	9.28 ±0.08	17.96 ±0.40	
		$ZnSO_4$	51.36 ±0.62	8.94 ±0.08	17.93 ±0.13	
		$FeSO_4$	38.91 ±1.41	2.76 ±0.09	15.57 ±0.31	

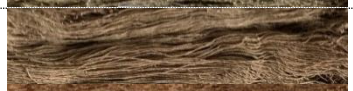
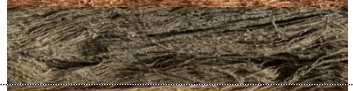
หมายเหตุ : L* = ค่าความสว่าง a* = ค่าความเป็นสีเขียว-สีแดง b*= ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง

ตารางที่ 4 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกสะเดา โดยใช้การวิธีการย้อมสีย้อมพร้อมเติมสารช่วยติด ด้วยสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน

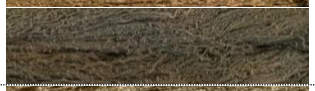
ความเข้มข้น	mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
5%	$CuSO_4$	34.99 ±2.41	8.70 ±0.43	20.52 ±0.99	
	$MnSO_4$	47.12 ±1.45	10.44 ±0.06	17.90 ±0.17	
	$ZnSO_4$	38.79 ±1.14	10.54 ±0.30	21.59 ±0.57	
	$FeSO_4$	32.58 ±0.31	1.46 ±0.02	9.31 ±0.05	
10%	$CuSO_4$	37.35 ±0.44	8.84 ±0.22	20.44 ±0.40	
	$MnSO_4$	43.53 ±0.60	9.75 ±0.40	19.59 ±0.69	
	$ZnSO_4$	45.64 ±0.01	10.88 ±0.01	20.53 ±0.01	
	$FeSO_4$	30.28 ±1.09	1.31 ±0.12	8.79 ±2.45	
15%	$CuSO_4$	34.77 ±2.71	8.85 ±0.38	20.19 ±0.82	
	$MnSO_4$	44.29 ±0.90	9.96 ±0.03	20.10 ±0.12	
	$ZnSO_4$	43.76 ±0.99	9.98 ±0.29	21.84 ±0.40	
	$FeSO_4$	34.59 ±1.24	1.66 ±0.09	11.63 ±0.76	

หมายเหตุ : L* = ค่าความสว่าง a* = ค่าความเป็นสีเขียว-สีแดง b*= ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง

ตารางที่ 5 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกสะเดาร่วมกับสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 5%ที่อุณหภูมิ 80- 90 องศาเซลเซียส เวลาในการย้อมคือ 30 นาที ณ เวลาย้อมต่าง ๆ

เวลา (นาที)	Mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
30	$CuSO_4$	37.93 ±2.85	8.80 ±0.24	20.09 ±0.23	
	$MnSO_4$	38.61 ±0.45	1.75 ±0.16	12.98 ±0.63	
	$ZnSO_4$	44.57 ±1.74	9.21 ±0.20	19.92 ±0.45	
	$FeSO_4$	38.61 ±0.45	1.75 ±0.61	12.98 ±0.63	
45	$CuSO_4$	37.05 ±0.99	8.85 ±0.23	20.45 ±0.42	
	$MnSO_4$	39.29 ±1.07	10.37 ±0.38	19.62 ±0.70	
	$ZnSO_4$	46.31 ±0.43	10.08 ±0.07	20.14 ±0.10	
	$FeSO_4$	29.10 ±1.73	1.50 ±0.08	10.33 ±0.35	
60	$CuSO_4$	38.93 ±1.23	8.77 ±0.28	20.42 ±0.29	
	$MnSO_4$	38.49 ±1.51	10.12 ±0.14	20.98 ±0.41	
	$ZnSO_4$	41.80 ±2.28	10.08 ±0.31	20.72±0.69	
	$FeSO_4$	33.59 ±1.88	1.19 ±0.14	9.25 ±0.90	
75	$CuSO_4$	43.25 ±0.31	6.11 ±0.39	16.70 ±0.31	
	$MnSO_4$	44.36 ±2.26	8.09 ±0.32	15.82 ±0.51	
	$ZnSO_4$	48.98 ±1.03	8.99 ±0.38	18.13 ±0.07	
	$FeSO_4$	37.80 ±1.78	1.77 ±0.09	12.63 ±0.44	

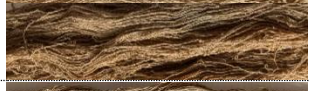
ตารางที่ 6 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดาร่วมกับสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 5 % ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส และเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (˚C)	เวลา (นาที)	Mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
80-90	30	$CuSO_4$	50.30 ±1.19	1.68 ±0.91	17.77 ±0.69	
		$MnSO_4$	55.14 ±2.50	5.99 ±0.19	19.28 ±0.42	
		$ZnSO_4$	57.62 ±1.42	4.90 ±0.21	23.10 ±0.52	
		$FeSO_4$	34.52 ±2.67	0.38 ±0.28	11.40 ±1.63	
	45	$CuSO_4$	41.55 ±0.79	8.85 ±0.23	27.88 ±0.58	
		$MnSO_4$	48.39 ±0.80	7.33 ±0.63	21.89 ±0.96	
		$ZnSO_4$	53.85 ±3.73	4.91 ±0.33	22.99 ±0.99	
		$FeSO_4$	37.18 ±1.81	0.80 ±0.63	13.76 ±2.27	
	60	$CuSO_4$	41.72 ±4.25	2.56 ±0.52	21.27 ±1.00	
		$MnSO_4$	54.05 ±3.15	7.16 ±0.18	21.52 ±0.21	
		$ZnSO_4$	50.09 ±2.44	5.02 ±0.64	26.32 ±0.21	
		$FeSO_4$	27.26 ±2.85	0.02 ±0.08	8.82 ±0.42	
	75	$CuSO_4$	45.75 ±2.50	2.56 ±0.23	19.16 ±0.60	
		$MnSO_4$	48.70 ±2.41	7.44 ±0.22	21.33 ±0.49	
		$ZnSO_4$	44.08 ±1.82	5.57 ±0.20	24.93 ±1.26	
		$FeSO_4$	33.96 ±4.93	1.03 ±0.16	12.29 ±0.62	

ตารางที่ 7 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดา โดยใช้การย้อมพร้อมสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้น 5% ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เวลาย้อมคือ 30 นาที และหมักด้วยดินสอพองเป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ระยะเวลาการหมักดินสอพอง(ชั่วโมง)	Mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
24	$CuSO_4$	47.44 ±0.52	5.96 ±0.07	22.00 ±0.19	
	$MnSO_4$	51.42 ±0.06	6.81 ±0.02	21.95 ±0.11	
	$ZnSO_4$	55.25 ±2.03	4.84 ±0.06	22.31 ±0.58	
	$FeSO_4$	39.02 ±5.26	5.29 ±0.58	20.31±1.37	
48	$CuSO_4$	46.02 ±0.74	3.35 ±0.09	19.24 ±0.22	
	$MnSO_4$	44.48 ±0.92	5.24 ±0.15	18.07 ±0.28	
	$ZnSO_4$	55.69 ±0.66	4.76 ±0.03	20.27 ±0.13	
	$FeSO_4$	43.86 ±0.35	6.35 ±0.26	22.87 ±0.55	
72	$CuSO_4$	48.92 ±0.53	4.25 ±0.06	20.94 ±0.06	
	$MnSO_4$	46.60 ±1.62	4.66 ±0.09	17.76 ±0.39	
	$ZnSO_4$	55.72 ±1.01	6.36 ±0.10	23.24 ±0.31	
	$FeSO_4$	39.85 ±0.49	7.22 ±0.06	23.18 ±0.24	

ตารางที่ 8 แสดงผลการวัดค่าสีเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยใบสะเดา โดยใช้สารช่วยติดชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้น 5% และหมักด้วยดินสอพองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	วิธีย้อม	Mordant	L*	a*	b*	สีด้ายฝ้าย
5%	เติมสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม	$CuSO_4$	42.71 ±0.80	2.63 ±0.26	15.53 ±0.74	
		$MnSO_4$	51.99 ±1.50	5.68 ±0.14	18.72 ±0.35	
		$ZnSO_4$	36.78 ±0.62	7.464 ±0.22	20.786 ±0.50	
		$FeSO_4$	31.52 ±0.95	4.31 ±0.14	15.52 ±0.38	
	ย้อมสีย้อมพร้อมกับสารช่วยติด	$CuSO_4$	47.44 ±0.52	5.96 ±0.07	22.00 ±0.19	
		$MnSO_4$	51.42 ±0.06	6.81 ±0.02	21.95 ±0.11	
		$ZnSO_4$	55.25 ±2.03	4.84 ±0.06	22.31 ±0.58	
		$FeSO_4$	39.02 ±5.26	5.29 ±0.58	20.31±1.37	
	เติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม	$CuSO_4$	42.24 ±4.33	3.65 ±0.70	16.98 ±1.53	
		$MnSO_4$	47.94 ±0.93	5.68 ±0.09	19.10 ±0.25	
		$ZnSO_4$	39.10±0.42	6.35 ±0.06	21.74 ±0.19	
		$FeSO_4$	39.51 ±0.07	9.16 ±0.28	25.39 ±0.50	

4. สรุปผลและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัยการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสารสกัดสีย้อมจากใบและเปลือกของสะเดา โดยใช้สารช่วยติดชนิดต่าง ๆ พบว่า การย้อมเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกของสะเดา สามารถย้อมเส้นด้ายฝ้ายได้เฉดสีที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารช่วยติดสี (mordant) เมื่อย้อมด้วยสีย้อมจากใบสะเดาใช้สารช่วยติดสีเป็นคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4{\cdot}5H_2O$) จะให้เฉดสีน้ำตาลแกมเขียว เมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็น เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4{\cdot}7H_2O$) พบว่าให้เฉดสีน้ำตาลดำ เมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็นซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4{\cdot}7H_2O$) พบว่าให้เฉดสีน้ำตาล และเมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็นแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4{\cdot}H_2O$) พบว่าให้เฉดสีน้ำตาลแดง โดยจะเลือกใช้ความเข้มข้นของสารช่วยติดสีที่ 5% ย้อมที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยเลือกเป็นการย้อมสารช่วยติดพร้อมการย้อมสีจากใบ หรือเปลือกสะเดา เพราะให้สีที่ชัดกว่าวิธีอื่น

ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากใบสะเดาก่อนหมักดินสอพอง พบว่า ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายย้อมด้วยน้ำสีย้อมจากใบสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 25.87-57.61 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดง-เขียว (a*) อยู่ระหว่าง 0.14-6.49 เป็นช่วงสีแดง และ ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 8.62-26.22 เป็นช่วงสีเหลือง ส่วนค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากใบสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง พบว่า ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายย้อมด้วยน้ำสีย้อมจากใบสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 39.25-49.96 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดง-เขียว (a*) อยู่ระหว่าง 2.66-7.28 เป็นช่วงสีแดง และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 16.29-22.27 เป็นช่วงสีเหลือง

ในส่วนค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากเปลือกสะเดาก่อนหมักดินสอพอง พบว่า ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายย้อมด้วยน้ำสีย้อมจากเปลือกสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 31.09-44.99 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดง-เขียว (a*) อยู่ระหว่าง 1.56-1.87 เป็นช่วงสีแดง และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 10.96-20.83 เป็นช่วงสีเหลือง และค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากเปลือกสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง พบว่า ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายย้อมด้วยน้ำสีย้อมจากเปลือกสะเดา ร่วมกับการหมักดินสอพอง สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 27.08-41.46 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดง-เขียว (a*)

อยู่ระหว่าง 6.90-11.17 เป็นช่วงสีแดง และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 15.04-22.95 เป็นช่วงสีเหลือง

จะเห็นได้ว่าระหว่างค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากทั้งจากใบและเปลือกสะเดาก่อนหมักดินสอพองกับหลังการหมักดินสอพองมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อย้อมด้วยสีย้อมจากเปลือกสะเดาใช้สารช่วยติดสีเป็นคอปเปอร์ซัลเฟต จะให้เฉดสีน้ำตาล และเมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็น เฟอร์รัสซัลเฟต พบว่าให้เฉดสีน้ำตาลเหลือง เมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็นซิงค์ซัลเฟต พบว่าให้เฉดสีน้ำตาลแดง และเมื่อใช้สารช่วยติดสีเป็นแมงกานีสซัลเฟต พบว่าให้เฉดสีน้ำตาล

ผลจากวิธีการย้อมสีย้อมที่แตกต่างกันสามวิธี คือ การย้อมสีสารช่วยติดก่อนย้อมสีย้อม การย้อมสีย้อมพร้อมสารช่วยติด และ การย้อมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อม พบว่าวิธีที่ให้ความเข้มสีมากที่สุดคือ วิธีการย้อมสีย้อมพร้อมสารช่วยติด

ส่วนวิธีการหมักดินสอพอง จากสามวิธีเช่นกัน พบว่าวิธีการเติมสารช่วยติดหลังย้อมสีย้อมจะให้สีที่เข้มกว่า อีกสองวิธี

ดังนั้นในการเลือกใช้วิธีการย้อม เพื่อให้ได้เฉดสีที่ติดคงทนและสีเข้มชัดเจน สามารถเลือกได้จากการใช้มอร์แดนท์ และสีเข้มตามความเข้มข้นมอร์แดนท์ ส่วนการใช้อุณหภูมิย้อมสามารถใช้ได้ทุกช่วงอุณหภูมิร้อนตั้งแต่ 75-100 องศาเซลเซียส จะให้เฉดสีตามเลือกได้ไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าหากอยากได้สีที่สว่างมากขึ้น ควรหมักร่วมกับดินสอพอง และเลือกเวลาความสว่างมากตามเวลาการหมักด้วยดินสอพอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ย้อมสีธรรมชาติ และมีสารช่วยติดที่แตกต่างกัน ทำให้เฉดสีแตกต่างกันไปตามสภาวะการย้อม ความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ อุณหภูมิ ธรรมชาติขององค์ประกอบสีในพืช และอื่น ๆ [12-18]

2. งานวิจัยนี้ เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเพิ่มเฉดสีทางเลือกในการย้อมสีจากใบและเปลือกสะเดา และมีตัวเลือกในการใช้ตัวช่วยติดที่นิยมใช้หลายชนิด รวมทั้งเพิ่มทางเลือกดินสอพองเป็นสารช่วยติด เพื่อเพิ่มอาชีพให้แก่ประชาชนในท้องถิ่น และเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุธรรมชาติ รวมถึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังหาได้ง่าย หากพัฒนาไปในระดับอุตสาหกรรมเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงสร้างสรรค์ให้มีความเป็นสากล และปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านผลิตภัณฑ์สีย้อมด้วยการย้อมจากสีธรรมชาติ อาจเพิ่มความยั่งยืนให้แก่ชุมชนได้เป็นอย่างดี ดังงานวิจัยของสิทธินพพันธ์ ภัทรานิษฐ์ และคณะ [1] และ Wichachan [19] ที่ศึกษาการย้อมสีด้วยสีธรรมชาติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่มีการย้อมสีผ้าฝ้ายจากใบสาบเสือ ใบมะยงชิด หรือ ใบยางพารา ที่ได้ผลเป็นที่น่าสนใจ และมีเฉดสีหลากหลาย [14,16,20-21] 3. นอกจากนี้ควรมีการทดสอบความคงทนของสีในการติดเส้นใยฝ้าย เพื่อพัฒนาไปสู่การทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น ควรมีการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูตามมาตรฐาน ISO105-X12: 2016(E) เพื่อนำไปใช้เป็นผ้าสำหรับสวมใส่ในฤดูต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม เป็นต้น 4. การย้อมสีด้วยใบและเปลือกต้นสะเดารวมกับการหมักด้วยดินสอพอง สีที่ได้จากการย้อมด้วยสีธรรมชาติ อาจแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ปริมาณแร่ธาตุ และ สภาพของดิน รวมถึงกระบวนการ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการย้อม ส่งผลให้สีจะไม่เหมือนกันในแต่ละพื้นที่ และแต่ละครั้งที่ย้อมสีด้วยสีธรรมชาติ ดังนั้นจึงควรต้องทำการศึกษาการย้อมสีในแต่ละพื้นที่เพื่อให้รู้ถึงการให้สีของใบและเปลือกสะเดา ร่วมกับการใช้ดินสอพอง ในท้องถิ่นนั้น ๆ จะทำให้สามารถวางแผนในการใช้ประโยชน์จากสีย้อมที่ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณภาควิชาเคมี และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และสนับสนุนสารเคมี และอุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] สิทธินพพันธ์ ภัทรานิษฐ์, แก่นทับทิม พริยะ, และ ปานบำรุง ประเทืองทิพย์. (2015). “การพัฒนาลวดลายผลิตภัณฑ์ต้นแบบผ้ามัดย้อมด้วยการย้อมจากสีธรรมชาติ”. *Interdisciplinary Research Review 9 (1)*:81-89. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/jtir/article/view/42372..

[2] เอื้อมพร จันทร์สองดวง, กนกกรณ์ ศิริทิพย์, รัชนีพร นาไชย, ลัดดา วัลย์ บัวคำโคตร และเบญจมาศ อ่อนพุทธา. (2561). พืชที่ให้สีย้อมและองค์ความรู้พื้นบ้านในการย้อมสีธรรมชาติของกลุ่มชาติพันธุ์ไทลาว ในอำเภออาจสามารถ และอำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย. 10*(1): 109-126.

[3] บุษบงค์ ฝั้นแจ้ง. (2560). การศึกษาภูมิปัญญาการย้อมสีพื้นบ้านด้วยวัตถุดิบธรรมชาติของกลุ่มสตรีทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ ตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. *รายงานการวิจัย*. สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

[4] Junsongduang A., Sirithip K., Inta A., Nachai R., Onputtha B., Tanming W. and Balslev H. (2017). Diversity and traditional knowledge of textile dyeing plants in Northeastern Thailand. *Economic Botany. 71*(3): 241-255.

[5] มาลี ตั้งสถิตกุลชัย และคณะ (2550). การสกัดและการเกิดสารเชิงซ้อนของสีย้อมธรรมชาติจากแก่นฝาง. รายงานการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา. 52 หน้า.

[6] กณิการ์ ชุมรัมย์. (2559). การย้อมเส้นใยไหมด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกสะเดาและอัญชัน. โครงงานด้าน วิทยาศาสตร์สิ่งทอ, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. [24 ตุลาคม 2566]

[7] สุดารัตน์ เกาลวณิชย์, ปทุมวัน บุรัตน์ และอุมาพร จงศิริ. (2554). องค์ประกอบทางเคมีของสะเดาไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

[8] A. Akhila & K. Rani (1999). Chemistry of the Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss.). Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe. Progress in the chemistry of organic natural products. *Progrès dans la chimie des substances organiques naturelles, 78*, 47-149.

[9] กชกร สกุลบริสุทธิ์, สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ และ ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. (2559). ผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีธรรมชาติสีน้ำตาล. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 8* (15),1-11.

[10] กุลธวัช ศรีจรรยาและกุลรัญญา พรหมเมืองยอง. (2542). การศึกษาสมบัติการย้อมของสีธรรมชาติที่แยกได้จากพืชพื้นบ้านบางชนิด โดยใช้สารช่วยติดจากธรรมชาติ. (ปัญหาพิเศษ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

[11] สำนักงานเครื่องสำอางและวัตถุอัตราย. (2559). ดินสอพอง. บทความวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

[12] ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ, ประทับใจ สิกขา. (2555). การศึกษากระบวนการผ้าย้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าดิบเป็นสารช่วยติด. *วารสารวิชาการ ศิลปะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร , 3*(1), 105-113

[13] สุคนธมณี. (2562). สีสันจากในสวน:สารช่วยติด. พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า 7

[14] ปรีชา มูลสิน, ทันทิรา พันชารี และกนกกรณ์ ศิริทิพย์. (2564). การศึกษาการย้อมสีธรรมชาติจากใบยางพารา โดยใช้ สารส้ม จุนสี และสนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสี. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (2)*, 35-40 มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

[15] พรเพ็ญ โชชัย, ระมัด โชชัย, เมทินี ทวีผล.(2556). การพัฒนาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ: กรณีศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมเปลือกมะพร้าวและเปลือกประดู่ของชุมชนในเขตตำบลนาบ่อคำ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร(สักทอง), 23*(3), 7-10.

[16] ปณิธาน สุระยศ. (2552). ผลของมอร์แดนท์ต่อความคงทนของสีและการดูดซับสีย้อมธรรมชาติที่สกัดจากผลมะกายคัดบนเส้นด้ายฝ้าย. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[17] E.M. El-Khatib *, N.F. Ali, R.S.R. El-Mohamedy. (2020). Influence of Neen oil pretreatment on the dyeing and antimicrobial properties of wool and silk fibers with some natural dyes. *Arabian Journal of Chemistry 13*: 1094–1104.

[18] Chairat, M., J.B. Bremner and K. Chantrapromma. (2007). Dyeing of cotton and silk yarn with the extracted dye from the fruit hull of mangosteen, Garcinia mangostana Linn. *Journal of Fibers and Polymers 8*: 613-619.

[19] Wichachan Wanphonthong. (2005). “natural dyeing”. Department of Science Service Ministry of Higher Education, *Science, Research and Innovation, 53*(168): 35-37.

[20] ณัฐวุฒิ เงาะหวาน และ เกษม มานะรุ่งวิทย์ (2022). การศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากใบสาบเสือ. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ. 15* (1). 116-131.คณะสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. จังหวัดเชียงราย.

[21] Seekhaw, P., Nearmayhom, N., Promla, N., Sukonpakdee, N., na wichian, K., Yoopech, S., & Jutiviboonsuk, A. (2022). Study of color hues and fastness of natural dyes from the leaves of Bouae Burmanica.Griff. On silk and cotton. *PSRU Journal of Science and Technology, 7*(2), 89–102. Retrieved from https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/Scipsru/article/view/248468