การพัฒนาสีย้อมธรรมชาติจากตาลโตนด (*Borassus flabellifer* L.) สู่ผลิตภัณฑ์สิ่งทอชุมชน

ณิชา ประสงค์จันทร์ นพดล โพชกำเหนิด* และโกสินทร์ ทีปรักษพันธ์

สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

*E-mail: Noppadon.p@rmutsv.ac.th

รับบทความ: 28 พฤศจิกายน 2566 แก้ไขบทความ: 23 เมษายน 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 23 เมษายน 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิธีการสกัดน้ำย้อมจากตาลโตนด 2) ศึกษากระบวนการย้อมสีธรรมชาติจากตาลโตนด 3) ศึกษาสารช่วยติดสีต่อคุณภาพการย้อมผ้าจากตาลโตนด และ 4) ถ่ายทอดเทคโนโลยีสีย้อมธรรมชาติและผลิตภัณฑ์สู่ชุมชนจังหวัดสงขลา ผลการศึกษาสีย้อมจากงวงตาลโตนดแก่ ลำต้นตาลโตนดแก่ และผลตาลโตนดสุก พบว่า สีย้อมจากงวงตาลโตนดแก่มีค่าการติดสีดีที่สุดมีค่า L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 65.43±0.40 12.73±0.31 และ 17.47±0.40 ตามลำดับ มีสีน้ำตาลจากสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ ผลของความเข้มข้นของสารปรับประจุบวก (STARCAT PD) ที่แตกต่างกันของผ้าฝ้ายก่อนการย้อมที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีค่าการติดสีดีที่สุด มีค่า L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 63.10±0.00 12.70±0.10 และ 17.80±0.26 ตามลำดับ ผลของสารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์ โดยใช้เฟอร์รัสซัลเฟตและคอปเปอร์ซัลเฟตให้เฉดสีเทา–ดำ และน้ำตาล ส่วนสารช่วยติดสีจากสารธรรมชาติจากสารส้ม ผงเปลือกหอย และผงสนิมเหล็กให้เฉดสีน้ำตาล สีน้ำตาล–แดงและสีเทา–ดำ ผลการศึกษาความคงทนต่อการซักจากการใช้สารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่การใช้สารช่วยติดสีจากสารธรรมชาติจะมีความปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนต้นแบบกลุ่มผ้ามัดย้อมศิญานันท์ โดยให้องค์ความรู้และเทคนิคการย้อมสีธรรมชาติจากตาลโตนด เพื่อสามารถนำไปต่อยอดสร้างมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น หมอน กระเป๋า หมวก เพื่อจำหน่ายยังตลาดชุมชนและตลาดภายนอกตลอดจนผู้สนใจที่เข้ามาเยี่ยมชมวิถีชีวิตของชุมชน

คำสำคัญ: ตาลโตนด สีย้อมธรรมชาติ สารช่วยติดสี

Development of Natural Dye from Palmyra Palm (*Borassus flabellifer* L.) to Community Fabric Products

Nicha Prasongchan, Noppadon Podkumnerd* and Kosin Teeparuksapun

Department of General Education, Faculty of Liberal Arts,
Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand
*E-mail: Noppadon.p@rmutsv.ac.th

Received: 28 November 2023 Revised: 23 April 2024 Accepted: 23 April 2024

Abstract

The objectives of this research was: 1) to investigate the method of extracting dye from Palmyra palm, 2) study the natural dyeing process using Palmyra palm, 3) examine the impact of mordants on the quality of dyeing with Palmyra palm, and 4) transfer the technology of natural dyeing and products to communities in Songkhla province. The study revealed that the dye extracted from the trunk, stem and fruits of Palmyra palm exhibited specific color values, with mature stems resulting in a brown color attributed to tannins, specifically L (brightness) = 65.43±0.40, a* = 12.73±0.31, and b* = 17.47±0.40. Moreover, when cotton fabric was treated with different concentrations of STARCAT PD prior to dyeing, specifically at 2.0% concentration, the resulting color values were L (brightness) = 63.10±0.00, a* = 12.70±0.10, and b* = 17.80±0.26. Synthetic mordants such as ferrous sulfate and copper sulfate produced gray–black and brown shades, while natural mordants like potassium alum, calcium carbonate and iron hydroxide yielded brown, brownish–red, and gray–black shades. The study confirmed that the fastness to washing of both synthetic and natural mordants fell within an acceptable range. However, the use of mordants derived from natural substances was deemed safer and non–toxic to the environment. The technology was successfully transferred to the Siyanun tie–dye fabric community. This community embraced the use of natural dyes from Palmyra palm in their production of various community products, including pillows, bags, hats, and others. By incorporating Palmyra palm–dyed fabric, they were able to add value to their products, which were sold in both local and external markets. Additionally, this initiative attracted individuals interested in experiencing the community's way of life.

Keywords: Palmyra palm, Natural dye, Mordant

บทนำ

ตาลโตนดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Arecaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* L. มีชื่อสามัญว่า Brab palm, Fan palm, Palmyra palm และ Toddy palm และชื่อท้องถิ่นว่า ตะนอด ตาล ตาลโตนด ตาลใหญ่ ถาล ทอถู ทะเนาด์ ท้าง และโหนด มีลำต้นแข็งแรงและอายุยืนยาวประมาณ 80–100 ปี โตเต็มที่สูงได้กว่า 18–25 เมตร หรือมากกว่า เริ่มให้น้ำตาลและผลได้เมื่ออายุ 10–15 ปี เป็นพืชที่ขึ้นได้บนดินทุกชนิด พบได้ทั่วไปในทุกภาค ตาลโตนดเป็นพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งพบมากที่สุดในจังหวัดสงขลา โดยเกษตรกรในพื้นที่ประกอบอาชีพจากตาลโตนดเป็นรายได้ประมาณ 394.7 ล้านบาทต่อปี (Athisa *et al*., 2021; Chotima, 2017) ตาลโตนดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ตั้งแต่ผลผลิต การแปรรูปและการตลาด (ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ) เมื่อตาลโตนดมีจำนวนมากและใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น จะเกิดวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ผลตาลโตนดสุก ลำต้นตาลโตนดแก่ และงวงตาลโตนดแก่ (ช่อดอกตาลโตนดแก่) ดังนั้นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาทำเป็นสีย้อมธรรมชาติ มีข้อดีคือสีไม่ฉูดฉาด สีอ่อนสบายตา มีความงดงาม เป็นเอกลักษณ์ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Purohit *et al*., 2007) เนื่องจากสีย้อมเคมีบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งในระหว่างย้อม และน้ำทิ้งที่ผ่านการย้อมสีมีการปนเปื้อนของโลหะหนักทำให้เกิดสารตกค้างในดินและน้ำ (Sarin *et al*., 2011) ดังนั้นการให้ความสำคัญกับการลดการใช้สีเคมีและส่งเสริมการใช้สีธรรมชาติเป็นทางเลือกที่สำคัญในการนำมาใช้ประโยชน์และลดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

สีย้อมธรรมชาติที่ได้จากพืช มีสมบัติสามารถย้อมติดเส้นใยได้ด้วยตนเอง (substativity) เพียงนำสีมาผสมน้ำก็สามารถย้อมเส้นใยได้ สารประกอบทางเคมีของสีย้อมธรรมชาติเป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แทนนิน (tannins) เทอร์พีนอยด์ (terpenoids) แนพโทควิโนน (naphthaquinone) แอนทราควิโนน (anthraquiaones) และอัลคาลอยด์ (alkaloids) (Dueñas *et al*., 2016) ซึ่งกระบวนการย้อมสีธรรมชาติ มี 3 แบบ คือ แบบโดยตรง แบบแวต และแบบการใช้สารช่วยติดสี ในการย้อมสีธรรมชาติ สีจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลภายนอกของเส้นใยก่อน ความร้อนจะทำให้เส้นใยพอง และมีช่องว่างให้สีเข้าไปแทรกอยู่ภายในได้ โดยสีจะเข้าไปเชื่อมโยงกับโมเลกุลภายในของเส้นใย และเมื่อเส้นใยแห้ง สีจะติดอยู่ในเส้นใย (Apichart, 2002) จากการศึกษาของ Chairat *et al*. (2007) พบว่า การย้อมสีเส้นด้ายจากฝ้ายและไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกมังคุดแห้ง พบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีและการย้อมเส้นฝ้ายและไหมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกมังคุดใช้เวลา 1 ชั่วโมง การย้อมสารช่วยติดสีภายหลังโดยใช้เฟอร์รัสซัลเฟตกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ช่วยให้สีเข้มและช่วยให้สีมีความคงทนต่อการซักล้าง เมื่อเปรียบเทียบกับการย้อมแบบไม่ใช้สารช่วยติดสี Biertumpfel and Wurl (2009) พบว่า การใช้สารปรับประจุที่ผิวของเส้นใยฝ้ายให้เป็นประจุบวกด้วยกระบวนการแคทไอออนไนเซชัน (cationization) ด้วยสารปรับประจุบวก เพื่อให้เส้นใยฝ้ายสามารถรับสีย้อมซึ่งมีประจุลบเป็นตัวช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดติดสีย้อมกับเส้นใยฝ้ายได้มากขึ้น

ดังนั้นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดได้แก่ ผลตาลโตนดสุก ลำต้นตาลโตนดแก่ และ

งวงตาลโตนดแก่ สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการเตรียมเป็นสีย้อมธรรมชาติ เพื่อนำไปพัฒนาและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อมจากสีธรรมชาติให้แก่ชุมชนต้นแบบได้ โดยมีรูปแบบที่เน้นความสวยงาม ทันสมัย และเอกลักษณ์ของสีจากตาลโตนดมีความเหมาะสมด้านการใช้สอยและความสะดวกสบาย โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีการสกัดน้ำย้อมจากตาลโตนด เพื่อศึกษากระบวนการย้อมสีธรรมชาติจากตาลโตนด เพื่อศึกษาสารช่วยติดสีต่อคุณภาพการย้อมผ้าจากตาลโตนดและเพื่อศึกษาการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับสีย้อมธรรมชาติและผลิตภัณฑ์สู่ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิธีการสกัดน้ำย้อมจากตาลโตนด

ผลตาลโตนดสุก ลำต้นตาลโตนดแก่และงวงตาลโตนดแก่ เก็บตัวอย่างในพื้นที่ตำบลบางเขียด อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา การเตรียมสีย้อมจากลำต้นตาลโตนด เก็บตัวอย่างลำต้นตาลโตนดแก่ที่ถูกโค่นทิ้ง โดยนำมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปล้างด้วยน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้งและอบที่อุณหภูมิ 85–95 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปบดให้ละเอียด จากนั้นจึงนำไปเตรียมสีย้อม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างลำต้นตาลโตนดต่อน้ำ (1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปต้มที่อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้สีย้อมจากลำต้นตาลโตนด การเตรียมสีย้อมจากงวงตาลโตนด เก็บและคัดเลือกงวงตาลโตนดแก่ที่ร่วงหล่นจากต้นตาลโตนด แล้วนำไปล้างด้วยน้ำให้สะอาด นำไปผึ่งให้แห้งและอบที่อุณหภูมิ 85–95 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ และบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปเตรียมสีย้อม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างงวงตาลโตนดต่อน้ำ (1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปต้มที่อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้สีย้อมจากงวงตาลโตนด และการเตรียมสีย้อมจากผลตาลโตนด ทำโดยเก็บและคัดเลือกจากผลตาลโตนดสุกที่ร่วงหล่นจากต้นตาลโตนด ล้างด้วยน้ำให้สะอาด ปอกเปลือกผลตาลโตนดสุก จากนั้นนำผลตาลโตนดสุกแช่ในน้ำอัตราส่วน 1:1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปบีบและคั้นน้ำ เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นน้ำย้อมออกจากกากผลตาลโตนด จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้สีย้อมจากผลตาลโตนด ทดสอบลักษณะทางกายภาพ ค่าความเป็นกรด–เบส ด้วยเครื่อง pH meter (Lab 855, Germany) และค่าสี Lab ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab (Konica, Japan)

การศึกษากระบวนการย้อมสีธรรมชาติจากตาลโตนด

การเตรียมผ้าฝ้าย นำผ้าฝ้ายต้มด้วยน้ำสบู่ ความเข้มข้น 1.0 กรัมต่อลิตร (น้ำหนักต่อปริมาตร) โดยใช้อัตราส่วนของผ้าต่อน้ำ 1:50 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา ล้างผ้าให้สะอาดและตากให้แห้ง การปรับสภาพผ้าฝ้ายก่อนการย้อมสี เตรียมสารละลายสารปรับประจุบวก (STARCAT PD) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 2.0 5.0 และ 10.0 (ปริมาตรต่อปริมาตร) จากนั้นนำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ อัตราส่วนระหว่างผ้าฝ้าย:สารละลายสารปรับประจุบวก (1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50–55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อครบเวลา จึงนำตัวอย่างผ้าฝ้ายขึ้น

แล้วบิดให้หมาด ๆ กระบวนการย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากตาลโตนด การย้อมสีผ้าฝ้ายที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว นำสีย้อมจากลำต้นตาลโตนด งวงตาลโตนด และผลตาลโตนดที่เตรียมไว้ อัตราส่วนระหว่างผ้าฝ้าย:สารละลายสีย้อม (1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส แล้วนำผ้าฝ้ายใส่ลงไปในน้ำสีย้อมที่เตรียมไว้ที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นำผ้าฝ้ายออกมาใส่ในภาชนะ ทดสอบค่าสี Lab ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab

การศึกษาสารช่วยติดสีต่อคุณภาพการย้อมผ้าจากตาลโตนด

เตรียมสารละลายสารช่วยติดสีประกอบด้วยสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติมีดังนี้ 1) สารสังเคราะห์ เตรียมโดยใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและเฟอร์รัสซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 2) สารธรรมชาติ เตรียมโดยผงเปลือกหอย เตรียมจากนำเปลือกหอยเตรียมได้จากการนำเปลือกหอยนำไปเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ผงสนิมเหล็ก เตรียมจากนำเศษเหล็กต่าง ๆ มาสัมผัสกับน้ำและอากาศทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา เพื่อทำให้เกิดสนิมเหล็ก นำไปขูดเพื่อจะได้ผงสนิมเหล็ก ผสมผงเปลือกหอย ผงสนิมเหล็กและสารส้มเพื่อเตรียมสารละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 จากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติมาแช่ในสารช่วยติดสีที่แตกต่างกัน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างผ้าฝ้าย:สารละลายสารช่วยติดสี (1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที นำผ้าฝ้ายใส่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง ทิ้งไว้ 1 คืน บิดให้หมาดแล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ทดสอบค่าสี Lab ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab และความคงทนของสีต่อการซักโดยประเมินจากค่าความแตกต่างของค่าสีโดยรวมด้วยการวัดค่าสีก่อนและหลังการทดสอบซัก

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสีย้อมธรรมชาติสู่ชุมชนจังหวัดสงขลา

ถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยสีย้อมจากชีวมวลตาลโตนดสู่ชุมชน เพื่อดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยบูรณาการร่วมกับชุมชนในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้สีย้อมธรรมชาติจากตาลโตนด เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนของจังหวัดสงขลาต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 สิ่งการทดลอง ได้แก่ ลำต้นตาลโตนด งวงตาลโตนดและผลตาลโตนด แต่ละการทดลองทำซ้ำ 3 ครั้ง รายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ย (mean±SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ของผลการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

ผลการทดลองและอภิปรายผล

วิธีการสกัดน้ำย้อมจากตาลโตนด

ผลจากการสกัดสีน้ำย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด ได้แก่ ลำต้นตาลโตนดแก่ งวงตาลโตนดแก่ และผลตาลโตนดสุก สำหรับการเตรียมสีย้อม (ตาราง 1) พบว่า ค่าสี L (ความสว่าง) a* (เขียว–สีแดง) และ b* (น้ำเงิน–สีเหลือง) ของสีย้อมลำต้นตาลโตนดเท่ากับ 21.50±0.71 5.45±0.21 และ 40.85±1.48 สีย้อมงวงตาลโตนดเท่ากับ 21.45±0.64 5.50±0.28 และ 41.15±1.20 ตามลำดับ ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกัน

($p \geq 0.05$) สีย้อมผลตาลโตนดสุกเท่ากับ 28.00±1.13 9.55±0.92 และ 51.20±1.41 ตามลำดับ ทุกค่าแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด–เบสของสีย้อมลำต้นตาลโตนด งวงตาลโตนดและผลตาลโตนดสุกเท่ากับ 7.35±0.04 7.56±0.06 และ 4.00±0.06 ตามลำดับ ทุกค่าแตกต่างกัน ($p < 0.05$) และลักษณะทางกายภาพของน้ำย้อม พบว่า สีน้ำย้อมลำต้นตาลโตนดและงวงตาลโตนดมีค่ากรด–เบสเป็นกลาง และมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนสีย้อมผลตาลโตนดสุก มีค่ากรด–เบสเป็นกรดและมีสีเหลือง เนื่องจากเป็นผลตาลโตนดสุกที่ร่วงหล่นจากต้นมีองค์ประกอบของแป้งและน้ำตาลสูง ทำให้เกิดกระบวนการการหมักของจุลินทรีย์ในธรรมชาติทำให้เกิดรสเปรี้ยวและมีปริมาณของแทนนินต่ำ ซึ่งแทนนินมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยติดสีเนื่องจากเป็นสารประกอบจำพวกพอลิฟีนอลที่มีหมู่ไฮดรอกซี (–OH) ที่สามารถสร้างพันธะกับโมเลกุลของสีและเหนี่ยวนำให้เกิดการติดสีได้ (Prabhu and Teli, 2014)

ตาราง 1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำย้อมจากตาลโตนด

ตาลโตนด	ค่าสี			กรด–เบส
	L	a*	b*	
ลำต้นตาลโตนด	21.50±0.71[a]	5.45±0.21[a]	40.85±1.48[a]	7.35±0.04[a]
งวงตาลโตนด	21.45±0.64[a]	5.50±0.28[a]	41.15±1.20[a]	7.56±0.06[c]
ผลตาลโตนด	28.00±1.13[b]	9.55±0.92[b]	51.20±1.41[b]	4.00±0.06[b]

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±SD ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 L คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ สีเขียว (–a) – สีแดง (+a) b* คือ สีน้ำเงิน (–b) – สีเหลือง (+b)

กระบวนการสีย้อมธรรมชาติจากตาลโตนด

ผลการเปรียบเทียบการย้อมสีจากตาลโตนดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ลำต้นตาลโตนด งวงตาลโตนดและผลตาลโตนด (ตาราง 2 และภาพที่ 1) พบว่า ค่าการติดสีของสีย้อมงวงตาลโตนด ค่า L (ความสว่าง) a*(เขียว–สีแดง) และ b* (น้ำเงิน–สีเหลือง) เท่ากับ 65.43±0.40 12.73±0.31 และ 17.47±0.40 สีย้อมลำต้นตาลโตนดเท่ากับ 66.83±0.97 12.20±0.36 และ 17.67±0.68 สีย้อมผลตาลโตนดเท่ากับ 77.23±0.47 9.23±0.31 และ 6.50±0.44 ตามลำดับ ทุกค่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ซึ่งค่าการติดสีที่ดีดูจากค่า L (ความสว่าง) ถ้าค่า L มีค่าน้อยแสดงให้เห็นว่า ผ้าที่ผ่านการย้อมสีมีการติดสีที่ดี โดยเปรียบเทียบกับผ้าไม่ผ่านการย้อม แสดงว่า สีย้อมจากงวงตาลโตนดและลำต้นตาลโตนดมีค่าการติดสีที่ดี อย่างไรก็ตามการเตรียมสีย้อมจากลำต้นตาลโตนดค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากลำต้นตาลโตนดมีลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรงและลำต้นที่ใช้เป็นต้นตาลโตนดที่แก่และไม่ให้ผลผลิตแล้วถึงจะตัดต้นตาลโตนดทิ้งไป ดังนั้นสีย้อมงวงตาลโตนดจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากเตรียมสีย้อมจากงวงตาลโตนดได้ง่าย ลักษณะของงวงตาลโตนดไม่แข็งมาก มีผลผลิตงวงตาลโตนดที่ตกหล่นจากต้นตลอดทั้งปีและสามารถนำไปทำสีย้อมต่อไป โดยงวงของตาลโตนดมีแทนนินเป็นองค์ประกอบหลัก (Puksiri and Maitree, 2011) แทนนินเป็นสารประกอบพอลิฟีนอล (polyphenol) สามารถละลายได้ในน้ำ มีสี

น้ำตาล มีรสขม ฝาด มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยติดสีโดยหมู่ไฮดรอกซี (–OH) ของสารพอลิฟีนอลจะสร้างพันธะกับโมเลกุลของสีและเหนี่ยวนำให้เกิดการยึดติดกันของสีได้ (Prabhu and Teli, 2014)

ตาราง 2 ผลการย้อมสีธรรมชาติจากตาลโตนด

ตาลโตนด	ค่าสี		
	L	a*	b*
ลำต้นตาลโตนด	66.83±0.97[a]	12.20±0.36[a]	17.67±0.68[a]
งวงตาลโตนด	65.43±0.40[c]	12.73±0.31[a]	17.47±0.40[a]
ผลตาลโตนด	77.23±0.47[b]	9.23±0.31[b]	6.50±0.44[b]
ผ้าฝ้าย (ชุดควบคุม)	79.00±0.36[d]	12.13±0.32[a]	–0.30±0.10[c]

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±SD ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 L คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ สีเขียว (–a) – สีแดง (+a) b* คือ สีน้ำเงิน (–b) – สีเหลือง (+b)

ภาพที่ 1 ลักษณะสีย้อมจากตาลโตนด (A) สีย้อมลำต้นตาลโตนด (B) สีย้อมงวงตาลโตนด และ (C) สีย้อมผลตาลโตนดสุก

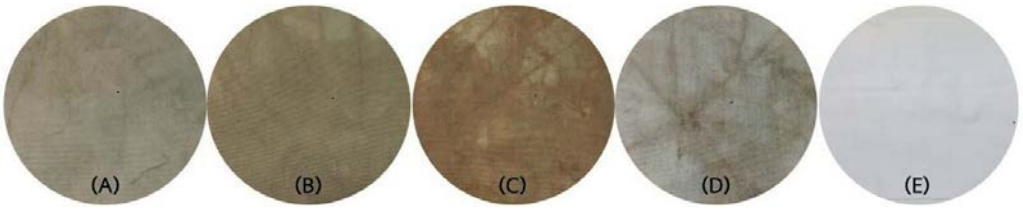
ผลของความเข้มข้นของสารปรับประจุบวกของผ้าฝ้ายก่อนการย้อม

การใช้สารปรับประจุบวกสำหรับการย้อมสีเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก เพราะมีผลต่อการติดสีที่ดี จึงต้องศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารปรับประจุบวก การทดลองนี้ใช้สีย้อมจากงวงตาลโตนด โดยเตรียมผ้าฝ้ายในการย้อมสีธรรมชาติปรับสภาพผ้าฝ้ายด้วยสารปรับประจุบวกที่ความเข้มข้นแตกต่างกันร้อยละ 0.0 1.0 2.0 5.0 และ 10.0 นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการใช้สารปรับประจุบวกมาย้อมสีจากงวงตาลโตนด ทดสอบการติดสี พบว่า ค่าความสว่าง (L) ลดลงอยู่ในช่วง 65.43±0.78 – 73.50±0.30 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 10.50±0.50 – 12.70±0.10 และค่าความเป็นสีเหลืองอยู่ในช่วง 10.10±0.70 – 17.80±0.26 ทุกค่าไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ยกเว้นค่าความเป็นสีแดง (a*) การใช้ความเข้มข้นของสารปรับประจุบวกร้อยละ 2.0 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากค่า L (ความสว่าง) a*และ b* มีค่าการติดสีดีที่สุด การใช้ความเข้มข้นของสารปรับประจุบวกน้อยเกินไปหรือมากเกินไปมีผลต่อการติดสีของผ้า (ตาราง 3 และภาพที่ 2) เส้นใยฝ้ายมีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีประจุลบ การติดโมเลกุลของสีย้อมที่เป็นประจุลบเช่นเดียวกัน จะทำให้ได้ผลการติดสีน้อย การปรับผิวเส้นใยฝ้ายด้วยกระบวนการแคทไอออนไนเซชันด้วยสารปรับประจุบวก ทำให้ผิวเส้นใยเป็นประจำบวกจึงเกิดพันธะไอออนิกกับสีย้อมที่มีประจุลบ จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการย้อมติดสีกับเส้นใยฝ้ายได้ดีขึ้น รวมถึงการใช้แรงแวน-

ตาราง 3 ผลของความเข้มข้นของสารปรับประจุบวกสำหรับผ้าฝ้ายก่อนการย้อม

สารปรับประจุบวก (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L	a*	b*
0	71.40±0.62[a]	10.83±0.23[a]	11.67±0.32[a]
1	65.43±0.78[b]	12.53±0.21[cd]	16.93±0.35[b]
2	63.10±0.00[c]	12.70±0.10[d]	17.80±0.26[c]
5	69.70±0.56[d]	11.90±0.17[b]	13.47±0.47[d]
10	73.50±0.30[e]	10.50±0.50[a]	10.10±0.70[e]

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±SD ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 L คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ สีเขียว (–a) – สีแดง (+a) b* คือ สีน้ำเงิน (–b) – สีเหลือง (+b)



ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีย้อมจากตาลโตนดที่เติมสารปรับประจุบวก (A) เข้มข้นร้อยละ 1 (B) ร้อยละ 2 (C) ร้อยละ 5 (D) ร้อยละ 10 และ (E) ร้อยละ 0 (ไม่เติมสารปรับประจุบวก)

เดอร์วาลส์ในการเกาะติดสีระหว่างเส้นใยด้วย (Bier-tumpfel and Wurl, 2009)

ผลการใช้สารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติ

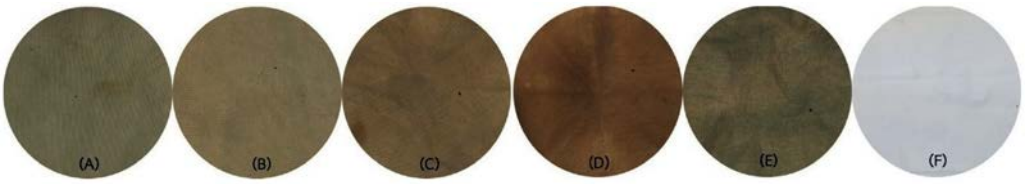
จากการศึกษาการใช้สารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์ ได้แก่ เฟอร์รัสซัลเฟต คอปเปอร์ซัลเฟต และสารช่วยติดสีจากสารธรรมชาติ ได้แก่ สารส้ม ผงเปลือกหอย และผงสนิมเหล็ก สำหรับช่วยการติดสีของสีย้อมจากงวงตาลโตนดติดแน่นขึ้น โดยนำผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีจากงวงตาลโตนดแช่ในสารช่วยติดสีที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์ความเข้มของสีและลักษณะทางเฉดสี (ตาราง 4) พบว่า การแช่สารช่วยติดสีจากเฟอร์รัสซัลเฟตให้เฉดสีเทา–ดำและค่าความเข้มสี L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 46.85±0.07 10.70±0.40 และ 18.00±0.90 คอปเปอร์ซัลเฟตให้เฉดสีน้ำตาลและค่าความเข้มสี L (ความสว่าง) a* (เขียว–แดง) และ b* (น้ำเงิน–เหลือง) เท่ากับ61.60± 0.40 12.57±0.23 และ 18.17±0.45 สารส้มให้เฉดสีน้ำตาลและค่าความเข้มสี L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 52.60±0.57 16.45±0.21 และ 19.00±0.00 ผงเปลือกหอยให้เฉดสีน้ำตาล–แดงและและค่าความเข้มสี L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 55.57±0.83 21.15±0.07 และ 24.00± 0.28 ผงสนิมเหล็กให้เฉดสีเทา–ดำและและค่าความเข้มสี L (ความสว่าง) a* และ b* เท่ากับ 44.60± 0.42 11.90±0.28 และ 15.30±0.00 ตามลำดับ (ตาราง 4 และภาพที่ 3) จากการทดลองกระบวนการย้อมสีธรรมจากตาลโตนดมีประสิทธิภาพสำหรับการนำใช้งานและสีที่ได้มีความหลากหลายของ

ตาลโตนด เช่น เฉดสีเทา–ดำ สีน้ำตาล สีน้ำตาล–แดง สารช่วยติดสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ สารสังเคราะห์และสารธรรมชาติ ข้อดีการใช้สารช่วยติดจากสารธรรมชาติมีความปลอดภัยและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากสารช่วยติดสีเป็นสารที่ช่วยในการยึดและจับสีแล้ว บางครั้งยังทำให้ได้เฉดสีใหม่ที่ต่างจากเดิมสารช่วยติดสีประเภทนี้สามารถหาง่ายในชุมชนและมีราคาถูก การใช้สารช่วยติดสีจากสารส้ม สามารถเพิ่มสดใสของสี เนื่องจากไอออนของอลูมิเนียม (Al) ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนจากตัวให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในสารสีเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์กับหมู่ –OH ในเซลลูโลสของเส้นใยฝ้าย ทำให้เส้นใยดูดซับสีได้ดีขึ้น (Punrattanasin *et al*., 2013) ส่วนการใช้สารเฟอร์รัสซัลเฟตและผงสนิมเหล็ก ทำให้ได้เฉดสีเป็นสีเทา–ดำจากโมเลกุลของโลหะ Fe^{2+} เป็นองค์ประกอบจึงเพิ่มเฉดสีของเส้นใยฝ้ายโดยไม่ขึ้นกับสีตั้งต้นที่ใช้ย้อม ทำให้องค์ประกอบของโลหะและไอออนบวกสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ที่แข็งแรง เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสีและเส้นใยฝ้าย ทำให้เพิ่มการดูดซับสี จึงทำให้สีเข้มขึ้น (Daranee and Wiran, 2022)

ตาราง 4 การศึกษาสารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติ

สารช่วยติด	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ค่าสี		
		L	a*	b*
สารสังเคราะห์	2% เฟอร์รัสซัลเฟต	46.85±0.07^{b}	10.70±0.40^{a}	18.00±0.90^{a}
	2% คอปเปอร์ซัลเฟต	61.60±0.40^{c}	12.57±0.23^{b}	18.17±0.45^{a}
สารธรรมชาติ	2% สารส้ม	52.60±0.57^{a}	16.45±0.21^{a}	19.90±0.00^{a}
	2% เปลือกหอย	55.57±0.83^{a}	21.15±0.07^{b}	24.00±0.28^{b}
	2% สนิมเหล็ก	44.60±0.42^{c}	11.90±0.28^{c}	15.30±0.00^{c}

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±SD ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 L คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ สีเขียว (–a) – สีแดง (+a) b* คือ สีน้ำเงิน (–b) – สีเหลือง (+b)



ภาพที่ 3 ลักษณะปรากฏของสารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติสำหรับย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมจากตาลโตนด (A) เฟอร์รัสซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2 (B) คอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2 (C) สารส้มเข้มข้นร้อยละ 2 (D) เปลือกหอยเข้มข้นร้อยละ 2 (E) สนิมเหล็กเข้มข้นร้อยละ 2 และ (F) ชุดควบคุม

ผลการทดสอบค่าความคงทนต่อการซักของสีย้อมจากตาลโตนด

จากการทดสอบค่าความคงทนต่อการซัก โดยใช้กระบวนการซักน้ำเปล่าจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำวัดค่าสี L (ความสว่าง) a* (เขียว–สีแดง) b* (น้ำเงิน–เหลือง) ก่อน–หลัง โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab แบบแหล่งกำเนิดแสง LED (ตาราง 5) พบว่า จากการใช้สารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์ ได้แก่ เฟอร์รัสซัลเฟตและคอปเปอร์ซัลเฟต พบว่า สารช่วยติดจากสารสังเคราะห์แต่ละชนิดมีความคงทนต่อการซักเนื่องจากความเฉดสีและความเข้มของสี ค่า L (ความสว่าง) ของเฟอร์รัสซัลเฟตอยู่ในช่วง 55.57±0.83 – 57.83±0.55 คอปเปอร์ซัลเฟตอยู่ใน ช่วง 61.60±0.40 – 63.50±1.85 ตามลำดับ การศึกษาการทดสอบค่าความคงทนต่อการซักจากการใช้สารช่วยติดสีจากสารธรรมชาติ ได้แก่ สารส้ม ผงเปลือกหอย และผงสนิมเหล็ก พบว่า สารช่วยติดจากสารธรรมชาติแต่ละชนิดมีความคงทนต่อการซักเช่นกัน เนื่องจากความเฉดสีและความเข้มของสี ค่า L (ความสว่าง) ของสารส้มอยู่ในช่วง 59.50±1.25 – 62.47±1.75 เปลือกหอยอยู่ในช่วง 60.17±0.49 – 63.47±0.31 และสนิมเหล็กอยู่ในช่วง 48.50±1.08 – 53.93±4.91 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความคงทนต่อการซักจากการใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และข้อดีในการใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติ คือ มีราคาถูก ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าด้วย การใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันเป็นตัวช่วยทำให้เส้นใยดูดซับสีให้เกาะติดกับเส้นใยได้แน่นขึ้นและมีความคงทนต่อการซักเพิ่มขึ้น (Prapakorn, 2017) สำหรับการใช้สารช่วยติดสีจากเฟอร์รัสซัลเฟต คอปเปอร์ซัลเฟต สารส้ม ผงเปลือกหอย และผงสนิมเหล็กช่วยเปลี่ยนความสว่าง ความสดใสและความเข้มของสี สำหรับสารช่วยติดจากสารส้มทำให้เกิดพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ระหว่างอะลูมิเนียม (Al) กับสีและเส้นใย ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง จึงทำให้เกิดความคงทนของสีต่อการซักล้างได้ดีขึ้น (Bhattacharya and Shah, 2000) ส่วนสารช่วยติดจากเฟอร์รัสซัลเฟตและผงสนิมเหล็กมีโลหะออกไซด์เป็นองค์ประกอบซึ่งทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศซึ่งมีผลให้เฉดสีเส้นใยเปลี่ยนแปลงไปและทำให้เกิดความคงทนต่อการซัก (Shin and Lee, 2006) การใช้สารช่วยติดสีในกระบวนการย้อมสีธรรมชาติสามารถเพิ่มการยึดเกาะของสีรวมทั้งช่วยให้ความคงทนต่อการซักล้างของสีสูงขึ้นด้วย

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสีย้อมจากตาลโตนดสู่ชุมชน จังหวัดสงขลา

จากการศึกษากระบวนการผลิตสีย้อมจากตาลโตนดให้มีประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนกลุ่มผ้ามัดย้อมศิญานันท์ เพื่อดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยบูรณาการร่วมกับชุมชนในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้สีย้อมธรรมชาติจากตาลโตนด เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งทางชุมชนดังกล่าวสนใจที่จะได้รับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนกับเทคโนโลยี ในการนำจากตาลโตนดมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากตาลโตนดเป็นพืชท้องถิ่นที่มีจำนวนมากในพื้นที่อยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงการนำตาลโตนดมาผลิตผลิตภัณฑ์สีย้อมจากธรรมชาติ เพื่อสามารถนำไปต่อยอดสร้างมูลค่าเพิ่มเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ (ภาพที่ 4) เช่น การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หมอน กระเป๋า หมวกและรองเท้า เพื่อจำหน่ายยังตลาดชุมชนและตลาดภายนอก ตลอดจนผู้สนใจที่เข้ามาเยี่ยมชมวิถีชีวิตของชุมชน

ตาราง 5 การทดสอบค่าความคงทนต่อการซักจากสารช่วยติดสีจากสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติ

สารช่วยติดสี	การทดสอบ	ค่าสี		
		L	a*	b*
2% เฟอร์รัสซัลเฟต	เริ่มต้น	45.57±0.83^{a}	10.70±0.40^{a}	18.00±0.90^{a}
	ครั้งที่ 1	46.53±1.94^{ab}	11.33±1.31^{a}	12.63±0.47^{b}
	ครั้งที่ 2	46.93±0.35^{ab}	11.13±0.59^{a}	13.17±1.95^{b}
	ครั้งที่ 3	47.83±0.55^{b}	12.07±1.44^{a}	13.40±0.20^{b}
2% คอปเปอร์ซัลเฟต	เริ่มต้น	61.60±0.40^{a}	12.57±0.23^{a}	18.17±0.45^{a}
	ครั้งที่ 1	63.03±1.60^{a}	14.03±0.81^{b}	16.63±1.17^{ba}
	ครั้งที่ 2	63.07±1.27^{a}	14.43±0.70^{b}	16.97±0.71^{ba}
	ครั้งที่ 3	63.50±1.85^{a}	13.90±0.95^{ab}	16.20±1.06^{b}
2% สารส้ม	เริ่มต้น	59.50±1.25^{a}	17.80±0.61^{a}	21.60±0.26^{a}
	ครั้งที่ 1	61.03±0.99^{a}	17.63±1.42^{a}	18.20±1.18^{b}
	ครั้งที่ 2	61.80±1.97^{a}	17.47±0.31^{a}	18.27±0.35^{b}
	ครั้งที่ 3	62.47±1.75^{a}	17.57±1.99^{a}	17.90±2.04^{b}
2% เปลือยหอย	เริ่มต้น	60.17±0.49^{a}	18.57±0.15^{a}	23.50±0.89^{a}
	ครั้งที่ 1	62.73±1.93^{ab}	19.17±0.76^{a}	21.93±1.63^{ba}
	ครั้งที่ 2	62.87±2.22^{ab}	18.37±2.06^{a}	18.97±2.32^{c}
	ครั้งที่ 3	63.47±0.31^{b}	19.73±0.21^{a}	20.20±0.10^{cb}
2% สนิมเหล็ก	เริ่มต้น	48.50±1.08^{a}	11.97±0.32^{a}	17.17±1.15^{a}
	ครั้งที่ 1	50.00±0.35^{ab}	9.27±0.46^{b}	10.50±1.08^{b}
	ครั้งที่ 2	50.30±0.17^{ab}	9.60±0.62^{b}	11.30±0.79^{b}
	ครั้งที่ 3	53.93±4.91^{b}	9.93±0.35^{b}	12.10±1.01^{b}

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±SD ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 L คือ ความสว่าง (lightness) a* คือ สีเขียว (–a) – สีแดง (+a) b* คือ สีน้ำเงิน (–b) – สีเหลือง (+b)

ภาพที่ 4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีย้อมจากตาลโตนดสู่ชุมชน จังหวัดสงขลา

การถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีด้วยสารธรรมชาติแก่ผู้ที่สนใจทั้งภายในและภายนอก เป็นการจัดการความรู้และถ่ายทอดความรู้เทคนิคการย้อมผ้าให้กับผู้สนใจ ชุมชนมีรายได้เพิ่มเติม สามารถสร้างรายได้จากการขายสินค้าผลิตภัณฑ์จากการย้อมสีจากตาลโตนด การสร้างแนว ความคิดกับเยาวชนคนรุ่นใหม่เกี่ยว-กับการนำวัสดุตาลโตนดมาใช้ประโยชน์โดยการ

ย้อมสีจากสารธรรมชาติให้กับเยาวชนในพื้นที่ เป็นการสร้างแนวความคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ รวมทั้งการปลูกฝังเรื่องสำนึกรักบ้านเกิดและการรักษาสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

Apichart, S. (2002). **Textile Chemical Processing**. Pathumthani: SE–ED. (in Thai)

Athisa, P., Busakorn, K., and Punya, T. (2021). The existence of sugar palms wisdom in Sathing Phra Peinsula in the midst of social dynamics. **The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal** 29(2): 236–248. (in Thai)

Bhattacharya, S. D., and Shah, A. K. (2000). Metal ion effect on dyeing of wool fabric with catechu. **Coloration Technology** 116(1): 10–12.

Biertumpfel, A., and Wurl, G. (2009). Dye plants in Europe. In Bechtold, T., and Mussak, R. (Eds.), **Handbook of Natural Colorants** (pp. 39–52). Austria: Leopold–Franzens University.

Chairat, M., Bremner, J. B., and Chantrapromma, K. (2007). Dyeing of cotton and silk yarn with the extracted dye from the fruit hulls of mangosteen, *Garcinia mangostana* Linn. **Fibers and Polymers** 8(6): 613–619.

Chotima, C. (2017). Historic town of Sukhothai and cultural aspects of its toddy palm trees. **NAJUA: History of Architecture and Thai Architecture** 14: 6–43. (in Thai)

Daranee, K., and Wiran, W. (2022). Influence of the mordant on dyeing properties of cotton yarn with natural dye extracted from Teak leaves. **RMUTP Research Journal Special Issue the 5th Rajamangala University of Technology National Conference**, 357–363. (in Thai)

Dueñas, M., Sarmento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Mollá, E., Esteban, R. M., and Martín–Cabrejas, M. A. (2016). Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). **LWT – Food Science and Technology** 66: 72–78.

Prabhu, K. H., and Teli, M. D. (2014). Eco–dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. **Journal of Saudi Chemical Society** 18: 864–872.

Prabhu, K. H., and Teli, M. D. (2014). Eco–dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. **Journal of Saudi Chemical Society** 18(6): 864–872.

Prapakorn, S. (2017). Color of flora. **Silpakorn University Journal** 37(3): 183–202. (in Thai)

Puksiri, S., and Maitree, S. (2011). Biochemical properties and applications of tamarind (*Tamarindus indica*. Linn) seed. **Naresuan Phayao Journal** 4(2): 5–16. (in Thai)

Punrattanasin, N., Nakpathom, M., Somboon, B., Narumol, N., Rungruangkitkrai, N., and Mongkholrattanasit, R. (2013). Silk fabric dyeing with natural dye from mangrove bark (*Rhizophora apiculata* Blume) extract. **Industrial Crops and Products** 49: 122–129.

Purohit, A., Mallick, S., Nayak, A., Das, N. B., Nanda, B., and Sahoo, S. (2007). Developing multiple natural dyes from flower parts of Gulmohur. **Current Science** 92(12): 1681–1682.

Sarin, T., Chuenjit, S., Wachara, V., and Patcharaporn, P. (2011). Determination of heavy metals in synthesized dye following with natural colour producting for reed. **Rajabhat Maha Sarakham University Journal** 5(2): 193–203. (in Thai)

Shin, Y., and Lee, S.H. (2006). Natural dyeing of hair using juglone. **Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles** 30: 1708–1713.