รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

2. **โครงการวิจัย** การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** **การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า**

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) **Preparing the Indigo (Leuco Indigo) Water for dyeing**

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	ประนอม	ใจอ้าย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
ผู้ร่วมงาน	พรรณพิมล	สุริยะพรหมชัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	สุทธินี	เจริญคิด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	มณทิรา	ภูติวรนาถ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	รณรงค์	คนชม	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

5. **บทคัดย่อ**

การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เมื่อปี 2562 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 6 หน่วยการทดลองมี 4 ซ้ำ ได้แก่ สูตรที่ 1 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร (เปรียบเทียบ) สูตรที่ 2 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร สูตรที่ 3 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร สูตรที่ 4 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร สูตรที่ 5 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร และสูตรที่ 6 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร เริ่มต้นด้วยนำน้ำด่างปริมาณ 18 ลิตร ใส่กระถางที่ไม่มีรูด้านล่าง นำเนื้อห้อมจำนวน 3 กิโลกรัม ผสมกับน้ำด่างกวนให้ละลายในน้ำด่าง นำน้ำมะขามเปียก จำนวน 600 กรัม ใส่ลงไปในน้ำห้อม และกวนให้เข้าน้ำห้อม ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิมเพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้น้ำห้อม ปล่อยทิ้งไว้น้ำห้อมรอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน จึงนำผ้าผ้าฝ้ายสีขาวที่ซักผ้าและล้างให้สะอาดบิดพอหมาด แล้วตัดผ้าขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 144 ผืน ลงย้อมด้วยน้ำย้อมที่เตรียมไว้ในแต่ละกรรมวิธี นำผ้าที่ย้อมไปซักให้สีส่วนเกินออก ตากในที่ร่มให้แห้งสนิท สุ่มตัวอย่างผ้าส่งทดสอบความคงทนของสี และวัดระดับความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ผลการทดลองพบว่า การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่ติดสีและมีความคงทนของสีต่อแสง การซัก และการเปื้อนของสี ดีที่สุดคือ การใช้ส่วนผสมสัดส่วนระหว่างเนื้อห้อม น้ำด่าง และกรด

Tataric จากน้ำมะขามเปียก คือ เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 และ น้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมน้ำย้อมห้อม และประสิทธิภาพการย้อมติดสีที่ดีขึ้นอยู่กับชนิดผ้าที่นำมาย้อมในแต่ละครั้ง ดังนั้นผู้ย้อมผ้าควรปรับปรุงวิธีการเตรียมน้ำย้อมห้อม เพื่อให้การย้อมผ้าหม้อห้อมธรรมชาติให้มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชคงความเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น สร้างรายได้สู่ชุมชนอย่างยั่งยืน

Abstract

Preparing the right dye for dyeing was conducted at Phrae Agricultural Research and Development Center in 2019. The experimental plan was RCB with 6 methods 1) ash solution pH12 and tartaric acid 200 ml (control), 2) ash solution pH12, and tartaric acid 400 ml, 3) ash solution pH13 and tartaric acid 200 ml, 4) ash solution pH13 and tartaric acid 400 ml, 5) ash solution pH14 and tartaric acid 200 ml and 6) ash solution pH14 and tartaric acid 400 ml. Each treatment used 1 kg of indigo paste. After preparing the dye the pieces of fabric 20x20 cm in size, dyeing with the dyeing water in each process take fabric to wash and send to the dry fabric were the color fastness test and measure the intensity of the color by the Hunter Lab. The results showed that The preparation of dyed dyes and color fastness to light, washing, and stain is the best, using the mixture of pulp, water, alkali and tataric acid from tamarind juice, 1 kilogram of meat, alkaline pH 14. And 200 ml of tamarind juice, depending on the quality of the materials used to prepare the dye and the dyeing efficiency which is better depends on the type of fabric Therefore, the method of preparing dye dye must be improve. In order to ensure the dyeing of the Mor Hom natural quality To add value maintaining and income for the community.

6. คำนำ :

จังหวัดแพร่มี ผ้าหม้อห้อมเป็นสัญลักษณ์ คำว่า หม้อห้อมหมายถึงการนำลำต้นและใบห้อมมาหมักในหม้อน้ำตามกรรมวิธีที่สืบทอดกันมาแต่โบราณ จนได้เนื้อห้อมที่มีสีกรมท่า เมื่อนำเนื้อห้อมไปย้อมผ้าฝ้ายสีขาวจะทำให้เป็นผ้าฝ้ายสีกรมท่าที่เรียกว่า “ผ้าหม้อห้อม” ผ้าหม้อห้อมได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นผ้าฝ้ายที่ใช้ได้ทน ไม่ร้อนจนเกินไป ไม่เปื้อนง่าย หลักการย้อมผ้าหม้อห้อม เป็นการใช้สีจากธรรมชาติที่ได้จากใบห้อมเป็นสารอัลคาลอยด์ที่เป็นสารสีน้ำเงินและสีแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก้ ส่วนสารสีแดงคือ อินดิรูบิน (indirubin) ซึ่งมีมากว่าสารอินดิโก้ 6.8 เท่าและคงทนมากกว่า (นิตยา, 2544) ใบของต้นห้อมและต้นครามมีสารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้แต่ไม่มีสีอินดิแคน เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxy) เมื่ออินโดซิลรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะเกิดเป็นสารคราม (Indigo) หรือเรียกว่า ห้อมเปียก หรือครามเปียก สารครามมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นการก่อหม้อสำหรับย้อมครามจึงต้องมีการปรับสภาวะในหม้อให้สมดุล เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิและปริมาณสารคราม ในสภาวะที่เหมาะสมสารครามจะถูกรีดิวส์ให้เป็น ลิวโคดินดิโก้ (Leucoindigo หรือ White indigo) ซึ่งมีสีเหลืองและละลายน้ำได้ โดยลิวโคอินดิโก้ จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้นสัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ กลายเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า ในการย้อมสีครามธรรมชาติจะทำการย้อมวันละ 2 ครั้ง เท่านั้น คือ ตอนเช้าและตอนเย็น ทั้งนี้ก็เพื่อให้สารครามที่มีอยู่ในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็น ลิวโคอินดิโก้ ให้มีปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าหรือฝ้ายในครั้งต่อไปได้ โดยระยะเวลาในการย้อมแต่ละครั้งจะต้องห่างกันประมาณ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มของสีครามบนผ้าหรือฝ้าย จะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่นำผ้าหรือฝ้ายไปย้อม โดยทั่วไปประมาณ 10-15 ครั้ง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) เป็นการทำผ้าหม้อห้อมด้วยกรรมวิธีแบบดั่งเดิมของชาวไทยพวนด้วยการทอผ้าฝ้ายโดยใช้กี่มือพื้นบ้านหรือเย็บด้วยมือทั้งตัวหรือเย็บด้วยจักร แล้วย้อมด้วยน้ำครามจากต้นห้อม การทำเสื้อหม้อห้อมแบบดั้งเดิมมีความยุ่งยากที่ขั้นตอนการจัดทำสีย้อมจากต้นห้อม แต่หลังจากที่มีการจัดเตรียมสีย้อมที่ได้จากต้นห้อม ไว้ในโอ่งเรียบร้อยแล้วมีขั้นตอนการย้อมทำได้ง่าย (อุดม, 2548) ข้อดีของสีธรรมชาติ ได้แก่ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ย้อม ผู้บริโภค และน้ำสีที่เหลือไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เป็นวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ ได้แก่ ไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการได้ สีซีดจางและมีความคงทนต่อแสงน้อย (โครงการฝ้ายแกมไหม, 2546) การย้อมฝ้ายด้วยครามและห้อมนั้นใช้วิธีย้อมเย็น การเตรียมสีจากครามและห้อมในทุกแห่งใช้วิธีหมักในน้ำด่าง ตีเป็นฟองเพื่อให้อากาศ จนได้ตะกอนสีน้ำเงินดำ แยกเก็บไว้ใช้ย้อมต่อไป หรือจะเริ่มจากตะกอนครามหรือห้อมที่หมักแล้วผสมน้ำด่างขี้เถ้า ปูนขาว และใบส้มป่อยบด นำฝ้ายมา

ทุบแช่น้ำและชุบน้ำแป้ง ขยำกับน้ำย้อม บิดตาก และย้อมหลาย ๆ ครั้ง แล้วตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ การสกัดสีจากห้อมนั้น ห้อมสดจะให้อินดิโก้มาก แต่ถ้าเป็นห้อมไม่สดจะมีอินดิโก้น้อย อาจอยู่ในรูปอินดิแคนและสารอื่นปนออกมามาก (สุรีย์และคณะ, 2543) ในแต่ละปีผู้ประกอบการต้องการห้อมสด 146-219 ตัน/ปี มูลค่า 1.46-2.19 ล้านบาท/ปี เนื้อห้อม 29.2-36.5 ตัน/ปี คิดเป็นมูลค่า 2.92-3.65 ล้านบาท/ปี (ประนอมและคณะ, 2561)

การเตรียมน้ำย้อมเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เนื่องจากสารอินดิโก้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นในการเตรียมน้ำย้อมจึงต้องมีการปรับสภาวะในหม้อให้สมดุล เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ และปริมาณเนื้อห้อม ในสภาวะที่เหมาะสม ที่จะทำให้ผ้าที่ย้อมติดสีในระดับสีน้ำเงินอ่อนถึงสีน้ำเงินเข้มมาก ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคซึ่งมีความต้องการไม่เหมือนกัน น้ำด่างเป็นส่วนผสมที่สำคัญที่ใช้ในการก่อหม้อและในการย้อม น้ำด่างได้จากการนำขี้เถ้าต้นกล้วย เหง้ากล้วย ต้นมะขาม ต้นเพกา มาใส่ลงในภาชนะที่เจาะรูเล็กๆ แล้วเติมน้ำเพื่อให้น้ำไหลผ่าน โดยมีอัตราส่วนระหว่างน้ำกับขี้เถ้า เท่ากับ 1 : 5 น้ำด่างที่ได้จะต้องมีค่าความเป็นกรด – ด่าง มากกว่าหรือเท่ากับ 12 โดยใช้ pH meter เป็นเครื่องมือวัด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) นำมะขามเปียกไปผสมกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1 : 1 คั้นเอาแต่น้ำมาใช้ กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ชนิดหนึ่งที่พบตามธรรมชาติในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น มะขาม และเป็นกรดที่พบในไวน์ มีสูตรทางเคมีคือ $C_4H_6O_6$ อยู่ในรูป L-Tartaric acid อาจเรียกว่าL-2-3-Dihydroxysuecinic acid หรือ L-2,3-Dihydroxybutanedioic, กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากในมะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) การเตรียมน้ำย้อมห้อมโดยทั่ว ๆ ไปมีส่วนประกอบ ได้แก่ เนื้อห้อมหรือห้อมเปียก 1 กิโลกรัม ผสมกับน้ำด่าง 1.5-2 ลิตร กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมน้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร กวนส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันประมาณ 30 – 40 นาที จนเกิดฟอง สารอินดิโก้จะถูกรีดิวส์ให้เป็นลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo หรือ White indigo) ซึ่งมีสีเหลืองและละลายน้ำได้ “แสดงว่าเกิดครามแล้ว” แต่ไม่สามารถนำไปย้อมได้ ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรด–ด่างของน้ำห้อมยังไม่อยู่ในสภาพที่จะย้อมได้ ค่าความเป็นกรด–ด่าง ที่เหมาะสมที่จะย้อม คือ pH 10.5–11.5 จากการศึกษาการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมัก Indigo blue ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิด Indigo white และศึกษาผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพด่างให้เหมาะสม pH 10.5-11.5 พบว่าเส้นฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและสดใส (อนุรัตน์, 2544) เมื่อผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว ตั้งทิ้งไว้จนกว่าจะได้ค่า pH 10.5–11.5 โดยการดูแลเอาใจใส่ด้วยการนำขันตักน้ำย้อมจากในหม้อขึ้นสูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร แล้วเทกลับที่เดิม เป็นการเติมอากาศให้หม้อย้อม เกษตรกรเรียกวิธีการนี้ว่า “โจก” ทำวันละ 2 ครั้งในตอนเช้าและตอนเย็น จนกว่าจะใช้ย้อมได้ โดยสังเกตจากฟองที่อยู่บนน้ำย้อมซึ่งจะเกิดสีน้ำเงินเข้มออกม่วงฟองไม่ยุบ ส่วน

ด้านล่างของน้ำย้อมจะมีสีเหลืองเหมือนกับขมิ้น จึงสามารถทำการย้อมผ้าได้ โดยสารลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้น สัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เป็นสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีน้ำเงินที่เส้นใยผ้า ในการย้อมสีธรรมชาติจากห้อมจะทำการย้อมวันละ 2 ครั้งเท่านั้น ตอนเช้าและตอนเย็น ทั้งนี้ก็เพื่อให้สารอินดิโก้ที่มีอยู่ในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นลิวโคอินดิโก้และให้มีการเพิ่มปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าหรือฝ้ายในครั้งต่อไปได้ โดยระยะเวลาในการย้อมแต่ละครั้งจะต้องห่างกันประมาณ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มของสีอินดิโก้บนผ้าหรือฝ้ายจะขึ้นอยู่กับจำนวนผ้าและจำนวนครั้งที่นำผ้าหรือฝ้ายลงย้อม โดยทั่วไปประมาณ 10-15 ครั้ง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) เมื่อน้ำย้อมในหม้อย้อมขึ้นฟองเป็นสีน้ำเงินม่วงเหลือบเงิน และมีสารละลายเป็นสีเหลือง แสดงว่า สารคราม (Indigo) ถูกเปลี่ยนเป็น ลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo) ซึ่งพร้อมจะย้อมฝ้ายหรือผ้าได้แล้ว และเมื่อวัดค่าความเป็นกรด–ด่างของน้ำย้อมจะอยู่ในช่วง 10.5–11.5 จึงทำการย้อม โดยนำฝ้ายหรือผ้าที่ทำความสะอาดขจัดกาวและไขมันไว้เรียบร้อยแล้วไปชุบน้ำเปล่าบิดพอหมาด ก่อนการย้อมทุกครั้งต้องตักน้ำย้อมในหม้อออกก่อน 1 ขันนำไปผสมรวมกับน้ำย้อมสำหรับเติมที่เตรียมไว้ พักไว้และเติมลงไปในหม้อย้อมหลังจากที่ย้อมเสร็จในตอนเย็นของแต่ละวัน เพื่อเป็นการเติมหัวเชื้อของสารคราม (Indigo) ในหม้อย้อม เตรียมสำหรับการย้อมในวันต่อไป นำฝ้ายหรือผ้าที่ชุบน้ำพอหมาดแล้ว ลงย้อมในหม้อในขณะที่นำฝ้ายหรือผ้าลงย้อม ใช้มือบีบและขยี้ฝ้ายหรือผ้า ในน้ำย้อมห้อมประมาณ 5-10 นาที ดูจนฝ้ายหรือผ้าดูดซึมน้ำย้อมห้อมเข้าเส้นใยจนชุ่มดีแล้วจึงบีบน้ำย้อมห้อมออกนำขึ้นจากหม้อน้ำย้อมห้อม ตบๆ คลี่ให้ฝ้ายหรือผ้า โดนอากาศสัก 2-3 นาที จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายสารส้ม 1 % (สารส้ม 10 กรัม ผสมกับน้ำเปล่า 1 ลิตร) หรือสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ประมาณ 5 นาที นำไปหมักไว้ในถุงพลาสติกเพื่อรอย้อมในครั้งต่อไป การใช้สารละลายสารส้มหรือสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เลือกใช้สารชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เมื่อถึงเวลาย้อมจึงนำฝ้ายหรือผ้าออกจากถุงพลาสติกนำไปย้อม เมื่อย้อมเสร็จแล้วนำน้ำย้อมสำหรับเติมที่เตรียมไว้เติมลงในหม้อย้อมปริมาณ 1-2 ลิตรแล้ว โจก 4-5 ครั้ง เพื่อให้น้ำย้อมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำฝ้ายหรือผ้าที่ย้อมจนได้เป็นสีที่พอใจแล้วไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิทนำไปซักในน้ำสะอาดจนน้ำใส นำไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิทอีกครั้ง เตรียมไว้สำหรับตัดเย็บหรือทำผลิตภัณฑ์หม้อห้อม หากมีปัญหาเกิดขึ้นเช่น น้ำย้อมไม่มีสีเหลือง ย้อมฝ้ายหรือผ้าแล้วไม่ติดสี ส่วนใหญ่ปัญหาที่เกิดขึ้นในหม้อย้อม เกิดจากความไม่สมดุลในเชิงเคมีของวัตถุดิบต่างๆ ในหม้อย้อม จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการรอให้สารต่างๆ เกิดสมดุลจึงจะสามารถเกิดสีสำหรับย้อมได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

ดังนั้น การเตรียมน้ำย้อมห้อมจึงควรทำการศึกษาเพื่อให้ได้น้ำย้อมห้อมที่มีคุณภาพ และเมื่อนำไปย้อมผ้าแล้วสีไม่ตก เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่จากการย้อมห้อมมีคุณค่าและมีคุณภาพเป็นที่พึงพอใจแก่ผู้บริโภคสินค้า และเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ในชุมชนต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เนื้อห้อม
2. ขี้เถ้า
3. น้ำด่าง (ได้จากขี้เถ้า)
3. กรดTataric (ได้จากมะขามเปียก+น้ำ อัตราส่วน 1:2)
4. กระถางดินเผาเคลือบไม่มีรูด้านล่าง
5. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
6. ผ้าฝ้าย ขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 144 ผืน

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 6 หน่วยการทดลองมี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 สูตรที่ 1 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร (เปรียบเทียบ)
กรรมวิธีที่ 2 สูตรที่ 2 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 3 สูตรที่ 3 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 4 สูตรที่ 4 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 5 สูตรที่ 5 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 6 สูตรที่ 6 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมน้ำย้อมห้อม ทุกกรรมวิธีใช้ปริมาณเนื้อห้อม 1 กิโลกรัมเท่ากัน และน้ำด่างปริมาณ 6 ลิตร ตามกรรมวิธีดังนี้

สูตรที่ 1 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร (เปรียบเทียบ)
สูตรที่ 2 น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร
สูตรที่ 3 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร
สูตรที่ 4 น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร
สูตรที่ 5 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มิลลิลิตร
สูตรที่ 6 น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร

2. กวนเนื้อห้อมให้ละลายในน้ำด่าง เป็นน้ำย้อมห้อม
3. เติมกรด Tartaric ที่อยู่ในรูปน้ำมะขามเปียก ซึ่งได้จากน้ำมะขามเปียก 100 กรัมผสมกับน้ำ 200 กรัม มีค่า pH 3-4 กวนให้เข้ากับน้ำย้อมห้อม
4. แล้วใช้ขันน้ำตักน้ำย้อมที่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ยกขันน้ำขึ้นแล้วปล่อยน้ำตกลงในถังเติมเดิม จะเกิดฟองอากาศ ประมาณ 4-6 ครั้ง ในตอนเช้าและเย็น เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้แก่น้ำย้อม

5. ปล่อยทิ้งไว้ ค่อยสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อม เรียกว่าลิวโคอินดิโก้ ที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวทำเช่นเดียวกันทุกวันจนกระทั่งเปลี่ยนสี บันทึกระยะเวลาในการเปลี่ยนสี
6. เตรียมผ้าฝ้ายสีขาว ซักผ้าด้วยผงซักฟอก และล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อขจัดกาวและไขมันออกบิดพอหมาด แล้วตัดผ้าขนาด 20x20 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 6 หน่วยการทดลอง รวม 36 ผืน มี 4 ซ้ำ รวมใช้ผ้าทั้งหมด 144 ผืน
7. ก่อนการย้อมตักน้ำย้อมจากในหม้อออก 1 ลิตร เพื่อนำไปเติมน้ำย้อมในหม้อหลังจากทำการย้อมแล้ว
8. นำผ้าที่ชุบน้ำพอหมาดลงย้อมในหม้อ ใช้มือบีบและขยี้ผ้า ในน้ำย้อมห้อม 5 นาที ดูจนฝ้ายหรือผ้าดูดซึมน้ำย้อมห้อมเข้าเส้นใยจนชุ่มดีแล้วจึงบีบน้ำย้อมห้อมออกนำขึ้นจากหม้อน้ำย้อมห้อม ตบๆ และคลี่ผ้าให้สัมผัสอากาศ 3 นาที เป็นการย้อม 1 ครั้ง จากนั้นนำผ้าลงย้อมในหม้อเดิมและทำเช่นเดียวกันรวม ย้อม 2 ครั้ง

9. นำผ้าที่ย้อมไปซักในน้ำสะอาดจนน้ำใส นำไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิท

10. เมื่อย้อมเสร็จแล้วนำน้ำย้อมที่ตักไว้ในข้อ 3 เติมลงในหม้อที่ย้อมเสร็จแล้ว เติมอากาศให้หม้อย้อมโดยการใช้ขันตักน้ำขึ้นยกสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร แล้วเทกลับหม้อเดิม เพื่อให้น้ำย้อมผสมเป็นเนื้อเดียวกันเก็บน้ำย้อมไปใช้ต่อไป

7. สุ่มตัวอย่างผ้าที่ย้อมห้อมส่งทดสอบความคงทนของสีและวัดระดับความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

8. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล ระดับสีของผ้า ค่าความเข้มของสีที่ได้จากเครื่องวัดสี Hunter Lab และความคงทนของสี

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2561 – สิ้นสุด 30 กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 การทำน้ำด่าง

น้ำด่างที่ใช้สำหรับเตรียมน้ำย้อมห้อมแบบธรรมชาติได้จากขี้เถ้าไม้เนื้อแข็ง เป็นขี้เถ้าที่มีคุณภาพดีใช้เป็นผลิตน้ำด่างจากธรรมชาติที่มี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 13-14 ขั้นตอนการทำน้ำด่างให้ที่มีคุณภาพดี มีดังนี้

เตรียมวัสดุและอุปกรณ์

1. เตรียมถังพลาสติก ขนาด 20 ลิตร ใช้สว่างไฟฟ้าเจาะรู หรือตะปูขนาด 2 นิ้ว เผาไฟให้ร้อนแล้วเจาะรูขนาด 5 มิลลิเมตร ที่ด้านล่างโดยรอบของถังพลาสติก
2. เตรียมขี้เถ้า

3. เตรียมน้ำเปล่า

4. เตรียมชั้นวางถังพลาสติกที่บรรจุขี้เถ้าไว้ชั้นบน ชันล่างสำหรับวางถังพลาสติกเพื่อรองรับน้ำด่างที่ไหลผ่านขี้เถ้าลงมา

ขั้นตอนการทำน้ำด่าง

1. ใส่ขี้เถ้าลงในถังพลาสติกทีละชั้น แล้วฉีดพรมน้ำให้ขี้เถ้ามีความชื้นเล็กน้อย กดขี้เถ้าลงไปให้แน่นที่สุด

2. หลังจากเติมขี้เถ้าลงในถังพลาสติกจนครบ 20 กิโลกรัม แล้วฉีดพรมน้ำให้ขี้เถ้ามีความชื้นเล็กน้อย กดขี้เถ้าลงไปให้แน่นที่สุด คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของถัง เหลือที่ว่างจากขอบบนสุดอีก 20 เปอร์เซ็นต์ของถัง

3. ค่อยๆ เติมน้ำปริมาณ 40 ลิตร ลงในในถังด้านบนของขี้เถ้า ปล่อยให้น้ำค่อยๆไหลผ่านชั้นขี้เถ้าอย่างช้า ๆ ประมาณครึ่งวันน้ำจึงจะหยดผ่านขี้เถ้าลงในถังพลาสติกอีกใบหนึ่งที่รองรับ ลงสู่ เมื่อเติมน้ำจนหมด 40 ลิตร จะได้น้ำด่างที่มี pH 13-14 ขึ้นอยู่กับคุณภาพของขี้เถ้า ประมาณ 20 ลิตร แยกเก็บน้ำด่างชุดที่ 1 ไว้

4. ค่อยๆ เติมน้ำปริมาณ 40 ลิตร ลงในถังด้านบนของขี้เถ้า ปล่อยให้น้ำค่อยๆไหลผ่านชั้นขี้เถ้าอย่างช้า ๆ ลงสู่ถังพลาสติกที่รองรับ เติมน้ำจนหมด 40 ลิตร จะได้น้ำด่างที่มี pH 14 ประมาณ 20 ลิตร แยกเก็บน้ำด่างชุดที่ 2 ไว้ และนำไปเติมลงในถังด้านบนของขี้เถ้า ปล่อยให้น้ำค่อยๆไหลผ่านชั้นขี้เถ้าอย่างช้า ๆ ลงสู่ถังพลาสติกที่รองรับ เติมน้ำจนหมด 40 ลิตร จะได้น้ำด่างที่มี pH 12-14 ประมาณ 20-30 ลิตร น้ำด่างชุดนี้หากมี pH 14 สามารถนำมาใช้ได้ หรือจะนำน้ำด่างมาวนอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของขี้เถ้า หากน้ำด่างมี pH ต่ำกว่า 12 ให้นำไปใช้แทนน้ำเปล่าที่เติมในขี้เถ้าที่เปลี่ยนใส่ถังใหม่ ก็จะได้น้ำด่างที่มี pH 14 ได้เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 1)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(ฉ)

(ช)

ภาพที่ 1 เจาะรูก้นถังพลาสติก (ก) นำขี้เถ้าใส่ถังพลาสติกแล้วกดให้แน่นทีละชั้น (ข-ค) ชั้นวางที่ใส่ขี้เถ้าไว้ชั้นด้านบน ค่อยๆ ตักน้ำใส่บนขี้เถ้า (ง) น้ำจะค่อย ๆ ไหลลงภาชนะที่รองรับด้านล่าง (ฉ) ลักษณะน้ำด่างคุณภาพดี มีค่า pH 14 และมีความเข้มข้น (ช)

8.2 การเตรียมกรด Tartaric ที่มีอยู่ในมะขามเปียก

นำมะขามเปียกไปผสมกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1 : 2 คั้นเอาแต่น้ำ จะได้น้ำมะขามเปียกที่มีกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ชนิดหนึ่งที่พบตามธรรมชาติในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น มะขาม และเป็นกรดที่พบในไวน์ มีสูตรทางเคมีคือ $C_4H_6O_6$ อยู่ในรูป L-Tartaric acid อาจเรียกว่าL-2-3-Dihydroxysuecinic acid หรือ L-2, 3-Dihydroxybutanedioic, กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากในมะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) น้ำมะขามเปียกที่ได้มีค่า pH 2.5-3.6 (ภาพที่)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2 มะขามเปียก (ก) น้ำมะขามเปียก อัตราส่วนระหว่างมะขามเปียกและน้ำ 1 : 2 (ข)

8.3 การเตรียมน้ำย้อมห้อม

การเตรียมน้ำย้อมห้อมธรรมชาติตามวิธีดั้งเดิมที่สืบทอดกันมานาน เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดหากเตรียมน้ำย้อมไม่ดีจะทำให้การย้อมผ้าไม่ติดสี หรือติดแต่สีตก สีอาจไม่สดใส จากการทดลองนำส่วนผสม 3 อย่าง ได้แก่ เนื้อห้อม น้ำด่าง และน้ำมะขามซึ่งมีที่มีกรด Tartaric ผสมอยู่ด้วยเพื่อใช้ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำย้อม พบว่าน้ำย้อมสูตรที่ 1 เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 12 และกรด Tartaric 200 มิลลิลิตร เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ และสูตรที่ 2 มีเนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มิลลิลิตร น้ำย้อมห้อมเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้มเป็นสีเขียว และไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเลย ทำให้การย้อมผ้าไม่ติดสี สูตรที่ 3 เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 13 และกรด Tartaric 200 มิลลิลิตร และสูตรที่ 4 เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง

pH 13 และกรด Tartaric 400 มิลลิลิตร น้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวภายใน 24 ชั่วโมง แต่ผลการย้อมติดสีซีดยังพบมีการตกสีมาก สูตรที่ 5 เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 และกรด Tartaric 200 มิลลิลิตร เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากที่สุด และเปลี่ยนสีภายใน 24 ชั่วโมง และผลการย้อมสีติดคงทน ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ดีที่สุด และสูตรที่ 6 เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 และกรด Tartaric 400 มิลลิลิตร น้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวภายใน 24 ชั่วโมง มีลักษณะคล้ายส่วนผสมที่ 3 และ 4 ผลการย้อมติดสีซีดยังพบมีการตกสีมาก (ตารางที่ 1)

การเตรียมน้ำย้อม เริ่มจากการนำน้ำด่างปริมาณ 18 ลิตร ใส่กระถางที่ไม่มีรูด้านล่าง นำเนื้อห้อมจำนวน 3 กิโลกรัม ผสมกับน้ำด่าง ตนให้ละลายในน้ำด่าง นำน้ำมะขามเปียก จำนวน 600 กรัม ใส่ลงไปในน้ำห้อม และกวนให้เข้าน้ำห้อม ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิม (โจ๊ก) เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำห้อม แล้วปล่อยทิ้งไว้น้ำห้อมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันถัดไป รอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน (ภาพที่ 3)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 3 นำน้ำด่างใส่กระถางที่ไม่มีรูที่ก้นกระถาง เจาะรูก้นถังพลาสติกจำนวน 12 ลิตร แล้วใส่เนื้อห้อมลงไปใสกระถางจำนวน 2

กิโลกรัม คลุกเคล้าให้ละลายในน้ำด่าง (ก) นำน้ำมะขามเปียกใส่ลงไปในน้ำห้อม และกวนให้เข้าน้ำห้อม (ข) ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิม (โจ๊ก) เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำห้อม แล้วปล่อยทิ้งไว้(ค) น้ำห้อมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันถัดไป รอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน และมีฟองสีน้ำเงินเหลือบม่วง (ง)

8.4 การเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อม

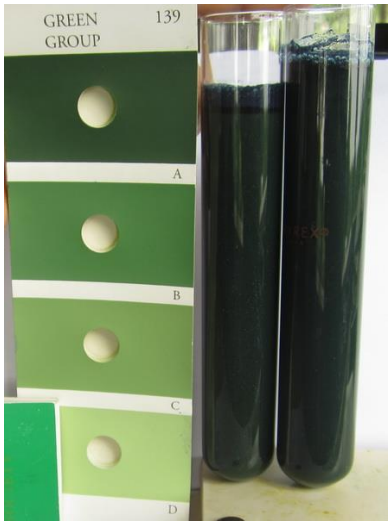
การเตรียมน้ำย้อมห้อม สูตรที่ 1 และ 2 เมื่อใช้น้ำด่าง pH 12 ใช้กรด Tartaric ปริมาณ 200 และ 400 มิลลิลิตร น้ำย้อมเปลี่ยนสีเล็กน้อยจากสีน้ำเงินเข้มเป็นสีเขียวเข้ม เมื่อเทียบระดับสีโดยใช้แผ่นเทียบสี (The Royal Horticultural Society,1995) อยู่ระดับ 139A ภายใน 24 ชั่วโมง สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 6 น้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อยและยังมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่อยู่ระดับสี 139A-139B ฟองมีสีขาว ส่วนสูตรที่ 5 เป็นสูตรที่ดีที่สุด น้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองภายใน 24 ชั่วโมง ระดับสี 152C และมีฟองสีน้ำเงินออกสีม่วง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรดTartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร เมื่อเดือน พฤษภาคม 2562

สูตรน้ำย้อมห้อม	สีน้ำย้อม	ระดับสี*	ระยะเวลาเปลี่ยนสี
1.ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 + กรด Tartaric 200 มล.	สีเขียว	139A	24 ชั่วโมง
2. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มล.	สีเขียว	139A	24 ชั่วโมง
3. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มล.	สีเหลืองอมเขียว	139B	6 ชั่วโมง
4. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มล.	สีเหลืองอมเขียว	139A	6 ชั่วโมง
5. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มล.	สีเหลืองอมเขียว	152A-C	6 ชั่วโมง
6. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มล.	สีเหลืองอมเขียว	139B	24 ชั่วโมง

*ระดับสีใช้แผ่นเทียบสี (The Royal Horticultural Society,1995)

ระดับการเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง และปริมาณกรด Tartaric ทั้ง 6 สูตร พบว่าสูตรที่ 1 และ 2 เปลี่ยนสีเล็กน้อยจากสีน้ำเงินเข้มเป็นสีเขียว ระดับสี 139A สูตรที่ 3 และ 4 และ 6 เปลี่ยนสีเป็นสีเขียว ระดับสี 139A-139B ส่วนผสมที่ 5 เปลี่ยนสีเป็นเหลืองอมเขียว ระดับสี 152A-152C เป็นระดับสีที่เหมาะสมกับการย้อมห้อมดีที่สุด (ภาพที่ 3)



(ก) สูตรที่ 1 และ 2

สีเขียว (green group) 139A

(ข) สูตรที่ 3, 4 และ 6

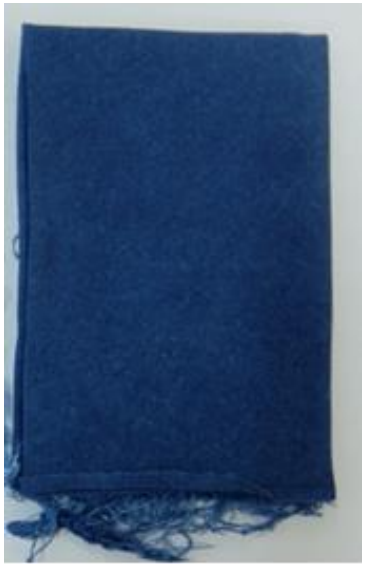
สีเขียว (green group) 139B

(ค) ส่วนผสมที่ 5

สีเป็นเหลืองอมเขียว 152A-152C

(ง) ผ้าที่ย้อมสูตรที่ 1 และ 2

(จ) ผ้าที่ย้อมสูตรที่ 3, 4 และ 6



(ฉ) ผ้าที่ย้อมสูตรที่ 6

ภาพที่ 3 ระดับการเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมและผลการย้อมผ้าสีขาว เมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร ส่วนผสมที่ 1 และ 2 ระดับสี 139A ผ้าย้อมเป็นสีน้ำเงินซีด (ง) ส่วนผสมที่ 3 และ 4 และ 6 ระดับสี 139B ผ้าย้อมได้สีเข้มขึ้นเล็กน้อย (จ) ส่วนผสมที่ 5 ระดับสี 152A-C ผ้าย้อมได้สีน้ำเงินเข้ม (ฉ)

8.5 ผลการวิเคราะห์ความคงทนของสีจากผ้าที่ย้อมห้อม

ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ผลจากการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีของห้อมจากน้ำย้อมทั้ง 6 สูตร พบว่าค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* gเป็นระบบสี L*a*b* (บางครั้งเรียกว่า CIELAB) เป็นอีกระบบหนึ่งที่นิยมกันมากในการนำมาใช้วัดค่าสีและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในหลายๆ วงการ โดยหน่วยสีนี้เป็นประเภทที่มีสเกลสม่ำเสมอ (Unifrom) ซึ่งได้ถูกกำหนดโดย CIE ในปี 1976 เพื่อแก้ปัญหาการแปลค่าสีที่เกิดขึ้นในระบบ Yxy เพราะพบว่า ระยะห่างระหว่าง x กับ y บนไดอะแกรมสีจะไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของสีที่เกิดจากการมองเห็นจริง ในระบบสี L*a*b* นี้ ค่า L* จะหมายถึงความสว่าง ส่วน a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ค่า a* และ b* จะบอกถึงทิศทางของสี เช่น +a* หมายถึงอยู่ในทิศของสีแดง -a* หมายถึงอยู่ในทิศของสีเขียว, +b* หมายถึงอยู่ในทิศของสีเหลือง และ –b* หมายถึงอยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ค่า L* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมจากน้ำย้อมทั้ง 6 สูตร โดยย้อมจำนวน 2 ครั้ง พบว่าสูตรที่ 5 ย้อมสีติดมากที่สุด สีค่อนข้างเข้มมีค่า L* 42.15 ส่วนสูตรอื่น ๆ ย้อมผ้าได้สีน้ำเงินอ่อน มีค่า L* ระหว่าง 56.16-78.82 แสดงว่ามีสีค่อนข้างชีด ค่า a* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเขียว ผ้าที่ได้จากการย้อมห้อมสูตรที่ 3-6 มีค่า a* -4.31 ถึง -6.64 มีความเป็นสีเขียวสูงใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าผ้าที่ย้อมสูตร 1 และ 2 ส่วน ค่า b* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมทั้ง 6 สูตร มีค่าตั้งแต่ -3.92 ถึง -22.68 ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าสีเหลือง ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของสีที่ควรจะเป็นของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม ส่วนค่าความเข้มสี (K/S) ผ้าที่ย้อมสูตรที่ 5 มีค่ามากที่สุด คือ 8.021 ส่วนผ้าที่ย้อมสูตรอื่น ๆ มีสีเข้มน้อยกว่า (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง ปริมาณ Tartaric ต่างๆ

สูตรน้ำย้อมห้อม	ค่าสี*			
	L*	a*	b*	K/S
1.ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 + กรด Tartaric 200 มล.	75.12	0.40	-4.12	0.006
2. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มล.	78.82	0.62	-4.14	0.018
3. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มล.	62.66	-6.64	-3.92	0.029
4. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มล.	56.16	-6.10	-18.59	2.651
5. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มล.	42.15	-4.31	-22.68	8.241
6. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มล.	58.69	-5.91	-14.59	2.105

หมายเหตุ *ค่า L* หมายถึง ความสว่าง ส่วน a* และ b* บอกถึงทิศทางของสี +a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง -a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว, +b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง และ –b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating)

ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร อยู่ในระดับ 2 อยู่ในระดับ แย่ (poor) ซึ่งแสดงว่าผ้าย้อมห้อมไม่ทนต่อแสง ดังนั้นเมื่อซักเสร็จควรตากไว้ในที่ร่ม และควรเก็บรักษาไว้ในตู้ทึบแสง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อม เมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

สูตรน้ำย้อมห้อม	ระดับความคงทนของสีต่อแสง	ระดับความคงทนของสีต่อแสง
1.ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 + กรด Tartaric 200 มล.	2	แย่
2. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มล.	2	แย่
3. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มล.	2	แย่
4. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มล.	2	แย่
5. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มล.	2	แย่
6. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มล.	2	แย่

ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมด้วยน้ำย้อมห้อมที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน พบว่าอยู่ในระดับ 4-5 หมายถึง การซีดของสีดี-ดีมาก สีซีดนิดหน่อย (ตารางที่ 3)

ผลต่อความคงทนของสีต่อการซัก

ค่าความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมน้ำย้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร พบว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมให้ระดับความคงทน 4-4-5 (ดี-ดีมาก) แสดงว่าสีซีดนิดหน่อยหากนำไปซักในน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 40-60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

สูตรน้ำย้อมห้อม	ความคงทนของสีต่อการซัก			
	40°c		60°c	
	ระดับ	การซีดของสี	ระดับ	การซีดของสี
1.ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 + กรด Tartaric 200 มล.	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย
2. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มล.	4 ดี	สีซีดเล็กน้อย	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย
3. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มล.	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย
4. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มล.	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย
5. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มล.	4-5 ดี-ดีมาก	สีซีดนิดหน่อย	4-5 ดี-ดีมาก	สีซีดนิดหน่อย
6. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มล.	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย	4 ดี	สีตกซีดเล็กน้อย

ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining)

และระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผ้าขนสัตว์ (wool) ผ้าสังเคราะห์ (acrylic) ผ้าเส้นใยสังเคราะห์ (polyester) ผ้าไนลอน (nylon) ผ้าฝ้าย (cotton) และ ผ้าจากเส้นใยเซลลูโลส (secondary cellulose acetate) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อม ที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ให้ผลดีมาก สีไม่เปื้อนติดผ้าชนิดอื่นเลย ส่วนที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปื้อนสีติดผ้าไนลอน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่าง ๆ ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

ชนิดสารช่วยติด	ความคงทนของสีต่อการซัก ด้านการเปื้อนติดสี											
	40 °c						60 °c					
	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel
1.ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 + กรด Tartaric 200 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
2. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 12 กรด Tartaric 400 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
3. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 200 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
4. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 13 กรด Tartaric 400 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
5. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 200 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6. ห้อม 1 กก. + น้ำด่าง pH 14 กรด Tartaric 400 มล.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5

หมายเหตุ *ผ้าขนสัตว์ (wool) ผ้าสังเคราะห์ (acrylic) ผ้าเส้นใยสังเคราะห์ (polyester) ผ้าไนลอน (nylon) ผ้าฝ้าย (cotton) และผ้าจากเส้นใยเซลลูโลส (secondary cellulose acetate)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่ติดสีและมีความคงทนของสีต่อแสง การซัก และการเปื้อนขอสสี ดีที่สุดคือการใช้ส่วนผสมสัดส่วนระหว่างเนื้อห้อม น้ำด่าง และกรด Tataric จากน้ำมะขามเปียก คือ เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 และ น้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมน้ำย้อมห้อม และประสิทธิภาพการย้อมติดสีที่ดีขึ้นอยู่กับชนิดผ้าที่นำมาย้อมในแต่ละครั้ง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1. เป็นองค์ความรู้ได้องค์ความรู้การผลิตวัตถุดิบในการย้อมผ้าที่มีคุณภาพ วิธีการและขั้นตอนการย้อมผ้าที่มีคุณภาพดี ดีไม่ตก และคำแนะการดูแลรักษาผ้าย้อมสีธรรมชาติจากห้อม และได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากการใช้ประโยชน์จากห้อม

2. เผยแพร่ผลงานในวารสาร การจัดนิทรรศการ การจัดทำเอกสารเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ สำหรับนักวิจัย เกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้องค์ความรู้จากการดำเนินงาน สามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตห้อมในเขตภาคเหนือตอนบนได้

3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตหรือลดต้นทุนการผลิตห้อมและขบวนการย้อมผ้าหม้อห้อมในภาคเหนือตอนบน

4. ทำให้เกษตรกรและผู้ผลิตผ้าหม้อห้อม ในพื้นที่เป้าหมายมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมกับตนเอง มีโอกาสที่จะเสนอข้อคิดเห็น ประเด็นปัญหาการผลิตห้อม โดยจัดเวทีเสวนา หรือวันนัดพบเกษตรกร

5. มีการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างกลุ่มเกษตรกร กลุ่มผลิตผ้าหม้อห้อม หน่วยงานภาครัฐ และผู้ประกอบการผ้าหม้อห้อม

6. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร องค์กรเอกชน และองค์กรต่างๆ ในพื้นที่ สถาบันการศึกษาต่างๆ กลุ่มเกษตรกร นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เพื่อสร้างรายได้เพิ่มขึ้น

11. คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการการพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม ขอขอบคุณผู้ประกอบการย้อมผ้าหม้อห้อมในจังหวัดแพร่ทุกท่าน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

12.เอกสารอ้างอิง

โครงการฝ้ายแกมไหม. 2546. คู่มือย้อมสีธรรมชาติ ฉบับผู้รู้ท้องถิ่น. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 32 หน้า.

นิตยา ชะนะญาติ. 2544. การพัฒนาการสกัดอินดิโก้จากครามและฮ่อมเพื่อใช้ในการย้อมสีธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 77 หน้า.

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย มณทิรา ภูติวรนาถ สนอง อมฤกษ์ สุทธินี เจริญคิด พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย รณรงค์ คนชม นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ และอุทัย นพคุณวงศ์. 2561. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชน. หน้า 107-122. *ใน*: ผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี 2560. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. เทคโนโลยีสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP เล่ม 4 เทคนิคการย้อมผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน. 32 หน้า.

สุรีย์ ฟูตระกูล สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์ สุปราณี เสียงใส อนงค์ จีระโสตถิกุล ฐานิศ บุตรเพชรรัตน์ อัฉรา สายหยุด ศิริวรรณ วิชัย และสุรารักษ์ จันทนเสถียร. 2543. การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 199 หน้า.

อุดม พนมไพร. 2548. ศึกษาระดับการพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นฮ่อม. ปัญหาพิเศษ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 59 หน้า.