รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม
Development and Utilization of Natural Dyes from *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze

ประนอม ใจอ้าย
Pranom Chaiai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม
Development and Utilization of Natural Dyes from *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze

ประนอม ใจอ้าย
Pranom Chaiai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

จังหวัดแพร่เป็นจังหวัดที่มี “ผ้าหม้อห้อม” เป็นสัญลักษณ์ กระบวนการย้อมหม้อห้อมธรรมชาติ เป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นกันมาแต่โบราณ และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นผ้าฝ้ายที่มีความทนเนื้อผ้ามีน้ำหนักเบา ที่สำคัญผ้าหม้อห้อมมีลักษณะเด่น คือ สวมใส่สบาย รูปแบบของการตัดเย็บเป็นแบบเรียบง่าย สามารถใส่ได้ทุกวัย ปัจจุบันเสื้อหม้อห้อมได้รับการพัฒนารูปแบบให้หลากหลายยิ่งกว่าเดิม และปี 2562 จังหวัดแพร่ ได้ขอขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมเป็นสินค้า GI ทำให้ผู้ประกอบการต้องใช้วัตถุดิบจากห้อมในปริมาณมาก นอกจากจังหวัดแพร่ยังมีจังหวัดอื่นๆ ที่ใช้ประโยชน์จากห้อม ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา และน่าน ใช้ห้อมย้อมผ้าพื้นเมือง และใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้แก่ สบู่ แชมพู ครีมย้อมผม เครื่องสำอาง สมุนไพรลดไข้ และลูกประคบ เป็นต้น ทำให้ขาดวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว แต่ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในตลาดยังไม่มีความหลากหลายตามความต้องการของตลาดยุคใหม่

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพ และสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ และขยายผลสู่เกษตรกรรายใหม่ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	6
การผลิตวัตถุดิบจากต้นห้อมและการย้อมผ้าให้คงทน	
1. อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพเนื้อห้อม	8
2. การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า	22
3. จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของสีต่อแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม	38
4. การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม	49
การผลิตสีย้อมห้อมเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่	
5. อิทธิพลของสังกะสีในการผลิตเนื้อห้อมให้ได้สีย้อมที่มีคุณภาพ	64
6. การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม	80
7. การพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม	98
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	117
บรรณานุกรม	119
ภาคผนวก	128

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกห้อม และผู้ประกอบการผลิตผ้าหม้อห้อม และผู้ผลิตผ้าพื้นเมืองภาคเหนือตอนบนที่ให้ความร่วมมือและค่อยสนับสนุนในการดำเนินงาน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์ทดสอบคุณภาพผ้า ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ช่วยวิเคราะห์ความคงทนของผ้า ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ของกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จ

ประนอม ใจอ้าย

กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

ประนอม ใจอ้าย	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
นราทร สุขวิเสส	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
สุทธินี เจริญคิด	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
อังคนา พวงเงินมาก	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ต้นห้อมเป็นพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมผ้าหม้อห้อม จังหวัดแพร่ได้พัฒนาส่งเสริมผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมอย่างต่อเนื่อง จนทำให้มีการขยายตัวทั้งปริมาณและคุณภาพ การสกัดอินดิโก้จากใบห้อม คือ การตัดวัตถุดิบที่สดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วใส่ถุงผ้า หมักด้วยน้ำในถุงที่มีฝาปิดมิดชิดเป็นระยะเวลา 1 วัน ได้ตะกอนสีประมาณ 0.005 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักใบสด 1 กรัม วิธีนี้ยังสามารถกำจัดกากวัตถุดิบที่เหลือจากการหมักได้ง่าย ลดกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการหมักได้ สารสีที่สกัดได้จากใบคราม และใบห้อมเป็นสารอัลคาลอยด์ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารสีน้ำเงินและแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก้ และสารสีแดง คือ อินดิรูบิน ซึ่งมีปริมาณเป็น 6.8 เท่าของอินดิโก้ และมีความคงทนในบรรยากาศมากกว่า (นิตยา, 2544) ใบของต้นห้อมและต้นครามมีสารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้แต่ไม่มีสี อินดิแคนเมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxy) เมื่ออินโดซิลรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะเกิดเป็นสารคราม (Indigo) หรือเรียกว่า ห้อมเปียก หรือครามเปียก สารครามมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นการก่อหม้อสำหรับย้อมครามจึงต้องมีการปรับสภาวะในหม้อให้สมดุล เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิและปริมาณสารคราม ในสภาวะที่เหมาะสมสารครามจะถูกรีดิวส์ให้เป็นลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo หรือ White indigo) ซึ่งมีสีเหลืองและละลายน้ำได้ โดยลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้นสัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศกลายเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) เป็นการทำผ้าหม้อห้อมด้วยกรรมวิธีแบบดั้งเดิมของชาวไทยพวนด้วยการทอผ้าฝ้ายโดยใช้กี่มือพื้นบ้านหรือเย็บด้วยมือทั้งตัวหรือเย็บด้วยจักร แล้วย้อมด้วยน้ำครามจากต้นห้อม การทำเสื้อหม้อห้อมแบบดั้งเดิมมีความยุ่งยากที่ขั้นตอนการจัดทำสีย้อมจากต้นห้อม แต่หลังจากที่มีการจัดเตรียมสีย้อมที่ได้จากต้นห้อมไว้ในโอ่งเรียบร้อยแล้วขั้นตอนการย้อมจะทำได้ง่าย (อุดม, 2548) ข้อดีของสีธรรมชาติ คือ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ย้อม ผู้บริโภค และน้ำสีที่เหลือไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เป็นวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ ได้แก่ ไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการได้ สีซีดจางและมีความคงทนต่อแสงน้อย (โครงการฝ้ายแกมไหม, 2546) การย้อมฝ้ายด้วยครามและห้อมนั้นใช้วิธีย้อมเย็น การเตรียมสีจากครามและห้อมในทุกแห่งใช้วิธีหมักในน้ำด่าง ตีเป็นฟองเพื่อให้ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน จนได้ตะกอนสีน้ำเงินดำแยกเก็บไว้ใช้ย้อมต่อไป หรือจะเริ่มจากตะกอนครามหรือห้อมที่หมักแล้วผสม น้ำด่างขี้เถ้าปูนขาว และใบส้มป่อยบด นำฝ้ายมาทุบแช่น้ำและชุบน้ำแป้ง ขยำกับน้ำย้อม บิดตาก และย้อมหลายๆ ครั้ง แล้วตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ การสกัดสีจากห้อมนั้น ห้อมสดจะให้อินดิโก้มาก แต่ถ้าเป็นห้อมไม่สดจะมีอินดิโก้น้อยอาจอยู่ในรูปอินดิแคนและสารอื่นปนออกมามาก (สุรีย์และคณะ, 2543)

จังหวัดแพร่เป็นจังหวัดที่มี “ผ้าหม้อห้อม” เป็นสัญลักษณ์ กระบวนการย้อมผ้าหม้อห้อมธรรมชาติเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นกันมาแต่โบราณ และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นผ้าฝ้ายที่มีความทน เนื้อผ้ามีน้ำหนักเบา ที่สำคัญผ้าหม้อห้อมมีลักษณะเด่น คือ สามารถดูดซับแสงยูวีได้ ทำให้สวมใส่สบาย รูปแบบของการตัดเย็บเป็นแบบเรียบง่าย สามารถใส่ได้ทุกวัยปัจจุบันเสื้อ หม้อห้อมได้รับการพัฒนารูปแบบให้หลากหลายยิ่งกว่าเดิม และปี 2562 จังหวัดแพร่ได้ขอขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมเป็นสินค้า GI ผู้ประกอบการมีความต้องการใช้วัตถุดิบจากห้อมในปริมาณมาก แต่การผลิตห้อมของเกษตรกรยังไม่เพียงพอ เนื่องจากยังประสบกับปัญหาหลายๆ อย่าง ได้แก่ มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ปลูก ต้องมีสภาพอากาศชุ่มชื้น ใกล้แหล่งน้ำ มีแสงรำไร ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อมในพื้นที่ที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่ และขยายผลสู่เกษตรกรรายใหม่ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ต้นห้อม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze อยู่ในวงศ์ Acanthaceae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ห้อม ห้อมเมือง (เหนือ) แม่ฮ่องสอนเรียกคราม ดอย น่านเรียกห้อมเมือง ห้อมหลวง และที่เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ ลำปาง เรียกห้อมน้อย ส่วนที่ให้สี คือ ส่วนใบได้สีน้ำเงิน ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่ม ลำต้นตั้งตรงสูงถึง 1 เมตร ลำต้นและเหง้า รูปทรงกระบอก บริเวณข้อโป่งพอง ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีกว้าง 2.5-6 เซนติเมตร ยาว 5-16 เซนติเมตร ขอบใบหยัก ฟันเลื่อยละเอียด ดอกเป็นช่อออกตามซอกใบและกิ่ง รูปทรงคล้ายระฆัง ดอกสีม่วง กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด โค้งงอเล็กน้อย ผลเวลาแห้งแตกได้เมล็ดแบนสีน้ำตาล การขยายพันธุ์ ใช้กิ่งชำ แยกหน่อ หรือใช้เมล็ดปลูกในที่ชื้นแฉะ และจะเติบโตได้ดีในที่มีแสงรำไรมีความชื้นสูง (กองบรรณาธิการ, 2544)

สำรวจและเก็บรวบรวมต้นห้อมได้ 5 แหล่งปลูก ได้แก่ บ้านนาตอง หมู่ 9 ตำบลช่อแฮ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่, บ้านสองพี่น้อง หมู่ 5 ตำบลริมโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ บ้านธาตุสบแวน หมู่ที่ 6 ตำบลหย่วน อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา และบ้านช่างเคิ่ง ตำบลต่อเรือ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ นำต้นห้อมมาขยายพันธุ์ โดยวิธีการปักชำ ดูแลรักษาในโรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสงระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ บันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ได้จำแนกชนิดของต้นห้อมตามลักษณะภายนอก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ห้อมชนิดใบใหญ่ชื่อวิทยาศาสตร์ *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze ได้แก่ สายพันธุ์แพร่ เชียงราย เชียงใหม่ และพะเยากลุ่มที่ 2 ห้อมชนิดใบเล็กชื่อวิทยาศาสตร์ *Strobilanthes* sp. ได้แก่ สายพันธุ์นาตอง และเชียงคำ (วิภาดา และคณะ, 2556)

การศึกษาระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของห้อมโดยปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำ ให้ปุ๋ย กำจัดวัชพืช บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตระยะ 3, 6 และ 9 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อห้อมอายุ 10 เดือน พบว่าทุกระยะการเจริญเติบโต ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดทุกด้าน ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง และขนาดทรงพุ่ม และยังพบว่าผลผลิตห้อมสดเนื้อห้อม และปริมาณสารอินดิโก้ สูงที่สุดด้วยเช่นกัน ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการปลูกห้อมเพื่อให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูง ควรปลูกห้อมในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ (มณทิราและคณะ 2560)

ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวห้อมที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อห้อม ให้มีคุณภาพเก็บเกี่ยวอายุ 5 6 7 8 9 10 และ 11 พบว่าห้อมที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุ 5 เดือน ถึง 11 เดือน ให้ผลผลิตสดต่อไร่ 2,059-4,592 กิโลกรัม โดยอายุการเก็บเกี่ยวที่ให้ผลผลิตสูง คือ 9 เดือน รองลงมา ได้แก่ 10 และ 11 เดือน ซึ่งได้ผลผลิตมากกว่าอายุการเก็บเกี่ยว 5-8 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ให้ผลผลิตเนื้อห้อมมากที่สุด 9 เดือน รองลงมา ได้แก่ 10 และ11 เดือน พบปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมสูง เมื่ออายุตั้งแต่ 8-11 เดือน (ประนอมและคณะ 2560)

การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บใบห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อม พบว่าระยะออกดอก หรือต้นห้อมอายุ 10 เดือนหลังปลูก ให้ผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และปริมาณสารอินดิโก้สูงกว่าห้อมที่เก็บเกี่ยวในระยะก่อนออกดอก (อายุ 6 เดือนหลังปลูก) และระยะหลังออกดอก (อายุ 12 เดือนหลังปลูก) และช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 07.00-11.00 นาฬิกา ซึ่งห้อมที่เก็บในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีผลผลิตห้อมสดเนื้อห้อม สูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ส่วนปริมาณสารอินดิโก้ที่ได้ก็ไม่แตกต่างกับห้อมที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลา 13.00-14.00 นาฬิกา และ 17.00-18.00 นาฬิกา (มณทิราและคณะ 2560)

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือกวนน้ำห้อม เพื่อลดกระบวนการทำห้อมเปียกแบบใช้แรงงานจากคน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30–45 นาที ทำให้เกิดการเมื่อยล้า และการตีไม่สม่ำเสมอส่งผลต่อห้อมเปียกที่ได้ งานวิจัยนี้มีการศึกษาทดสอบและพัฒนาเครื่องมือกวนน้ำห้อมโดยมีหลักการแบบตีขึ้น-ลง ความเร็วในการตีคงที่ 200 ครั้งต่อนาที ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ 1) ชุดหัวตี เป็นรูปทรงกรวยคว่ำหน้ากว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร

ทำจาก ท่อ PVC ขนาด 25 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร มาผ่าเป็น 7 ซี่ แล้วนำเส้นหวายมาถัก 2) ชุดเครื่องตีขึ้น-ลง มีช่วงชัก 5 ระดับ คือ 100, 125, 150, 175 และ 200 มิลลิเมตร โดยมีจานหมุนขนาด 200 มิลลิเมตร และแกนตี ขนาด 12.5 มิลลิเมตร 3) ชุดปรับระดับ ใช้แกนตีเลื่อนปรับ ขึ้น–ลง ได้ 300 มิลลิเมตร และ 4) ชุดถ่ายทอดกำลังโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ทำงานที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที จากผลการทดสอบพบว่า ใช้เวลาตีน้ำห้อม 10 นาที ได้ปริมาณเนื้อห้อม 17.73 กรัม มีปริมาณสารอินดิโก้ 4.54 ในขณะที่ใช้แรงงานคนใช้เวลา 37.08 นาที ได้ปริมาณเนื้อห้อม 7.30 กรัม มีปริมาณสารอินดิโ 1.53 นั้น หมายถึงเครื่องต้นแบบดังกล่าว สามารถทำงานได้เร็วกว่าคน 3.7 เท่า ได้ปริมาณเนื้อห้อมมากว่า 2.43 เท่า และได้ปริมาณสารอินดิโก้ 2.97 เท่า โดยเครื่องดังกล่าวมีราคาประมาณ 20,000 บาท โดยมีจุดคุ้มทุน อยู่ที่การทำงาน 325.6 กิโลกรัม (ห้อมสด) ต่อปี (สนองและคณะ, 2556)

ผลงานวิจัยตั้งแต่ปี 2554-2558 ได้สายพันธุ์ห้อมจากแหล่งต่างๆ พันธุ์ห้อมที่เหมาะสมและเจริญเติบโตดีในพื้นที่จังหวัดแพร่ และเทคโนโลยีด้านการผลิต ได้แก่ การปลูก ระยะปลูกที่เหมาะสม เทคนิคการตัดแต่งกิ่ง การพรางแสง อายุการเก็บเกี่ยว และช่วงเวลาการเก็บใบห้อมเพื่อให้ได้เนื้อห้อมสูงสุดรวมทั้งได้เครื่องทุ่นแรงในกระบวนการทำเนื้อห้อมแล้ว แต่ยังขาดการนำไปทดสอบในสภาพแปลงของเกษตรกร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสม ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมกับพื้นที่ จัดทำแปลงต้นแบบการผลิตห้อมที่เหมาะสมในภาคเหนือตอนบน การประเมินการยอมรับเทคโนโลยี การผลิตห้อมของเกษตรกร และนำไปขยายผลสู่เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ภาคเหนอตอนบน ได้แก่ จังหวัดแพร่พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน น่าน ลำปาง และแม่ฮ่องสอนต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม

ประนอม ใจอ้าย[/1] วิมลวรรณ รัตนวิจิตร[/2] พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย[/1]
สุทธินี เจริญคิด[/1] นราทร สุขวิเสส[/2] อังคนา พวงเงินมาก[/3]

บทคัดย่อ

การย้อมผ้าหม้อห้อม มีการใช้สีสังเคราะห์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ เกษตรกรขาดความรู้ในการผลิตเนื้อห้อม การเตรียมน้ำย้อมห้อม การนำสารสกัดจากห้อมมาใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นและผลิตภัณฑ์ชุมชน การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม ประกอบด้วย การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และการเติมผงสังกะสีในขั้นตอนการทำเนื้อห้อมให้มีคุณภาพ การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสม การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม และการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม ผลการทดลองพบว่า การศึกษาเพื่อหาสภาพที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อห้อม การแช่ใบในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง เหมาะสมที่สุดในการผลิตเนื้อห้อม การศึกษาวิธีการผลิตเนื้อห้อม เพื่อให้ได้ผ้าย้อมห้อมที่มีสีน้ำเงินเข้ม คงทนต่อการซักและแสง โดยการเติมผงสังกะสี และสังกะสีออกไซด์ 12 24 และ 36 กรัม และแคลเซียมออกไซด์ 120 กรัม พบว่าการเติมซิงค์ออกไซด์ 36 กรัม มีค่าสีน้ำเงิน (b*) สูงสุดที่ -21.33 กรรมวิธีที่เติมซังกะสีออกไซด์ 12 และ 24 กรัม ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมมีความคงทนต่อแสงระดับ 4 การศึกษาหาสูตรและวิธีการเตรียมน้ำย้อมที่ให้ได้สีย้อมห้อมจากธรรมชาติที่คุณภาพดีที่สุด ประกอบด้วยเนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 ปริมาณ 2 ลิตร และ น้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมมีความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด การศึกษาคุณสมบัติด้านความคงทนของผ้าฝ้ายและผ้าไหม หลังจากย้อมห้อมด้วยจำนวนครั้งที่ต่างกัน พบว่า ความคงทนของสีเพิ่มขึ้นตามจำนวนการย้อม ผ้าฝ้ายย้อมติดสีน้ำเงินเข้มกว่าผ้าไหมที่จำนวนการย้อมเท่ากัน ค่า K/S ของผ้าฝ้ายอยู่ในช่วง 10.26-33.15 ผ้าไหมอยู่ระหว่าง 4.39-15.19 มีความคงทนต่อแสงในระดับ 5 ดี และความทนต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกกรรมวิธีมีค่าการซีดและการเปื้อนติดสีระดับ 5 หรือดีมาก ไม่ซีดตกและไม่เปื้อนติดสี แต่ซักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปื้อนติดสีในผ้าไนลอนในระดับปานกลาง การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม ด้วยสารช่วยติดที่สกัดจากเปลือกและใบพืช 6 ชนิด ได้แก่ เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัส แล้วย้อมด้วยห้อม ทั้งผ้าฝ้ายและผ้าไหมมีความคงทนของสีต่อการซัก ไม่ต่างจากผ้าที่ไม่ใช้สารช่วยติด การใช้สารช่วยติดสีทำให้ความเข้มของสีน้ำเงินลดลง การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม สารสกัดห้อมด้วยเอทานอล สูตรที่เหมาะสมสำหรับแชมพู คือ สารสกัดห้อม 0.4%, 60% SLES 15%, sodium chloride 1%, polyquaternium-44 0.5%, cocamido propyl betain 6%, PEG-120 Methyl Glucose 2%, panthenol 0.5% และสารกันเสีย (Bronidox L) 0.1% การวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมธรรมชาติจากห้อม โดยทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและสารสกัดสีจากห้อมในรูปอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีน พบว่าผงห้อมสามารถย้อมเส้นผมได้สีน้ำตาลที่เข้มกว่าการย้อมด้วยผงเทียนกิ่ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและการผสมผงเทียนกิ่งทำให้ย้อมมีสีเข้มขึ้น โดยครีมย้อมผมที่มีส่วนผสมของผงห้อมและผงเทียนกิ่งอัตรา 3 ต่อ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ย้อมผมที่ได้มีความคงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น โดยการย้อมผมทิ้งไว้นาน 45 นาทีขึ้นไปจะได้สีผมที่มีความเข้มของสีมากสุด

คำสำคัญ ห้อม สารอินดิโก้ เนื้อห้อม เทคโนโลยีการผลิต

[/1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
[/2] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร
[/3] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร

Development and Utilization of Natural Dyes from *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze

Pranom Chaiai [/12] Wimonwan Wattanawichit [/2] Panpimon Suriyapromchai [/1]
Sutthinee Charoenkid [/1] Narathon Sukwises [/2] Ungkana Poungngenmak [/3]

Abstract

The application of chemical agents has many effects on Mor Hom's clothing production, especially the quality of finished dyed cottons. At the same time, traditional dyeing of *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze demands complex processes to obtain qualitative indigo pigments involving the preparation of indigo paste and dye solution, as well as alternative uses of indigo plants in order to enhance the market value of the local plant and improve the standard of community goods. This project implemented studies to upgrade natural indigo dye production and its employment, i.e., effects of temperature, soaking time, and zinc in the wet indigo preparation, preparation of the indigo dye vat, effects of natural mordants and dye counts on cotton and silk fabrics, biological activities of indigo crude extract and its application as shampoo, and hair dye made from indigo powder. It was found that soaking indigo leaves in 30°C water for 36 hours was an appropriate condition for indigo paste production. Adding 36 g of zinc oxide also supplied wet indigo results with the deepest shade of blue color (b*) of -21.33 compared with the other treatments, whereas treated cottons with 12 and 24 g of zinc oxide exhibited the darkest blue color on dyed cottons and scaled 4 of fastness properties to light and washing. The mixture providing the best quality indigo vat was a kilogram of indigo paste, 2 liters of pH-14 alkaline solution, and 200 milliliters of tamarin sauce. In the case of dye count, treated cotton and silk fabrics had stronger fastness properties to light and wash with the increasing number of dyes. Treated cotton resulted in a darker blue shade in color than observed silk items at the same count of dyeing, with the K/S value of 10.26-33.15 and 4.39-15.19, respectively. Both treated items scaled 5 in color alteration and staining with no fading at a laundry temperature of 40 °C. Increasing the washing temperature to 60 °C, on the other hand, allowed for more moderate color staining on nylon textiles. Furthermore, natural mordants derived from the stem barks and leaves of six plants did not improve the fastness properties of the observed cotton and silk items, but did decrease the blue shade color on both dyed fabrics. We discovered the alternative uses of indigo plants as more than just a material for textile coloring. The ethanol-based indigo extract brought out additional useful features as an antimicrobial agent and as a component in herbal shampoo. The novel shampoo was formulated by incorporating 0.4% of indigo leaf extract, 15% of 60% SLES, 1% of sodium, 0.5% of polyquaternium-44, 6% of cocamido propyl betain, 2% of PEG-120 Methyl Glucose, 0.5% of panthenol, and 0.1% of Bronidox L. Another benefit of natural indigo was as a hair colorant. The option of using indigo as a hair colorant was also studied in combination with another natural dye. The ratio of 3:1 of indigo powder and henna powder gave the best satisfaction among the observed customers. Therefore, the powder form is useful to develop into a commercial indigo hair dye.

Keywords: *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze, indigo, indigo paste, production technology

[/1] Phrae Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Department of Agriculture

[/2] Post-harvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture

[/3] Office of Agricultural Research and Development Region 1, Department of Agriculture

อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณ และคุณภาพเนื้อห้อม

ประนอม ใจอ้าย[/1] พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย[/1] สุทธินี เจริญคิด[/1]
มณทิรา ภูติวรนาถ[/1] นราทร สุขวิเสส[/2]

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อหาสภาพที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อห้อม ดำเนินการในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงกันยายน 2562 ทดสอบอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 30 60 และ 90 องศาเซลเซียส และระยะเวลาแช่ใบห้อมที่ 12 และ 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อห้อมที่ได้ ใบห้อมที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเนื้อห้อมไม่ต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 126.3 และ 120.9 กรัม ตามลำดับ แต่มากกว่าเนื้อห้อมของกรรมวิธีที่ใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณเนื้อห้อมเฉลี่ย 69 กรัม ขณะที่ระยะเวลาแช่ใบห้อมไม่มีผลต่อปริมาณของเนื้อห้อม นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำยังมีผลต่อปริมาณสีอินดิโก้ กล่าวคือ กรรมวิธีที่แช่ใบห้อมในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง ให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มที่สุดต่างจากกรรมวิธีที่เหลือ การเพิ่มอุณหภูมิน้ำให้สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณสีอินดิโก้จางลง เมื่อนำผลของอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มาศึกษาต่อร่วมกับการใช้ระยะเวลาแช่ต่างกัน 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกรที่ใช้อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง พบว่า ทั้งอุณหภูมิและเวลาแช่ห้อมมีผลต่อปริมาณเนื้อห้อมและสีอินดิโก้ โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 และ 48 ชั่วโมง ให้ปริมาณเนื้อห้อมสูงที่สุดไม่ต่างกันทางสถิติเท่ากับ 185.5 และ 160.5 กรัม ตามลำดับ ขณะที่การแช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง สามารถผลิตสีอินดิโก้เข้มที่สุดเท่ากับ 1.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาราคาห้อมในท้องตลาดกับปริมาณเนื้อห้อมและปริมาณสีอินดิโก้ที่ได้ การแช่ใบในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จึงเป็นสภาพที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเนื้อห้อม

คำสำคัญ: อุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ห้อม เนื้อห้อม อินดิโก้

กรมวิชาการเกษตร

[/1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
[/2] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

Effects of Temperature, Immersion Duration, and Lime on the Quality and Quantity of Indigo Paste

Pranom Chaiai[/1] Panpimon Suriyapromchai[/1] Sutthinee Charoenkid[/1]
Wimonwan Rattanawichiit[/2] Naratorn Kukwisad[/2]

Abstract

The study on finding the smart conditions for the high quality and quantity of wet indigo produce was conducted at the Phrae Agricultural Research and Development Center in Phrae Province from October 2017 to September 2019. The water temperatures used in the experiments were 30 °C, 60 °C, and 90 °C, with leave-soaking times of 12 and 24 hours. The end results showed that there was no correlation between temperature and soaking time on the indigo paste result. Soaking the leaves in 30 °C and 60 °C liquid offered a non-significant difference in the amount of indigo paste of 126.3 and 120.9g, respectively, whereas 90 °C water produced the lowest yield of 69g. Furthermore, immersion times had no effect on indigo quantity. On the other hand, a water temperature of 30 °C and a soaking time of 24 hours yielded the highest concentrations of indigo pigment. The investigation found the higher soaking temperature led to the relatively low pigment concentration in the indigo paste preparation. We set up the trial utilizing the 30 °C liquid with the immersion ranges of 12, 24, 36, and 48 hours and compared it with the farmer's method that submerged the indigo leave for 48 hours in room temperature conditions. The investigation indicated that temperature and duration reacted to the quantity of obtained wet indigo. The best condition was the observed trial that combined the liquid temperature of 30 °C with a soaking time of 36 or 48 hours. This method gave a statistical indifference of 185.5 and 160.5 g of indigo paste, respectively. Nevertheless, in terms of pigment concentration, 12-hour soaking provided 1.65 percent indigo, which was higher than the other treatments. Given the market price of the indigo plant and its pigment concentration, we proposed 30 °C water and a 36-hour soaking period as the best conditions for preparing indigo paste.

Keywords: soaking temperature, soaking time, indigo paste, indigo

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

[1/]Phrae Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Deparment of Agriculture, Phrae province
[/2]Crop Processing Research and Development Postharvest and Processing Research and Development Office Department of Agriculture

บทนำ (Introduction)

ต้นห้อมเป็นแหล่งของสีอินดิโก้ในธรรมชาติที่สำคัญ อายุเก็บเกี่ยวไม่แน่นอนขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศ ถ้าอยู่ในที่ร่มเย็นมีน้ำซึมตลอดเวลาจะอยู่ได้ถึง 8-9 ปี โดยใบห้อมสามารถเก็บไปทำสีอินดิโก้ได้ต่อเมื่ออายุ 8 เดือนขึ้นไป ในใบห้อมมีสารอินดิแคน (indican) ที่สามารถละลายน้ำได้แต่ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคสและสารอินโดซิล (Indoxyl) เมื่ออินโดซิลรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นสารอินดิโก้ (indigo) อยู่ในรูปของเนื้อห้อมหรือห้อมเปียก วิธีเตรียมเนื้อห้อมทำได้โดยการนำส่วนห้อมสดทั้งใบและกิ่งมามัดเป็นกำใส่ในหม้อหรือโอ่งอัตราส่วนห้อม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร นำวัสดุกดใบห้อมให้จมน้ำ ทิ้งไว้นาน 24-36 ชั่วโมง ให้กลับห้อมด้านบนลงล่าง แช่ต่ออีก 72 ชั่วโมง แยกเศษกิ่งก้านใบห้อมออกทิ้ง กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นเติมปูน 120 กรัม ตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยชะลอมหรือซวกด้วยการกระแทกขึ้น-ลงจนเกิดฟองสีน้ำเงินจนกระทั่งฟองแตกตัวและยุบตัวลงไปจึงหยุด ตั้งทิ้งไว้ให้ห้อมตกตะกอน กรองด้วยผ้าฝ้าย จะได้เป็นเนื้อห้อม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) จากการศึกษาของอนุรัตน์ (2545) พบว่า การแช่ใบคราม (พืชต่างวงศ์กับห้อม) ให้ได้สีครามมากต้องใช้เวลาพอเหมาะที่อุณหภูมิหนึ่ง ฤดูร้อนจะใช้เวลาน้อยกว่า (อุณหภูมิประมาณ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 18 ชั่วโมง) ส่วนฤดูหนาว ใช้เวลามากกว่า 24 ชั่วโมง แต่ไม่ควรเกิน 3 วัน เพราะจะทำให้ครามเน่าได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร (2555) ที่พบว่าอุณหภูมิคงที่สีครามตั้งต้นในใบครามจะถูกสลาย (hydrolyse) ให้สีคราม (indoxyl) ออกมาอยู่ในน้ำครามได้มากที่สุดในเวลาที่เหมาะสมเท่านั้น การแช่ใบครามที่ใช้เวลาน้อยหรือมากจนเกินไปจะได้สีครามน้อยแต่สิ่งปลอมปนมากทำให้ปนในเนื้อผ้าที่ย้อมด้วยผ้าจึงหมองสีไม่สวยหากต้องการสีครามเร็วให้แช่ใบครามในน้ำอุ่นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส หรือโขลกใบครามสดในครกกระเดื่องและแช่ในน้ำที่อุณหภูมิปกติเพียง 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อห้อม ทั้งอุณหภูมิและเวลาการหมักห้อม และการเติมปูนขาว เพื่อหาสภาพที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถผลิตเนื้อห้อมที่ปริมาณมากและคุณภาพดี

การทบทวนวรรณกรรม

1. พันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตห้อม

ห้อม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze หรือ *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek. หรือ อยู่ในวงศ์ Acanthaceae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ห้อม ห้อมเมือง (เหนือ) แม่ฮ่องสอนเรียกครามดอย น่านเรียกห้อมเมือง ห้อมหลวง และที่เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ ลำปาง เรียกห้อมน้อย ส่วนที่ให้สี คือส่วนใบ ได้สีน้ำเงิน จากการสำรวจและรวบรวมห้อมในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 4 จังหวัด ได้แก่ แพร่ พะเยา เชียงราย และเชียงใหม่ การจำแนกชนิดของต้นห้อมตามลักษณะภายนอก และผลวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของห้อม (DNA) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ กลุ่มที่ 1 ห้อมชนิดใบใหญ่ชื่อวิทยาศาสตร์ *Strobilanthescusia* (Nees) Kuntze ได้แก่ ห้อมจากเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา1 และแพร่1 กลุ่มที่ 2 ห้อมชนิดใบเล็กชื่อวิทยาศาสตร์ *Strobilanthes* sp. ได้แก่ แพร่2 และพะเยา2 การเจริญเติบโตของห้อมทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ กลุ่มห้อมใบใหญ่ให้ผลผลิตห้อมสด 1,407-1,933 กิโลกรัม/ไร่ ได้เนื้อห้อม 110-180 กิโลกรัม/ไร่ และมีสารอินดิโก้ 7.06-9.56 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มห้อมใบเล็กให้ผลผลิตห้อมสด 1,600-1,687 กิโลกรัม/ไร่ ได้เนื้อห้อม 122-169 กิโลกรัม/ไร่ และมีสารอินดิโก้ 3.46-5.03 เปอร์เซ็นต์

ประนอมและคณะ, 2558 ได้ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมสำหรับภาคเหนือตอบบน ได้แก่ พันธุ์ ระยะปลูก ระดับความเข้มแสง การตัดแต่งกิ่ง อายุการเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และการ

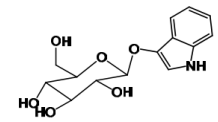
กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาเครื่องกวนน้ำห้อมเพื่อลดการใช้แรงงานคน ผลการทดลองพบว่า ระยะปลูกตั้งแต่ระยะ 50x40, 50x60, 50x80, 70x40, 70x60, 70x80 และ 90x40 เซนติเมตร พบว่าการเจริญเติบโตของต้นห้อมอายุ 6 เดือน ไม่แตกต่างกัน มีความสูงเฉลี่ย 36.82-43.73 เซนติเมตร ทรงพุ่มเฉลี่ย 30.99-40.18 เซนติเมตร ขนาดใบกว้างเฉลี่ย 4.75-6.2 เซนติเมตร และใบมีความยาวเฉลี่ย 10.55-12.60 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูก 50x60 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มาก คือ 1,266 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เนื้อห้อม 238.98 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณสารอินดิโก้เฉลี่ย 1.22-2.05 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวอายุ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 เดือน พบว่า การเก็บเกี่ยวอายุ 8-12 เดือน ให้ผลผลิตห้อมสดสูง โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,949-4,592 กิโลกรัมต่อไร่ และพบปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมสูง 1.72-2.11 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาการพรางแสง 50, 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ มีเจริญเติบโตสูงสุดทุกด้าน ซึ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างจากห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ และห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักห้อมสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 2,862-3,315 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างจากห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตเนื้อห้อมพบว่า ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตเนื้อห้อมสูงสุด คือ 238 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตเนื้อห้อม 202.33 กิโลกรัมต่อไร่ และ 95.56 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับส่วนห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตเนื้อห้อมต่ำสุด คือ 41.81 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวใบห้อม 4 ช่วง ตั้งแต่ 07.00-08.00, 10.00-11.00, 13.00-14.00 และ 17.00-18.00 นาฬิกา พบว่า ทุกช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยวมีผลผลิตห้อมสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตห้อมสดเฉลี่ย 2,687.43-2,950.94 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลผลิตเนื้อห้อมพบว่า ห้อมที่เก็บเกี่ยวช่วงเวลา 07.00-08.00 และ 10.00-11.00 นาฬิกา ให้เนื้อห้อม 420.90-462.89 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าห้อมที่เก็บเกี่ยวช่วงเวลา 13.00-14.00 และ 17.00-18.00 นาฬิกา เกษตรกรผลิตห้อมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรโดยเกษตรกรมีส่วนร่วมในจังหวัดแพร่ จำนวน 10 ราย พบว่า กรรมวิธีแนะนำให้ผลผลิตใบห้อมสดเฉลี่ย 3,970 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรทำอยู่เดิมซึ่งให้ผลผลิตใบห้อมสดเฉลี่ย 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีแนะนำให้ผลตอบแทนหรือรายได้เฉลี่ย 31,668 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ารายได้จากกรรมวิธีเกษตรกรเฉลี่ย 2,760 บาทต่อไร่ และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ได้พัฒนาเครื่องตีน้ำห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อมให้มีประสิทธิภาพ และลดการใช้แรงคนเป็นเครื่องแบบตีขึ้น-ลง ปรับความเร็วให้คงที่ 200 ครั้ง/นาที ใช้เวลา 10 นาที ได้เนื้อห้อม 17.73 กรัม และสารอินดิโก้ 4.54 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนที่ใช้เวลา 37.08 นาที ได้เนื้อห้อม 7.30 กรัม และมีสารอินดิโก้ 1.53 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเครื่องต้นแบบนี้ทำงานได้เร็วกว่า 3.7 เท่า และได้เนื้อห้อมมากกว่า 58.83 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนเครื่องต้นแบบประมาณ 20,000 บาท อายุใช้งาน 5 ปี

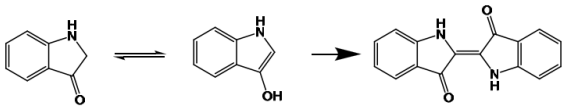
2. แหล่งให้สีน้ำเงินของห้อม

ต้นห้อม เป็นแหล่งของสีอินดิโก้ในธรรมชาติที่สำคัญ มีอายุไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ ถ้าอยู่ในที่ร่มเย็นมีน้ำซึมขึ้นอยู่เสมอจะอยู่ได้ถึง 8-9 ปี ใบห้อมสามารถเก็บไปทำสีอินดิโก้ได้ต่อเมื่ออายุ 8 เดือน ขึ้นไป ระยะของการเก็บแล้วแต่จะออกแขนงช้าหรือเร็ว การเก็บถ้ามีมากก็หักทั้งกิ่ง ถ้ามีน้อยก็เก็บเป็นใบๆ ในการสกัดอินดิโก้จากใบห้อม คือ การตัดห้อมสดจากยอดลงไปยาว 15 -20 เซนติเมตร แช่ในน้ำในถังที่มีฝาปิดมิดชิด เป็นระยะเวลา 1 วัน นำไปตีกับปูนขาวให้เกิดฟอง ทิ้งไว้ให้เกิดตะกอน นำไปกรองได้ตะกอนสีประมาณ 0.005 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักใบสด 1 กรัม วิธีนี้ยังสามารถกำจัดกากวัตถุดิบที่เหลือจากการหมักได้ง่าย ลดกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการหมักได้ สารสีที่สกัดได้จากใบครามและใบห้อมเป็นสารอัลคาลอยด์ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารสีน้ำเงินและแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก้ และสารสีแดง คือ อินดิรูบิน ซึ่งมีปริมาณเป็น 6.8 เท่าของอินดิโก้ และมีความคงทนในบรรยากาศมากกว่า (นิตยา, 2544)

ต้นห้อม เป็นพืชที่ให้สีครามเหมือนกับต้นครามแต่เป็นพืชต่างวงศ์กัน เมื่อนำมาหมักในน้ำจะให้สารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxyl) เมื่ออินโดซิลถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะได้สารสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า อินดิโก (Indigo / Indigo blue)

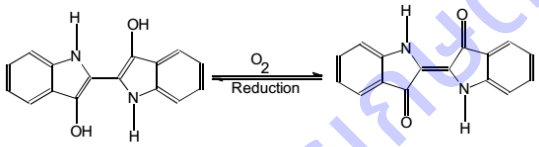


Indoxyl-B-D-glucoside = indican



Indoxyl **Indigo**

มีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $C_{16}H_{10}N_2O_2$ โดยทั่วไป อินดิโกจัดอยู่ในสีย้อมธรรมชาติ เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ในสภาวะด่างได้สารละลายเป็นสีเหลืองใส เรียกว่า ลิวโคอินดิโก้ (Indigo-white หรือ Leuco form)



Indigo white Indigo blue

Indigo white จะแทรกตัวเข้าไปในเส้นใยฝ้าย เรียกกระบวนการนี้ว่า Skying เมื่อ Leuco form ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า (Vuorema, 2008 และ Rajeshwar et al., 2008) จากลักษณะการเกิดสีดังกล่าวสีห้อมจึงอยู่ในกลุ่มวิธีสีย้อมธรรมชาติสีแวต จากการแยกชนิดสีย้อมธรรมชาติออกเปน 3 วิธี คือ สียอมธรรมชาติประเภทยอมตรง (Direct Dyes) สีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) และสีย้อมธรรมชาติประเภทมอร์แดนท์ (Mordant Dyes หรือ Adjective Dyes หรือ Indirect Dyes) โดยที่สีย้อมแต่ละประเภทจะมีสูตรโครงสร้างทางเคมี สมบัติของสีย้อม ตลอดจนวิธีใช้ที่แตกต่างกัน ในการย้อมสีแวตต้องอาศัยตัวรีดิวซ์ที่ช่วยกระตุ้นการเปลี่ยน Indigo blue ให้อยู่ในรูป Indigo white เข้าสร้างพันธะไฮโดรเจนกับเซลลูโลสของเส้นใยฝ้ายทำให้เกิดการติดสีน้ำเงินของ Indigo ได้ดีขึ้นไป ตัวรีดิวซ์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เช่น โซเดียมไดไทโอไนต์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($Na_2S_2O_4$/NaOH) แต่ผลข้างเคียงเกิดซัลไฟด์และไทโอซัลเฟตซึ่งเป็นพิษ จึงเปลี่ยนมาใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์ ($NaBH_4$) (Meksi et al., 2007) ต่อมาองค์กรต่างๆ จึงมีการกำหนดมาตรฐานสิ่งทอออกมา เช่น มาตรฐาน Eco-Tex Standard (Eko-Tex standard 100) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ให้การรับรองผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ถูกพัฒนาขึ้นในปีคริสต์ศักราช 1992 โดยสถาบันสิ่งทอภาคพื้นยุโรป ตัวอย่างของสิ่งอันตรายต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีสิ่งทอได้แก่ การใช้สีย้อมที่มีสารก่อมะเร็ง (Banned Carcinogenic Dyes) ได้แก่ สีย้อมที่ประกอบด้วยหมู่ให้สีเอโซ (AZO) เป็นต้น การใช้สีย้อมที่ก่อให้เกิดความระคายเคือง (Allergenic Dyes) การใช้สีย้อมที่ไม่มีความคงทน สีตกง่าย (Loose Dye) (กองบรรณาธิการ, 2006) ดังนั้น จึงเกิดความสนใจในการนำเอาสีธรรมชาติมาใช้แทนสีสังเคราะห์ในการย้อมสิ่งทอมากขึ้น เนื่องจากส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคน้อยกว่า

จึงได้มีการศึกษาวิธีการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมัก Indigo blue ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิด Indigo white และศึกษาผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพด่างให้เหมาะสม pH 10.5-11.5 พบว่าเส้น

กรมวิชาการเกษตร

ฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและสดใส (อนุรัตน์, 2544) และ Yoshiko *et al*. (1999) ได้ศึกษาการเตรียมน้ำย้อมด้วยวิธี Zinc lime vat โดยผสมฝุ่นผงสังกะสี Indigo blue ปูนกินหมาก เมทานอล และน้ำอุ่น 60 องศาเซลเซียส สามารถทำให้เกิด Indigo white ได้เช่นกัน ส่วนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นนั้นได้มีการนำโลหะซิงค์นาโน มาทำเป็นผ้าครามซิงค์นาโน (หมู่บ้านผ้าครามนาโน, 2555) โดย ดร.กิตติพงศ์ (2558) ได้วิจัยพบว่าซิงค์ออกไซด์ มีสมบัติพิเศษหลายประการ ได้แก่ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย มีสมบัติที่ดีในด้านการดูดกลืนแสง และใช้ในการผลิตสิ่งทอป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา การกำจัดกลิ่นของเสื้อผ้า เสื้อผ้าทำความสะอาดตัวเอง ผลิตเส้นใยและสิ่งทอที่สามารถป้องกันรังสี UV ได้ จึงมีการพัฒนาขั้นตอนการเตรียมเนื้อห้อมด้วยการเพิ่มส่วนผสมของสังกะสีร่วมกับปูนขาว เป็นการยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นไปสู่เชิงพาณิชย์ เพื่อเพิ่มรายได้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปต่อไป

3. ปูนขาวที่ใช้ในการผลิตเนื้อห้อม

ปูนขาว เป็นวัสดุที่ได้มาจากการเผาหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) โดยใช้ความร้อนสูง จะได้เป็นปูนสุก (แคลเซียมออกไซด์, CaO) เมื่อเย็นตัวลงแล้วพรมน้ำให้ชุ่ม ปูนสุกจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนที่เป็นผงได้เป็นปูนขาว ส่วนปูนแดงได้มาจากการผสมปูนขาวกับผงขมิ้นจาก $CaO+H_2O$ = $Ca(OH)_2$(74.09268 g/mol) คือ เอาปูนขาวหรือปูนแดงผสมน้ำ จะได้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือน้ำปูนใส ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง คุณสมบัติของสารละลายนี้เมื่อจับตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะได้ผลึกหินปูนเล็กๆ (สุรีย์, 2543)

การคำนวณปริมาณปูนขาว

$C_{16}H_{12}N_2O_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_{16}H_{10}N_2O_2Ca + 2H_2O$

ห้อมสด 100 g ได้ indigo 15.69 g

ถ้าห้อม 1 kg ได้ 156.9.g

จากสูตร

Mole indigo = g/Mw

= 156.9 / 262.263

= 0.60

gCa(OH)2 = g Indigo x [Mw of Ca(OH)2 / Mw of Indigo]

Mw of Ca(OH)2 = 74.093 g/mol

Mw of Indigo = 262.263 g/mol

= 156.9g x (74.093/262.263)

4. การผลิตเนื้อครามจังหวัดสกลนคร

ข้อมูลการผลิตเนื้อห้อมยังมีน้อยมาก ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากครามเพื่อนำมาปรับใช้กับห้อม ดังนี้ กระบวนการได้มาซึ่งสีครามนั้น จะเริ่มตั้งแต่การเตรียมเนื้อครามอันเป็นส่วนประกอบหลักในการทำสีครามที่ใช้ในการย้อมเส้นใย สีครามต้องระมัดระวังตั้งแต่การเก็บใบครามจากต้นต้องเก็บในเวลาเช้ามืดก่อนที่พระอาทิตย์ขึ้น เพื่อที่จะให้ได้ใบครามที่สดที่สุด หากเก็บตอนสายมีแสงแดด ใบครามจะแห้ง และกรอบง่าย ครามที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวจะมีอายุ 3 เดือน เพราะให้ปริมาณสีครามมากที่สุดคือ 2.59 ppm ต่อชิ้นส่วนสกัด 25 กรัม สำหรับขั้นตอนการเตรียมเนื้อครามมีดังนี้

- บรรจุต้นกิ่งใบครามสดในภาชนะใช้มือกดใบครามให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมหลังมือ (ถ้าชั่งคราม 10 กิโลกรัม ใช้น้ำแช่ประมาณ 20 ลิตร) ทั้งนี้เมื่อเก็บเกี่ยวกิ่งใบครามมาแล้วต้องรีบแช่ทันที หากทิ้งไว้ให้ใบครามเหี่ยวแห้งแล้วนำมาแช่ จะไม่ได้สีครามในน้ำคราม (อนุรัตน์, 2544)

กรมวิชาการเกษตร

- แช่ไว้ 10-12 ชั่วโมง จึงกลับใบครามข้างล่างขึ้นทับส่วนบนแช่ต่อไปอีก 10-12 ชั่วโมง จากการศึกษาของอนุรัตน์ (2545) พบว่า การแช่ใบครามให้ได้สีครามมากนั้นต้องใช้เวลาพอเหมาะที่อุณหภูมิหนึ่ง การแช่ในฤดูร้อนจะใช้เวลาน้อยกว่า (อุณหภูมิประมาณ 29 องศาเซลเซียส เวลาแช่ประมาณ 18 ชั่วโมง) ถ้าเป็นฤดูหนาว จะใช้เวลาแช่ใบครามสดมากกว่า 24 ชั่วโมง แต่ไม่ควรเกิน 3 วัน เพราะจะทำให้ครามเน่าได้ สอดคล้องกับเนื้อหาของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร (2555) ที่ว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่สีครามตั้งต้นในใบครามจะถูกสลาย (hydrolyse) ให้สีคราม (indoxyl) ออกมาอยู่ในน้ำครามได้มากที่สุดในเวลาที่เหมาะสมเท่านั้นการแช่ใบครามที่ใช้เวลาน้อยหรือมากจนเกินไปจะได้สีครามน้อยแต่สิ่งปลอมปนมากทำให้ปนในเนื้อผ้าที่ย้อมด้วยผ้าจึงหมองสีไม่สวย หากต้องการสีครามเร็วให้แช่ใบครามในน้ำอุ่นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส หรือโขลกใบครามสดในครกกระเดื่องและแช่ในน้ำที่อุณหภูมิปกติเพียง 12 ชั่วโมง

- แยกกากใบครามออกได้น้ำครามใสสีฟ้าจางเติมปูนขาว 20 กรัมต่อน้ำคราม 1 ลิตร ถ้าชั่งใบครามสด 10 กิโลกรัม ใช้น้ำแช่ 20 ลิตร จะใช้ปูนขาว 400 กรัม หรือเติมทีละน้อยจนฟองครามเป็นสีน้ำเงินจึงกวนจนกว่าฟองครามจะยุบ พักไว้ 1 คืน รินน้ำใสทิ้งถ้าน้ำใสสีเขียวแสดงว่าใส่ปูนน้อยยังมีสีครามเหลืออยู่ในน้ำครามถ้าใส่ปูนพอดีน้ำใสเป็นสีชาหากใส่ปูนมากเกินไปเนื้อครามเป็นสีเทาใช้ไม่ได้เนื้อครามดีต้องเนื้อเนียนละเอียดสีน้ำเงินสดใสและเป็นเงาซึ่งอาจเก็บเป็นเนื้อครามเปียกหรือเนื้อครามผงก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้งานในขั้นตอนก่อหม้อ

กระบวนการย้อมผ้าด้วยสีครามของผู้ไทบ้านนากุง แหล่งสีครามของบ้านนากุง คือ ต้นครามชนิดฝักงอกับต้นห้อม ซึ่งเหมือนกันกับที่พบที่บ้านปาด เมืองจุ่ม จังหวัดเชินลา ไม่พบครามชนิดฝักตรง ขั้นแรก เก็บใบห้อมใบครามทั้งกิ่งในตอนเย็น ซึ่งเป็นเวลาที่แตกต่างจาก สปป.ลาวและไทย ที่เก็บตอนเช้ามืด ทั้งนี้โดยคุณสมบัติของครามต้องเก็บใบสด หากแห้งเหี่ยวจะไม่ให้สี รายงานจากทุกประเทศในโลกที่สกัดสีครามจากพืชชนิดต่างๆ ล้วนระบุเก็บใบสด ชาวเกาหลีจะเก็บใบครามจากต้นมาแล้วพักไว้ใกล้น้ำแข็งแต่ด้วยอากาศที่บ้านนากุงเย็นตลอดปีทำให้สามารถเก็บใบห้อม ใบคราม ตอนเย็นได้ การแช่ใบครามในน้ำใช้เวลา 1-2 วัน ระบุเวลาเป็นช่วงกว้าง แสดงว่าบางฤดูใช้เวลา 1 วัน บางฤดูใช้เวลา 2 วัน เพราะการย่อยสีครามจากใบพืชนั้นมีอุณหภูมิเป็นปัจจัยเกี่ยวข้อง มีรายงานว่า การย่อยสีจะเกิดได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแต่จะหยุดปล่อยสีออกจากใบเมื่ออุณหภูมิสูงถึงจุดเดือดของน้ำ (ไพศาล อรุณศิริ และเฉลียว, 2543) ส่วนใบห้อมหนากว่าที่อุณหภูมิเดียวกันจึงใช้เวลาแช่นาน 2-3 วัน นานกว่าใบคราม ขั้นการเตรียมน้ำย้อมครามนั้นผู้ไทบ้านนากุงใช้ขี้เถ้าฟืนจากเตาไฟก้อนเส้า ทั้งนี้เพราะใช้ต้นไม้ทำฟืนก่อไฟทุกวัน จึงให้ขี้เถ้าที่มีความเค็มและเพียงพอกับการย้อมครามเพียงปีละครั้งหรือสองครั้งเท่านั้น การแช่ห้อมในน้ำให้ได้สีครามมากที่สุดใช้เวลามากกว่าแช่คราม การแช่ทั้งห้อมและครามให้ได้สีมากที่สุด ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิ ถ้าเวลาเท่ากัน อุณหภูมิสูงกว่า จะได้สีครามมากกว่า ถ้าอุณหภูมิเท่ากันเวลาที่เหมาะสมเท่านั้นจึงได้สีครามมากที่สุด เช่น ที่บ้านนากุงอุณหภูมิต่ำ แช่คราม 1-2 วัน แช่ห้อม 2-3 วัน ขณะที่บ้านละหาน้ำ และบ้านดอนกอย อุณหภูมิใกล้เคียงกันแต่สูงกว่าบ้านนากุง จะแช่ครามเพียงวันเดียว

5. การผลิตเนื้อห้อมจังหวัดแพร่

ใบของต้นห้อมและต้นครามมีสารที่เรียกว่าอินดิแคน (indican) ซึ่งสามารถละลายได้แต่ไม่มีสี อินดิแคนเมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxyl) เมื่ออินโดซิลรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศ จะเกิดเป็นสารอินดิโก้ (Indigo) เรียกว่า เนื้อห้อม ห้อมเปียกหรือครามเปียก นำส่วนของห้อมที่เก็บเกี่ยวได้ นำมาทำเนื้อห้อม โดยใช้ห้อมสดซึ่งเก็บในตอนเช้าไม่เกิน 8.00 นาฬิกา หรือในตอนเย็นหลัง 16.00 นาฬิกา เพราะใบห้อมจะสดและให้เนื้อสีมากกว่าห้อมที่เก็บในเวลาอื่นๆ มัดห้อมเป็นกำๆ นำลงใส่ในหม้อหรือโอ่งอัตราส่วน 1 กิโลกรัม แช่ในน้ำ 10 ลิตร นำวัสดุกดใบห้อมให้จมน้ำ ทิ้งไว้นาน 24-36 ชั่วโมง ให้กลับห้อมที่แช่ จากด้านบนลงด้านล่าง และด้านล่างขึ้นด้านบน แช่ต่อไปจนครบ 72 ชั่วโมง นำเอาเศษกิ่งก้านใบห้อมออกทิ้ง กรองด้วยผ้าขาว

บาง แล้วเติมปูน 120 กรัม ตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยชะลอม หรือซวก กระแทกขึ้น-ลง ในหม้อที่หมัก จนเกิดฟองสีน้ำเงินทำจนกระทั่งฟองแตกตัวและยุบตัวลงไปจึงหยุด ตั้งทิ้งไว้ให้ห้อมตกตะกอน นำไปกรองด้วยผ้าฝ้าย จึงได้เนื้อห้อม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. โรงเรือนพรางแสง
2. ต้นห้อม
3. ระบบน้ำ
4. ถังพลาสติก
5. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี
6. อุปกรณ์ในการทำห้อมเปียก ปูนขาว
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

วิธีการ

1. เตรียมต้นพันธุ์ห้อมโดยการขยายพันธ์ด้วยวิธีการปักชำ
2. เตรียมแปลงทดลอง โดยไถตากดิน 14 วัน และไถพรวนอีก 1 ครั้ง
3. ปลูกห้อมภายใต้โรงเรือน ที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร
4. ปฏิบัติดูแลรักษา โดยการให้น้ำ ทางระบบมินิสปริงเกลอร์ และกำจัดวัชพืช อย่างสม่ำเสมอ
5. เก็บเกี่ยวห้อม อายุ 8 เดือน โดยการตัดจากยอดลงไป 15-20 เซนติเมตร
6. นำส่วนของห้อมที่เก็บเกี่ยวได้มาทำเนื้อห้อม โดยใช้ห้อมสด 1 กิโลกรัม แช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 30 60 และ 90 องศาเซลเซียส นำวัสดุกดใบห้อมให้จมน้ำ แช่น้ำนาน 12 และ 24 ชั่วโมง นำเอาเศษกิ่งก้านใบห้อมออกทิ้งกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้สารละลายห้อมแล้วจึงเติมปูนขาวเพื่อให้ได้เนื้อห้อม

การคำนวณปริมาณปูนขาว (สุรีย์, 2543)

ห้อมมีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $C_{16}H_{10}N_2O_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล = 262.263 กรัมต่อโมล (g/mol)

ปูนขาวมีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $Ca(OH)_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล = 74.093 กรัมต่อโมล (g/mol)

สมการเคมี $C_{16}H_{12}N_2O_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_{16}H_{10}N_2O_2Ca + 2H_2O$

ห้อมสด 100 กรัม (g) ได้ปริมาณอินดิโก้ (indigo) 15.69 กรัม (g)

ถ้าห้อม 1 กิโลกรัม (kg) ได้ปริมาณ indigo 156.9 g

จากสูตร Mole indigo = g/Mw

= 156.9 / 262.263

= 0.60

g $Ca(OH)_2$ = g Indigo x [Mw of $Ca(OH)_2$ / Mw of Indigo]

= 156.9g x (74.093/262.263)

= 44.3 g

7. ก่อนการเติมปูนขาวได้ทดสอบการตกตะกอนเป็นเนื้อห้อมเบื้องต้น โดยนำปูนขาวอัตราที่เกษตรกรใช้ คือ 120 กรัม และปูนขาวที่ได้จากการคำนวณ คือ 45 กรัม พบว่า ปูนขาวอัตรา 44.3 กรัม ให้ปริมาณเนื้อห้อม

น้อยและตกตะกอนช้ามาก จึงเลือกใช้ปูนขาว 120 กรัม เพียงอัตราเดียวลงในน้ำห้อมที่ได้ตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยเครื่องกวนน้ำห้อม 10 นาที นำไปกรองด้วยผ้าฝ้ายจึงได้เนื้อห้อม ชั่งน้ำหนักเนื้อห้อมที่ได้

8. ส่งตัวอย่างเนื้อห้อมเพื่อวัดระดับสีเนื้อห้อมที่ห้องปฏิบัติการ

9. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล น้ำหนักเนื้อห้อม ระดับสีของเนื้อห้อม และค่าใช้จ่าย

- กรรมวิธีการทดลอง

ปี 2561-2562 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 และ 2

วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 3 หน่วยการทดลอง มี 3 ซ้ำ ได้แก่

ปัจจัย A อุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ คือ 30, 60, 90 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B ระยะเวลาแช่ใบห้อม 12, 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 60°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 60°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิ 90°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 6 อุณหภูมิ 90°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : ทุกกรรมวิธีเติมปูน 120 กรัม

ปี 2562 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 36 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 48 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิห้อง แช่ใบห้อม 48 ชั่วโมง

เวลาและสถานที่

ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

เตรียมต้นห้อมสำหรับใช้ในการทดลองตามเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมสำหรับภาคเหนือตอนบนของประนอมและคณะ (2558) โดยการปลูกห้อมพันธุ์ใบใหญ่ภายในโรงเรือนตาข่ายพลางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ 1 งาน ใช้ระยะปลูก 60 x 50 เซนติเมตร ดูแลรักษาโดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินดังตารางที่ 1.1 ซึ่งดัดแปลงมาจากการใช้ปุ๋ยกับพืชรับประทานต้นและใบในคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) โดยผสมปุ๋ยใช้เอง ได้แก่ ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 43 กิโลกรัมต่อไร่ 0-46-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ และ 0-0-60 อัตรา 17 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 4 ครั้งๆ ละเท่ากัน โดยใส่ครั้งที่ 1 เมื่อห้อมอายุ 20 วันหลังปลูก ครั้งที่ 2 เมื่อห้อมอายุ 3 เดือนหลังปลูก ครั้งที่ 3 เมื่อห้อมอายุ 5 เดือนหลังปลูก และครั้งที่ 4 เมื่อห้อมอายุ 7 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.1 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงห้อมในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จ.แพร่ ปี 2561

pH	เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหาร			การใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)		
		OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)	N	P_2O_5	K_2O
6.1	ร่วนปนทราย	1.31	52	92	43	11	17

การดูแลอื่นๆ ได้แก่ การให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกลอร์สัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง กำจัดวัชพืชโดยการถอนตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวต้นและใบห้อมเมื่ออายุ 8 เดือน มาทำเนื้อห้อม โดยใช้ห้อมสด 1 กิโลกรัม แช่ในน้ำ 10 ลิตร ตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนดในกรรมวิธี นำเศษกิ่งก้านใบห้อมออกทิ้ง กรองด้วยผ้าขาวบางแล้วนำน้ำห้อมไปเติมปูนขาวอัตรา 120 กรัม ตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยเครื่องกวนน้ำห้อม 10 นาที นำไปกรองด้วยผ้าฝ้ายได้เนื้อห้อม ชั่งน้ำหนักและวัดปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อม ยืนยันผลการทดลอง และปรับกรรมวิธีให้เหมาะสมด้วยการเก็บใบห้อมมาทำเนื้อห้อมอีก 2 ครั้ง เมื่อใบห้อมชุดใหม่อายุ 2 เดือน ให้ผลดังนี้

1. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1

ปริมาณเนื้อห้อม

การแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิและเวลาตามกรรมวิธีพบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อห้อม โดยน้ำห้อมที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเนื้อห้อมมาก ระหว่าง 109.9-142.6 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ให้เนื้อห้อมเฉลี่ยเพียง 69.0 กรัม ส่วนระยะเวลาในการแช่ห้อมที่ 12 และ 24 ชั่วโมง นั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเนื้อห้อมแตกต่างกันดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปริมาณเนื้อห้อม (กรัม) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 1

อุณหภูมิน้ำ	เวลาแช่ใบห้อม		อุณหภูมิเฉลี่ย
	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	องศาเซลเซียส
30 องศาเซลเซียส	109.9	142.6	126.3 a
60 องศาเซลเซียส	119.3	122.4	120.9 a
90 องศาเซลเซียส	70.1	67.9	69.0 b
เฉลี่ยเวลาแช่	99.8 a	111.0 a	

cv=13.4 %

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณสีอินดิโก้

นำเนื้อห้อมมาวัดปริมาณสีอินดิโก้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (nm) ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดสำหรับน้ำย้อม (ไพศาลและคณะ, 2543) พบว่า มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มที่สุด คือ 2.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่นาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณสีอินดิโก้จางลงเท่ากับ 1.85 เปอร์เซ็นต์ หากแช่เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ยิ่งทำให้ปริมาณสีลดลงถึง 1.19 เปอร์เซ็นต์ การแช่ด้วยอุณภูมิที่สูงมากถึง 90 องศาเซลเซียส นาน 12-24 ชั่วโมง นั้นนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโก้ต่ำลงด้วย โดยให้ปริมาณสีอินดิโก้เพียง 0.36-0.44 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 1.3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.3 ปริมาณสีอินดิโก้ (%) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 1

อุณหภูมิน้ำ	ปริมาณสีอินดิโก้ (%)		ค่าแตกต่าง[2/]
	12 [1/]	24 [1/]	
30 องศาเซลเซียส	2.40 a	2.67 a	0.27 **
60 องศาเซลเซียส	1.85 b	1.19 c	0.66 ns
90 องศาเซลเซียส	0.44 d	0.35 d	0.09 *

cv=15.5 %

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 2

ปริมาณเนื้อห้อม

น้ำห้อมที่ได้พบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อห้อมเช่นเดียวกับการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 โดยการแช่ห้อมสดในน้ำที่อุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเนื้อห้อมมาก ระหว่าง 109.9-142.6 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ให้เนื้อห้อมเฉลี่ยเพียง 69.0 กรัม ส่วนระยะเวลาในการแช่ห้อมที่ 12 และ 24 ชั่วโมง นั้นไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติต่อปริมาณเนื้อห้อม (ตารางที่ 1.4)

ตารางที่ 1.4 ปริมาณเนื้อห้อม[1/] (กรัม) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 2

อุณหภูมิน้ำ	ปริมาณเนื้อห้อม[1/] (กรัม)		เนื้อห้อมเฉลี่ย
	แช่ 12 ชม.	แช่ 24 ชม.	
30 องศาเซลเซียส	87.5	114.3	100.9 a
60 องศาเซลเซียส	98.5	110.3	104.4 a
90 องศาเซลเซียส	70.5	69.0	69.7 b
เฉลี่ยเวลาแช่	85.5	97.9	

cv=17.6%

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณสีอินดิโก้

ปริมาณสีอินดิโก้ที่วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (nm) ในครั้งที่ 2 นี้พบว่า มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่ห้อมเช่นเดียวกับปริมาณสีที่วัดได้ในครั้งที่ 1 โดยการแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ให้ปริมาณเนื้อห้อมมากที่สุด คือ 3.04 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่นาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณอินดิโก้ลดลงเท่ากับ 2.37 เปอร์เซ็นต์ หากแช่เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ยิ่งทำให้ปริมาณลดลงถึง 1.16 เปอร์เซ็นต์ การแช่ด้วยอุณหภูมิที่สูงมากถึง 90 องศาเซลเซียส นาน 12-24 ชั่วโมง นั้นนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยแล้วยังให้ปริมาณอินดิโก้ต่ำลงด้วย โดยให้ปริมาณอินดิโก้เพียง 0.36-0.39 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (ตารางที่ 1.5) ดังนั้นการแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จะให้ปริมาณเนื้อห้อมและปริมาณอินดิโก้มากที่สุด แม้ว่าจะไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันที่ใช้เวลาเพียง 12 ชั่วโมง แต่ตัวเลขที่มากกว่าอาจมีความได้เปรียบหากมีการพิจารณาเกณฑ์การขายด้วยปริมาณอินดิโก้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.5 ปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ และเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 2

อุณหภูมิน้ำ	เวลาแช่ใบห้อม (ชม.)		ค่าแตกต่าง
	12	24	
30 องศาเซลเซียส	2.57 ab	3.04 a	0.47 ns
60	2.37 b	1.16 c	1.21 *
90	0.39 d	0.36 d	0.03 ns

cv=16.3%

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3

ปริมาณเนื้อห้อม

ในการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 ใช้ห้อมพันธุ์ใบเล็กแทนห้อมพันธุ์ใบใหญ่ เนื่องจากพันธุ์ใบใหญ่พบอาการกิ่งแห้ง และรากเน่า ประกอบกับปัญหาขาดน้ำและอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูแล้งเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และภาวะฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนของปี 2562 (ภาพที่ 1.1 และภาพที่ 1.2) ทำให้ต้นห้อมพันธุ์ใบใหญ่แห้งตายไม่เพียงพอที่จะใช้ทำเนื้อห้อม จึงใช้พันธุ์ใบเล็กซึ่งมีความทนทานต่อสภาพอากาศที่แห้งแล้งได้ดีกว่า จากการแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า มีผลต่อปริมาณเนื้อห้อม โดยการแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ให้ปริมาณเนื้อห้อมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 185.5 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันเพียง 12 ชั่วโมง ให้เนื้อห้อมน้อยที่สุด (77.9 กรัม) ดังตารางที่ 6

ปริมาณสีอินดิโก้

ปริมาณสีอินดิโก้ที่วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 414 นาโนเมตร (nm) เนื่องจากเป็นค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดในการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่ห้อมมีผลต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่ห้อมด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงให้สีอินดิโก้เข้มสุดเท่ากับ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาแช่นาน 24-48 ชั่วโมง และยังแตกต่างกับการแช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมงด้วย โดยมีปริมาณสีระหว่าง 0.79-0.88 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณสีอินดิโก้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างจากการแช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1.6

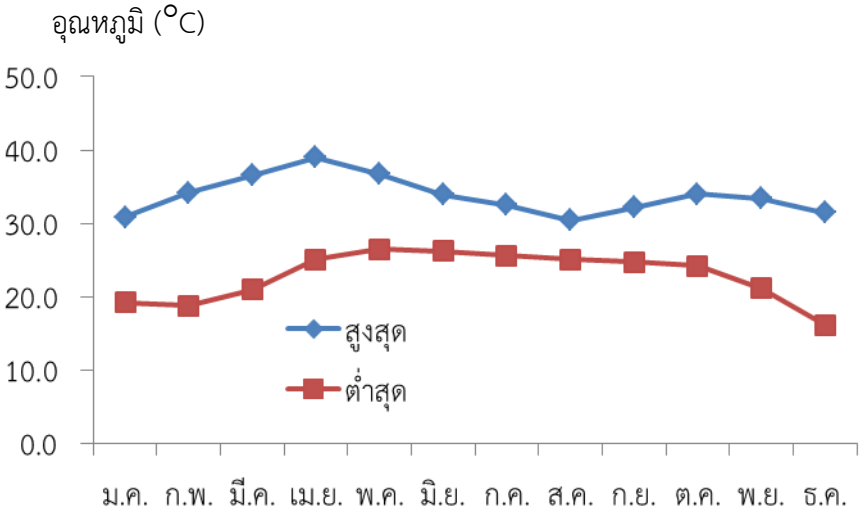
ตารางที่ 1.6 ปริมาณเนื้อห้อม[1/] และปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 3

อุณหภูมิและเวลาแช่ห้อม	ปริมาณเนื้อห้อม (กรัม[1/])	ปริมาณสีอินดิโก้ (%)
30°C 12 ชม.	77.9 c	1.65 a
30°C 24 ชม.	159.4 b	0.79 b
30°C 36 ชม.	185.5 a	1.00 b
30°C 48 ชม.	160.5 ab	0.84 b
อุณหภูมิห้อง 48 ชม.	150.9 b	0.88 b
ค่าเฉลี่ย	146.8	1.03
CV (%)	11.2	15.7

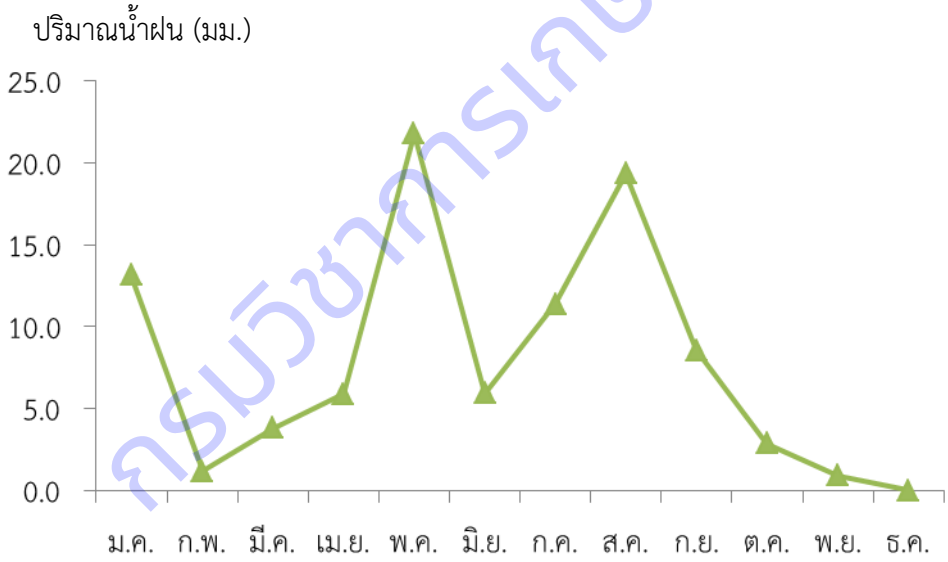
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[1/] หน่วยของปริมาณเนื้อห้อมจากห้อมสด 1 กก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 1.1 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่



ภาพที่ 1.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล (Discussion)

การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 และ 2 (ห้อมใบใหญ่)

จากผลการทดลองการทำเนื้อห้อมทั้ง 2 ครั้ง พบว่า การแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ผลการทดลองดีที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณเนื้อห้อมและปริมาณสีอินดิโก้สูงกว่าอุณหภูมิอื่น สอดคล้องกับเนื้อหาของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร (2555) ที่ว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่สีครามตั้งต้นในใบครามจะถูก

สลาย (hydrolyse) ให้สีคราม (indoxyl) ออกมาอยู่ในน้ำครามได้มากที่สุดในเวลาที่เหมาะสมเท่านั้น การแช่ใบครามที่ใช้เวลาน้อยหรือมากจนเกินไปจะได้สีครามน้อยแต่สิ่งปลอมปนมากทำให้ปนในเนื้อผ้าที่ย้อมด้วยผ้าจึงหมองสีไม่สวยหากต้องการสีครามเร็วให้แช่ใบครามในน้ำอุ่นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส หรือโขลกใบครามสดในครกกระเดื่องและแช่ในน้ำที่อุณหภูมิปกติเพียง 12 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนี้มาหาเวลาในการแช่ที่เหมาะสมในการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 โดยแช่ห้อมสดในน้ำเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ คือ แช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 (ห้อมใบเล็ก)

การแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง ให้เนื้อห้อมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ นอกจากนั้นยังให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มกว่า แม้ว่าจะให้ปริมาณสีเป็นรองน้ำห้อมที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาน้อยเพียง 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาราคาขายตามปริมาณเนื้อห้อมที่ขายทั่วไปในราคากิโลกรัมละ 300 บาทแล้ว จะเห็นได้ว่าการแช่ห้อมในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง ให้เนื้อห้อมที่มีราคาขายสูงสุดถึงกิโลกรัมละ 556.5 บาท ซึ่งขายได้ราคาสูงกว่าเนื้อห้อมจากการแช่น้ำด้วยอุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาสั้นแค่ 12 ชั่วโมง ถึง 2 เท่า (233.7 บาท) และยังมีราคาขายมากกว่าเนื้อห้อมที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติของเกษตรกรกว่า 1 เท่า (452.7 บาท)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 พบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อห้อม โดยน้ำห้อมที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเนื้อห้อมมาก ระหว่าง 109.9-142.6 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ส่วนระยะเวลาในการแช่ห้อมที่ 12 และ 24 ชั่วโมง นั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเนื้อห้อมแตกต่างกัน เมื่อนำเนื้อห้อมมาวัดปริมาณสีอินดิโก้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงพบว่ามีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มที่สุด คือ 2.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่นาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 -90 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณสีอินดิโก้จางลง ดังนั้นการแช่ห้อมด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส นอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโก้ต่ำลงด้วย

2. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 2 พบว่า ให้ผลในทิศทางเดียวกับการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 คือ การแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 12-24 ชั่วโมง ให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มสุด แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส นอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโก้จางลง

3. การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 พบว่า การแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง ให้เนื้อห้อมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ นอกจากนั้นยังให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มกว่า เมื่อพิจารณาราคาขายตามปริมาณเนื้อห้อมแล้วควรแช่ห้อมในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง เพราะให้เนื้อห้อมที่มีราคาขายสูงสุดถึงกิโลกรัมละ 556.5 บาท ซึ่งขายได้ราคาสูงกว่ากรรมวิธีอื่น 1-2 เท่า อนึ่งการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ห้อมให้คงที่ต้องใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิซึ่งมีขนาดเล็ก หากมีการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการแช่ให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณห้อมสดที่ใช้โดยทั่วไปจะช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของเนื้อห้อมให้ดีขึ้น

สงวนลิขสิทธิ์

การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า

ประนอม ใจอ้าย[/1] สุทธินี เจริญคิด[/1] อังคณา พวงเงินมาก[/2]

บทคัดย่อ

การศึกษาหาสูตรและวิธีการเตรียมน้ำย้อมที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สีย้อมห้อมจากธรรมชาติที่คุณภาพดีที่สุดสำหรับการย้อมผ้า ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เมื่อปี 2562 กรรมวิธีประกอบด้วยน้ำด่างขี้เถ้าที่มี pH ต่างกัน 3 ระดับ คือ 12 13 และ 14 และกรดทาร์ทาริค (tartaric acid) ปริมาตร 200 และ 400 มิลลิลิตร และใช้เนื้อห้อมเปียกกรรมวิธีละ 1 กิโลกรัม จากการทดลองได้เทคนิควิธีการเตรียมน้ำย้อมห้อมให้ได้คุณภาพ เริ่มต้นด้วยนำน้ำด่างปริมาณ 18 ลิตร ใส่กระถางดินเผาเคลือบไม่มีรูด้านล่าง เติมเนื้อห้อมจำนวน 3 กิโลกรัม กวนให้ส่วนผสมละลายก่อน จึงเติมน้ำมะขามเปียกซึ่งเป็นแหล่งของกรดทาร์ทาริก ปริมาตร 600 กรัม ลงในน้ำห้อมที่เตรียมไว้และกวนให้ส่วนผสมเข้ากัน ใช้ขันตักน้ำห้อมขึ้น-ลงเพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้น้ำห้อม ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วัน จนของเหลวที่ได้เปลี่ยนเป็นสีเหลือง นำผ้าผ้าฝ้ายสีขาวขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 36 ผืน มาซักและล้างให้สะอาด บิดพอหมาด แช่ในน้ำย้อมที่เตรียมไว้แต่ละกรรมวิธี ซักเพื่อกำจัดสีส่วนเกินออกแล้ว ผึ่งในที่ร่มให้แห้งสนิท สุ่มตัวอย่างผ้าส่งทดสอบคุณลักษณะของสี ความคงทนของสีและความคงทนต่อการ ผลการทดลองพบว่า สูตรน้ำย้อมห้อมที่ประกอบด้วยน้ำด่าง pH 14 และ น้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมได้มีคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อมห้อมบนผ้า ความทนต่อการซักด้านสีซีดตกและการเปื้อนสีดีที่สุด ทั้งนี้คุณภาพการย้อมห้อมธรรมชาติขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมน้ำย้อมห้อมและชนิดผ้า ดังนั้นผู้ย้อมควรปรับปรุงวิธีการเตรียมน้ำย้อมห้อม เพื่อให้การย้อมผ้าหม้อห้อมธรรมชาติมีคุณภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืช ตลอดจนคงความเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น สามารถสร้างรายได้สู่ชุมชนอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: น้ำย้อมห้อม ผ้าฝ้าย ห้อมเปียก ความทนของสี ความทนต่อการซัก

กรมวิชาการเกษตร

[/1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

[/2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1

Preparation of Indigo Dye Solution for Textile Coloring

Pranom Chaiai[/1] Sutthinee Charoenkid[/1] Ungkana Poungngenmak[/2]

Abstract

Various types of indigo solutions were examined in order to find the recipe and technique that provided the best natural-coloring dye. This research was performed at the Phrae Agricultural Research and Development Center in Phrae Province during the year 2019. The treatment utilized wood ash-based alkaline water at varying pH scales of 12, 13, and 14, each with 200 and 400 mL of natural tartaric acid and one kilogram of wet indigo. In total, there were six treatments distributed across four blocks. The newly discovered method starts by adding 3 kg of wet indigo into a clay pot containing 18 liters of alkaline water, stirring well to dissolve, and adding 600 g of tamarind sauce as a source of tartaric acid. The mixture was beaten by dipping the bowl in and out repeatedly to oxidize. The resultant had turned a dark yellow color and was useful for dyeing three to four days later. The dyeing process was accomplished by immersing 36 pieces of 20 x 20 cm wet cotton fabric into each treatment of an indigo dye bath. The dyed item was washed, squeezed out the excess, and hung up to dry indoors. The experiment showed that the mixture of pH 14 alkaline water and 200 mL of tartaric acid provided the best dyeing quality in terms of color and washing fastness. However, the dyeing performance depends upon the quality of materials used to prepare the dye solution and the type of textile. The dyers should improve the dye preparation technique for the best quality of natural indigo dyed fabric in order to increase the trade value of indigo plants, keep up the local wisdom of ancestors, and sustainably raise the earnings of the community.

Keywords: indigo solution, cotton, wet indigo, color fastness, washing fastness

กรมวิชาการเกษตร

[/1] Phrae Agricultural Research and Development Center

[/2] Office of Agricultural Research and Development Region 1

บทนำ (Introduction)

จังหวัดแพร่มีผ้าหม้อห้อมเป็นสัญลักษณ์ คำว่า หม้อห้อม หมายถึง การนำลำต้นและใบห้อมมาหมักในหม้อน้ำตามกรรมวิธีที่สืบทอดกันมาแต่โบราณ จนได้เนื้อห้อมที่มีสีกรมท่า เมื่อนำเนื้อห้อมไปย้อมผ้าฝ้ายสีขาวจะทำให้เป็นผ้าฝ้ายสีกรมท่าที่เรียกว่า “ผ้าหม้อห้อม” 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 อาจเรียกว่า L-2-3-Dihydroxysuecinic acid หรือ L-2,3-Dihydroxybutanedioic, กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากในมะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว การเตรียมน้ำย้อมห้อมโดยทั่วๆ 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 ครั้ง ในตอนเช้าและตอนเย็น จนกว่าจะใช้ย้อมได้ โดยสังเกตจากฟองที่อยู่บนน้ำย้อมซึ่งจะเกิดสีน้ำเงินเข้มออกม่วงฟองไม่ยุบ ส่วนด้านล่างของน้ำย้อมจะมีสีเหลืองเหมือนกับขมิ้น จึงสามารถทำการย้อมผ้าได้ โดยสารลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้น สัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เป็นสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีน้ำเงินที่เส้นใยผ้า ในการย้อมสีธรรมชาติจากห้อมจะทำการย้อมวันละ 2 ครั้งเท่านั้น ตอนเช้าและตอนเย็น ทั้งนี้ก็เพื่อให้สารอินดิโก้ที่มีอยู่ในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นลิวโคอินดิโก้ และให้มีการเพิ่มปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าหรือฝ้ายในครั้งต่อไปได้ หากมีปัญหาเกิดขึ้น เช่น น้ำย้อมไม่มีสีเหลือง ย้อมฝ้ายหรือผ้าแล้วไม่ติดสี ส่วนใหญ่ปัญหาที่เกิดขึ้นในหม้อย้อม เกิดจากความไม่สมดุลในเชิงเคมีของวัตถุดิบต่างๆ ในหม้อย้อม จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการรอให้สารต่างๆ เกิดสมดุลจึงจะสามารถเกิดสีสำหรับย้อมได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

ดังนั้น การเตรียมน้ำย้อมห้อมจึงควรทำการศึกษาเพื่อให้ได้น้ำย้อมห้อมที่มีคุณภาพ และเมื่อนำไปย้อมผ้าแล้วสีไม่ตก เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่จากการย้อมห้อมมีคุณค่าและมีคุณภาพเป็นที่พึงพอใจแก่ผู้บริโภคสินค้า และเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ในชุมชนต่อไป

ลิขสิทธิ์การเรียน

การทบทวนวรรณกรรม

ต้นห้อม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze อยู่ในวงศ์ Acanthaceae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ห้อม ห้อมเมือง (เหนือ) แม่ฮ่องสอนเรียกครามดอย น่านเรียกห้อมเมือง ห้อมหลวง และที่เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ ลำปาง เรียกห้อมน้อย ส่วนที่ให้สี คือ ส่วนใบ ได้สีน้ำเงิน ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่ม ลำต้นตั้งตรงสูงถึง 1 เมตร ลำต้นและเหง้ารูปทรงกระบอก บริเวณข้อโป่งพอง ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีกว้าง 2.5-6 เซนติเมตร ยาว 5-16 เซนติเมตร ขอบใบหยัก ฟันเลื่อนละเอียด ดอกเป็นช่อออกตามซอกใบและกิ่ง รูปทรงคล้ายระฆัง ดอกสีม่วง กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด โค้งงอเล็กน้อย ผลเวลาแห้งแตกได้เมล็ดแบนสีน้ำตาล การขยายพันธุ์ ใช้กิ่งชำ แยกหน่อ หรือใช้เมล็ดปลูกในที่ชื้นแฉะ และจะเติบโตได้ดีในที่มีแสงรำไรมีความชื้นสูง (กองบรรณาธิการ, 2544)

การศึกษาระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของห้อม โดยปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำ ให้ปุ๋ย กำจัดวัชพืช บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตระยะ 3, 6 และ 9 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อห้อมอายุ 10 เดือน พบว่า ทุกระยะการเจริญเติบโต ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดทุกด้าน ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูงและขนาดทรงพุ่ม และยังพบว่าผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และปริมาณสารอินดิโก้ สูงที่สุดด้วยเช่นกัน ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการปลูกห้อมเพื่อให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูง ควรปลูกห้อมในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ (มณทิราและคณะ 2560)

ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวห้อมที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อห้อมให้มีคุณภาพ เก็บเกี่ยวอายุ 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 พบว่า ห้อมที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุ 5 เดือน ถึง 11 เดือน ให้ผลผลิตสดต่อไร่ 2,058.8-4,592.2 กิโลกรัม โดยอายุการเก็บเกี่ยวที่ให้ผลผลิตสูง คือ 9 เดือน รองลงมาได้แก่ 10 และ 11 เดือน ซึ่งได้ผลผลิตมากกว่าอายุการเก็บเกี่ยว 5- 8 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ให้ผลผลิตเนื้อห้อมมากที่สุด 9 เดือน รองลงมา ได้แก่ 10 และ 11 เดือน พบปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมสูง เมื่ออายุตั้งแต่ 8-11 เดือน (ประนอมและคณะ 2558)

การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บใบห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อมพบว่า ระยะออกดอก หรือต้นห้อมอายุ 10 เดือนหลังปลูก ให้ผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และปริมาณสารอินดิโก้ สูงกว่าห้อมที่เก็บเกี่ยวในระยะก่อนออกดอก (อายุ 6 เดือนหลังปลูก) และระยะหลังออกดอก (อายุ 12 เดือนหลังปลูก) และช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 07.00-11.00 นาฬิกา ซึ่งห้อมที่เก็บในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีผลผลิตห้อมสดเนื้อห้อม สูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ส่วนปริมาณสารอินดิโก้ที่ได้ก็ไม่แตกต่างกับห้อมที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลา 13.00-14.00 นาฬิกา และ 17.00-18.00 นาฬิกา (มณทิราและคณะ 2560)

ย้อมผ้าหม้อห้อม เป็นการใช้สีจากธรรมชาติที่ได้จากใบห้อมเป็นสารอัลคาลอยด์ที่เป็นสารสีน้ำเงินและสีแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก้ ส่วนสารสีแดง คือ อินดิรูบิน (indirubin) ซึ่งมีมากว่าสารอินดิโก้ 6.8 เท่า และคงทนมากกว่า (นิตยา, 2544) ใบของต้นห้อมและต้นครามมีสารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ แต่ไม่มีสีอินดิแคน 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 นำฝ้ายมาทุบแช่น้ำและชุบน้ำแป้ง ขยำกับน้ำย้อมบิดตาก และย้อมหลายๆ 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)

จากการศึกษาการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมัก Indigo blue ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิด Indigo white และศึกษาผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพด่างให้เหมาะสม pH 10.5-11.5 พบว่าเส้นฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและสดใส (อนุรัตน์, 2544) โดยสังเกตจากฟองที่อยู่บนน้ำย้อมซึ่งจะเกิดสีน้ำเงินเข้มออกม่วงฟองไม่ยุบ ส่วนด้านล่างของน้ำย้อมจะมีสีเหลืองเหมือนกับขมิ้น จึงสามารถทำการย้อมผ้าได้ โดยสารลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้น สัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เป็นสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีน้ำเงินที่เส้นใยผ้า ในการย้อมสีธรรมชาติจากห้อมจะทำการย้อมวันละ 2 ครั้งเท่านั้น ตอนเช้าและตอนเย็น ทั้งนี้ก็เพื่อให้สารอินดิโก้ที่มีอยู่ในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นลิวโคอินดิโก้ และให้มีการเพิ่มปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าหรือฝ้ายในครั้งต่อไปได้ โดยระยะเวลาในการย้อมแต่ละครั้งจะต้องห่างกันประมาณ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มของสีอินดิโก้บนผ้าหรือฝ้ายจะขึ้นอยู่กับจำนวนผ้าและจำนวนครั้งที่นำผ้าหรือฝ้ายลงย้อม โดยทั่วไปประมาณ 10-15 ครั้ง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) เมื่อน้ำย้อมในหม้อย้อมขึ้นฟองเป็นสีน้ำเงินม่วงเหลือบเงิน และมีสารละลายเป็นสีเหลือง แสดงว่า สารคราม (Indigo) ถูกเปลี่ยนเป็น ลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo) ซึ่งพร้อมจะย้อมผ้าได้แล้ว และเมื่อวัดค่าความเป็นกรด–ด่างของน้ำย้อมจะอยู่ในช่วง 10.5–11.5 จึงทำการย้อม โดยนำฝ้ายหรือผ้าที่ทำความสะอาดขจัดกาวและไขมันไว้เรียบร้อยแล้วไปชุบน้ำเปล่าบิดพอหมาด ก่อนการย้อมทุกครั้งต้องตักน้ำย้อมในหม้อออกก่อน 1 ขัน นำไปผสมรวมกับน้ำย้อมสำหรับเติมที่เตรียมไว้ พักไว้และเติมลงไปในหม้อย้อมหลังจากที่ย้อมเสร็จในตอนเย็นของแต่ละวัน เพื่อเป็นการเติมหัวเชื้อของสารคราม (Indigo) ในหม้อย้อม เตรียมสำหรับการย้อมในวันต่อไป นำฝ้ายหรือผ้าที่ชุบน้ำพอหมาดแล้ว ลงย้อมในหม้อในขณะที่นำฝ้ายหรือผ้าลงย้อม ใช้มือบีบและขยี้ฝ้ายหรือผ้า ในน้ำย้อมห้อมประมาณ 5-10 นาที ดูจนฝ้ายหรือผ้าดูดซึมน้ำย้อมห้อมเข้าเส้นใยจนชุ่มดีแล้วจึงบีบน้ำย้อมห้อมออกนำขึ้นจากหม้อน้ำย้อมห้อม ตบๆ คลี่ให้ฝ้ายหรือผ้า โดนอากาศสัก 2-3 นาที จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายสารส้ม 1 เปอร์เซ็นต์ (สารส้ม 10 กรัม ผสมกับน้ำเปล่า 1 ลิตร) หรือสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ประมาณ 5 นาที นำไปหมักไว้ในถุงพลาสติกเพื่อรอย้อมในครั้งต่อไป การใช้สารละลายสารส้มหรือสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เลือกใช้สารชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เมื่อถึงเวลาย้อมจึงนำฝ้ายหรือผ้า

ออกจากถุงพลาสติกนำไปย้อม เมื่อย้อมเสร็จแล้วนำน้ำย้อมสำหรับเติมที่เตรียมไว้เติมลงในหม้อย้อมปริมาณ 1-2 ลิตร แล้ว โจก 4-5 ครั้ง เพื่อให้น้ำย้อมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำฝ้ายหรือผ้าที่ย้อมจนได้เป็นสีที่พอใจแล้วไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิทนำไปซักในน้ำสะอาดจนน้ำใส นำไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิทอีกครั้ง เตรียมไว้สำหรับตัดเย็บหรือทำผลิตภัณฑ์หม้อห้อม

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. เนื้อห้อม
2. ขี้เถ้า
3. น้ำด่าง (ได้จากขี้เถ้า)
3. กรด Tataric (ได้จากมะขามเปียก : น้ำ อัตราส่วน 1:2)
4. กระถางดินเผาเคลือบไม่มีรูด้านล่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
5. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
6. ผ้าฝ้าย ขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 144 ผืน

แผนการทดลองแบบ 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

วิธีการ

1. เตรียมน้ำย้อมห้อม ทุกกรรมวิธีใช้ปริมาณเนื้อห้อม 1 กิโลกรัม เท่ากัน และน้ำด่างปริมาณ 6 ลิตร ตามกรรมวิธี ทั้ง 6 กรรมวิธี
2. กวนเนื้อห้อมให้ละลายในน้ำด่าง เป็นน้ำย้อมห้อม
3. เติมกรด Tartaric ที่อยู่ในรูปน้ำมะขามเปียก ซึ่งได้จากน้ำมะขามเปียก 100 กรัม ผสมกับน้ำ 200 กรัม มีค่า pH 3-4 กวนให้เข้ากับน้ำย้อมห้อม
4. แล้วใช้ขันน้ำตักน้ำย้อมที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ตักน้ำย้อมยกสูง 50-60 เซนติเมตร แล้วเทลงถังเดิมเพื่อให้เกิดฟองอากาศ ประมาณ 4-6 ครั้ง ในตอนเช้าและเย็น เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้แก่น้ำย้อม
5. ตั้งทิ้งไว้ ค่อยสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อม ที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวทำเช่นเดียวกันทุกวันจนกระทั่งเปลี่ยนสี บันทึกระยะเวลาในการเปลี่ยนสี
6. เตรียมผ้าฝ้ายสีขาว ซักผ้าด้วยผงซักฟอก และล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อขจัดกาวและไขมันออกบิดพอหมาด แล้วตัดผ้าขนาด 20x20 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 6 หน่วยการทดลอง รวม 36 ผืน มี 4 ซ้ำ รวมใช้ผ้าทั้งหมด 144 ผืน
7. ก่อนทำการย้อมให้ตักน้ำย้อมจากในหม้อออก 1 ลิตร เพื่อนำไปเติมน้ำย้อมในหม้อหลังจากทำการย้อมแล้ว

กรมวิชาการเกษตร

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 เติมอากาศให้หม้อย้อมโดยการใช้ขันตักน้ำย้อมยกสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร แล้วเทกลับหม้อเดิม เพื่อให้น้ำย้อมผสมเป็นเนื้อเดียวกันเก็บน้ำย้อมไปใช้ต่อไป

11. สุ่มตัวอย่างผ้าที่ย้อมห้อมส่งทดสอบความคงทนของสีและวัดระดับความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

12. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

บันทึกข้อมูล

ระดับสีของผ้า ค่าความเข้มของสีที่ได้จากเครื่องวัดสี Hunter Lab และความคงทนของสี

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2561 – สิ้นสุด 30 กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

ผลการวิจัย (Results)

1. การทำน้ำด่างให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการเตรียมน้ำย้อมห้อม

น้ำด่างที่ใช้สำหรับเตรียมน้ำย้อมห้อมแบบธรรมชาติได้จากขี้เถ้าไม้เนื้อแข็ง เป็นขี้เถ้าที่มีคุณภาพดีใช้เป็นผลิตน้ำด่างจากธรรมชาติที่มี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 13-14 ขั้นตอน การทำน้ำด่างให้ที่มีคุณภาพดี มีดังนี้

เตรียมวัสดุและอุปกรณ์

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

2. เตรียมขี้เถ้า

3. เตรียมน้ำเปล่า

4. เตรียมชั้นวางถังพลาสติกที่บรรจุขี้เถ้ามีความสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร

ขั้นตอนการทำน้ำด่าง

1. ใส่ขี้เถ้าลงในถังพลาสติกทีละชั้น แล้วฉีดพรมน้ำให้ขี้เถ้ามีความชื้นเล็กน้อย กดขี้เถ้าลงไปให้แน่นที่สุด

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

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

4. ค่อยๆ เติมน้ำปริมาณ 40 ลิตร ลงในถังด้านบนของขี้เถ้า ปล่อยให้น้ำค่อยๆ ไหลผ่านชั้นขี้เถ้าอย่างช้าๆ ลงสู่ถังพลาสติกที่รองรับ เติมน้ำจนหมด 40 ลิตร จะได้น้ำด่างที่มี pH 14 ประมาณ 20 ลิตร แยกเก็บน้ำด่างชุดที่ 2 ไว้ และนำไปเติมลงในถังด้านบนของขี้เถ้า ปล่อยให้น้ำค่อยๆ ไหลผ่านชั้นขี้เถ้าอย่างช้าๆ ลงสู่ถังพลาสติกที่รองรับ เติมน้ำจนหมด 40 ลิตร จะได้น้ำด่างที่มี pH 12-14 ประมาณ 20-30 ลิตร น้ำด่างชุดนี้หากมี pH 14

กรมวิชาการเกษตร

สามารถนำมาใช้ได้ หรือจะนำน้ำด่างมาวนอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของขี้เถ้า หากน้ำด่างมี pH ต่ำกว่า 12 ให้นำไปใช้แทนน้ำเปล่าที่เติมในขี้เถ้าที่เปลี่ยนใส่ถังใหม่ ก็จะได้น้ำด่างที่มี pH 14 ได้เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 2.1)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(ฉ)

(ช)

ภาพที่ 2.1 เจาะรูก้นถังพลาสติก (ก) นำขี้เถ้าใส่ถังพลาสติกแล้วกดให้แน่นทีละชั้น (ข-ค) ชั้นวางที่ใส่ขี้เถ้าไว้ชั้นด้านบน ค่อยๆ ตักน้ำใส่บนขี้เถ้า (ง) น้ำจะค่อยๆ ไหลลงภาชนะที่รองรับด้านล่าง (ฉ) ลักษณะน้ำด่างคุณภาพดี มีค่า pH 14 และมีความเข้มข้น (ช)

สารวิชาการเกษตร

2. กรด Tartaric ในมะขามเปียกสำหรับการเตรียมน้ำย้อมห้อม

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

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.2 มะขามเปียก (ก) น้ำมะขามเปียก อัตราส่วนระหว่างมะขามเปียกและน้ำ 1 : 2 (ข)

3. กระบวนการเตรียมน้ำย้อมห้อมธรรมชาติ

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 คนให้ละลายในน้ำด่าง นำน้ำมะขามเปียก จำนวน 600 กรัม ใส่ลงไปในน้ำห้อม และกวนให้เข้าน้ำห้อม ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิม (โจก) เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำห้อม แล้วปล่อยทิ้งไว้น้ำห้อมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันถัดไป รอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน (ภาพที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 2.3 นำน้ำด่างใส่กระถางที่ไม่มีรูที่ก้นกระถาง เจาะรูก้นถังพลาสติกจำนวน 12 ลิตร แล้วใส่เนื้อห้อมลงไปใส่กระถางจำนวน 2 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้ละลายในน้ำด่าง (ก) นำน้ำมะขามเปียกใส่ลงไปในน้ำห้อมและกวนให้เข้าน้ำห้อม (ข) ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิม (โจก) เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำห้อม แล้วปล่อยทิ้งไว้ (ค) น้ำห้อมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันถัดไป รอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน และมีฟองสีน้ำเงินเหลือบม่วง (ง)

4. การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำย้อมห้อม

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 2.1)

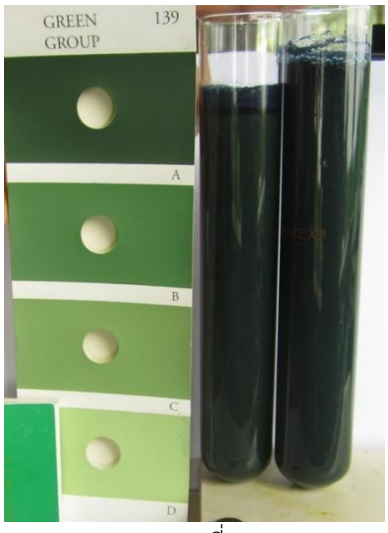
ตารางที่ 2.1 การเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรดTartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร เมื่อเดือน พฤษภาคม 2562

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 2.3)

กรมวิชาการเกษตร



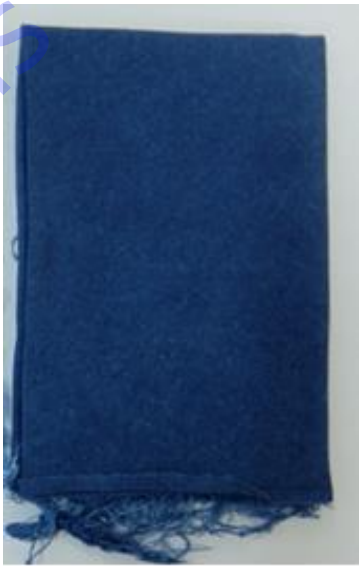
(ก) สูตรที่ 1 และ 2
สีเขียว (green group) 139A

(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 5

ภาพที่ 2.3 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)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

5. ความคงทนของสี (Color Fastness) จากผ้าที่ย้อมห้อม

ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ผลจากการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีของห้อมจากน้ำย้อมทั้ง 6 สูตร พบว่า ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* g เป็นระบบสี L*a*b* (บางครั้งเรียกว่า CIELAB) เป็นอีกระบบหนึ่งที่นิยมกันมากในการนำมาใช้วัดค่าสีและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในหลายๆ วงการ โดยหน่วยสีนี้เป็นประเภทที่มีสเกลสม่ำเสมอ (Unifom) ซึ่งได้ถูกกำหนดโดย CIE ในปี 1976 เพื่อแก้ปัญหาการแปลค่าสีที่เกิดขึ้นในระบบ Yxy เพราะพบว่าระยะห่างระหว่าง x กับ y บนไดอะแกรมสีจะไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของสีที่เกิดจากการมองเห็นจริง ในระบบสี L*a*b* นี้ ค่า L* จะหมายถึง ความสว่าง ส่วน a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ค่า a* และ b* จะ

บอกถึงทิศทางของสี เช่น +a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง -a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว, +b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง และ –b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ค่า L* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมจากน้ำย้อมทั้ง 6 สูตร โดยย้อมจำนวน 2 ครั้ง พบว่าสูตรที่ 5 ย้อมสีติดมากที่สุด สีค่อนข้างเข้มมีค่า L* 42.15 ส่วนสูตรอื่นๆ ย้อมผ้าได้สีน้ำเงินอ่อน มีค่า L* ระหว่าง 56.16-78.82 แสดงว่ามีสีค่อนข้างซีด 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 ส่วนผ้าที่ย้อมสูตรอื่นๆ มีสีเข้มน้อยกว่า (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่างที่มี pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

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

กรมวิชาการเกษตร

6. ระดับความคงทนต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าที่ย้อมห้อม

ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) มีทั้งหมด 8 ระดับ คือ 1) ใช้ไม่ได้ (very poor) 2) แย่ (poor) 3) พอใช้ได้ (moderrate) 4) พอใช้ได้ค่อนข้างดี (fair) 5) ดี (good) 6) ดีมาก (very good) 7) ดีเยี่ยม (excellent) และ 8) ดีเลิศ (maximum light fastness) ผลการทดลองพบว่าระดับความคงทนของผ้าฝ้ายย้อมห้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร อยู่ในระดับ 2 อยู่ในระดับ แย่ (poor) ซึ่งแสดงว่าผ้าย้อมห้อมไม่ทนต่อแสง ดังนั้นเมื่อซักเสร็จควรตากไว้ในที่ร่ม และควรเก็บรักษาไว้ในตู้ทึบแสง ควรมีคำแนะนำข้อควรระวังในเรื่องการซักและตากผ้า (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อม เมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

สูตรน้ำย้อมห้อม	ระดับความคงทนของสีต่อแสง	ความหมาย
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

*ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) มี 8 ระดับ 1) ใช้ไม่ได้ (very poor) 2) แย่ (poor) 3) พอใช้ได้ (moderrate) 4) พอใช้ได้ค่อนข้างดี (fair) 5) ดี (good) 6) ดีมาก (very good) 7) ดีเยี่ยม (excellent) และ 8) ดีเลิศ (maximum light fastness)

7. ผลต่อความคงทนของสีต่อการซัก (Washing colour fastness rating) ของผ้าที่ย้อมห้อม

ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) มี 7 ระดับ คือ 1) แย่มาก (very poor) สีซีดมาก 2) แย่ (poor) สีซีดค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง (moderate) สีซีดปานกลาง 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี (fair) สีซีดปานกลาง 4) ดี (good) สีตกซีดเล็กน้อย 4-5) ดี-ดีมาก (very good) สีซีดเล็กน้อย 5) ดีมาก (excellent) สีไม่ตกซีดเลย (no fading at all) ผลการทดลองพบว่าค่าความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมน้ำย้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมในระดับความคงทน 4-4-5 (ดี-ดีมาก) แสดงว่าสีซีดนิดหน่อยหากนำไปซักในน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 40-60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2.4)

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.4 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

*ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการสีซีดของสี มี 7 ระดับ 1) แย่มาก (very poor) สีซีดมาก 2) แย่ (poor) สีซีดค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง (moderate) สีซีดปานกลาง 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี (fair) สีซีดปานกลาง 4) ดี (good) สีตกซีดเล็กน้อย 4-5) ดี-ดีมาก (very good) สีซีดเล็กน้อย 5) ดีมาก (excellent) สีไม่ตกซีดเลย (no fading at all)

8. ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Color staining) ของผ้าที่ย้อมห้อม

ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Color staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ ผ้าขนสัตว์ (wool) ผ้าสังเคราะห์ (acrylic) ผ้าเส้นใยสังเคราะห์ (polyester) ผ้าไนลอน (nylon) ผ้าฝ้าย (cotton) และผ้าจากเส้นใยเซลลูโลส (secondary cellulose acetate) ความคงทนของสีต่อการซัก (Washing colour fastness rating) มีระดับความคงทนของสีต่อการเปื้อนติดสี มี 7 ระดับ คือ 1) แย่มาก (very poor) สีเปื้อนติดมาก 2) แย่ (poor) สีเปื้อนติดสีค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง (moderate) สีเปื้อนติดปานกลาง 3-4) ปานกลาง-ดี (fair) สีเปื้อนติดเล็กน้อย 4) ดี (good) สีเปื้อนติดนิดหน่อย 4-5) ดี-ดีมาก (very good) สีเปื้อนติดนิดหน่อย 5) ดีมาก (excellent) สีไม่เปื้อนติดเลย (no fading at all) ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี ของผ้าฝ้ายย้อมห้อม ที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ให้ผลดีมาก สีไม่เปื้อนติดผ้าชนิดอื่นเลย ส่วนที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่า มีการเปื้อนสีติดผ้าไนลอน (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

สูตรน้ำย้อมห้อม	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

*ระดับความคงทนของสีต่อการเปื้อนติดสี มี 7 ระดับ 1) แย่มาก สีเปื้อนติดมาก 2) แย่ สีเปื้อนติดสีค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง สีเปื้อนติดปานกลาง 3-4) ปานกลาง-ดี สีเปื้อนติดเล็กน้อย 4) ดี สีเปื้อนติดนิดหน่อย 4-5) ดี-ดีมาก สีเปื้อนติดนิดหน่อย 5) ดีมาก สีไม่เปื้อนติดเลย

อภิปรายผล (Discussion)

การเตรียมน้ำย้อมห้อมให้มีคุณภาพขึ้นอยู่กับการเตรียมวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบแต่ละชนิดให้มีคุณภาพ และขึ้นอยู่กับเทคนิคของแต่ละผู้ประกอบการ จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญในทุกรายละเอียดตั้งแต่การทำเนื้อห้อมหรือห้อมเปียกใบห้อมที่ใช้ไม่อ่อนเกินไป เติมน้ำให้ท่วมแช่ไว้นาน 24-48 ชั่วโมง โดยส่งเกตจากสีของใบห้อมเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองซีดและยังไม่เกิดการเน่าเละ ได้น้ำสีเขียวใส ไม่ขุ่น เติมปูนขาว 120 กรัมต่อใบห้อม 1 กิโลกรัม เนื้อห้อมที่มีคุณภาพดี ต้องเนื้อเนียนละเอียด สีน้ำเงินเข้มสดใสและเป็นเงา การเตรียมน้ำด่างจากขี้เถ้ามีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน ต้องเตรียมให้ได้ความเค็มคงที่ สำหรับในจังหวัดแพร่ใช้ขี้เถ้าจากเตาอบลมร้อนพลังงานไฟฟ้า ซึ่งได้ขี้เถ้าที่มีคุณภาพดี ปล่อยทิ้งไว้ให้ขี้เถ้าเย็น โดยไม่ได้รดน้ำดับไฟ หากเป็นขี้เถ้าที่ปล่อยทิ้งไว้นานสารละลายเกลือจากขี้เถ้าก็ซึมลงดินจะนำมาเตรียมน้ำย้อมไม่ได้ ทั้งนี้การเตรียมน้ำย้อมห้อมให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น ฟองและความหนืดของน้ำย้อมทุกวัน โดยทุกเช้าและเย็น ต้องตักน้ำย้อมยกขึ้นสูงประมาณ 1 ฟุต แล้วเทน้ำย้อมกลับคืนลงหม้อเดิม 4-5 ครั้ง เรียกว่าโจก ทำทุกวันจนกว่าสีของน้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองถึงสีเหลืองเข้ม มีฟองสีน้ำเงินเข้มขุ่น เป็นสีน้ำเงินเหลือบม่วงเป็นเงาแวว จึงสามารถย้อมผ้าได้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่ติดสีและมีความคงทนของสีต่อแสง การซัก และการเปื้อนของสี ดีที่สุด คือ การใช้ส่วนผสมสัดส่วนระหว่างเนื้อห้อม น้ำด่าง และกรดทาร์ทาริก Tataric จากน้ำมะขามเปียก คือ เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 และน้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมน้ำย้อมห้อม และประสิทธิภาพการย้อมติดสีที่ดีขึ้นอยู่กับชนิดผ้าที่นำมาย้อมในแต่ละครั้ง

จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของสีต่อแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม

ประนอม ใจอ้าย[/1] สุทธินี เจริญคิด[/1] อังคณา พวงเงินมาก[/2]

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติด้านความคงทนของผ้าฝ้ายและผ้าไหมหลังจากทำการย้อมห้อมด้วยจำนวนครั้งที่ต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 6 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ แบ่งเป็นการย้อม 1 3 5 7 และ 9 ครั้ง การย้อมผ้า 1 ครั้ง เริ่มจากตัดผ้าฝ้ายและผ้าไหมขนาด 20x20 เซนติเมตร ชุบน้ำบิดให้หมาด ย้อมในน้ำย้อมห้อมที่เตรียมจนเกิดสีเหลืองอัตราส่วนน้ำย้อมห้อม 1 ลิตร ต่อผ้า 1 ผืน นาน 1 นาที บีบน้ำส่วนเกินออกแล้วคลี่ผ้าให้สัมผัสอากาศ 5 นาที จากนั้นซักด้วยน้ำสะอาด 4 ครั้ง ผึ่งให้หมาด เก็บในถุงพลาสติก จัดเป็นการย้อม 1 ครั้ง ย้อมซ้ำตามกรรมวิธี ที่กำหนด เสร็จแล้วนำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง สุ่มตัวอย่างผ้าที่ย้อมห้อมแล้วไปวิเคราะห์ลักษณะสีและความคงทนของสีและการซัก ณ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลการทดลองพบว่า ความแข็งแรงของสี (color strength) เพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบที่ย้อม ผ้าฝ้ายย้อมติดสีน้ำเงินเข้มกว่าผ้าไหมที่จำนวนการย้อมเท่ากัน พิจารณาจากค่า K/S ของผ้าฝ้ายอยู่ในช่วง 10.26-33.15 ผ้าไหมอยู่ระหว่าง 4.39-15.19 เมื่อพิจารณาความคงทนของสีหลังย้อม ผ้าทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติทนต่อแสงในระดับ 5 คือ ทนต่อแสงดี เหมือนกันทุกกรรมวิธีที่ทดสอบ ขณะที่การทดสอบความทนต่อการซักแบ่งออกเป็น การซีดและการเปื้อนติดสีพบว่า หลังจากซักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกกรรมวิธีมีค่าการซีดและการเปื้อนติดสีระดับ 5 หรือดีมาก ผ้าที่ย้อมได้ ไม่ซีดตกและไม่เปื้อนติดสีจากการทดสอบกับผ้าเลย การเพิ่มอุณหภูมิการซักเป็น 60 องศาเซลเซียส ทำให้คุณสมบัติด้านสีตกและเปื้อนติดสีไนลอนลดลงทุกกรรมวิธีย้อม ความทนของผ้าฝ้ายและผ้าไหมต่อแสงอยู่ในระดับ 4-5 คือ ดี-ดีมาก ผ้าย้อมมีสีซีดลงนิดหน่อย ส่วนการทดสอบการเปื้อนพบว่า ทุกกรรมวิธีที่ซักสีจากผ้าฝ้ายและผ้าไหมเปื้อนติดผ้าไนลอนได้ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: ห้อม จำนวนการย้อม ความทนต่อแสง ความทนต่อการซัก ผ้าฝ้าย ผ้าไหม

กรมวิชาการเกษตร

[/1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

[/2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1

Effect of Dye Count on the Fastness Properties of Natural Indigo Dyed Cotton and Silk Fabrics

Pranom Chaiai[/1] Sutthinee Charoenkid[/1] Ungkana Poungngenmak[/2]

Abstract

This research investigated the fastness properties of cotton and silk textiles after immersion-oxidation cycles. The treatments were run through a randomized complete block design involving six treatments, each with four replications. The fabrics were submerged in a yellowish indigo solution at different counts of dyeing cycles, e.g. 1, 3, 5, 7, and 9. The proper immersion was ensured by adding a piece of 20 x 20 wetted fabric to a dyeing bin containing a liter of white indigo liquid for one minute, pressing to remove the excess, and exposing the dyed item to the air for five minutes. The obtained fabric was then hand washed four times, damped in the air, and kept in a plastic bag. This whole process represented a single dyeing. The finished cotton and silk samples were selected randomly for color characteristics (CIELAB) and fastness to light and washing. All parameters were carried out at the Department of Industrial Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University. The result demonstrated the color strength of both fabrics increased with the number of dyeing cycles applied, and the cotton textile provided a darker blue color after coloring than silk at the same dye count. The K/S value of dyed cotton ranged from 10.26–33.15, whereas the dyed silk K/S value fell in the range of 4.39–15.19. In terms of fastness measurements, both dyed items scaled five of the good fastness to light at all dye counts. The fastness to washing was divided into two parameters: color alteration and color staining. After washing in 40°C water, every treatment of the fabrics offered the maximum color alteration and staining scale of 5, with no fading or staining at all. On the other hand, increasing the laundry temperature to 60 °C resulted in a decrease in color alteration and nylon staining properties to levels 4-5 and 3-4, respectively, which refer to very good color alteration and moderate to fair nylon staining. All dye counts gave the same results.

Keywords: indigo, dye count, light fastness, wash fastness, cotton, silk

กรมวิทยาศาสตร์

[/1] Phrae Agricultural Research and Development Center

[/2] Office of Agricultural Research and Development Region 1

บทนำ (Introduction)

ผ้าหม้อห้อมในอดีตเป็นผ้าฝ้ายทอมือที่นำดอกฝ้ายขาวมาทำเป็นเส้นด้ายแล้วทอด้วยกี่ทอผ้าพื้นเมือง จนได้ผ้าดิบสีขาว จากนั้นจึงนำไปตัดเย็บให้เป็นเสื้อ หรือกางเกงแล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาดไว้ประมาณ 1-2 คืน แล้วมาทำการทุบหรือฟาดกับไม้กระดานจนทำให้เนื้อผ้าอ่อนตัวลง แล้วนำมาย้อมในน้ำห้อมที่ได้จากการหมัก ของต้นห้อมหรือต้นคราม โดยการขยำผ้าให้เข้ากับน้ำห้อม แล้วพลิกกลับไปมาหลาย ๆ ครั้งจนสีน้ำห้อมกลืนเข้าไปในเนื้อผ้าจนทั่ว และมีสีเสมอกันทั้งผืนซึ่งวิธีการทำเช่นนี้ชาวไทยพวนเรียกว่า “จก” หรือ “จกหม้อห้อม” หลังจากขยำผ้าจนสีน้ำหอมซึมซับเข้าไปในเนื้อผ้าจนเสมอกันทั้งผืน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15 นาที ก็บิดน้ำห้อมออก แล้วนำไปผึ่งแดดเป็นการย้อมครั้งที่ 1 ซึ่งสีของน้ำห้อมยังไม่ซึมซับเข้าไปเนื้อผ้าอย่างเต็มที่ ผ้าที่ย้อมครั้งที่ 1 ยังเป็นสีอ่อน ๆ จึงต้องนำไปย้อมอีกประมาณ 4-5 ครั้ง จนได้ผ้าหม้อห้อมที่มีสีเข้มตามต้องการ กระบวนการผลิตผ้าทอในพื้นที่ภาคเหนือด้วยสีย้อมธรรมชาติ การนำเส้นฝ้ายที่มีทั้งสีขาวและสีต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการย้อมสีธรรมชาติเพื่อนำมาทอเป็นผ้าผืน การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายแต่ละครั้งจะได้สีที่ติดเส้นด้ายฝ้ายที่ไม่มีความสม่ำเสมอ ทำให้ต้องนำกลับมาย้อมทับอีกครั้งเพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการ หรืออาจจะไม่ย้อมทับ สีที่ใช้ย้อมเส้นด้ายจะได้จากวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น ห้อม ให้สีน้ำเงินแก่ คราม ให้สีน้ำเงิน เปลือกประดู่ ให้สีน้ำตาลอมแดง ใบตะเพียนหนู ให้สีเขียวอมเหลือง เมล็ดคำแสด ให้สีแสด ครั่ง ให้สีแดง มะเกลือ ให้สีดำหรือสีเทา ใบลำไย ให้สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเปลือกไข่ ใบมะม่วงให้ สีเขียวอมเหลือง ขมิ้นให้สีเหลือง ใบหูกวางให้สีเขียว เป็นต้น การย้อมสีเส้นด้ายมีทั้งการย้อมแบบเย็นและแบบร้อน กระบวนการในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้าย การพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติด้วยห้อม ให้ได้เฉดสี กลุ่มสีเดียวกันที่แบ่งเป็นหลายโทนสี การการย้อมสีทับ 15 ครั้ง แต่ละครั้งจะใช้ระยะเวลา 30 นาที เพื่อดูค่าของเฉดสีที่ได้จากการย้อมสีทับ และการใช้สีจากวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่แล้วเช่น เปลือกประดู่ ใบสัก ใบลำไย ใบมะม่วง ขมิ้น ใบหูกวาง มะเกลือ แล้วมาผสมสีน้ำเงินที่ได้จากห้อมโดยวิธีการย้อมสีทับ เพื่อหาเฉดสีใหม่ โดยการทดสอบการย้อมร้อนแล้ว นำมาย้อมเย็น และการย้อมเย็นก่อนแล้วนำมาย้อมร้อน การกำหนดระยะเวลาในการย้อมสีทับที่แตกต่างกัน ดังนั้นกระบวนการย้อมสี เฉดสีใหม่ ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้บริโภคสามารถเลือก และกำหนดสีได้จาก สูตรการย้อมสีที่กำหนดรหัสของสีไว้แล้ว ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน กระบวนการย้อมสีผ้าฝ้ายพื้นเมืองพื้นที่ภาคเหนือ วัตถุดิบที่มีปริมาณมากและสามารถนำมาใช้ในการย้อมสีได้มี 8 ชนิด คือ ห้อม ประดู่ ใบสัก ใบลำไย ใบมะม่วง ขมิ้น ใบหูกวาง และมะเกลือ และกระบวนการเพิ่ม จำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อม พบว่ากระบวนการย้อมสีโดยการย้อมสีทับเพื่อให้เกิด เฉดสีใหม่ โดยใช้ห้อมเป็นตัวหลักในการย้อมสี ทำให้เกิดโทนสีที่มีความแตกต่างกันกับสีเดิม เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ (สุวิมลและคณะ, 2557)

การเตรียมน้ำย้อมเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เนื่องจากสารอินดิโก้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นในการเตรียมน้ำย้อมจึงต้องมีการปรับสภาวะในหม้อให้สมดุล เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิและปริมาณเนื้อห้อม ในสภาวะที่เหมาะสม ที่จะทำให้ผ้าที่ย้อมติดสีในระดับสีน้ำเงินอ่อนถึงสีน้ำเงินเข้มมาก ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคซึ่งมีความต้องการไม่เหมือนกัน โดยทั่วๆ ไปมีส่วนประกอบ ได้แก่ เนื้อห้อมหรือห้อมเปียก 1 กิโลกรัม ผสมกับน้ำด่าง 1.5-2 ลิตร กวนให้เป็นเนื้อเดียวกันเติมน้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร กวนส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันประมาณ 30–40 นาที จนเกิดฟอง สารอินดิโก้จะถูกรีดิวส์ให้เป็นลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo หรือ White indigo) ซึ่งมีสีเหลืองและละลายน้ำได้ “แสดงว่าเกิดครามแล้ว” แต่ไม่สามารถนำไปย้อมได้ ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรด–ด่างของน้ำห้อมยังไม่อยู่ในสภาพที่จะย้อมได้ ค่าความเป็นกรด–ด่าง ที่เหมาะสมที่จะย้อม คือ pH 10.50–11.00 เมื่อผสมส่วนผสมทั้งหมดแล้ว ตั้งทิ้งไว้จนกว่าจะได้ค่า pH ที่กำหนด โดยการดูแลเอาใจใส่ด้วยการนำขันตักน้ำย้อมจากในหม้อขึ้นสูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร แล้วเทกลับที่เดิม เป็นการเติมอากาศให้หม้อย้อม เกษตรกรเรียกวิธีการนี้ว่า “โจก” ทำวันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าและตอนเย็น

จนกว่าจะใช้ย้อมได้ โดยสังเกตจากฟองที่อยู่บนน้ำย้อมซึ่งจะเกิดสีน้ำเงินเข้มออกม่วงฟองไม่ยุบ ส่วนด้านล่างของน้ำย้อมจะมีสีเหลืองเหมือนกับขมิ้น จึงสามารถทำการย้อมผ้าได้ โดยสารลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้น สัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเป็นสีเขียวเข้มและกลายเป็นสีน้ำเงินที่เส้นใยผ้าในการย้อมสีธรรมชาติจากห้อมจะทำการย้อมวันละ 2 ครั้งเท่านั้น คือ ตอนเช้าและตอนเย็น ทั้งนี้ก็เพื่อให้สารอินดิโก้ที่มีอยู่ในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นลิวโคอินดิโก้ และให้มีการเพิ่มปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าหรือฝ้ายในครั้งต่อไปได้ โดยระยะเวลาในการย้อมแต่ละครั้งจะต้องห่างกันประมาณ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มของสีอินดิโก้บนผ้าหรือฝ้ายจะขึ้นอยู่กับจำนวนผ้าและจำนวนครั้งที่นำผ้าหรือฝ้ายลงย้อม ซึ่งมีความสำคัญ และมีผลต่อเฉดสี ความสวยงามของผ้าที่ได้ตามความต้องการของตลาด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) จนทำให้ผลิตภัณฑ์ ผ้าหม้อห้อมขยายตัวทั้งปริมาณและคุณภาพ การส่งเสริมด้านการตลาดจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันที่จะนำไปสู่ผลกำไรที่จะเกิดขึ้นกับผู้ผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์หม้อห้อมมีความหลากหลายมากขึ้นมีสีสันอื่น ๆ เข้ามาประกอบกับสีโทนคราม น้ำเงิน ไม่เฉพาะเสื้อผ้าแต่กลายเป็นของใช้ หมอน เบาะ ผ้าม่าน ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากขึ้น (ฝ่ายส่งเสริมอุตสาหกรรมจังหวัดแพร่, 2554)

ดั้งนั้นจึงได้ทำการศึกษาจำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม เพื่อทดสอบความคงทนของสีย้อมห้อมต่อแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม เพื่อเพิ่มเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ชุมชน

การทบทวนวรรณกรรม

1. แหล่งให้สีน้ำเงินของห้อม

ต้นห้อม เป็นพืชที่ให้สีครามเหมือนกับต้นครามแต่เป็นพืชต่างวงศ์กัน เมื่อนำมาหมักในน้ำจะให้สารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxyl) เมื่ออินโดซิลถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะได้สารสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า อินดิโก้ (Indigo / Indigo blue) สูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $C_{16}H_{10}N_2O_2$ โดยทั่วไป อินดิโกจัดอยู่ในสีย้อมธรรมชาติ เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ในสภาวะด่างได้สารละลายเป็นสีเหลืองใส เรียกว่า ลิวโคอินดิโก้ (Indigo-white หรือ Leuco form) (นิตยา, 2544)

Indigo white จะแทรกตัวเข้าไปในเส้นไยฝ้าย เรียกกระบวนการนี้ว่า Skying เมื่อ Leuco form ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า (Vuorema, 2008 และ Rajeshwar et al., 2008) จากลักษณะการเกิดสีดังกล่าวสีห้อมจึงอยู่ในกลุ่มวิธีสีย้อมธรรมชาติสีแวต จากการแยกชนิดสีย้อมธรรมชาติออกเปน 3 วิธี คือ สีย้อมธรรมชาติประเภทย้อมตรง (Direct Dyes) สีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) และสีย้อมธรรมชาติประเภทมอร์แดนท์ (Mordant Dyes หรือ Adjective Dyes หรือ Indirect Dyes) โดยที่สีย้อมแต่ละประเภทจะมีสูตรโครงสร้างทางเคมี สมบัติของสีย้อม ตลอดจนวิธีใช้ที่แตกต่างกัน ในการย้อมสีแวตต้องอาศัยตัวรีดิวซ์ที่ช่วยกระตุ้นการเปลี่ยน Indigo blue ให้อยู่ในรูป Indigo white เข้าสร้างพันธะไฮโดรเจนกับเซลลูโลสของเส้นไยฝ้ายทำให้เกิดการติดสีน้ำเงินของ Indigo ได้ดีขึ้นไป ตัวรีดิวซ์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เช่น โซเดียมไดไทโอไนต์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($Na_2S_2O_4$/NaOH) แต่ผลข้างเคียงเกิดซัลไฟด์ และไทโอซัลเฟตซึ่งเป็นพิษ จึงเปลี่ยนมาใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์ ($NaBH_4$) (Meksi et al., 2007) ต่อมาองค์กรต่างๆ จึงมีการกำหนดมาตรฐานสิ่งทอออกมา เช่น มาตรฐาน Eco-Tex Standard (Eko-Tex standard 100) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ให้การรับรองผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ถูกพัฒนาขึ้นในปีคริสต์ศักราช 1992 โดยสถาบันสิ่งทอภาคพื้นยุโรป ตัวอย่างของสิ่งอันตรายต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีสิ่งทอได้แก่ การใช้สีย้อม

ที่มีสารก่อมะเร็ง (Banned Carcinogenic Dyes) ได้แก่ สีย้อมที่ประกอบด้วยหมู่ให้สีเอโซ (AZO) เป็นต้น การใช้สีย้อมที่ก่อให้เกิดความระคายเคือง (Allergenic Dyes) การใช้สีย้อมที่ไม่มีความคงทน สีตกง่าย (Loose Dye) (กองบรรณาธิการ, 2006) ดังนั้น จึงเกิดความสนใจในการนำเอาสีธรรมชาติมาใช้แทนสีสังเคราะห์ในการย้อมสิ่งทอมากขึ้น เนื่องจากส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคน้อยกว่า

จึงได้มีการศึกษาวิธีการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมัก Indigo blue ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิด Indigo white และศึกษาผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพด่างให้เหมาะสม pH 10.5-11.5 พบว่าเส้นฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและสดใส (อนุรัตน์, 2544) และ Yoshiko *et al.* (1999) ได้ศึกษาการเตรียมน้ำย้อมด้วยวิธี Zinc lime vat โดยผสมฝุ่นผงสังกะสี Indigo blue ปูนกินหมาก เมทานอล และน้ำอุ่น 60 องศาเซลเซียส สามารถทำให้เกิด Indigo white ได้เช่นกัน ส่วนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นนั้นได้มีการนำโลหะซิงค์นาโน มาทำเป็นผ้าครามซิงค์นาโน (หมู่บ้านผ้าครามนาโน, 2555) โดย ดร.กิตติพงศ์ (2558) ได้วิจัยพบว่า ซิงค์ออกไซด์ มีสมบัติพิเศษหลายประการ ได้แก่ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย มีสมบัติที่ดีในด้านการดูดกลืนแสง และใช้ในการผลิตสิ่งทอป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา การกำจัดกลิ่นของเสื้อผ้า เสื้อผ้าทำความสะอาดตัวเอง ผลิตเส้นใยและสิ่งทอที่สามารถป้องกันรังสี UV ได้ จึงมีการพัฒนาขั้นตอนการเตรียมเนื้อห้อมด้วยการเพิ่มส่วนผสมของสังกะสีร่วมกับปูนขาว เป็นการยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นไปสู่เชิงพานิชย์ เพื่อเพิ่มรายได้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปต่อไป

น้ำด่างเป็นส่วนผสมที่สำคัญที่ใช้ในการก่อหม้อและในการย้อม น้ำด่างได้จากการนำขี้เถ้าของต้นกล้วย เหง้ากล้วย ต้นมะขาม ต้นเพกาหรือไม้เบญจพรรณ มาใส่ลงในภาชนะที่เจาะรูเล็กๆ แล้วเติมน้ำเพื่อให้น้ำไหลผ่าน โดยมีอัตราส่วนระหว่างน้ำกับขี้เถ้า เท่ากับ 1 :5 น้ำด่างที่ได้จะต้องมีค่าความเป็นกรด–ด่าง มากกว่าหรือเท่ากับ 12 โดยใช้ pH meter เป็นเครื่องมือวัด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

นำมะขามเปียกไปผสมกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1 :1 คั้นเอาแต่น้ำมาใช้กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ชนิดหนึ่งที่พบตามธรรมชาติในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น มะขาม และเป็นกรดที่พบในไวน์ มีสูตรทางเคมี คือ $C_4H_6O_6$ อยู่ในรูป L-Tartaric acid อาจเรียกว่า L-2-3-Dihydroxysuecinic acid หรือ L-2,3-Dihydroxybutanedioic, กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากในมะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว และกรดนี้ใช้เป็นส่วนผสมของผงฟู (baking powder) กลุ่มหน้าที่ เสริมฤทธิ์กันหืน จับอนุมูลโลหะ (sequestrant) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ปรับความเป็นกรดในอาหาร และเครื่องดื่ม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เนื้อห้อม
2. น้ำด่าง
3. มะขามเปียก
4. หม้อดินเผาเคลือบ
5. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
6. ผ้าฝ้าย ขนาด 30x30 เซนติเมตร จำนวน 144 ผืน
7. ผ้าไหม ขนาด 30x30 เซนติเมตร

- กรรมวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 6 หน่วยการทดลองมี 4 ซ้ำ ดังนี้

1. ศึกษาผ้าฝ้ายย้อมสีห้อมในจำนวนแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 1 ผ้าฝ้ายไม่ได้ย้อมสีจากห้อม (กรรมวิธีควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ผ้าฝ้ายย้อมสีจากห้อม 1 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 3 ผ้าฝ้ายย้อมสีจากห้อม 3 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 4 ผ้าฝ้ายย้อมสีจากห้อม 5 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 5 ผ้าฝ้ายย้อมสีจากห้อม 7 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 6 ผ้าฝ้ายย้อมสีจากห้อม 9 ครั้ง

2. ศึกษาผ้าไหมย้อมสีห้อมในจำนวนแตกต่างกัน

กรรมวิธีที่ 1 ผ้าไหมไม่ย้อมสีจากห้อม (กรรมวิธีควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ผ้าไหมย้อมสีจากห้อม 1 ครั้งห้อม
กรรมวิธีที่ 3 ผ้าไหมย้อมสีจากห้อม 3 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 4 ผ้าไหมย้อมสีจากห้อม 5 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 5 ผ้าไหมย้อมสีจากห้อม 7 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 6 ผ้าไหมย้อมสีจากห้อม 9 ครั้ง

- วิธีดำเนินงาน / ขั้นตอนการวิจัย

1. เตรียมน้ำย้อมห้อมที่มีส่วนผสมประกอบด้วยอัตราส่วน เนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่างที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 13-14 จำนวน 8 ลิตร และน้ำมะขามเปียก 300 กรัม นำส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทิ้งไว้จนน้ำย้อมเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

2. เตรียมผ้าฝ้ายสีขาว ซักทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า เพื่อขจัดกาวและไขมันออกบิดพอหมาด แล้วตัดผ้าขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 144 ผืน

3. ก่อนการย้อมตักน้ำย้อมจากในหม้อออก 1 ลิตร เพื่อนำไปเติมน้ำย้อมในหม้อหลังจากทำการย้อมแล้ว

4. นำผ้าที่ชุบน้ำพอหมาดลงย้อมในหม้อ ใช้มือบีบและขยี้ผ้า ในน้ำย้อมห้อม 2 นาที ดูจนฝ้ายหรือผ้าดูดซึมน้ำย้อมห้อมเข้าเส้นใยจนชุ่มดีแล้วจึงบีบน้ำย้อมห้อมออกนำขึ้นจากหม้อน้ำย้อมห้อม ตบๆ และคลี่ผ้าให้สัมผัสอากาศ 3 นาที เป็นการย้อม 1 ครั้ง นำผ้าที่ย้อมไปซักในน้ำสะอาดจนน้ำใส จำนวน 4-5 ครั้ง นำไปตากในที่ร่มให้แห้งพอหมาด จึงย้อมครั้งต่อไป

5. การนำผ้าลงย้อมครั้งที่ 2-9 ครั้ง ตามกรรมวิธีในน้ำย้อมใหม่และทำเช่นเดียวกัน

6. เมื่อย้อมเสร็จแล้วนำน้ำย้อมที่ตักไว้ในข้อ 3 เติมลงในหม้อที่ย้อมเสร็จแล้ว เติมอากาศให้หม้อย้อมโดยการใช้ขันตักน้ำขึ้นยกสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร แล้วเทกลับหม้อเดิม ทำ 6 ครั้ง เพื่อให้น้ำย้อมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

7. เตรียมผ้าไหมเหมือนกับที่เตรียมผ้าฝ้าย และทำการย้อมเช่นเดียวกัน

8. สุ่มตัวอย่างผ้าที่ย้อมห้อมทดสอบความคงทนของสี และวัดระดับความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

9. ประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ย้อมผ้าหม้อห้อมต่อจำนวนการย้อมห้อมความคงทนต่อแสงและการซักในผ้าฝ้ายและผ้าไหม โดยใช้แบบสอบถาม

10. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกความคงทนของสีต่อการซักได้แก่ การซีดของสี การเปื้อนติดสี ที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส บันทึกความคงทนของสีต่อแสง

กรมวิชาการเกษตร

- บันทึก ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab ได้แก่ C* L* h* a* และ b* เป็นต้น C* เป็นค่าที่บอกเฉดสี L*เป็นค่าสว่างของสี อยู่ในช่วง 0-100 ถ้า 0 หมายถึง มืด ถ้า 100 หมายถึง สว่าง h* เป็นค่ามุมของสี 0 องศา เป็นสีแดง 90 องศา เป็นสีเหลือง 180 องศา เป็นสีเขียว และ 270 องศา เป็นสีน้ำเงิน a* แสดงสีแดงและสีเขียว ถ้า a เป็นบวก หมายถึง สีแดง และถ้า a เป็นลบ หมายถึง สีเขียว b เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง และถ้า b เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

ระยะเวลาการวิจัย ระยะเวลา ปี 2562-2564

ผลการวิจัย (Results)

1. ค่าสีค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายและผ้าไหมย้อมห้อม

การย้อมผ้าฝ้ายด้วยห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง พบว่า ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* จากตารางที่ 1 ผ้าฝ้ายมีค่าความสว่างของสี L* เท่ากับ 16.09-39.39 แสดงว่ามีสีค่อนข้างเข้ม เปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ย้อมสีด้วยห้อมมีค่า L* 88.96 ซึ่งสูงกว่าผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ย้อมห้อม ค่า a* แสดงถึงความเป็นสีเขียว พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมให้ค่าความเป็นสีเขียวมีค่า a* ตั้งแต่ -2.75 ถึง 2.64 ผ้าที่ไม่ได้ย้อมมีค่า a* 0.43 ค่า b* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของสีที่ควรจะเป็นของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม ของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม 1-9 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่ -16.73 ถึง -26.42 แต่ผ้าที่ไม่ได้ย้อมค่า b* -4.11 ซึ่งเป็นสีขาว หรือเป็นสีน้ำเงินต่ำที่สุด (ตารางที่ 3.1)

การย้อมผ้าไหมด้วยห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง ให้ผลเช่นเดียวกัน มีค่าความสว่างของสี L* เท่ากับ 27.00-49.75 มีสีค่อนข้างเข้ม เปรียบเทียบกับผ้าไหมที่ไม่ได้ย้อมสีห้อมมีค่า L* 88.96 ซึ่งสูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมห้อม ค่า a* ตั้งแต่ -6.13 ถึง -0.60 ผ้าที่ไม่ได้ย้อมมีค่า a* 0.19 ค่า b* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงินของผ้าไหมที่ย้อมห้อม 1-9 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่ -22.97 ถึง -0.60 แต่ผ้าที่ไม่ได้ย้อมห้อม b* 17.49 ซึ่งเป็นสีขาว หรือเป็นสีน้ำเงินต่ำที่สุด (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง เมื่อเดือนมีนาคม 2563

จำนวนครั้งการย้อมห้อม	ผ้าฝ้าย				ผ้าไหม			
	L*	a*	b*	K/S	L*	a*	b*	K/S
ไม่ย้อมสี	95.45	0.43	-4.11	0.01	88.96	0.19	17.49	0.02
ย้อม 1 ครั้ง	39.39	-2.75	-25.29	10.26	49.75	-6.13	-20.65	4.39
ย้อม 3 ครั้ง	34.14	-1.10	-25.79	14.81	42.33	-4.31	-22.46	7.62
ย้อม 5 ครั้ง	29.63	0.22	-26.42	20.11	33.31	-1.30	-22.97	12.38
ย้อม 7 ครั้ง	17.41	2.43	-17.92	30.96	30.88	-1.92	-17.67	12.27
ย้อม 9 ครั้ง	16.09	2.64	-16.73	33.15	27.00	-0.60	-18.12	15.19

2. ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายและผ้าไหมย้อมห้อม

ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) มีทั้งหมด 8 ระดับ คือ 1) ใช้ไม่ได้ (very poor) 2) แย่ (poor) 3) พอใช้ได้ (moderrate) 4) พอใช้ได้ค่อนข้างดี (fair) 5) ดี (good) 6) ดีมาก (very good) 7) ดี

กรมวิทยาศาสตร์

เยี่ยม (excellent) และ 8) ดีเลิศ (maximum light fastness) ผลการทดลองพบว่าระดับความคงทนของผ้าฝ้ายย้อมห้อมด้วยน้ำย้อมห้อม

ผ้าฝ้ายที่ไม่ย้อมเป็นสีขาว มีระดับความคงทนของสีระดับ 7-8 ผ้าที่ย้อมห้อมอยู่ในระดับ 4-5 พอใช้ค่อนข้างดี ถึงระดับดี และผ้าไหมที่ไม่ย้อมมีสีเหลืองอ่อน มีระดับความคงทนของสีระดับ 7 เมื่อย้อมห้อมมีความคงทนต่อแสงในระดับ 4 พอใช้ค่อนข้างดี ถึงระดับ 5 ดี (ตารางที่ 3.2) ซึ่งแสดงว่าผ้าย้อมห้อมไม่ทนต่อแสง หากตากไว้ในที่มีแสงแดดจัดทำให้ผ้าซีดเร็ว ดังนั้น ผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ควรให้คำแนะนำการใช้ การซัก และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย้อมห้อม การซักควรใช้ผลิตภัณฑ์ซักผ้าที่ไม่เข้มข้น ควรตากไว้ในที่ร่ม และการเก็บรักษาไว้ในตู้ทึบแสง จึงจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

ตารางที่ 3.2 ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง เมื่อเดือนมีนาคม 2563

จำนวนครั้งการย้อมห้อม	ระดับความคงทนของสีต่อแสง	
	ผ้าฝ้าย	ผ้าไหม
ไม่ย้อมสี	7/8	7
ย้อม 1 ครั้ง	4-5	4-5
ย้อม 3 ครั้ง	5	5
ย้อม 5 ครั้ง	5	5
ย้อม 7 ครั้ง	5	5
ย้อม 9 ครั้ง	5	5

*ระดับความคงทนมี 8 ระดับ 1) ใช้ไม่ได้ 2) แย่ 3) พอใช้ได้ 4) พอใช้ค่อนข้างดี 5) ดี 6) ดีมาก 7) ดีเยี่ยม 8) ดีเลิศ

3. ระดับความคงทนของสีต่อการซัก (Washing Colour Fastness) ที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) ของผ้าฝ้ายและผ้าไหมย้อมห้อม

ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) มี 7 ระดับ คือ 1) แย่มาก (very poor) สีซีดมาก 2) แย่ (poor) สีซีดค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง (moderate) สีซีดปานกลาง 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี (fair) สีซีดปานกลาง 4) ดี (good) สีตกซีดเล็กน้อย 4-5) ดี-ดีมาก (very good) สีซีดเล็กน้อย 5) ดีมาก (excellent) สีไม่ตกซีดเลย (no fading at all) ผลการทดลองพบว่าค่าความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม ผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง มีระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 อยู่ในระดับ 5 ดีมาก ส่วนความคงทนของสีเมื่อซักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส การสีซีดของสีอยู่ในระดับ 4-5 หมายถึง การซีดของสีดี-ดีมาก สีซีดนิดหน่อย ส่วนผ้าไหมที่ย้อมห้อมจำนวน 1-3 ครั้ง มีระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสีที่อุณหภูมิ 40 อยู่ในระดับ 4-5 หมายถึง การซีดของสีดี-ดีมาก สีซีดนิดหน่อย และผ้าที่ย้อม 5-9 ครั้ง มีการซีดของสีอยู่ในระดับ 5 ดีมาก (excellent) สีไม่ตกซีดเลย (no fading at all) ส่วนผ้าไหมที่ย้อมห้อมที่ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี อยู่ในระดับ 4-5 หมายถึง การซีดของสีดี-ดีมาก สีซีดนิดหน่อย (ตารางที่ 3.3)

กรมวิทยาการเกษตร

ตารางที่ 3.3 ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง

จำนวนครั้งการย้อมห้อม	ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการสีซีดของสี			
	ผ้าฝ้าย		ผ้าไหม	
	40 องศาเซลเซียส	60 องศาเซลเซียส	40 องศาเซลเซียส	60 องศาเซลเซียส
ไม่ย้อมสี	5*	5	5	5
ย้อม 1 ครั้ง	5	4-5	4-5	4-5
ย้อม 3 ครั้ง	5	4-5	4-5	4-5
ย้อม 5 ครั้ง	5	4-5	5	4-5
ย้อม 7 ครั้ง	5	4-5	5	4-5
ย้อม 9 ครั้ง	5	4-5	5	4-5

*ระดับความคงทนของสีต่อการซักมีทั้งหมด7 ระดับ 1) แย่มากสีซีดมาก 2) แย่สีซีดค่อนข้างมาก 3) ปานกลางสีซีดปานกลาง 3-4) ปานกลางค่อนข้างดีสีซีดปานกลาง 4) ดีสีตกซีดเล็กน้อย 4-5) ดี-ดีมากสีซีดนิดหน่อย 5) ดีมากสีไม่ตกเลย

4. ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ

ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ ผ้าขนสัตว์ (wool) ผ้าสังเคราะห์ (acrylic) ผ้าเส้นใยสังเคราะห์ (polyester) ผ้าไนลอน (nylon) ผ้าฝ้าย (cotton) และ ผ้าจากเส้นใยเซลลูโลส (secondary cellulose acetate) มีทั้งหมด 7 ระดับ คือ 1) แย่มาก (very poor) สีซีดมาก 2) แย่ (poor) สีซีดค่อนข้างมาก 3) ปานกลาง (moderate) สีซีดปานกลาง 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี (fair) สีซีดปานกลาง 4) ดี (good) สีตกซีดเล็กน้อย 4-5) ดี-ดีมาก (very good) สีซีดเล็กน้อย 5) ดีมาก (excellent) สีไม่ตกซีดเลย (no fading at all) ผ้าฝ้ายที่ย้อมห้อม 1-9 ครั้ง ที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสีกับผ้าทุกชนิดอยู่ในระดับ 5 ให้ผลดีมาก สีไม่เปื้อนติดผ้าชนิดอื่นเลย แต่เมื่อซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปื้อนสีติดผ้าไนลอน อยู่ในระดับ 3 ปานกลาง สีซีดปานกลาง และระดับ 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี สีซีดปานกลาง (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง

ชนิดสารช่วยติด	ความคงทนของสีต่อการซัก ด้านการเปื้อนติดสีของผ้าฝ้าย											
	40 °c						60 °c					
	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel
ไม่ย้อมสี	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ย้อม 1 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 3 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 5 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
ย้อม 7 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
ย้อม 9 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5

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

ผ้าไหมที่ย้อมห้อม 1-9 ครั้ง ที่ซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสีกับผ้าทุกชนิดอยู่ในระดับ 5 ให้ผลดีมาก สีไม่เปื้อนติดผ้าชนิดอื่นเลย แต่เมื่อซักในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปื้อนสีติดผ้าไนลอน อยู่ในระดับ 3-4) ปานกลางค่อนข้างดี สีซีดปานกลาง (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าไหมย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง

ชนิดสารช่วยติด	ความคงทนของสีต่อการซัก ด้านการเปื้อนติดสีของผ้าไหม											
	40 °c						60 °c					
	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel
ไม่ย้อมสี	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ย้อม 1 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 3 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 5 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 7 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5
ย้อม 9 ครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3-4	5	5

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

กรมวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล (Discussion)

การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่ติดสีและมีความคงทนของสีต่อแสง การซัก และการเปื้อนของสี ดีที่สุด คือ การใช้ส่วนผสมสัดส่วนระหว่างเนื้อห้อม น้ำด่าง และกรดทาร์ทาริกจากน้ำมะขามเปียก ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมน้ำย้อมห้อม และประสิทธิภาพการย้อมติดสีที่ดีขึ้นอยู่กับชนิดผ้าที่นำมาย้อมในแต่ละครั้ง ผ้าฝ้ายย้อมติดสีห้อมได้ง่ายกว่าผ้าไหม และสีที่ย้อมได้เข้มกว่าเมื่อย้อมในเวลาเท่ากัน และผ้าไหมมีข้อควรระวัง คือ ไม่

ควรใช้เวลาย้อมนานเกินไป และเมื่อย้อมเสร็จต้องรีบซักด้วยน้ำเปล่าทันที เนื่องจากจะทำให้ได้สีน้ำเงินหม่น เนื้อผ้าไหมมีความแววววาวลดลง เนื่องจากน้ำย้อมห้อมมีส่วนผสมของปูนขาว และน้ำด่างเข้มข้น ดังนั้นผู้ย้อมผ้าไหมต้องมีความเข้าใจอย่างถูกต้อง จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

ความแข็งแรงของสี (color strength) เพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบที่ย้อม ผ้าฝ้ายย้อมติดสีน้ำเงินเข้มกว่าผ้าไหมที่จำนวนการย้อมเท่ากัน พิจารณาจากค่า K/S ของผ้าฝ้ายอยู่ในช่วง 10.26-33.15 ผ้าไหมอยู่ระหว่าง 4.39-15.19 ความคงทนของสีหลังย้อม ผ้าทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติทนต่อแสงในระดับ 5 คือทนต่อแสงดี เหมือนกันทุกกรรมวิธีที่ทดสอบ ความคงทนของสีต่อการซักแบ่งออกเป็นด้านการซีด และการเปื้อนติดสี หลังจากซักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกกรรมวิธีมีค่าการซีดและการเปื้อนติดสีระดับ 5 หรือดีมาก ผ้าที่ย้อมได้ ไม่ซีดตกและไม่เปื้อนติดสีจากการทดสอบกับผ้าชนิดอื่นเลย การเพิ่มอุณหภูมิการซักเป็น 60 องศาเซลเซียส ทำให้คุณสมบัติด้านสีตกและเปื้อนติดสีไนลอนลดลงทุกกรรมวิธีย้อม ความทนของผ้าฝ้ายและผ้าไหมต่อแสงอยู่ในระดับ 4-5 คือ ดี-ดีมาก ผ้าย้อมมีสีซีดลงนิดหน่อย ส่วนการทดสอบการเปื้อนพบว่า ทุกกรรมวิธีที่ซักสีจากผ้าฝ้ายและผ้าไหมเปื้อนติดผ้าไนลอนได้ในระดับปานกลาง

กรมวิชาการเกษตร

การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม

สุทธินี เจริญคิด[1] ประนอม ใจอ้าย[/1] วิภาดา แสงสร้อย[/1] มณทิรา ภูติวรนาถ[/1]
พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย[/1] รณรงค์ คนชม[/1] กัมปนาท บุญสิงห์[/1]

บทคัดย่อ

การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ตั้งแต่ปี 2562–2564 โดยการย้อมผ้าฝ้ายและผ้าไหมด้วยสารช่วยติดที่สกัดจากเปลือกและใบพืช 6 ชนิด ได้แก่ เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัส ก่อนการย้อมทับด้วยห้อมเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ย้อมสารช่วยติด ผลการทดลองพบว่า การย้อมผ้าฝ้ายและผ้าไหมด้วยสารช่วยติดจากเปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัสก่อนย้อมทับด้วยห้อม มีความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีด ไม่ต่างจากผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด และไม่ควรนำไปซักร่วมกับผ้าไนลอน ในน้ำร้อน สารช่วยติดจากพืชทั้ง 6 ชนิด ทำให้เฉดสีน้ำเงินของผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยห้อมลดลง

คำสำคัญ: สารช่วยติด ห้อม การซีด ผ้าฝ้าย ผ้าไหม

กรมวิชาการเกษตร

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

Mordanting of Cotton and Silk Fabrics for Natural Indigo Dyeing

Suthinee Charoenkid[/1] Pranom Chaiai[/1] Vipada Sangsoy[/1] Montira Putivoranat[/1]
Panpimon Suriyapromchai[/1] Ronnarong Konchom[/1] Kampanat Boonsing[/1]

Abstract

Various kinds of plants were used in this research as mordants in the preparation of cotton and silk fabrics before dyeing with natural indigo. The study was performed at the Phrae Agricultural Research and Development Center from 2019–2021. Six natural mordants, extracted from the stem barks of *Oroxylum indicum* (L.) Vent., *Phyllanthus emblica* Linn., and *Terminalia chebula* Retz., and the leaves of *Psidium guajava* L., *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby, and *Eucalyptus globulus* Labill., were employed to mordant cotton and silk beforehand. The experiment indicated the observed mordants helped the natural indigo dye adhere to the fabrics. The performance of the dye was not different from the treatment without mordanting. Mordanting and non-mordanting fabrics exhibited the same rate of color alteration, and warm laundry with nylon was not recommended. Additionally, mordanting led to a decrease in color strength in both cotton and silk fabrics.

Keywords: natural mordant, natural indigo, color alteration, cotton, silk

กรมวิชาการเกษตร

[/1] Phrae Agricultural Research and Development Center

บทนำ (Introduction)

ส่วนใหญ่สีที่ได้จากการย้อมด้วยวัสดุธรรมชาติมักไม่ติดคงทน สีจากพืชมักละลายน้ำได้ดี จึงละลายออกมาเมื่อซัก และสียังถูกทำลายโดยแสงจึงซีดได้ง่าย ดังนั้นสารช่วยย้อมจึงมีบทบาทมากในการย้อมสีเพื่อใช้ปรับสภาพน้ำสีสกัดจากพืชให้เหมาะสมกับเส้นใยผ้า ช่วยรักษาสภาพของน้ำสีย้อมให้คงตัวดีในน้ำย้อม บางชนิดช่วยให้สีกระจายตัวได้ดีในน้ำย้อม ทำให้เส้นใยพองตัวมากขึ้น เส้นใยจึงดูดสีได้มากขึ้น ทำหน้าที่เหมือนเป็นแขนยึดติดกับเส้นใยก่อนแล้วจึงยึดกับสีอีกครั้งหนึ่ง (ชวนพิศและคณะ, 2552) พืชบางชนิดมีคุณสมบัติที่ช่วยติดสีหรือเป็นมอร์แดนท์ (mordant) ในการย้อมสีธรรมชาติ ส่วนใหญ่เป็นพืชที่รู้จักดีและมีอยู่ทั่วไป เช่น ใบฝรั่ง ใบยูคาลิปตัส ใบมะไฟ ใบสาบเสือ ใบเหมือดโลด ใบขี้เหล็ก ผลหมาก ต้นและใบโขมหนาม แก่นสีเสียดเทศ ซึ่งมักจะมีรสฝาดและมีแทนนินสูง แทนนินเป็นมอร์แดนท์ที่นิยมใช้ในการย้อมสีธรรมชาติทั้งไหมและฝ้าย ผลการตรวจสอบแทนนินในพืชที่ใช้เป็นมอร์แดนท์ พบว่า ผลหมาก สีเสียดเทศ ใบเหมือดโลด ใบฝรั่ง ใบมะไฟ ใบขี้เหล็ก ใบยูคาลิปตัส และใบสาบเสือ มีปริมาณแทนนินมาก จึงนำมาสกัดและแยกแทนนินโดยการต้มใบกับน้ำแล้วแยกโดยใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์เพื่อนำมาใช้ย้อมผ้า (สุรีย์และคณะ, 2543)

การทบทวนวรรณกรรม

ปัจจุบันการย้อมเส้นไหมหรือฝ้ายด้วยสีธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยม เพราะเป็นการนำภูมิปัญญาไทยที่สืบทอดกันมาแต่โบราณ โดยมีการนำพืชหรือสัตว์ที่มีในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบให้สี สารช่วยติด (Mordant) หรือสารกระตุ้น หรือสารช่วยย้อม เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นใยขณะทำการย้อมได้ดีขึ้น และช่วยปรับเฉดสีให้มีมากขึ้น ในอดีตนิยมใช้มูลหรือปัสสาวะสัตว์เป็นสารช่วยติด โดยการเทลงไปผสมในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้ทั้งสารที่ได้ จากธรรมชาติและสารเคมีเส้นใยธรรมชาติจากพืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อม จะมีความคงทนต่อแสงแดด และการขัดถูไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและชนิดของเส้นใยที่นำมาย้อม ดังนั้นจึงมีการใช้สารช่วยติดต่างๆ เป็นตัวช่วยทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้นมีความทนทานต่อแสง และการขัดถูเพิ่มขึ้น สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสีและเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใสสว่างขึ้นด้วย การใช้สารช่วยติดสามารถทำได้ 3 วิธี คือ ก่อนการย้อมระหว่างการย้อม และหลังการย้อม (ประภากร, 2562) สารช่วยติดสีที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ สารฝาดหรือแทนนินที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม โปรตีนจากน้ำถั่วเหลืองและเกลือแกง การใช้หมากสงเป็นสารช่วยติดสีก่อนการย้อมเส้นไหมด้วยสีจากแดงสิงค์โปร์ พบว่าเส้นไหมที่ได้เมื่อเติมน้ำขี้เถ้ามีค่าความเข้มสีสูงสุดและมีค่าความคงทนของสีต่อแสงมากกว่าเส้นไหมที่ไม่ใช้ (มนัสนันท์ และคณะ, 2562) การล้างทำความสะอาดผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดของประคำดีควายผลเขียวช่วยให้การย้อยสีผ้าฝ้ายด้วยครามติดดี และซึมลึกลงไปในเนื้อผ้ามากกว่า และการใช้สารละลายที่สกัดจากหยวกกล้วยต่อน้ำสัดส่วน 1 :3 ช่วยให้สีติดผ้าฝ้ายที่เหมาะสม (วิจิตร และคณะ, 2556) นอกจากนี้แล้ว ชัยวัฒน์ และคณะ (2555) ได้ศึกษากระบวนการผ้าย้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าดิบเป็นสารช่วยติด พบว่า การย้อมยางกล้วยน้ำว้าดิบหลังย้อมด้วยสีคราม ช่วยให้การเกาะติดของสีครามในผ้าฝ้ายดีขึ้นและลดจำนวนครั้งในการย้อม มีความคงทนของสีต่อแสงแดดและต่อการซักล้างที่ดีกว่าการย้อมแบบเดิม อย่างไรก็ตามยังมีสารช่วยติดอีกหลายชนิดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ เถ้า น้ำปูนใส สารส้ม เกลือแกง สารส้ม เหล็ก โครมและดีบุก โดยนฤมล และคณะ (2564) ได้ศึกษาสารช่วยติด 6 ชนิด ต่อการติดสีย้อมของเส้นไยไหมด้วยสีย้อมจาก Actinomycetes N2 พบว่า ขี้เถา และน้ำปูนใสทำให้เส้นใยไหมเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีม่วง ส่วนกชกรและคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีธรรมชาติสีน้ำตาล โดยใช้ สารส้ม เหล็ก โครม และดีบุก พบว่าชนิดของสารช่วยติดมีผลต่อความคงทนของสีต่อแสง ต่อการซักและฟอกขาว จากกระแสความปลอดภัยในสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมจึงควรมีการศึกษาชนิดพืชที่จะนำมาใช้เป็นสารช่วยติดสีในการย้อมห้อม เพื่อให้ผ้าที่ย้อมห้อม มีความคงทนของสีต่อแสงและต่อการซักต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. เนื้อห้อม
2. น้ำด่าง
3. มะขามเปียก
4. หม้อดินเผาเคลือบ
5. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
6. ผ้าฝ้าย ขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 63 ผืน
7. ผ้าไหมขนาด 20x20 เซนติเมตร จำนวน 63 ผืน
8. เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นเพกา เปลือกต้นมะขามป้อม ใบยูคาลิปตัส ใบขี้เหล็ก และใบฝรั่ง

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธีๆ ละ 3 หน่วยการทดลอง 3 ซ้ำ ได้แก่

1. ศึกษาสารช่วยติดสีในผ้าฝ้าย
   - กรรมวิธีที่ 1 ย้อมห้อมอย่างเดียว (กรรมวิธีควบคุม)
   - กรรมวิธีที่ 2 แช่น้ำต้มเปลือกต้นสมอไทยก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 3 แช่น้ำต้มเปลือกต้นเพกาก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 4 แช่น้ำต้มเปลือกต้นมะขามป้อมก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 5 แช่น้ำต้มใบยูคาลิปตัสก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 6 แช่น้ำต้มใบขี้เหล็กก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 7 แช่น้ำต้มใบฝรั่งก่อนย้อมห้อม
2. ศึกษาสารช่วยติดสีในผ้าไหม
   - กรรมวิธีที่ 1 ย้อมห้อมอย่างเดียว (กรรมวิธีควบคุม)
   - กรรมวิธีที่ 2 แช่น้ำต้มเปลือกต้นสมอไทยก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 3 แช่น้ำต้มเปลือกต้นเพกาก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 4 แช่น้ำต้มเปลือกต้นมะขามป้อมก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 5 แช่น้ำต้มใบยูคาลิปตัสก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 6 แช่น้ำต้มใบขี้เหล็กก่อนย้อมห้อม
   - กรรมวิธีที่ 7 แช่น้ำต้มใบฝรั่งก่อนย้อมห้อม

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำย้อมห้อม นำมะขามเปียก 200 กรัม ขยำในน้ำเปล่า 1 ลิตร จากนั้นกรองเอาแต่น้ำ แล้วนำห้อมเปียกไปขยำ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว เติมน้ำด่าง (pH=13) คนให้เข้ากัน จากนั้นทำการโจกห้อม โดยการใช้ขันตักน้ำย้อม ยกขึ้น แล้วเทลงในหม้อเดิม ทำ 5-6 ครั้ง ปล่อยทิ้งไว้จนเกิดสีของลิวโคอินดิโก้ ที่มีลักษณะสีเหลือง ซึ่งเหมาะต่อการใช้ย้อมผ้า

2. การเตรียมผ้าฝ้ายและผ้าไหม นำผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ต้องการย้อมห้อม มาซักทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก เพื่อขจัดสิ่งสกปรก กาว และไขมันออก ตากให้แห้งแล้วทำการตัดผ้าฝ้ายและผ้าไหมขนาด 30 x 30 เซนติเมตร จำนวน 63 ผืน ก่อนนำไปย้อมซักด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง บิดพอหมาดเก็บใส่ถุงเพื่อนำไปใช้ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเตรียมสารช่วยติด นำส่วนของเปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นเพกา เปลือกต้นมะขามป้อม ใบของยูคาลิปตัส ใบขี้เหล็ก และใบฝรั่ง อัตราส่วนพืช 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำที่ได้ไปใช้ต่อไป

4. ขั้นตอนการย้อม

4.1 นำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ แช่ในสารช่วยติดสีตามกรรมวิธีนาน 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด นำมาซักทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า บิดและผึ่งให้หมาด

4.2 นำผ้าฝ้ายลงย้อมในหม้อ ใช้มือบีบและขยำผ้าในน้ำย้อมห้อมนาน 1 นาที จนผ้าฝ้ายดูดซึมน้ำย้อมห้อมเข้าเส้นใยจนชุ่มดีแล้วจึงบีบน้ำย้อมออก นำขึ้นจากหม้อน้ำย้อม ตบผ้าเบาๆ และคลี่ผ้าให้สัมผัสอากาศนาน 1 นาที นับเป็นการย้อม 1 ครั้ง

4.3 นำผ้าลงย้อมในหม้อเดิมและทำเช่นเดียวกันจนครบ 3 ครั้ง

4.4 นำผ้าที่ย้อมเสร็จเรียบร้อยแช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นาน 20 นาที จากนั้นนำไปซักในน้ำสะอาดจนน้ำใส 8-10 ครั้ง บิดและนำไปตากในที่ร่มให้แห้งสนิท

4.5 ส่งตัวอย่างผ้าฝ้ายที่ย้อม ทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ทดสอบความคงทนของสีต่อแสง และความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4.6 รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

4.7 เตรียมผ้าไหมเหมือนกับที่เตรียมผ้าฝ้าย และทำการย้อมเช่นเดียวกัน (ข้อ 1-6)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกความคงทนของสีต่อการซัก ได้แก่ การซีดของสี การเปื้อนติดสี ที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส บันทึกความคงทนของสีต่อแสง และบันทึกค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น 2562 สิ้นสุด ปี2564

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

ผลการวิจัย (Results)

1.1 การศึกษาคุณสมบัติสารช่วยติดจากเปลือกและใบพืช

สารแทนนิน เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อน เป็นสารให้ความฝาดในพืช แทนนิน มี 2 ชนิด คือคอนเดนส์แทนนิน หรือโปรแอนโทรไซยานิน พบได้ในส่วนเปลือกต้น และแก่นไม้ ส่วนไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) พบมากในส่วนใบ ฝัก และส่วนที่ปูดออกมาจากปกติ เมื่อต้นไม้ได้รับอันตราย ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัดน้ำฝาด หรือแทนนินจากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายลงไปต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง

จากการศึกษาสารแทนนิน ของเปลือกมะขามป้อมพบว่า เปลือกนอกมีสีน้ำตาลอมเทา เปลือกในสีชมพูสด เปลือกต้นมะขามป้อมมีสารแทนนิน สารลูพิล และสารลูโคเดลฟินิดิน ส่วนผลมะขามป้อมมีสารแทนนินชนิดไฮโดรไลซ์ เปลือกสมอไทยมีสีเทาอมน้ำตาลให้สารแทนนินชนิดคอนเดนส์ใช้ ย้อมผ้า ย้อมแห ให้สีดำอมแดงเรื่อ เปลือกเพกามีสารแทนนินชนิดคอนเดนส์แทนนิน ให้สีเขียวอมฟ้า ใบยูคาลิปตัส มีสารแทนนินชนิดไฮโดรไลซ์ ให้สีเหลือง ใบขี้เหล็กมีสารแทนนินชนิดไฮโดรไลซ์ ให้สีเขียว ใบฝรั่งมีสารแทนนิน 8-15 เปอร์เซ็นต์ ประเภท Catechol และ Pyrogallol และน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น Aromadendrene , β-bisabolene , Caryyophyllene , Cayophylleneoxide , Longicyclene และ TertiarySesquiterpene alcohol เป็นต้น ผลฝรั่งดิบประกอบด้วยสารแทนนินและสารหลายชนิดเช่น Arabinose Ester,

Hexahydroxydiphenic acid , β-caryophyllene , Ellagic acid , Gallic acid และ Quercetin เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินจากเปลือกและใบพืชทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นเพกา เปลือกต้นมะขามป้อม ใบยูคาลิปตัส ใบขี้เหล็ก และใบฝรั่ง ณ ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้วยวิธีทดสอบ AOAC (2005) 952.03 พบปริมาณสารแทนนินในเปลือกเพกา 37.25 มิลลิกรัม/กรัม ใบขี้เหล็ก 78.50 มิลลิกรัม/กรัม เปลือกมะขามป้อม 79.00 มิลลิกรัม/กรัม ใบฝรั่ง 161.25 มิลลิกรัม/กรัม ใบยูคาลิปตัส 172.25 มิลลิกรัม/กรัม และเปลือกสมอไทย 725.00 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)

ภาพที่ 4.1 เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบยูคาลิปตัส ใบฝรั่ง และใบขี้เหล็ก

ผลการเตรียมสารช่วยติดสีสำหรับใช้แช่ผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนนำไปย้อมด้วยห้อมจากเปลือกและใบพืช 7 ชนิด ได้แก่ เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นเพกา เปลือกต้นมะขามป้อม ใบยูคาลิปตัส ใบฝรั่ง และใบขี้เหล็ก โดยใช้เปลือกหรือใบพืช 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ต้มในน้ำเดือด นาน 30 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บน้ำต้มจากเปลือกและใบพืชไว้สำหรับใช้แช่ผ้าก่อนการย้อมห้อม เพื่อสังเกตสีของสารช่วยติด และความเป็นกรด-ด่าง พบว่าน้ำต้มสารช่วยติดสีทั้ง 7 ชนิด พืชให้สีของน้ำต้มแตกต่างกัน โดยน้ำต้มเปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นเพกาให้เฉดสีน้ำตาล ใบยูคาลิปตัส และใบขี้เหล็กให้เฉดสีเหลือง และใบฝรั่ง เปลือกต้นมะขามป้อมให้เฉดชมพู่-ม่วง (ภาพที่ 4.2) เมื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำต้มจากเปลือกและใบพืชแต่ละชนิดพบว่าน้ำสารช่วยติดจากเปลือกเพกามีค่า pH สูงที่สุด 9.4 รองลงมา ได้แก่ เปลือกมะขามป้อม ใบฝรั่ง เปลือกสมอไทย ใบยูคาลิปตัส และใบขี้เหล็ก วัดได้ 8.5 7.5 7.4 6.3 และ 5.3 ตามลำดับ

1) น้ำ ,pH 6.6

2) ใบฝรั่ง, pH 7.5

3) เปลือกเพกา ,pH 9.4

4) ใบยูคาลิปตัส ,pH 6.3

5) เปลือกสมอไทย ,pH 7.4

6) ใบขี้เหล็ก, pH 5.3

ภาพที่ 4.2 สี และความเป็นกรด-ด่างของน้ำต้มสารช่วยติดจากเปลือกและใบพืชชนิดต่างๆ

1. ผลของการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสารช่วยติด

จากการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสารช่วยติดจากเปลือกสมอไทย เปลือกมะขามป้อม เปลือกเพกา ใบฝรั่ง ใบยูคาลิปตัส และใบขี้เหล็กก่อนนำไปย้อมห้อม พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดให้เฉดสีของผ้าเป็นสีชมพู เหลือง และน้ำตาลอ่อน (ภาพที่.3)

ผ้าฝ้าย(เปรียบเทียบ)

ใบยูคาลิปตัส

เปลือกสมอไทย

เปลือกมะขามป้อม

ใบฝรั่ง

ใบขี้เหล็ก

เปลือกเพกา

ภาพที่ 4.3 ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติด ใบยูคาลิปตัส เปลือกสมอไทย เปลือกมะขามป้อม ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และเปลือกเพกา

ผลการวิเคราะห์ ความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสี ความคงทนของสีต่อแสง และค่าสี ณ ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมเปลือกเพกา และใบขี้เหล็ก แย่มาก สีซีดมาก ในขณะที่ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดใบฝรั่ง ดีมาก สีไม่ตก

กรมวิชาการเกษตร

ซีดเลยเช่นเดียวกับผ้าฝ้ายเปรียบเทียบ ส่วนการเปื้อนติดสี พบว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดทุกชนิด ดีมาก สีไม่เปื้อนติดเลยเช่นเดียวกับผ้าฝ้ายเปรียบเทียบ ส่วนความคงทนของสีต่อแสง พบว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมใบขี้เหล็กและใบฝรั่ง มีความคงทนของสีต่อแสงดีที่สุด และดีกว่าผ้าฝ้ายเปรียบเทียบ นอกจากนี้ยังพบว่าการย้อมสารช่วยติดทุกชนิดทำให้ความสว่าง (L*) ของผ้าฝ้ายลดลง (ตารางที่ 4.1)

2. ผลของการย้อมผ้าไหมด้วยสารช่วยติด

ผลการย้อมผ้าไหมด้วยสารช่วยติดจากเปลือกสมอไทย เปลือกมะขามป้อม เปลือกเพกา ใบฝรั่ง ใบยูคาลิปตัส และใบขี้เหล็กก่อนนำไปย้อมห้อม พบว่า ผ้าฝ้าย และผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติด ให้เฉดสีของผ้าเป็นสีชมพูเหลือง และน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 4.4).

ผลการวิเคราะห์ ความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสี ความคงทนของสีต่อแสง และค่าสี ณ ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าผ้าไหมที่ย้อมเปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม และเปลือกสมอไทย ดีมาก สีไม่ตกซีดเลยเช่นเดียวกับผ้าไหมเปรียบเทียบ ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดใบฝรั่ง ใบยูคาลิปตัส และใบขี้เหล็ก สีตกซีดเล็กน้อย- ปานกลาง ส่วนการเปื้อนติดสี พบว่าผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดทุกชนิดดีมาก สีไม่เปื้อนติดเลยเช่นเดียวกับผ้าไหมเปรียบเทียบ เมื่อวิเคราะห์ความคงทนของสีต่อแสง พบว่าผ้าไหมที่ย้อมเปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย และใบยูคาลิปตัสมีความคงทนพอใช้ได้ รองจากผ้าไหมเปรียบเทียบที่มีความคงทนพอใช้ค่อนข้างดี ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมใบขี้เหล็กและใบฝรั่ง มีความคงทนของสีต่อแสงแย่ นอกจากนี้ยังพบว่า การย้อมสารช่วยติดทุกชนิดทำให้ความสว่าง (L*) ของผ้าไหมลดลง (ตารางที่ 4.2)

ภาพที่ 4.4 ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดเปลือกเพกา ใบขี้เหล็ก เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง เปลือกมะขามป้อม และใบยูคาลิปตัส

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.1 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ

ชนิดสารช่วยติดสี	ความคงทนของสีต่อการซัก													ความคงทนของสีต่อแสง	ค่าสี			
	การซีดของสี		การเปื้อนติดสี															
			40 °C						60 °C									
	40 °C	60 °C	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel		L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)	K/S (@650 nm)
ไม่ย้อม (เปรียบเทียบ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3Y	94.61	0.77	-5.80	0.01
เปลือกเพกา	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4Y	91.97	-0.89	6.98	0.01
เปลือกมะขามป้อม	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	84.31	5.09	4.59	0.04
เปลือกสมอไทย	3/4	3/4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	79.48	5.43	8.41	0.08
ใบขี้เหล็ก	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	87.69	1.95	4.43	0.03
ใบฝรั่ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75.75	5.29	14.62	0.11
ใบยูคาลิปตัส	2/3	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	82.80	1.92	11.89	0.06

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.2 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ

ชนิดสารช่วยติดสี	ความคงทนของสีต่อการซัก														ความคงทนของสีต่อแสง	ค่าสี			
	การซีดของสี		การเปื้อนติดสี																
	40 °C	60 °C	40 °C						60 °C							L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)	K/S (@650 nm)
			wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel					
ไม่ย้อม (เปรียบเทียบ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4Y	93.29	0.22	4.16	0.01
เปลือกเพกา	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	83.90	0.58	19.39	0.04
เปลือกมะขามป้อม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	77.97	5.22	11.08	0.08
เปลือกสมอไทย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	73.35	7.19	13.05	0.12
ใบขี้เหล็ก	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	79.69	0.07	20.79	0.08
ใบฝรั่ง	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2Str	79.24	3.97	15.63	0.07
ใบยูคา	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	82.15	0.04	20.31	0.06

กรมวิชาการเกษตร

1.2 ผลการวิเคราะห์ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าสี ของผ้าหลังการย้อมทับด้วยห้อม

1.2.1 ผ้าฝ้าย

ผลการวิเคราะห์ ความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสี ความคงทนของสีต่อแสง และค่าสี ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม จากห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดเปลือกเพกา และเปลือกมะขามป้อมแล้วนำไปย้อมทับด้วยห้อม มีความคงทนของสีต่อแสงระดับ 5 (ดี) เช่นเดียวกับผ้าฝ้ายที่ไม่ย้อมสารช่วยติด ส่วนผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดจากเปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัส มีความคงทนระดับ 4 (พอใช้ค่อนข้างดี) เมื่อพิจารณาความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสีที่ 40 และ 60 พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดเปลือกสมอไทยที่ 40 มีความคงทนอยู่ในระดับ4 (ดี) คือ สีตกซีดเล็กน้อย และผ้าฝ้ายที่ย้อมใบฝรั่งที่ 60 มีความคงทนระดับ 4-5 (ดี-ดีมาก) คือ สีตกซีดเล็กน้อย สำหรับการเปื้อนติดสี พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดทุกชนิดมีค่าการเปื้อนติดสีระดับ 5 คือ สามารถนำไปซักร่วมกันได้โดยที่สีไม่เปื้อนติดเลยกับผ้าอื่นๆ ยกเว้นผ้าไนลอนที่ 60 อยู่ในระดับ 3-4 (ปานกลาง-ดี) คือสีมีการเปื้อนติดปานกลาง จากค่า ความสว่างของสี (L*) และค่า a* พบว่า ผ้าฝ้ายที่ใช้สารช่วยติดทุกชนิดมีค่ามากกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ใช้สารช่วยติด ส่วนค่า b* และ ค่าความเข้มสี (K/S) พบว่าผ้าฝ้ายที่ใช้สารช่วยติดทุกชนิดมีค่าน้อยกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ใช้สารช่วยติด (ภาพที่.4.5.) (ตารางที่ 4.3)

ภาพที่ 4.5 ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม

1.2.2 ผ้าไหม

ผลการวิเคราะห์ ความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสี ความคงทนของสีต่อแสง และค่าสี ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม จากห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดใบขี้เหล็ก ใบฝรั่ง ใบยูคาลิปตัส เปลือกสมอไทย และเปลือกมะขามป้อมแล้วนำไปย้อมทับด้วยห้อม มีความคงทนของสีต่อแสงระดับ 5 (ดี) เช่นเดียวกับผ้าไหมที่ไม่ย้อมสารช่วยติด ขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมเปลือกเพกา มีความคงทนของสีต่อแสง ระดับ 4 (พอใช้ค่อนข้างดี) เมื่อพิจารณาความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของสี และการเปื้อนติดสีที่ 40 และ 60 พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดใบขี้เหล็ก ใบฝรั่ง และใบยูคาลิปตัส ที่ 40 มีความคงทนอยู่ในระดับ 5 (ดีมาก) คือสีไม่ตกซีดเลย

เช่นเดียวกับผ้าไหมที่ไม่ย้อมสารช่วยติด สำหรับการเปื้อนติดสี พบว่าผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดทุกชนิดมีค่าการเปื้อนติดสีระดับ 5 คือสามารถนำไปซักร่วมกันได้โดยที่สีไม่เปื้อนติดเลยกับผ้าอื่นๆ ยกเว้นผ้าไนลอนที่ 60 อยู่ในระดับ 3-4 (ปานกลาง-ดี) คือสีมีการเปื้อนติดปานกลาง จากค่าความสว่างของสี (L*) พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดเปลือกเพกา มีค่าความสว่างมากที่สุด และมากกว่าผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด ค่า a* พบว่า ผ้าไหมที่ใช้สารช่วยติดทุกชนิดมีค่ามากกว่าผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด ส่วนค่า b* พบว่า ผ้าไหมที่ใช้สารช่วยติดมีค่าน้อยกว่าผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด ด้านความเข้มของสี พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดใบขี้เหล็กมีค่าความเข้มสี (K/S) สูงที่สุดและสูงกว่าผ้าไหมที่ไม่ย้อมสารช่วยติด (ภาพที่.4.6.) (ตารางที่ 4.3)

ภาพที่ 4.6 ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.3 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ หลังย้อมทับด้วยห้อม

สารช่วยติดสี	ความคงทนของสีต่อการซัก														ความคงทนของสีต่อแสง	ค่าสี			
	การซีดของสี		การเปื้อนติดสี																
			40 °C						60 °C										
	40 °C	60 °C	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel		L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)	K/S (@650 nm)
ไม่ย้อม			5	5	5	5	5	5	5	5	5		5	5					
(เปรียบเทียบ)	5	5										3/4			5	34.14	-1.10	-25.79	14.81
เปลือกเพกา	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	40.14	-3.54	-25.44	10.19
เปลือกมะขามป้อม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	38.59	-3.25	-25.09	11.21
เปลือกสมอไทย	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	4	41.65	-3.81	-24.79	8.99
ใบขี้เหล็ก	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	4	38.32	-2.99	-25.89	11.71
ใบฝรั่ง	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	4	40.05	-4.30	-23.43	9.97
ใบยูคาลิปตัส	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	4	36.63	-2.51	-25.78	12.95

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.4 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ หลังย้อมทับด้วยห้อม

สารช่วยติด	ความคงทนของสีต่อการซัก														ความคงทนของสีต่อแสง	ค่าสี			
	การซีดของสี		การเปื้อนติดสี																
			40 °C						60 °C										
	40 °C	60 °C	wo	acr	pol	nyl	cot	cel	wo	acr	pol	nyl	cot	cel		L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)	K/S (@650 nm)
ไม่ย้อม (เปรียบเทียบ)	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	42.33	-4.31	-22.46	7.62
เปลือกเพกา	4/5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	50.08	-6.92	-16.62	4.18
เปลือกมะขามป้อม	4/5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	41.06	-5.53	-17.70	7.31
เปลือกสมอไทย	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	42.35	-6.50	-14.56	6.31
ใบขี้เหล็ก	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	40.23	-4.44	-19.65	7.91
ใบฝรั่ง	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	41.33	-7.90	-13.42	6.94
ใบยูคาลิปตัส	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	5	5	42.51	-6.15	-18.19	6.96

กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล (Discussion)

สารช่วยติด (Mordant) หรือสารกระตุ้น หรือสารช่วยย้อม เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นใยขณะ ทำการย้อมได้ดีขึ้น และช่วยปรับเฉดสีให้มีมากขึ้น ในอดีตนิยมใช้มูลหรือปัสสาวะสัตว์เป็นสารช่วยติด โดยการเทลงไปผสมในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้ทั้งสารที่ได้จากธรรมชาติ และสารเคมีเส้นใยธรรมชาติจากพืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อม จะมีความคงทนต่อแสงแดด และการขัดถูไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและชนิดของเส้นใยที่นำมาย้อม ดังนั้นจึงมีการใช้สารช่วยติดต่างๆ เป็นตัวช่วยทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความทนทานต่อแสงและการขัดถูเพิ่มขึ้น สารเหล่านี้ นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสีและเพิ่มการติดสีในเส้นใย แล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใสสว่างขึ้นด้วย แทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อนมีสถานะเป็นกรดอ่อนและเฝื่อนลิ้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้ติดสีกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัดน้ำฝาดแล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อนจากนั้นจึงนำไปย้อมกับน้ำย้อมอีกครั้ง แทนนิน มี 2 ชนิด คือ คอนเดนส์แทนนิน หรือโปรแอนโทรไซยานิน และไฮโดรไลน์ซ์แทนนิน ซึ่งในการทดลองนี้ เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม และเปลือกสมอไทย เป็นแทนนินชนิดคอนเดนส์แทนนิน ส่วนใบขี้เหล็ก ใบฝรั่ง และใบยูคาลิปตัส เป็นไฮโดรไลซ์แทนนิน

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากผลการทดลอง พบว่า การย้อมผ้าฝ้ายและผ้าไหมด้วยสารช่วยติด จากเปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัสก่อนการย้อมทับด้วยห้อม ให้ความคงทนของสีต่อการซัก ในด้านการซีด ความคงทนของสีต่อแสง และความเข้มของสีไม่ต่างจากผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด และไม่ควรนำไปซักร่วมกับผ้าไนลอนในน้ำร้อน ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดก่อนย้อมทับด้วยห้อม ทำให้สีน้ำเงินของผ้าอ่อนลง

กรมวิชาการเกษตร

อิทธิพลของสังกะสีในการผลิตเนื้อห้อมให้ได้สีย้อมที่มีคุณภาพ

นราทร สุขวิเสส[1] วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร[1] ประนอม ใจอ้าย[2]

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตเนื้อห้อมโดยทั่วไปจะมีการเติมแคลเซียมออกไซด์ (CaO) และเติมอากาศระหว่างขั้นตอนการตีเนื้อห้อม และการย้อมผ้าด้วยห้อมธรรมชาติมีข้อจำกัดในเรื่องการซีดจางของสีย้อม จึงต้องมีการศึกษาวิธีการผลิตเนื้อห้อมสำหรับการเตรียมน้ำย้อม เพื่อให้ได้ผ้าย้อมห้อมที่มีสีน้ำเงินเข้ม คงทนต่อการซักและแสง โดยดำเนินการทดลอง ณ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2561-2562 กรรมวิธีที่ทดลองประกอบด้วย สังกะสี 2 ชนิด ได้แก่ ผงสังกะสี (Zn) และสังกะสีออกไซด์หรือซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ปริมาณต่างกัน 3 ระดับ คือ 12 24 และ 36 กรัม และแคลเซียมออกไซด์ 120 กรัม เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่เติมสังกะสี โดยทุกกรรมวิธีใช้น้ำห้อมปริมาตร 10 ลิตร ที่ได้จากการหมักห้อมสด 1 กิโลกรัม การวิเคราะห์ปริมาณสารอินดิโก้จากเนื้อห้อมพบว่า การเติมผงสังกะสีและสังกะสีออกไซด์ 24 กรัม ให้ปริมาณสีอินดิโก้สูงที่สุดไม่ต่างกันร้อยละ 0.89 และ 0.91 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีที่เติมผงสังกะสี 36 กรัมและกรรมวิธีควบคุม การศึกษาคุณลักษณะของสีของเนื้อห้อมพบว่า การเติมซิงค์ออกไซด์ 36 กรัม มีค่าสีน้ำเงิน (b*) สูงสุดที่ -21.33 กรรมวิธีที่เติมซังกะสีออกไซด์ 12 และ 24 กรัม ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมได้ทนต่อแสงในระดับมากกว่า 4 ซึ่งดีกว่าทุกกรรมวิธีที่เหลือ การเติมสังกะสีในขั้นตอนการผลิตเนื้อห้อมมีส่วนช่วยให้กระบวนการรีดิวซ์อินดิโก้ให้อยู่ในรูปที่นำไปใช้ย้อมผ้าได้ (leuco form) ภายในเวลา 12 ชั่วโมงโดยไม่ต้องใช้สารละลายด่าง

คำสำคัญ: ห้อม เนื้อห้อม แคลเซียมออกไซด์ ผงสังกะสี ซิงค์ออกไซด์

กรมวิชาการเกษตร

[1] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร

Effect of Zinc on the Natural Indigo Dye Performance

Narathon Sukwises[/1] Wimonwan Wattanwichit[/1] Pranom Chaiai[/2]

Abstract

The use of natural indigo dye has limitations in terms of light and washing fastness. In this study, zinc was applied during the wet indigo preparation extracted from *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze to improve the dye performance. The investigation was carried out at the Post-harvest and Processing Research and Development Division during 2018–2019. We employed zinc powder and zinc oxide at different levels of 12, 24, and 36 g with the combination of 120 g of calcium oxide (CaO) and 10 liters of the dye solution. The result indicated no significant difference in obtained indigo pigment between the application of 24 g Zn and ZnO at 0.89 and 0.91% w/w, respectively, which was the highest amount compared with 36 g Zn and control. In terms of color characteristics, wet indigo from the treatment utilizing 24 g ZnO gave the highest blue value (b*) at -21.33. Application of 12 and 24 g of ZnO resulted in a >4 scale of light fastness, which was higher than the other treatments. It was also discovered that adding zinc powder to the preparation of wet indigo increased the reduction of indigo to white indigo in 12 hours, which was a ready-to-dye form without the assistance of lime reaction.

Keywords: indigo, wet indigo, calcium oxide, zinc powder, zinc oxide

กรมวิชาการเกษตร

[/1]Crop Processing Research and Development Postharvest and Processing Research and Development Office Department of Agriculture

[/2]Phrae Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Deparment of Agriculture, Phrae province

บทนำ (Introduction)

ต้นห้อม หรือฮ่อม เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งที่ให้สีครามเหมือนกับต้นครามแต่เป็นพืชต่างวงศ์กัน โดยห้อมอยู่ในวงศ์ Acanthaceae ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze เมื่อนำมาหมักในน้ำจะให้สารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคสและสารอินโดซิล (Indoxy) เมื่ออินโดซิลถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะได้สารสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า อินดิโก (Indigo / Indigo blue) มีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $C_{16}H_{10}N_2O_2$ โดยทั่วไปอินดิโกจัดอยู่ในสีย้อมธรรมชาติ เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ในสภาวะด่างได้สารละลายเป็นสีเหลืองใส เรียกว่า ลิวโคอินดิโก้ (Indigo-white หรือ Leuco form) Indigo white จะแทรกตัวเข้าไปในเส้นไยฝ้าย เรียกกระบวนการนี้ว่า Skying เมื่อ Leuco form ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า (Vuorema, 2008 และ Rajeshwar *et al.*, 2008)

ลักษณะการเกิดสีดังกล่าวสีห้อมจึงอยู่ในกลุ่มวิธีสีย้อมธรรมชาติสีแวต จากการแยกชนิดสีย้อมธรรมชาติออกเปน 3 วิธี คือ สียอมธรรมชาติประเภทยอมตรง (Direct Dyes) สีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) และสีย้อมธรรมชาติประเภทมอร์แดนท์ (Mordant Dyes หรือ Adjective Dyes หรือ Indirect Dyes) ซึ่งในการย้อมสีแวตต้องอาศัยตัวรีดิวซ์ที่ช่วยกระตุ้นการเปลี่ยน Indigo blue ให้อยู่ในรูป Indigo white เข้าสร้างพันธะไฮโดรเจนกับเซลลูโลสของเส้นไยฝ้ายทำให้เกิดการติดสีน้ำเงินของ Indigo ได้ดีขึ้นไป ตัวรีดิวซ์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เช่น โซเดียมไดไทโอไนต์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($Na_2S_2O_4$/NaOH) แต่ผลข้างเคียงเกิดซัลไฟด์และไทโอซัลเฟตซึ่งเป็นพิษ จึงเปลี่ยนมาใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์ ($NaBH_4$) (Meksi et al., 2007) ในการศึกษาของอนุรัตน์ (2544) พบว่า วิธีการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมัก Indigo blue ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิด Indigo white และผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพด่างให้เหมาะสม pH 10.5-11.5 พบว่า เส้นฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและสดใส และ Yoshiko et al. (1999) ได้ศึกษาการเตรียมน้ำย้อมด้วยวิธี Zinc lime vat โดยผสมฝุ่นผงสังกะสี Indigo blue ปูนกินหมาก เมทานอล และน้ำอุ่น 60 องศาเซลเซียส สามารถทำให้เกิด Indigo white ได้เช่นกัน ส่วนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นนั้นได้มีการนำโลหะซิงค์นาโน มาทำเป็นผ้าครามซิงค์นาโน (หมู่บ้านผ้าครามนาโน, 2555) โดย ดร.กิตติพงศ์ (2558) ได้วิจัย พบว่าซิงค์ออกไซด์ มีสมบัติพิเศษหลายประการ ได้แก่ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย มีสมบัติที่ดีในด้านการดูดกลืนแสง และใช้ในการผลิตสิ่งทอป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา การกำจัดกลิ่นของเสื้อผ้า เสื้อผ้าทำความสะอาดตัวเอง ผลิตเส้นใยและสิ่งทอที่สามารถป้องกันรังสี UV ได้

ทั้งนี้ในการพัฒนาสีห้อมให้มีคุณสมบัติต่างๆ ที่ดีขึ้น จากกระบวนการผลิตผ้าหม้อห้อมที่ซับซ้อนใช้ระยะเวลาในการผลิตค่อนข้างนานไม่ว่าจะเป็นการหมักสีย้อม การทำเนื้อสีย้อมด้วยปูนขาว (แคลเซียมออกไซด์) การเตรียมสีย้อมด้วยน้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า และการย้อมแบบดั้งเดิม เป็นต้น ทุกขั้นตอนล้วนแต่มีกรรมวิธีและเทคนิคเฉพาะตัว หากใครไม่มีความรู้หรือความเชี่ยวชาญที่สั่งสมมานานพอก็ใช่ว่าจะผลิตออกมาให้มีคุณภาพและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ไม่พบในชุมชนท้องถิ่นอื่นๆ และควรสืบทอดกรรมวิธีเหล่านี้ให้คงอยู่ต่อไป เพื่อนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการเพิ่มรายได้และส่งเสริมความเข้มแข็งให้กับชุมชนสามารถผลิตสินค้าในเชิงพาณิชย์ได้ จึงมีการพัฒนาขั้นตอนการเตรียมเนื้อห้อมด้วยการเพิ่มผงสังกะสีร่วมกับปูนขาวในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีห้อมทำเป็นผลิตภัณฑ์สีย้อมธรรมชาติสำเร็จรูปจากห้อมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

การทบทวนวรรณกรรม

กระบวนการการเตรียมเนื้อห้อมเปียกจะคล้ายกับวิธีการเตรียมเนื้อครามเพราะเป็นมีองค์ประกอบของสารอินดิโก้เหมือนกัน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่ถ่ายทอดกันในชุมชนที่อาจมีเทคนิคแตกต่างกัน ทั้งนี้จากการศึกษาของไพศาลและคณะ (2543) ได้สรุปวิธีการเตรียมเนื้อครามไว้ดังนี้ ทำการหมักต้นครามในน้ำ 2-3 วัน หลังจากนั้นเติมปูนขาวลงไปทำปฏิกิริยากับน้ำหมัก เพื่อเรงให้สารอินดิโก้ตกตะกอนแยกตัวจากน้ำหมัก เนื่องจากโมเลกุลของอินดิโก้จะจับตัวกับอนุภาคของปูนจนตกตะกอนสามารถแยกตะกอนออกมา ถ้าน้ำหมักนั้นได้จากการหมักห้อมก็จะเรียกว่า เนื้อห้อมเปียก โดยปริมาณปูนที่เติมต้องเหมาะสมกับอินดอกซิลที่มีอยู่ในน้ำหมัก ถ้าน้ำห้อมยังมีสีเขียวใสแสดงว่าใส่ปูนน้อยไป แต่ถ้าใส่ปูนพอดีน้ำที่แยกออกได้จะใสเป็นสีชา และถ้าหากใส่ปูนมากเกินไปเนื้อห้อมจะเป็นสีเทาใช้ไม่ได้ เนื้อห้อมที่ดีนั้นต้องเนื้อเนียนละเอียด มีสีน้ำเงินสดใสและเป็นเงา โดยขั้นตอนการผลิตเนื้อห้อมและการเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เป็นคำแนะนำจากวารสารของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) นั้นมีดังนี้

1. การเตรียมน้ำหมักใบห้อม ใช้ห้อมสดซึ่งเก็บในตอนเช้าไม่เกิน 8.00 นาฬิกา หรือในตอนเย็นหลัง 16.00 นาฬิกา เพราะใบห้อมจะสดและให้เนื้อสีมากกว่าห้อมที่เก็บในเวลาอื่น จากนั้นมัดห้อมเป็นกำ หมักกับน้ำสะอาดในหม้อหรือโอ่งในอัตราส่วนห้อม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร โดยนำวัสดุกดใบห้อมให้จมน้ำหมักทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง จึงกลับมัดห้อมที่แช่สลับจากด้านบนลงด้านล่างแช่ต่อไปจนครบ 72 ชั่วโมง นำเอาเศษใบห้อมทิ้งและกรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นเติมปูน 120 กรัม ตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยตะลอมหรือซวก กระแทกขึ้น-ลง ในหม้อที่หมักจนเกิดฟองสีน้ำเงิน ทำจนกระทั่งฟองแตกตัวและยุบตัวลงไปจึงหยุด เมื่อจบขั้นตอนนี้จะได้สารอินดิโก้ที่เรียกว่าเนื้อห้อม ห้อมเปียก ตั้งทิ้งไว้ให้ห้อมตกตะกอนแล้วนำไปกรองออกด้วยผ้าฝ้าย

2. การเตรียมน้ำย้อม

2.1 การละลายเนื้อห้อมด้วยน้ำด่าง

ใช้ห้อมเปียก 1 กิโลกรัม ผสมกับน้ำด่าง 2 ลิตร กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพราะสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมเปียกนั้นมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่จะละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นจึงต้องมีการใช้น้ำด่างเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการก่อหม้อและในการย้อม โดยภูมิปัญญาพื้นบ้านจะใช้น้ำด่างที่ได้จากการนำขี้เถ้าของต้นกล้วย เหง้ากล้วย ต้นมะขาม ต้นเพกา หรือไม้เบญจพรรณ มาใส่ลงในภาชนะที่เจาะรูเล็กๆ แล้วเติมน้ำเพื่อให้น้ำไหลผ่าน โดยมีอัตราส่วนระหว่างน้ำกับขี้เถ้า เท่ากับ 1 : 5 น้ำด่างที่ได้จะต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่าหรือเท่ากับ 12 สารอินดิโก้จะถูกรีดิวส์เปลี่ยนเป็นอินดิโก้ไวท์ที่มีสีเหลืองและละลายน้ำได้

2.2 การเตรียมน้ำย้อมห้อม (การก่อหม้อ)

เติมน้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร (มะขามเปียกไปผสมกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1 : 1 คั้นเอาแต่น้ำมาใช้) กวนส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันประมาณ 30–40 นาที จนเกิดฟอง “แสดงว่าเกิดครามแล้ว” แต่ไม่สามารถนำไปย้อมได้ ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรด-ด่างของน้ำห้อมยังไม่อยู่ในสภาพที่จะย้อมได้เพราะค่าที่เหมาะสมต่อการย้อมมีความเป็นกรด-ด่างในช่วง 10.50-11.00 เมื่อผสมส่วนผสมทั้งหมดแล้ว ตั้งทิ้งไว้จนกว่าจะได้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่กำหนด พร้อมทำการ “โจก” น้ำย้อม เช้า – เย็น จนกว่าจะใช้ย้อมได้ โดยสังเกตจากฟองที่อยู่บนน้ำย้อม จะมีสีน้ำเงินเข้มออกม่วง ฟองไม่ยุบ ส่วนด้านล่างของน้ำย้อมจะมีสีเหลืองเหมือนกับขมิ้น แสดงว่าสามารถทำการย้อมฝ้ายหรือผ้าได้

2.3 การเตรียมน้ำย้อมสำหรับเติมในหม้อย้อม

ในการเตรียมน้ำย้อมสำหรับเติมในหม้อย้อมจะใช้ห้อมเปียกผสมกับน้ำด่างในอัตราส่วน 2 : 3 กวนให้เป็นเนื้อเดียวกันพักไว้ ในส่วนการเตรียมน้ำย้อมนั้น ยังมีการเตรียมในรูปแบบสารละลายด่างควบคู่กับตัวรีดิวซ์ชนิดอื่นที่สามารถเลือกใช้เพื่อให้เกิดอินดิโก้ไวน์ ได้แก่ โซเดียมไดไทโอไนต์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์

($Na_2S_2O_4$/NaOH) หรือฝุ่นผงสังกะสีในน้ำปูนใสอุ่นไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (Zn/$Ca(OH)_2$) (Yoshiko *et al*., 1999) หรือไทโอยูเรียไดออกไซด์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Young *et al*., 2004) โดยผลการย้อมสีอินดิโก้ที่คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการเตรียมน้ำย้อมของอนุรัตน์ (2544) ได้ศึกษาวิธีการเตรียมสีย้อมแบบใช้สารจากธรรมชาติด้วยการหมักอินดิโก้ในน้ำด่างขี้เถ้าเพื่อให้เกิดอินดิโก้ไวท์ และผลของน้ำมะขามในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในช่วง 10.5-11.5 พบว่าเส้นฝ้ายติดสีครามของอินดิโก้ได้สีเข้มและมีความสดใส และการเตรียมน้ำย้อมของสีครามด้วยวิธี Zinc lime vat ซึ่งมีส่วนผสมของผงสังกะสี ปูนกินหมาก เมทานอล และน้ำอุ่น 60 องศาเซลเซียส สามารถทำให้อินดิโก้เกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นอินดิโก้ไวท์ในน้ำย้อมทำให้ผ้าย้อมติดสีครามได้ดีขึ้น และอนุรัตน์ (2554) ศึกษาการเตรียมสีย้อมครามจากผงครามด้วยผงสังกะสีและน้ำขี้เถ้า พบว่า ผงสังกะสีจะย้อมติดสีฝ้ายทันที ส่วนน้ำขี้เถ้าจะย้อมติดสีฝ้ายในวันที่ 7 หลังการเตรียมสีคราม โดยได้สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมครามให้ได้สีน้ำเงิน คือ การใช้ผงครามในอัตราส่วน 12 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ต่อผงสังกะสี 0.05 กรัม

นอกจากประโยชน์ของผงสังกะสีที่เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีในระหว่างการเตรียมน้ำย้อมแล้ว ยังมีการนำสังกะสีที่อยู่ในรูปแบบสังกะสีออกไซด์หรือซิงค์ออกไซด์ก็มีการมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยการนำโลหะซิงค์นาโนมาใช้เป็นส่วนผสมทำเป็นผ้าครามซิงค์นาโน (หมู่บ้านผ้าครามนาโน, 2555) และผลการศึกษาของกิตติพงศ์ (2558) พบว่า ซิงค์ออกไซด์มีสมบัติพิเศษหลายประการ ได้แก่ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย มีสมบัติที่ดีในการดูดกลืนแสง ทำให้เส้นใยและสิ่งทอมีความสามารถป้องกันรังสี UV ได้ จากข้อมูลทั้งหมดนี้จึงเป็นแนวทางที่จะศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์จากผงสังกะสีและซิงค์ออกไซด์ เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นได้

การทดสอบผ้าย้อม

สำหรับการทดสอบผ้าย้อมนั้นมีมาตรฐานหลายตัวในการนำมาทดสอบ ซึ่งในการทำงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบดังต่อไปนี้ การวัดสีผ้าย้อม การทดสอบความคงทนของสี โดยความคงทนของสีบนวัสดุสิ่งทอจะปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนเมื่อถูกนำไปใช้งาน เช่น ความคงทนต่อการซักล้างด้วยผงซักฟอกที่ใช้ตามบ้านเรือน หรือความคงทนของสีต่อแสงแดด เนื่องจากเมื่อซักผ้าแล้วจะทำให้แห้งต้องตากแดด ถ้าสีซีดจางผลิตภัณฑ์นั้นก็จะไม่เป็นที่ยอมรับ

การวัดสี

ระบบวัดสี สีที่ตาเรามองเห็นมีมากมายหลายสีจึงมีความจำเป็นต้องมีระบบจัดลำดับสีให้เป็นระเบียบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสื่อสารแล้วให้ความเข้าใจความหมายสีได้ตรงกัน มีการกำหนดค่าสีเป็นปริมาณที่วัดได้ เพื่อนำไปประเมินค่าเป็นตัวเลขที่แน่นอน ระบบการวัดสีที่ใช้ คือ ระบบ CIE L*a*b*

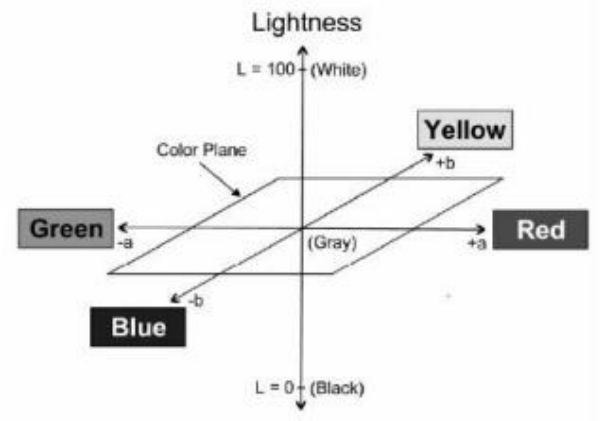
ระบบสี CIE L*a*b* หรือ CIELAB เป็นระบบการวัดสีที่คำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. Light Source คือ แหล่งกำหนดแสงมาตรฐาน เช่น A B C หรือ D65

2. Colour Object คือ วัตถุสีเมื่อแสงตกกระทบจะสะท้อนหรือกระจายแสงมาสู่ตา หรือเครื่องรับแสง

3. Observer คือ ผู้สังเกตการณ์ CIE L* a* b* (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่พัฒนาจากระบบ CIE Tristimulus Value (x y หรือ z) และ CIE Chromaticity coordinate (x y หรือ z) โดยปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงจนสามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีเป็นที่ยอมรับกว้างขวาง คือ CIELAB 1976 ซึ่งมีลักษณะของ Color Space

กรมวิทยาศาสตร์



ระบบสีแบบ CIELAB 1976 (ปณิธาน, 2555)

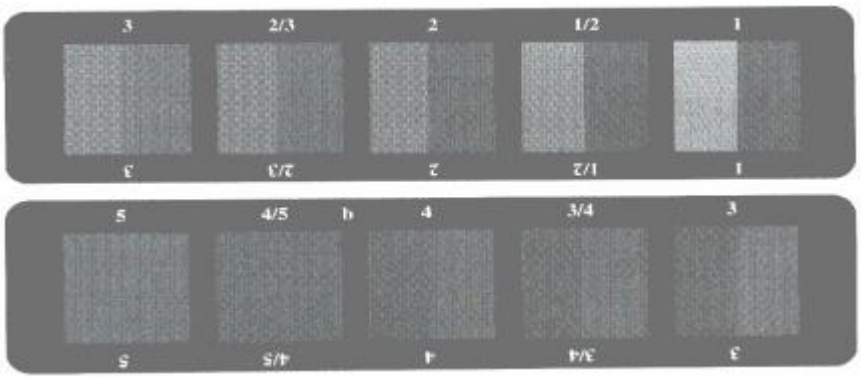
หมายเหตุ L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)
ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ
ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว
a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (Red-Green)
ถ้า a*เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง
ถ้า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว
b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (Yellow-Blue)
ถ้า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง
ถ้า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน

ความคงทนของสีต่อการซัก

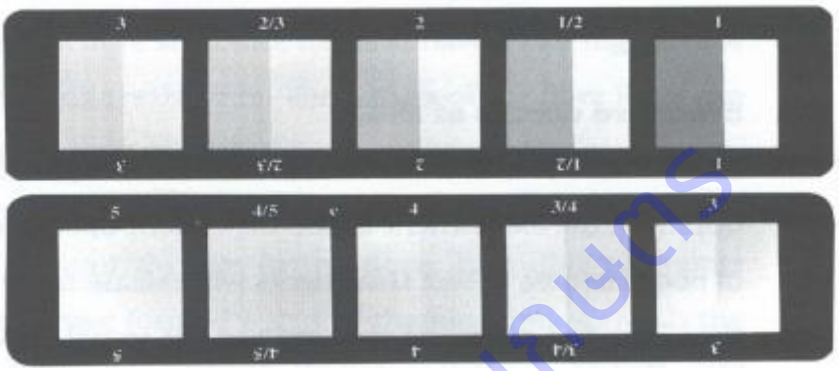
การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างของวัสดุสิ่งทอทุกประเภทต่อลักษณะการซักในการใช้งานจริงตามบ้านเรือน ในอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ความคงทน ของสีต่อการซักล้างบนวัสดุสิ่งทอใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-C06: 1994 (E) โดยชิ้นทดสอบที่ประกบติดอยู่กับผ้าหลายเส้นใย จะถูกนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างในสารละลายน้ำสบู่มาตรฐาน ภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำและทำให้แห้งเพื่อทำการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสีบนชิ้นงานทดสอบ และประเมินค่าการติดเปื้อนสีบนผ้าตัวอย่างที่ประกบติดอยู่กับผ้าหลายเส้นใย

การทดสอบนี้จะเปรียบเทียบสีบนวัสดุที่ผ่านกระบวนการแบบเปียก เทียบกับสีบนวัสดุที่ไม่ผ่านกระบวนการ เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานตัวหนึ่งมาเปรียบเทียบ ที่เรียกว่าเกรย์สเกล (Grey Scale) ระดับสีเทาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินการทดสอบความคงทนของการซัก โดยความแตกต่างจะบ่งบอกด้วยตัวเลขที่ค่าความคงทนต่ำสุด คือ 1 (แสดงว่าแตกต่างกันมาก) ค่าความคงทนสูงสุด คือ 5 (แสดงว่าไม่แตกต่างกัน) ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในด้านสิ่งทอนั้นจะพบเกรย์สเกลสองแบบดังนี้คือ

กรมวิชาการเกษตร



เกรย์สเกลสำหรับสีที่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มของสี เมื่อเทียบกับผ้าย้อมสีที่ไม่ผ่านกระบวนการแบบเปียกนั้น



เกรย์สเกลสำหรับสีที่ตกติดบนผ้าขาว เมื่อเทียบกับผ้าขาวที่ไม่ผ่านกระบวนการแบบเปียกนั้น

ที่มา : อภิชาติ (2006)

ความคงทนต่อแสง

การทดสอบความคงทนต่อแสงของผลิตภัณฑ์สิ่งทอจะดำเนินการกับเครื่องมือที่ผลิตแสงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแสงกลางวันหรือแสงธรรมชาติมากที่สุด ตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 105-B02 มาตรฐานการทดสอบฉบับนี้ เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความคงทนของสีบนวัสดุสิ่งทอทุกชนิดและทุกรูปแบบ อันเนื่องมาจากการกระทำของแสงแดดเทียม (แสงซีนอนอาร์ก) ซึ่งแสงแดดเทียมนี้จะใช้แทนแสงแดดจากธรรมชาติ โดยชิ้นงานทดสอบจะถูกสัมผัสกับแสงแดดเทียมภายใต้สภาวะที่กำหนด และมีผ้า Blue wool Reference ใส่เข้าไปด้วย ความคงทนของสีจะถูกประเมินโดยการเปรียบเทียบสีที่เปลี่ยนไปของชิ้นงานทดสอบกับผ้า Blue wool Reference และพิจารณาความคงทนของสีของตัวอย่างผ้า การประเมินความคงทนต่อแสงด้วยเกล็ดขนสัตว์สีฟ้า ระดับสีฟ้าประกอบด้วยแปดสีมาตรฐาน การประเมินผลจะทำในตัวเลข ค่าที่แย่ที่สุดจะถูกแสดงเป็น 1 และค่าที่ดีที่สุด คือ 8 ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ดังตัวอย่าง

กรมวิทยาศาสตร์

ที่มา : อภิชาติ (2006)

ตัวอย่างแสดงมาตรฐานสีน้ำเงินย้อมบนเส้นใยขนสัตว์ (ด้านซ้าย) และผ้าตัวอย่างที่ย้อมสี (ด้านขวา) เพื่อทดสอบความคงทนของสีต่อแสง ตรงกลางของทั้งสองตัวอย่างเป็นส่วนที่เราปิดด้วยกระดาษสีดำ เพื่อเปรียบเทียบว่าสีได้ซีดจางหรือยัง

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

วิธีดำเนินการ

วัตถุดิบ

1. ยอดห้อมจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

สารเคมี

1. แคลเซียมออกไซด์ (CaO, เกรดอุตสาหกรรม)
2. ผงสังกะสี (Zn powder)
3. สังกะสีออกไซด์ หรือ ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
5. โซเดียมไทโอไนต์ ($Na_2S_2O_4$)
6. สารมาตรฐานอินดิโก้ (Indigo synthetic 97%)
7. กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid)

อุปกรณ์

1. ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร
2. ผ้ากรอง (ผ้าดิบขนาด 50x50 เซนติเมตร)
3. เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

เครื่องมือ

1. เครื่องตีห้อม ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
2. เครื่องชั่ง 7 กิโลกรัม
3. ปั๊มให้อากาศ
4. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง Mettler RM480 DeltaRange
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง pH Meter UB-10, Denver Instrument
6. เครื่องวัดสี Konica Minolta Chroma meter: Model: CR-400

ศูนย์วิทยการเกษตร

7. เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer, Shinadzu: รุ่น UV-2600

วิธีการ

1. การเตรียมเนื้อห้อมเปียก

1.1 ตัดส่วนยอดของต้นห้อมโดยตัดจากยอดลงไป 15-20 เซนติเมตร นำมาแช่น้ำในอัตราส่วนห้อมสด 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร นำวัสดุกดใบห้อมให้จมน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงกลับห้อมที่แช่สลับจากด้านบนลงด้านล่าง และแช่ต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จึงนำเอาเศษกิ่งก้านใบห้อมออกและกรองด้วยผ้าขาวบาง

1.2 เติมส่วนผสมแต่ละกรรมวิธีโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 7 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม และผงสังกะสี (Zn powder) 12 กรัม

กรรมวิธีที่ 3 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม ปริมาณผงสังกะสี (Zn powder) 24 กรัม

กรรมวิธีที่ 4 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม ปริมาณผงสังกะสี (Zn powder) 36 กรัม

กรรมวิธีที่ 5 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม ปริมาณซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 12 กรัม

กรรมวิธีที่ 6 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม ปริมาณซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 24 กรัม

กรรมวิธีที่ 7 ปูนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 120 กรัม ปริมาณซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 36 กรัม

1.3 จากนั้นตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยเครื่องตีห้อมจนเกิดฟองสีน้ำเงิน ทำจนกระทั่งฟองยุบตัวลงจึงหยุด ทิ้งให้เนื้อสีตกตะกอน แล้วนำไปกรองด้วยผ้าดิบ ทิ้งไว้จะได้เนื้อห้อมเปียก

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- น้ำหนักห้อมเปียก
- ปริมาณสารอินดิโก้ ดัดแปลงจากวิธีการของ ไพศาลและคณะ (2543)

2. การเตรียมน้ำย้อมห้อมและการย้อมผ้า

2.1 เตรียมน้ำด่างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 12

2.2 ละลายเนื้อห้อมเปียกที่เตรียมได้จากแต่ละกรรมวิธีในข้อ 1 ปริมาณ 100 กรัมต่อน้ำด่าง 200 มิลลิลิตร

2.3หลังจากเนื้อห้อมละลายแล้ว ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เท่ากับ 11 ด้วยสารละลายกรดทาร์ทาริก (ความเข้มข้นร้อยละ 10) และทำการโจกน้ำย้อมทุกเช้าและเย็น

2.4 เมื่อน้ำย้อมแต่ละกรรมวิธีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว จึงนำผ้าฝ้ายขนาด 20x20 เซนติเมตร ย้อมจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที โดยเก็บตัวอย่างผ้าฝ้ายที่ย้อมจำนวน 1 2 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ

การบันทึกข้อมูล

- ค่าสี (L*, a*, b*) ของผ้าย้อมห้อมที่ย้อมจำนวน 1 2 และ 3 ครั้ง ด้วยเครื่องวัดสี
- ความคงทนของสีต่อการซัก: ตามมาตรฐาน ISO 105-C06: 2010 (E) METHOD C2S (60°C, 25 STAINLESS STEEL BALLS, 30 นาที) ทดสอบโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- ความคงทนของสีต่อแสงซีนอนอาร์ก: มาตรฐาน ISO 105-B02: 2014 (E) ทดสอบโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- ทดสอบความซีดจางของผ้าย้อมจากการจำลองการซักด้วยเครื่องซักผ้าจำนวน 5 ครั้ง
- ศึกษาพื้นผิวของผ้าฝ้ายโดยใช้เครื่อง SEM

3. คำนวณต้นทุนการผลิตเนื้อห้อม

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

1. การเตรียมเนื้อห้อมเปียก

จากการเตรียมน้ำห้อมด้วยการหมักยอดห้อมสดในน้ำสะอาดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า น้ำห้อมที่สกัดได้มีสีเขียวใส ซึ่งเป็นลักษณะของสารอินดิแคน (indican) จากขั้นตอนการหมักเมื่อถูกไฮโดรไลส์จะเกิดเป็นสารอินดรอกซิล (indoxyl) และเมื่อนำมาเติม CaO CaO/Zn 12 24 และ 36 กรัม และ CaO/ZnO 12 24 และ 36 กรัม ตามกรรมวิธี และทำการตีน้ำห้อมด้วยเครื่องตีห้อมเพื่อทำปฏิกิริยา สารอินดรอกซิลจะถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนในอากาศอย่างรวดเร็ว เปลี่ยนเป็นสีครามหรือสีของสารอินดิโก้ จนกระทั่งฟองยุบตัวจึงหยุดตี รอจนเนื้อสีตกตะกอนแล้วกรองน้ำห้อมที่ได้ด้วยผ้าดิบ และทิ้งไว้ให้แห้งจนเหลือแต่เนื้อห้อมบนผ้ากรองที่มีลักษณะคล้ายโคลนมีสีน้ำเงินเข้มเรียกว่า เนื้อห้อมหรือห้อมเปียก เก็บเนื้อห้อมที่ได้ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเนื้อสีห้อมที่เตรียมได้จากแต่ละกรรมวิธี (ภาพที่ 5.1)

ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการทำเนื้อสีห้อม (a) กรองกิ่งห้อมออกหลังแช่น้ำแล้ว 2 วัน (b) น้ำสกัดห้อมที่ได้เติมผง CaO และผงสังกะสีแล้วเข้าเครื่องตีห้อม (c) น้ำสีห้อมหลังตีด้วยเครื่อง รอตกตะกอน (d) กรองเอาเฉพาะเนื้อสีห้อม (e) เนื้อห้อมเปียกที่กรองทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน

หลังจากเก็บเนื้อห้อมเปียกมาเปรียบเทียบลักษณะและปริมาณของเนื้อห้อมที่เตรียมได้จากแต่ละกรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่เติมผงสังกะสีจะได้เนื้อห้อมค่อนข้างเปียกกว่ากรรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่เติม ZnO และเมื่อปริมาณผงสังกะสีเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ได้เนื้อห้อมเปียกมากขึ้น จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินดิโก้ที่ผสมอยู่ในเนื้อห้อมเปียกด้วยเทคนิค Spectrophotometry พบว่า กรรมวิธีที่เติม CaO/Zn 12 และ 24 กรัม และ CaO/ZnO 12 24 และ 36 กรัม เนื้อห้อมเปียกมีปริมาณต์อินดิโก้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คืออยู่ในช่วง 0.86–0.91 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธี CaO/Zn 36 กรัม ที่มีปริมาณ

อินดิโก้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.83 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่เติม CaO/ZnO 24 กรัม มีปริมาณสารอินดิโก้สูงสุดที่ 0.91 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 5.1 โดยผลของปริมาณอินดิโก้ที่ได้จะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของประนอม และคณะ (2558) ที่วิเคราะห์สารอินดิโก้จากต้นห้อมในแปลงทดสอบในจังหวัดแพร่ โดยพบว่า มีปริมาณอินดิโก้ 1–2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าววิเคราะห์ปริมาณอินดิโก้ในใบห้อมที่เก็บเกี่ยวได้จากต้นที่มีอายุ 8 เดือนขึ้นไป แต่ใบห้อมที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นแปลงปลูกต้นห้อมที่ปลูกขึ้นใหม่และไม่ได้จดบันทึกข้อมูลอายุของต้นห้อมที่นำมาใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 5.1 น้ำหนักเนื้อห้อมเปียก เนื้อห้อมอบแห้ง และปริมาณอินดิโก้แต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	น้ำหนักเนื้อห้อมเปียก (กรัม)	ปริมาณอินดิโก้ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
CaO	444.20	0.83b
CaO/Zn 12 g	472.57	0.86ab
CaO/Zn 24 g	512.32	0.89a
CaO/Zn 36 g	540.82	0.78b
CaO/ZnO 12 g	472.50	0.86ab
CaO/ZnO 24 g	495.64	0.91a
CaO/ZnO 36 g	497.52	0.86ab

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

2. การเตรียมน้ำย้อมห้อมและการย้อมผ้า

จากการที่สารอินดิโก้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในด่าง ดังนั้นการเตรียมน้ำย้อมจากเนื้อห้อมเปียกจึงต้องใช้น้ำด่าง และทำการเติมอากาศให้น้ำย้อมทุกวันจนกว่าน้ำย้อมจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอมเขียว แสดงว่าสารอินดิโก้ถูกรีดิวส์ให้เป็นอินดิโก้ไวท์โดยสมบูรณ์ ทำให้เมื่อทำการจุ่มย้อมผ้าแล้วสารลิวโคอินดิโก้จะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อผ้าสัมผัสกับอากาศสารดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศกลายเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า โดยน้ำย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมแต่ละครั้งจะต้องทำการเติมอากาศก่อนเพื่อให้น้ำย้อมมีปริมาณสารลิวโคอินดิโก้เพียงพอต่อการย้อมครั้งต่อไป ส่วนความเข้มของสีครามบนผ้าจะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่จุ่มย้อม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

3. ค่าสีของผ้าย้อมห้อม

เมื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของผ้าย้อมห้อมจำนวน 3 ครั้ง และเปรียบเทียบเฉดสีของผ้าย้อมห้อมดังแสดงในภาพที่ 5.2 พบว่าผ้าที่ย้อมด้วยห้อมที่เตรียมจากกรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม มีความเข้มของสีห้อมสูงสุด และผลการวัดค่าสี (L*, a* และ b*) ของผ้าที่ผ่านการยอมแต่ละครั้งจากทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่า ผ้าที่ย้อมด้วยสีห้อมที่เตรียมได้จากกรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม และทำการย้อม 2 ครั้ง ให้ค่าสี L* = 44.34 ค่า a* = -0.19 และค่า b* = -21.33 โดยที่ค่า L* = 44.34 นั้นเป็นค่าความสว่างที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่าในกรรมวิธีอื่นๆ และค่า b* = -21.33 เป็นค่าสีน้ำเงินที่มีค่าติดลบมากที่สุดเมื่อเทียบกับค่าในกรรมวิธีอื่นๆ ทำให้ผ้าย้อมกรรมวิธีนี้มีเฉดสีน้ำเงินเข้มที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์สารอินดิโก้จากเนื้อห้อมที่มีค่าสูงสุด (ตารางที่ 5.2) ทำให้โอกาสที่โมเลกุลของสีห้อมย้อมติดผ้าได้มากกว่าการย้อมด้วยน้ำห้อมที่เตรียมจากเนื้อห้อมของกรรมวิธีอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

CaO CaO/Zn12 CaO/Zn24 CaO/Zn36 CaO/ZnO12 CaO/ZnO24 CaO/ZnO36

ภาพที่ 5.2 ลักษณะความเข้มสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมจำนวน 3 ครั้ง จากเนื้อห้อมที่เตรียมแต่ละกรรมวิธี

ตารางที่ 5.2 ค่าสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมจำนวน 3 ครั้ง

กรรมวิธี	จำนวนครั้งการย้อม	ค่าสี		
		L*	a*	b*
CaO	1	49.14	-1.85	-19.33
	2	49.14	-1.13	-18.75
	3	45.51	-0.63	-19.23
CaO/Zn 12 g	1	64.80	-3.4	-6.82
	2	73.32	-3.99	-8.57
	3	73.41	-4.14	-8.12
CaO/Zn 24 g	1	66.04	-3.82	-8.45
	2	74.10	-4.14	-7.25
	3	71.15	-4.37	-9.50
CaO/Zn 36 g	1	72.03	-3.80	-8.18
	2	72.03	-4.11	-9.18
	3	70.80	-4.20	-9.62
CaO/ZnO 12 g	1	46.97	-0.67	-20.90
	2	46.97	-0.50	-19.54
	3	45.43	-0.26	-20.40
CaO/ZnO 24 g	1	49.13	-1.88	-19.19
	2	44.34	-0.19	-21.33
	3	45.64	-0.93	-19.60
CaO/ZnO 36 g	1	46.58	-1.49	-19.64
	2	46.58	-0.43	-20.61
	3	45.42	-0.64	-19.33

หมายเหตุ L* ค่าความสว่าง (มีค่า 0 หมายถึง สีดำ, มีค่า 100 หมายถึง สีขาว)

a* ค่าสีแดง-เขียว (+ หมายถึง ความเป็นสีแดง, - หมายถึง ความเป็นสีเขียว)

b* ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (+ หมายถึง ความเป็นสีเหลือง, - หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน)

กรมวิชาการเกษตร

4. การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ผลการทดสอบค่าความคงทนของสีย้อมต่อการซักของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมซ้ำจำนวน 3 ครั้ง (ตารางที่ 5.3) ตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 105-C06: 2010 (E) โดยใช้เกรย์สเกลระดับ 1 ถึง 5 ประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและการติดเปื้อนสี พบว่า

ทุกตัวอย่างมีระดับค่าความคงทนของสีต่อการซักในด้านการตกสีเท่ากัน คือ อยู่ในระดับ 4 (ดี หมายถึง สีตกติดผ้าฝ้ายเล็กน้อย) แสดงว่าน้ำย้อมห้อมที่เตรียมจากเนื้อห้อมเปียกจากทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ทำให้โมเลกุลสีถูกดูดซับเขาสู่ดานในของเสนใยได้ดี ส่งผลต่อระดับความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในเกณฑ์ดี และเมื่อดูที่ค่าความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงสีที่วัดได้จะเห็นว่ากรรมวิธี CaO/ZnO ทั้ง 3 กรรมวิธีและกรรมวิธีควบคุมมีค่าเท่ากันที่ระดับ 3 (ปานกลาง หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงพอสังเกตได้) ซึ่งดีกว่ากรรมวิธีที่เติมผงสังกะสีทั้ง 3 กรรมวิธีที่มีค่าความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงสีที่ระดับ 2-3 (ต่ำ-ปานกลาง หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงพอสังเกตได้ถึงค่อนข้างมาก) แสดงว่าโมเลกุลสีถูกดูดซับกับเส้นใยผ้าได้น้อยกว่า

5. การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

ผลการทดสอบค่าความคงทนของสีต่อแสงของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมซ้ำจำนวน 3 ครั้ง โดยการใช้แสงแดดเทียม (แสงซีนอนอาร์ก) ตามมาตรฐาน ISO 105-B02: 2014 (E) ด้วยการทดสอบที่ระดับความเข้มแสงที่ใช้ทดสอบที่ระดับ 4 แล้วใช้เกรย์สเกลระดับ 1 ถึง 5 ประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ตารางที่ 5.3) พบว่าผ้าย้อมห้อมจากกรรมวิธี CaO/ZnO 12 และ 24 กรัม มีค่าความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับดีถึงดีมาก (>4) ซึ่งดีกว่ากรรมวิธีควบคุมซึ่งได้ค่าความคงทนของสีต่อแสงที่ระดับดี (4) ส่วนกรรมวิธีที่เติมผงสังกะสีที่ปริมาณต่างๆ มีค่าความคงทนต่อแสงน้อยที่สุดที่ระดับ 3-4 ส่วน ซึ่งผลของการเติม ZnO ที่ทำให้ค่าความคงทนต่อแสงดีขึ้นนั้นสอดคล้องกับการศึกษาของสุดาพร (2563) ที่พบว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่ผิวหน้าซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้เส้นใยดูดซับโมเลกุลสีย้อมได้มากขึ้น ความคงทนต่อแสง และความคงทนต่อการซักล้างของผ้าฝ้ายที่เคลือบย้อมครามเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4–5 (ดีถึงดีมาก) และ 4 (ดี) ตามลำดับ และมีค่าความสามารถป้องกันรังสียูวีของสิ่งทอ (Ultraviolet Protection Factor, UPF) ในช่วง 51.61–60.31

ตารางที่ 5.3 ระดับค่าความคงทนของสีย้อมต่อการซักและแสงของผ้าย้อมห้อมและกรรมวิธี

กรรมวิธี	ค่าระดับความคงทนต่อการซัก		ค่าระดับความคงทนต่อแสง
	การเปื้อนสี	การซีดจาง	
CaO	4	3	4
CaO/Zn 12 g	4	2-3	3
CaO/Zn 24 g	4	2-3	3-4
CaO/Zn 36 g	4	2-3	3-4
CaO/ZnO 12 g	4	3	>4
CaO/ZnO 24 g	4	3	>4
CaO/ZnO 36 g	4	3	4

หมายเหตุ - ระดับคุณภาพ: 1 = ต่ำมาก, 2 = ต่ำ, 3 = ปานกลาง, 4 = ดี, 5 = ดีมาก

6. การเปลี่ยนแปลงสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการซักจำนวน 5 ครั้ง

ผลการทดสอบความซีดจางของสีของผ้าย้อมห้อมจากการซักด้วยเครื่องซักผ้าร่วมกับการใช้ผงซักฟอกและพึ่งแดดให้แห้งจำนวน 5 รอบ การซัก ดังตารางที่ 5.4 ผลการวัดค่าสี L* a* และ b* ของผ้าย้อมห้อมก่อนซักและหลังซักมีค่าการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี ค่า a* มีค่าลบเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี และ

กรมวิทยาศาสตร์

ค่า b* มีค่าลบลดลง เมื่อพิจารณาจากค่าสีที่มีการเปลี่ยนแปลงพอสรุปได้ว่า ในทุกกรรมวิธีจะมีค่าความเข้มสีน้ำเงินของห้อมลดลงเมื่อผ้าย้อมห้อมมีการใช้งานและผ่านการซักในแต่ละครั้ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยให้พิจารณาจากค่า ΔE ที่บ่งบอกการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีของผ้าย้อมห้อมก่อนและหลังการซัก พบว่าผ้าย้อมห้อมจากกรรมวิธีที่ใช้ CaO/ZnO 36 กรัม มีค่า ΔE น้อยสุดเท่ากับ 3.45 ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุมที่มี ΔE เท่ากับ 3.83 แต่มีผลการวัดค่าความสว่าง (L*) ได้เท่ากับ 48.73 ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีค่า L* เท่ากับ 49.29 ทำให้เฉดสีที่สังเกตได้ของผ้าย้อมห้อมจากกรรมวิธี CaO/ZnO 36 กรัม มีความเป็นสีน้ำเงินเข้มกว่า ส่วนกรรมวิธี CaO/ZnO 12 และ 24 กรัม ถึงแม้ค่า ΔE จะมีค่าสูงใกล้เคียงกันที่ประมาณ 6 แต่เมื่อดูจากค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง -18 ถึง -19 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกรรมวิธี CaO/ZnO 36 กรัม และกรรมวิธีควบคุม

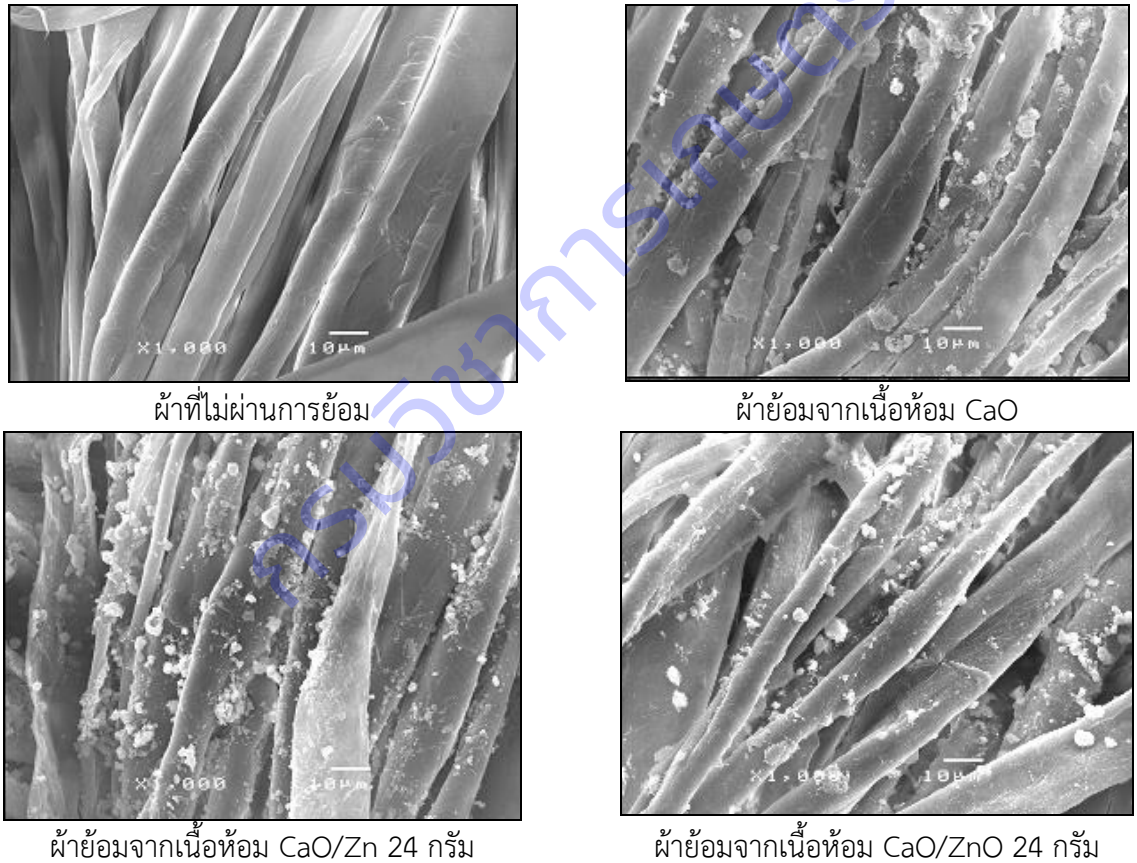
ตารางที่ 4 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการซักจำนวน 5 ครั้ง

กรรมวิธี		ค่าสี			
		L*	a*	b*	ΔE
CaO	ก่อนซัก	45.51	-0.63	-19.23	3.83
	หลังซัก	49.29	-1.26	-19.21	
CaO/Zn 12 g	ก่อนซัก	73.41	-4.14	-8.12	3.54
	หลังซัก	76.87	-3.46	-7.80	
CaO/Zn 24 g	ก่อนซัก	71.15	-4.37	-9.50	8.51
	หลังซัก	79.62	-4.89	-8.87	
CaO/Zn 36 g	ก่อนซัก	70.80	-4.20	-9.62	13.89
	หลังซัก	83.47	-4.71	-3.94	
CaO/ZnO 12 g	ก่อนซัก	45.43	-0.26	-20.40	6.17
	หลังซัก	51.04	-1.52	-18.15	
CaO/ZnO 24 g	ก่อนซัก	45.64	-0.93	-19.60	6.24
	หลังซัก	51.69	-2.10	-18.60	
CaO/ZnO 36 g	ก่อนซัก	45.42	-0.64	-19.33	3.45
	หลังซัก	48.73	-1.49	-18.87	

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลการทดสอบลักษณะของเส้นใยผ้าก่อนและหลังการย้อมห้อม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) พบว่าเนื้อผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยสีห้อมที่ส่วนผสมของแคลเซียมและสังกะสีที่มาจาก CaO ZnO และผงสังกะสีนั้น จะมีผลึกเกาะติดอยู่บนเส้นใยผ้าย้อม ดังแสดงในภาพที่ 5.3 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของผลึกบนเส้นใยผ้าที่ย้อมด้วยสีที่มีส่วนผสมของ ZnO และผงสังกะสี จะสังเกตเห็นอนุภาคขนาดเล็กกระจายตัวบนพื้นผิวของผ้าฝ้ายมากขึ้นซึ่งมีส่วนช่วยในการดูดซับแสงและเพิ่มความคงทนของสีบนผ้าย้อมห้อมได้

จากข้อมูลผลการทดสอบผ้าย้อมห้อมทั้งหมด พบว่าผ้าย้อมห้อมที่ได้จากการเนื้อห้อมเปียกจากกรรมวิธีที่เติม ZnO ทั้ง 3 กรรมวิธี มีผลการวัดค่าสีที่ให้ค่าเฉดสีน้ำเงินสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่เติม CaO เพียงอย่างเดียว โดยที่กรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม ให้ค่าเฉดสีน้ำเงินสูงสุด ถึงแม้ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและการซีดจางของผ้าย้อมห้อมในการจำลองการซักจะไม่ได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่จากผลการทดสอบความคงทนต่อแสงที่มีค่าดีมาก จึงเป็นเหตุผลในการเลือกวิธีการเตรียมเนื้อห้อมเปียกจากกรรมวิธีดังกล่าว ไปประยุกต์เป็นสีย้อมเส้นใยหรือวัสดุสิ่งทอที่ใช้เป็นวัสดุตกแต่งเพื่อทำให้สีห้อมซีดจางได้ช้าลง เพราะวัสดุตกแต่งมีโอกาสสัมผัสกับแสงธรรมชาติได้ตลอด



ภาพที่ 5.3 ภาพถ่ายพื้นผิวของเส้นด้ายผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

7. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ในการคำนวณต้นทุนการผลิตจะคิดจากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในกรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม ที่คัดเลือกมาใช้ในการผลิตเนื้อห้อมเปียก โดยราคาต้นทุนของแคลเซียมออกไซด์ (เกรดอุตสาหกรรม) เท่ากับ 4 บาท/กิโลกรัม และซิงค์ออกไซด์ (เกรดทั่วไป) เท่ากับ 204 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นในการผลิตเนื้อห้อมเปียกที่ใช้แคลเซียม

ลิขสิทธิ์การเกษตร

ออกไซด์ 120 กรัม และซิงค์ออกไซด์ 24 กรัม มีต้นทุนวัตถุดิบรวม 5.38 บาท ต่อเนื้อห้อมเปียกเฉลี่ย 495.64 กรัม หรือเท่ากับ 10.85 บาทต่อกิโลกรัม โดยที่ต้นทุนเนื้อห้อมเปียกที่เตรียมจากกรรมวิธีควบคุมที่ใช้แคลเซียมออกไซด์ 120 กรัม เท่ากับ 0.48 บาท ต่อเนื้อห้อมเปียกเฉลี่ย 444.20 กรัม หรือเท่ากับ 1.08 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นสูตรการผลิตห้อมเปียกที่เพิ่มซิงค์ออกไซด์ทำให้ต้นทุนการผลิตห้อมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9.77 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งราคาขายห้อมเปียกในจังหวัดแพร่ ณ ปัจจุบัน อยู่ที่กิโลกรัมละ 300 บาท ทั้งนี้ในการคำนวณไม่รวมถึงต้นทุนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในการกระบวนการผลิตเนื้อห้อมเปียก

อภิปรายผล (Discussion)

การเตรียมเนื้อห้อมเปียกด้วยการเติมแคลเซียมออกไซด์ร่วมกับผงสังกะสี หรือแคลเซียมออกไซด์ร่วมกับผงสังกะสีออกไซด์ (ซิงค์ออกไซด์) ลงในน้ำหมักห้อม สีของเนื้อห้อมเปียกที่ได้นั้นอาจมีความแตกต่างกันกับเนื้อห้อมเปียกตามกรรมวิธีดั้งเดิมที่เตรียมด้วยปูนขาวอย่างเดียว แต่จากผลการทดสอบการย้อมสามารถย้อมผ้าติดสีห้อมได้ดีและผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนต่อแสงมีค่าที่ดีกว่าเดิม และยังพบว่าการเติมผงสังกะสีในการเตรียมเนื้อห้อมเปียก โลหะสังกะสียังมีส่วนในการเป็นตัวรีดิวซ์ให้กับสีอินดิโก้ได้อีกทางหนึ่งซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมน้ำย้อมต่อไป ส่วนผงซิงค์ออกไซด์ที่ใช้นั้นด้วยคุณสมบัติที่มีประโยชน์ด้านสุขภาพผิวหนังของผู้สวมใส่ผ้าหม้อห้อมแล้ว ถือได้ว่าผลิตภัณฑ์ผ้าย้อมห้อมนี้ยังเป็นวิธีการใช้ประโยชน์จากสีห้อมรูปแบบใหม่ด้วย

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion

วิธีการผลิตเนื้อห้อมเปียกจากน้ำหมักห้อมด้วยการเติมซิงค์ออกไซด์จำนวน 24 กรัม และแคลเซียมออกไซด์ 120 กรัมต่อน้ำหมักห้อม 10 ลิตร ที่ได้จากการแช่กิ่งห้อมสด 1 กิโลกรัม ได้เนื้อห้อมเปียกที่มีปริมาณสารอินดิโก้สูงสุดที่ 0.91 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ผ้าย้อมห้อมมีความเข้มของสีน้ำเงินจากห้อมสูงสุด มีค่าความคงทนของสีต่อแสงมากกว่าระดับ 4 และค่าความคงทนของสีต่อการซักในด้านการตกสีอยู่ในระดับดี โดยเนื้อห้อมเปียกในสูตรที่ดีที่สุดมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 10.85 บาทต่อกิโลกรัม

การใช้ผงสังกะสีในขั้นตอนการเตรียมห้อมเปียกนั้น สามารถช่วยให้เกิดการรีดิวซ์สารอินดิโก้ในเนื้อห้อมได้ โดยหลังการเตรียมเนื้อห้อมและเทน้ำส่วนใสออก หลังทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง สภาวะของน้ำสีห้อมกลายเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถนำเส้นใยมาทำการย้อมได้ทันที โดยไม่ต้องทำการก่อหม้อย้อมด้วยสารละลายด่างอีกครั้ง แต่ยังต้องทดสอบค่าความเข้มสีและค่าความคงทนของสีย้อมที่ได้จากวิธีการนี้

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม

วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร[/1] นราทร สุขวิเสส[/1] ประยูร เอ็นมาก[/1] ประนอม ใจอ้าย[/2]

บทคัดย่อ

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม ดำเนินการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2561 – 2563 เพื่อศึกษาผลของตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 95 %v/v และสารละลายเอทิลอะซีเตดความเข้มข้น 95 %v/v ในการสกัดห้อมต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง และพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม ผลการศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระพบว่า สารสกัดห้อม มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ต่ำกว่าวิตามินซี สารสกัดห้อมที่สกัดด้วยเอทานอล สามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ได้มากกว่ากรรมวิธีที่เหลือ การสกัดห้อมด้วยละลายเอทานอลและเอทิลอะซีเตด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ 4 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus Staphylococcus epidermidis Bacillus subtilis Candida albicans* และ *Propionibacterium acnes* ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของ *S. epidermidis* เท่ากับ 15.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการนำสารสกัดห้อมไปเป็นส่วนประกอบในแชมพูพบว่า สารสกัดห้อมด้วยเอทานอลเหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าการสกัดด้วยเอทิลอะซีเตด สูตรที่เหมาะสมสำหรับแชมพูผสมสารสกัดห้อม คือ สารสกัดห้อม 0.4%, 60% SLES 15%, sodium chloride 1%, polyquaternium-44 0.5%, cocamido propyl betain 6%, PEG-120 Methyl Glucose 2%, panthenol 0.5% และสารกันเสีย (Bronidox L) 0.1% โดยผลิตภัณฑ์แชมพูที่ได้อยู่ภายใต้มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก.เอส 12-2561) ของแชมพูผสมสมุนไพร

คำสำคัญ: สารสกัดห้อม อนุมูลอิสระ เชื้อจุลินทรีย์ เอทานอล เอทิลอะซิเตต แชมพู

กรมวิชาการเกษตร

[1] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร
[/2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร

Biological Activities of Crude Extract of *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze and its Application as Hair Shampoo

Wimonwan Rattanawichiit [/1] Naratorn Kukwisad [/1] Prayoon Enmak [/1] Pranom Chaiai [/2]

Abstract

For the purpose of evaluating antioxidant capacity and antimicrobial activities and to find its potential as a component in herbal shampoo, crude solutions of indigo plants (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kintze) were extracted using three different solvents, including water, ethanol (95%v/v), and ethyl acetate (95%v/v). The study was carried out at the Postharvest and Processing Research and Development Division from 2018–2020. Results from the radical scavenging activity by the ABTS and DPPH methods demonstrated the antioxidant properties of the extracts were less than vitamin C, while the ethanol-based solution offered the best antioxidative trait compared to other treatments. The indigo solution extracted by ethanol and ethyl acetate provided antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, and *Propionibacterium acnes*. The minimum concentration to inhibit the growth of *S. epidermidis* was 15.62 mg/ml. Due to its productive yield, the ethanol-based leave extract was selected as the natural ingredient source for the preparation of herbal hair shampoo. The disclosed shampoo was formulated by incorporating 0.4% of leaf extract, 15% of 60% SLES, 1% of sodium, 0.5% of polyquaternium-44, 6% of cocamido propyl betain, 2% of PEG-120 Methyl Glucose, 0.5% of panthenol, and 0.1% of Bronidox L. To this end, the formulated invention has met the Thai SMEs Standard for herbal shampoo.

Keywords: indigo crude extract, antioxidant capability, antimicrobial activity, ethanol, ethyl acetate, shampoo

.

[/1]Crop Processing Research and Development Postharvest and Processing Research and Development Office Department of Agriculture

[2/]Phrae Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Deparment of Agriculture

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ (Introduction)

การใช้ประโยชน์จากต้นห้อม นอกจากจะใช้ใบและต้นมาทำสีน้ำเงินใช้ย้อมผ้ากันมาแต่โบราณแล้ว ห้อมสามารถใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร โดยแพทย์พื้นบ้านไทยใช้ราก และใบต้มน้ำดื่ม แก้อาการเจ็บป่วยหลายอย่าง เช่น อาการไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ ตาอักเสบ แพทย์ญี่ปุ่นในเกาะโอกินาวาใช้ใบต้มน้ำดื่มสำหรับรักษาโรคกลากเนื่องจากมีสาร tryptanthrin สามารถฆ่าเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Trichophyton rubrum* และ *Trichophyton mentagrophytes* ส่วนแพทย์จีนได้ทดลองให้คนไข้โรคเอดส์ที่เป็นงูสวัด ดื่มน้ำต้มใบแห้งของครามผสมกับพืชอื่นอีก 3 ชนิด คือ *Coptis chinensis* Franch. *Arnebia euchroma* (Royle) I. M. Johnst. และ *Paeonia moutan* Sims พบว่าแผลหายภายใน 2 สัปดาห์ (อารี, มปป.) และสารสกัดจากใบห้อมสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย (*Staphylococcus aureus*) ซึ่งทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ (Shahni and Handique, 2013)

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีต้องเป็นสารที่มีผลจำเพาะเจาะจง เช่นมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง เป็นต้น งานวิจัยด้านการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชและสารสกัดจากพืชได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางได้ เช่น อัฐญาพร (2555) ได้ศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดที่พบบนผิวหนังโดยใช้สารสกัดสมุนไพรพื้นบ้าน 29 ชนิด พบว่าสารสกัดเอทานอลของมะยมและเมี่ยงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ *E. coli* O157:H7, *P. acnes*, Ps. Aeruginosa, *S. aureus*, MRSA และ *S. epidermidis* นอกจากนี้ยังพบว่าห้อมที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบคทีเรียก่อโรคได้ 4 ชนิด คือ *Ps. aeruginosa, S. aureus*, MRSA และ *S. epidermidis* และได้นำสารสกัดเมี่ยงพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาใช้ผ้าย้อมครามซึ่งเป็นสารอินดิโก้เช่นเดียวกับห้อมยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียใต้วงแขน โดยใช้แผ่นทดสอบชุบสารสกัดครามพบว่าแผ่นที่ย้อมคราม 6 ซ้ำ แผ่นที่ย้อมคราม 8 ซ้ำ แผ่นที่ชุบครามผงบริสุทธิ์ และแผ่นที่ชุบเนื้อครามมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียใต้วงแขนได้ (ปราชญ์สกล, 2552)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่มีคุณสมบัติสำคัญและได้รับความสนใจอย่างมาก คือ เป็นสารต้านการออกซิเดชั่นซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระ (free radical) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมตามปกติของร่างกาย หรือเกิดจากการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่มีการสร้างอนุมูลอิสระขึ้นมา เพื่อสู้กับเชื้อโรคบางชนิด หรือเกิดจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ สารเคมีและสิ่งปนเปื้อนที่มากับอากาศ สารเติมแต่งอาหาร หรือสารเคมี ต่างๆ ที่ใช้ในการเกษตรฯ สารต้านอนุมูลอิสระจึงมีบทบาทสำคัญในการป้องกันโรคและความชรา ทำให้มนุษย์เราจึงจำเป็นต้องรับประทานอาหารที่เป็นแหล่งของสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ วิตามิน เอ, วิตามิน ซี, วิตามิน อี, และสารสกัดจากพืชหลายชนิด การวิเคราะห์ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ที่นิยมใช้ได้แก่ 2, 2-azobis (3-ethylbenzothialzoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ the oxygen radical absorption capacity (ORAC)

ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ คือ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญ และ/หรือ ความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยการทดสอบความต้านทานของเชื้อต่อยา ซึ่งมีวิธีการหลักอยู่ 2 แบบ คือ dilution method และ agar diffusion method (รัชฎาพร และคณะ, 2554) โดยผิวหนังจัดเป็นอวัยวะของร่างกายที่มีโอกาสจุลินทรีย์ในอากาศได้มากที่สุด แต่แบคทีเรียในอากาศนั้นไม่สามารถเจริญเติบโตบนผิวหนังได้เนื่องจากเป็นสภาพที่ไม่

ลิขสิทธิ์การเกษตร

เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผิวหนังในแต่ละบริเวณจะมีลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ที่ต่างกันออกไป ทำให้แบคทีเรียที่ผิวหนังในแต่ละบริเวณต่างกันออกไป จุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่พบทั่วไป เช่น *Bacilus subtilis* เป็นแบคทีเรียอาจก่อให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบและเป็นแบคทีเรียที่ผลิตสารละลายใสมีกลิ่นเฉพาะตัวซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นตัว *propionibacterium acne* และ *Staphylococcus epidermidis* เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิว *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อที่ทำให้ฝี ผิวหนังอักเสบ และเป็นแผลติดเชื้อ ส่วนเชื้อ *candida albican* เป็นยีสต์ที่เป็นสาเหตุของการตกขาวจากเชื้อราในช่องคลอด แต่เป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับยีสต์ *Pityrosporum ovale* และ *P. orbiculare* เป็นยีสตซึ่งปกติพบอยู่ที่ผิวหนังและหนังศีรษะในเกล็ดรังแค แต่การเพาะเชื้อ *Pityrosporum ovale* ให่บริสุทธิ์นั้นทำได่คอนข่างยาก เนื่องจากเชื้อชนิดนี้ต่องการอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความจำเพาะมาก ดังนั้นจึงนิยมใช่เชื้อ *Candida albicans* เปนตัวแทนสำหรับทำการทดสอบตัวยาในการยับยั้งเชื้อ (ชลลดา, 2546)

การทบทวนวรรณกรรม

1. การออกฤทธิ์ทางชีวภาพของห้อม

ฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชคือสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตทั้งคน สัตว์ และพืช สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีต้องเป็นสารที่มีผลจำเพาะเจาะจง เช่นมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง เป็นต้น งานวิจัยด้านการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชและสารสกัดจากพืชได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางได้ เช่น อัฐญาพร (2555) ได้ศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดที่พบบนผิวหนังโดยใช้สารสกัดสมุนไพรพื้นบ้าน 29 ชนิด พบวาสารสกัดเอทานอลของมะยม และเมี่ยงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 6 ชนิด และพบว่าฮ่อมที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบคทีเรียก่อโรคได้ 4 ชนิด คือ *Ps. aeruginosa, S. aureus*, MRSA และ *S. epidermidis* และได้นำสารสกัดเมี่ยงพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาใช้ผ้าย้อมครามซึ่งเป็นสารอินดิโก้เช่นเดียวกับห้อมยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียใต้วงแขนโดยใช้แผ่นทดสอบชุบสารสกัดครามพบว่าแผ่นที่ย้อมคราม 6 ซ้ำ แผ่นที่ย้อมคราม 8 ซ้ำ แผ่นที่ชุบครามผงบริสุทธิ์ และแผ่นที่ชุบเนื้อครามมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียใต้วงแขนได้ (ปราชญ์สกล, 2552)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่มีคุณสมบัติสำคัญและได้รับความสนใจอย่างมาก คือ เป็นสารต้านการออกซิเดชั่นซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระ (free radical) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมตามปกติของร่างกาย หรือเกิดจากการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่มีการสร้างอนุมูลอิสระขึ้นมา เพื่อสู้กับเชื้อโรคบางชนิด หรือเกิดจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ สารเคมีและสิ่งปนเปื้อนที่มากับอากาศ สารเติมแต่งอาหาร หรือสารเคมี ต่างๆ ที่ใช้ในการเกษตรฯ สารต้านอนุมูลอิสระจึงมีบทบาทสำคัญในการป้องกันโรคและความชรา ทำให้มนุษย์เราจึงจำเป็นต้องรับประทานอาหารที่เป็นแหล่งของสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ วิตามิน เอ, วิตามิน ซี, วิตามิน อี, และสารสกัดจากพืชหลายชนิด การวิเคราะห์ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ที่นิยมใช้ได้แก่ 2, 2-azobis (3-ethylbenzothialzoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ the oxygen radical absorption capacity (ORAC) ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ คือ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญ และ/หรือ ความสามารถในการฆ่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เชื้อจุลินทรีย์ โดยการทดสอบความต้านทานของเชื้อต่อยา ซึ่งมีวิธีการหลักอยู่ 2 แบบ คือ dilution method และ agar diffusion method (รัชฎาพร, 2554)

ผิวหนังจัดเป็นอวัยวะของร่างกายที่มีโอกาสจุลินทรีย์ในอากาศได้มากที่สุด แต่แบคทีเรียในอากาศนั้นไม่สามารถเจริญเติบโตบนผิวหนังได้เนื่องจากเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผิวหนังในแต่ละบริเวณจะมีลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ที่ต่างกันออกไป ทำให้แบคทีเรียที่ผิวหนังในแต่ละบริเวณต่างกันออกไป จุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่พบทั่วไปเช่น *Bacilussubtilis* เป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรคในคนปกติยกเว้นกรณีมีภูมิคุ้มกันบกพร่อง แต่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตสารละลายใสมีกลิ่นเฉพาะตัวซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นตัว *propionibacterium acne* และ *Staphylococcus epidermidis* เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิว *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อที่ทำให้ฝี ผิวหนังอักเสบ และเป็นแผลติดเชื้อ ส่วนเชื้อ *candida albican* เป็นยีสต์ที่เป็นสาเหตุของการตกขาวจากเชื้อราในช่องคลอด แต่เป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับยีสต์ *Pityrosporumovale* และ *P. orbiculare* เป็นยีสตซึ่งปกติพบอยู่ที่ผิวหนังและหนังศีรษะในเกล็ดรังแค แต่การเพาะเชื้อ *Pityrosporumovale* ให้บริสุทธิ์นั้นทำได้ค่อนข่างยาก เนื่องจากเชื้อชนิดนี้ต่องการอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความจำเพาะมาก ดังนั้นจึงนิยมใช่เชื้อ *Candida albicans* เปนตัวแทนสาหรับทำการทดสอบตัวยาในการยับยั้งเชื้อ (ชลลดา, 2545)

นอกจากเป็นสียอ้อมแล้วห้อมสามารถใช้ประโยชน์ได้ คือ รากและใบ น้ำดื่มแก้ไข้ เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ ทั้งต้นสดสับเป็นท่อนต้มเคี่ยวเพื่อทำสียอ้อมผ้าให้สีน้ำเงินเข้มเกือบดำ (เดลินิวส์, 2547) ห้อมเป็นยาพื้นบ้านล้านนาใช้ใบต้มน้ำดื่มแก้ไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ ตาอักเสบ แพทย์จีนทดลองให้คนไข้โรคเอดส์ที่เป็นงูสวัด ดื่มน้ำต้มใบแห้งผสมกับพืชอื่นอีก 3 ชนิด คือ *Coptischinensis, Arnebiaeuchroma* และ *Paeoniamoutan* พบว่าแผลหายภายใน 2 สัปดาห์อย่างรวดเร็ว (คมชัดลึก, 2548) สรรพคุณของคราม นอกจากจะใช้ใบและต้นมาทำสีน้ำเงินใช้ย้อมผ้ากันมาแต่โบราณแล้ว คราม ชนิด *Strobilanthescusia* (Nees) Kuntze ยังมีประโยชน์เป็นสมุนไพรได้อีกด้วย โดยแพทย์พื้นบ้านไทยใช้รากและใบต้มน้ำดื่ม แก้อาการเจ็บป่วยหลายอย่าง เช่น อาการไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ ตาอักเสบ แพทย์ญี่ปุ่นในเกาะโอกินาวาใช้ใบต้มน้ำดื่มสำหรับรักษาโรคกลาก

เนื่องจากมีสาร tryptanthrinสามารถฆ่าเชื้อรา 2 ชนิด คือ Trichophytonrubrum และ Trichophytonmentagrophytes ส่วนแพทย์จีนได้ทดลองให้คนไข้โรคเอดส์ที่เป็นงูสวัด ดื่มน้ำต้มใบแห้งของครามผสมกับพืชอื่นอีก 3 ชนิด คือ CoptischinensisFranch. Arnebiaeuchroma (Royle) I. M. Johnst. และ Paeoniamoutan Sims พบว่าแผลหายภายใน 2 สัปดาห์ (อารี, 2559) และสารสกัดจากใบห้อมสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย (Staphylococcus aureus) ซึ่งทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ (Shahni and Handique, 2013)

2. ผลิตภัณฑ์ย้อมผม

การย้อมผม คือวิธีการใช้สารเคมีที่มีสีชโลมลงบนเส้นผม เพื่อเคลือบผมชั้นนอกชั่วคราว โดยที่สีเดิมตามธรรมชาติในชั้นกลางของเส้นผมไม่ถูกทำลาย ชนิดของสีย้อมผม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ดังนี้

1. ยาย้อมผมชนิดชั่วคราว มีส่วนประกอบของสีย้อมที่เคลือบเฉพาะผิวนอกของเส้นผม สามารถล้างออกได้ง่ายหลังการสระผมด้วยแชมพู แต่สีอาจจะหลุดในการสระผมครั้งแรกหรือหลังจากการสระ 2-3 ครั้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก. สีย้อมได้จากพืช เช่น สีย้อมจากเฮนน่าหรือเทียนกิ่งซึ่งมีส่วนประกอบของสารลอโซน (lawsone) เป็นสีที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และไม่ระคายเคืองผิวหนัง นิยมนำมาใช้ย้อมให้ผมมีสีทองหรือสีแดง และสีย้อมจากต้นอินดิโก้ (*indigoferaargentea*) ใช้ผสมกับสีย้อมเฮนน่าให้สีดำ

ข. สีย้อมที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ (metallic dyes) ได้แก่ ยาเคลือบผมที่ส่วนประกอบของตะกั่วอะซีเตตอ ซึ่งจะให้สีดำของตะกั่วซัลไฟด์โดยปฏิกิริยาระหว่างตะกั่ว อะซีเตตและซัลเฟอร์ในเคราตินทำให้เกิดตะกั่วซัลไฟด์เคลือบติดบนเส้นผม อย่างไรก็ตามสีย้อมผมชนิดนี้ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคเนื่องจากความเป็นพิษของตะกั่วและสีที่เกิดขึ้นล้างออกได้ยาก

ค. สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyes) ใช้สีย้อมชนิดกรด ละลายน้ำได้ เป็นสีประเภท azo, antraquinone และ triphenylmethane ซึ่งเป็นสีย้อมที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอนุญาตให้ใช้ได้

2. ยาย้อมผมชนิดกึ่งถาวร มีส่วนประกอบเป็นสี ซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กสามารถซึมเข้าไปถึงชั้นกลางเส้นผมได้ สีจะคงทนได้นาน 3 - 5 อาทิตย์ ขณะนี้กำลังเริ่มจะเป็นที่นิยมได้แก่ แชมพูย้อมสีผม โลชั่นและโฟมย้อมสีผม

3. ยาย้อมผมชนิดถาวรติดทนบนเส้นผมอย่างถาวร ทนทานต่อการสระด้วยแชมพู การแปรงและอื่นๆ เนื่องจากสีย้อมที่ใช้จะสามารถแทรกซึมเข้าไปถึงชั้นกลางของเส้นผมได้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้สีเดิมของเส้นผมถูกทำลาย เนื่องจากกระบวนการออกซิเดชั่นของสีย้อม ทำให้ผลิตภัณฑ์ยาย้อมผมชนิดถาวรต้องประกอบด้วยน้ำยา 2 ชนิด ต้องผสมเข้าด้วยกันก่อนใช้ย้อมผม คือน้ำยาโกรกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิเดชั่นสำหรับสีย้อมชนิดพารา และสีย้อมชนิดพารา (สุทธิเวช, 2532)

การย้อมผมด้วยสารเคมีที่เป็นส่วนผสมของสีย้อม เมื่อร่างกายรับเข้าไปในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยพบว่าผู้ป่วยมะเร็งส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับการย้อมผมทำให้คนที่ย้อมมานานกว่า 10 ปี มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งสูง ดังนั้นจึงมีการศึกษาการนำพืชสมุนไพรมาใช้แทนสารเคมี สุมนต์ทิพย์และวิชัย (2551) ได้ศึกษาการสกัดสีจากสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ แก่นขนุน แก่นฝาง ครั่ง เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด มะขามป้อม และขมิ้นชันด้วยแอลกอฮอล์ พบว่าการติดสีของสารสกัดเมื่อทำการย้อมผมด้วยสารสกัดแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกันและสมารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ย้อมผมได้ นอกจากนี้ Taguchi *et al*. (2003) รายงานถึงการใช้สีอินดิโก้จากพืชเป็นสีย้อมผมโดยการสกัดด้วยน้ำร้อน 60 -100 องศา อาจสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อให้ได้สารอินดิโก้ที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เบต้ากลูโคสิเดสผสมกับเอนไซม์เบต้ากลูโคสิเดสจากผงใบพืชเพื่อให้เกิดสีในการย้อมผมโดยการติมสารสกัดพืชในสารเพิ่มความข้นหนืดสามารถย้อมผมได้โดยไม่ก่อให้เกิดการระเคืองต่อผิวหนังและหนังศีรษะ

3. เทียนกิ่ง

สารอินดิโก้ จากพืชตระกูล indigoflera ยังสามารถนำมาผสมกับเฮนน่าในการย้อมผมเพื่อให้ผมติดสีดำมากขึ้น (ทนงศักดิ์, 2553) โดยนำมาผสมกับเทียนกิ่ง หรือเรียกชื่ออื่นๆ เช่น เทียนแดง, เทียนไม้, เทียนต้น, เทียนข้าวเปลือก, เทียมป้อม, เทียนย้อม (ภาคกลาง), ฮวงกุ่ย และ โจนกะฮวยเฮี๊ยะ (จีน) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lawsoniainermis* L.ชื่อสามัญ : Henna, Alcana, Cypress Shrub, Egyptian Rrivet, Henna Tree, Inai, KokKhau, Krapin, Madayanti, Mehadi, Mignonotte Tree, MongTay, Lali, Reseda และ Sinamomoวงศ์ : LYTHRACEAE เทียนกิ่งเป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อยขนาดกลาง มีความสูงของต้นประมาณ 3-6 เมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขามากเป็นพุ่มกว้าง เปลือกลำต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลอมสีเทา ผิวขรุขระ ใบมีขนาดเล็กรูปรีหรือรูปรีแกมรูปใบหอก ปลายใบแหลมโค้ง โคนใบแหลมเรียว ขอบใบเรียบ แผ่นใบเป็นสีเขียว เนื้อใบค่อนข้างหนาและแข็ง ก้านใบสั้น ดอกออกเป็น

ช่อติดกันเป็นกระจุกยาว โดยจะออกตามยอดกิ่ง กลีบดอกมีขนาดยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ที่ฐานดอกที่มีกลีบเลี้ยงดอกเชื่อมติดกันยาวประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร ที่กลางดอกมีเกสรเพศผู้ 8 อัน และเกสรเพศเมีย 1 อัน เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดกว้างประมาณ 8-10 มิลลิเมตร ดอกร่วงได้ง่าย ผลเป็นรูปทรงกลม คล้ายกับเมล็ดพริกไทย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-7 มิลลิเมตร ผลอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อสุกหรือแก่เต็มที่แล้วจะเป็นสีน้ำตาลและแตกได้ ภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มจำนวนมาก อัดกันแน่น ลักษณะของเมล็ดเป็นเหลี่ยมเป็นสมุนไพรที่นำมาย้อมผมทำให้ได้สีแดงหรือสีแดงปนส้มนอกจากย้อมผมแล้วยังใช้ย้อมเล็บ ฝ่ามือ และฝ่าเท้านางระบำ เนื่องจากสารเคมีที่สำคัญที่อยู่ในใบ คือ สาร Lawsone ซึ่งในวงการเครื่องสำอางจะใช้ผงจากใบเทียนกิ่งแห้ง นำมาใช้ทำเป็นยาย้อมสีผมและบำรุงเส้นผม และยังสามารถช่วยป้องกันเส้นผมจากแสงแดดอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าในเทียนกิ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด สารสกัดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ สารสกัดใบเทียนกิ่งด้วยน้ำมีฤทธิ์ทำให้หมดลูกบิบตัวได้ (เพ็ญนภา, 2549)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ใบห้อม
2. สารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 % v/v
3. อะซีโตน
4. สารละลายเอทิลอะซีเตท ความเข้มข้น 95 % v/v
5. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
6. 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS)
7. sodium laureth sulphate (SLES)
8. polyquaternium-44
9. cocamido Propyl Betain (CAPB),
10. *propipnibacterium acnes* ATCC 6919
11. *staphylococcus aureus subsp. Aureus* ATCC 6538
12. *staphylococcus epidermidis* ATCC 35984
13. *bacillus subtilis subsp. Spizizenii* ATCC6633
14. *candida albicans* ATCC 10231
15. อาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton agar plates (MHA)
16. sabouraud dextrose agar (SDA)
17. เครื่องชั่งไฟฟ้า
18. สเปกโตรมิเตอร์
19. ตู้บ่มเชื้อ
20. ตู้ larmina

วิธีการ

กรมวิชาการเกษตร

1. การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดห้อมต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง

1.1 การสกัดสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

นำใบห้อมสดล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้งแล้วอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ใบห้อมแห้งมีลักษณะกรอบ สีของใบห้อมส่วนใหญ่เปลี่ยนสีเทาดำ มีความชื้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 8

นำใบห้อมอบแห้งมาสกัดในตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ ethanol ความเข้มข้น 95 % v/v, ethylacetate ความเข้มข้น 95 % v/v และน้ำ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 กรรมวิธี 7 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95 % v/v

กรรมวิธีที่ 2 สกัดด้วยสารละลายเอทิลอะซีเตต 95 % v/v

กรรมวิธีที่ 3 สกัดด้วยน้ำ

การสกัดใบห้อมโดยใบห้อมอบแห้ง 100 กรัม ใส่ขวดแก้วเติมตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำ เอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v และเอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 %v/v ปริมาตร 2000 มิลลิลิตร ปิดฝา ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 สกัดซ้ำ ด้วยตัวทำละลาย 1500 มิลลิลิตร อีก 6 ครั้ง จนสารละลายที่ได้มีสีอ่อนลง แล้วนำสารละลายที่ได้มารวมกันระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ ชั่งน้ำหนักสารสกัดใบห้อมที่ได้

1.2 การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อม

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อมจะศึกษา 2 วิธี ได้แก่

1.2.1 DPPH radical scavenging assay

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ Adedapo, *et al*. (2009) โดยผสมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.135 mM ในเมทานอล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร กับสารสกัดห้อมที่นำมาละลายในเมทานอล ความเข้มข้นของสารสกัด ตั้งแต่ 0 – 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณค่า % radical scavenging activity ดังสมการ

DPPH radical scavenging activity (%) = $\{(A_0-A_1)/A_0] \times 100$

โดยที่ A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงควบคุม

A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

นำค่า % radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} หรือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ % radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50

1.2.1 ABTS radical scavenging assay

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ Adedapo, *et al*. (2009) โดยผสมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 mM และสารละลาย potassium persulfate ความเข้มข้น 2.4 mM ในปริมาตรที่เท่ากัน ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเมทานอลจนมีค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เป็น 0.70 นำสารละลายที่ได้ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมสารสกัดห้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ที่นำมาละลายในเมทานอล ความเข้มข้นของสารสกัด ตั้งแต่ 0 – 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 7 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร คำนวณค่า % Inhibition ABTS ดังสมการ

% Inhibition ABTS = $\{(A_0-A_1)/A_0] \times 100$

โดยที่ A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงควบคุม

A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

นำค่า % Inhibition ABTS ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} หรือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ % radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50

1.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังของสารสกัดห้อม

1.3.1 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion

1) เตรียมสารสกัดและยาปฏิชีวนะ

เตรียมสารสกัดโดยละลายสารสกัดห้อมให้มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยสารสกัดด้วยน้ำให้ละลายกลับด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ส่วนสารสกัดเอทิตอะซิเตตและเอทานอลให้ละลายกลับด้วย dimethyl sulphoxide (DMSO) และละลายยาปฏิชีวนะ gentamicin และ ketoconazole ให้มีความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ

2) การเตรียมเชื้อทดสอบ

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *S. Aureus, B. Subtilis, S. Epidermidis* ในอาหาร Mueller Hinton broth (MHB) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *P. Acnes* ในอาหาร Brian heart infusion (BHI) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้ออกซิเจน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

เพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์ *C. albicans* ในอาหารเหลว sabouraud dextrose broth ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

3) ปรับความขุ่นของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ทดสอบในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ให้มีค่าเทียบเท่ากับ 0.5 McFarland Standard โดยใช้ตาเปล่า จะได้ปริมาณเชื้อ 1.5×10^8 cfu/ml

4) นำเชื้อทดสอบมาเกลี่ย (swab) ให้ทั่วบนอาหาร Mueller Hinton agar ยกเว้น *P. Acnes* นำมาเกลี่ยในอาหาร Brian heart infusion (BHI) agar และยีสต์ *C. albicans* นำมาเกลี่ยในอาหาร sabouraud dextrose agar ด้วยไม้พันสำลีปราศจากเชื้อ

5) นำ paper disc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm จุ่งลงในสารสกัดแล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำมาวางบนผิวหน้าอาหารแข็งที่เกลี่ยเชื้อไว้ โดยใช้ paper disc ชุบตัวทำละลายและยาปฏิชีวนะ gentamicin ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร วางเป็นชุดควบคุมสำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ ketoconazole ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร วางเป็นชุดควบคุมสำหรับเชื้อยีสต์

6) นำจานอาหารไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้น *P. Acnes* บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้ออกซิเจน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บันทึกผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสการยับยั้ง

1.3.2 การศึกษาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดห้อมที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) โดยวิธี agar disc diffusion

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1) การเตรียมเชื้อทดสอบ เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *S. Aureus, B. Subtilis, S. Epidermidis* ในอาหาร Mueller Hinton broth (MHB) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *P. Acnes* ในอาหาร Brian heart infusion (BHI) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้ออกซิเจน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์ *C. albicans* ในอาหารเหลว sabouraud dextrose broth ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

2) ปรับความขุ่นของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ทดสอบในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ให้มีค่าเทียบเท่ากับ 0.5 McFarland Standard โดยใช้ตาเปล่า จะได้ปริมาณเชื้อ 1.5×10^8 cfu/ml

3) นำเชื้อทดสอบมาเกลี่ย (swab) ให้ทั่วบนอาหาร Mueller Hinton agar ยกเว้น *P. Acnes* นำมาเกลี่ยในอาหาร Brian heart infusion (BHI) agar และยีสต์ *C. albicans* นำมาเกลี่ยในอาหาร sabouraud dextrose agar ด้วยไม้พันสำลีปราศจากเชื้อ

4) นำสารสกัดห้อมที่มีบริเวณโซนยับยั้งมาเตรียมสารสกัดเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วเจือจางลงทีละ 2 เท่าด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ส่วนสารสกัดเอทิตอะซิเตตและเอทานอลเจือจางด้วย DMSO จะได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0.06-500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

5) นำ paper disc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm จุ่งลงในสารสกัดแล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำมาวางบนผิวหน้าอาหารแข็งที่เกลี่ยเชื้อไว้ โดยใช้ paper disc ชุบตัวทำละลายและยาปฏิชีวนะ gentamicin ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร วางเป็นชุดควบคุมสำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ ketoconazole ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร วางเป็นชุดควบคุมสำหรับเชื้อยีสต์

6) นำจานอาหารไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้น *P. Acnes* บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้ออกซิเจนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง บันทึกผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสการยับยั้ง

2. การพัฒนาการผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม

2.1 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม

2.2.1 พัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป

การพัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป จะศึกษาปริมาณสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ โดยส่วนผสมของแชมพูสูตรทั่วไปในแต่ละกรรมวิธีแสดงดังตารางที่ 6.1 เตรียมแชมพูสูตรทั่วไปโดยละลาย Sodium chloride ในน้ำเปล่าแล้วผสม sodium laureth sulphate ร้อยละ 60 ให้ละลายเข้ากัน จากนั้นเติมส่วนผสมแต่ละชนิดคนให้ละลายตามลำดับ ดังนี้ polyquaternium-44, Cocamido propyl betain, PEG-120 Methyl Glucose, สารกันเสีย และน้ำหอม นำตัวอย่างแชมพูที่ได้ไปศึกษาคุณภาพของแชมพูสูตรทั่วไป เทียบกับแชมพูสระผมในท้องตลาด ได้แก่ ลักษณะปรากฏ pH ความหนืด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 6.1 ส่วนผสมของแชมพูสูตรทั่วไปในแต่ละกรรมวิธี

สารเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3	กรรมวิธีที่ 4
60 % sodium laureth sulphate	15	15	15	15
Sodium chloride	1	1	1	1
polyquaternium-44	0.5	0.5	0.5	0.5
Cocamido propyl betain	6	6	6	6
Panthenol	0.5	0.5	0.5	0.5
PEG-120 Methyl Glucose	0	1	2	3
preservative (Bronidox L)	0.1	0.1	0.1	0.1
fragrance	0.3	0.3	0.3	0.3
water	76.6	75.6	74.6	73.6
รวม	100	100	100	100

2.2.2 พัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม

การพัฒนาแชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม จะคัดเลือกแชมพูสูตรทั่วไปที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับแชมพูสระผมในท้องตลาด มาพัฒนาแชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม โดยใช้สารสกัดห้อมในปริมาณร้อยละ 0.4 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermis* คือ 35 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร การพัฒนาแชมพูสระผมห้อมจะศึกษาปริมาณ PEG-120 Methyl Glucose ซึ่งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 และ 2 และใช้แชมพูสูตรทั่วไปเป็นสูตรควบคุม วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ โดยส่วนผสมของแชมพูผสมสารสกัดห้อม แสดงดังตารางที่ 6.2 เตรียมแชมพูสูตรทั่วไปโดยละลาย Sodium chloride ในน้ำเปล่าแล้วผสม sodium laureth sulphate ร้อยละ 60 ให้ละลายเข้ากัน จากนั้นเติมส่วนผสมแต่ละชนิดคนให้ละลายตามลำดับ ดังนี้ polyquaternium-44, Cocamido propyl betain, PEG-120 Methyl Glucose, สารสกัดห้อม, สารกันเสีย และน้ำหอม นำตัวอย่างแชมพูที่ได้ไปศึกษาคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ค่า pH ความหนืด จำนวนรวมของแบคทีเรีย โดยใช้ 3M PetrifilmTM Plates และความคงสภาพ โดยเก็บตัวอย่างแชมพู ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำตัวอย่างแชมพูมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไปเปรียบเทียบกับลักษณะเดิมของผลิตภัณฑ์

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.1 ส่วนผสมของแชมพูผสมสารสกัดห้อมในแต่ละกรรมวิธี

สารเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	ควบคุม	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3
60 % sodium laureth sulphate	15	15	15	15
Sodium chloride	1	1	1	1
polyquaternium-44	0.5	0.5	0.5	0.5
Cocamido propyl betain	6	6	6	6
PEG-120 Methyl Glucose	2	0	1	2
Panthenol	0.5	0.5	0.5	0.5
สารสกัดห้อม	0	0.4	0.4	0.4
preservative (Bronidox L)	0.1	0.1	0.1	0.1
fragrance	0.3	0.3	0.3	0.3
water	74.6	76.2	75.2	74.2
รวม	100	100	100	100

เวลาและสถานที่

กันยายน 2560–ตุลาคม 2563

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

1. การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดห้อมต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง

1.1 การสกัดสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

การศึกษาการสกัดห้อมด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ น้ำ เอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v และเอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 %v/v สารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำเป็นของเหลวสีน้ำตาล ส่วนสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลและเอทิลอะซิเตดจะเป็นของเหลวสีเขียว หลังจากนำสารสกัดที่ได้ระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศจะได้สกัดเป็นลักษณะเป็นของข้นหนืดสีน้ำตาลทั้ง 3 ตัวทำละลาย การสกัดห้อมด้วยน้ำจะได้ปริมาณสารสกัดสูงสุดเฉลี่ย 47.410 กรัม (ตารางที่ 6.3)

ตารางที่ 6.2 น้ำหนักเฉลี่ยสารสกัดห้อมที่ได้จากการสกัดด้วยตัวละลายชนิดต่างๆ

solvent	Extract yield weight (g)
water	47.410 a
95 %v/v ethanol	13.944 b
95 %v/v ethyl acetate	5.401 c

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

กรมวิชาการเกษตร

1.2 การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อม

1.2.1 DPPH radical scavenging assay

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ผลการการทดลองแสดงดังตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่า ความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อมจากตัวทะละลายทั้ง 3 ชนิด นั้นมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำ DPPH ต่ำกว่าวิตามินซี โดยสารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าสารสกัดห้อมที่สกัดด้วยตัวทำละลายอีก 2 ชนิด

ตารางที่ 6.3 ความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด

solvent	IC_{50} (µg/ml)
water	457.09 c
95 %v/v ethanol	104.23 a
95 %v/v ethyl acetate	277.76 b
Vitamin C	5.86

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

1.2.1 ABTS radical scavenging assay

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ให้ผลแสดงดังตารางที่ 6.5 จะเห็นได้ว่า สารสกัดห้อมจากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ABTS ต่ำกว่าวิตามินซี โดยสารสกัดห้อมด้วยสารสะลายเอทานอลความเข้มข้น 95 %v/v มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสกัดห้อมจากตัวทำละลายอีก 2 ชนิด เช่นเดียวกับความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ตารางที่ 6.4 ความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด

solvent	IC_{50} (µg/ml)
water	329.29 c
95 %v/v ethanol	65.06 a
95 %v/v ethyl acetate	101.04 b
Vitamin C	5.51

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังของสารสกัดห้อม

1.3.1 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion

ผลการทดสอบความสามารถของสารสกัดห้อมในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *staphylococcus aureus, bacillus subtilis*, *staphylococcus epidermidis*, *propionibacterium acnes* และ *cadida albicans* พบว่าสารสกัดห้อมด้วยน้ำมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ 3 ชนิด ได้แก่ *S. Aureus S. epidermidis* และ *P.acnes* ส่วนสารสกัดห้อมด้วยเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และ เอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 % v/v สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์ได้ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. Aureus S. epidermidis B. subtilis C. albicans* และ *P.acnes* ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.5 เส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งของการยับยั้งการเจริญของ *S. Aureus*, *S. epidermidis*, *B. subtilis C. albicans* และ *P. acenes* โดยสารสกัดใบห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ gentamicin ความเข้มข้น 2.5 mg/ml และ ketoconazole ความเข้มข้น 20 mg/ml ด้วยวิธี agar disc diffusion

เชื้อทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง (mm)				
	น้ำ	95 %v/v ethanol	95 %v/v ethyl acetate	gentamicin	ketoconazole
S. Aureus	11.8	15.6	14.7	18.5	-
S. epidermidis	22.0	19.6	14.3	19.9	-
B. subtilis	-	11.5	14.2	29.1	-
C. albicans	-	8.7	12.8	-	15.4
P. acenes	5.5	5.2	6.3	28.8	-

1.3.2 การศึกษาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดห้อมที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) โดยวิธี agar disc diffusion

เมื่อทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 2 ชนิด คือ เชื้อ *S. epidermidis* ซึ่งเป็นเชื้อที่พบบริเวณผิวหนัง หนังศีรษะ ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ สามารถผลิตเมือกและมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ ส่วน C. *albicans* นิยมใช้เป็นตัวแทนสำหรับทดสอบตัวยาในการยับยั้ง *P. orbiculare* เป็นยีสตซึ่งปกติพบอยู่ที่ผิวหนังและหนังศีรษะในเกล็ดรังแค แต่การเพาะเชื้อ *Pityrosporum ovale* ให้บริสุทธิ์นั้นทำได้คอนข่างยาก เนื่องจากเชื้อชนิดนี้ต้องการอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความจำเพาะ (ชลลดา, 2546) จึงทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดของเชื้อ 2 ชนิดนี้ ในการนำสารสกัดห้อมไปประยุกต์ใช้ในแชมพู โดยพบว่า สารสกัดห้อมด้วยเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และเอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 % v/v มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. epidermidis* ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6.7

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6.6 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

เชื้อทดสอบ	MIC (mg/ml)		
	น้ำ	95 %v/v ethanol	95 %v/v ethyl acetate
S. epidermidis	125	15.62	15.62
C. albicans	-	500	250

จากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และเอทิลอะซีเตด ความเข้มข้น 95 % v/v เท่ากับ 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้แก่ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DHHP และ ABTS และความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย จะเห็นได้ว่าสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำเมื่อเทียบกับวิตามินซี แต่มีความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ โดยสารสกัดห้อมด้วยเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และเอทิลอะซีเตด ความเข้มข้น 95 % v/v มีความสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ S. *aureus, B. subtilis*, *S. epidermidis*, *P. acnes* และ *C. albicans* ได้ และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. epidermidis* ของ สารสกัดห้อมด้วยน้ำ เอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และ เอทิลอะซีเตด ความเข้มข้น 95 % v/v เท่ากับ 15.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่การสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95 % v/v จะได้ปริมาณสารสกัดมากกว่าการสกัดห้อมด้วย เอทิลอะซีเตด ความเข้มข้น 95 % v/v ดังนั้นจึงคัดเลือดสารสกัดห้อมด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95 % v/v ในการศึกษาการพัฒนาแชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อมต่อไป โดยใช้ปริมาณสารสกัดห้อมในอัตราส่วนร้อยละ 0.4 เพื่อให้มีความเข้มข้นของสารสกัดสูงกว่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. epidermidis*

2. การพัฒนาการผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม

2.1 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม

2.2.1 พัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป

การพัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป ศึกษาปริมาณสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose ผลการศึกษาคุณภาพของแชมพูแสดงดังตารางที่ 6.8 จะเห็นได้ว่าแชมพูสูตรทั่วไป ทั้ง 4 กรรมวิธี จะมีลักษณะใสไม่มีสี ส่วนแชมพูทางการค้า จะมีลักษณะใส สีชมพูจากการเพิ่มสี ดังแสดงใน ภาพที่ 6.1 มีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.5–8.0 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) การเพิ่มปริมาณสารเพิ่มความหนืด (thickener) PEG-120 Methyl Glucose 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 2 และ 3 ทำให้ค่าความหนืดของแชมพูสูตรทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยแชมพูสูตรทั่วไปกรรมวิธีที่ 3 จะมีความหนืด 325.2 cP ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความหนืดของแชมพูทางการค้ามากที่สุด (504.3 และ 389.4 cP) ดังนั้นจึงเลือกแชมพูสูตรทั่วไป กรรมวิธี 3 เพื่อพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อมต่อไป

ตารางที่ 6.7 คุณสมบัติของแชมพูสูตรทั่วไปที่ระดับสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose ต่างๆ

คุณสมบัติ	ปริมาณ PEG-120 Methyl Glucose				ทางการค้า1	ทางการค้า2
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3		
ลักษณะปรากฏ	ของเหลว ใส ไม่มีสี	ของเหลว ใส ไม่มีสี	ของเหลว ใส ไม่มีสี	ของเหลว ใส ไม่มีสี	ของเหลว ใส สีชมพู	ของเหลว ใส สีชมพู
pH	5.82	5.82	5.80	5.76	4.75	4.88
ความหนืด (cP)	2.91	116.5	325.8	1,710	504.3	389.4

แชมพูสูตรทั่วไป แชมพูทางการค้า

ภาพที่ 6.1 ลักษณะแชมพูสระผมสูตรทั่วไป และแชมพูทางการค้า

2.2.2 พัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม

การพัฒนาแชมพูสระผมผสมสารสกัดห้อม โดยใช้สารสกัดห้อมในปริมาณร้อยละ 0.4 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีสูงกว่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermis* โดยศึกษาปริมาณ PEG-120 Methyl Glucose ซึ่งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0 1 และ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของแชมพูผสมสารสกัดห้อม แสดงดังตารางที่ 6.9 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ PEG-120 Methyl Glucose ความหนืดของแชมพูผสมสารสกัดห้อมจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับแชมพูสูตรทั่วไป โดยที่แชมพูผสมสารสกัดห้อมจะมีความหนืดสูงกว่าแชมพูสูตรทั่วไปที่ระดับของ PEG-120 Methyl Glucose ร้อยละ 2 และใกล้เคียงกับแชมพูทางการค้า โดยความหนืดอยู่ในช่วง 100 – 7,000 cP ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) เมื่อศึกษาความคงสภาพของแชมพูผสมสารสกัดห้อมทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่าลักษณะปรากฏของแชมพูผสมสารสกัดห้อมยังคงมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 4) ก่อนและหลังการทดสอบความคงสภาพคุณสมบัติของแชมพูสระผสมผสมสารสกัดห้อมทั้ง 3 กรรมวิธี มีค่า pH ความหนืด ใกล้เคียงกัน และอยู่เกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) และตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นแชมพูสระผสมผสมสกัดห้อม ในกรรมวิธี 3 จึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากมีค่าความหนืดอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 6.8 คุณภาพของแชมพูผสมสารสกัดห้อมในแต่ละกรรมวิธี

คุณสมบัติ	ก่อนทดสอบความคงสภาพ				หลังทดสอบความคงสภาพ			
	กรรมวิธี 1	กรรมวิธี 2	กรรมวิธี 3	ควบคุม	กรรมวิธี 1	กรรมวิธี 2	กรรมวิธี 3	ควบคุม
ลักษณะปรากฏ	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวใสไม่มีสี	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม	ของเหลวใสไม่มีสี
pH	5.46	5.44	5.40	5.51	5.35	5.33	5.30	5.43
ความหนืด	3.20	93.2	515.3	382.4	4.5	87.6	489.2	335.2
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = not detected

ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างแชมพูผสมสารสกัดห้อม

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion

สารสกัดห้อมมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ต่ำกว่าวิตามินซี โดยสารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS สูงกว่าสารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทิลอะซีเตดความเข้มข้น 95 %v/v และน้ำ

สารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v และสารละลายเอทิลอะซีเตดความเข้มข้น 95 %v/v มีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์ได้ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. Aureus S. epidermidis B. subtilis C. albicans* และ *P.acnes* โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. epidermidis* เท่ากับ 15.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v เหมาะสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปเนื่องจากให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าสารสกัดด้วย สารละลายเอทิลอะซีเตดความเข้มข้น

95 %v/v ทั้งนี้ควรศึกษาความพิษเฉียบพลัน ความเป็นพิษเรื้อรังและข้อมูลด้านความปลอดภัยต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย

สูตรที่เหมาะสมสำหรับแชมพูผสมสารสกัดห้อม คือ 60 เปอร์เซ็นต์ SLES 15 เปอร์เซ็นต์, sodium chloride 1 เปอร์เซ็นต์, polyquaternium-44 0.5 เปอร์เซ็นต์, cocamido propyl betain 6 เปอร์เซ็นต์, PEG-120 Methyl Glucose 2 เปอร์เซ็นต์, panthenol 0.5 เปอร์เซ็นต์ , สารสกัดห้อม 0.4 เปอร์เซ็นต์ และสารกันเสีย (Bronidox L) 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะได้แชมพูผสมสารสกกัดห้อมที่มีค่า pH ความหนืด อยู่เกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) และตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และมีความคงตัว ทั้งนี้ควรศึกษาประสิทธิภาพของแชมพู เช่น ปริมาณฟองและความคงตัวของฟอง ประสิทธิภาพการชำระล้าง การลดการพันกันของเส้นผมขณะเปียกและขณะแห้ง รวมไปถึงการทดสอบความระคายเคืองในอาสาสมัคร และประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัคร

กรมวิชาการเกษตร

การพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม

วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร[/1] นราทร สุขวิเสส[/1] ประยูร เอ็นมาก[/1] ประนอม ใจอ้าย[/2]

บทคัดย่อ

การวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมธรรมชาติจากห้อม ประกอบด้วย การทดสอบความสามารถในการติดสีผมของผงห้อมและสารสกัดสีจากห้อมในรูปอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากห้อม จากการศึกษาพบว่าผงห้อมสามารถย้อมเส้นผมได้สีน้ำตาลที่เข้มกว่าการย้อมด้วยผงเทียนกิ่งหรือเฮนน่า ขณะที่สารสกัดอินดิโก้ที่เตรียมจากการละลายในสารลาย pH 11 และรีดิวซ์ด้วยโซเดียมไดไทโอไนท์ สามารถย้อมผมได้สีน้ำเงินเทา ส่วนอินดิโก้คาร์มีนที่ละลายในสารละลาย pH 3 ย้อมผมตัวอย่างได้สีน้ำเงินเข้ม เมื่อนำผงห้อม สารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนมาพัฒนาเป็นครีมย้อมผม โดยผสมสารสกัดแต่ละชนิดในครีมย้อมผมที่มีส่วนประกอบของสเตรีลแอลกอฮอล์ (steryl alcohol) ซีทิลแอลกอฮอล์ (cetyl alcohol) วิตามินอี (vitamin E) อีมัลกิน บี1 (emulgin B1) อีมัลกิน บี2 (emulgin B2) กรดสเตียริค (Steric acid) และ เมทธิลพาราเบน (methyl paraben) พบว่าครีมย้อมผมที่ได้จากสารสกัดทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถย้อมติดสีบนเส้นผมได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมจึงมีความเหมาะสมกว่า และการผสมผงเทียนกิ่งไปด้วยทำให้ตัวอย่างผมย้อมมีสีเข้มขึ้น โดยพบว่าครีมย้อมผมที่มีส่วนผสมของผงห้อมและผงเทียนกิ่งอัตรา 3 ต่อ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ย้อมผมที่ได้มีความคงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น โดยการย้อมผมทิ้งไว้นาน 45 นาทีขึ้นไปจะได้สีผมที่มีความเข้มของสีมากสุด

คำสำคัญ: ผงห้อม อินดิโก้ อินดิโก้คาร์มีน ครีมย้อมผม

กรมวิชาการเกษตร

[/1]กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร
[/2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร

Development of Natural Hair Dye from *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze

Wimonwan Wattanawichit[1] Narathorn Sukwises[/1] Prayoon Enmak[/1] Pranom Chaiai[/2]

Abstract

Various forms of natural indigo (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) were investigated for the coloring of hair. Three forms of indigo, including indigo powder, indigo extract, and indigo carmine, were tested for coloration capability and later used as a component in natural hair dye production. The results demonstrated that coloring using indigo powder supplied dyed hair samples with a darker brown color when compared with natural henna powder. The indigo extraction was performed using a pH 11-buffer solution and reduced by sodium dithionite. The treated hair with indigo extract showed a grey-blue color on dyed items. Dissolving indigo carmine synthesized from indigo extract in pH 3 solution colored the deep blue hair samples. Additionally, a hair dye cream was developed by mixing standard components of steryl alcohol, cetyl alcohol, vitamin E, emulgin B1, emulgin B2, steric acid, and methyl paraben with individual indigo forms. The results demonstrated that hair samples could not be dyed with hair cream made from indigo extract and indigo carmine. Consequently, the development of natural hair dye utilizing the combination of indigo leaf powder and henna powder was desired since it produced stronger color results. It was found that the natural hair dye composed of the two powders at a ratio of 3:1 indigo and henna, respectively, was satisfied by the observed users the most. The finished product has stable qualities in terms of texture, appearance, color, and smell and will give the best performance when set on hair for 45 minutes before washing out.

กรมวิทยาศาสตร์

Keywords: indigo powder, indigo extract, indigo carmine, natural hair dye

[/1] Crop Processing Research and Development Postharvest and Processing Research and Development Office Department of Agriculture

[/2]Phrae Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Deparment of Agriculture, Phrae province

บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันจุบันกระแสความนิยมผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น ทำให้พืชสมุนไพรอันเกิดจากภูมิปัญหาท้องถิ่นของได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน เช่น อาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรค และเครื่องสำอาง โดยสมุนไพรไทยหลายชนิดมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องสำอาง และอาหารเสริมสุขภาพ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูง ได้แก่ สบู่ โลชั่น แชมพูสระผม เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสีผมเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม ทั้งการใช้ประโยชน์เพื่อปิดผมขาว การย้อมเพื่อความสวยงาม ย้อมตามแฟชั่นตามกระแสนิยมซึ่งได้รับความนิยมจากกลุ่มวัยรุ่นอีกด้วย สีย้อมผมส่วนใหญ่จะเป็นสีสังเคราะห์ซึ่งสามารถใช้งานได้สะดวกและมีสีติดทนนาน แต่อาจทำให้เกิดผลเสียเมื่อใช้ไปเป็นระยะเวลานาน เช่น ทำให้เกิดการแพ้ สุขภาพผมอ่อนแอ ทำให้ผมแตกหักง่าย ผมร่วง เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์จากพืชได้รับความสนใจมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากพืชที่เป็นที่นิยม คือ เทียนกิ่ง หรือเฮนน่า ซึ่งจะให้ผสมสีแดง การย้อมด้วยพืชธรรมชาติ เช่น เทียนกิ่งนั้น จะเป็นเคลือบสีเส้นผมชั้นนอกสุด โดยไม่ทำลายเซลล์ผมให้แห้งเสีย แต่ยังช่วยในการบำรุงเส้นผมอีกด้วย นอกจากนี้ห้อมซึ่งเป็นพืชที่ให้สีครามเหมือนกับต้นครามแต่เป็นพืชต่างวงศ์กัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze หรือ *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek. หรือ อยู่ในวงศ์ Acanthaceae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ห้อม ห้อมเมือง (เหนือ) แม่ฮ่องสอน เรียกครามดอย น่านเรียกห้อมเมือง ห้อมหลวง และที่เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ ลำปาง เรียกห้อมน้อย เมื่อนำมาหมักในน้ำจะให้สารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคส และสารอินโดซิล (Indoxyl) เมื่ออินโดซิลถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะได้สารสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า อินดิโก (Indigo/Indigo blue) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการประโยชน์ห้อมเป็นผลิตภัณฑ์ย้อมผม เพื่อใช้สร้างคุณค่าให้กับห้อมซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นทางภาคเหนือของไทยเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมสีผมจากธรรมชาติต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

สีมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การทาสีตามร่างกายเพื่อส่วนหนึ่งของพิธีกรรม หรือใช้กับเสื้อผ้า และของใช้ต่างๆ การใช้สีจากพืชหรือสีจากธรรมชาติเป็นที่รู้จักมาแต่โบราณ แต่สีธรรมชาติถูกทดแทนด้วยสีสังเคราะห์มากขึ้นเนื่องจาก มีราคาถูกและมีความบริสุทธิ์สูงกว่าสีที่ได้จากธรรมชาติ ในปัจจุบันยังมีการใช้งานอยู่ เช่น การใช้ครามย้อมผ้า ใช้เทียนกิ่งเพ้นท์ตัว ใช้วาดภาพ รวมไปถึงงานศิลปะ นอกจากนี้ในกลุ่มผลิตภัณฑ์จักสานก็มีการใช้สีจากไม้ฝาง และมะขามป้อมในการย้อม รวมไปถึงการใช้สีจากดอกอัญชัน ขมิ้น ในผลิตภัณฑ์อาหาร สารสีจากพืชนั้นจะมีแตกต่างกันไปตามโครงสร้างทางเคมีของสารให้สีชนิดต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

- คลอโรฟิลด์ (chlorophylls) เป็นสารสีเขียวพบมากมายและมีอยู่ทั่วไปในพืช มีการนำใช้ในการปรุงแต่งสีอาหารและเครื่องดื่ม

- แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นรงควัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีสีเหลือง ส้ม และแดง พบในพืชชั้นสูง สาหร่าย และจุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ โครงสร้างเป็นไอโซพรีน (isopene) เรียงต่อกัน 8 หน่วย มีวงแหวนในโมเลกุลที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองด้าน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ Carotene โครงสร้างประกอบด้วยโซ่คาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น และ Oxocarotenoid หรือ Xanthophyll โครงสร้างบริเวณวงแหวนประกอบด้วยโมเลกุลของธาตุอื่น ได้แก่ OH, OCH_3 , COOH, เช่น cryptoxanthin, zeaxanthin, Lutein เป็นต้น

- ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นฟลาโวน (flavone) และฟลาเวน (flavane) ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้อีกหลายกลุ่ม เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นพบในพืชที่มีสีม่วงแดง เช่น กระหล่ำปลีม่วง บลูเบอร์รี่ ลูกหม่อน ลูกหว้า มะเกี๋ยง เป็นต้น ฟลาโวนอยด์ เช่น โมริน (Morin) สารประกอบสีเหลืองที่ได้จากส้มโอเซจ ใบฝรั่ง

- คีโนน (quinones) เป็นกลุ่มสารที่มีสีเหลืองแดง เช่น Lawsone จากเทียนกิ่ง alizarin morindin purpurin

นอกจากนี้สีย้อมจากธรรมชาติสามารถจำแนกประเภทตามคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ได้เป็น 4 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

- Direct dyes คือ สีที่อาศัยการเกิดพันธะไฮโดรเจนของหมู่ไฮดรอกซิลของเส้นใย การใช้ย้อมด้วยสีประเภทนี้จะทำให้สีตก เช่น เคอร์คิวมิน

- Acid และ basic dyes สีชนิดประเภทนี้จะรวมตัวกับหมู่กรดหรือด่างของเส้นใยโดยเกิดเป็นพันธะไอออนิก ใช้ย้อมเส้นใยประเภทโปรตีน เช่น ขนสัตว์หรือไหม สีธรรมชาติในกลุ่มนี้ เช่น สีกลุ่มฟลาโวนอยด์

- Vat dyes คือ สีที่ย้อมเส้นใยโดยกระบวนรีดิวซ์ ทำให้สีมีความสามารถในการติดทนทาน เช่น สีอินดิโก้ และสีแอนทราควิโนน (Aminoanthraquinone)

- Mordant dyes คือ สีที่ย้อมเส้นใยโดยโดยการแช่ในสารที่ทำให้สีติด เช่น สารประกอบ polyvalent metal ทำให้สีย้อมติดทน เช่นสี Alizarin และ Morindin

สีย้อมจากห้อมและครามเป็นสีย้อมในกลุ่มสารอัลคาลอยด์ (alkaloid) ในรูปของกลูโคไซด์อินดิแคน (glucoside indican) เมื่อถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศจะได้สารสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า อินดิโก (Indigo / Indigo blue) ซึ่งไม่ละลายน้ำ เป็นสีย้อมประเภท vat dye เมื่อทำการย้อมต้องเตรียมน้ำย้อมให้สีละลายในน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง และทำปฏิกิริยากับสารรีดิวซ์ สีแว็ตจะถูกรีดิวส์ให้กลายเป็นเกลือจึงซึมเข้าไปในเส้นใยได้ เมื่อนำผ้าไปผึ่งในอากาศสีในเส้นใยจะถูกออกซิไดส์เป็นสีน้ำเงิน

การย้อมผม คือ วิธีการใช้สารเคมีที่มีสีชโลมลงบนเส้นผม เพื่อเคลือบผมชั้นนอกชั่วคราว โดยที่สีเดิมตามธรรมชาติในชั้นกลางของเส้นผมไม่ถูกทำลาย ชนิดของสีย้อมผม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ดังนี้

1. ยาย้อมผมชนิดชั่วคราว มีส่วนประกอบของสีย้อมที่เคลือบเฉพาะผิวนอกของเส้นผม สามารถล้างออกได้ง่ายหลังการสระผมด้วยแชมพู แต่สีอาจจะหลุดในการสระผมครั้งแรกหรือหลังจากการสระ 2-3 ครั้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก. สีย้อมได้จากพืช เช่น สีย้อมจากเฮนน่าหรือเทียนกิ่งซึ่งมีส่วนประกอบของสารลอโซน (lawsone) เป็นสีที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และไม่ระคายเคืองผิวหนัง นิยมนำมาใช้ย้อมให้ผมมีสีทองหรือสีแดง และสีย้อมจากต้นอินดิโก้ ใช้ผสมกับสีย้อมเฮนน่าให้สีดำ

ข. สีย้อมที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ (metallic dyes) ได้แก่ ยาเคลือบผมที่ส่วนประกอบของตะกั่วอะซีเตตอ ซึ่งจะให้สีดำของตะกั่วซัลไฟด์โดยปฏิกิริยาระหว่างตะกั่ว อะซีเตตและซัลเฟอร์ในเคราตินทำให้เกิดตะกั่วซัลไฟด์เคลือบติดบนเส้นผม อย่างไรก็ตามสีย้อมผมชนิดนี้ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคเนื่องจากความเป็นพิษของตะกั่วและสีที่เกิดขึ้นล้างออกได้ยาก

ค. สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyes) ใช้สีย้อมชนิดกรด ละลายน้ำได้ เป็นสีประเภท azo, antraquinone และ triphenylmethane ซึ่งเป็นสีย้อมที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอนุญาตให้ใช้ได้

กรมวิทยาศาสตร์

2. ยาย้อมผมชนิดกึ่งถาวร มีส่วนประกอบเป็นสี ซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กสามารถซึมเข้าไปถึงชั้นกลางเส้นผมได้ สีจะคงทนได้นาน 3-5 อาทิตย์ ขณะนี้กำลังเริ่มจะเป็นที่นิยมได้แก่ แชมพูย้อมสีผม โลชั่นและโฟมย้อมสีผม

3. ยาย้อมผมชนิดถาวรติดทนบนเส้นผมอย่างถาวร ทนทานต่อการสระด้วยแชมพู การแปรงและอื่นๆ เนื่องจากสีย้อมที่ใช้จะสามารถแทรกซึมเข้าไปถึงชั้นกลางของเส้นผมได้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้สีเดิมของเส้นผมถูกทำลาย เนื่องจากกระบวนการออกซิเดชั้นของสีย้อม ทำให้ผลิตภัณฑ์ยาย้อมผมชนิดถาวรต้องประกอบด้วยน้ำยา 2 ชนิด ต้องผสมเข้าด้วยกันก่อนใช้ย้อมผม คือ น้ำยาโกรกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิเดชั่นสำหรับสีย้อมชนิดพารา และสีย้อมชนิดพารา (สุทธิเวช, 2532)

การย้อมผมด้วยสารเคมีที่เป็นส่วนผสมของสีย้อม เมื่อร่างกายรับเข้าไปในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยพบว่าผู้ป่วยมะเร็งส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับการย้อมผมทำให้คนที่ย้อมมานานกว่า 10 ปี มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งสูง ดังนั้นจึงมีการศึกษาการนำพืชสมุนไพรมาใช้แทนสารเคมี สุมนต์ทิพย์และวิชัย (2551) ได้ศึกษาการสกัดสีจากสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ แก่นขนุน แก่นฝาง ครั่ง เทียนกิ่ง เปลือกมังคุด มะขามป้อม และขมิ้นชันด้วยแอลกอฮอล์ พบว่าการติดสีของสารสกัดเมื่อทำการย้อมผมด้วยสารสกัดแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกัน และสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ย้อมผมได้ นอกจากนี้ Taguchi *et al.* (2005) รายงานถึงการใช้สีอินดิโก้จากพืชเป็นสีย้อมผมโดยการสกัดด้วยน้ำร้อน 60-100 องศา อาจสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อให้ได้สารอินดิโก้ที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เบต้ากลูโคสิเดสผสมกับเอนไซม์เบต้ากลูโคสิเดสจากผงใบพืชเพื่อให้เกิดสีในการย้อมผมโดยการเติมสารสกัดพืชในสารเพิ่มความข้นหนืดสามารถย้อมผมได้โดยไม่ก่อให้เกิดการระเคืองต่อผิวหนังและหนังศีรษะ

สารอินดิโก้ สามารถนำมาผสมกับเฮนน่าในการย้อมผมเพื่อให้ผมติดสีดำมากขึ้น (ทนงศักดิ์, 2553) โดยนำมาผสมกับเทียนกิ่ง หรือเรียกชื่ออื่นๆ เช่น เทียนแดง, เทียนไม้, เทียนต้น, เทียนข้าวเปลือก, เทียมป้อม, เทียนย้อม (ภาคกลาง), ฮวงกุ่ย และ โจนกะฮวยเฮี๊ยะ (จีน) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lawsoniainermis L.*ชื่อสามัญ : Henna, Alcana, Cypress Shrub, Egyptian Rrivet, Henna Tree, Inai, KokKhau, Krapin, Madayanti, Mehadi, Mignonotte Tree, MongTay, Lali, Reseda และ Sinamomo วงศ์ : LYTHRACEAE เทียนกิ่งเป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อยขนาดกลาง มีความสูงของต้นประมาณ 3-6 เมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขามากเป็นพุ่มกว้าง เปลือกลำต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลอมสีเทา ผิวขรุขระ ใบมีขนาดเล็กรูปรีหรือรูปรีแกมรูปใบหอก ปลายใบแหลมโค้ง โคนใบแหลมเรียว ขอบใบเรียบ แผ่นใบเป็นสีเขียว เนื้อใบค่อนข้างหนาและแข็ง ก้านใบสั้น ดอกออกเป็นช่อติดกันเป็นกระจุกยาว โดยจะออกตามยอดกิ่ง กลีบดอกมีขนาดยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ที่ฐานดอกที่มีกลีบเลี้ยงดอกเชื่อมติดกันยาวประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร ที่กลางดอกมีเกสรเพศผู้ 8 อัน และเกสรเพศเมีย 1 อัน เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดกว้างประมาณ 8-10 มิลลิเมตร ดอกร่วงได้ง่าย ผลเป็นรูปทรงกลม คล้ายกับเมล็ดพริกไทย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-7 มิลลิเมตร ผลอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อสุกหรือแก่เต็มที่แล้วจะเป็นสีน้ำตาลและแตกได้ ภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มจำนวนมาก อัดกันแน่น ลักษณะของเมล็ดเป็นเหลี่ยมเป็นสมุนไพรที่นำมาย้อมผมทำให้ได้สีแดงหรือสีแดงปนส้มนอกจากย้อมผมแล้วยังใช้ย้อมเล็บ ฝ่ามือ และฝ่าเท้านางระบำ เนื่องจากสารเคมีที่สำคัญที่อยู่ในใบ คือ สารลอโซน (Lawsone) ซึ่งในวงการเครื่องสำอางจะใช้ผงจากใบเทียนกิ่งแห้ง นำมาใช้ทำเป็นยาย้อมสีผมและบำรุงเส้นผม และยังสามารถช่วยป้องกันเส้นผมจากแสงแดดอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าในเทียนกิ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด สารสกัดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ สารสกัดใบเทียนกิ่งด้วยน้ำมีฤทธิ์ทำให้มดลูกบีบตัวได้ (เพ็ญนภา, 2549)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. ใบห้อมอบแห้ง จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
2. ใบเทียนกิ่งอบแห้ง จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
3. เอทานอล
4. เครื่องระเหยสารลายแบบหมุน (Buchi ; R124)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า
6. เครื่องวัดสี (Konika Minolta Chroma meter ; Model CR-400)
7. เครื่อง Fourier-transform infrared spectroscopy, FTIR (Thermo Scientific ; Nicolet iS5(iD5 ATR)
8. เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Shimudzu ; UV-2600)
9. เครื่องแก้วพื้นฐาน
10. สารเคมีสำหรับเตรียมครีมย้อมผม

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างผงพืชและสารสกัดสีจากห้อม

1.1 การเตรียมตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง

นำตัวอย่างใบห้อมและใบเทียนกิ่ง อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดให้เป็นผงละเอียด หาปริมาณความชื้นของผงที่ได้

1.2 การสกัดสีของห้อม

สกัดห้อมโดยนำใบห้อมสด ประยุกต์ใช้วิธีการของ Fujii et al. (2010) แช่ในน้ำ 10 ลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยกดให้ใบห้อมจมน้ำตลอดเวลา นำใบห้อมออก แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนน้ำมาผสมกับน้ำปูนใสในอัตราส่วน 1 : 1 ใช้ปั๊มเป่าอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้แยกชั้น เทส่วนใสออก นำตะกอนไปเซนตริฟิวส์แยกส่วนน้ำออก แล้วนำส่วนตะกอนอบแห้ง วิเคราะห์โครงสร้างของสารสกัดที่ได้ด้วยเครื่อง FTIR โดยวัดเปอร์เซ็นต์ Transmittance ในช่วงความยาวคลื่น 4000 ถึง 400 cm^{-1} เทียบกับสารมาตรฐานอินดิโก้ และหาปริมาณอินดิโก้

การหาปริมาณอินดิโก้

- ชั่งสารมาตรฐานอินดิโก้ 0.008 กรัม ละลายในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
- เจือจางสารละลายมาตรฐานอินดิโก้ด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร จะได้สารมาตรฐานอินดิโก้ความเข้มข้น 16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
- เจือจางสารมาตรฐานอินดิโก้ให้มีความเข้มข้น 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.0625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยปริมาตร
- วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 611 นาโนเมตร แล้วสร้างกราฟมาตรฐาน
- ชั่งตัวอย่างผงห้อม 0.008 กรัม ละลายในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร
- วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 611 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณอินดิโก้โดยเทียบปริมาณกับกราฟมาตรฐาน

2. การทดสอบประสิทธิภาพการติดสีผมของผงห้อมและสารสกัดสีจากห้อม

2.1 การเตรียมตัวอย่างปอยผมสำหรับทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

เตรียมตัวอย่างปอยผมช่อเล็กๆ ความยาวประมาณ 3 นิ้ว มัดด้วยยาง ฟอกสีตัวอย่างปอยผมโดยใช้น้ำยาฟอกสีผมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 12 ร่วมกับผงฟอกสี ในอัตราส่วน 3 : 1 ผสมให้เข้ากัน แล้วป้ายตัวอย่างปอยผมให้ทั่ว ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วฟอกสีซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง วัดค่าสีตัวอย่างปอยผมที่ฟอกสีแล้ว

2.2 การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง

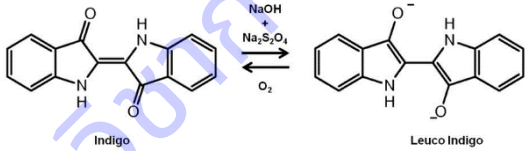
การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง จะทดสอบ 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ห้อม ผงเทียนกิ่ง และผงห้อมผสมเทียนในอัตราส่วน 1:1 โดยชั่งตัวอย่างผงห้อม ผงเทียนกิ่ง และผงห้อมผสมเทียนในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาย้อมผม โดยป้ายพอกตัวอย่างปอยผมที่ฟอกสีแล้วให้ทั่ว ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออก ทิ้งให้ไว้แห้ง วัดค่าสีตัวอย่างปอยผมที่ได้ นำมาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม

2.3 การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดสีจากห้อม

การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดสีจากห้อมจะศึกษาสารสกัดสีจากห้อมในรูปของอินดิโก้ และอินดิโก้คาร์มีน (Indigo carmine) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดอินดิโก้จากห้อม

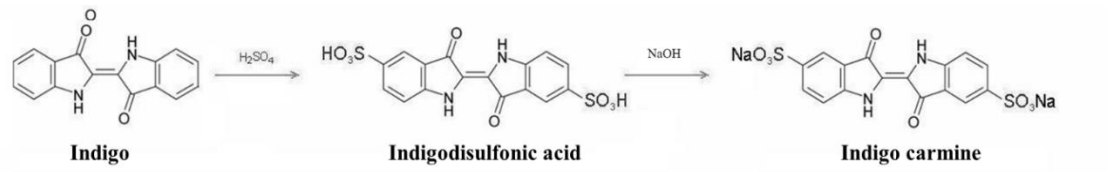
เตรียมสารละลายอินดิโก้จากห้อมความเข้มข้น 1.91 mmol/L ในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ pH 11.5 แล้วเติมโซเดียมไดไทโอไนต์ ($Na_2S_2O_4$) ให้มีความเข้มข้น 3.82 mmol/L เพื่อรีดิวซ์อินดิโก้ให้อยู่ในรูปลิวโคอินดิโก้ ดังปฏิกิริยาใน ภาพที่ 7.1 ก่อนนำมาย้อมผมบนตัวอย่างปอยผม ทิ้งไว้ให้โดนอากาศประมาณ 1-2 นาที เมื่อตัวอย่างผมเปลี่ยนสี ล้างออกด้วยน้ำเปล่าให้สะอาดทันที ทิ้งให้ไว้แห้ง วัดค่าสีตัวอย่างปอยผมที่ได้ นำมาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม



ภาพที่ 7.1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเคมีของอินดิโก้เป็นลิวโคอินดิโก้.
(Lasopha, Watanesk, and Dejmanee, 2015)

2.3.2 ทดสอบการติดสีผมของอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อม

เตรียมอินดิโก้คาร์มีนโดยนำสารสกัดอินดิโก้จากห้อมทำปฏิกิริยาซัลโฟเนชันด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นสะเทินด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนมีค่า pH เป็นกลาง ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจะได้อินดิโก้คาร์มีน ดังปฏิกิริยาแสดงใน ภาพที่ 7.2



ภาพที่ 7.2 ปฏิกิริยาซัลโฟเนชันอินดิโก้เพื่อสังเคราะห์อินดิโก้คาร์มีน.
(Vyas et al., 2017)

ทดสอบการย้อมผมด้วยอินดิโก้คาร์มีนที่ pH ต่างๆ โดยนำอินดิโก้คาร์มีนที่ได้ปริมาณ 0.01 กรัม ละลายในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 3 5 7 9 และ 11 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ย้อมตัวอย่างปอยผม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็น

กรมวิทยาศาสตร์

เวลา 1 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทิ้งให้ไว้แห้ง วัดค่าสีตัวอย่างปอยผมที่ได้ นำมาหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผม

3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่ง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งโดยประยุกต์วิธีการของ (Madhusudan Rao et al., 2008) โดยศึกษาอัตราส่วนของผงห้องต่อผงเทียนกิ่ง 5 ระดับ ได้แก่ 0:4, 1:3, 2:2, 3:1 และ 4:0 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ในแต่ละกรรมวิธีใช้ผงพืช 10 กรัม ผสมยูเรีย 2 กรัม เพื่อเพิ่มความชุ่มชื่นให้กับเส้นผม เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นเนื้อครีม 1 ชั่วโมง แล้วนำมาย้อมตัวอย่างปอยผมที่ฟอกสีแล้ว ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง วัดค่าสีของตัวอย่างปอยผมที่ได้ และความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม

เตรียมครีมย้อมผมโดยประยุกต์สูตรครีมย้อมผมทางการค้าของ สุทธิเวช (2532) โดยนำ Steryl alcohol 10 g เติมในน้ำเปล่า 500 ml คนให้เข้ากันแล้วเติม Cetyl alcohol 20 g, Steryl alcohol 10 g, Vitamin E 5 g, Emulgin B1 5 g, Emulgin B2 5 g, Steric acid 1 g และ methyl paraben 10 g สีผมกึ่งถาวรทางการค้า Wood Black ร้อยละ 1

ครีมย้อมผมอินดิโก้จากห้อม ใช้อินดิโก้จากห้อมปริมาณร้อยละ 1 ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ pH 11.5 แทนน้ำเปล่า เติมโซเดียมไดไทโอไนต์ 0.06 กรัม ผสมในเนื้อครีมก่อนย้อมตัวอย่างปอยผมทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออก

ครีมย้อมผมอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม ปรับ pH ให้เป็น 3 ด้วยกรดซิตริก แล้วเติมอินดิโกคาร์มีนจากห้อมปริมาณร้อยละ 0.03 ย้อมตัวอย่างปอยผมทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออก

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสีผมที่ย้อมจากห้อมและเทียนกิ่ง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสีผมที่ย้อมจากห้อมและเทียนกิ่ง โดยการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อสีผมที่ย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยวิธีเรียงลำดับความชอบ (ranking for preference) ใช้ผู้บริโภคทั่วไป เรียงลำดับความชอบของสีผม ชอบมากที่สุดให้เลขลำดับ 1 และตัวอย่างที่ชอบรองลงมาให้ลำดับที่ 2, 3, 4 และ 5 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Friedman test เพื่อทดสอบความแตกต่างของการจัดอันดับของตัวอย่างสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งอัตราส่วนต่างๆ

5. การศึกษาสภาวะในการย้อมผมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนที่อันดับความชอบสูงสุด มาศึกษาสภาวะการย้อมผม ดังนี้

5.1 การศึกษาปริมาณยูเรียต่อการติดสีผม

การศึกษาผลของปริมาณยูเรียต่อการติดสีผม จะศึกษาโดยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 ศึกษาปริมาณยูเรีย 5 ระดับ ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 ของผงพืช แผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ในแต่ละกรรมวิธีเตรียมครีมย้อมผมโดยเติมน้ำลงในผงย้อม แล้วทิ้งไว้ให้เกิดเนื้อครีม 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาย้อมผม ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้ววัดค่าสีผมนำมาหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างปอยผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม และทดสอบการติดคงทนของสีย้อม โดยสระด้วยแชมพูสระผม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ วัดค่าสีของตัวอย่างปอยผม และค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังสระเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนสระ

กรมวิทยาศาสตร์

5.2 การศึกษาระยะเวลาในการสกัดสีย้อมจากผลิตภัณฑ์ย้อมผม

การศึกษาเวลาในการสกัดสีย้อมที่เหมาะสม จะศึกษาโดยใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 โดยศึกษาระยะเวลาในการแช่สกัดสีทิ้งไว้ให้เกิดเนื้อครีม 7 ระดับ คือ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที แผนการทดลองแบบ CRD มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ในแต่ละกรรมวิธีเตรียมครีมย้อมผมโดยเติมน้ำลงในผงย้อม แล้วทิ้งไว้ให้เกิดเนื้อครีม ย้อมผมทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วล้างออก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้ววัดค่าสีผมนำมาหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างปอยผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม และทดสอบการติดคงทนของสีย้อม โดยสระด้วยแชมพูสระผม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ วัดค่าสีของตัวอย่างปอยผม และค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังสระเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนสระ

5.3 การศึกษาเวลาในการย้อมผมที่เหมาะสม

การศึกษาเวลาในการย้อมผมที่เหมาะสม จะศึกษาโดยระยะเวลาในการย้อมผม 7 ระดับ ได้แก่ 0 15 30 45 60 75 และ 90 นาที แผนการทดลองแบบ CRD มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 โดยผสมน้ำแล้วทิ้งไว้ให้เกิดเป็นเนื้อครีม 15 นาที ย้อมตัวอย่างปอยผม ก่อนล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้ววัดค่าสีผมนำมาหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างปอยผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม และทดสอบการติดคงทนของสีย้อม โดยสระด้วยแชมพูสระผม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ วัดค่าสีของตัวอย่างปอยผม และค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังสระเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนสระ

6. การทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง

การทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่งจะศึกษาในผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง 2 สูตรด้วยกัน คือ ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 และผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 และยูเรียร้อยละ 20 ของผงพืช โดยการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 50 กรัม บรรจุในซองอลุมิเนียมฟอยล์แล้วซิลปิดปากถุง ทดสอบความคงสภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ย้อมผมเทียนกิ่ง (มผช. 1184/2552) โดยเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น เทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัย (Results)

1. การเตรียมตัวอย่างผงพืชและสารสกัดสีจากห้อม

1.1 การเตรียมตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง

ตัวอย่างผงใบห้อมและใบเทียนกิ่งแสดงดัง ภาพที่ 7.3 จะได้ว่าตัวอย่างผงห้อมอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผงละเอียด จะได้ผงตัวอย่างสีเขียวเข้ม ส่วนผงเทียนกิ่งจะมีสีน้ำตาลส้ม มีปริมาณความชื้น 6.69 และ 8.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 7.1)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) ผงห้อม (ข) ผงเทียนกิ่ง

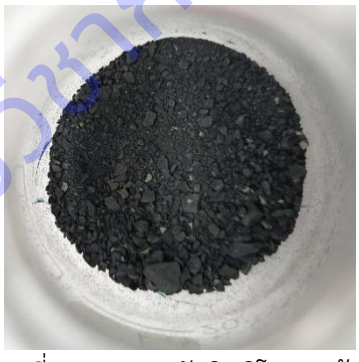
ภาพที่ 7.3 ตัวอย่างผงพืช

ตารางที่ 7.1 ปริมาณความชื้นในตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)
ผงห้อม	6.49
ผงเทียนกิ่ง	8.21

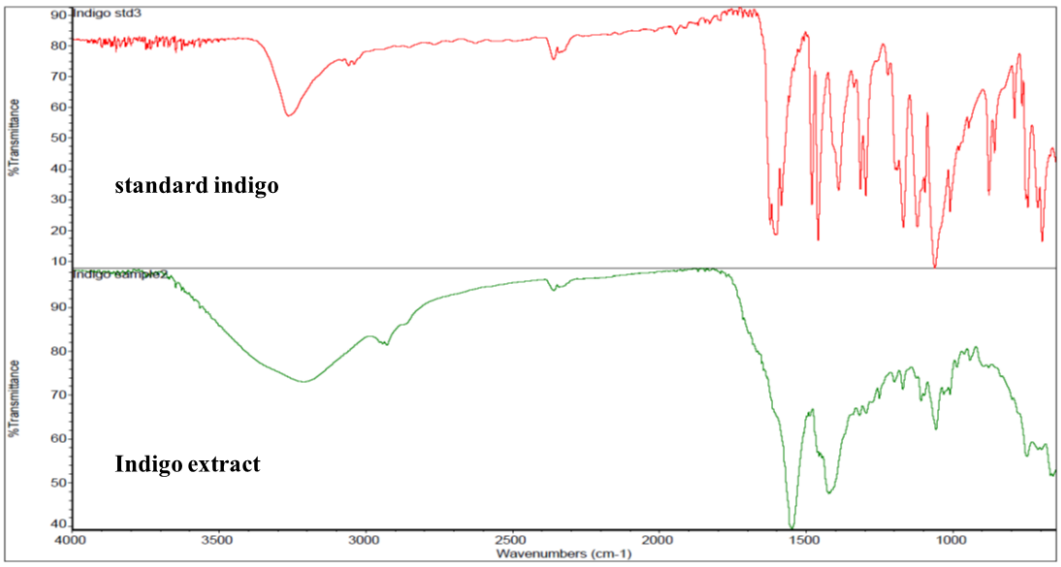
1.2 การสกัดสีของห้อม

ผงอินดิโก้สกัดจากห้อมมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำเงินดำ (ภาพที่ 7.4) และผลวิเคราะห์โครงสร้างของสารสกัดที่ได้ด้วยเครื่อง FTIR โดยวัด เปอร์เซ็นต์ Transmittance ในช่วงความยาวคลื่น 4000 ถึง 400 cm^{-1} เทียบกับสารมาตรฐานอินดิโก้ดังแสดง ภาพที่ 7.5 พบตำแหน่งพีคบนเส้นสเปคตรัมที่ตำแหน่งความยาวคลื่นในช่วง 1650–1566, 1350-1000, 1350-1000 และ 900-690 cm^{-1} ของปริมาณอินดิโก้ในผงอินดิโก้สกัดจากห้อม พบว่ามีปริมาณอินดิโก้ 118 มิลลิกรัมต่อกรัม (ตารางที่ 7.2)



ภาพที่ 7.4 สารสกัดอินดิโกจากห้อม

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7.5 อินฟราเรดสเปกตรัมของมาตรฐานอินดิโก้และสารสกัดอินดิโก้จากห้อม

ตารางที่ 7.2 ปริมาณอินดิโก้ในสารสกัดอินดิโก้จากห้อม.

ตัวอย่าง	ปริมาณอินดิโก้ (มิลลิกรัม/กรัม)
สารสกัดอินดิโก้จากห้อม	118

2. การทดสอบประสิทธิภาพการติดสีผมของผงห้อมและสารสกัดสีจากห้อม

2.1 การเตรียมตัวอย่างปอยผมสำหรับทดสอบ

ตัวอย่างปอยผมหลังจากฟอกสีแล้วจะมีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน ดังแสดงใน ภาพที่ 7.6 และค่าสี แสดงใน ตารางที่ 7.3

ภาพที่ 1.6 ลักษณะของตัวอย่างผมหลังการฟอกสี.

ตารางที่ 7.3 ค่าสีโดยเฉลี่ยของตัวอย่างหลังการฟอกสี.

	ค่าสี
L*	69.3
a*	9.5
b*	31.0
h	73.0

กรมวิชาการเกษตร

2.2 การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง

การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ห้อม ผงเทียนกิ่ง และผงห้อมผสมเทียนในอัตราส่วน 1:1 จะได้ตัวอย่างผมมีสีแสดงดัง ภาพที่ 7 และค่าสีของตัวอย่างผมแสดงใน ตารางที่ 4

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7.7 ลักษณะสีที่แตกต่างกันของตัวอย่างหลังการย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่ง **(ก)** ผงเทียนกิ่ง **(ข)** ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง **(1:1) (ค)** ผงห้อม

ตารางที่ 7.4 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังจากย้อมด้วยแป้งจากพืช

ตัวอย่างสีย้อม	ค่าสี				ความแตกต่างของสี			
	L*	a*	b*	h	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
ผงเทียนกิ่ง	51.1	19.6	35.1	60.8	-16.7	9.9	3.8	19.8
ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง (1:1)	41.0	8.9	21.9	67.9	-29.9	0.6	-7.3	30.8
ผงห้อม	36.2	1.0	14.8	86.2	-32.0	-9.2	-17.3	37.5

2.3 การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดสีจากห้อม

2.3.1 การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดอินดิโก้จากห้อม

ผลการทดสอบการติดสีผมของสารสกัดอินดิโก้จากห้อม ค่าสีและค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม แสดงดัง ตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.4 4 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังการย้อมด้วยสารสกัดกินดิโก้จากห้อม

ตัวอย่างสีย้อม	ค่าสี				ความแตกต่างของสี			
	L*	a*	b*	h	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
สารสกัดอินดิโก้จากห้อม	46.1	-4.0	6.5	121.6	-28.1	-11.1	-21.1	36.9

2.3.2 ทดสอบการติดสีผมของอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อม

ผลการทดสอบการติดสีของอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อม เมื่อนำมาย้อมตัวอย่างปอยผมจะได้ตัวอย่างปอยผมแสดงดัง ภาพที่ 7.8 ค่าสีและความแตกต่างของค่าสีแสดงใน ตารางที่ 7.5

กรมวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 7.8 ลักษณะสีของตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ

ตารางที่ 7.5 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่าง ๆ

pH	ค่าสี				ความแตกต่างของสี			
	L*	a*	b*	h	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
3	31.9	-18.1	-17.4	223.8	-42.8	-24.9	-46.2	67.7 a
5	55.0	-14.4	6.2	156.2	-16.4	-23.3	-25.2	38.0 b
7	66.6	-3.9	18.3	101.9	-8.1	-11.1	-11.7	18.0 c
9	65.7	-2.4	20.9	97.0	-7.3	-9.4	-8.6	14.6 cd
11	61.7	2.2	24.4	84.9	-9.5	-6.1	-5.0	12.3 d

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผม

3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่ง

ผลการศึกษาอัตราส่วนของผงห้องต่อผงเทียนกิ่ง 5 ระดับ ได้แก่ 0:4, 1:3, 2:2, 3:1 และ 4:0 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่ง แสดงค่าสีของตัวอย่างปอยผมที่ได้ และความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อมดัง ตารางที่ 7.6 และภาพที่ 7.9

ภาพที่ 7.9 ลักษณะสีของตัวผมหลังย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 7.6 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของผงห้อมต่อผงเทียนกิ่ง	ค่าสี				ความแตกต่างของสี			
	L*	a*	b*	h	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
0 : 4	51.0	16.8	30.3	61.0	-18.3	8.4	0.9	20.1 d
1 : 3	47.0	9.9	18.7	62.1	-22.9	0.4	-11.0	25.4 c
2 : 2	45.9	8.8	18.9	65.1	-21.8	-2.2	-14.2	26.1 c
3 : 1	41.5	6.2	19.1	71.9	-26.7	-3.2	-12.1	29.5 b
4 : 0	37.3	4.5	13.7	71.6	-30.0	-6.2	-19.6	36.4 a

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม

ผลการศึกษาการเตรียมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม แสดงดัง ภาพที่ 7.10 พบว่าทั้งสีของอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมไม่สามารถย้อมติดตัวอย่างผม

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7.10 ลักษณะสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผมสูตรต่าง ๆ

(ก) ครีมย้อมผมผสมอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม

(ข) ครีมย้อมผมผสมอินดิโก้จากห้อม

(ค) ครีมย้อมผมผสมสีกึ่งถาวรทางการค้า wood black

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสีผมที่ย้อมจากห้อมและเทียนกิ่ง

การทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อสีผมที่ได้จากการย้อมด้วยเทียนกิ่งและห้อมในอัตราส่วนต่างๆ โดยวิธีเรียงลำดับความชอบของสีผม ผลจากการรวบรวมแบบสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสำรวจเป็นเพศชายและเพศหญิง ร้อยละ 23.97 และ 76.03 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 30-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.36 เป็นผู้เคยย้อมผม ร้อยละ 79.84 มีระยะเวลาในการย้อมผม มากกว่า 2 เดือนต่อ 1 ครั้ง และ 1 เดือนต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 36.06 และ 29.09 ตามลำดับ โดยวัตถุประสงค์หลักในการย้อมตามแฟชั่นและย้อมปิดผมขาว คิดเป็นร้อยละ 55.32 และ 44.68 ตามลำดับ ส่วนใหญ่จะใช้สีสังเคราะห์ในการย้อมผมคิดเป็นร้อยละ 60.95 และใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมประเภทครีมย้อมผมร้อยละ 59.41 และโทนสีที่นิยมใช้คือสีน้ำตาลเข้ม คิดเป็นร้อยละ 47.06 ดังตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้และพฤติกรรมการย้อมผมของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	23.97
หญิง	76.03

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูล	ร้อยละ
อายุ	
น้อยกว่า 30 ปี	25.42
30-40 ปี	31.36
41-50 ปี	22.88
51-60 ปี	13.56
มากกว่า 60 ปี	6.78
เคยย้อมผมหรือไม่	
ใช่	79.84
ไม่ใช่	20.16
ย้อมผมบ่อยแค่ไหน	
มากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน	9.09
เดือนละ 1 ครั้ง	29.09
2 เดือนต่อครั้ง	25.45
มากกว่า 2 เดือนต่อครั้ง	36.36
วัตถุประสงค์ในการย้อม	
ปกปิดผมขาว	44.68
ย้อมตามแฟชั่น	55.32
ประเภทของสีย้อมที่ใช้เป็นประจำ	
ย้อมผมจากธรรมชาติ	39.05
ย้อมผมสังเคราะห์	60.95
ลักษณะสีย้อมผมที่ใช้	
แชมพูเปลี่ยนสีผม	38.61
ครีมย้อมผม	59.41
อื่น ๆ	1.98
โทนสีย้อมผมที่ใช้เป็นประจำ	
สีดำ	12.75
น้ำตาลเข้ม	47.06
สีน้ำตาลอ่อน	33.33
อื่น ๆ	6.86

กรมวิชาการเกษตร

จากการทดสอบความชอบของสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยวิธีการเรียงลำดับความชอบ พบว่าผู้บริโภคจะชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 มากที่สุด และชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 2 : 2 น้อยที่สุด (ตาราง 7.8)

ตารางที่ 7.8 คะแนนรวมของอันดับความชอบของสีผมที่ได้จากการย้อมผมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนผงห้อมต่อผงเทียนกิ่ง	คะแนนรวมอันดับความชอบ
0 : 4	532 d
1 : 3	390 c
2 : 2	343 c
3 : 1	283 a
4 : 0	302 ab

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

5. การศึกษาสภาวะในการย้อมผมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนที่อันดับความชอบสูงสุด คือ ผลิตภัณฑ์ย้อมผงจากผงห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 มาศึกษาสภาวะการย้อมผม ดังนี้

5.1 การศึกษาปริมาณยูเรียต่อการติดสีผม

ผลค่าสีและความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างปอยผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม ในการการศึกษาผลของปริมาณยูเรียต่อการติดสีผมโดยใช้ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 ศึกษาปริมาณยูเรีย 5 ระดับ แสดงดัง ตารางที่ 7.9 พบว่าปริมาณยูเรียที่เติมช่วยเพิ่มความชุ่มชื่นให้กับเส้นผม ไม่มีผลต่อติดสีของผลิตภัณฑ์ย้อมผมห้อมผสมเทียนกิ่ง โดยสีผมที่ได้ไม่แตกต่างกันและไม่มีผลต่อคงทนต่อการของสีผม

ตารางที่ 7.9 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผมห้อมผสมเทียนกิ่งที่ปริมาณยูเรียต่างกัน

ปริมาณยูเรีย (%)	คะแนนของสี			ความแตกต่างของสีหลังย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผม				ความแตกต่างของสีหลังสระ 3 สัปดาห์			
	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
0	45.5	7.8	18.2	-24.5	-1.8	-13.2	27.9	7.3	1.1	2.4	7.7 a
10	42.7	8.5	18.4	-23.6	-1.3	-9.8	25.6	6.7	0.2	0.6	6.7 a
20	43.8	7.7	16.3	-25.4	-1.3	-12.1	28.2	8.3	0.7	2.0	8.6 a
30	44.1	7.5	17.0	-25.1	-2.1	-12.7	28.2	7.5	2.3	3.9	8.7 a
40	49.8	5.5	15.7	-19.0	-5.4	-16.7	25.9	-2.6	2.9	5.4	6.7 a

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

5.2 การศึกษาระยะเวลาในการสกัดสีย้อมจากผลิตภัณฑ์ย้อมผม

ผลการศึกษาเวลาในการสกัดสีย้อมที่เหมาะสม 7 ระดับ คือ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที แสดงดัง ตาราง 7.10 จะเห็นได้ว่าการหมักผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งให้เป็นครีมระยะเวลา 15 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีค่าสีที่เข้มที่สุด โดยมีความสว่างของสีผมน้อยที่สุด และมีความแตกต่างของสีผมก่อนและหลังย้อมมากที่สุด โดยหลังสระผม 3 ครั้ง ตัวอย่างจะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7.10 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมในการศึกษาระยะเวลาในการหมักส่วนผสมให้เป็นครีม

เวลาในการหมักให้เป็นครีม (นาที)	คะแนนของสี			ความแตกต่างของสีหลังย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผม				ความแตกต่างของสีหลังสระ 3 สัปดาห์			
	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
0	34.9	6.5	14.4	-22.0	-5.5	-15.8	27.6 cd	4.1	2.1	2.5	5.2 ab
15	38.8	6.8	14.2	-34.3	0.2	-13.1	36.7 a	7.4	0.8	2.1	7.8 a
30	41.3	6.3	15.5	-29.7	-3.6	-16.9	34.4 b	6.0	1.7	2.3	6.6 ab
45	46.4	5.7	17.3	-20.5	-4.8	-14.3	25.4 d	2.7	2.9	2.1	4.5 b
60	44.8	5.5	17.2	-22.8	-4.7	-14.4	27.4 cd	5.5	2.7	3.2	6.9 ab
75	44.0	6.1	17.3	-24.4	-4.0	-14.5	28.7 c	4.9	2.3	2.3	5.9 ab
90	45.5	7.2	18.5	-24.0	-2.8	-14.1	28.0 c	3.7	1.1	1.0	4.0 b

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

5.3 การศึกษาเวลาในการย้อมผมที่เหมาะสม

ผลการศึกษาเวลาในการย้อมผม 7 ระดับ ได้แก่ 0 15 30 45 60 75 และ 90 นาที สีของตัวอย่างปอยผม และค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังสระเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนสระ แสดงดัง ตารางที่ 7.11 จะเห็นได้ว่า เวลาในการย้อมผมก่อนล้างออก 45-75 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีสีผมที่เข้มกว่าการย้อมที่เวลา 0-30 นาที และมีความคงทนของสีหลังจากสระ 3 ครั้ง มากกว่าโดยมีค่าความแตกต่างของค่าสีต่างกันน้อยกว่า

ตารางที่ 7.**11** ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมที่เวลาในย้อมผมต่างกัน

เวลาในการย้อมผม (นาที)	คะแนนของสี			ความแตกต่างของสีหลังย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผม				ความแตกต่างของสีหลังสระ 3 สัปดาห์			
	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
0	52.7	0.8	14.4	-18.8	-7.2	-13.0	24.0 d	5.5	4.0	3.9	7.8 a
15	48.0	2.0	12.2	-17.7	-9.4	-21.3	29.2 bc	-0.8	3.4	4.3	5.6 a
30	47.3	3.5	13.2	-26.4	-4.5	-11.4	29.1 c	2.9	2.2	1.8	4.1 a
45	43.6	5.2	15.4	-30.5	-2.8	-10.1	32.2 ab	3.7	2.0	2.0	4.6 a
60	45.0	5.9	15.7	-31.1	-1.5	-8.9	32.4 ab	5.0	0.1	-0.9	5.1 a
75	43.9	4.8	14.5	-30.9	-2.9	-10.2	32.7 a	3.5	0.5	0.1	3.5 a
90	42.9	7.1	16.5	-24.5	-3.7	-16.9	30.0 abc	3.9	0.8	1.3	4.2 a

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

6. การทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง

การทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่งทั้ง 2 สูตรด้วยกัน คือ ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 และผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1 และยูเรียร้อยละ 20 ของผงพืช

กรมวิทยาศาสตร์

พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรเป็นผงสีน้ำตาลเข้มทั้งก่อนและหลังทดสอบ โดยมีค่าสีเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่งที่มียูเรียผสมจะจับกันเป็นก้อนเล็กน้อยหลังจากการทดสอบ (ตารางที่ 7.12)

ตารางที่ 7.12 ลักษณะปรากฏและค่าสีของผลิตภัณฑ์ย้อมผมผงห้อมผสมเทียนกิ่งก่อนและหลังการศึกษาควงามคงสภาพของผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติ	ก่อน		หลัง	
	มียูเรีย	ไม่มียูเรีย	มียูเรีย	ไม่มียูเรีย
รูปร่าง	ผงสีน้ำตาล	ผงสีน้ำตาล	ผงสีน้ำตลจับกันเป็นก้อนเล็กน้อย	ผงสีน้ำตาล
คะแนนของสี				
L*	16.8	17.5	17.0	17.9
a*	-1.1	-1.2	-0.3	-0.6
b*	3.0	2.9	1.3	1.9

อภิปรายผล (Discussion)

สารสกัดอินดิโก้จากห้อมที่ได้ด้วยเครื่อง FTIR โดยวัด เปอร์เซ็นต์ Transmittance ในช่วงความยาวคลื่น 4000 ถึง 400 cm^{-1} เทียบกับสารมาตรฐานอินดิโก้ พบตำแหน่งพีคบนเส้นสเปคตรัมที่ตำแหน่งความยาวคลื่นในช่วง 1650–1566 cm^{-1} เกิดจากหมู่ฟังชัน C=C ของวงอโรมาติก พีคที่ตำแหน่ง 1350-1000 cm^{-1} ของหมู่ 1350-1000 cm^{-1}ของหมู่ฟังชัน C-N และพีคที่ตำแหน่ง 900-690 cm^{-1} ของ C-H ในวงอโรมาติก เช่นเดียวกัน และเมื่อหาปริมาณอินดิโก้ในผงอินดิโก้สกัดจากห้อม จะมีปริมาณอินดิโก้ 118 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยรายงานของสุรีย์และคณะ (2543) ได้อธิบายว่าการสกัดอินดิโกจากห้อมโดยการแช่ห้อมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะมีปริมาณอินดิโกสูงสุด

การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ห้อม ผงเทียนกิ่ง และผงห้อมผสมเทียนในอัตราส่วน 1:1 พบว่าตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยผงห้อม จะมีสีน้ำตาลอ่อน น่าจะมาจากสีของอินดิโก้ที่เป็นสีน้ำเงินและอินดิรูบิน ไอโซเมอร์ของอินดิโก้ซึ่งมีสีแดง (สุรีย์ และคณะ, 2543) ในขณะที่ผมที่ย้อมด้วยเทียนกิ่ง จะมีสีเหลืองแดง จากสีของลอโซน โดยผมที่ย้อมด้วยผงห้อมจะมีสีเข้มกว่า มีค่าความสว่างต่ำกว่าตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยเทียนกิ่ง และมีความแตกต่างของสีผมเมื่อเทียบกับตัวอย่างผมก่อนย้อมมากที่สุด

การใช้สารละลายอินดิโก้จากห้อมที่มีค่า pH 11 และใช้ $Na_2O_2S_4$ เป็นตัวรีดิวซ์จะสามารถย้อมสีตัวอย่างปอยผมได้ โดยต้องย้อมแล้วล้างออกทันที จะได้ตัวอย่างปอยผมเปลี่ยนจากสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อนเป็นสีน้ำเงินอมเทาอ่อน โดยมีค่าความสว่างของสีผม (L*) 51.1 แสดงว่าสีไม่สว่างหรือดำมาก มีค่าความเป็นสีแดง (a*) 19.6 และมีค่าสีเหลือง (b*) 35.1 แสดงว่าสีที่ย้อมติดบนตัวอย่างผมมีสีค่อนมาทางสีแดงเหลือง เมื่อหาค่าความแตกต่างของค่าสีเทียบกับตัวอย่างผมก่อนย้อม พบว่ามีค่าความแตกต่างของค่าสี (ΔE*) 19.8 โดยมีความความแตกต่างระหว่างความสว่างลดลง (ΔL*= -16.7) ความแตกต่างระหว่างความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Δa*= 9.9, Δb*= 3.8) จะเห็นได้ว่าตัวอย่างปอยผมหลังย้อมด้วยอินดิโก้จากห้อมจะส่งผมทำให้ตัวอย่างปอยผมมีสีเข้มขึ้นและมีสีแดง-เหลืองมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร

การทดสอบการติดสีของอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อม พบว่าอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อมสามารถละลายได้ในสารละลาย pH 3-11 ให้สีน้ำเงิน โดยอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมในสารละลาย pH 3 สามารถย้อมติดผมดีที่สุดโดยให้สีผมเป็นสีน้ำเงิน และการติดสีผมจะน้อยลงเมื่อค่าอินดิโก้คาร์มีนละลายในสารละลายที่มีค่า pH เพิ่มขึ้น

เมื่อย้อมตัวอย่างปอยผมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ 5 ระดับ ได้แก่ 0:4, 1:3, 2:2, 3:1 และ 4:0 จะได้ตัวอย่างสีผมที่ได้มีความเข้มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของผงห้อมมากขึ้น โดยค่าสีของตัวอย่างผมจะมีค่าความสว่างลดลง มีความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น และเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมเพียงอย่างเดียวจะให้ค่าความแตกต่างของสีผมก่อนและหลังย้อมมากที่สุด

การเตรียมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม พบว่าทั้งสีของอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมไม่สามารถย้อมติดตัวอย่างผม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ไขมันหรือส่วนประกอบของครีมย้อมผม หุ้มเม็ดสีไว้จึงทำให้สีอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนไม่สามารถย้อมติดเส้นผมได้

จากการทดสอบความชอบของสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยวิธีการเรียงลำดับความชอบ พบว่าผู้บริโภคจะชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 มากที่สุด โดยมีความชอบมากกว่าการย้อมด้วยเทียนกิ่งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเมื่อปริมาณผงห้อมเพิ่มขึ้นจะให้สีผมที่เข้มขึ้น โดยสารอินดิโก้สามารถนำมาผสมกับเฮนน่าหรือเทียนกิ่ง ในการย้อมผมเพื่อให้ผมติดสีดำมากขึ้น (ทนงศักดิ์, 2553) และชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 2 : 2 น้อยที่สุด

การศึกษาสภาวะในการย้อมผมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่ง พบว่าการหมักผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งให้เป็นครีมระยะเวลา 15 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีค่าสีที่เข้มที่สุด เนื่องจากเมื่อสกัดห้อมโดยการแช่น้ำจะอยู่ในรูปของอินโดซิลซึ่งจะถูกออกซิไดซ์เป็นอินดิโกที่มีสีน้ำเงินอมม่วงไม่ละลายน้ำ (สุรีย์ และคณะ, 2543) เมื่อแช่สกัดผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งเป็นระยะเวลาจะทำให้อินโดซิลถูกออกซิไดซ์เป็นอินดิโกซึ่งย้อมไม่ติดเส้นผมมากขึ้น และเวลาในการย้อมผมก่อนล้างออก 45-75 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีสีผมที่เข้มกว่าการย้อมที่เวลา 0-30 นาที เนื่องจาก 45-75 นาที เป็นเวลานานเพียงพอที่จะทำให้อินโดซิลซึ่งจะถูกออกซิเจนในอากาศออกซิไดซ์เป็นอินดิโกสีน้ำเงินอมม่วงติดกับเส้นผม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. ผงใบห้อม อินดิโก้ที่สกัดจากห้อม และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม สามารถย้อมติดผมได้ โดยผงห้อมสามารถสกัดด้วยน้ำแล้วย้อมผมได้ อินดิโก้จากห้อมละลายในสารละลาย pH 11 ขึ้นได้ และใช้โซเดียมไดไทโอไนท์เป็นตัวรีดิวซ์ จึงจะสามารถย้อมผมได้ ส่วนอินดิโก้คาร์มีนสามารถย้อมผมได้ดีในสารละลาย pH 3

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากอินดิโก้ที่สกัดจากห้อม และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม โดยใช้ Steryl alcohol 10 กรัม เติมในน้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วเติม Cetyl alcohol 20 กรัม Steryl alcohol 10 กรัม Vitamin E 5 กรัม Emulgin B1 5 กรัม Emulgin B2 5 กรัม Steric acid 1 กรัม และ methyl paraben 10 กรัม จะได้ครีมย้อมผมที่ไม่สามารถย้อมติดสีผมได้

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งจะให้ความเข้มของสีผมเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนของผงห้อมที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนผงห้อมต่อผงเทียนกิ่งเป็น 3 : 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยสภาวะในการย้อมผมที่เหมาะสม คือ ใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง 50 กรัม ผสมน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร ใช้เวลาสกัดสีจากผงห้อมและผงเทียนกิ่ง หรือเวลาที่ทิ้งไว้ให้เป็นเนื้อครีม 15 นาที ย้อมผมทิ้งไว้ 45 นาที โดยปริมาณยูเรียไม่ผลต่อสีผมที่ได้และความคงทนของสีผม แต่ส่งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ย้อมผม โดยจะ

ทำให้เกิดการจับกันเป็นก้อนเล็กน้อยภายหลังทดสอบความคงตัว ดังนั้นการผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากห้อมที่เหมาะสม คือ ใช้ผงห้อมและผงเทียนกิ่งจากการอบแห้งแล้วบดละเอียด โดยผสมผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นและผลิตภัณฑ์ชุมชน

1. การศึกษาเพื่อหาสภาพที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อห้อม การแช่ใบในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง เหมาะสมที่สุดในการผลิตเนื้อห้อม

2. การศึกษาวิธีการผลิตเนื้อห้อม เพื่อให้ได้ผ้าย้อมห้อมที่มีสีน้ำเงินเข้ม คงทนต่อการซักและแสง โดยการเติมผงสังกะสี และสังกะสีออกไซด์ 12 24 และ 36 กรัม และแคลเซียมออกไซด์ 120 กรัม พบว่าการเติมซิงค์ออกไซด์ 36 กรัม มีค่าสีน้ำเงิน (b*) สูงสุดที่ -21.33 กรรมวิธีที่เติมซังกะสีออกไซด์ 12 และ 24 กรัม ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมมีความคงทนต่อแสงระดับ 4

3. การศึกษาหาสูตรและวิธีการเตรียมน้ำย้อมที่ให้ได้สีย้อมห้อมจากธรรมชาติที่คุณภาพดีที่สุด ประกอบด้วยเนื้อห้อม 1 กิโลกรัม น้ำด่าง pH 14 ปริมาณ 2 ลิตร และ น้ำมะขามเปียก 200 มิลลิลิตร ทำให้ผ้าฝ้ายที่ย้อมมีความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด

4. การศึกษาคุณสมบัติด้านความคงทนของผ้าฝ้ายและผ้าไหม หลังจากย้อมห้อมด้วยจำนวนครั้งที่ต่างกัน พบว่า ความคงทนของสีเพิ่มขึ้นตามจำนวนการย้อม ผ้าฝ้ายย้อมติดสีน้ำเงินเข้มกว่าผ้าไหมที่จำนวนการย้อมเท่ากัน ค่า K/S ของผ้าฝ้ายอยู่ในช่วง 10.26-33.15 ผ้าไหมอยู่ระหว่าง 4.39-15.19 มีความคงทนต่อแสงในระดับ 5 ดี และความทนต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ผ่านการย้อมทุกกรรมวิธีมีค่าการซีดและการเปื้อนติดสีระดับ 5 หรือดีมาก ไม่ซีดตกและไม่เปื้อนติดสี แต่ซักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปื้อนติดสีในผ้าไนลอนในระดับปานกลาง

5. การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม ด้วยสารช่วยติดที่สกัดจากเปลือกและใบพืช 6 ชนิด ได้แก่ เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และใบยูคาลิปตัส แล้วย้อมด้วยห้อม ทั้งผ้าฝ้ายและผ้าไหมมีความคงทนของสีต่อการซัก ไม่ต่างจากผ้าที่ไม่ใช้สารช่วยติด การใช้สารช่วยติดสีทำให้ความเข้มของสีน้ำเงินลดลง

6. การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม สารสกัดห้อมด้วยเอทานอล สูตรที่เหมาะสมสำหรับแชมพู คือ สารสกัดห้อม 0.4% 60% SLES 15% sodium chloride 1% polyquaternium-44 0.5%, cocamido propyl betain 6%, PEG-120 Methyl Glucose 2%, panthenol 0.5% และสารกันเสีย (Bronidox L) 0.1% ได้แชมพูผสมสารสกัดห้อม pH ความหนืด อยู่เกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) และไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และมีความคงตัว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์ได้ 4 ชนิด ได้แก่ *S. Aureus S. epidermidis B. subtilis C. albicans* และ *P.acnes* มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ S. *epidermidis* เท่ากับ 15.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถนำไปใช้เป็นสูตรแชมพูผสมสารสกัดห้อมเพื่อสุขภาพเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

7. การพัฒนาครีมย้อมผม ผงใบห้อม อินดิโก้ที่สกัดจากห้อม และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม สามารถย้อมติดผมได้ โดยผงห้อมสามารถสกัดด้วยน้ำแล้วย้อมผมได้ อินดิโก้จากห้อมละลายในสารละลาย pH 11 ขึ้นได้ และใช้โซเดียมไดไทโอไนท์เป็นตัวรีดิวซ์ จึงจะสามารถย้อมผมได้ ส่วนอินดิโก้คาร์มีนสามารถย้อมผมได้ดีในสารละลาย pH 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากอินดิโก้ที่สกัดจากห้อม และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม โดยใช้ Steryl alcohol 10 g เติมในน้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วเติม Cetyl alcohol 20 กรัม Steryl alcohol 10 กรัม Vitamin E 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร

กรัม Emulgin B1 5 กรัม Emulgin B2 5 กรัม Steric acid 1 กรัม และ methyl paraben 10 กรัม จะได้ครีมย้อมผมที่ไม่สามารถย้อมติดสีผมได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งจะให้ความเข้มของสีผมเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนของผงห้อมที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนผงห้อมต่อผงเทียนกิ่งเป็น 3 : 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง 50 กรัม ผสมน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เป็นเนื้อครีม 15 นาที ย้อมผมนาน 45 นาที โดยปริมาณยูเรียไม่ผลต่อสีผมที่ได้และความคงทนของสีผม แต่ส่งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ย้อมผม โดยจะทำให้เกิดการจับกันเป็นก้อนเล็กน้อยภายหลังทดสอบความคงตัว ดังนั้นการผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากห้อมที่เหมาะสม คือ ใช้ผงห้อมและผงเทียนกิ่งจากการอบแห้งแล้วบดละเอียด โดยผสมผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดแพร่และจังหวัดใกล้เคียงนำเทคโนโลยีการผลิตเนื้อห้อมที่มีคุณภาพ และกระบวนการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพ และคำแนะการดูแลรักษาผ้าย้อมสีธรรมชาติจากห้อม และได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากการใช้ประโยชน์จากห้อม โดยเผยแพร่ผลงานในวารสาร การจัดนิทรรศการ การจัดทำเอกสารเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ สำหรับนักวิจัย เกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้องค์ความรู้จากการดำเนินงาน สามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตห้อมในเขตภาคเหนือตอนบนได้ เพื่อให้นักวิจัยสามารถกำหนดโจทย์วิจัยและพัฒนากระบวนการวิจัยตอบสนองความต้องการของเกษตรกรได้อย่างแท้จริง

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตหรือลดต้นทุนการผลิตห้อม และขบวนการย้อมผ้าหม้อห้อมในภาคเหนือตอนบน และได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากการใช้ประโยชน์จากห้อมมากขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่น

3. สร้างเครือข่ายระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกห้อม กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เป้าหมายมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตห้อม การแปรรูปห้อม และการนำไปใช้ประโยชน์ ให้เหมาะสม และนำไปสร้างรายได้ให้กับตนเองและชุมชนต่อไป

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการ. 2544. ต้นไม้ให้สี. วารสารเกษตรธรรมชาติ ฉบับที่ 3/2544. หน้า 38-39.

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

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

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย มณทิรา ภูติวรนาถ สุทธินี เจริญคิด พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย รณรงค์ คนชม สมศรี ปะละใจ. 2560. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตห้อม. หน้า 298-306. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2558. เล่ม 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

มณทิรา ภูติวรนาถ ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย สากล มีสุข. 2560. ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บใบห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อม. หน้า 329-336. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2558. เล่ม 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

มณทิรา ภูติวรนาถ ประนอม ใจอ้าย สุทธินี เจริญคิด วิภาดา แสงสร้อย สากล มีสุข. 2560. ระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของห้อม. หน้า 321-327. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2558. เล่ม 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

วิภาดา แสงสร้อย ประนอม ใจอ้าย มณทิรา ภูติวรนาถ สุทธินี เจริญคิด พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย รณรงค์ คนชม สากล มีสุข และณัฐนัย ตั้งมั่นคงวรกูล. 2556. ประเมินสายพันธุ์ห้อมเพื่ออนุรักษ์ไว้ในสภาพถิ่นเดิม. หน้า 92-96. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2556. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

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

สนอง อมฤกษ์ สถิตย์พงศ์ รัตนคำ ปรีชา ชมเชียงคำ. 2556. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือกวนน้ำห้อมระหว่างการหมักเพื่อผลิตเนื้อห้อม. หน้า 105-111. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2556. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

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

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

1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพเนื้อห้อม

กรมวิชาการเกษตร. 2552. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

กองบรรณาธิการ. 2006. สิ่งทอไร้มลพิษ ประเด็นการค้าอนาคต.นิตยสาร TTIS Textile Digest. 1 (142). (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.ttistextiledigest.com/Magazine/142/ecotextiles. (22พฤษภาคม 2559)

กิตติพงศ์ อำนวยสวัสดิ์. 2558. การอบรมนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ (nano-ZnO) และการประยุกต์ใช้ : วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.nano.kmitl.ac.th/files/nano.../03-วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์.pdf (2 พฤษภาคม 2559)

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

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย สนอง อมฤกษ์ พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล ฉัตรสุดา เชิงอักษร สากล มีสุข นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ อุทัย นพคุณวงศ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตห้อมเพื่อย้อมผ้าในภาคเหนือตอนบน. หน้า 64-68. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2558 กรมวิชาการเกษตร เรื่อง ผลงานวิชาการพร้อมใช้ เกษตรไทยก้าวหน้า. 25-27 พฤษภาคม 2558 โรงแรมเซ็นทราศูนย์ราชการและคอนเวนชั่นเซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

ไพศาล คงคาฉุยฉาย อรุณศิริ ชิตางกูร และเฉลียว หมัดอิ๊ว. 2543. การพัฒนาเทคนิคการย้อมไหม ด้วยสีธรรมชาติจากครามและครั่ง. : รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ. 55 หน้า.

ศูนย์วิจัยข้าวแพร่. 2562. รายงานผลการตรวจอากาศเกษตรรายเดือนประจำปี 2562, แพร่. 12 หน้า.

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

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.). คู่มือการผลิตคราม. 2555. บริษัทมูฟเม้นท์ เจน ทรี จำกัด. 21 หน้า.

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

หมู่บ้านผ้าครามนาโน. 2555. พระจอมเกล้าลาดกระบัง โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php (2 พฤษภาคม 2563)

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

Meksi N., Kechida M., Mhenni F. 2007. Cotton dyeing by Indigo with theBorohydride process: Effect of some experimental conditions on indigo reduction and dyeing quality. Chemical engineering journal 131. 187-193

Yoshiko, I. W., M. K. Rice and J. Barton. 1999. Shibori: The Inventive Art of Japanese Shaped Resist Dyeing. Tokyo:Kodansha International. 277-283.

Vuorema, A. 2008. Reduction and analysis methods of indigo. Department of Chemistry, University of Turku, Finland.

Rajeshwar, K., M.E. Osugi, W. Chanmanee, C. R. Chenthamarakshan, M. Zanoni, P. Kajitvichyanukul and R. Krishnan-Ayer. 2008. Heterogeneous photocatalytic treatment of organic dyes in air and aqueous media. *J. Photochem. Photobiol. C*: *Photochem.* 9 (4): 171–192.

1.2 การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า

กองบรรณาธิการ. 2544. ต้นไม้ให้สี. วารสารเกษตรธรรมชาติ ฉบับที่ 3/2544. หน้า 38-39.

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

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

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย สนอง อมฤกษ์ พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล ฉัตรสุดา เชิงอักษร สากล มีสุข นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ อุทัย นพคุณวงศ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตห้อมเพื่อย้อมผ้าใยภาคเหนือตอนบน. หน้า 64-68. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2558 กรมวิชาการเกษตร เรื่อง ผลงานวิชาการพร้อมใช้ เกษตรไทยก้าวหน้า. 25-27 พฤษภาคม 2558 โรงแรมเซ็นทราศูนย์ราชการและคอนเวนชั่นเซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

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.

มณทิรา ภูติวรนาถ ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย สากล มีสุข. 2560. ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บใบห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อม. หน้า 329-336. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2558. เล่ม 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

มณทิรา ภูติวรนาถ ประนอม ใจอ้าย สุทธินี เจริญคิด วิภาดา แสงสร้อย สากล มีสุข. 2560. ระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของห้อม. หน้า 321-327. ใน: อุทัย นพคุณวงศ์, (ผู้รวบรวม), รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2558. เล่ม 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

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.

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

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

The Royal Horticultural Society. 1995. RHS Colour Chart. London. 18 p.

1.3 จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

กองบรรณาธิการ. 2006. สิ่งทอไร้มลพิษ ประเด็นการค้าอนาคต.นิตยสาร TTIS Textile Digest. 1 (142). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.ttistextiledigest.com/Magazine/142/ecotextiles. (22พฤษภาคม 2559)

กิตติพงศ์ อำนวยสวัสดิ์. 2558. การอบรมนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ (nano-ZnO) และการประยุกต์ใช้ : วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.nano.kmitl.ac.th/files/nano.../03-วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์.pdf (2 พฤษภาคม 2559)

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

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย มณฑิรา ภูติวรนาถ สุทธินี เจริญคิด พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย รณรงค์ คนชม สากล มีสุข และณัฐนัย ตั้งมั่นคงวรกุล. 2556. เปรียบเทียบพันธุ์ห้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน. หน้า 97-104. ใน: รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุดประจำปี 2556. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร.

ฝ่ายส่งเสริมอุสาหกรรมจังหวัดแพร่. 2554. มหัศจรรย์หม้อห้อม ภูมิปัญญาเมืองแพร่. สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดแพร่ กระทรวงอุกสาหกรรม. 26 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. เทคโนโลยีสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP เล่ม 4 เทคนิคการย้อมผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). 32 หน้า.

สุวิมล หงษ์สาม ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา และพิชัย สดภิบาล. 2557. ศึกษาและพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อมเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ. วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 5(2) : 72-85.

หมู่บ้านผ้าครามนาโน. 2555. พระจอมเกล้าลาดกระบัง โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมืองจังหวัดสกลนคร. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php (2 พฤษภาคม 2563)

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

Rajeshwar, K., M.E. Osugi, W. Chanmanee, C. R. Chenthamarakshan, M. Zanoni, P. Kajitvichyanukul and R. Krishnan-Ayer. 2008. Heterogeneous photocatalytic treatment of organic dyes in air and aqueous media. *J. Photochem. Photobiol. C*: *Photochem.* 9 (4): 171–192.

Vuorema, A. 2008. Reduction and analysis methods of indigo. Department of Chemistry, University of Turku, Finland.

Yoshiko, I. W., M. K. Rice and J. Barton. 1999. Shibori: *The Inventive Art of Japanese Shaped Resist Dyeing*. Tokyo:Kodansha International. 277-283.

1.4 การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม

กชกร สกุลบริสุทธ์ สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. 2559. ผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีธรรมชาติสีน้ำตาล. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี). ปีที่ 8 .ฉบับที่15 มกราคม-มิถุนายน 2559.

กรมวิชาการเกษตร

ชวนพิศ สีมาขจร ภัควิภา เพชรวิชิต นัทธมน หาญศักดิ์ ประทีป มีศิลป์. 2552. การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ. สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิต์ พระบรมราชินีนาถ. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 61 หน้า

ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ ประทับใจ สิกขา. การศึกษากระบวนการผ้าย้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าดิบเป็นสารช่วยติด. วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่3 ฉบับที่ 1 เมษายน-กันยายน 2555.

นฤมล เถื่อนกูล อิสราภรณ์ ปั่นเนตร์. 2564. ผลของเถ้า น้ำปูนใส น้ำส้มสายชู สารส้ม เกลือแกง และน้ำสกัดจากถั่วเหลือง ต่อการติดสีเส้นใยไหมด้วยสีย้อมจาก Actinomycetes sp.N2 . *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 1 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2564. น. 532-537.

ประภากร สุคนธมณี. 2562. สีสันจากในสวน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https:// oar.ubu.ac.th. (มค 2565.)

มนัสนันท์ ไทยแท้ สุดาพร ตังควนิช . 2562. ผลของการใช้หมากสงเป็นสารช่วยติดสีก่อนย้อมเส้นไหมด้วยสีจากแดงสิงคโปร์. การเกษตรราชภัฏ.18(1):64-72 (2019).

วิจิตร เชาว์วันกลาง พิมพ์ลภา ปาสาจะ . 2556. การศึกษาสารสกัดจากธรรมชาติในการย้อมผ้าฝ้าย. รายงานผลงานวิจัย. สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคราม. 65 น.

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

2.1 อิทธิพลของสังกะสีในการผลิตเนื้อห้อมให้ได้สีย้อมที่มีคุณภาพ

กิตติพงศ์ อำนวยสวัสดิ์. 2558. การอบรมนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ (nano-ZnO) และการประยุกต์ใช้ : วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.nano.kmitl.ac.th/files/nano.../03-วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์.pdf (2 พฤษภาคม 2559)

ไพศาล คงคาฉุยฉาย อรุณศิริ ชิตางกูร และเฉลียว หมัดอิ๊ว. 2543. การพัฒนาเทคนิคการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติจากครามและครั่ง. กรุงเทพฯ : รายงานวิจัย. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย มณฑิรา ภูติวรนาถ สุทธินี เจริญคิด พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย รณรงค์ คนชม และวิทยา อภัย. 2558. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อมในพื้นที่จังหวัดแพร่ : รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตร.

ปณิธาน สุระยศ. 2555. ผลของเกลือและมอร์แดนท์ต่อการดูดซับสีสกัดจากใบมะม่วงบนเส้นด้าย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://research.psru.ac.th/files/res_che2553/resche_files/402_appendix.pdf (2 กุมภาพันธ์ 2564)

หมู่บ้านผ้าครามนาโน. 2555. พระจอมเกล้าลาดกระบัง โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php (2 พฤษภาคม 2563)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. เทคโนโลยีสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP เล่ม 4: เทคนิคการย้อมผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน. 27 หน้า.

สุดาพร ตังควนิช. 2563. การปรับปรุงความคงทนของสีและสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายเคลือบนาโนไคโตซานและซิงค์ออกไซด์ย้อมคราม. บทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์. ปีที่ 30 ฉบับที่ 3

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

อนุรัตน์ สายทอง. 2554. ครามและผลิตภัณฑ์คราม. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. ม.ป.ป. ทฤษฎีการทดสอบการคงทนของสี. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.ttcexpert.com/Seminar/colour_fastness.pdf (2 กุมภาพันธ์ 2564)

อัจฉราพร ไศละสูต. 2527. คู่มือการย้อมสี. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : เทคนิค 19การพิมพ์.

Meksi N., Kechida M., Mhenni F. 2007. Cotton dyeing by Indigo with theBorohydride process: Effect of some experimental conditions on indigo reduction and dyeing quality. Chemical engineering journal 131. 187-193

Rajeshwar, K., M.E. Osugi, W. Chanmanee, C. R. Chenthamarakshan, M. Zanoni, P. Kajitvichyanukul and R. Krishnan-Ayer. 2008. Heterogeneous photocatalytic treatment of organic dyes in air and aqueous media. *J. Photochem. Photobiol. C*: *Photochem.* 9 (4): 171–192.

Vuorema, A. 2008. Reduction and analysis methods of indigo. Department of Chemistry, University of Turku, Finland.

Yoshiko, I. W., M. K. Rice and J. Barton. 1999. Shibori: *The Inventive Art of Japanese Shaped Resist Dyeing*. Tokyo:Kodansha International. 277-283.

Young, A. S., T. L. Hyeong, P. H. Jin and K. K. Tae. 2004. An approzch to the Dyeing of Polyester fibre using Indigo and its extended wash fastness properties. *Dyes and Pigment*. 61. 263-272.

2.2 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม

กองบรรณาธิการ. 2006. สิ่งทอไร้มลพิษ ประเด็นการค้าอนาคต.นิตยสาร TTIS Textile Digest. 1 (142). (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.ttistextiledigest.com/Magazine/142/ecotextiles. (22พฤษภาคม 2559)

กิตติพงศ์ อำนวยสวัสดิ์. 2558. การอบรมนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ (nano-ZnO) และการประยุกต์ใช้ : วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: www.nano.kmitl.ac.th/files/nano.../03-วัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์.pdf (2 พฤษภาคม 2559)

คมชัดลึก. 2548. ฮ่อม. หนังสือพิมพ์คมชัดลึก ประจำวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2548. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.kaewdiary.com/webboard/show.php?CateID=5&No=17749 [5 มิถุนายน2550]. Htm (10 พฤษภาคม 2559)

กรมวิทยาศาสตร์

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

งานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร. 2555. จิตวิญญาณแห่งผืนผ้าคุณค่าแห่งภูมิปัญญา ผ้าย้อมครามสกลนคร. มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร. 36 หน้า.

ชลลดา วชิรเดชเสถียร. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูผสมมะกรูดจากวัสดุเหลือใช้ของอุตสาหกรรมอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ชวนพิศ สีมาขจร ภัควิภา เพชรวิชิต นัทธมน หาญศักดิ์ ประทีป มีศิลป์. 2552. การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ. สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิต์ พระบรมราชินีนาถ. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 61 หน้า

เดลินิวส์. 2547. ฮ่อม. หนังสือเดลินิวส์ ประจำวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2547. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.panmai.com/knowboard/520.htm (10 มิถุนายน 2550).

ทนงศักดิ์ เพียขันที. 2553. ผลของพอลิเมอร์บางชนิดในการเคลือบสีและป้องกันการหลุดของเม็ดสีในตำรับครีมเปลี่ยนสีผม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 81 หน้า.

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

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย สนอง อมฤกษ์ พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุลฉัตรสุดา เชิงอักษร สากล มีสุขนิพัฒน์ สุขวิบูลย์ อุทัย นพคุณวงศ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตห้อมเพื่อย้อมผ้าใยภาคเหนือตอนบน. หน้า 64-68. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2558 กรมวิชาการเกษตร เรื่อง ผลงานวิชาการพร้อมใช้ เกษตรไทยก้าวหน้า. 25-27 พฤษภาคม 2558 โรงแรมเซ็นทราศูนย์ราชการและคอนเวนชั่นเซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

ปราชญ์สกล ช่วยสุดสกุลชัย. 2552.การศึกษาคุณสมบัติยับยั้งแบคทีเรียบริเวณใต้วงแขนของผ้าย้อมคราม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.62 หน้า

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สวนสมุนไพรในงานมหกรรมพืชสวนโลก 2549. บริษัทสามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพฯ) จำกัด. กรุงเทพฯ. 463 หน้า.

ไพศาล คงคาฉุยฉาย อรุณศิริ ชิตางกูร และเฉลียว หมัดอิ๊ว. 2543. การพัฒนาเทคนิคการย้อมไหม ด้วยสีธรรมชาติจากครามและครั่ง. กรุงเทพฯ : รายงานวิจัย. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชฎาพร อ่นศิวไลย์, จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี และ จิตรา สิงห์ทอง. 2554. ฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดย่านาง เครือหมาน้อย และรางจืด. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 53 หน้า.

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

กรมวิชาการเกษตร

สุทธิเวช ต.แสงจันทร์. 2532. ยาย้อมผม ว.กรมวิทยาศาสตร์บริการ 120 (พ.ค.32) 7-12.

สุมนต์ทิพย์ คงตัน และวิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2551.การพัฒนาตำรับสีย้อมผมถาวรจากพืชสมุนไพร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 124 หน้า.

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

หมู่บ้านผ้าครามนาโน. 2555. พระจอมเกล้าลาดกระบังโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php (2 พฤษภาคม 2559)

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

อนุรัตน์ สายทอง. 2554. ครามและผลิตภัณฑ์คราม. สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร.

อัฐญาพร ชัยชมภู. 2555. การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดที่พบบนผิวหนังโดยใช้สารสกัดสมุนไพรพื้นบ้าน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 128 หน้า

อารี พลดี. มปป. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.royin.go.th/?knowledges. (22 พฤษภาคม 2559)

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

Adedapo, A. A., Jimoh, F. O., Afolayan, A. J., and Masika, P. J. 2009. Antioxidant properties of the methanol extracts of the leaves and stems of Celtis africana. Records of Natural Products, 3(1): 23–31.

Meksi N., Kechida M., Mhenni F. 2007. Cotton dyeing by Indigo with theBorohydride process: Effect of some experimental conditions on indigo reduction and dyeing quality. Chemical engineering journal 131. 187-193

Rajeshwar, K., M.E. Osugi, W. Chanmanee, C. R. Chenthamarakshan, M. Zanoni, P. Kajitvichyanukul and R. Krishnan-Ayer. 2008. Heterogeneous photocatalytic treatment of organic dyes in air and aqueous media. *J. Photochem. Photobiol. C*: *Photochem.* 9 (4): 171–192.

Shahni, R. and P J Handique. 2013. Antibacterail Properties of leaf extracts of *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze, a rare ethno-medicinal plant of Manipur, India. Int. J.Pharm Tech Res. 5(3): 1281-1285.

Taguchi, K., Tokano, T., Yamaoka, Y. and Furuse, K. (2003).Hair dye and hair-dyeing methods using the same. Google Patents.

The Royal Horticultural Society. 1995. RHS Colour Chart. London. 18 p.

Vuorema A. 2008. Reduction and analysis methods of indigo.Department of Chemistry, University of Turku, Finland

กรมวิชาการเกษตร

Yoshiko, I. W., M. K. Rice and J. Barton. 1999. Shibori: *The Inventive Art of Japanese Shaped Resist Dyeing*. Tokyo:Kodansha International. 277-283.

2.3 การพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม

ทนงศักดิ์ เพียขันที. 2553. ผลของพอลิเมอร์บางชนิดในการเคลือบสีและป้องกันการหลุดของเม็ดสีในตำรับครีมเปลี่ยนสีผม. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 81 หน้า.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สวนสมุนไพรในงานมหกรรมพืชสวนโลก 2549. บริษัทสามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพฯ) จำกัด. กรุงเทพฯ. 463 หน้า.

สุทธิเวช ต.แสงจันทร์. 2532. ยาย้อมผม ว.กรมวิทยาศาสตร์บริการ 120 (พ.ค.32) 7-12.

สุมนต์ทิพย์ คงตัน และวิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2551.การพัฒนาตำรับสีย้อมผมถาวรจากพืชสมุนไพร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 124 หน้า.

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

Fujii, M., Ushio, S., Iwaki, K. and Kyono, F. 2010. Extract powder of indigo plant, and its preparation and uses. US Patent. US 2010/0034757 A1.

Madhusudan Rao, Y., Shayeda, & Sujatha, P. (2008). Formulation and evaluation of commonly used natural hair colorants. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, *7*(1), 45–48.

Taguchi, K., Tokano, T., Yamaoka, Y., & Furuse, K. (2005). Hair dye and hair-dyeing methods using the same. US Patent. US 6,849,096 B2.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

ภาพภาคผนวก ก เผยแพร่ความรู้ผ่าน 1) วารสารเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2564 2) เอกสารวิชาการ เทคโนโลยีการผลิตห้อมและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และ 3) แบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2564 เมื่อวันที่ 29-30 กันยายน 2564 ณ ห้องประชุมใหญ่อาคารศูนย์ปฏิบัติการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมวิชาการเกษตร และรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ภาพภาคผนวก ข เผยแพร่ความรู้การแปรรูปห้อมและการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพให้แก่เกษตรกร โครงการพัฒนาจังหวัดแพร่ ปีงบประมาณ 2565 โครงการห้อมแพร่สู่ห้อมโลก หลักสูตร การแปรรูปห้อมที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน พื้นที่ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง และตำบลแม่พุง อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เมื่อวันที่ 8-9 ธันวาคม 2564 เกษตรกรเข้าร่วมอบรม จำนวน 60 ราย