ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

# รายงานโครงการวิจัย

# การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม

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

ประนอม ใจอ้าย

Pranom Chai-ai

ปี 2564

## บทสรุปผู้บริหาร

การพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม เป็นงานวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อม เป็นการนำผลผลิตจากห้อมไปใช้ประโยชน์ด้านการย้อมผ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย้อม

ผ้าให้มีคุณภาพ และวิจัยหาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เนื่องจากมีการนำสารเคมีสังเคราะห์มาใช้ทดแทนห้อม ทำให้เกิดปัญหาผ้าหม้อห้อมไม่มีคุณภาพ สีตก เกิดอาการแพ้สารเคมี ทำให้เสียภาพลักษณ์และเป็นอันตรายต่อผู้สวมใส่ แต่ยังขาดงานวิจัยด้านการนำวัตถุดิบที่ได้จากห้อมไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเนื้อห้อม ขั้นตอนการเตรียมน้ำย้อมห้อม สัดส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำย้อมเพื่อให้ผ้าที่ย้อมมีคุณภาพ สีไม่ตก และมีความคงทนต่อการใช้งาน โดยใช้สารช่วยติดสีย้อมห้อม ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น ทั้งภายในและต่างประเทศ ให้ความสำคัญและเล็งเห็นคุณประโยชน์ของสมุนไพร ทั้งในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ยาแผนโบราณ เครื่องสำอาง รวมถึงสารสกัดจากธรรมชาติ ซึ่งการนำสารสกัดธรรมชาติจากพืชมาใช้ประโยชน์นั้น จำเป็นต้องศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นต่อไป

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 ประกอบด้วย เนื้อห้อม 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

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

กรมวิชาการเกษตร

# กิตติกรรมประกาศ

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

ประนอม ใจอ้าย

มกราคม 2565

กรมวิชาการเกษตร

# สารบัญ


| **เรื่อง** | หน้า |
|---|---|
| บทสรุปผู้บริหาร | 1 |
| บทคัดย่อ | 2 |
| Abstract | 3 |
| กิตติกรรมประกาศ | 4 |
| สารบัญ | 5 |
| สารบัญภาพ | 6 |
| สารบัญตาราง | 8 |
| บทที่ 1 บทนำ | 11 |
| บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน | 14 |
| บทที่ 3 ผลการศึกษา | 31 |
| บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล | 80 |
| เอกสารอ้างอิง | 82 |
| ภาคผนวก | 91 |


กรมวิชาการเกษตร

# สารบัญภาพ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ภาพที่ 1.1 | อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ | 34 |
| ภาพที่ 1.2 | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ | 35 |
| ภาพที่ 2.1 | เจาะรูก้นถังพลาสติก (ก) นำขี้เถ้าใส่ถังพลาสติกแล้วกดให้แน่นทีละชั้น (ข-ค) ชั้นวางที่ใส่ขี้เถ้าไว้ชั้นด้านบน ค่อยๆ ตักน้ำใส่บนขี้เถ้า (ง) น้ำจะค่อยๆ ไหลลงภาชนะที่รองรับด้านล่าง (ฉ) ลักษณะน้ำด่างคุณภาพดี มีค่า pH 14 และมีความเข้มข้น (ช | 36 |
| ภาพที่ 2.2 | มะขามเปียก (ก) น้ำมะขามเปียก อัตราส่วนระหว่างมะขามเปียกและน้ำ 1 : 2 (ข) | 37 |
| ภาพที่ 2.3 | นำน้ำด่างใส่กระถางที่ไม่มีรูที่ก้นกระถาง เจาะรูก้นถังพลาสติกจำนวน 12 ลิตร แล้วใส่เนื้อห้อมลงไปใส กระถางจำนวน 2 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้ละลายในน้ำด่าง (ก) นำน้ำมะขามเปียกใส่ลงไปในน้ำห้อม และกวนให้เข้าน้ำห้อม (ข) ตักน้ำห้อมขึ้นแล้วปล่อยลงในถังตามเดิม (โจ๊ก) เพื่อเติมก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำห้อม แล้วปล่อยทิ้งไว้(ค) น้ำห้อมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันถัดไป รอจนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมย้อมผ้า ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน และมีฟองสีน้ำเงินเหลือบม่วง (ง) | 38 |
| ภาพที่ 2.4 | 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) | 40 |
| ภาพที่ 4.1 | เปลือกเพกา เปลือกมะขามป้อม เปลือกสมอไทย ใบยูคาลิปตัส ใบฝรั่ง และใบขี้เหล็ก | 49 |
| ภาพที่ 4.2 | สี และความเป็นกรด-ด่างของน้ำต้มสารช่วยติดจากเปลือกและใบพืชชนิดต่างๆ | 50 |
| ภาพที่ 4.3 | ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติด ใบยูคาลิปตัส เปลือกสมอไทย เปลือกมะขามป้อม ใบฝรั่ง ใบขี้เหล็ก และเปลือกเพกา | 50 |
| ภาพที่ 4.4 | ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดเปลือกเพกา ใบขี้เหล็ก เปลือกสมอไทย ใบฝรั่ง เปลือกมะขามป้อม และใบยูคาลิปตัส | 51 |
| ภาพที่ 4.5 | ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม | 54 |
| ภาพที่ 4.6 | ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม | 55 |


กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ภาพที่ 5.1 | ขั้นตอนการทำเนื้อสีห้อม (a) กรองกิ่งห้อมออกหลังแช่น้ำแล้ว 2 วัน (b) น้ำสกัดห้อมที่ได้เติมผง CaO และผงสังกะสีแล้วเข้าเครื่องตีห้อม (c) น้ำสีห้อมหลังตีด้วยเครื่อง รอตกตะกอน (d) กรองเอาเฉพาะเนื้อสีห้อม (e) เนื้อห้อมเปียกที่กรองทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน | 58 |
| ภาพที่ 5.2 | ลักษณะความเข้มสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมจำนวน 3 ครั้ง จากเนื้อห้อมที่เตรียมแต่ละกรรมวิธี | 60 |
| ภาพที่ 5.3 | ภาพถ่ายพื้นผิวของเส้นด้ายผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด | 63 |
| ภาพที่ 6.1 | ลักษณะแชมพูสระผมสูตรทั่วไป และแชมพูทางการค้า | 68 |
| ภาพที่ 6.2 | ตัวอย่างแชมพูผสมสารสกัดห้อม | 69 |
| ภาพที่ 7.1 | ตัวอย่างผงพืช | 69 |
| ภาพที่ 7.2 | สารสกัดอินดิโกจากห้อม | 70 |
| ภาพที่ 7.3 | อินฟราเรดสเปกตรัมของมาตรฐานอินดิโก้และสารสกัดอินดิโก้จากห้อม | 70 |
| ภาพที่ 7.4 | ลักษณะของตัวอย่างผมหลังการฟอกสี. | 71 |
| ภาพที่ 7.5 | ลักษณะสีที่แตกต่างกันของตัวอย่างหลังการย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่ง (ก) ผงเทียนกิ่ง (ข) ผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง (1:1) (ค) ผงห้อม | 71 |
| ภาพที่ 7.6 | ลักษณะสีของตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ | 72 |
| ภาพที่ 7.7 | ลักษณะสีของตัวผมหลังย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ | 73 |
| ภาพที่ 7.8 | ลักษณะสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผมสูตรต่างๆ<br>(ก) ครีมย้อมผมผสมอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม<br>(ข) ครีมย้อมผมผสมอินดิโก้จากห้อม<br>(ค) ครีมย้อมผมผสมสีกึ่งถาวรทางการค้า wood black | 74 |
| ภาพภาคผนวก | | 91 |


กรมวิชาการเกษตร

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 6.1 | ส่วนผสมของแชมพูสูตรทั่วไปในแต่ละกรรมวิธี | 25 |
| ตารางที่ 6.2 | ส่วนผสมของแชมพูผสมสารสกัดห้อมในแต่ละกรรมวิธี | 26 |
| ตารางที่ 1.1 | ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงห้อมในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จ.แพร่ ปี 2561 | 31 |
| ตารางที่ 1.2 | ปริมาณเนื้อห้อม (กรัม) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 1 | 32 |
| ตารางที่ 1.3 | ปริมาณสีอินดิโก้ (%) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 1 | 32 |
| ตารางที่ 1.4 | ปริมาณเนื้อห้อม[1/] (กรัม[2/]) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 2 | 33 |
| ตารางที่ 1.5 | ปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ และเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 2 | 33 |
| ตารางที่ 1.6 | ปริมาณเนื้อห้อม[1/] และปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 3 | 34 |
| ตารางที่ 2.1 | การเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร เมื่อเดือน พฤษภาคม 2562 | 39 |
| ตารางที่ 2.2 | ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่างที่มี pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร | 41 |
| ตารางที่ 2.3 | ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อม เมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร | 42 |
| ตารางที่ 2.4 | ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร | 42 |
| ตารางที่ 2.5 | ระดับความคงทนของสีต่อการซักด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร | 43 |
| ตารางที่ 3.1 | ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง เมื่อเดือนมีนาคม 2563 | 44 |
| ตารางที่ 3.2 | ระดับความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness rating) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง เมื่อเดือนมีนาคม 2563 | 45 |
| ตารางที่ 3.3 | ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการสีซีดของสี (Color alteration) ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง | 46 |


กรมวิชาการเกษตร

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 3.4 | ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าฝ้ายย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง | 47 |
| ตารางที่ 3.5 | ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ด้านการเปื้อนติดสี (Staining) เมื่อซักร่วมกับผ้าชนิดต่างๆ ของผ้าไหมย้อมห้อมจำนวน 1-9 ครั้ง | 47 |
| ตารางที่ 4.1 | ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ | 52 |
| ตารางที่ 4.2 | ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ | 53 |
| ตารางที่ 4.3 | ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ หลังย้อมทับด้วยห้อม | 56 |
| ตารางที่ 4.4 | ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ หลังย้อมทับด้วยห้อม | 57 |
| ตารางที่ 5.1 | น้ำหนักเนื้อห้อมเปียก เนื้อห้อมอบแห้ง และปริมาณอินดิโก้แต่ละกรรมวิธี | 59 |
| ตารางที่ 5.2 | ค่าสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการย้อมจำนวน 3 ครั้ง | 60 |
| ตารางที่ 5.3 | ระดับค่าความคงทนของสีย้อมต่อการซักและแสงของผ้าย้อมห้อมและกรรมวิธี | 61 |
| ตารางที่ 5.4 | ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการซักจำนวน 5 ครั้ง | 62 |
| ตารางที่ 6.1 | น้ำหนักเฉลี่ยสารสกัดห้อมที่ได้จากการสกัดด้วยตัวละลายชนิดต่างๆ | 64 |
| ตารางที่ 6.2 | ความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด | 65 |
| ตารางที่ 6.3 | ความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัด | 65 |
| ตารางที่ 6.4 | 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 | 66 |
| ตารางที่ 6.5 | ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค | 67 |
| ตารางที่ 6.6 | คุณสมบัติของแชมพูสูตรทั่วไปที่ระดับสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose ต่างๆ | 68 |
| ตารางที่ 6.7 | คุณภาพของแชมพูผสมสารสกัดห้อมในแต่ละกรรมวิธี | 69 |
| ตารางที่ 7.1 | ปริมาณความชื้นในตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง | 70 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 7.2 | ปริมาณอินดิโก้ในสารสกัดอินดิโก้จากห้อม. | 71 |
| ตารางที่ 7.3 | ค่าสีโดยเฉลี่ยของตัวอย่างหลังการฟอกสี. | 71 |
| ตารางที่ 7.4 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังจากย้อมด้วยแป้งจากพืช | 72 |
| ตารางที่ 7.5 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังการย้อมด้วยสารสกัดกินดิโก้จากห้อม | 72 |
| ตารางที่ 7.6 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ | 73 |
| ตารางที่ 7.7 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ | 73 |
| ตารางที่ 7.8 | ข้อมูลทั่วไปของผู้และพฤติกรรมการย้อมผมของผู้ตอบแบบสอบถาม | 75 |
| ตารางที่ 7.9 | คะแนนรวมของอันดับความชอบของสีผมที่ได้จากการย้อมผมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ | 76 |
| ตารางที่ 7.10 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยผลิตภัณฑ์ย้อมผมห้อมผสมเทียนกิ่งที่ปริมาณยูเรียต่างกัน | 76 |
| ตารางที่ 7.11 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมในการศึกษาระยะเวลาในการหมักส่วนผสมให้เป็นครีม | 77 |
| ตารางที่ 7.12 | ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างปอยผมหลังย้อม และความแตกต่างของสีผมหลังสระ 3 สัปดาห์ของตัวอย่างผมที่เวลาในย้อมผมต่างกัน | 77 |
| ตารางที่ 7.13 | ลักษณะปรากฏและค่าสีของผลิตภัณฑ์ย้อมผมผงห้อมผสมเทียนกิ่งก่อนและหลังการศึกษาความงามคงสภาพของผลิตภัณฑ์ | 78 |


กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# บทที่ 1 บทนำ

**1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน**

**<u>วิสัยทัศน์</u>**

เป็นองค์กรด้านการวิจัยและพัฒนาพืช และเป็นศูนย์บริการตรวจสอบรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรในระดับสากล โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

**<u>พันธกิจ</u>**

๑. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย

๒. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

๓. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์

๔. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

**2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)**

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

กรมวิชาการเกษตร

**3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.**

| โปรแกรมตามแผน ววน. | งบประมาณ (บาท) |
|---|---|
| Platform 2 การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์ท้าทายของสังคม<br>Objective 2 คนทุกช่วงวัยมีคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขและมีคุณค่า และสามารถจัดการ ปัญหาท้าทายเร่งด่วนสำคัญทางสังคมของประเทศได้อย่างเหมาะสม ด้วยองค์ความรู้ที่เกิดจากการวิจัยและนวัตกรรม<br>Key Result – หลักอัตราผลิตภาพการผลิตของภาคเกษตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 ในปี 2565 และเพิ่มขึ้นอีก ร้อยละ 1.0 ในปี 2570<br>Key Result –รอง -<br>Program 7 โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และการเกษตร<br>Objective2.7 ใช้ความรู้ การวิจัยและนวัตกรรม เพื่อจัดการกับปัญหาท้าทายเร่งด่วนสำคัญของประเทศ ในด้าน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเกษตร และบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน<br>Key Result – หลัก2.7.4 อัตราผลิตภาพการผลิตของภาคเกษตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2<br>Key Result –รอง - | 517,600 |

**4. รายละเอียดโครงการ**

**ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล**

การย้อมผ้าหม้อห้อมในปัจจุบันมักมีการใช้สีสังเคราะห์ทางเคมีมาใช้ในการย้อมผ้า เนื่องจากหาซื้อง่าย และสะดวกต่อการนำไปใช้ แต่สีสังเคราะห์นั้นเกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และทำให้เสียภาพลักษณ์ต่อคุณภาพของผ้าหม้อห้อมของจังหวัดแพร่ ที่มีสำคัญกับวิถีชีวิตของคนเมืองแพร่มานาน การย้อมสีธรรมชาติมีเอกลักษณ์เฉพาะและเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สั่งสมมาหลายชั่วอายุคน เคล็ดลับและวิธีการตลอดจนวัตถุดิบในแหล่งที่ใช้ในการผลิตที่สืบทอดกันมาตั้งแต่สมัยโบราณกำลังจะเลือนหายไป หากไม่ได้รับการเก็บรวบรวม อนุรักษ์ ภูมิปัญญาเหล่านี้จะถูกลบเลือนไปได้ในที่สุด ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายเป็นอย่างยิ่ง การย้อมสีธรรมชาติควรได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีศักยภาพที่จะเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอันทรงคุณค่า และสามารถพัฒนาอาชีพที่ทำรายได้สู่ชุมชน ต้นห้อมเป็นพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมผ้า ในปัจจุบันต้นห้อมเหลืออยู่น้อยลงเรื่อย ๆ จนเกือบสูญพันธุ์ เนื่องจากเกษตรกรเก็บจากแหล่งธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ แต่ปลูกขึ้นมาใหม่เพื่อทดแทนน้อย ประกอบกับเกิดภาวะน้ำป่าไหลหลาก ทำให้ต้นห้อมถูกพัดพาสูญหายไปจากแหล่งเดิม ต้นที่เหลืออยู่ก็เจริญเติบโตไม่ทันกับความต้องการของผู้ผลิตผ้าหม้อห้อม ซึ่งได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง จนทำให้มีการขยายตัวทั้งปริมาณและคุณภาพ ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค และมีเทคโนโลยีการผลิตห้อม ได้แก่ พันธุ์ห้อมที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคเหนือ การปลูก ระยะปลูกที่เหมาะสม การพรางแสงที่เหมาะสม อายุการเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาการกับใบห้อมเพื่อให้ได้เนื้อห้อมสูงสุด เครื่องมือกวนน้ำห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อมที่มีประสิทธิภาพ แต่ยังขาดงานวิจัยด้านการนำวัตถุดิบที่ได้จากห้อมไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเนื้อห้อม ขั้นตอนการเตรียมน้ำย้อมห้อม สัดส่วนของส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำย้อมเพื่อให้ผ้าที่ย้อมมีคุณภาพ สีไม่ตก และมีความคงทนต่อการใช้งาน โดยใช้สารช่วยติดสีย้อมห้อม การนำสารสกัดจากห้อมมาใช้ประโยชน์ จำเป็นต้องศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากห้อม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

กรมวิชาการเกษตร

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำงานวิจัยการพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม เพื่อพัฒนาระบบการผลิตห้อมให้ครบทุกด้าน โดยเฉพาะการผลิตสีย้อมธรรมชาติจากห้อม การพัฒนาการย้อมผ้าหม้อห้อมธรรมชาติให้มีคุณภาพ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดห้อม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น

ในปี 2563 จะได้ทำการทดลองจำนวนครั้งในการย้อมสี การใช้สารช่วยติดสี ผลทางฤทธิ์ชีวภาพ และเริ่มการทดลองในเรื่องการพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อสุขภาพ

**วัตถุประสงค์ของโครงการ**

1) เพื่อพัฒนาการผลิตสีธรรมชาติจากห้อม พัฒนาการย้อมผ้าให้มีประสิทธิภาพ

2) การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อพัฒนาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากห้อม

**ขอบเขตการศึกษา**

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยที่ทำตั้งแต่ปี 2554-2560 ซึ่งผลงานวิจัยดังกล่าวได้เทคโนโลยีด้านการผลิตห้อม ได้แก่ พันธุ์ห้อม ระยะปลูก เทคนิคการตัดแต่งกิ่ง อายุการเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และการใช้เครื่องกวนน้ำห้อม และได้นำเทคโนโลยีไปทดสอบร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ และจัดทำแปลงต้นแบบการผลิตห้อม เพื่อให้เกษตรกรได้นำเทคโนโลยีไปปรับใช้ในพื้นที่ แต่ยังขาดงานวิจัยด้านการนำวัตถุดิบที่ได้จากห้อมไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นขอบเขตโครงการวิจัยนี้ครอบคลุม การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพสีอินดิโก้ในเนื้อห้อม และขั้นตอนการเตรียมน้ำย้อมห้อม สัดส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำย้อม เพื่อให้ผ้าที่ย้อมมีคุณภาพ สีไม่ตก และมีความคงทนต่อการใช้งาน โดยใช้สารช่วยติดสีย้อมห้อม รวมทั้งการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในสารสกัดจากห้อมและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ

**นิยามศัพท์**

เกษตรกรผู้ปลูกห้อม หมายถึง ผู้ที่ประกอบอาชีพในการปลูกต้นห้อม

กลุ่มผู้ย้อมผ้า หมายถึง กลุ่มผู้ย้อมผ้าหม้อห้อม

สารอินดิโก้ หมายถึง สารที่มีในใบห้อม และให้สีน้ำเงินเมื่อย้อมผ้าขาว

กรมวิชาการเกษตร

# บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

## 1.วิธีการดำเนินการวิจัย

### 1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและ คุณภาพเนื้อห้อม

**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 นำเอาเศษกิ่งก้านใบห้อมออก ทิ้งกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้สารละลายห้อมแล้วจึงเติมปูนขาวเพื่อให้ได้เนื้อห้อม

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

ลิขสิทธิ์เกษตร

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

**1.2 การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า**

**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)

กรมวิชาการเกษตร

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 ที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวทำเช่นเดียวกันทุกวัน จนกระทั่งเปลี่ยนสี 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

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

กรมวิชาการเกษตร

**1.3 จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม**

**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**

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 เติมอากาศให้หม้อย้อมโดย

กรมวิชาการเกษตร

การใช้ขันตักน้ำขึ้นยกสูงประมาณ 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

- 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

**1.4 การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม**

**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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

กรมวิชาการเกษตร

**1.5 อิทธิพลของสังกะสีในการผลิตเนื้อห้อมให้ได้สีย้อมที่มีคุณภาพ**

**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
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

กรมวิชาการเกษตร

1.3 จากนั้นตีน้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยเครื่องตีห้อมจนเกิดฟองสีน้ำเงิน ทำจนกระทั่งฟองยุบตัวลงจึงหยุด ทิ้งให้เนื้อสีตกตะกอน แล้วนำไปกรองด้วยผ้าดิบ ทิ้งไว้จะได้เนื้อห้อมเปียก

การบันทึกข้อมูล

- 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**

**1.6 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม**

**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)

กรมวิชาการเกษตร

16. sabouraud dextrose agar (SDA)
17. เครื่องชั่งไฟฟ้า
18. สเปกโตรมิเตอร์
19. ตู้บ่มเชื้อ
20. ตู้ larmina

**วิธีการ**

**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 $IC_{50}$ หรือ ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ % radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50

**1.2.1 ABTS radical scavenging assay**

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ประยุกต์วิธีการวิเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

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 ผสมสารสกัดห้อมที่นำมาละลายในเมทานอล ความเข้มข้นของสารสกัด ตั้งแต่ 0 – 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 7 นาที วัดค่าการดูกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 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 $1.5 \times 10^8$ 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

กรมวิทยาศาสตร์

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

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 $1.5 \times 10^8$ 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 จากนั้นเติมส่วนผสมแต่ละชนิดคนให้ละลายตามลำดับดังนี้ polyquaternium-44, Cocamido propyl betain, PEG-120 Methyl Glucose, สารกันเสีย และน้ำหอม นำตัวอย่างแชมพูที่ได้ไปศึกษาคุณภาพของแชมพูสูตรทั่วไป เทียบกับแชมพูสระผมในท้องตลาด ได้แก่ ลักษณะปรากฏ pH ความหนืด

กรมวิชาการเกษตร

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 มาพัฒนาแชมพูสระผสมผสมสารสกัดห้อม 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6.2 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

**การพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม**

**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

กรมวิชาการเกษตร

**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**

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**

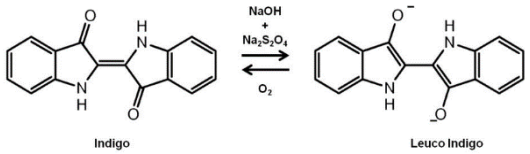
การทดสอบการติดสีผมของสารสกัดสีจากห้อมจะศึกษาสารสกัดสีจากห้อมในรูปของอินดิโก้ และอินดิโก้คาร์มีน (Indigo carmine) โดยมีรายละเอียดดังนี้

**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

กรมวิชาการเกษตร

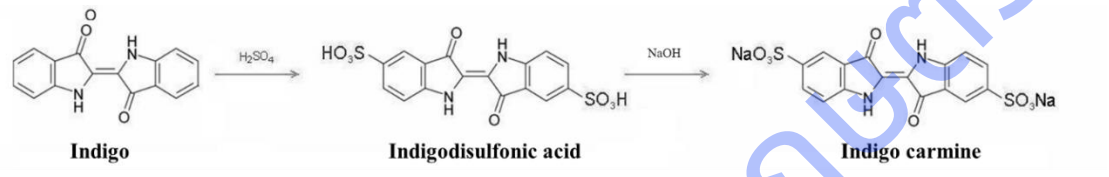
นาที เมื่อตัวอย่างผมเปลี่ยนสี ล้างออกด้วยน้ำเปล่าให้สะอาดทันที ทิ้งให้ไว้แห้ง วัดค่าสีตัวอย่างปอยผมที่ได้ นำมาค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสีตัวอย่างผมหลังย้อมเทียบกับตัวอย่างปอยผมก่อนย้อม




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 เป็นเวลา 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

ลิขสิทธิ์การเกษตร

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

**ครีมย้อมผมอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม** ปรับ pH ให้เป็น 3 ด้วยกรดซิตริก แล้วเติมอินดิโกคาร์มีนจากห้อม ปริมาณร้อยละ 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

**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

กรมวิชาการเกษตร

**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

**3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี**

❑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

# บทที่ 3 ผลการศึกษา

## 3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

### อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและ คุณภาพเนื้อห้อม

เตรียมต้นห้อมสำหรับใช้ในการทดลองตามเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมสำหรับภาคเหนือตอนบน ของประนอมและคณะ (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%

กรมวิชาการเกษตร

**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)

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 ทำให้

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณอินดิโก้ลดลงเท่ากับ 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

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%

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสถมภ์ 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

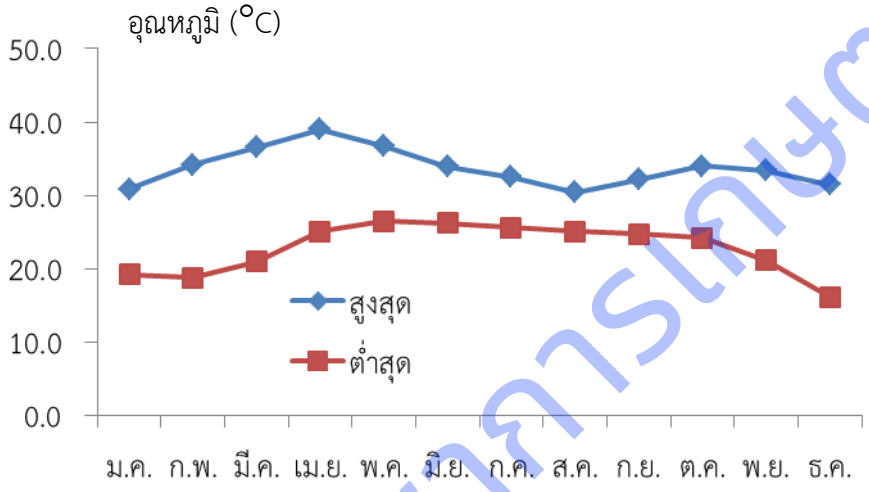
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.6 ปริมาณเนื้อห้อม[1/] และปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 3

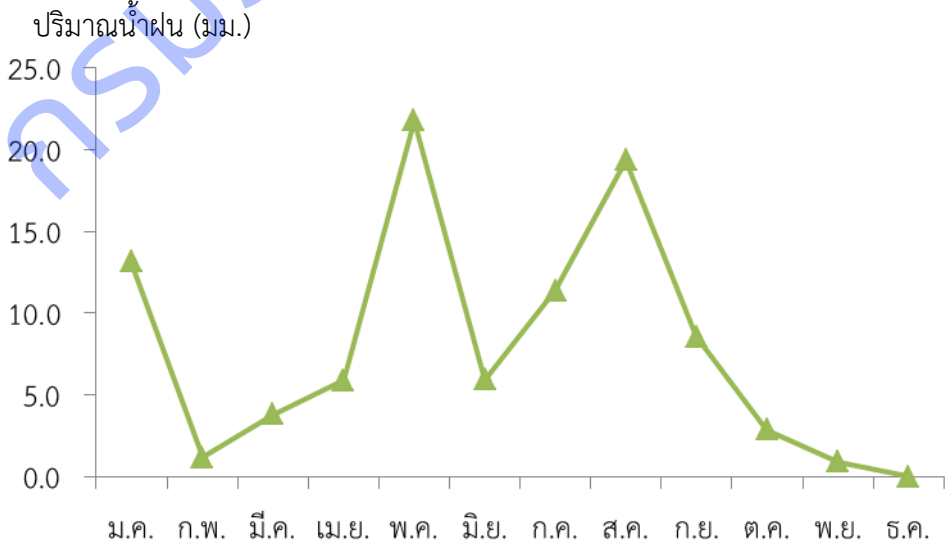
| อุณหภูมิและเวลาแช่ห้อม | ปริมาณเนื้อห้อม (กรัม[1/]) | ปริมาณสีอินดิโก้ (%) |
|---|---|---|
| 30°C 12 ชม. | 77.9 c | 1.65 a |
| 30°C 24 ชม. | 159.4 b | 0.79 b |
| 30°C 36 ชม. | 185.5 a | 1.00 b |
| 30°C 48 ชม. | 160.5 ab | 0.84 b |
| อุณหภูมิห้อง 48 ชม. | 150.9 b | 0.88 b |
| ค่าเฉลี่ย | 146.8 | 1.03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

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[1/] หน่วยของปริมาณเนื้อห้อมจากห้อมสด 1 กก.




ภาพที่ 1.1 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่




ภาพที่ 1.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

กรมวิชาการเกษตร

**การเตรียมน้ำย้อมห้อมที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้า**

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

กรมวิชาการเกษตร

(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)

**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, กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากใน

มะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) น้ำมะขามเปียกที่ได้มีค่า pH 2.5-3.6 (ภาพที่ 2.2)

(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 2.3)

กรมวิทยาศาสตร์

(ก)

(ข)

(ค)

(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)

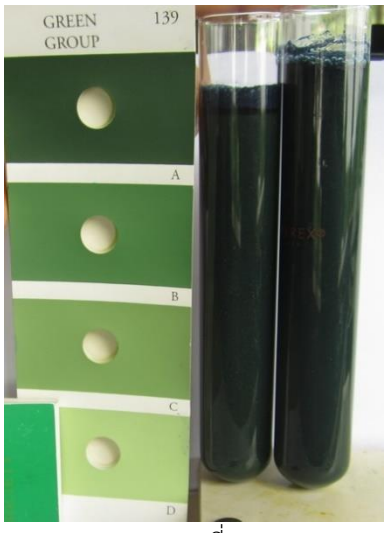
ตารางที่ 2.1 การเปลี่ยนสีของน้ำย้อมห้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรดTartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร เมื่อเดือน พฤษภาคม 2562

| 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)

กรมวิชาการเกษตร

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 2.4)



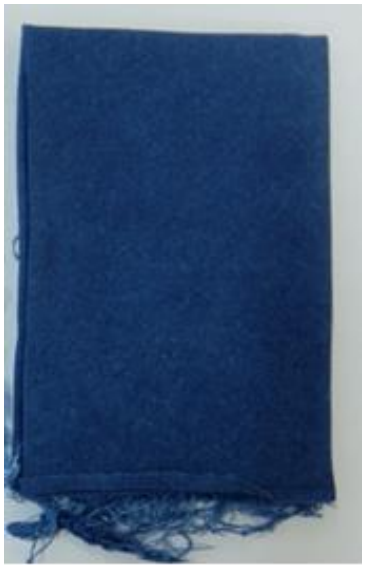

(ก) สูตรที่ 1 และ 2
สีเขียว (green group) 139A

(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 2.4 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)

**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

กรมวิชาการเกษตร

(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* จะบอกถึงทิศทางของสี 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

**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 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | |
|---|---|---|
| 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)

ตารางที่ 2.4 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักด้านการซีดของผ้าฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมเมื่อใช้น้ำด่าง pH 12-14 และปริมาณกรด Tartaric 200 และ 400 มิลลิลิตร

| | ความคงทนของสีต่อการซัก | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 40°c | | 60°c | |
| สูตรน้ำย้อมห้อม | 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) สี

กรมวิชาการเกษตร

เปื้อนติดมาก 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

**จำนวนการย้อมสีห้อมต่อความคงทนของแสงและการซักของผ้าฝ้ายและผ้าไหม**

**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 |
|---|---|---|

กรมวิชาการเกษตร

| | 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) ดีเยี่ยม (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-ดี

กรมวิชาการเกษตร

มาก (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)

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)

กรมวิชาการเกษตร

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)

**การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม**

**1.1 การศึกษาคุณสมบัติสารช่วยติดจากเปลือกและใบพืช**

สารแทนนิน เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อน เป็นสารให้ความฝาดในพืช แทนนิน มี 2 ชนิด คือคอนเดนส์แทนนิน หรือโปรแอนโทรไซยานิน พบได้ในส่วนเปลือกต้น และแก่นไม้ ส่วนไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) พบมากในส่วนใบ ฝัก และส่วนที่ปูดออกมาจากปกติ เมื่อต้นไม้

กรมวิทยาศาสตร์

ได้รับอันตราย 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)

กรมวิชาการเกษตร

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

ลิขสิทธิ์การเกษตร

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

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

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) |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่ย้อม | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | |
| (เปรียบเทียบ) | 5 | 5 | | | | | | | | | | 5 | | | 3Y | 94.61 | 0.77 | -5.80 |
| เปลือกเพกา | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4Y | 91.97 | -0.89 | 6.98 |
| เปลือก | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 84.31 | 5.09 | 4.59 |
| มะขามป้อม | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| เปลือกสมอ | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | |
| ไทย | 3/4 | 3/4 | | | | | | | | | | 5 | | | 3 | 79.48 | 5.43 | 8.41 |
| ใบขี้เหล็ก | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 87.69 | 1.95 | 4.43 |
| ใบฝรั่ง | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 75.75 | 5.29 | 14.62 |
| ใบยูคาลิปตัส | 2/3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 82.80 | 1.92 | 11.89 |

ตารางที่ 4.2 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ

| 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 (@ n |
| ไม่ย้อม (เปรียบเทียบ) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4Y | 93.29 | 0.22 | 4.16 | 0. |
| เปลือกเพกา | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 83.90 | 0.58 | 19.39 | 0. |
| เปลือก | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | | |
| มะขามป้อม | 5 | 5 | | | | | | | | | | 5 | | | 3 | 77.97 | 5.22 | 11.08 | 0. |
| เปลือกสมอ | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | | |
| ไทย | 5 | 5 | | | | | | | | | | 5 | | | 3 | 73.35 | 7.19 | 13.05 | 0. |
| ใบขี้เหล็ก | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 79.69 | 0.07 | 20.79 | 0. |
| ใบฝรั่ง | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2Str | 79.24 | 3.97 | 15.63 | 0. |
| ใบยูคา | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 82.15 | 0.04 | 20.31 | 0. |

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)

**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)

ภาพที่ 4.5 ผ้าฝ้ายที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม

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 ผ้าไหมที่ใช้สารช่วย

กรมวิทยาศาสตร์

ติดทุกชนิดมีค่ามากกว่าผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด ส่วนค่า b* พบว่า ผ้าไหมที่ใช้สารช่วยติดมีค่าน้อยกว่าผ้าไหมที่ไม่ใช้สารช่วยติด ด้านความเข้มของสี พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดใบขี้เหล็กมีค่าความเข้มสี (K/S) สูงที่สุดและสูงกว่าผ้าไหมที่ไม่ย้อมสารช่วยติด (ภาพที่.4.6.) (ตารางที่ 4.3)

ภาพที่ 4.6 ผ้าไหมที่ย้อมสารช่วยติดแล้วย้อมทับด้วยห้อม

ตารางที่ 4.3 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ หลังย้อมทับด้วยห้อม

| สารช่วยติดสี | ความคงทนของสีต่อการซัก | | | | | | | | | | | | | | ความคงทนของสีต่อแสง | ค่าสี | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การขีดของสี | | 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 | 3/4 | 5 | 5 | 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 | - | 12.95 |

กรมวิชาการเกษตร

25.78

ตารางที่ 4.4 ความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อแสง และค่าของสีบนผ้าไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆ ห
ทับด้วยห้อม

| 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) |
| ไม่ย้อม | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| (เปรียบเทียบ) | 5 | 4/5 | | | | | | | | | | 3/4 | | | 5 | 42.33 | -4.31 | 22.46 |
| เปลือกเพกา | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| | 4/5 | 4 | | | | | | | | | | 3 | | | 4 | 50.08 | -6.92 | 16.62 |
| เปลือก | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| มะขามป้อม | 4/5 | 4 | | | | | | | | | | 3 | | | 5 | 41.06 | -5.53 | 17.70 |
| เปลือกสมอ | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| ไทย | 4 | 4 | | | | | | | | | | 3 | | | 5 | 42.35 | -6.50 | 14.56 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ใบขี้เหล็ก | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| | 5 | 4.5 | | | | | | | | | | 3/4 | | | 5 | 40.23 | -4.44 | 19.65 |
| ใบฝรั่ง | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| | 5 | 4.5 | | | | | | | | | | 3/4 | | | 5 | 41.33 | -7.90 | 13.42 |
| ใบยูคาลิปตัส | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | | | | - |
| | 5 | 4.5 | | | | | | | | | | 3/4 | | | 5 | 42.51 | -6.15 | 18.19 |

**อิทธิพลของสังกะสีในการผลิตเนื้อห้อมให้ได้สีย้อมที่มีคุณภาพ**

**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

กรมวิชาการเกษตร

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 ที่มีปริมาณอินดิโก้น้อยที่สุดเท่ากับ 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 พบวาผาที่ยอมดวยหอมที่เตรียมจากกรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม มีความเขมของสีหอมสูงสุด และผลการวัดคาสี (L*, a* และ b*) ของผาที่ผานการยอมแตละครั้งจากทั้งหมด 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

ลิขสิทธิ์เกษตร

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)

**4. การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก**

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

กรมวิชาการเกษตร

ทุกตัวอย่างมีระดับค่าความคงทนของสีต่อการซักในด้านการตกสีเท่ากัน คือ อยู่ในระดับ 4 (ดี หมายถึง สีตกติดผ้าฝ้ายเล็กน้อย) แสดงว่าน้ำย้อมห้อมที่เตรียมจากเนื้อห้อมเปียกจากทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ทำให้โมเลกุลสีถูกดูดซับเข้าสู่ดานในของเสนใยได้ดี 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 และค่า b* มีค่าลบลดลง เมื่อพิจารณาจากค่าสีที่มีการเปลี่ยนแปลงพอสรุปได้ว่า ในทุกกรรมวิธีจะมีค่าความเข้มสีน้ำเงินของห้อมลดลงเมื่อผ้าย้อมห้อมมีการใช้งานและผ่านการซักในแต่ละครั้ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยให้พิจารณาจากค่า $\Delta E$ ที่บ่งบอกการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีของผ้าย้อมห้อมก่อนและหลังการซัก พบว่าผ้าย้อมห้อมจากกรรมวิธีที่ใช้ CaO/ZnO 36 กรัม มีค่า $\Delta E$ น้อยสุดเท่ากับ 3.45 ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุมที่มี $\Delta E$ เท่ากับ 3.83 แต่มีผลการวัดค่าความสว่าง (L*) ได้เท่ากับ 48.73 ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีค่า L* เท่ากับ 49.29 ทำให้เฉดสี

กรมวิชาการเกษตร

ที่สังเกตได้ของผ้าย้อมห้อมจากกรรมวิธี 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

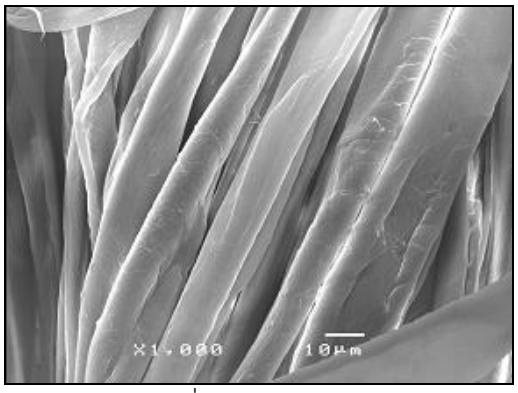
ตารางที่ 5.4 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าย้อมห้อมที่ผ่านการซักจำนวน 5 ครั้ง

| 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 | |

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

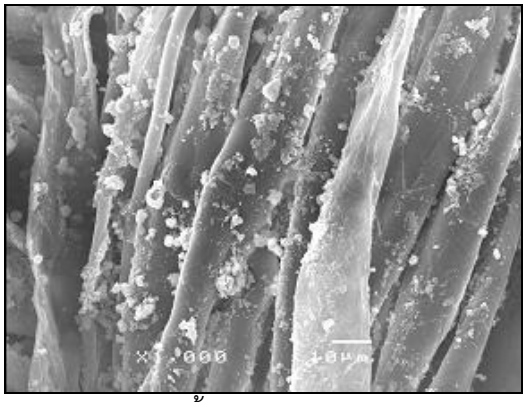
จากข้อมูลผลการทดสอบผ้าย้อมห้อมทั้งหมด พบว่าผ้าย้อมห้อมที่ได้จากการเนื้อห้อมเปียกจากกรรมวิธีที่เติม ZnO ทั้ง 3 กรรมวิธี มีผลการวัดค่าสีที่ให้ค่าเฉดสีน้ำเงินสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่เติม CaO เพียงอย่างเดียว โดยที่กรรมวิธี CaO/ZnO 24 กรัม ให้ค่าเฉดสีน้ำเงินสูงสุด ถึงแม้ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและการซีดจางของผ้าย้อมห้อมในการจำลองการซักจะไม่ได้ดีกว่ากรรมวิธีคว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

กรมวิชาการเกษตร

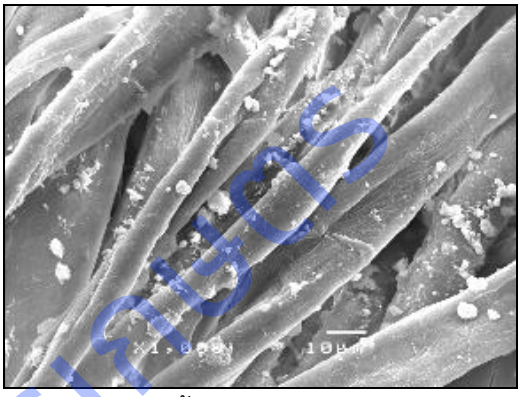



ผ้าที่ไม่ผ่านการย้อม

ผ้าย้อมจากเนื้อห้อม CaO



ผ้าย้อมจากเนื้อห้อม CaO/Zn 24 กรัม



ผ้าย้อมจากเนื้อห้อม CaO/ZnO 24 กรัม

ภาพที่ 5.3 ภาพถ่ายพื้นผิวของเส้นด้ายผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

**7. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต**

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

**การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบห้อมและการพัฒนาแชมพูผสมสารสกัดห้อม**

**1. การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดห้อมต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง**

**1.1 การสกัดสารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ**

การศึกษาการสกัดห้อมด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ น้ำ เอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v และ เอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 %v/v สารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำเป็นของเหลวสีน้ำตาล ส่วนสารสกัดที่

กรมวิชาการเกษตร

ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลและเอทิลอะซิเตดจะเป็นของเหลวสีเขียว หลังจากนำสารสกัดที่ได้ระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ จะได้สกัดเป็นลักษณะเป็นของข้นหนืดสีน้ำตาลทั้ง 3 ตัวทำละลาย การสกัดห้อมด้วยน้ำจะได้ปริมาณสารสกัดสูงสุด เฉลี่ย 47.410 กรัม (ตารางที่ 6.1)

ตารางที่ 6.1 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.

**1.2 การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อม**

**1.2.1 DPPH radical scavenging assay**

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ของสารสกัดห้อมจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี ผลการการทดลองแสดงดังตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่า ความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดห้อมจากตัวทะละลายทั้ง 3 ชนิด นั้นมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำ DPPH ต่ำกว่าวิตามินซี โดยสารสกัดห้อมด้วยสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 %v/v จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าสารสกัดห้อมที่สกัดด้วยตัวทำละลายอีก 2 ชนิด

ตารางที่ 6.2 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 6.3 จะเห็นได้ว่า สารสกัดห้อมจากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ABTS ต่ำกว่าวิตามินซี โดยสารสกัดห้อมด้วยสารสะลายเอทานอลความเข้มข้น 95 %v/v มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสกัดห้อมจากตัวทำละลายอีก 2 ชนิด เช่นเดียวกับความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6.3 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.

**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 6.4

ตารางที่ 6.4 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* ให้บริสุทธิ์นั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากเชื้อชนิดนี้ต้องการอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความจำเพาะ (ชลลดา, 2546) จึงทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดของเชื้อ 2 ชนิดนี้ ในการนำสารสกัดห้อมไปประยุกต์ใช้ในแชมพู โดยพบว่า สารสกัดห้อมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และเอทิลอะซิเตด ความเข้มข้น 95 % v/v มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. epidermidis* ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 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 ได้แก่ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DHHP และ ABTS และความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย จะเห็นได้ว่า สารสกัดห้อมด้วยตัวทำละลายทั้ง 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**

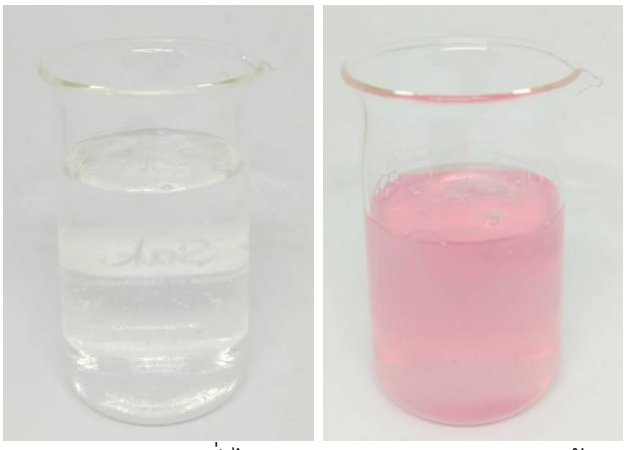
**2.2.1 พัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป**

การพัฒนาแชมพูสูตรทั่วไป ศึกษาปริมาณสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose ผลการศึกษาคุณภาพของแชมพูแสดงดังตารางที่ 6.6 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 6.6 คุณสมบัติของแชมพูสูตรทั่วไปที่ระดับสารเพิ่มความหนืด PEG-120 Methyl Glucose ต่างๆ

| คุณสมบัติ | ปริมาณ PEG-120 Methyl Glucose | | | | ทางการค้า1 | ทางการค้า2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ร้อยละ 0 | ร้อยละ 1 | ร้อยละ 2 | ร้อยละ 3 | | |
| ลักษณะปรากฏ | ของเหลวใส ไม่มีสี | ของเหลวใส ไม่มีสี | ของเหลวใส ไม่มีสี | ของเหลวใส ไม่มีสี | ของเหลวใส สีชมพู | ของเหลวใส 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 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร



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 6.7 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

ตารางที่ 6.7 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

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างแชมพูผสมสารสกัดห้อม

**การพัฒนาครีมย้อมผมจากห้อม**

**1. การเตรียมตัวอย่างผงพืชและสารสกัดสีจากห้อม**

**1.1 การเตรียมตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง**

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

(ก) ผงห้อม (ข) ผงเทียนกิ่ง

ภาพที่ 7.1 ตัวอย่างผงพืช

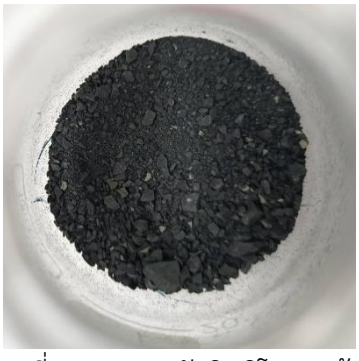
ตารางที่ 7.1 ปริมาณความชื้นในตัวอย่างผงห้อมและผงเทียนกิ่ง

| ตัวอย่าง | ความชื้น (%) |
|---|---|
| ผงห้อม | 6.49 |
| ผงเทียนกิ่ง | 8.21 |

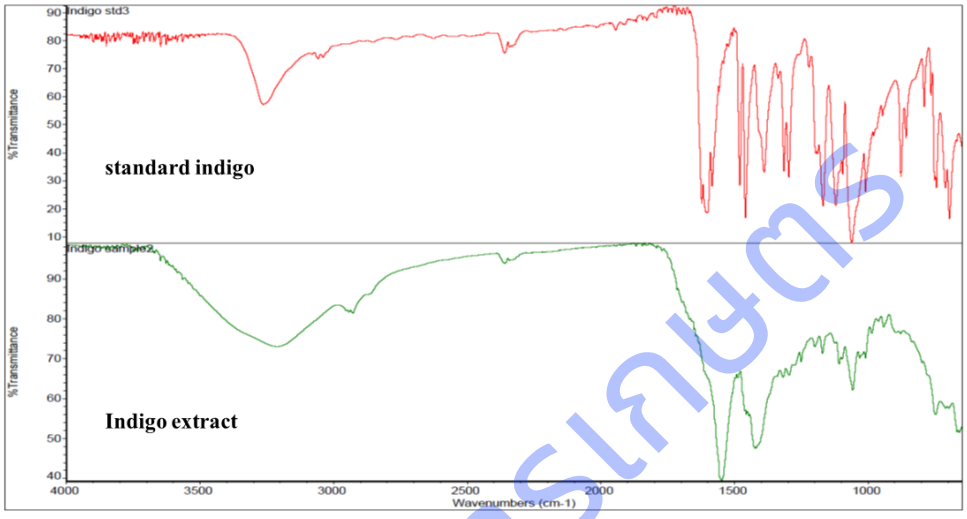
**1.2 การสกัดสีของห้อม**

ผงอินดิโก้สกัดจากห้อมมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำเงินดำ (ภาพที่ 7.2) และผลวิเคราะห์โครงสร้างของสารสกัดที่ได้ด้วยเครื่อง FTIR โดยวัด เปอร์เซ็นต์ Transmittance ในช่วงความยาวคลื่น 4000 ถึง 400 $cm^{-1}$ เทียบกับสารมาตรฐานอินดิโก้ดังแสดง ภาพที่ 7.3 พบตำแหน่งพีคบนเส้นสเปคตรัมที่ตำแหน่งความยาวคลื่นในช่วง 1650–1566, 1350-1000, 1350-1000 และ 900-690 $cm^{-1}$ ของปริมาณอินดิโก้ในผงอินดิโก้สกัดจากห้อม พบว่ามีปริมาณอินดิโก้ 118 มิลลิกรัมต่อกรัม (ตารางที่ 7.2)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7.2 สารสกัดอินดิโกจากห้อม




ภาพที่ 7.3 อินฟราเรดสเปกตรัมของมาตรฐานอินดิโก้และสารสกัดอินดิโก้จากห้อม

ตารางที่ 7.2 ปริมาณอินดิโก้ในสารสกัดอินดิโก้จากห้อม.

| ตัวอย่าง | ปริมาณอินดิโก้ (มิลลิกรัม/กรัม) |
|---|---|
| สารสกัดอินดิโก้จากห้อม | 118 |

**2. การทดสอบประสิทธิภาพการติดสีผมของผงห้อมและสารสกัดสีจากห้อม**

**2.1 การเตรียมตัวอย่างปอยผมสำหรับทดสอบ**

ตัวอย่างปอยผมหลังจากฟอกสีแล้วจะมีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน ดังแสดงใน ภาพที่ 7.4 และค่าสี แสดงใน ตารางที่ 7.3

ภาพที่ 1.4 ลักษณะของตัวอย่างผมหลังการฟอกสี.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7.3 ค่าสีโดยเฉลี่ยของตัวอย่างหลังการฟอกสี.

| | ค่าสี |
|---|---|
| L* | 69.3 |
| a* | 9.5 |
| b* | 31.0 |
| h | 73.0 |

**2.2 การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง**

การทดสอบการติดสีผมของผงห้อมและเทียนกิ่ง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ห้อม ผงเทียนกิ่ง และผงห้อมผสมเทียนในอัตราส่วน 1:1 จะได้ตัวอย่างผมมีสีแสดงดัง ภาพที่ 5 และค่าสีของตัวอย่างผมแสดงใน ตารางที่ 7.4

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7.5 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 7.5 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 7.6 ค่าสีและความแตกต่างของค่าสีแสดงใน ตารางที่ 7.6

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 7.6 ลักษณะสีของตัวอย่างผมที่ย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากอินดิโก้จากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ

ตารางที่ 7.6 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ

| 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 7.7 และภาพที่ 7.6

ภาพที่ 7.7 ลักษณะสีของตัวผมหลังย้อมด้วยผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่ 7.7 ค่าสีและความแตกต่างของสีของตัวอย่างผมหลังย้อมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ

| 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

กรมวิชาการเกษตร

**3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม**

ผลการศึกษาการเตรียมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากสารสกัดอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อม แสดงดัง ภาพที่ 7.8 พบว่าทั้งสีของอินดิโก้และอินดิโก้คาร์มีนจากห้อมไม่สามารถย้อมติดตัวอย่างผม

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7.8 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 เป็นผู้เคยย้อมผมร้อยละ 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 7.8

ตารางที่ 7.8 ข้อมูลทั่วไปของผู้และพฤติกรรมการย้อมผมของผู้ตอบแบบสอบถาม

| ข้อมูล | ร้อยละ |
|---|---|
| **เพศ** | |
| ชาย | 23.97 |
| หญิง | 76.03 |
| **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 |

กรมวิชาการเกษตร

| ข้อมูล | ร้อยละ |
|---|---|
| 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 |

จากการทดสอบความชอบของสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยวิธีการเรียงลำดับความชอบ พบว่าผู้บริโภคจะชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3 : 1 มากที่สุด และชอบสีผมที่ย้อมด้วยห้อมและเทียนกิ่งในอัตราส่วน 2 : 2 น้อยที่สุด (ตาราง 7.9)

ตารางที่ 7.9 คะแนนรวมของอันดับความชอบของสีผมที่ได้จากการย้อมผมด้วยผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งในอัตราส่วนต่างๆ

| 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 7.10 พบว่าปริมาณยูเรียที่เติมช่วยเพิ่มความชุ่มชื่นให้กับเส้นผม ไม่มีผลต่อติดสีของผลิตภัณฑ์ย้อมผมห้อมผสมเทียนกิ่ง โดยสีผมที่ได้ไม่แตกต่างกันและไม่มีผลต่อคงทนต่อการของสีผม

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7.10 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 แสดงดังตาราง 7.11 จะเห็นได้ว่าการหมักผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมและเทียนกิ่งให้เป็นครีมระยะเวลา 15 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีค่าสีที่เข้มที่สุด โดยมีความสว่างของสีผมน้อยที่สุด และมีความแตกต่างของสีผมก่อนและหลังย้อมมากที่สุด โดยหลังสระผม 3 ครั้ง ตัวอย่างจะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 7.11 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 แสดงดังตารางที่ 7.12 จะเห็นได้ว่า เวลาในการย้อมผมก่อนล้างออก 45-75 นาที จะให้สีผมหลังย้อมมีสีผมที่เข้มกว่าการย้อมที่เวลา 0-30 นาที และมีความคงทนของสีหลังจากสระ 3 ครั้ง มากกว่าโดยมีค่าความแตกต่างของค่าสีต่างกันน้อยกว่า

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางที่ 7.12 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 พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรเป็นผงสีน้ำตาลเข้มทั้งก่อนและหลังทดสอบ โดยมีค่าสีเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมเทียนกิ่งที่มียูเรียผสมจะจับกันเป็นก้อนเล็กน้อยหลังจากการทดสอบ (ตารางที่ 7.13)

ตารางที่ 7.13 ลักษณะปรากฏและค่าสีของผลิตภัณฑ์ย้อมผมผงห้อมผสมเทียนกิ่งก่อนและหลังการศึกษาความงามคงสภาพของผลิตภัณฑ์

| 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 |

กรมวิทยาศาสตร์

**3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)**

| ผลผลิตตามคำรับรอง | จำนวน | หน่วยนับ | ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง | จำนวน | หน่วยนับ | รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน) | เชิงคุณภาพ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. องค์ความรู้ | 1 | เรื่อง | 1. องค์ความรู้ | 1 | เรื่อง | 1. เอกสารวิชาการ เทคโนโลยีการผลิตห้อมและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (ภาพภาคผนวก 1 (ข)) | ผ้าที่ย้อมมีความคงทนของสี |
| 2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ 2.1 ระดับห้องปฏิบัติการ | 1 | ต้นแบบ | 2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ 2.1 ระดับห้องปฏิบัติการ | 1 | ต้นแบบ | 2.1 ผลิตภัณฑ์แชมพูจากสารสกัดห้อม | สารสกัดจากห้อมยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา |
| 3. การประชุมเผยแพร่ผลงาน | 2 | เรื่อง | 3. การประชุมเผยแพร่ผลงาน /สัมมนา | 2 | เรื่อง | 3.1 ภาพโปสเตอร์ เรื่อง การพัฒนาและการใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม ประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตร ปี 2564 วันที่ 29-30 ก.ย.64 (ภาพภาคผนวก 1 (ค)) 3.2 อบรมเกษตรกร เรื่อง การแปรรูปห้อมที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตห้อม จ.แพร่ วันที่ 8-9 ธ.ค.64 (ภาพภาคผนวก 2) | 3.1 ผ้าที่ย้อมมีความคงทนของสี 3.2 เนื้อห้อมมีคุณภาพตามมาตรฐานที่ตลาดต้องการ |
| 4. ผลงานตีพิมพ์ | 1 | เรื่อง | 4. ผลงานตีพิมพ์ | 1 | เรื่อง | 4.1 วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2564 (ภาคผนวกที่ ก) | 4.1 กลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง |

**3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)**

| ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง | ปีที่เกิดผลลัพธ์ |
|---|---|
| เกษตรกรนำเทคโนโลยีการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพไปใช้ ทำให้ผ้าที่ย้อมห้อมมีความคงทนของสีต่อแสงและการซัก นำไปถ่ายทอดให้กลุ่มผู้ย้อมผ้าหม้อห้อมจังหวัดแพร่ และเกษตรกรได้นำพืชท้องถิ่นไปผลิตภัณฑ์ใหม่ 1 ชนิด คือ แชมพูผสมสารสกัดห้อม pH ความหนืด อยู่เกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสมุนไพร (มอก.เอส 12-2561) โดยนำไปเผยแพร่ให้เกษตรกรในโครงการพัฒนาจังหวัดแพร่ ปีงบประมาณ 2565 เพื่อให้เกษตรกร และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำไปใช้พัฒนาอาชีพต่อไป | 2565 |

**3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)**

| ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง | ปีที่เกิดผลกระทบ |
|---|---|
| ด้านเศรษฐกิจ : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการนำเทคโนโลยีการย้อมผ้าและผลิตภัณฑ์ใหม่จากห้อม | 2565 |
| ด้านสังคม : | |
| ด้านสิ่งแวดล้อม : | |

กรมวิชาการเกษตร

**3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์**

เสนอเป็นตัวชี้วัด การนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2565 โครงการพัฒนาจังหวัดแพร่ ปีงบประมาณ 2565 โครงการห้อมแพร่สู่ห้อมโลก กิจกรรมการแปรรูปห้อมที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ โดยอบรมเกษตรกรในพื้นที่ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง และ ตำบลแม่พุง อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ จำนวน 60 ราย หลักสูตร การแปรรูปห้อมที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปห้อมและการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำความรู้ไปพัฒนาเป็นอาชีพต่อไป

**ด้านสังคม** โดยนักวิจัย และนักวิชาการ ทั้งจากหน่วยงานรัฐบาลและเอกชน

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเผยแพร่สู่กลุ่มเกษตรกร และกลุ่มวิสาหกิจชุมชุม ผู้ปลูกห้อมและผู้ย้อมผ้าหม้อห้อม

**ด้านเศรษฐกิจ** โดยหน่วยงานราชการและบริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากห้อมได้อย่างกว้างขวาง

นำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในชุมชน และสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

**ด้านวิชาการ** โดยนักวิจัย นักวิชาการ และนักศึกษา ทั้งจากองค์กรรัฐบาลและเอกชน

นำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยไปพัฒนาและศึกษาวิจัยในเชิงลึก เพื่อพัฒนางานในด้านต่าง ๆ ของการใช้ประโยชน์จากห้อมที่ถูกต้อง

กรมวิชาการเกษตร

# บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

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 กรัม Emulgin B1 5 กรัม Emulgin B2 5 กรัม Steric acid 1 กรัม และ methyl paraben 10 กรัม จะได้ครีมย้อมผมที่ไม่สามารถย้อมติดสีผมได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่งจะให้ความเข้มของสีผมเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนของผงห้อมที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนผงห้อมต่อผงเทียนกิ่งเป็น 3 : 1

กรมวิชาการเกษตร

ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยใช้ผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากผงห้อมผสมผงเทียนกิ่ง 50 กรัม ผสมน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เป็นเนื้อครีม 15 นาที ย้อมผมนาน 45 นาที โดยปริมาณยูเรียไม่ผลต่อสีผมที่ได้และความคงทนของสีผม แต่ส่งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ย้อมผม โดยจะทำให้เกิดการจับกันเป็นก้อนเล็กน้อยภายหลังทดสอบความคงตัว ดังนั้นการผลิตภัณฑ์ย้อมผมจากห้อมที่เหมาะสม คือ ใช้ผงห้อมและผงเทียนกิ่งจากการอบแห้งแล้วบดละเอียด โดยผสมผงห้อมและผงเทียนกิ่งในอัตราส่วน 3:1

**ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป**

1) ควรมีการพัฒนาการปลูกห้อมเป็นอาชีพของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กลุ่มผู้ย้อมผ้ามีวัตถุดิบเพียงพอในการย้อมผ้าหม้อห้อมและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าทางเศรษฐกิจของพืชท้องถิ่น

2) ส่งเสริมให้มีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และมีการเชื่อมโยงกับเส้นและสร้างกิจกรรมการท่องเที่ยวตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลายและทำให้มีรายได้หมุนเวียนในชุมชนให้มากขึ้น

3) ควรมีการพัฒนาสินค้าผลิตภัณฑ์ GI ผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน และตอบสนองการตลาดออนไลน์ให้มากขึ้น

**ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน**

-

กรมวิชาการเกษตร

# เอกสารอ้างอิง

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.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

**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

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.

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.

กรมวิชาการเกษตร

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**

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.

หมู่บ้านผ้ครามนาโน. 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.

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.

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.

**1.4 การใช้สารช่วยติดสีในผ้าฝ้ายและผ้าไหมก่อนการย้อมด้วยห้อม**

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

ชวนพิศ สีมาขจร ภัควิภา เพชรวิชิต นัทธมน หาญศักดิ์ ประทีป มีศิลป์. 2552. การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ. สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ 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.

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 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

กรมวิชาการเกษตร

ทหารลาดกระบัง(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)

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.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

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

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

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. เทคโนโลยีสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP เล่ม 4 เทคนิคการย้อมผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน. 32 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 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

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

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

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.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ภาคผนวก

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพภาคผนวก 1 เผยแพร่ความรู้ผ่าน วารสารเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2564 (ก) เอกสารวิชาการเทคโนโลยีการผลิตห้อมและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (ข) และโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2564 เมื่อวันที่ 29-30 กันยายน 2564 ณ ห้องประชุมใหญ่อาคารศูนย์ปฏิบัติการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมวิชาการเกษตร และรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (ค)

ภาพภาคผนวก 2 เผยแพร่ความรู้การแปรรูปห้อมและการย้อมผ้าที่มีประสิทธิภาพให้แก่เกษตรกร โครงการพัฒนาจังหวัดแพร่ ปีงบประมาณ 2565 โครงการห้อมแพร่สู่ห้อมโลก หลักสูตร การแปรรูปห้อมที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน พื้นที่ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง และตำบลแม่พุง อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เมื่อวันที่ 8-9 ธันวาคม 2564 เกษตรกรเข้าร่วมอบรม จำนวน 60 ราย

กรมวิชาการเกษตร