



รายงานฉบับสมบูรณ์

การย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนา
ผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบูร

Reed Dyeing with natural dyes using *Garcinia mangostana* Linn.,
Diospyros mollis and *Laccifer lacca* (Kerr) for Chantaburi Mat product
development

โดย ผศ.ดร.ชนิษฐา วัชรภรณ์ และคณะ

ธันวาคม ปี พ.ศ.๒๕๖๒

สัญญาเลขที่ RDG62T0116

รายงานฉบับสมบูรณ์

การย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนา
ผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบูร

Reed Dyeing with natural dyes using *Garcinia mangostana* Linn.,
Diospyros mollis and *Laccifer lacca* (Kerr) for Chantaburi Mat product
development

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.ดร.ชนิษฐา วัชรารมณ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ. ดร.พรเพ็ญ อาทรกิจวัฒน์	มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2562

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

การย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มีหลักการสำคัญ 3 เรื่อง

1. การเตรียมเส้นกกก่อนย้อม ต้องกำจัดแว็กซ์บริเวณผิวกกออกก่อนด้วยสารละลายต่างในวิจัยนี้แช่ในสารละลาย NaOH 0.3% (w/w) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
2. การเลือกสีย้อมธรรมชาติที่เหมาะสม สีย้อมควรจะย้อมติดสีให้สีเข้มพอสมควร และสามารถฟอกสีได้ด้วยการมอร์แดนท์ ด้วยสารมอร์แดนท์และลำดับการใส่มอร์แดนท์ที่เหมาะสมในการศึกษานี้สรุปได้ว่า
 - a) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
 - b) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดง สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
 - c) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
 - d) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร

3. คุณสมบัติของกกย้อมสีธรรมชาติ

คุณสมบัติของเส้นกกย้อมสีธรรมชาติเป็นเรื่องสำคัญสำหรับสินค้าพรีเมียม คุณสมบัติสำคัญที่ควรจะได้รับการยืนยันว่าอยู่ในเกณฑ์มีคุณภาพที่ดีได้แก่ ความคงทนของสีต่อการขัดถู ความคงทนของสีต่อแสง และ ความสามารถในการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งตัวอย่างที่ย้อมจากวิธีย้อมที่ได้เลือกมาข้างต้นมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่จะนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ ความคงทนของสีต่อการขัดถู ความคงทนของสีต่อแสง ทั้งสองเรื่องอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าความคงทนอยู่ระดับ 4 จาก 5 ส่วนการต้านเชื้อแบคทีเรียนั้นพบว่าเส้นกกย้อมสีด้วยวิธีดังกล่าวส่วนใหญ่จะต้านเชื้อ E. Coli (gram negative bacteria) ได้ดีกว่า เชื้อ S. aureus (gram positive bacteria).

ข้อเสนอแนะ

1. กลุ่มเกษตรกรทอเสื้อจันทบูร บ้านเสม็ดงามมีทักษะที่ดีในการทอ และย้อม แต่ยังขาดทักษะในการเย็บและการออกแบบขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเสื้อผ้ามียุคใหม่ของผู้บริโภคมากกว่า จึงมีความเห็นว่าควรมีการพัฒนาทางด้านนี้ต่อไป
2. กลุ่มเกษตรกรทอเสื้อจันทบูร บ้านเสม็ดงามควรมีการรวมตัวและพัฒนาศูนย์กลางในการผลิต เช่นทำโรงย้อมที่ประหยัดพลังงานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนากระบวนการย้อมให้ได้มาตรฐานและ มีการเติบโตที่ยั่งยืนเพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์.....

- ด้านนโยบาย** สามารถนำไปสนับสนุนให้เกิดนโยบายสร้างเสริมศักยภาพและลดความยากจน เพิ่มความรู้ในวงกว้างสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์เสื้อกอกเพิ่มเติม
- ด้านชุมชนและพื้นที่** สามารถสร้างรายได้จากการพัฒนาชุมชนทอเสื้อกอกและย้อมสีธรรมชาติให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม
- ด้านพาณิชย์** ผลิตภัณฑ์จากกกย้อมสีธรรมชาติมีคุณค่าเพิ่มขึ้น การสร้างให้ผลิตภัณฑ์มีภาพลักษณ์ที่ดี มีเรื่องราวเชื่อมโยงกับประวัติศาสตร์ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น
- ด้านวิชาการ** ในงานวิจัยการย้อมสีกกด้วยสีธรรมชาตินั้น สามารถพัฒนาต่อยอดต่อไปในเรื่องรูปแบบผลิตภัณฑ์ เรื่องรายละเอียดเชิงลึกของสีธรรมชาติแต่ละชนิด เรื่องคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของต้นกกในแต่ละพื้นที่

บทคัดย่อภาษาไทย

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาการย้อมกกจันทบูรด้วยสีธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง โดยใช้เทคนิควิธีการย้อมสีผ้าฝ้าย โดยศึกษาปัจจัยในการย้อมได้แก่ วิธีและขั้นตอนในการย้อม ชนิดและความเข้มข้นของสารช่วยติดหรือมอร์แดนท์ ที่ส่งผลต่อเฉดสี (วัดค่าสีโดยในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ และ Reflectance) ค่าความเข้มสี (Color strength, K/S) และความคงทนของสีเส้นกก จากผลการศึกษาพบว่าการย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น ควรย้อมด้วยวิธี Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดง ควรย้อมด้วยวิธี Meta mordant ด้วย $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ส่วนสีสกัดจากใบมังคุดสามารถย้อมให้ได้ทั้งสีดำและเฉดสีแดงด้วยวิธีการที่ต่างกันดังนี้ เพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น ควรย้อมด้วยวิธี Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ส่วนวิธีการย้อมสีจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดง ให้ย้อมด้วยวิธี Meta mordant ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ผลการย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติทั้งสามชนิดด้วยวิธีการข้างต้นให้คุณสมบัติการย้อมสีที่มีค่าความคงทนของสีต่อแสงและความคงทนของสีต่อการขัดถูอยู่ในระดับที่ดี (ระดับ 4 จาก 5) ส่วนค่าความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียของกักย้อมสีธรรมชาติข้างต้นพบว่ามีการต้านเชื้อแบคทีเรีย E. Coli (แบคทีเรียแกรมลบ) ในทุกวิธีข้างต้น ส่วนค่าความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก S. aureus (แบคทีเรียแกรมบวก) พบว่ามีสองตัวอย่างที่มีค่าการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่ดี คือ ในตัวอย่างที่ย้อมด้วยใบมังคุด มอร์แดนท์หลังด้วย FeSO_4 และตัวอย่างที่ย้อมด้วยครั่ง มอร์แดนท์พร้อมด้วย $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$

Abstract

This research has aimed to study in dyeing on Chantaburi Reed with *Garcinia mangostana* Linn., *Diospyros mollis* and *Laccifer lacca*, using the same technique of cotton fabric dyeing. The study conducted on dyeing factors which were method and step in dyeing processes as well as types and concentration of mordant which affected to the color of dyed reed. To characterize the dyed reed, the color measurement were done by observing the color of dyed samples and also color measurement with spectrophotometer using CIE L* a* b*, Reflectance, Color Strength (K/S) as well as observing color difference from color fastness testing in Crocking and Color Fastness to Light of dyed reed samples. The results showed that to obtain black color from *Laccifer lacca* extracted solution, the reed dyed had the highest color strength when using post-mordant method, using 2 g/l of Ferrous sulfate (FeSO_4) as mordant. To obtain red color from *Diospyros mollis* extracted solution, the reed dyed had the highest color strength when using meta-mordant method, using 2 g/l of Potassium aluminum sulphate $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ as mordant. To obtain red color from *Garcinia mangostana* Linn. extracted solution, the highest color strength was obtained when reed was dyed with the meta-mordant method, using 4 g/l of Calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$ as mordant. Moreover, it was found that all results of those selected dyeing method resulted in good crocking fastness and colorfastness to light, (3-4 from 5). For antibacterial properties of natural dyed reed above, it was found that all those selected dyeing method showed good antibacterial properties only for *E. Coli* (gram negative bacteria). On the other hand, two samples showed good antibacterial properties for *S. aureus* (gram positive bacteria) which were sample dyed with post-mordant with FeSO_4 of *Garcinia mangostana* Linn extraction and sample dyed with meta-mordant with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ extraction.

สารบัญ

หัวข้อ		หน้า
บทสรุปผู้บริหาร		i
บทคัดย่อภาษาไทย		iii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		iv
สารบัญ		v
สารบัญตาราง		vii
สารบัญภาพ		ix
บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	2
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	4
1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	4
1.6	วิธีการดำเนินการวิจัย	6
1.7	แผนงานโครงการ	7
1.8	สรุปรายงานความก้าวหน้า 6 เดือนหลัง	7
บทที่ 2	การทบทวนวรรณกรรม	
2.1	ต้นกก (Reed)	10
2.2	สีย้อมธรรมชาติ (Natural dyes)	13
2.3	ประเภทของสีย้อมธรรมชาติ	16
2.4	การย้อมสีย้อมธรรมชาติ	18
2.5	สารมอร์แดนต์ (Mordant)	19
2.6	การสกัด (Extraction)	21
2.7	มะเกลือ (Ebony)	23
2.8	ครั่ง (Lac)	25
2.9	มังคุด (Mangosteen)	28
2.10	การทดสอบความคงทนของสี	30
2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3	วิธีดำเนินการทดลอง	
3.1	อุปกรณ์และวิธีการ	38

	หัวข้อ	หน้า
	3.2 วัสดุ และ สารเคมีที่ใช้	38
	3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	39
	3.4 การดำเนินการทดลอง	38
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
	4.1 เตรียมเส้นกักเพื่อย้อมสีธรรมชาติ	47
	4.2 การสกัดสารให้สีจากผลมะเกลือ ใบมังคุดและ ครั่ง	47
	4.3 ผลการย้อมเส้นกักด้วยสีธรรมชาติและสารมอร์แดนท์	49
	4.4 ผลการวัดค่าสีเส้นกักย้อมสีธรรมชาติ	51
	4.5 ผลการศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ในการย้อม	54
	4.6 ผลการทดสอบความคงทนของสีและการประเมินผล	57
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
	5.1 สรุปผลการวิจัย	62
	5.2 ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม		
ภาคผนวก		
	ก บทความ/คลิปวิดีโอสำหรับเผยแพร่	68
	ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	69
	ค ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	76
	ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง	77

สารบัญตาราง

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1		
ตารางที่ 1.1	รายชื่อวิสาหกิจชุมชนที่เกี่ยวข้องกับเสื่อกกจันทบุรีภายในจังหวัดจันทบุรี	2
บทที่ 2		
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบแร่ธาตุของกก	11
ตารางที่ 2.2	องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกก	11
ตารางที่ 2.3	ตัวอย่างพืชให้สีธรรมชาติในประเทศไทย	17
ตารางที่ 2.4	แสดงชื่อมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอและประเทศที่ใช้	32
ตารางที่ 2.5	การเทียบค่า DE* กับการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีที่ประเมินโดยเกรย์สเกล	33
บทที่ 4		
ตารางที่ 4.1	ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ เมื่อใส่สารมอร์แดนท์ต่างชนิด (FeSO_4 , $\text{ALK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนท์ที่แตกต่างกัน	49
ตารางที่ 4.2	ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากครั่ง เมื่อใส่สารมอร์แดนท์ต่างชนิด (FeSO_4 , $\text{ALK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนท์ที่แตกต่างกัน	50
ตารางที่ 4.3	ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด เมื่อใส่สารมอร์แดนท์ต่างชนิด ($\text{ALK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนท์ที่แตกต่างกัน	50
ตารางที่ 4.4	ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากมะเกลือด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน	51
ตารางที่ 4.5	ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากครั่งด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน	52
ตารางที่ 4.6	ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากใบมังคุดด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน	53
ตารางที่ 4.7	ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีมะเกลือ	57

	หัวข้อ	หน้า
ตารางที่ 4.8	ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีครั้ง	57
ตารางที่ 4.9	ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีไปม้งคุด	58

สารบัญภาพ

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 2		
ภาพที่ 2.1	ต้นกกจันทบูร	10
ภาพที่ 2.2	แสดงโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส	11
ภาพที่ 2.3	ลักษณะรากกกจันทบูร	13
ภาพที่ 2.4	โครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวน; flavones	13
ภาพที่ 2.5	โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีพวกเทอร์ปีนอยด์บางชนิด	14
ภาพที่ 2.6	โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีคลอโรฟิลล์	14
ภาพที่ 2.7	โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีแดงโรทีนอยด์ a) กลุ่มแคโรทีนและ b) กลุ่มแซโทพิวส์	15
ภาพที่ 2.8	โครงสร้างทางเคมีของสารให้สี a) แอนทราควิโนน และ b)แนฟทราควิโนน	15
ภาพที่ 2.9	โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีแดงคาลอยด์	16
ภาพที่ 2.10	ลักษณะลำต้น ใบ ดอก และผลของมะเกลือ	23
ภาพที่ 2.11	ผลมะเกลือ	24
ภาพที่ 2.12	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร diospyrol ในผลมะเกลือ	25
ภาพที่ 2.13	โครงสร้างเคมีของกรดแทนนิก (Tannic acid). (Watcharaporn, 2014)	25
ภาพที่ 2.14	ลักษณะของครั้งที่อาศัยอยู่ตามกิ่งไม้และครั้งดิบ	26
ภาพที่ 2.15	ลักษณะลำต้น ดอก ผล และใบของมังคุด	29
ภาพที่ 2.16	โครงสร้างโมเลกุลของแอนโธไซยานินส์	30
ภาพที่ 2.17	โครงสร้างโมเลกุลของแทนนิน	30
ภาพที่ 2.18	a) เกรย์สเกลแบบการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี	32
ภาพที่ 2.19	L*a*b* Chart ของ CIE Lab scale	34
บทที่ 3		
ภาพที่ 3.1	แผนผังการวิจัย	38
บทที่ 4		
ภาพที่ 4.1	เส้นใยกกที่ผ่านการฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (w/w) ร้อยละ a) 0.1, b) 0.2, c) 0.3, d) 0.4	46
ภาพที่ 4.2	เส้นใยกกย้อมด้วยสีจากมะเกลือ โดยที่เส้นใยกกผ่านการฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (w/w) ร้อยละ a) 0.1, b) 0.2, c) 0.3, d) 0.4	46

	หัวข้อ	หน้า
ภาพที่	4.3 แสดงการสกัดสีจากผลมะเกลือ(ดองด้วยน้ำ) ผลมะเกลือตำและแช่ในน้ำกรองเอากากออก และ สารสกัดสีจากผลมะเกลือ เรียงจากซ้ายไปขวา	47
ภาพที่	4.4 แสดงการสกัดสีจากครั่ง เริ่มจากรังครั่ง ล้างทำความสะอาดแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ต้มสกัดสีที่ 90°C 30นาทื และ สารสกัดสีจากครั่ง เรียงจากซ้ายไปขวา	48
ภาพที่	4.5 แสดงการสกัดสีจากใบมังคุด เริ่มจากล้างทำความสะอาดมังคุด นำใบมังคุดไปหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ต้มสกัดสีที่ 90°C 90นาทื และ สารสกัดสีจากใบมังคุด เรียงจากซ้ายไปขวา	48
ภาพที่	4.6 เปรียบเทียบ Color Strength (K/S) จากการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) เป็นมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดมะเกลือ	55
ภาพที่	4.7 เปรียบเทียบ Color Strength (K/S) จากการใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เป็นมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดครั่ง	55
ภาพที่	4.8 ผลของค่า (K/S) จากการใช้ a) น้ำปูนใส ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) และ b) เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) เป็นมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสีครั่ง	56
ภาพที่	4.9 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>E. coli</i> หลังเติมสารตัวอย่าง ที่เวลา 4 ชั่วโมง	59
ภาพที่	4.10 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>S. aureus</i> หลังเติมสารตัวอย่าง ที่เวลา 4 ชั่วโมง	59

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำ

3. 1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

เสื่อกกจันทบูรเป็นงานหัตถกรรมท้องถิ่นที่มีเอกลักษณ์ของจังหวัดจันทบุรี เสื่อกกเป็นสินค้าพื้นเมืองที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักของคนไทยทั่วไปเป็นของดีประจำจังหวัดที่ปัจจุบันมีกำลังการผลิตที่ลดน้อยลงไปอย่างมาก ความนิยมใช้เสื่อกกจันทบูรมีปริมาณลดลง ปัจจุบันมีผู้ผลิตและจำหน่ายเสื่อกกจันทบูรในจังหวัดจันทบุรีซึ่งรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชน จากข้อมูลของกรมการพัฒนาชุมชน จังหวัดจันทบุรี ประจำปี 2554 แสดงข้อมูลวิสาหกิจชุมชนที่เกี่ยวกับการทอเสื่อและเสื่อกกจันทบูร ภายในจังหวัดจันทบุรีมีจำนวน 10 ราย ดังในตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 รายชื่อวิสาหกิจชุมชนที่เกี่ยวข้องกับเสื่อกกจันทบูรภายในจังหวัดจันทบุรี

	รายชื่อวิสาหกิจชุมชน	ที่ตั้ง
1	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีทอเสื่อกก หมู่ 10	40/3 หมู่ 10 ต.หนองบัว อ.เมือง จ.จันทบุรี
2	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเสื่อกกจันทบูรบ้านเสม็ดงาม	28/2 หมู่ 10 ต.หนองบัว อ.เมือง จ.จันทบุรี
3	วิสาหกิจชุมชนศูนย์หัตถกรรมทอเสื่อกกบ้านเสม็ดงาม	61/1 หมู่ 11 ต.หนองบัว อ.เมือง จ.จันทบุรี
4	วิสาหกิจชุมชนการแปรรูปเสื่อกกบ้านเสม็ดงาม	32 หมู่ 11 ต.หนองบัว อ.เมือง จ.จันทบุรี
5	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีทอเสื่อกก บ้านอ่างหิน	37 หมู่ 3 ต.เกาะขวาง อ.เมือง จ.จันทบุรี
6	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเสื่อกกบ้านท่าฉลอม	132 หมู่ 9 ต.บางกะจะ อ.เมือง จ.จันทบุรี
7	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทอเสื่อกกเขาน้อยท่าฉลอม	70/1 หมู่ 9 ต.บางกะจะ อ.เมือง จ.จันทบุรี
8	วิสาหกิจชุมชนเพ็ญศรีหัตถกรรมกลุ่มอาชีพผลิตภัณฑ์เสื่อกก	105/3 หมู่ 9 ต.บางกะจะ อ.เมือง จ.จันทบุรี
9	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทำเสื่อกกสุริยา บางสระแก้ว	6 หมู่ 5 ต.บางสระแก้ว อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี
10	กลุ่มแปรรูปเสื่อกกจันทบูร	44/1 ม.6 ต.มะขาม อ.มะขาม จ.จันทบุรี

เนื่องจากการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนไปรวมไปถึงรูปลักษณะและวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ยังมีลักษณะคงเดิม มีเชดสีไม่หลากหลายอีกทั้งยังมีปัญหาสีซีดจางเมื่อถูกแสงแดดได้ง่าย ปัจจุบันมีการส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ อีกทั้งช่องทางการตลาดของผลิตภัณฑ์รักษ์โลกก็มีการขยายตลาดสินค้าค่อนข้างสูง ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวหรือผู้บริโภคหันมาสนใจ

ผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบูรได้เพิ่มขึ้น คือ การนำวัสดุจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำกระบวนการย้อมสีธรรมชาติ โดยการนำพืชท้องถิ่นเช่น มังคุด และมะเกลือมาพัฒนาให้เกิดคุณค่าเชื่อมโยงในผลิตภัณฑ์เสื่อจันทบูร และใช้สีแดงของครั่งมาเพื่อช่วยรักษาเอกลักษณ์ของสีแดงในเสื่อจันทบูร การย้อมสีธรรมชาติจะใช้เทคนิคการเติมสารมอร์แดนท์ลงไปใต้น้ำย้อมเพื่อเพิ่มการยึดติดระหว่างสีกับเส้นใย

สีธรรมชาติ นับเป็นภูมิปัญญาที่สำคัญมากที่ได้ดำรงอยู่อย่างกลมกลืนในวิถีวัฒนธรรมการทอผ้าฝ้ายพื้นบ้าน ซึ่งส่วนมากเป็นได้ทั้งอาหารและพืชสมุนไพรเพื่อรักษาโรค สารสำคัญในพืชที่มีผลต่อการย้อม เช่น สารแอนทราควิโนน แทนนิน อัลคาลอยด์ โดยสารเหล่านี้จะได้จาก ใบ ดอก แก่น ราก ฝัก และเปลือกต้นต่าง ๆ ซึ่งจะให้สีที่แตกต่างกันไป

นอกจากงานวิจัยนี้จะให้ประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ยังสอดคล้องกับสถานการณ์ของประเทศในรูปยุทธศาสตร์การวิจัยภูมิภาค การคำนึงศักยภาพของประเทศโดยเน้นการบูรณาการการวิจัยที่สอดคล้องกับแนวนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศควบคู่กับการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการ และรวมถึงการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ โดยการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น พืชสมุนไพรไทย การวิจัยจะคำนึงถึงการนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นนำมาใช้งานประยุกต์ด้านสิ่งทอ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้แสดงถึงความสำคัญ ปัญหาและประโยชน์ของความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการย้อมสีผ้าฝ้ายมาประยุกต์ใช้กับการย้อมเส้นกก เพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นต่อไปได้ ทีมผู้วิจัยจึงมีความต้องการศึกษาและพัฒนางานวิจัยนี้ขึ้นเป็นนวัตกรรมที่ประยุกต์นำไปใช้ในชุมชนต่อไป และเพื่อนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอนในเรื่อง กระบวนการเคมีในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และ การย้อมสีธรรมชาติ

4. 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบูร

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติความคงทนของสีต่อแสงแดด ความคงทนของสีต่อการขัดถู ของผลิตภัณฑ์เสื่อจันทบูรย้อมสีธรรมชาติ

1.2.3 เพื่อพัฒนาแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเสื่อจันทบูรย้อมสีธรรมชาติ

5. 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา การย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง โดยใช้เทคนิควิธีการย้อมสีผ้าฝ้าย และศึกษาสมบัติสมบัติความคงทนของสีต่อแสงแดด ความคงทนของสีต่อการขัดถู และนำมาทอเป็นเสื่อกกย้อมสีธรรมชาติ ตลอดจนพัฒนาแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเสื่อกกย้อมสีธรรมชาติ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และส่งเสริมวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ ในการดำเนินงานแบ่งได้ดังนี้

1.3.1 ทดลองย้อมจากพืช

- เพื่อศึกษากรรมวิธีการย้อมเส้นกกด้วยสีจากมังคุด มะเกลือ และ ครั่ง
- เพื่อศึกษาสมบัติความคงทนของสีย้อมธรรมชาติของผลิตภัณฑ์เสื่อกกย้อมสีต่อแสงแดด และ ความคงทนของสีของผลิตภัณฑ์เสื่อกกย้อมสีต่อการขัดถู
- จัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้จากการย้อมสีธรรมชาติ อย่างน้อย 5 ผลิตภัณฑ์

6. 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- ได้ผลิตภัณฑ์เสื่อกกที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง
- ได้นวัตกรรมใหม่การย้อมกกจันทบูรจากมังคุด มะเกลือ และ ครั่ง
- นำผลงานวิจัยไปถ่ายทอดให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ทำการทอเสื่อกกในจังหวัดจันทบุรี 1 ครั้ง
- ตีพิมพ์ลงในวารสารระดับชาติ หรือนานาชาติ

7. 1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

เส้นกกจันทบูร

กรรมวิธีการผลิตเส้นกกจันทบูร นอกจากเส้นกกที่เก็บเกี่ยวจากกกที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ในปัจจุบันมีการทำนากกโดยการเพาะปลูกต้นกกในที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ปักดำหัวกกซึ่งมีลักษณะเป็นแ่งคล้ายหัวขามีหน่ออ่อนของกกโผล่ขึ้นมา โดยนำไปปลูกรวมกับการทำนาข้าว เมื่อกกอายุได้ 4-5 เดือน จึงสามารถตัดมาใช้ได้ สีขาวจันทบูรนิยมนำมาใช้สีของกกที่แห้งเองตามธรรมชาติ (สีออกเหลืองนวลอ่อนๆ เกือบขาว) โดยคัดเลือกกกที่มีลำต้นอ่อน ผิวกกจะมีสีสม่ำเสมอ แล้วนำไปต้มในน้ำโดยเติมเกลือเล็กน้อย เพื่อคงสภาพสี และป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อรา การเตรียมเส้นกกก่อนย้อมจะส่งผลต่อสีหลังการย้อมด้วยเช่นกันกล่าวคือ ควรเตรียมเส้นกกให้สะอาดเพื่อให้สีย้อมจะได้เข้าไปได้อย่างสม่ำเสมอ และ ช่วยให้สีสั่นสดใสตรงตามสีที่ต้องการ

เมื่อได้เส้นกกที่ทำความสะอาดดีแล้ว กรรมวิธีต่อไปจะนำมาผ่าเป็นซีกเล็ก ๆ 3-4 ซีกต่อต้น เรียกว่า " การจักกก " กกที่จักเสร็จแล้วจะถูกนำไปผึ่งลมให้แห้งสนิท ก่อนที่จะนำเส้นกกไปย้อมสี ก่อนการย้อมสีให้น้ำกกที่แห้งสนิทไปแช่น้ำให้นิ่มเสียก่อน สีที่ใช้ย้อมมักใช้สีชนิดเดียวกันกับสีย้อมใหม่ซึ่งชาวบ้านมักจะซื้อ

เป็นสีของสำเร็จรูป มักจะเป็นสีในกลุ่มของสีแอคซิด และสีไดเร็กต์ ซึ่งมีขั้นตอนการย้อมไม่ยุ่งยากเพียงนำไปย้อมที่อุณหภูมิสูงและเติมเกลือ และน้ำส้มสายชูเล็กน้อยสำหรับสีแอคซิด

การย้อมสีธรรมชาติ

พืชทุกชนิด รวมไปถึงส่วนต่างๆของพืช เช่น ราก เปลือก ใบ ดอก ผล นั้น สามารถนำมาสกัดเป็นสีได้เกือบทั้งสิ้น หากแต่คุณสมบัติที่ได้จะแตกต่างกันไปในเรื่องการให้สีที่เข้ม ความคงทนของสีที่ดีเพียงพอที่จะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์หรือไม่ อีกทั้งควรเลือกหาพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น สามารถปลูกเพื่อนำมาใช้ได้ง่าย หรือเป็นพืชที่มีอยู่มากในท้องถิ่นนั้น

สีย้อมธรรมชาติ เป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมที่สืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น โดยยึดสีหลักที่เป็นแม่สีเช่น สีดำจากผลมะเกลือ สีเหลืองจากแก่นขนุน หรือแก่นเข สีแดงจากครั่ง สีนํ้าเงินจากคราม เป็นต้น พบว่าการย้อมสีธรรมชาติในพื้นที่ต่างๆทั่วโลกใช้แม่สีหลักสีนี้เช่นกัน โดยอาจจะมีการปรับเปลี่ยนพืชไปตามท้องถิ่นของแต่ละพื้นที่ ปัจจุบันมีการพัฒนาทดลองใช้ใบไม้ เปลือกไม้ชนิดต่างๆมาย้อมผ้าฝ้ายและไหมให้ได้สีสันทึกลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยการจะย้อมสีธรรมชาตินั้นนอกจากตัวสีธรรมชาตินั้นจะต้องให้สีที่เข้มพอเมื่อนำไปย้อมบนวัสดุพื้นผิวนั้นๆแล้ว การพัฒนาเทคนิคการย้อมจะช่วยปรับปรุงสมบัติของสีย้อมให้ดีขึ้นได้อีกวิธี เช่น การเติมสารมอร์แดนท์เพื่อให้สีมีความคงทนที่ดีขึ้น

สารช่วยให้สีติดได้ดีขึ้น หรือ มอร์แดนท์ เนื่องจากสีธรรมชาติมักจะละลายน้ำได้ดี และมีความคงทนต่อแสงค่อนข้างต่ำ สารมอร์แดนท์ ซึ่งเป็นอออนโลหะบางชนิดจึงถูกนำมาใช้เพื่อช่วยให้โมเลกุลสีย้อมที่มักจะเป็นอออนลบนั้นมาเกาะติดกับอออนของโลหะ ทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ค่าการละลายน้ำของสีย้อมลดลง รวมไปถึงให้ค่าสีที่เข้มขึ้น

งานวิจัยนี้นอกจากจะให้ความรู้ในเรื่องการย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติแล้ว ยังสอดคล้องกับสถานการณ์ของประเทศในรูปยุทธศาสตร์การวิจัยภูมิภาค การคำนึงศักยภาพของประเทศและสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) โดยเน้นการบูรณาการการวิจัยที่สอดคล้องกับแนวนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศควบคู่กับการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการ และรวมถึงการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ โดยการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น การวิจัยจะคำนึงถึงการนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้ยั่งยืน

จากที่ได้กล่าวข้างต้นนี้ถึงความสำคัญ ปัญหาและประโยชน์ของความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ของเทคโนโลยีการย้อมสีเส้นกกด้วยสีธรรมชาติ สำหรับประยุกต์ใช้ในงานด้านผลิตภัณฑ์เสื้อกั๊กกันหนาว ให้สามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดการทำตลาดด้วยสินค้าใหม่ต่อไปได้ ทีม

ผู้วิจัยจึงมีความต้องการศึกษาและพัฒนางานวิจัยนี้ขึ้นเป็นนวัตกรรมโดยเฉพาะการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาทำขนมด้วยสีธรรมชาติจากพืชท้องถิ่น

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาทำขนมด้วยสีจากมังคุด ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของจังหวัด ซึ่งสีจากมังคุดจะให้คุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์มากกว่าการย้อมด้วยสีสังเคราะห์ และเพื่อนำมาเผยแพร่สู่กลุ่มผู้ผลิตเสื้อกันหนาวในท้องถิ่นต่อไป

8. 1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง วิธีการสกัดสีจากมังคุด
2. ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
3. ดำเนินการทดลองเทคนิคการย้อมสีเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยสีจากมังคุด
4. ทดสอบผลการย้อมสี
5. จัดทำผลิตภัณฑ์เสื้อกันหนาว
6. จัดการอบรม เผยแพร่ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนรวมถึงผู้สนใจ
7. สรุปผลการวิจัยและจัดทำสรุปเล่มรายงาน

9. 1.7 แผนงานโครงการ

ตารางที่ 2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปีงบประมาณ											
	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
1. ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีกก และ สีธรรมชาติ เทคนิคการย้อม												
2. ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ กก พืชให้สีธรรมชาติ อุปกรณ์ และสารเคมี												
3 ดำเนินการทดลองการสกัดสีย้อม การย้อมสีและทดสอบ												
4. ทดสอบผลการย้อมในด้านต่างๆต่อความคงทนของสี												
5. ทดลองเพิ่มสมบัติด้านรา												
6. จัดการอบรม เผยแพร่												
7. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่มรายงาน												

10. 1.8 สรุปรายงานความก้าวหน้า 6 เดือนหลัง

สรุปงานที่ได้ทำระหว่างเดือน มกราคม 62 - กุมภาพันธ์ 62

- ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีกก และ สีธรรมชาติ เทคนิคการย้อมเพื่อให้สีธรรมชาติสามารถแทรกซึมเข้าไปติดเส้นกกได้
- ดำเนินการจัดซื้อเส้นกก ลูกมะเกลือ และ ครั่ง
- ดำเนินการจัดซื้อ อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเตรียมการย้อม และ อุปกรณ์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย
- ดำเนินการศึกษากรรมวิธีการย้อมเส้นกกด้วยผลมะเกลือ พบว่าในตอนเริ่มต้น จะย้อมสีเส้นกกไม่ค่อยติด เนื่องจากเส้นกก มีแว็กเคลือบที่ผิวด้านนอก ผู้วิจัยจึงทำการกำจัดแว็กออกโดยการนำไปแช่ในน้ำต่างจากนั้นจึงนำมาย้อมสีพบว่าผลการย้อมมีสีติดเข้มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด หากแต่ยังพบว่าเส้นกกที่ได้มีความแข็งแรงต่างกัน

ความก้าวหน้าของโครงการระหว่างเดือนมีนาคม 62 ถึง เมษายน 62

1. ศึกษาการย่อยกากด้วยผลมะเกลือ ครั่ง และ ใบมังคุดโดยศึกษา
 - a) การพอกผิวเส้นกกที่เหมาะสม
 - b) การสกัดสีจากผลมะเกลือ ใบมังคุดและ ครั่ง
 - c) ขั้นตอนการย่อยที่เหมาะสมเพื่อให้กากย่อยสีจากมะเกลือ ครั่ง และ ใบมังคุดได้สีที่เข้ม
 - d) ผลการย่อยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรเมื่อเลือกใช้สารมอร์แดนต์ดังนี้ FeSO_4 , $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ และ $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - e) ผลการย่อยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรเมื่อมีลำดับการใช้สารมอร์แดนต์แตกต่างกัน

ความก้าวหน้าของโครงการระหว่างเดือนพฤษภาคม 62 ถึง ธันวาคม 62

- a) ทดสอบขั้นตอนการย่อยที่เหมาะสมเพื่อให้กากย่อยสีจากมะเกลือ ครั่งและ ใบมังคุดได้สีที่เข้ม
- b) ทดสอบผลการเลือกใช้สารมอร์แดนต์ดังนี้ FeSO_4 , $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ และ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ และ ลำดับการใส่มอร์แดนต์เพื่อผลการย่อยที่ติดสีเข้ม
- c) ทดสอบความคงทนของสีต่อแสง และ ความคงทนของสีต่อการขัดถู จากเส้นกกย่อยสีมะเกลือ ครั่งและ ใบมังคุด
- d) ทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. Coli* (gram negative bacteria) ได้ดีกว่าเชื้อ *S. aureus* (gram positive bacteria)
- e) ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกรจังหวัดจันทบุรี
- f) จัดทำเล่มรายงาน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2. การทบทวนวรรณกรรม

11. 2.1 ตั๊กก (Reed)

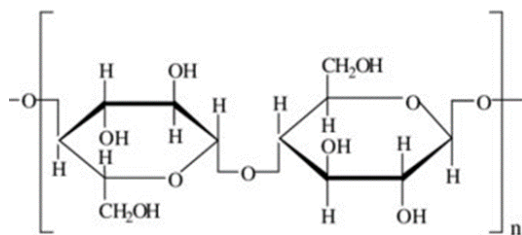
กกเป็นพืชล้มลุกมีรูปร่างลักษณะคล้ายกับต้นหญ้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cyperus corymbosus* Roxb. จัดอยู่ในวงศ์ Cyperaceae ตั๊กกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการกระจายพันธุ์ในแถบภูมิอากาศเขตร้อนและอบอุ่น พบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทย กกเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งขึ้นในพื้นที่ที่มีดินชุ่มน้ำหรือมีน้ำขัง เจริญเติบโตได้ดีในฤดูฝน ลำต้นมีความสูง 1-2 เมตร ลักษณะตรงยาว ผิวเรียบมันเงาทั้งต้น และเป็นสีเขียวเข้มเหมือนกับส่วนใบ ไม่มีกิ่งขึ้นเป็นกอ ใบมีรูปร่างเรียวยาวปลายแหลม ความกว้าง 1 เซนติเมตร ความยาวอยู่ระหว่าง 15-19 เซนติเมตร ตั๊กกหนึ่งต้นมีใบประมาณ 3-15 ใบ มีดอกขนาดเล็ก รวมกันเป็นช่อหลายๆช่อเป็นสีเขียวอ่อนเมื่อแก่จะเป็นดอกแห้งๆสีน้ำตาล ดอกจะอยู่ตรงส่วนปลายยอดลำต้นรวมกับใบ ดังแสดงในรูป 2.1 เมื่อกกโตเต็มที่จะออกดอกประกอบไปด้วยดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศรวมเรียกว่า spikelet ซึ่งมีดอกสมบูรณ์เพศมากกว่าเป็นเกสรตัวผู้ 3-6 อันและเกสรตัวเมีย 1 อันมีแฉกขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดหรือแตกหน่อ โดยลักษณะของเมล็ดมีเปลือกแข็งสีน้ำตาลจะล่องลงดินแล้วเจริญต่อในฤดูฝนของปีต่อมา (อัษฎางค์ ร่อโรสง & ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา, 2556)



ภาพที่ 2.1 ตั๊กกจันทบูร

กกเป็นพืชเส้นใยมีโครงสร้างทางเคมีเป็นเซลลูโลส (cellulose) มีสูตรเคมีคือ $C_6H_{10}O_5$ โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลสแสดงในภาพที่ 2.2 กกจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 0.2 – 0.3 เซนติเมตร ในต้นกกมีองค์ประกอบแร่ธาตุดังตารางที่ 2.1 และมีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2 การที่เส้นใยกกมีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยพอลิเมอร์ 3 ชนิดหลักเป็นเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) เส้นใยกกจึงจัดเป็นสารประกอบประเภทลิกโนเซลลูโลส

(lignocellulose) พอลิเมอร์แต่ละชนิดนี้ต่างยึดด้วยแรงของพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) และแรงแวนเดอร์วาลส์ (van der waals) (ฉัตรชัย เงินแสงสรวย, 2561) ซึ่งส่งผลทำให้เส้นใยกักมีความแข็งแรง



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบแร่ธาตุของกก

องค์ประกอบแร่ธาตุ	ปริมาณ (%โดยน้ำหนัก)
ไนโตรเจน (N)	29.62
ฟอสฟอรัส (P)	1.37
โพแทสเซียม (K)	55.46
โซเดียม (Na)	7.23
แคลเซียม (Ca)	4.82
แมกนีเซียม (Mg)	0.62
เหล็ก (Fe)	0.13
แมงกานีส (Mn)	0.72

ที่มา: (Azzam, Spagnoli, & Schrader, 2012)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%โดยน้ำหนัก)
เซลลูโลส (Cellulose)	39.1
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	24.8
ลิกนิน (Lignin)	18.5
สารอื่นๆ (Ash, Pectin, etc.)	17.6

ที่มา : (Nishiho, Hirao, & Kotera, 2007)

พันธุ์ต้นกกในประเทศไทย

เดิมต้นกกเป็นวัชพืชขึ้นตามพื้นที่กร้าง แต่ต่อมามีการปลูกทั่วทุกภาค ซึ่งแต่ละพื้นที่กกจะมีลักษณะรูปร่างต่างกันตามสายพันธุ์และภูมิประเทศของพื้นที่นั้นๆ สายพันธุ์กกมีประมาณ 109 สกุลทั่วโลก จากการศึกษาในประเทศไทยพบ 5 พันธุ์ ที่มีการปลูกใช้ประโยชน์ด้านการทอเสื่อหรือทำเป็นสิ่งของอื่นๆ เพื่อสร้างรายได้ เช่น กกกระจูด กกยูนนาน กกลังกา กกสามเหลี่ยม และกกกลม (อารีย์ สิทธิบาล, 2553)

กกกระจูด (ชมภู จันท์, 2561b)

ปลูกมากในพื้นที่ภาคใต้ เช่น จังหวัดนราธิวาส จังหวัดพัทลุง จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี กกชนิดนี้จะขึ้นในพื้นที่ดินเลน และน้ำเค็ม ต้นกระจูดมีกระจูดใหญ่และกระจูดหนู ส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระจูดใหญ่ เพราะมีขนาดยาวกว่า ความแข็งแรงและความเหนียวมากกว่ากระจูดหนู ทั้งสองชนิดมีลำต้นกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/8-5/16 นิ้ว

กกยูนนาน

พบเห็นไม่มากปลูกในพื้นที่อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ความสูงประมาณ 1.5-2 เมตร ลำต้นมีลักษณะกลมเป็นสี่เหลี่ยมทั้งต้น ส่วนของใบมีลักษณะเรียวยาวเล็กและมีช่อดอกสีน้ำตาล

กกลังกาหรือกกรงกา

ปลูกเพื่อการทอเสื่อในบางพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดสกลนคร จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดกาฬสินธุ์ มักพบได้ทั่วไปทั้งขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นที่ยืนปลูกกันเพื่อความสวยงาม ใช้ประดับตกแต่งสวน ปลายลำต้นมีใบประดับเรียงขึ้นเป็นวง มีดอกสีเขียวยาว ลำต้นเป็นทรงสามเหลี่ยม

กกสามเหลี่ยมหรือกกเหลี่ยม

พบได้ทุกภาคขึ้นได้ในน้ำตื้นที่มีน้ำไหลผ่าน ปลูกเพื่อการทอเสื่อในแถบพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะลำต้นเป็นสามเหลี่ยมเว้าเข้าแกนกลาง มีดอกมากออกสีน้ำตาล การนำไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการทอเสื่อคือเป็นอาหารสัตว์โคกระบือ จึงมีอีกชื่อว่า “กกควาย”

กกกลมหรือกกจันทบูร

ปลูกในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดระยอง แต่ปัจจุบันพบมากในจังหวัดจันทบุรีบ้านเสม็ดงาม อำเภอเมือง และบ้านบางสระแก้ว อำเภอแหลมสิงห์ ลำต้นเป็นลักษณะกลมสี่เหลี่ยมแก่ รากกกกลมมีลักษณะเป็นหน่อหรือเหง้าคล้ายหัวข่า ขึ้นในพื้นที่ลุ่มริมน้ำมีน้ำขัง ริมคันนา หรือน้ำตื้นๆ เป็นน้ำกร่อย ดังแสดงในภาพที่ 2.3

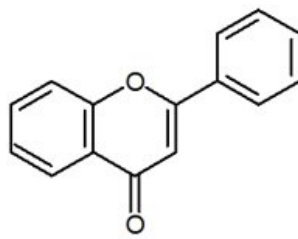


ภาพที่ 2.3 ลักษณะนากกจันทบูร

12. 2.2 สีย้อมธรรมชาติ (Natural dyes)

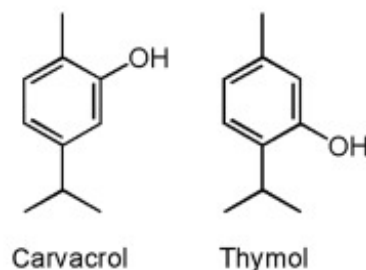
สีย้อมธรรมชาติ (natural dyes) เป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ ในอดีตมีการนำวัสดุธรรมชาติให้สารสีมาสกัดเพื่อใช้ย้อมผ้าหรือผสมอาหารให้เกิดสีสันสวยงามตามต้องการ โดยสีย้อมธรรมชาติที่นำมาใช้ย้อมวัสดุสิ่งทอนั้น ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือละลายน้ำได้ เพื่อให้อนุภาคของสีสามารถซึมเข้าสู่เส้นใยสิ่งทอได้ (สกุลบริสุทธ์, 2558) นอกจากนั้นสีย้อมต้องมีความเข้มข้นและความคงทนของสีที่เหมาะสม ซึ่งสีย้อมธรรมชาติแต่ละสีมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันจำแนกได้ ดังนี้

ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารสีที่ให้สีเหลืองเข้มไปจนถึงส้มเหลือง เป็นกลุ่มสารประกอบที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นสารฟลาโวน; flavones (2-phenyl-1,4-benzopyrone) ดังแสดงภาพที่ 2.4 พบในพืช เช่น เปลือกหัวหอมใหญ่ให้สีเหลือง แก่นไม้ขนุนให้สีเหลืองเข้ม ดอกคำฝอยให้สีเหลืองอมน้ำตาล ดอกดาวเรืองให้สีเหลืองอมส้ม (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553e) โครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวนแสดงในภาพที่ 2.4



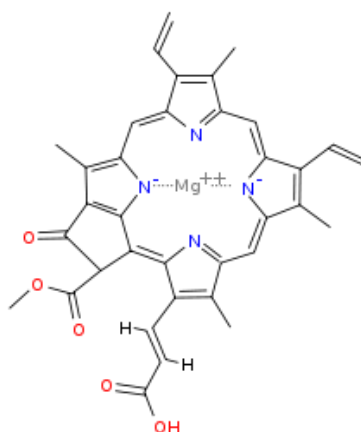
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวน; flavones (2-phenyl-1,4-benzopyrone) (Ahmad, Razis Rahim, Mohd Rozi Ahmad, Muhammad Ismail Abdul Kadir, & Misnon, 2011)

เทอร์ปีนอยด์ หรือไอโซพรีนอยด์ (terpenoids or isoprenoids) เป็นสารสีให้สีเหลือง-ส้ม เป็นสารประกอบที่สร้างขึ้นมาจากหน่วยไอโซพรีน (isoprene units) ของคาร์บอน 5 อะตอม เชื่อมเข้ากันแบบหัวไปหาง (head to tail) เทอร์ปีนอยด์จึงมีรูปแบบของวงแหวนต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.5 เทอร์ปีนอยด์ พบได้จากพืช เช่น เมล็ดคำสแดให้สีส้ม-แดง หญ้าฝรั่น (saffron) ให้สีเหลืองส้ม (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553f)



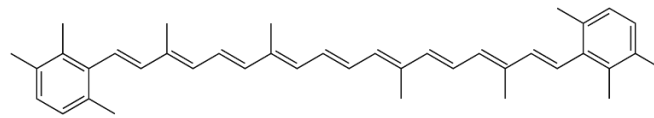
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีพวกเทอร์ปีนอยด์บางชนิด (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553e, 2553f)

คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) เป็นสารสีให้สีเขียว เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นสองส่วน คือ ส่วนหัวและส่วนหาง โดยส่วนหัวเป็นวงแหวนไพโรล (pyrrole ring) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 4 วง และแมกนีเซียมอยู่ตรงกลางซึ่งทำพันธะกับไนโตรเจน ส่วนหางเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 20 อะตอม ดังแสดงในภาพที่ 2.6 พบได้จากพืชทั่วไปที่มีสีเขียว เช่น ใบเตยให้สีเขียวเข้ม แก่นहुกวางให้สีเขียวขี้ม้า ใบตะขบให้สีเขียวขี้ม้า (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553d)

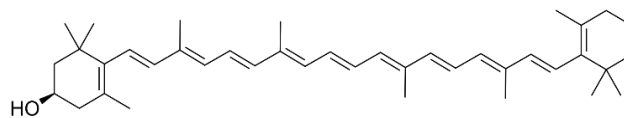


ภาพที่ 2.6 โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีคลอโรฟิลล์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553d)

แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นสารสีให้สีเหลือง ส้ม และแดง เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างหลักเป็นสารไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง ดังภาพที่ 2.7 โดยแคโรทีนอยด์แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นแคโรทีน (Carotene) ซึ่งเป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน ให้สีออกส้มแดง อีกกลุ่มเป็นแซโทฟิวล์ (xanthophyll) พบมากในผักผลไม้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนูปนนท์, 2553c)



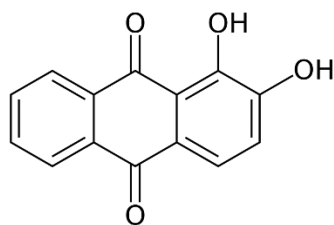
a) Carotene



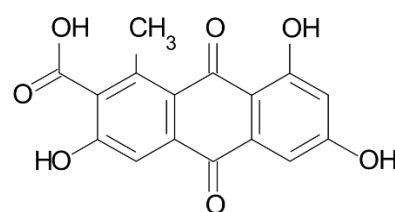
b) Xanthophyll

ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีแคโรทีนอยด์ a) กลุ่มแคโรทีนและ b) กลุ่มแซโทฟิวล์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนูปนนท์, 2553c)

แอนทราควิโนน และแนฟทราควิโนน (anthraquinones and naphthaquinones) เป็นสารให้สีแดง เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างประกอบด้วยวงเบนซีน (benzene ring) 3 วง ทำพันธะต่อกัน ดังภาพที่ 2.8 พบได้จากพืช เช่น แก่นยอให้สีแดงอมส้ม ครั่งให้สีแดง เปลือกมันฮ่อให้สีน้ำตาล ใบเทียนกิ่งให้สีน้ำตาลแดง เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนูปนนท์, 2553b)



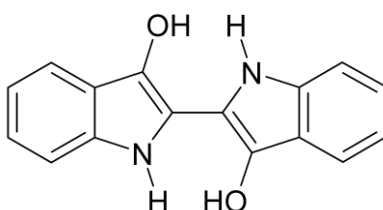
a)



b)

ภาพที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของสารให้สี a) แอนทราควิโนน และ b) แนฟทราควิโนน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนูปนนท์, 2553b)

แอลคาลอยด์ (alkaloids) เป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุล 1 หรือ 2 อะตอมในวงแหวนอะโรมาติก และบางครั้งมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ดังภาพที่ 2.9 แอลคาลอยด์จะมีคุณสมบัติเป็นด่าง พบได้จากพืช เช่น ต้นครามหรือต้นห้อมให้สีน้ำเงิน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553a)



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างทางเคมีของสารให้สีแอลคาลอยด์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์, 2553a)

13. 2.3 ประเภทของสีธรรมชาติ

การแบ่งสีย้อมธรรมชาติตามแหล่งที่มาสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาได้เป็น 3 ประเภท คือ สีที่ได้จากพืช สีที่ได้จากสัตว์ หรือสีที่ได้จากแร่ธาตุ

สีที่ได้จากพืช (Vegetable)

เป็นสีจากธรรมชาติที่พบมากและมีความหลากหลายของสีมากที่สุด ได้จากส่วนต่างๆของพืช เช่น ราก ลำต้น เปลือกของลำต้น แก่นของลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

สีที่ได้จากสัตว์ (Animal dyes)

เป็นสารสีที่ได้จากแมลงเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ชนิดแรกคือ โคชินีล (Cochineal) ได้จากตัวแมลง ตากแห้งให้สีแดงส้ม พบที่ประเทศเม็กซิโกแมลงชนิดนี้จะอาศัยบริเวณใบของต้นกระบองเพชร ชนิดที่สองคือ เคอร์มิส (Kermes) ได้จากแมลงปีกแข็งตากแห้ง พบที่ประเทศแถบยุโรปตอนใต้อาศัยอยู่บนต้นโอ๊ก โดยสีธรรมชาติจากแมลงสองชนิดนี้ไม่เป็นที่นิยมนักเพราะราคาแพงและหายาก กลุ่มที่สามคือ ครั่ง (Lac) ได้สารสีจากรังของแมลงครั่งให้สีแดงเข้ม แมลงชนิดนี้จะขับสารสีออกมาพร้อมกับยางครั่งในขณะสร้างรัง อาศัยอยู่บนต้นไม้เนื้อแข็ง เช่น ต้นก้ามปู สะแกนา พุทรา เป็นต้น พบได้ที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (นนทลี ชินวงศ์อมร, 2543)

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างพืชให้สีธรรมชาติในประเทศไทย

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ตระกูล	ส่วนที่ให้สี	สีที่ได้
हुकวาง	<i>Terminalia catappa linn</i>	<i>Combretaceae</i>	ใบ แก่น	เหลือง เขียวขี้ม้า
ขนุน	<i>Artocapus heterophylla</i>	<i>Moraceae</i>	ราก แก่นไม้	เหลือง
คำฝอย	<i>Carthamus tinctorius</i>	<i>Compositae</i>	ดอก	แดงอมส้ม
ขมิ้นชัน	<i>Curcumar longa</i>	<i>Zingiberaceae</i>	ราก	เหลือง
คราม	<i>Indigofera tinctoria</i>	<i>Papilionaceae</i>	ใบ	น้ำเงิน
คำแสด	<i>Bixa orellna</i>	<i>Bixaceae</i>	เมล็ด	ส้ม
มะเกลือ	<i>Diospyros mollis</i>	<i>Ebenaceae</i>	ผลดิบ	ดำ
นนทรี	<i>Peltophom dasyrachcgrr.</i> <i>Kurr</i>	<i>Leguminosae</i>	เปลือกไม้	น้ำตาลแดง
ฝาง	<i>Caesalpinia sappan</i> <i>Linn.</i>	<i>Leguminosae</i>	แก่นไม้	แดง
ประดู่	<i>Pterocapus indicus</i>	<i>Papilionceae</i>	แก่นไม้	น้ำตาล
สมอ	<i>Terminalia chebula</i> <i>Checula Rets</i>	<i>Combretaceae</i>	แก่นไม้	แดงน้ำตาล
เข	<i>Cudriana</i>	<i>Moroceae</i>	แก่นไม้	เหลือง
มังคุด	<i>Garcinia mangostana</i> <i>Linn.</i>	<i>Clusiaceae</i>	ใบ เปลือกผล	ส้ม ชมพู
สะเดา	<i>Agaditachta Indica</i> <i>A.,luss. Var. Siamensis</i> <i>Vakton</i>	<i>Moroceae</i>	แก่นไม้	เหลืองอมเขียว

ที่มา: (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

สีที่ได้จากแร่ธาตุ (Mineral dyes)

เป็นสารอนินทรีย์โดยเป็นแร่ธาตุผสมอยู่ในโคลนหรือดินแดง ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหรือออกไซด์ของโลหะ สีประเภทนี้จะมีความคงทนสูง เนื่องจากเป็นสารที่มีการเปลี่ยนเป็นเม็ดสีภายในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเส้นใย ทำให้เกิดความเสถียรมาก พบการย้อมสีธรรมชาติประเภทนี้ในกลุ่มชาวบ้านที่มีการนำผ้าหรือเส้นด้ายไปแช่ในดินโคลนในพื้นที่ชุมชน ที่เรียกกันว่า “ผ้าหมักโคลน” เป็นสีที่มีการความคมชัดได้ยากที่สุด ซึ่งแต่ละพื้นที่สภาพดินอาจมีแร่ธาตุต่างกันและปริมาณที่ต่างกันก็ให้ผลลัพธ์ของสีที่ต่างกันด้วย ส่วนที่ให้สีคือ ส่วนของออกไซด์โลหะที่อยู่ในโครงสร้างของดิน เช่น ออกไซด์ของเหล็กให้สีเทา ออกไซด์ของเหล็กผสมกับออกไซด์ของโครเมียมให้สีเทา กัดโครเมตให้สีเหลือง โลหะอื่นๆที่ให้สี ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล (ทองคำ อารี & ญภัทร ยศยิ่งยง, 2555)

14. 2.4 การย้อมสีธรรมชาติ

ทฤษฎีการย้อมสีธรรมชาติลงบนวัสดุสิ่งทอนั้น แบ่งวิธีการย้อมเป็น 3 แบบ ดังนี้

การย้อมโดยตรง (Direct dyeing)

สีย้อมที่ใช้วิธีย้อมโดยตรงจะเป็นกลุ่มสีย้อมที่เข้าสู่เส้นใยได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทางเคมีเปลี่ยนแปลงลักษณะของสีใดๆ แต่เนื่องจากเป็นสีที่ละลายน้ำได้เมื่อซึมเข้าสู่เส้นใยแล้วสีไม่เกิดพันธะเคมีระหว่างเส้นใย การยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะไม่แข็งแรงซึ่งเป็นวิธีการย้อมที่สืบทอดมาแต่จะมีความคงทนของสีต่อการซักล้าง ในการย้อมวัสดุสิ่งทอประเภทเส้นใยเซลลูโลสส่วนใหญ่มักใส่เกลือในสีย้อมเพราะเมื่ออยู่ในน้ำพื้นผิวของเส้นใยจะเป็นประจุลบเช่นเดียวกับโมเลกุลของสีย้อม ทำให้เกิดการผลักกันระหว่างประจุของเส้นใยและสีย้อมที่เรียกว่า Zeta Potential การใส่เกลือเพิ่มในน้ำย้อม จะช่วยสะเทินประจุลบที่พื้นผิวของเส้นใย โมเลกุลของสีย้อมจะดึงดูดกับเส้นใย และทำให้ซึมเข้าสู่เส้นใยได้มากขึ้น โดยเส้นใยเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิลมาก (hydroxyl groups, -OH) เส้นใยจะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของสีย้อม หากเป็นไหมหรือขนสัตว์ซึ่งเป็นเส้นใยโปรตีนพวกพอลิเปปไทด์ มีหมู่กรดและหมู่เบส (acidic group, -COOH / basic group, -NH₂) เกิดพันธะกับเส้นใยด้วยพันธะไอออนิกหรือแรงดึงดูดระหว่างไอออน และเกิดสะพานเกลือ (salt bridge) สีธรรมชาติที่ย้อมแบบนี้ เช่น ดอกคำฝอย ขมิ้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การย้อมแบบสีแวต (vat dyeing)

เป็นวิธีการย้อมที่ใช้กับสีธรรมชาติที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ เป็นวิธีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสีย้อมเพราะหากสีย้อมไม่สามารถละลายน้ำได้สีย้อมจะเป็นสารแขวนลอย (Suspended Solids) อยู่ในน้ำย้อมไม่สามารถซึมเข้าสู่เส้นใยได้ ต้องอาศัยตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ทำปฏิกิริยารีดักชัน (reduction reaction) กับสีย้อม สีย้อมจะเปลี่ยนคุณสมบัติเป็นสีละลายน้ำ เมื่อหลังจากสีเข้าสู่เส้นใยแล้ว จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) กับออกซิเจนในอากาศ สีจะเปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูปไม่ละลายน้ำเหมือนเดิม โมเลกุลของสีจะถูกกักอยู่ในเส้นใย ทำให้การย้อมสีแบบนี้มีความคงทนของสีต่อการซักค่อนข้างสูง ซึ่งสี

ธรรมชาติที่ย้อมด้วยวิธีนี้คือ สีอินดิโก (indigo dye) พบได้จากพืช เช่น ในประเทศไทยคือต้นครามและต้นห้อม ในประเทศอินเดียคือต้นอะนิล (anil) ในประเทศญี่ปุ่นคือต้นอะวะ (awa) และในทวีปอเมริกาใต้และภูมิภาคอเมริกากลาง ใช้ต้นนาตัล อินดิโก (natal indigo) (สุชาติ อุชชิน, 2557)

การย้อมแบบใช้มอร์แดนต์ (mordant dyeing)

เป็นวิธีการย้อมที่อาศัยมอร์แดนต์หรือสารช่วยติดสี ทำให้สีธรรมชาติตรึงอยู่บนเส้นใยได้ มอร์แดนต์จะจับกับโมเลกุลของสีทำให้สีมีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น ช่วยเพิ่มสมบัติความคงทนของสีมากขึ้น สีธรรมชาติสามารถยึดเกาะกับเส้นใยได้ดีขึ้น และส่งผลให้เฉดสีเปลี่ยนไปจากเดิม โดยที่สารมอร์แดนต์แต่ละชนิดก็จะให้สีที่ต่างกันเป็นการเพิ่มเฉดสีธรรมชาติที่หลากหลายมากขึ้น แต่การใช้สารมอร์แดนต์อาจทำให้ความแข็งแรงของเส้นใยลดลงได้ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) การย้อมแบบใช้มอร์แดนต์บนวัสดุสิ่งทอแบ่งเป็น 3 วิธีดังนี้

การย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (Premordant Method)

เป็นวิธีการย้อมที่เริ่มจากการนำวัสดุสิ่งทอย้อมสารมอร์แดนต์ก่อน เมื่อวัสดุติดสารมอร์แดนต์แล้ว ต่อมาจึงย้อมสีอีกครั้ง การย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสีวัสดุสิ่งทอจะมีความคงทนของสีต่อการซักต่ำ

การย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี (Metamordant Method)

การย้อมวิธีนี้จะผสมมอร์แดนต์รวมกับสีย้อม โดยขั้นตอนการย้อมมีหลายแบบแล้วแต่ชนิดของสี และชนิดของเส้นใยที่ทำการผสมมอร์แดนต์กับสีย้อมก่อนการย้อม เดิมสารมอร์แดนต์ขณะการย้อม หรือการเติมสารมอร์แดนต์ช่วงหลังการย้อมสิ้นสุด ซึ่งเป็นวิธีที่ลดขั้นตอนการย้อม ลดระยะเวลา และลดการใช้พลังงาน ความร้อน แต่น้ำย้อมหลังการย้อมด้วยวิธีนี้จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ย้อมซ้ำได้ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสีย

การย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสี (Aftermordant Method)

เป็นวิธีการย้อมที่เริ่มจากการนำวัสดุสิ่งทอย้อมสีย้อมให้สีซึมเข้าสู่เส้นใยก่อน ต่อมาจึงย้อมทับด้วยมอร์แดนต์ วิธีการย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสีจะให้ความคงทนของสีต่อการซักและแสงสูงขึ้น

15. 2.5 สารมอร์แดนต์ (Mordant)

การย้อมสีธรรมชาติส่วนใหญ่การคงทนของสีในด้านต่างๆต่ำ เพราะสีธรรมชาติบางสีหลุดออกจากเส้นใยหรือวัสดุสิ่งทอได้ง่ายเมื่ออยู่ในน้ำ จึงต้องมีการเติมสารมอร์แดนต์ซึ่งเป็นสารประกอบทำปฏิกิริยากับสีย้อมผ่านพันธะโคเวเลนต์ หรือพันธะโคออร์ดิเนต เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (metal dye complexes) ทำให้สีมีโมเลกุลใหญ่ขึ้น เปลี่ยนจากสีย้อมที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้เป็นสีย้อมที่ไม่ละลายน้ำ โดยที่สารมอร์แดนต์จะรวมตัวกับโมเลกุลของสีกับโมเลกุลของเส้นใยเกิดเป็นสารไม่ละลายเรียกว่า “color lake” ดังนั้นสีจะผนึกกับเส้นใยได้ดีขึ้น และความคงทนของสีต่อการซัก แสง และการขัดถูดีขึ้น หรือสารมอร์แดนต์อาจทำให้เฉดสี

เดิมของสีธรรมชาติเปลี่ยนไปด้วย สารมอร์แดนท์ที่นิยมใช้ ได้แก่ กรดบางชนิด หรือเกลือโลหะบางชนิด (กชกร, 2558) โดยสารประกอบที่ใช้เป็นสารมอร์แดนท์มี 3 ประเภทดังนี้

มอร์แดนท์กลุ่มโลหะ (metallic mordants)

เป็นเกลือของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก อลูมิเนียม โครเมียม ทองแดง ดีบุก เป็นต้น เป็นมอร์แดนท์กลุ่มที่นิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากสามารถหาได้ง่าย ซึ่งสารที่พบใช้กันทั่วไปคือ

สารส้ม (potassium aluminium sulphate)

นิยมใช้กับการย้อมสีธรรมชาติที่เป็นสีส้ม เขียว เหลือง ทำหน้าที่เพิ่มการยึดเกาะกับเส้นใย ช่วยเพิ่มความคงทนต่อการซักได้ดีขึ้น มีการนำไปใช้ย้อมวัสดุสิ่งทอด้วยวิธีการย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสีและการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ซึ่งสารส้มเป็นมอร์แดนท์ที่ช่วยให้สีมีความสว่างมากขึ้น สีสดขึ้น แต่มักจะไม่ทำให้สีเปลี่ยนแปลงเฉดไปจากสีเดิม

โครเมียม (potassium dichromate)

มีโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีคือ $K_2Cr_2O_7$ เป็นมอร์แดนท์ที่ทำให้ได้เฉดสีที่สว่างขึ้นจากเฉดสีเดิม สามารถย้อมด้วยวิธีการย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสีหรือย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสีก็ได้ แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากเป็นสารที่มีราคาค่อนข้างสูง ช่วยเพิ่มความคงทนของสีต่อการซักและแสงได้ดีมาก

จุนสี (copper sulphate)

มีโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีคือ $CuSO_4$ ในอดีตเป็นมอร์แดนท์ที่นิยมใช้เนื่องจากราคาถูกหาซื้อง่าย และให้ผลการคงทนของสีต่อการซักดี ต่อมาพบว่าจุนสีมีความเป็นพิษกับทั้งสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดน้ำเสีย โดยการย้อมจุนสีด้วยวิธีการย้อมมอร์แดนท์ก่อนหรือหลังการย้อมสีจะให้สีที่มีเฉดสีเขียวเพิ่มขึ้นจากสีเดิม

เหล็ก (ferrous sulphate)

มีโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีคือ $C_4H_2FeO_4$ ในอดีตใช้ประโยชน์กับการย้อมด้วยเหล็กจากการย้อมดินโคลนเนื่องจากเหล็กเป็นแร่ธาตุที่มีปริมาณมากในดิน เป็นสารมอร์แดนท์ที่นิยมใช้เป็นสารช่วยย้อมกับสีธรรมชาติที่มีเฉดสีเข้ม เช่น สีนํ้าตาล สีเทา หรือสีดำ เพราะเป็นมอร์แดนท์ที่ทำให้เฉดสีเดิมเข้มขึ้น ส่วนใหญ่ใช้วิธีการย้อมแบบย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี

มอร์แดนท์กลุ่มแทนนิน (tannin mordant)

คือสารประกอบพอลิฟีนอล (polyphenolic compounds) โมเลกุลขนาดใหญ่ เป็นสารประกอบที่ได้จากส่วนต่างๆของพืชที่มีรสฝาด รสขม และมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ เช่น ใบยูคาลิปตัส เปลือกไม้ต้นยูคาลิปตัส ใบยางพารา เปลือกประดู่ เปลือกเพกา ใบฝรั่ง กล้ายติบ ใบชา เปลือกและใบมังคุด เป็นต้น วิธีการนำสารแทนนินมาใช้ด้วยวิธีการสกัดจากพืชจะได้เป็นสารละลายฝาดแล้วจึงนำมาใช้ในขั้นตอนการย้อม

ไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins)

เป็นสารประกอบฟีนอลโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของโมเลกุลน้ำตาลเชื่อมต่อกับพันธะเอสเทอร์กับอีกส่วนคือกรดฟีนอล (phenolic acid) และแตกตัวออกเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลอิสระ 3 หมู่ (free hydroxy group) พบมากในส่วนของพืช เช่น ใบ ผล เปลือก และส่วนที่เป็นรอยบุบวม (gall) บริเวณลำต้นที่เกิดจากรอยแผลของต้นไม้ เป็นต้น นอกจากการนำไฮโดรไลซ์แทนนินมาใช้เป็นสารช่วยย้อมในด้านสิ่งทอแล้วยังมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังด้วย เนื่องจากไฮโดรไลซ์แทนนินมีคุณสมบัติตกตะกอนโปรตีนทำให้เนื้อสัตว์ไม่เน่าเปื่อย เรียกว่า แทนนิง (tanning)

คอนเดนส์แทนนิน หรือ โปรแอนโทไซยานิน (condensed tannins or proanthocyanin)

ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซิโตน มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อน มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 1000 ขึ้นไป เป็นโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลเชื่อมต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วยโมเลกุล C-C linkage ที่ไม่มีโมเลกุลน้ำตาล ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลอิสระ 2 หมู่ (free hydroxy group) ส่วนของพืชที่พบ เช่น เปลือกลำต้น เนื้อไม้ และแก่นของลำต้น หากนำคอนเดนส์แทนนินทำปฏิกิริยากับเอนไซม์หรือกรด จะเกิดเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำสีแดง (tannin red or phobaphenes)

มอร์แดนต์กลุ่มสารเคมีอื่นๆ

เช่น เกลือแกง (Sodium chloride : NaCl), โซดาแอช (sodium Carbonate: Na_2CO_3), กรดแลกติก (Lactic acid : $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$), กรดออกซาลิก (Oxalic Acid : $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), กรดแอสติกหรือกรดน้ำส้ม (acetic acid : CH_3COOH), แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide : NH_4OH), โซเดียมไดไทโอไนท์ (sodium dithionite : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)

16.2.6 การสกัด (Extraction)

การสกัดคือการแยกสารสำคัญจากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งการย้อมสีธรรมชาติจำเป็นต้องมีขั้นตอนการสกัดเพื่อให้ได้สารหรือสีที่ต้องการจากพืชอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสกัดเป็นการใช้ตัวทำละลาย (solvent) แยกสารละลาย (solute) ออกจากวัสดุธรรมชาติ เกิดการถ่ายโอนมวลสารที่ละลายได้ออกมาซึ่งสารละลาย จนกระทั่งเกิดการสมดุลเป็นการสกัดโดยอาศัยสัมผัสสมดุล (contact equilibrium separation) ซึ่งวิธีการสกัดขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่ต้องการจากวัสดุ เช่น สมบัติการทนความร้อน ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ แต่ละวิธีจะให้ผลแตกต่างกัน (วสันต์ รัตนประสาธ, 2549) จากข้อจำกัดและข้อดีที่ต่างกัน โดยการสกัดแยกสารแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้

การสกัดแบบไหลซึมผ่าน (Percolation)

วิธีการสกัดแบบไหลซึมผ่าน คือการใช้อุปกรณ์เป็นลักษณะตะแกรงหรือมีรูที่บรรจุของแข็งหรือวัสดุธรรมชาติที่ต้องการแยกสารที่ผ่านการย่อยเชิงกลด้วยการโขลก พูบ หรือปั่น แล้วให้ของเหลวที่เป็นตัวทำละลายซึมไหลผ่านวัสดุธรรมชาติและผ่านตะแกรงลงภาชนะบรรจุ สารที่ต้องการจะละลายในสารละลายออกจากของแข็งหรือวัสดุธรรมชาติ ซึ่งการปล่อยสารละลายอาจปล่อยด้วยวิธีการเทสารละลายหรือการพ่นตัวทำละลาย (spray) แล้วแต่ชนิดและความสามารถในการทำละลายของสารละลาย

การสกัดแบบซ็อกเล็ต (Soxhlet extraction)

วิธีการสกัดแบบซ็อกเล็ตเป็นกระบวนการกลั่นแบบต่อเนื่อง ด้วยการใช้ความร้อนเพื่อเกิดการแตกตัวโดยการนำของแข็งหรือวัสดุธรรมชาติที่ต้องการแยกสารที่ผ่านการย่อยเชิงกลด้วยการโขลก พูบ หรือปั่นแล้ว ต้มกับสารละลายที่ไปผ่านตัวทำละลายด้วยอุณหภูมิไม่สูงมากเมื่อได้รับความร้อนแล้วตัวทำละลาย จะระเหยกลายเป็นไอ แล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลว ทำการกลั่นซ้ำไปเรื่อยๆ ได้สารละลายที่เข้มข้นการสกัดสมบูรณ์

การหมัก (Maceration)

วิธีการสกัดแบบหมักเป็นการสกัดแบบไม่ใช้ความร้อน ทำให้ไม่เปลืองพลังงานและไม่สูญเสียสารประกอบบางตัวไป แต่เป็นวิธีการสกัดที่อาศัยเวลานาน ในการหมักวัสดุธรรมชาติแต่ละชนิดนั้นใช้เวลาการหมักต่างกัน หมักด้วยภาชนะปิดภายในบรรจุวัสดุธรรมชาติกับตัวทำละลาย เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วจึงบีบเอาวัสดุธรรมชาติออกจากสารละลายแล้วทำการกรองสารละลายที่เหลือ ให้เหลือแต่สารที่ต้องการ

17. 2.7 มะเกลือ (Ebony)

มะเกลือมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Diospyros mollis Griff.* จัดอยู่ในวงศ์ Ebenaceae ชื่อสามัญ Ebony Tree. ในภาษาไทยนิยมเรียกว่า มะเกลือ ชื่ออื่นตามภาษาท้องถิ่นเรียกกันตามภูมิภาค เช่น มะเกีย มะเกือ ผีผา (ภาคเหนือ), ลูกเกลือ (ภาคใต้), มั๊กเกลือ (เขมร-ตราด) มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศพม่า ประเทศเขมร และประเทศไทย โดยในประเทศไทยสามารถพบต้นมะเกลือได้ทุกภาคยกเว้นภาคใต้ เพราะต้นมะเกลือเหมาะกับดินเกือบทุกชนิด ซึ่งจะพบมากในจังหวัดลพบุรี ราชบุรี สระบุรี นครราชสีมา ขอนแก่น ชัยภูมิ สกลนคร และอุดรธานี เหมาะกับการเพาะปลูกในฤดูฝน หากปลูกบริเวณแดดจัดจะได้ผลตก ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด หรือถ้าขึ้นเองตามธรรมชาติพบตามป่าเบญจพรรณ หรือป่าโปร่งทั่วไป ครั้งหนึ่งต้นมะเกลือเป็นพันธุ์ไม้พระราชทานเพื่อปลูกเป็นไม้มงคลให้กับจังหวัดสุพรรณบุรีต่อมาจึงกลายเป็นต้นไม้ประจำจังหวัด (อารีย์ สิทธิบาล, 2553)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเกลือเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูงประมาณ 10-30 เมตร ยอดลำต้นมีลักษณะเป็นพุ่ม กิ่งก้านอ่อนมีขนนุ่มปกคลุม เปลือกนอกลำต้นเป็นสีดำผิวมีรอยแตกเป็นลักษณะสะเก็ดเล็กๆ ตามยาว ด้านในเปลือกของลำต้นเป็นสีเหลือง ถัดมาเป็นส่วนกระพี้เป็นสีขาว และแก่นของลำต้นเป็นสีดำ เนื้อไม้ละเอียด มะเกลือเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะใบมีขนาดเล็กเป็นรูปรีคล้ายรูปไข่ โคนใบกลมมน เรียงใบกันแบบสลับ ผิวใบมันและเกลี้ยง ความกว้างประมาณ 3.5-4 เซนติเมตร ความยาว 9-10 เซนติเมตร ลักษณะของลำต้น ใบ ดอก และผลของมะเกลือ ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ออกดอกในฤดูฝนขึ้นตามซอกใบเป็นสีเหลืองอ่อน มีกลีบดอก 4 กลีบ เป็นดอกแบบแยกเพศดอกเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าดอกเพศเมีย ดอกเพศผู้อยู่รวมกันเป็นช่อๆ ละ 3 ดอก ส่วนดอกเพศเมียจะอยู่เป็นดอกเดี่ยวๆ (วรรณนิสา ชูยงค์, 2557)



ภาพที่ 2.10 ลักษณะลำต้น ใบ ดอก และผลของมะเกลือ

ผลมะเกลือมีลักษณะคล้ายผลมังคุดแต่เล็กกว่าเป็นทรงกลม ขนาดลูกมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 4-8 กรัม ผิวของผลมะเกลือเรียบเกลี้ยง ผลอ่อนหรือผลดิบเป็นสีเขียวอ่อนเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและจะเปลี่ยนเป็นสีดำสนิทเมื่อสุกจัดเป็นผลแก่ ที่ขั้วของผลจะมีกลีบเลี้ยง 4 กลีบ ซึ่งผลจะสุกเต็มที่ช่วงเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม ภายในผลมะเกลือมีเมล็ดเล็กลักษณะแบนใสและนิ่ม (คล้ายลูกจาก) และเมล็ดสีน้ำตาลแข็ง ประมาณ 4-5 เมล็ด ภายในยังมียางเป็นสีขาวข้นออกเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 2.11 ถ้าเก็บผลดิบจากต้นสีของผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีดำภายในเวลา 5-7 วัน ผลมะเกลือจะถูกเก็บในช่วงประมาณปลายเดือนกรกฎา-เดือนสิงหาคม นิยมนำไปดองน้ำจะเก็บไว้ได้นานเป็นปี (วรรณนิสา ชูยงค์, 2557)

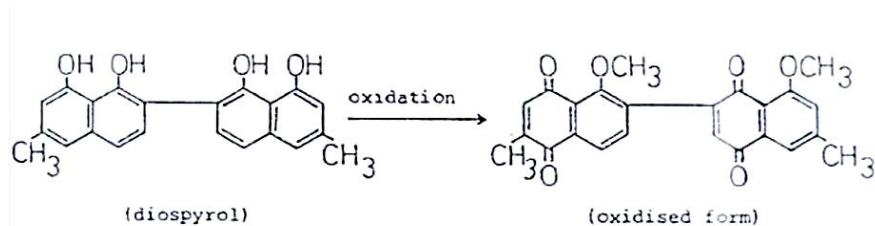


ภาพที่ 2.11 ผลมะเกลือ

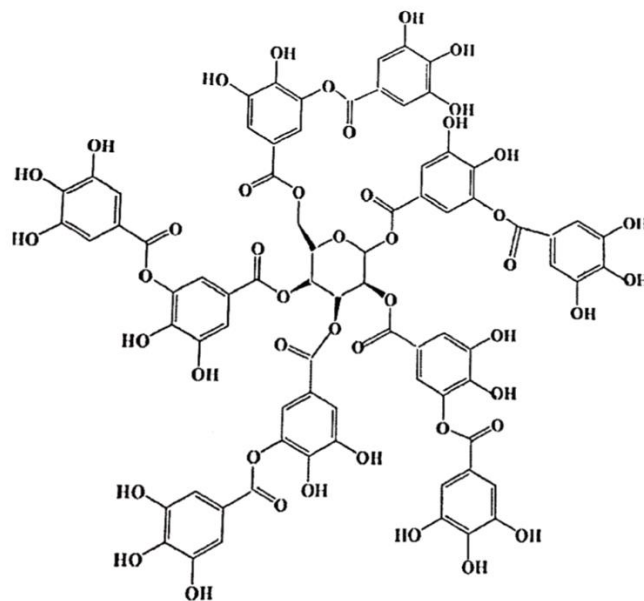
องค์ประกอบทางเคมีของผลมะเกลือ

สารสำคัญที่พบในมะเกลือ ได้แก่ ไดออสไพรอลไดกลูโคไซด์ (diospyrosl - diglucoside) เมื่อถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารไดออสไพรอล (diospyrol) ดังแสดงในภาพที่ 2.12 มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานคือ $C_{22}H_{18}O_4$ หรือ 2,2-dinaphthyl derivative เป็นสารประกอบฟีนอลที่ถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายเมื่อถูกออกซิเจน สารชนิดนี้พบอยู่ในเนื้อของผลมะเกลือ โดยลักษณะทางกายภาพที่เห็นได้ชัดคือ เนื้อของมะเกลือจะเปลี่ยนสีจากสีขาวอมเหลืองเป็นสีดำเมื่อถูกอากาศ และจะเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเมื่อได้รับตัวเร่ง (catalyst) เช่น แสง ความร้อน และต่าง อีกสารสำคัญคือ กรดแทนนิก (tannic acid) โครงสร้างพื้นฐานของกรดแทนนิกดังแสดงในภาพที่ 2.13 เป็นสารประกอบฟีนอลที่มีหมู่ฟีนอลิกไฮดรอกซิล (phenolic hydroxyl) อิสระเกิดการเชื่อมโยงได้กับสารโปรตีน (proteins) และ สารไบโอโพลีเมอร์ (biopolymers) เช่น เซลลูโลส (cellulose) และเพกติน (pectin) ได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติคงตัว และสารอื่นๆ ได้แก่ diospyroquinone, sterols,

organic acids, aphrogenic principle, invertine, emulsine และ hydroquinone principle (วรรณนิสา ชูยงค์, 2557)



ภาพที่ 2.12 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร diospyrol ในผลไม้เกลือ (พืชมะเฟี้ยว พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนพานนท์)



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างเคมีของกรดแทนนิก (Tannic acid). (Watcharaporn, 2014)

18. 2.8 ครั่ง (Lac)

ครั่งเป็นแมลงขนาดเล็กจำพวกเพลี้ยชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Laccifer Lacca* Kerr อยู่ในวงศ์ Lacciferidae ตัวครั่งจะทำรังอาศัยตามกิ่งไม้และเป็นแมลงศัตรูพืชกับต้นไม้ นั้น ตัวครั่งมีปากลักษณะเป็นวง (prodobis) มีหน้าที่เจาะดูดน้ำเลี้ยงของกิ่งไม้ที่อาศัยอยู่เป็นอาหาร ซึ่งตัวครั่งจะทำรังไว้สำหรับออกไข่ เลี้ยงตัวอ่อน และเป็นเกาะป้องกันตัวเองจากอันตรายด้วยการขับของเหลวมีลักษณะข้นเหนียวสีเหลืองใสออกมา

ห่อหุ้มกิ่งไม้ที่อาศัยอยู่เรียกว่า ยางครั้ง (resin) หลังจากถูกอากาศภายนอกแล้วจะเริ่มแข็งตัวเป็นปึกสีน้ำตาล ห่อหุ้มกิ่งไม้บริเวณนั้นเป็นก้อนแข็งๆ รังครั้งแบ่งเป็นครั้งตัวผู้และครั้งตัวเมียสามารถสังเกตได้จากรูปร่างของรัง โดยรังตัวผู้มีรูปร่างเป็นทรงรีเกาะรอบกิ่งไม้ไม่หนาแน่น และรังตัวเมียจะมีรูปร่างไม่แน่นอนเกาะรอบกิ่งไม้เป็น พูหนานขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเมื่อครบ 2 เดือน ครั้งตัวผู้จะออกมาจากรังเพื่อผสมพันธุ์แล้วตายทันที ซึ่งครั้งที่น่าไปใช้งานทั่วไปนั้นจึงเป็นครั้งตัวเมีย โดยสารที่ตัวครั้งขับออกมาช่วงหลังเรียกว่า ขนขี้ผึ้ง (waxy filament) จะปะปนอยู่ภายในรังครั้ง (ศรนารายณ์ วรพจน์, 2553) ลักษณะของรังที่อาศัยอยู่ตามกิ่งไม้และครั้งดิบดังแสดงในภาพที่ 2.14

ในประเทศไทยมีการเลี้ยงครั้งมากบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางพื้นที่ แหล่งผลิตครั้งดิบส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 80 อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ เช่น จังหวัดแพร่ พะเยา ลำปาง เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน อุตรดิตถ์ ตาก และจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็นร้อยละ 20 เช่น จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น เลย อุดรธานี สกลนคร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ สุรินทร์ นครราชสีมา และอุบลราชธานี ซึ่ง อา ชิ พ เลี้ย ย ง ค ร ั ง ข า ย ค ร ั ง ดิบ เกษ ทร กร ยึด เป็น อา ชิ พ เสริม ที่ ส ร ั ว ง ร า ย ได้ ดี (ศรนารายณ์ วรพจน์, 2553)



ภาพที่ 2.14 ลักษณะของรังที่อาศัยอยู่ตามกิ่งไม้และครั้งดิบ

เมื่อเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงครั้งต้องการเก็บผลผลิตรังครั้ง เกษตรกรจะทำการตัดกิ่งไม้บริเวณที่มีรังครั้งห่อหุ้มอยู่ แล้วจากนั้นจึงเคาะรังออกจากกิ่งไม้ รังครั้งที่ได้ต้องนำไปแปรรูปเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆต่อไป ซึ่งครั้งแปรรูปแบ่งได้เป็นหลายลักษณะดังนี้ (นนทลี ชินวงศ์อมร, 2543)

ครั้งสด (fresh lac) คือครั้งดิบที่เก็บได้ไม่นานจนกระทั่งจะมีน้ำเมือกสีแดงซึมออกมาเรียกว่า “เลือดครั้ง (brood lac)” ภายในรังครั้งยังมีตัวครั้งที่ยังไม่ตาย ตัวอ่อน และไข่ที่ยังฟัก การซื้อขายรังครั้งประเภทนี้จะอยู่ในช่วงต้นฤดูการผลิตระหว่างเดือนกันยายน - เดือนธันวาคม ของทุกปี

ครั้งดิบ (stick lac) คือครั้งที่ผ่านการตากให้แห้งจนเมื่อสีแดงหรือเลือดครั้งที่อยู่ภายในแห้งแล้ว มีการกะเทาะกิ่งไม้ออกตั้งแต่ตอนเป็นครั้งแรกแต่อาจจะหลงเหลือเป็นเศษไม้อยู่บ้างเล็กน้อย และเป็นส่วนยางครั้งขี้ผึ้ง ซากแมลงครั้งตัวเมีย และสีครั้ง เป็นต้น

ครั้งเม็ด (seed lac) เป็นครั้งที่เกิดจากการนำครั้งดิบมาแปรรูปโดยการแยกสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับครั้งออกด้วยการตำหรือบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง เมื่อเหลือแต่เนื้อครั้งนำไปล้างให้สะอาด ในขั้นตอนนี้จะเห็นว่าน้ำที่ผ่านการล้างครั้งจะเป็นสีแดงซึ่งสามารถนำไปย้อมผ้าได้ ล้างจนน้ำที่ได้ใสแล้วจึงนำเนื้อครั้งไปตากผึ่งลมในที่ที่มีอากาศถ่ายเทดี เมื่อแห้งโรงงานแปรรูปครั้งเม็ดจะส่งครั้งจำหน่าย

เซลแลค (shellac) คือการนำครั้งเม็ดใส่ภาชนะที่รองด้วยผ้าบางแล้วให้ความร้อนจนทำให้ครั้งละลาย จากนั้นรวบปลายผ้าแล้วบีบ เนื้อครั้งจะผ่านออกมาจากผ้ากรอง แล้วให้ความร้อนเนื้อครั้งต่อจะได้เป็นเนื้อที่เป็นของเหลวหนืด ขั้นตอนต่อไปนำเนื้อครั้งที่ยังร้อนทำการยัดเป็นแผ่นบางๆแล้วพักตัวให้เย็น เมื่อเย็นแล้วจะแข็งกรอบจึงย่อยเป็นเกร็ดเล็กๆ โดยที่ครั้งดิบประมาณ 100 กิโลกรัม หรือครั้งเม็ดประมาณ 85 กิโลกรัม จะทำเป็นเซลแลคได้ 65 กิโลกรัม)

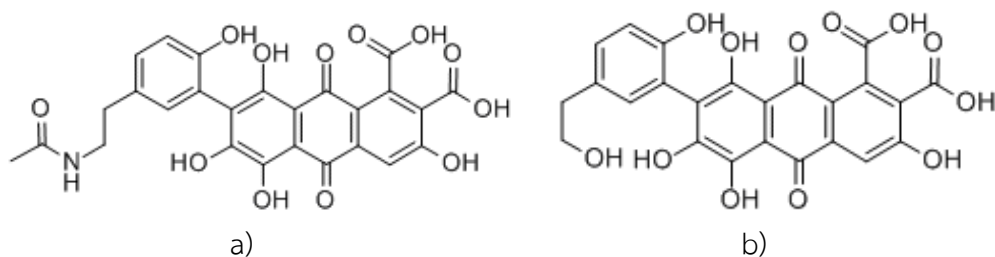
ครั้งแผ่น (button lac) หรือเรียกอีกอย่างว่า ครั้งกระดุม เป็นการแปรรูปครั้งให้อยู่ในลักษณะคล้ายกับกระดุมหรือเหรียญมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว วิธีทำให้ละลายคล้ายเซลแลคแต่เมื่อกรองผ่านผ้ากรองแล้ว นำเนื้อครั้งที่กำลังร้อนอยู่เป็นของเหลวหนืดหยอดลงบนแผ่นเหล็กเรียบที่ขัดเงา ทิ้งไว้จนเย็นจะได้ครั้งแผ่นที่แข็งตัว

องค์ประกอบทางเคมีของครั้ง

ภายในครั้งมีสารสำคัญที่เป็นสารสี (dyestuffs) เป็นส่วนประกอบ ในครั้งดิบร้อยละ 10 ครั้งเม็ดร้อยละ 2.5 และในเซลแลคร้อยละ 0.5 ซึ่งสารสีที่พบในครั้งนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือสารสีแดงเป็นกรดแลคคาอิก (laccic acid) และสารสีเหลืองเป็นเอริโทรแลคซิน (erythrolaccin) โดยสารให้สีทั้งสองมีคุณสมบัติละลายในต่าง แต่สารเอริโทรแลคซินมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การนำสารสีของครั้งไปใช้ประโยชน์ในการย้อมผ้าส่วนใหญ่จึงเป็นการใช้กรดแลคคาอิกที่ให้สีแดง

กรดแลคคาอิก (laccic acid) เป็นสารประกอบให้สีแดงที่มีสูตรโครงสร้างเป็นกลุ่มแอนทราควิโนน (Anthraquinone) ที่แตกต่างกันไม่น้อยกว่า 4 ชนิด ได้แก่กรดแลคคาอิกชนิดเอ บี ซี และดี (Laccaic acid A, B, C, D) แต่ชนิดที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในครั้งมี 2 ชนิด คือกรดแลคคาอิก เอ และกรดแลคคาอิก บี (Laccaic acid A, Laccaic acid B) มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานคือ $C_{26}H_{19}NO_{12}$ และ $C_{24}H_{16}O_{12}$ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1 ร่วมกับ α - Laccain ได้เป็นสารสีแดงเข้มมีรูปร่างเป็นผลึกคล้ายเข็ม มีสมบัติละลายน้ำและต่างได้ดี โดยปริมาณสารสีแดงหรือกรดแลคคาอิกภายในครั้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ พันธุ์ครั้ง และชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั้ง ดังนั้นครั้งในแต่ละท้องถิ่น

ช่วงเวลาก็จะให้ความเข้มข้นของสีที่ต่างกันเนื่องจากการให้ปริมาณกรดแลคติกที่ต่างกัน และอีกปัจจัยคือการเก็บรักษาครั้งหากเก็บไว้นานเกินไปจะส่งผลต่ออายุของครั้ง (storage life) สีแดงจากครั้งก็จะไปปริมาณน้อยลงและเมื่อนำไปย้อมผ้าความคงทนของสีน้อยลงด้วย (มนตรา ไชยรัตน์, 2547)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของ a) Laccaic acid A และ b) Laccaic acid B (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ & นิธิยา รัตนานนท์)

19. 2.9 มังคุด (Mangosteen)

มังคุดมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* L. อยู่ในตระกูล *Guttiferae* เป็นไม้ผลเขตร้อนชอบสภาพอากาศที่ร้อนชื้นและพื้นที่ที่มีน้ำตลอด อุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับต้นมังคุดอยู่ในช่วง 25 – 30 องศาเซลเซียส เป็นประเภทไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีข้อมูลแน่ชัดว่ามีถิ่นกำเนิดมาจากที่ใด แต่เชื่อว่ามาจากหมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ ปัจจุบันพบมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ พม่าและไทย เมื่อปลูกแล้วต้นมังคุดจะให้ผลผลิตประมาณปีที่ 7 หลังการปลูก และจะได้ผลผลิตดีประมาณ 13 ปีขึ้นไปมีการใช้ประโยชน์มากที่สวนผลไม้ เนื่องจากผลมังคุดมีรสชาติอร่อยเป็นที่ชื่นชอบทั้งชาวไทยและต่างประเทศเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมากจนได้ขนานนามว่าเป็น “ราชินีแห่งผลไม้” ถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจของไทย แหล่งปลูกมังคุดในประเทศไทยมีมากในพื้นที่ภาคใต้จังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกที่สุดคือ จังหวัดจันทบุรี จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดชุมพร (ธรรมบุญ วัฒนไพบูลย์, 2556)

ลักษณะพฤกษศาสตร์

มังคุดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ลำต้นมีความสูงประมาณ 10-25 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 12-35 เซนติเมตร ลำต้นเป็นทรงตั้งตรงเปลือกลำต้นเป็นสีน้ำตาลเข้มส่วนปลายลำต้นเป็นพุ่มขึ้นๆทรงกลม ดอกของมังคุดรูปร่างกลมรีและหนา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-6 เซนติเมตร มีจำนวนกลีบดอก 4 กลีบ 2 กลีบอยู่ด้านในและอีก 2 กลีบอยู่ด้านนอก มีสีขาวอมเหลืองส่วนขอบเป็นสีแดงและกลีบเลี้ยงมี 4 กลีบ ก้านของดอกหนาแข็ง ผลมังคุดเป็นทรงกลมแป้น ผลดิบเป็นสีเขียวอ่อนเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มด้านในของเปลือกเป็นสีแดงชมพูและค่อนข้างหนา มียางสีเหลือง น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 80-150 กรัม ด้านบนของผลมีขี้ไต้ใหญ่และกลีบเลี้ยง 4 กลีบ ด้านล่างของผลมีแฉกจำนวนประมาณ

4-8 แฉก เป็นจุดสังเกตได้ว่าภายในเนื้อมังคุดก็จะมีจำนวนกลีบเท่ากัน ซึ่งเนื้อของมังคุดเป็นสีขาวมีรสหวานอมเปรี้ยวและฉ่ำน้ำ

ใบมังคุดมีลักษณะเป็นรูปไข่มีขนาดใบที่ใหญ่ โคนใบเรียวและยาว เป็นสีเขียวเข้ม ด้านบนของใบเป็นมันเงา ใต้ท้องใบมีสีเขียวอ่อนและผิวด้าน ใบมีความกว้างประมาณ 4 - 10 เซนติเมตร และความยาวประมาณ 12 - 23 เซนติเมตร ก้านใบมีความยาวประมาณ 1.5 - 2 เซนติเมตร ต้นมังคุดเป็นไม้ผลที่มีใบดกปกคลุมทั่วทั้งต้นแตกกิ่งก้านเป็นรัศมีรอบต้นโดยหลังจากการเก็บเกี่ยวผลมังคุดแล้วเกษตรกรจะทำการตัดแต่งใบและกิ่งก้านของต้นเพื่อให้พร้อมกับการออกผลมังคุดในฤดูถัดไป (ชมภู จันทิ, 2561a) โดยลำต้น ผล และใบของมังคุดมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.15

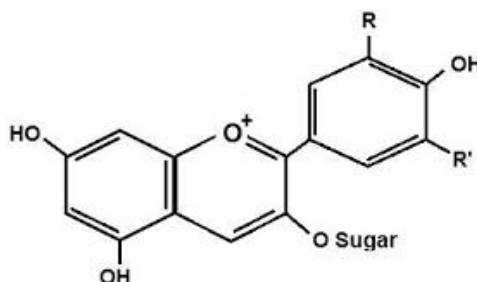


ภาพที่ 2.15 ลักษณะลำต้น ดอก ผล และใบของมังคุด

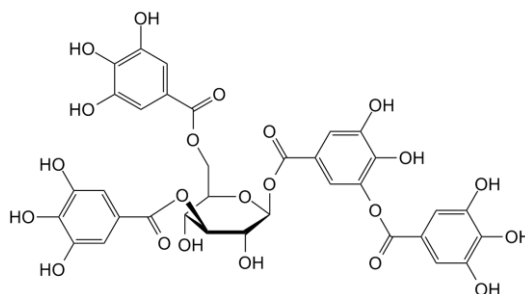
องค์ประกอบทางเคมีของมังคุด

ด้านสิ่งทอมีการใช้ประโยชน์จากมังคุดด้วยการนำเปลือกและใบของมังคุดสกัดเป็นสีย้อมธรรมชาติ ซึ่งในเปลือกและใบมังคุดพบสารแอนโทไซยานินส์ (anthocyanins) เป็นรงควัตถุให้สีแดง ชมพู และม่วง เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีโครงสร้างพื้นฐานที่ประกอบด้วยวงแหวน เบนโซไพแรน (benzopyran) 2 วงต่อกับวงแหวนฟีนิล (phenyl ring) และประกอบด้วยน้ำตาล 1 หรือ 2 ตัว ดังแสดงในภาพที่ 2.16 เป็นสารสีที่ละลายน้ำได้ แต่ไม่สามารถละลายได้ใน อีเทอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และเบนซีน แอนโทไซยานินมักพบได้ทั่วไปในพืชส่วนที่ให้สี เช่น ดอก ใบ ผล เป็นต้น สำหรับมังคุดสารแอนโทไซยานินสีในเปลือกมีปริมาณมากกว่าส่วนของใบ สารอีกชนิดคือแทนนิน (tannin) พบอยู่ในใบมังคุดประมาณร้อยละ 11.2 เป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนกลุ่ม โพลีไฮดริก ฟีนอล (Polyhydric phenols) ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วยพันธะ C-C ดังแสดงในภาพที่ 2.17 พบได้ในส่วน

ต่างๆของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล มีรสฝาดหรือรสขม สารอื่นๆที่พบในเปลือกและใบของมังคุด ได้แก่ แมนโกสติน (mangostin), เรซิน (resins) , ไตรเทอร์พีนอยด์ (triterpenoid) และเทอร์เพนทีน (terpentine) และแซนโธน (xanthone) เป็นต้น (ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์, 2547)



ภาพที่ 2.16 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโธไซยานินส์ (ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์, 2547)



ภาพที่ 2.17 โครงสร้างโมเลกุลของแทนนิน (ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์, 2547)

20. 2.10 การทดสอบความคงทนของสี

การทดสอบความคงทนของสีวัสดุสิ่งทอที่ย้อมได้นั้นเป็นการทดสอบเพื่อใช้ประเมินได้ว่า สีที่ย้อมนั้นมีความคงทนในแต่ละสภาวะมากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงข้อเสียหรือข้อจำกัดของสีย้อมและระบุวิธีใช้งานที่เหมาะสมกับวัสดุสิ่งทอได้ และเพื่อเป็นการได้ผลการทดสอบที่แม่นยำ ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ การทดสอบความคงทนของสีนั้นจึงมีมาตรฐาน คือมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอ (Textile Testing Standard) การเลือกใช้มาตรฐานนั้นต้องพิจารณาว่า สิ่งทอที่ทำการทดสอบนั้นส่งเข้าประเทศใดจึงจะทดสอบสิ่งทอให้สอดคล้องตามมาตรฐานของประเทศนั้น (รัตนพล มงคลรัตนาสีธิ, 2548) สำหรับมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอที่สำคัญแสดงในตารางตารางที่ 2.4

มาตรฐานการทดสอบสิ่งทอที่มีการยอมรับอย่างกว้างขวาง ได้แก่ มาตรฐาน AATCC หรือ American Association of Textile Chemists and Colorists ซึ่งในการวิจัยนี้มีการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงและความคงทนของสีต่อการขัดถู โดยทดสอบตามมาตรฐาน AATCC มีรายละเอียดดังนี้

การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู (AATCC Test Method 8 Colorfastness to Crocking) เป็นวิธีการทดสอบหาปริมาณของสีที่เคลื่อนตัวจากผิวหน้าของวัสดุสิ่งทอที่มีสีไปยังผิวหน้าของวัสดุอื่น โดยวิธีการขัดถู ด้วยการใช้ผ้าขาวแห้งและผ้าขาวเปียกมาขัดถูบนชิ้นทดสอบ หลังจากขั้นตอนการขัดถูเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินผลโดยสังเกตว่าผ้าขาวนั้นมีสีของชิ้นทดสอบหลุดติดมาหรือไม่ โดยเปรียบเทียบสีมีติดมากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า เกรย์สเกล เป็นการประเมินรอยปนเปื้อนสีต่อวัสดุอื่นว่าอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งวิธีทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูเป็นวิธีที่ใช้ทดสอบสำหรับสิ่งทอทุกชนิดที่อยู่ในรูปของเส้นด้าย ผ้า หรือสิ่งทอที่ใช้ปูพื้น

การทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด เป็นการทดสอบหาความซีดจางจากวัสดุสิ่งทอทุกชนิดที่ผ่านการย้อมสี ด้วยการกระทำของแสงซึ่งจำลองการที่วัสดุสัมผัสกับแสงแดดธรรมชาติ (Natural Daylight D₆₅) โดยค่าความคงทนของสีต่อแสงหรือ LF มีค่าอยู่ระหว่าง LF1 คือค่าต่ำสุดไปจนถึง LF8 คือค่าสูงสุด ซึ่งค่าที่ยอมรับได้คืออยู่ระหว่างระดับ 4 – 5 ขึ้นไป

การประเมินค่าความคงทนของสีต่อการขัดถู และความคงทนของสีต่อแสง สามารถวัดได้โดยการวัดสีในระบบ CIE Lab เพื่อให้ทราบค่าสีก่อนและหลังการทดสอบเทียบกับค่าการเปลี่ยนแปลงสีได้ดังแสดงในตาราง 2.5 แล้วยังสามารถใช้เกรย์สเกล (Gray Scale) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินผลทดสอบค่าความคงทนของสี โดยใช้ชิ้นทดสอบตัวอย่าง เปรียบเทียบกับชิ้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบความคงทนของสีว่ามีสีซีดจางจากตัวอย่างเดิมมากน้อยเพียงใด และดูความแตกต่างความเข้มของสีระหว่างผ้ากับเกรย์สเกล

เกรย์สเกลแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือ การประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Gray scale for color change) ซึ่งเกรย์สเกลมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม มีทั้งมาตรฐาน AATCC, ISO, JIS, และ DIN เกรย์สเกลนี้มีระดับ 5 ถือว่าดีที่สุดจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ส่วนระดับ 1 ถือว่าแย่ที่สุดเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีมากที่สุด อีกประเภทคือการประเมินค่าการติดเปื้อนสี (Gray scale for color staining) ซึ่งเกรย์สเกลนี้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม มีทั้งมาตรฐาน AATCC, ISO, JIS, และ DIN เกรย์สเกลนี้มีระดับ 5 ถือว่าดีที่สุดจะไม่เกิดการเปลี่ยนสี ส่วนระดับ 1 ถือว่าแย่ที่สุดเกิดการปนเปื้อนของสีได้มากที่สุด (รัตนพล มงคลรัตนาสีทธิ์, 2550) ลักษณะเกรย์สเกลแบบการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและแบบการประเมินค่าการติดเปื้อนสีดังแสดงในภาพที่ 2.18

ตารางที่ 2.4 แสดงชื่อมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอและประเทศที่ใช้

ชื่อย่อมาตรฐาน	ชื่อเต็มมาตรฐาน	ประเทศที่ใช้
AS	Standards Australia	ออสเตรเลีย
AATCC	American Assoc. of Textile Chemists and Colorists	สหรัฐอเมริกา
ASTM	American Society for Testing and Materials	สหรัฐอเมริกา
BS,BS EN,BS EN ISO	British Standard Institution	อังกฤษ
CAN/CGSB	Canadian General Standards Board	แคนาดา
DIN/DIN EN ISO	Deutsches Institut Fur Normung	เยอรมัน
FIMS	The United States Government	สหรัฐอเมริกา
ISO	Int. Organization for Standardization	นานาชาติ/ยุโรป
IWS	International Wool Standard	หลายประเทศ
JIS	Japanese Standard Association	ญี่ปุ่น
NF	Association Francaise de Normalisation	ฝรั่งเศส
SATRA	Shoe and Allied Trades Research Association	หลายประเทศ

ที่มา: AATCC (2002) (Anonymous, 2002)



a)



b)

ภาพที่ 2.18 a) เกรย์สเกลแบบการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
b) เกรย์สเกลแบบการประเมินค่าการติดเปื้อนสี

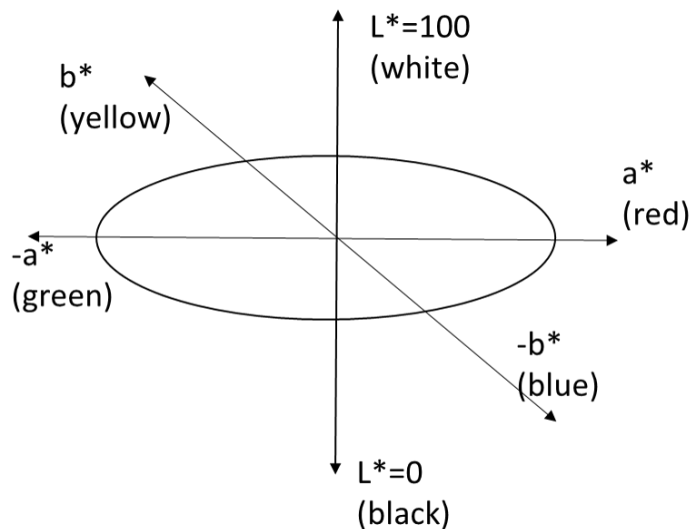
ตารางที่ 2.5 การเทียบค่า dE* กับการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเบี่ยงเบนสีที่ประเมินโดยเกรย์สเกล

เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสี		เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเบี่ยงเบนสี	
อัตราความคงทนของสี	dE*	อัตราความคงทนของสี	dE*
5(ดียอดเยี่ยม)	0.0	5 (ดียอดเยี่ยม)	0.0
4-5(ดีเลิศ)	0.8	4-5(ดีเลิศ)	2.2
4(ดีมาก)	1.7	4(ดีมาก)	4.3
3-4(ดี)	2.5	3-4(ดี)	6.0
3(เกือบดี)	3.4	3(เกือบดี)	8.5
2-3(ดีพอใช้)	4.8	2-3(ดีพอใช้)	12.0
2(พอใช้)	6.8	2(พอใช้)	16.9
1-2(แย่มาก)	9.6	1-2(แย่มาก)	24.0
1(แย่มาก)	13.6	1(แย่มาก)	34.1

ที่มา: AATCC (2002) (Anonymous, 2002)

21. การวัดสี

การวัดสี คือการใช้อุปกรณ์เพื่อวัดสีที่มีมาตรฐานและลดความไม่เป็นกลางเนื่องจากปัจจัยของแหล่งกำเนิดแสงและผู้สังเกตการณ์ ระบบสีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเป็นระบบที่ยอมรับ คือ ระบบ L*-a*-b* ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า +L* แสดงถึงสีขาว จนถึง -L* แสดงถึงสีดำ แกน a* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (+a*) ส่วนแกน b* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปเหลือง (+b*) ลักษณะการบรรยายสีจะ แสดงได้ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 L*a*b* Chart ของ CIE Lab scale

นอกจากการวัดค่าสีแบบ CIE Lab แล้ว การวัดค่าสีจากผ้าอีกวิธีจะใช้เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมตรี (Spectrophotometry) มาใช้ในการวัดค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) และระบุค่าสีจากตำแหน่งความยาวคลื่นที่ค่าการสะท้อนแสงสูงสุด อย่างไรก็ตามการวัดค่าแบบนี้บางครั้งระบุค่าสีได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากตำแหน่งค่าสะท้อนแสงสูงสุดไม่ชัดเจนเนื่องจากเป็นสีผสมของสีที่หลากหลาย

อุปกรณ์วัดสีที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) จะใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสง (illuminant) คือแสงที่แต่งค่าความเข้มแสง (intensity) หรืออุณหภูมิของสี (color temperature) แล้ว ตัวอย่างของแหล่งแสงที่ออกมาจาก Spectrophotometer ได้แก่ D65 หรือแสงจากดวงอาทิตย์กลางวัน (noon daylight) A- แสงส้มจากหลอดทั้งสแตน C – แสงกลางวันเฉลี่ย (average daylight) CWF – แสงขาวเย็นจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (cooled white fluorescent) (เดช สมุทรไชยกิจ, 2542)

22. 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

A Saravana Ganthi, M Yogaraj, และ M Padma Sorna Subramanian (A Saravana Ganthi, M Yogaraj, & Subramanian, 2008) ทำการศึกษาการย้อม Korai grass พืชท้องถิ่นในอินเดียด้วยสีย้อมธรรมชาติ พบว่าการใช้มอร์แดนต์ด้วย สารละลายของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ช่วยให้ผลการย้อมให้สีสม่ำเสมอขึ้น สีสดใสและติดสีเข้มขึ้น (เนื่องจากสีติดดีขึ้น) และสีมีความคงทนต่อการซักมากขึ้น

ยุพาวดี น้อยวงศ์ และ พัทธ น้อยวงศ์ (ยุพาวดี น้อยวงศ์ & น้อยวงศ์, 2544) ทำการศึกษาการย้อมสีเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติกับสีย้อมเคมี พบว่าสีแดงจากครั่งให้การติดสีดีมาก หากไม่ได้กล่าวถึงกรรมวิธีในกระบวนการในการย้อม

M.M.Kabir, H.Wang, K.T.Lau, และ F.Cardona (M.M.Kabir, H.Wang, K.T.Lau, & F.Cardona, 2012) ได้ศึกษาการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยพืชด้วยการแช่สารละลายต่าง (NaOH) พบว่าหลังการแช่ต่างจะทำให้โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลสเปิดให้สารเคมีเข้าไปในช่องว่างระหว่างโมเลกุลง่ายขึ้นในโครงสร้างอสัณฐาน (Amorphous region)

อารีย์ (อารีย์ สิริพิบาล, 2553) สำรวจและศึกษาสูตรย้อมกกด้วยสีธรรมชาติในท้องถิ่น บ้านทุ่งกง ตำบลประดาง อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมกกด้วยครั่ง คือ อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และผลจากการใช้สารช่วยติดสีเกลือแกง และจุลินทรีย์ 2 สูตรความเข้มข้น คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 10% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 10% และ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 5% พบว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ความเข้มข้น 5% และคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) ที่ความเข้มข้น 5% โดยใช้สีครั่งที่ความเข้มข้น 60% เมื่อทดสอบความคงทนของสีแล้วมีค่า dE^* (ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี) ต่ำที่สุด และการย้อมกกด้วยมะเกลือใช้สูตรความเข้มข้นที่ น้ำมะเกลือ 40% โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 10% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 10% พบว่าเมื่อทดสอบความคงทนของสีแล้วมีค่า dE^* (ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี) ต่ำที่สุด

ผ่องศรี (รอดโพธิ์ทอง, 2560) ทำการสำรวจและศึกษาพืชพื้นเมืองสำหรับย้อมผ้าสีดำในประเทศไทย พบว่ากลุ่มแม่บ้านชนบทส่วนใหญ่ใช้สีธรรมชาติที่ให้สีดำคือ มะเกลือ เนื่องจากมะเกลือเป็นพืชที่ขึ้นได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย ใช้ย้อมผ้าสีดำมาตั้งแต่โบราณโดยผู้ย้อมจะใช้ภูมิปัญญาที่ได้รับการถ่ายทอดกันมาจากบรรพบุรุษของตัวเองวิธีการย้อมแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันออกไป และศึกษาการย้อมมะเกลือด้วยวิธีต่างๆที่กลุ่มแม่บ้านชนบทใช้ โดยจากการศึกษาได้แบ่งวิธีย้อมมะเกลือออกเป็น 2 แบบคือ 1) การย้อมแบบบริดจ์หรือแบบสีแฉ่งใช้ในการย้อมมะเกลือ การย้อมแบบนี้จะใช้เวลานานเพราะต้องย้อมผ้าหลายครั้งจึงจะได้ผ้าสีดำ 2) การย้อมแบบสีแฉ่งและการย้อมแบบส้อมอร์แดนท์ควบคู่กัน เป็นการย้อมโดยการนำผ้าไปย้อมในน้ำมะเกลือก่อนแล้วจึงนำผ้าไปหมักในน้ำโคลนหรือน้ำสนิมเหล็กจะช่วยให้ผ้ามีสีดำเร็วขึ้นลดจำนวนครั้งในการย้อมและสีผ้ามีความคงทนของสีต่อแสงและการซักดีขึ้น

อนันต์เสวก และคณะ (อนันต์เสวก เพ็ชรจิระเจริญ et al., 2543) ทำการศึกษาและพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว โดยศึกษาการย้อมสีธรรมชาติที่ได้จากพืชหลากหลายชนิดรวมทั้งการย้อมมะเกลือด้วย เป็นการศึกษาการย้อมมะเกลือกับผ้าฝ้ายด้วยวิธีย้อมร้อนและย้อมเย็น สารมอร์แดนท์ที่นำมาศึกษาได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) โซเดียมไดโครเมต ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) โคบอลไนเตรต ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) ทั้งหมดที่ความเข้มข้น 10% จากการศึกษาพบว่าการย้อมมะเกลือด้วยวิธีการย้อมร้อนสีที่ได้ไม่เข้มเท่าที่ควรออกไปทางน้ำตาล ส่วนวิธีการย้อมร้อนสีที่ได้ออกไปทางสีเทาเข้มและดำขึ้นเมื่อย้อมซ้ำ การใช้สารมอร์แดนท์อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) โซเดียมไดโครเมต

($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) และโคบอลไนเตรต ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) ไม่มีผลต่อสีที่ได้ ส่วนคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) สีที่ได้เป็นเฉดสีออกเขียวขึ้น และเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) สีที่ได้ดำมากขึ้นทำให้ได้สีดำเร็วขึ้นลดจำนวนการย้อมซ้ำลง

จุฬามาศ (อนันต์เสวก เทวซึ่งเจริญ et al., 2543) ศึกษาผลของสารช่วยติดสีต่อค่าสีต่อค่าสีของเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจากครั่ง โดยศึกษาการสกัดสีจากน้ำกลั่นกับเอทานอล และศึกษาผลของมอร์แดนต์ ได้แก่ ไบมะขาม(หรือมะขามเปียกซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน) กรดทาร์ทาริก ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) พบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยวิธีการสกัดสีครั้งด้วยน้ำกลั่นให้สีที่มีค่าสีแดงมากกว่า ความเข้มสีมากกว่าการสกัดด้วยเอทานอล และไหมที่ย้อมด้วยมอร์แดนต์ดังกล่าวเมื่อทดสอบความคงทนของสีและทดสอบมาตรฐานนกยูง ไหมที่ใช้มอร์แดนต์ไบมะขามหรือมะขามเปียกมีความคงทนของสีดีขึ้นและผ่านการทดสอบมาตรฐานนกยูง

พรสุตา (พรสุตา เหมาชัย, 2555) ศึกษาทดลองการสกัดสีธรรมชาติจากใบแก้วและใบหูกวางเพื่อย้อมผ้าไหม พบว่าสภาวะที่เหมาะสมกับการสกัดสีจากใบแก้ว และใบหูกวาง คือ อัตราส่วนการสกัดน้ำ 2.5 ลิตรต่อวัสดุให้สี 500 กรัม (อัตราส่วน 5 : 1(v/w)) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นกรองส่วนที่เป็นวัสดุให้สีออกให้หมดแล้วต้มต่อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่อทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก โดยประเมินจากค่าความแตกต่างโดยรวม (dE^*) ด้วยเกรย์สเกลมีระดับความคงทนของสีต่อการซักที่อยู่ระดับ 4 (ดีมาก)

บัณฑิตา (บัณฑิตา เพ็ญสุริยะ, 2557) ศึกษาอิทธิพลของสารมอร์แดนต์ที่มีผลต่อการย้อมสีที่สกัดจากใบมังคุดบนผ้า ฝ้ายและผ้าไหม โดยทดลองใช้สารมอร์แดนต์ 3 ชนิด คือเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) พบว่าการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เป็นสารมอร์แดนต์ในการย้อมสีสกัดจากใบมังคุด ทำให้ความคงทนของสีดีขึ้นและได้เฉดสีมากขึ้น แต่การใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ไม่เหมาะในการใช้เป็นสารมอร์แดนต์หากต้องการใช้ในการปรับปรุงเรื่องความเข้มของสีบนผ้า เนื่องจากสารมอร์แดนต์ทำให้ค่า %Reflectance มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าผ้ามีสีเข้มขึ้นเมื่อเทียบกับผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ย้อมโดยไม่ใช้สารมอร์แดนต์

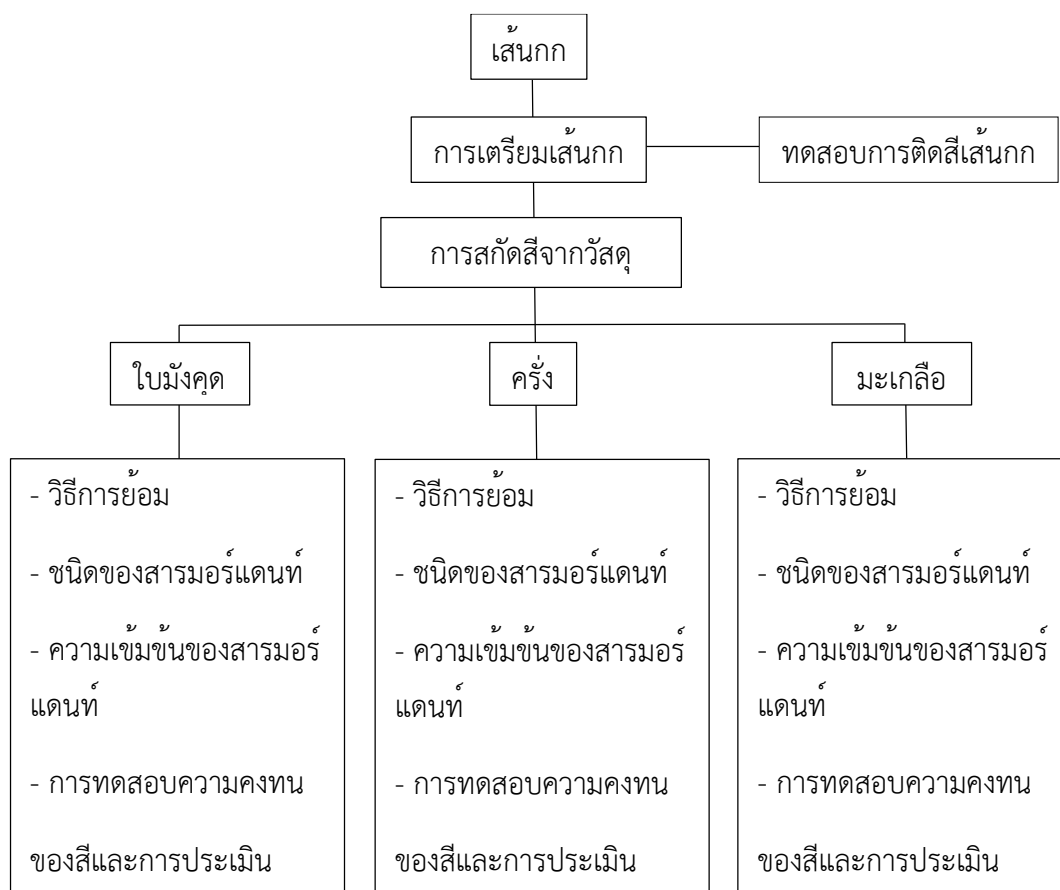
ในการวิจัยนี้จะเป็นการนำเส้นกกไปย้อมด้วยสีธรรมชาติจากมังคุด มะเกลือและครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเสื้อจันทบุรี โดยเฉพาะมังคุดซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของจังหวัดจันทบุรี คณะผู้วิจัยมีความมุ่งหวังที่จะนำการย้อมกกด้วยสีธรรมชาติมาเพิ่มคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์เสื้อจันทบุรี และนำไปเผยแพร่สู่กลุ่มผู้ผลิตเสื้อจันทบุรีในท้องถิ่นต่อไป

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3. วิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยตามแผนผังการวิจัย แสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังการวิจัย

23. 3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างมีรายละเอียดดังนี้

24. 3.2 วัสดุ และ สารเคมีที่ใช้

1. เส้นกักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้มาจากบ้านเสม็ดงาม อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เป็นกกพันธุ์กกกลม โดยจักหรือผ่าเส้นกักแยกออกเป็น 4 เส้นจากต้นกก 1 ต้น
2. สีธรรมชาติ ได้แก่ มะเกลือ ครึ่ง และใบมังคุด
3. น้ำปราศจากอื้ออน (Distilled water)

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) บริษัท Prova Chem
5. เฟอรัสซัลเฟต (FeSO₄) บริษัท Loba Chemie
6. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) บริษัท Carlo Erba
7. โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต (AlK(SO₄)₂) บริษัท Loba Chemie
8. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)₂)

25. 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องบด (Phillip รุ่น HR2115/02)
2. เครื่องชั่งดิจิตอล (Okas รุ่น Pioneer)
3. เครื่องวัดสี (Datacolor รุ่น Datacolor 500)
4. เครื่องทดสอบความคงทนต่อการขัดถู (Crock meter)

26. 3.4 การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การทดลองเตรียมเส้นกกเพื่อย้อมสีธรรมชาติ

นำเส้นกกตัดความยาวที่ 10 เซนติเมตร ล้างน้ำทำความสะอาด เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 (w/w) เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารละลายต่างที่ใช้ฟอกผิวเส้นใย แล้วนำเส้นกกแช่ในสารละลายต่างที่เตรียมไว้ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (1 คืน) จากนั้นล้างน้ำเพื่อกำจัดโซเดียมไฮดรอกไซด์ ออกจากเส้นใยกกจนน้ำสุดท้ายมีค่า pH เป็นกลาง แล้วตากเส้นกกให้แห้ง

จากนั้นนำเส้นกกที่ฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ความเข้มข้น ไปย้อมด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือเพื่อดูผลของการฟอกผิวเส้นกกว่าความเข้มข้นใดเหมาะสมที่จะใช้เพื่อการฟอกกำจัดแว็กซ์ที่เคลือบผิวกกออก เพื่อทดสอบความสามารถในการติดสีของเส้นกกที่ผ่านการฟอกด้วยต่างที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

3.4.2 ทดลองสกัดสีจากวัสดุธรรมชาติ

การสกัดสีจากวัสดุธรรมชาติงานวิจัยนี้ทำการสกัดจากวัสดุธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ ใบมังคุด ครั่ง และมะเกลือ

การสกัดสีใบมังคุด

การสกัดสีจากใบมังคุดเริ่มจากการล้างทำล้างใบมังคุดสดให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ต้มด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของใบมะม่วงต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 10 (ใบมังคุด 10 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร) ต้มด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กรองด้วยตะแกรงตาถี่และกรองด้วยผ้าขาวบาง

การสกัดสีครั้ง

การสกัดสีย้อมธรรมชาติจากครั้งโดยการบดครั้งให้ละเอียดแล้วแช่ด้วยน้ำปราศจากอ็อกซิเจนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง อัตราส่วนโดยน้ำหนักของครั้งต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 10 (ครั้ง 10 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร) ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (นนทลี, 2543) กรองด้วยตะแกรงตาถี่และกรองด้วยผ้าขาวบาง

การสกัดสีมะเกลือ

การสกัดสีย้อมธรรมชาติจากมะเกลือใช้มะเกลือดิบต่อน้ำดำหยาบๆ สกัดด้วยน้ำ อัตราส่วนโดยน้ำหนักของมะเกลือต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 5 (มะเกลือ 10 กรัมต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร) ทำการสกัดโดยไม่ใช้ความร้อน ขยี้เนื้อมะเกลือจนทั่ว แล้วกรองด้วยตะแกรงตาถี่และกรองด้วยผ้าขาวบาง

3.4.3 การย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติและสารมอร์แดนต์

การศึกษาการย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติและสารมอร์แดนต์ เนื่องจากสีย้อมธรรมชาติเป็นสีที่ละลายน้ำได้ง่ายการที่จะทำให้คุณสมบัติของสีให้มีความคงทนสูงขึ้นจึงนิยมเพิ่มขั้นตอนการทำปฏิกิริยากับสารมอร์แดนต์ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้มอร์แดนต์ 3 ชนิดได้แก่ เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4), โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) และน้ำปูนใส ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

ขั้นตอนการย้อมเลือกใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำย้อมต่อเส้นกก เท่ากับ 50:1 ศึกษาผลการย้อมโดยการใส่สารมอร์แดนต์ในลำดับขั้นตอนการย้อมที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ก่อนย้อม พร้อมย้อมและ หลังย้อม โดยใช้สารมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นโดยน้ำหนักที่ 2.0%

a) ย้อมเส้นกกด้วยสีมะเกลือ มีขั้นตอนการย้อมดังนี้

การย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี

1. เตรียมเฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) ความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml.
2. นำเส้นกกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. แช่ในสารละลาย FeSO_4 ที่เตรียมไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. นำเส้นนกที่ได้แช่ในน้ำสกัดสีมะเกลือที่เตรียมไว้ (จากการสกัดอัตราส่วนมะเกลือต่อน้ำกลั่นที่ 1 ต่อ 1) ปริมาณ 500 ml. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วตากให้แห้ง ทำซ้ำ 4 ครั้งโดยย้อมซ้ำในสารสกัดสีมะเกลือเดิม

การย้อมมอร์แดงพร้อมการย้อมสี

1. นำน้ำสกัดสีมะเกลือที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. เติมเฟอร์รัสซัลเฟต(FeSO_4) ความเข้มข้น 20% 50ml
2. นำเส้นนกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. แช่เวลา 3 ชั่วโมง แล้วตากให้แห้ง ทำซ้ำ 4 ครั้ง โดยย้อมซ้ำในสารสกัดสีมะเกลือเดิม

การย้อมมอร์แดงหลังการย้อมสี

1. นำเส้นนกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. แช่ในน้ำสีมะเกลือที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วตากให้แห้ง ทำซ้ำ 4 ครั้ง โดยย้อมซ้ำในสารสกัดสีมะเกลือเดิม
2. เตรียมเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) ความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml. แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วตากให้แห้ง

b) ย้อมเส้นนกด้วยสีจากครั่ง มีขั้นตอนการย้อมดังนี้

การย้อมมอร์แดงก่อนการย้อมสี

1. เตรียมสารละลาย FeSO_4 น้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml.
2. นำเส้นนกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. แช่ในสารละลายที่เตรียมไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. นำน้ำสกัดสีครั้งที่เตรียมไว้ (จากการสกัดอัตราส่วนครั้งต่อน้ำกลั่นที่ 1 ต่อ 10) ปริมาณ 500 ml. ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
4. นำเส้นนกกลย้อมเป็นเวลา 45 นาที ตากให้แห้ง

การย้อมมอร์แดงพร้อมการย้อมสี

1. นำน้ำสีครั้งที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. เติมน้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 20% 50 ml นำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2. นำเส้นนกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. ลงย้อมเป็นเวลา 45 นาที ตากให้แห้ง

การย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสี

1. นำน้ำสีครั้งที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2. นำเส้นกกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. ลงย้อมเป็นเวลา 45 นาที
3. เตรียมน้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml. แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตากให้แห้ง

c) ย้อมเส้นกกด้วยสีจากใบมังคุด มีขั้นตอนการย้อมดังนี้

การย้อมสีเส้นกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุด ผู้วิจัยเลือกไม่ทำปฏิกิริยากับมอร์แดนต์ FeSO_4 เนื่องจากผลการย้อมจะให้สีเทาออกดำซึ่งไม่ให้ความคุ้มค่าของการใช้สารสกัดสีจากใบมังคุด

การย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี

1. เตรียมน้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml.
2. นำเส้นกกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. แช่ในสารละลายที่เตรียมไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. นำน้ำสีใบมังคุดที่เตรียมไว้ (จากการสกัดอัตราส่วนใบมะม่วงต่อน้ำกลั่นที่ 1 ต่อ 5) ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
4. นำเส้นกกลงย้อมเป็นเวลา 45 นาที ตากให้แห้ง

การย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี

1. นำน้ำสีใบมังคุดที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. เติมน้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 2% ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2. นำเส้นกกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. ลงย้อมเป็นเวลา 45 นาที ตากให้แห้ง

การย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสี

1. นำน้ำสีใบมังคุดที่เตรียมไว้ ปริมาณ 500 ml. ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2. นำเส้นกกที่ผ่านการฟอกแล้ว 10 g. ลงย้อมเป็นเวลา 45 นาที
3. เตรียมน้ำปูนใสหรือสารส้มความเข้มข้น 2% ปริมาณ 500 ml. แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตากให้แห้ง

3.4.4 การวัดค่าสี

เพื่อเปรียบเทียบผลการย้อม และการศึกษาคุณสมบัติค่าความคงทนของสีย้อม การวัดค่าสีด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยใช้การอ่านค่า CIE Lab และ ค่า Reflectance ในการระบุค่าสี K/S (Color Strength) โดยการนำเส้นกนกมาเรียงติดกาวต่อกันบนแผ่นกระดาษให้ชิดกัน และนำไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer

3.4.5 การทดสอบความคงทนของสีและการประเมินผล

3.4.5.1 การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

ทดสอบหาปริมาณของสีที่เคลื่อนตัวจากผิวหน้าของวัสดุสิ่งทอที่มีสีไปยังผิวหน้าของวัสดุอื่น โดยวิธีการขัดถูด้วยการใช้ผ้าขาวแห้งและผ้าขาวเปียกมาขัดถูกับชิ้นทดสอบ หลังจากชิ้นทดสอบผ่านการขัดถูเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินผลที่ผ้าขาวที่เอามาถูกับชิ้นทดสอบโดยการสังเกตสีที่หลุดติดมาบนผ้าขาวเทียบกับผ้าสีตัวอย่างที่เรียกว่า เกรย์สเกล เป็นการประเมินรอยปนเปื้อนสีต่อวัสดุอื่นว่าอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งวิธีทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูเป็นวิธีที่ใช้ทดสอบสำหรับสิ่งทอทุกชนิดที่อยู่ในรูปของเส้นด้าย ผ้า หรือสิ่งทอที่ใช้ปูพื้น ในการวัดค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูในการวิจัยนี้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-X12:2001 Colour fastness to rubbing

3.4.5.2 การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

เป็นการทดสอบหาความซีดจางจากวัสดุสิ่งทอทุกชนิด ว่ามีความคงทนต่อแสงมากน้อยต่างกันอย่างไร โดยให้ชิ้นงานตัวอย่างสัมผัสกับแสงแดด (Natural Daylight D₆₅) ตามเวลาที่กำหนด โดยค่าความคงทนของสีต่อแสงหรือ LF มีค่าอยู่ระหว่าง LF1 คือค่าต่ำสุดไปจนถึง LF8 คือค่าสูงสุด ซึ่งค่าที่ยอมรับได้คืออยู่ระหว่างระดับ 4 – 5 ขึ้นไป ในการวัดค่าความคงทนของสีต่อแสงในการวิจัยนี้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-B02 : 1994/ Amd 1: 1998 Colour Fastness to artificial light : Xenon arc fading

3.4.6 การทดสอบการต้านแบคทีเรีย

การทดสอบการยับยั้ง *E. coli* และ *S. aureus* ของเส้นกนกย้อมสีธรรมชาติ ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์จากหัวเชื้อจุลินทรีย์แช่แข็ง โดยขีดเชื้อลงบนอาหารแข็ง NA แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง
2. ย้ายโคโลนีเดี่ยวลงอาหารเหลว NA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ให้มีความขุ่นเท่ากับ 0.5 McFarland
3. เก็บตัวอย่างสารแขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ที่เวลาเริ่มต้น ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร แล้วนำไปเจือจางเชื้อที่ความเข้มข้น 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} และ 10^{-6} ในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB ปริมาตร 9.9 มิลลิลิตร และ

กระจายเชื้อลงบนอาหารแข็ง NA ที่ความเข้มข้น 10^{-5} และ 10^{-6} นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนับโคโลนีที่ได้เพื่อในไปคำนวณหาความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/ml) ที่เวลาเริ่มต้น

4. ใส่ตัวอย่าง 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลองที่มีสารแขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ที่เวลาเริ่มต้นปริมาตร 9.9 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
5. เก็บตัวอย่างสารแขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร แล้วนำไปเจือจางเชื้อที่ความเข้มข้น 10^{-2} 10^{-4} 10^{-6} และ 10^{-8} ในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB
6. นำตัวอย่างสารแขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้น 10^{-6} และ 10^{-8} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ไปกระจายเชื้อลงบนอาหารแข็ง NA แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับโคโลนีที่ได้ คำนวณ CFU/ml และ %Reduction

วิธีการคำนวณ

$$\frac{CFU}{ml} = \frac{\text{no. of colonies} \times \text{dilution factor}}{\text{volume of culture plate}}$$

$$\%Reduction = \frac{(\frac{CFU}{ml} \text{ of control}_{4h} - \frac{CFU}{ml} \text{ of control}_{0h}) - (\frac{CFU}{ml} \text{ of sample}_{4h} - \frac{CFU}{ml} \text{ of sample}_{0h})}{(\frac{CFU}{ml} \text{ of control}_{4h} - \frac{CFU}{ml} \text{ of control}_{0h})} \times 100$$

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4 ผลการทดลอง

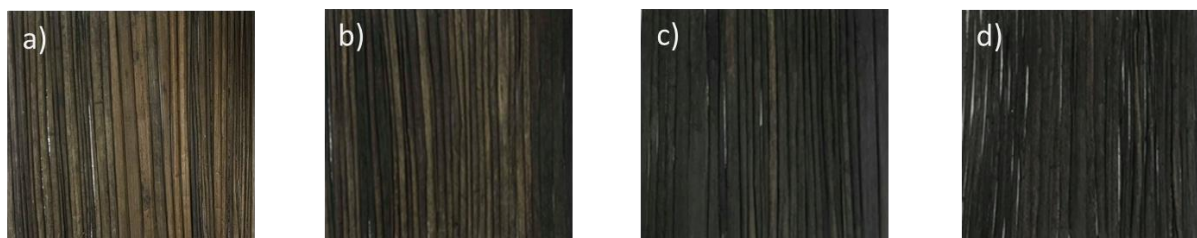
27. 4.1 เตรียมเส้นกกเพื่อย้อมสีธรรมชาติ

พบว่าเส้นกกที่ได้เมื่อสังเกตด้วยตามีสีเหลืองเข้มขึ้น และมีสีออกคล้ำหรือดำขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 เส้นใยกกที่ผ่านการฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (w/w) ร้อยละ a) 0.1, b) 0.2, c) 0.3, d) 0.4

จากนั้นนำเส้นกกที่ฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ความเข้มข้น ไปย้อมด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือเพื่อดูผลของการฟอกผิวเส้นกกว่าความเข้มข้นใดเหมาะสมที่จะใช้เพื่อการฟอกกำจัดแว็กซ์ที่เคลือบผิวกกออก พบว่าผลการย้อมสีเส้นกกดังแสดงในรูปที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 เส้นใยกกย้อมด้วยสีจากมะเกลือ โดยที่เส้นใยกกผ่านการฟอกผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (w/w) ร้อยละ a) 0.1, b) 0.2, c) 0.3, d) 0.4

จากภาพที่ 4.2 พบว่า การฟอกผิวเส้นกกที่ส่งผลต่อการย้อมสีด้วยมะเกลือที่เหมาะสมนั้น ควรเลือกใช้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (w/w) ร้อยละ 0.3 เนื่องจากที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.3% สีจะไม่ค่อยติดบนเส้นกก ส่วนที่ความเข้มข้น 0.4% จะทำให้เส้นกกแข็ง เปราะ และมีลักษณะ โค้งงอไม่เหมาะที่จะนำไปทอเป็นเสื้อผ้า

28. 4.2 การสกัดสารให้สีจากผลมะเกลือ ครั้ง และใบมังคุด

a) การสกัดสีมะเกลือ

การสกัดสารสีจากผลมะเกลือทำโดยใช้มะเกลือ(ตองน้ำ) เริ่มจากนำมะเกลือตองน้ำมาตำให้ได้เนื้อหยาบๆ เติมน้ำกลั่นอัตราส่วนมะเกลือต่อน้ำกลั่นที่ 1 ต่อ 1 (มะเกลือ 10 กรัมต่อน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) สกัดโดยไม่ใช้ความร้อน แล้วกรองด้วยตะแกรงตาถี่กรองเอาเนื้อมะเกลือออก จะได้สารสกัดสีจากผลมะเกลือมีลักษณะเป็นนมสีเทา ดังแสดงในรูปที่ 4.3 นอกจากนี้มีข้อสังเกตพบว่าสีสกัดจากมะเกลือที่ได้ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเนื่องจากสารสกัดสีมะเกลือจะเกิดการออกซิไดซ์กับอากาศกลายเป็นสีดำและตกตะกอนได้ง่าย จึงต้องสกัดตามความจำเป็นต่อการย้อมแต่ละครั้ง



ภาพที่ 4.3 แสดงการสกัดสีจากผลมะเกลือ(ตองด้วยน้ำ) ผลมะเกลือตำและแช่ในน้ำ กรองเอากากออก และสารสกัดสีจากผลมะเกลือ เรียงจากซ้ายไปขวา

b) การสกัดสีครั้ง

การสกัดสารสีจากครั้ง เริ่มจากการล้างทำความสะอาดครั้งดิบเอาฝุ่นและเศษสิ่งสกปรกออกด้วยน้ำสะอาดก่อนแล้วนำไปผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำไปปั่นให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า นำครั้งบดละเอียดแช่น้ำกลั่นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง อัตราส่วนครั้งต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1 ต่อ 10 (ครั้ง 10 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) สกัดแบบใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นแยกยางครั้งออกจากน้ำสกัดสีครั้ง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางจะได้สารละลายสีแดงเข้มดังแสดงในรูปที่ 4 การเก็บรักษาน้ำสกัดสีจากครั้งสามารถเก็บไว้ได้ด้วยการแช่เย็นเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.4 แสดงการสกัดสีจากครั้ง เริ่มจากรังครั้ง ล้างทำความสะอาดแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ต้มสกัดสีที่ 90°C 30 นาที และ สารสกัดสีจากครั้ง เรียงจากซ้ายไปขวา

c) การสกัดสีจากใบมังคุด

การสกัดสีจากใบมังคุด เริ่มจากการล้างใบมังคุดสดให้สะอาดแล้วตากให้แห้ง นำไปหั่นเป็นชิ้นเล็ก ต้มให้เดือดด้วยไฟอ่อน เติมน้ำอัตราส่วนโดยน้ำหนักใบมังคุดต่อน้ำกลั่นที่ 1 ต่อ 5 (ใบมังคุด 10 กรัมต่อน้ำ 50 มิลลิตร) สกัดโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นกรองด้วยตะแกรงตาถี่ และกรองด้วยผ้าขาวบางอีกรอบ จะได้น้ำสกัดจากใบมังคุดสีส้มเข้ม น้ำสกัดสีจากใบมังคุดที่ได้จะเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 4



ภาพที่ 4.5 แสดงการสกัดสีจากใบมังคุด เริ่มจากล้างทำความสะอาดมังคุด นำใบมังคุดไปหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ต้มสกัดสีที่ 90°C 90 นาที และ สารสกัดสีจากใบมังคุด เรียงจากซ้ายไปขวา

4.3 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสีธรรมชาติและสารมอร์แดนต์

ตารางที่ 4.1 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ เมื่อใส่สารมอร์แดนต์ต่างชนิด (FeSO_4 , $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนต์ที่แตกต่างกัน

มอร์แดนต์	มอร์แดนต์ก่อนย้อมสี	มอร์แดนต์พร้อมย้อมสี	มอร์แดนต์หลังย้อมสี
เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4)			
โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$)			
น้ำปูนใส $\text{Ca}(\text{OH})_2$			

4.3.1 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ

จากตารางที่ 4.1 พบว่ามอร์แดนต์ที่ช่วยให้ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ เพื่อให้ได้สีดำเข้มคือ เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) และลำดับการใส่มอร์แดนต์ควรใส่หลังการย้อมด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ

4.3.2 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากครั่ง

จากตารางที่ 4.2 พบว่ามอร์แดนต์ที่ช่วยให้ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้สีแดงเข้มคือ น้ำปูนใส ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) และลำดับการใส่มอร์แดนต์ควรใส่พร้อมการย้อมด้วยสารสกัดสีจากครั่ง

4.3.3 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่ามอร์แดนต์ที่ช่วยให้ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดจากใบมังคุด เพื่อให้ได้สีแดงสดคือ น้ำปูนใส ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) และลำดับการใส่มอร์แดนต์ควรใส่พร้อมการย้อมด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด ส่วนผลการย้อมที่ใช้ลำดับการใส่มอร์แดนต์หลังการย้อมด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด จะให้สีแดงออกคล้ำ (ผสมเฉดดำ)

ตารางที่ 4.2 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากครั้ง เมื่อใส่สารมอร์แดนต์ต่างชนิด (FeSO_4 , $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนต์ที่แตกต่างกัน

มอร์แดนต์	มอร์แดนต์ก่อนย้อมสี	มอร์แดนต์พร้อมย้อมสี	มอร์แดนต์หลังย้อมสี
เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4)			
โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$)			
น้ำปูนใส $\text{Ca}(\text{OH})_2$			

ตารางที่ 4.3 ผลการย้อมเส้นกกด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด เมื่อใส่สารมอร์แดนต์ต่างชนิด ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ หรือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) และมีลำดับการใส่มอร์แดนต์ที่แตกต่างกัน

มอร์แดนต์	มอร์แดนต์ก่อนย้อมสี	มอร์แดนต์พร้อมย้อมสี	มอร์แดนต์หลังย้อมสี
เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4)			
โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$)			
น้ำปูนใส $\text{Ca}(\text{OH})_2$			

29. 4.4 ผลการวัดค่าสีเส้นกกย้อมสีธรรมชาติ

เมื่อได้เส้นกกย้อมสีธรรมชาติด้วยวิธีการต่างๆแล้ว นำเส้นกกมาเตรียมให้เป็นชิ้นตัวอย่างเพื่อนำไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer Datacolor 550

4.4.1 ผลการวัดค่าสีจากกกย้อมด้วยสารสกัดสีจากมะเกลือ

ตารางที่ 4.4 ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากมะเกลือด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	CIE L*a*b*				
		L*	a*	b*	K/S	
-	No mordant	33.86	1.01	9.18	12.20	
Ca(OH) ₂	Pre-mordant	42.30	9.85	27.71	14.05	
	Meta-mordant	43.60	10.43	29.40	14.13	
	Post-mordant	43.89	9.85	28.77	13.84	
AlK(SO ₄) ₂	Pre-mordant	33.56	6.85	15.65	14.63	
	Meta-mordant	41.53	5.99	18.86	12.29	
	Post-mordant	34.12	6.93	15.72	14.45	
FeSO ₄	Pre-mordant	28.77	4.83	10.39	14.67	
	Meta-mordant	33.81	5.22	13.64	13.32	
	Post-mordant	24.74	1.24	3.69	13.69	

4.4.2 ผลการวัดค่าสีจากกกย้อมด้วยสารสกัดสีจากครั้ง

ตารางที่ 4.5 ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากครั้งด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	CIE L*a*b*				
		L*	a*	b*	K/S	
-	No mordant	43.11	7.07	18.14	14.26	
Ca(OH) ₂	Pre-mordant	43.46	10.80	18.96	12.53	
	Meta-mordant	46.73	7.16	23.28	13.77	
	Post-mordant	44.81	7.98	19.98	14.04	
AlK(SO ₄) ₂	Pre-mordant	48.21	10.66	26.38	13.26	
	Meta-mordant	29.16	19.91	9.16	14.94	
	Post-mordant	48.03	6.24	22.32	13.31	
FeSO ₄	Pre-mordant	23.66	3.39	5.60	16.10	
	Meta-mordant	28.01	4.39	9.48	15.18	
	Post-mordant	31.70	4.18	11.32	13.91	

4.4.3 ผลการวัดค่าสีจากกกย้อมด้วยสารสกัดสีจากใบมังคุด

ตารางที่ 4.6 ผลการย้อมเส้นกกสีธรรมชาติจากใบมังคุดด้วยมอร์แดนท์ทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีย้อมแตกต่างกัน

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	CIE L*a*b*				
		L*	a*	b*	K/S	
-	No mordant	50.42	4.90	26.88	12.42	
Ca(OH) ₂	Pre-mordant	48.37	8.90	29.18	12.60	
	Meta-mordant	46.19	7.97	28.22	13.47	
	Post-mordant	37.33	13.11	22.88	13.97	
AlK(SO ₄) ₂	Pre-mordant	36.05	25.24	17.48	13.35	
	Meta-mordant	28.83	12.54	11.14	14.45	
	Post-mordant	25.14	7.11	5.65	14.67	
FeSO ₄	Pre-mordant	23.48	3.69	5.53	16.02	
	Meta-mordant	24.48	1.88	4.59	14.74	
	Post-mordant	26.39	1.84	6.26	14.88	

4.4.4 สรุปผลการเลือกวิธีการย้อม

จากค่าสีที่วัดได้ด้วยเครื่อง สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ แสดงในตารางที่ 4.4-ตารางที่ 4.6 และวิธีการย้อมที่เลือกจากการสังเกตจากสีที่ได้สรุปได้ว่าค่าสีที่อ่านได้จากเครื่องนั้น ไม่สามารถนำค่า Color Strength (K/S) มาเปรียบเทียบกันได้นี้เนื่องจาก ค่า K/S สูงที่สุดของแต่ละสีไม่ได้อยู่ที่ค่าความยาวคลื่นเดียวกัน และ ค่า CIE L*a*b* ที่วัดได้เป็นค่าผสมของทุกแกนสีจึงเปรียบเทียบกันไม่ได้ จึงเลือกนำเอาค่าสีที่วัดได้ของวิธีที่ถูกเลือกจากการทดลองข้างต้นมานำเสนอ

a) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น จากตารางที่ 4.4 จะสรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 จะให้ผลการย้อมได้สีดำดีที่สุด ได้ค่าสี CIE L*a*b* และ K/S ตามลำดับดังนี้ 24.74, 1.24, 3.69 และ 13.69

b) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น จากตารางที่ 4.5 จะสรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ จะให้ผลการย้อมได้เฉดสีแดงดีที่สุด ได้ค่าสี CIE L*a*b* และ K/S ตามลำดับดังนี้ 29.16, 19.91, 9.16 และ 4.96

c) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น จากตารางที่ 4.6 จะสรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 จะให้ผลการย้อมได้สีดำดีที่สุด ได้ค่าสี CIE L*a*b* และ K/S ตามลำดับดังนี้ 26.39, 1.84, 6.26 และ 14.88

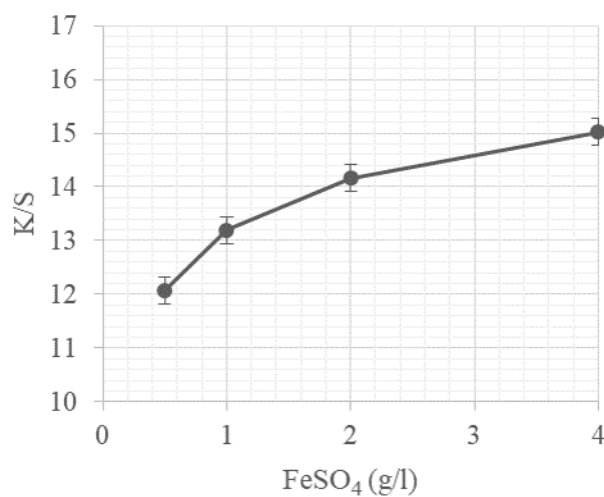
d) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น เลือกจากตารางที่ 4.6 Meta mordant ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ จะให้ผลการย้อมได้เฉดสีแดงดีที่สุด ได้ค่าสี CIE L*a*b* และ K/S ตามลำดับดังนี้ 46.19, 7.97, 28.22 และ 13.47

จากผลการย้อมจะเห็นว่าสีสกัดจากใบมังคุดสามารถย้อมให้ได้ทั้งเฉดสีดำและแดง โดยการเปลี่ยนสารมอร์แดนท์ และ ลำดับการย้อม

4.5 ผลการศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ในการย้อม

4.5.1 ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ในการย้อมสีธรรมชาติจากมะเกลือ

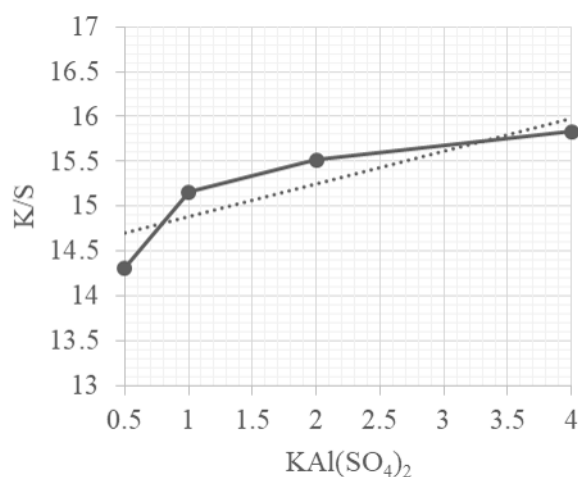
การศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารมอร์แดนท์ FeSO_4 ในการย้อมสีธรรมชาติจากมะเกลือโดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ที่ 0.5, 1, 2 และ 4 กรัมต่อลิตร ได้ผลแสดงในภาพที่ 4.6



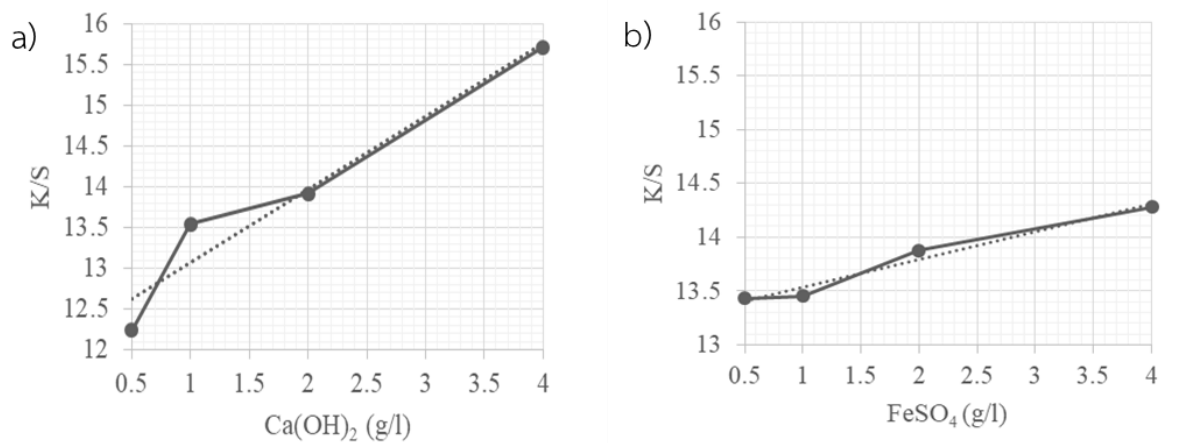
ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบ Color Strength (K/S) จากการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) เป็นมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสารสีกัดมะเกลือ

4.5.2 ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนต์ในการย้อมสีธรรมชาติจากครั่ง

การศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารมอร์แดนต์ $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ในการย้อมสีธรรมชาติจากครั่ง โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารมอร์แดนต์ที่ 0.5, 1, 2 และ 4 กรัมต่อลิตร ได้ผลแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบ Color Strength (K/S) จากการใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) เป็นมอร์แดนต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสารสีกัดครั่ง



ภาพที่ 4.8 ผลของค่า (K/S) จากการใช้ a) น้ำปูนใส (Ca(OH)_2) และ b) เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) เป็นมอร์แดนท์ ที่ความเข้มข้นต่างกัน ในการย้อมเส้นกกด้วยสีคราม

4.5.3 ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ในการย้อมสีธรรมชาติจากใบมังคุด

การศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารมอร์แดนท์ น้ำปูนใส (Ca(OH)_2) และ FeSO_4 ในการย้อมสีธรรมชาติจากใบมังคุด โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ที่ 0.5, 1, 2 และ 4 กรัมต่อลิตร ได้ผลแสดงในภาพที่ 4.8

4.5.3 สรุปผลการเลือกความเข้มข้นของมอร์แดนท์ที่เหมาะสมในการย้อมสีธรรมชาติ

- การย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น ปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) ที่เหมาะสมในการย้อมจากภาพที่ 4.6 คือ 2 กรัมต่อลิตร
- การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น ปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{AlK(SO}_4)_2$) ที่เหมาะสมในการย้อมจากภาพที่ 4.7 คือ 2 กรัมต่อลิตร
- การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น ปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) ที่เหมาะสมในการย้อมจากภาพที่ 4.8 คือ 2 กรัมต่อลิตร
- การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น ปริมาณความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์ น้ำปูนใส (Ca(OH)_2) ที่เหมาะสมในการย้อมจากภาพที่ 4.7 คือ 4 กรัมต่อลิตร

4.5.4 สรุปผลการคัดเลือกวิธีย้อมที่เหมาะสม

a) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

b) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดง สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

c) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

d) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

4.6 ผลการทดสอบความคงทนของสีและการประเมินผล

4.6.1 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสง

ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสง แสดงในตารางที่ 4.7-4.9

ตารางที่ 4.7 ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีมะเกลือ

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	ความคงทนของสีต่อการขัดถู		ความคงทนของสี
		แห้ง	เปียก	ต่อแสง
ไม่ใช้มอร์แดนท์ FeSO_4	Direct	4-5	4-5	4
	Pre-mordant	4-5	4-5	>4
	Meta-mordant	4-5	4	>4
	★ Post-mordant	4-5	4-5	>4

ตารางที่ 4.8 ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีครั่ง

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	ความคงทนของสีต่อการขัดถู		ความคงทนของสี
		แห้ง	เปียก	ต่อแสง
ไม่ใช้มอร์แดนท์ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	Direct	5	3-4	4
	Pre-mordant	4-5	2-3	4
	★ Meta-mordant	4	2	>4
	Post-mordant	4-5	4	>4
FeSO_4	Pre-mordant	3-4	4	>4
	Meta-mordant	3	3-4	>4
	Post-mordant	3	3	>4

ตารางที่ 4.9 ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสงของเส้นกกย้อมสีใบม้งชุด

มอร์แดนท์	วิธีย้อม	ความคงทนของสีต่อการขัดถู		ความคงทนของสี
		แห้ง	เปียก	ต่อแสง
ไม่ใช้มอร์แดนท์ Ca(OH)_2	Direct	4-5	4-5	>4
	Pre-mordant	4	3-4	>4
	★ Meta-mordant	4	3-4	>4
	Post-mordant	4-5	3	>4
FeSO_4	Pre-mordant	4-5	3	>4
	Meta-mordant	2	1	>4
	★ Post-mordant	4-5	2-3	>4

4.6.2 สรุปผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนของสีต่อแสง

a) ความคงทนของสีของเส้นกกย้อมสีมะเกลือ ด้วยวิธี ด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 มีความคงทนของสีต่อการขัดถูทั้งขณะแห้งและเปียกอยู่ในระดับ ดีถึงดีมาก และความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับมากกว่า 4

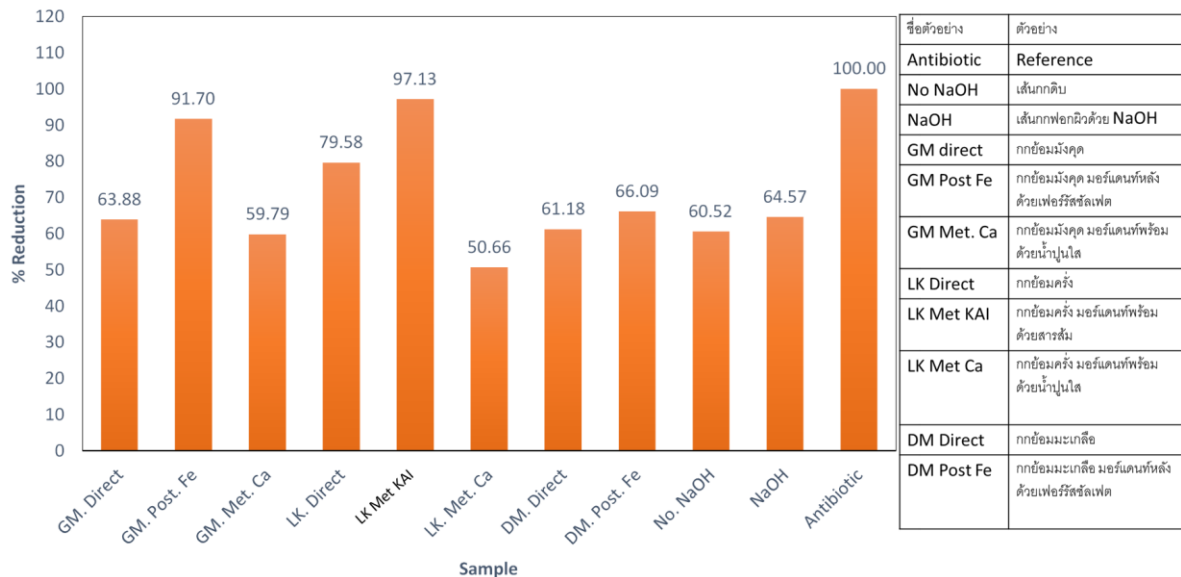
b) ความคงทนของสีของเส้นกกย้อมสีครั้ง ด้วยวิธี ด้วย Meta mordant ด้วย $\text{KAl(SO}_4)_3$ มีความคงทนของสีต่อการขัดถูขณะแห้งอยู่ในระดับ ดี และเปียกอยู่ในระดับพอใช้ และความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับมากกว่า 4

c) ความคงทนของสีของเส้นกกย้อมสีใบม้งชุด ด้วยวิธี Post mordant ด้วย FeSO_4 มีความคงทนของสีต่อการขัดถูขณะแห้งอยู่ในระดับ ดีถึงดีมาก และเปียกอยู่ในระดับพอใช้ถึงปานกลาง และความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับมากกว่า 4

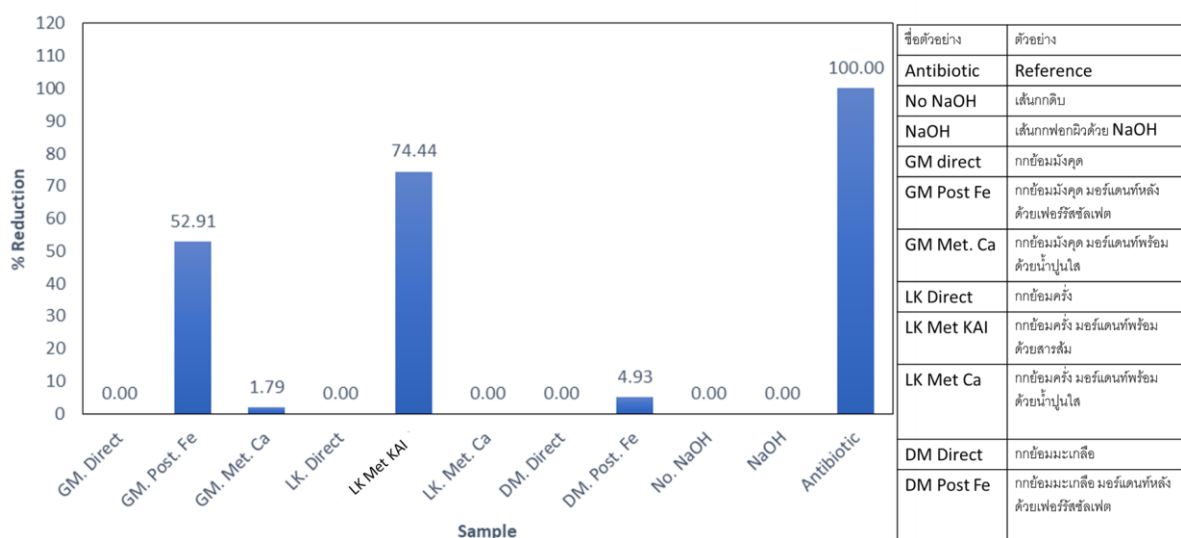
d) ความคงทนของสีของเส้นกกย้อมสีใบม้งชุด ด้วยวิธี Meta mordant ด้วย Ca(OH)_2 FeSO_4 มีความคงทนของสีต่อการขัดถูขณะแห้งอยู่ในระดับ ดีถึงดีมาก และเปียกอยู่ในระดับปานกลางถึงดี และความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับมากกว่า 4

4.6.3 ผลการทดสอบการต้านแบคทีเรีย

การทดสอบการยับยั้ง *E. coli* และ *S. aureus* ของเส้นกักย้อมสีธรรมชาติ แสดงในภาพที่ 4.9-4.10



ภาพที่ 4.9 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* หลังเติมสารตัวอย่าง ที่เวลา 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.10 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* หลังเติมสารตัวอย่าง ที่เวลา 4 ชั่วโมง

ความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* (gram negative bacteria) ของกักย้อมสีจากสารสกัด มังคุด มะเกลือและครึ่ง วัดผลจากร้อยละการลดลงของจำนวนแบคทีเรียเทียบกับผลของ antibiotic (neen

oil) แสดงในภาพที่ 4.9 ผลการทดลองพบว่า เส้นกักย้อมสีธรรมชาติตามวิธีที่เลือกได้ค่าการต้านทานเชื้อ *E. coli* ที่มากกว่า 50% reduction percents in total count of bacteria associated with antibiotic.

ความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (gram positive bacteria) ของกักย้อมสีจากสารสกัดมังคุด มะเกลือและครั่ง วัดผลจากร้อยละการลดลงของจำนวนแบคทีเรียเทียบกับผลของ antibiotic แสดงในภาพที่ 4.10 ผลการทดลองพบว่า เส้นกักย้อมสีธรรมชาติตามวิธีที่เลือกได้ค่าการต้านทานเชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างที่ย้อมด้วยใบมังคุด มอร์แดนต์หลังด้วย เพอร์รัสซัลเฟต และตัวอย่างที่ย้อมด้วยครั่ง มอร์แดนต์พร้อมด้วยสารส้ม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

30. 5.1 สรุปผลการวิจัย

การย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มีหลักการสำคัญ 3 เรื่อง

5.1.1 การเตรียมเส้นกกก่อนย้อม ต้องกำจัดแว็กซ์บริเวณผิวกกออกก่อนด้วยสารละลายต่างในวิจัยนี้เช่นในสารละลาย NaOH 0.3% (w/w) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

5.1.2 การเลือกสีย้อมธรรมชาติที่เหมาะสม สีย้อมควรจะย้อมติดสีให้สีเข้มพอสมควร และสามารถฟอกสีได้ด้วยการมอร์แดนต์ ด้วยสารมอร์แดนต์และลำดับการใส่มอร์แดนต์ที่เหมาะสมในการศึกษานี้สรุปได้ว่า

a) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากผลมะเกลือเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

b) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากครั่งเพื่อให้ได้เฉดสีแดง สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

c) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีดำนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Post mordant ด้วย FeSO_4 ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

d) การย้อมกกด้วยสีสกัดจากใบมังคุดเพื่อให้ได้เฉดสีแดงนั้น สรุปได้ว่าวิธีการย้อมด้วย Meta mordant ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร

5.1.3 คุณสมบัติของเส้นกีย้อมสีธรรมชาติ

คุณสมบัติของกีย้อมสีเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทราบก่อนจะนำเส้นกีย้อมสีเหล่านี้ไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับสินค้าพรีเมียม คุณสมบัติสำคัญที่ควรจะได้รับการยืนยันว่าอยู่ในเกณฑ์มีคุณภาพที่ดีได้แก่ ความคงทนของสีต่อการขัดถู ความคงทนของสีต่อแสง และ ความสามารถในการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งตัวอย่างที่ย้อมจากวิธีย้อมที่ได้เลือกมาข้างต้นมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่จะนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ ความคงทนของสีทั้งสองเรื่องอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนการต้านเชื้อแบคทีเรียนั้นพบว่าเส้นกีย้อมสีด้วยวิธีดังกล่าวส่วนใหญ่จะต้านเชื้อ E. Coli (gram negative bacteria) ได้ดีกว่า เชื้อ S. aureus (gram positive bacteria).

31. 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 กลุ่มเกษตรกรทอเสื้อจันทบูร บ้านเสม็ดงามมีทักษะที่ดีในการทอ และย้อม แต่ยังขาดทักษะในการเย็บและการออกแบบขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเสื้อผ้ามียอดการใช้ลดลง การพัฒนาสินค้าในรูปแบบอื่นเช่น กระเป๋า หรือของใช้ในบ้าน น่าจะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากกว่า จึงมีความเห็นว่าควรมีการพัฒนาทางด้านนี้ต่อไป

5.2.2 กลุ่มเกษตรกรทอเสื้อจันทบูร บ้านเสม็ดงามควรมีการรวมตัวและพัฒนาศูนย์กลางในการผลิต เช่นทำโรงย้อมที่ประหยัดพลังงานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนากระบวนการย้อมให้ได้มาตรฐานและ มีการเติบโตที่ยั่งยืนเพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

33.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- A Saravana Ganthi, M Yogaraj, & Subramanian, M. P. S. (2008). Indigenous knowledge on natural dyeing of Korai grass mat in Pattamadai, Tirunelveli district, Tamil Nadu. *Natural Product Radiance*, 8(5), 542-545.
- Ahmad, W. Y. W., Razis Rahim, Mohd Rozi Ahmad, Muhammad Ismail Abdul Kadir, & Misnon, M. I. (2011). The Application of Gluta Apter Wood (Rengas) as Natural Dye on Silk and Cotton Fabrics. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 1(4), 545-551.
- Anonymous. (2002). *AATCC Review* (Vol. 2). Raleigh Triangle Park: NC : American Association of Textile Chemists and Colorists.
- Azzam, R., Spagnoli, G., & Schrader, J. (2012). STRENGTH OF SOIL REINFORCED WITH FIBER MATERIALS (PAPYRUS). *Soil mechanics and foundation engineering*, 48(6), 241-248.
- M.M.Kabir, H.Wang, K.T.Lau, & F.Cardona. (2012). Chemical treatments on plant-based natural fibre reinforced polymer composites: An overview. *Composites Part B: Engineering*, 43(7), 2883-2892.
- Nishiho, T., Hirao, K., & Kotera, M. (2007). Papyrus reinforced poly(L-lactic acid) composite. *Adv. Composite Mater*, 16(4), 259-267.
- Watcharaporn, K. (2014). *Synthesis of Silver nanoparticles using UV Irradiation and their Application in Herbicide Detection* Chulalongkorn University, Bangkok.
- เดช สมุทรไชยกิจ. (2542). การวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพสีย้อมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ก. (2560). ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้การย้อมสิ่งทอด้วยสีธรรมชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ฉัตรชัย เงินแสงสรวย. (2561). พีชวงศ์หญ้า. กรุงเทพฯ: จ.เงินแสงสรวย.
- ชมภู จันทิ. (2561a). การตัดแต่งกิ่งม้งคุด. วารสารเคหการเกษตร, 40(9), 123-125.
- ชมภู จันทิ. (2561b). การตัดแต่งกิ่งม้งคุด : กรณีการทำสาวต้นม้งคุดที่อายุมากกว่า 40 ปี. วารสารเคหการเกษตร, 42(9), 123-125.
- ทองคำ อารี, & ภัทร ยศยิ่งยง. (2555). การพัฒนาความคงทนของสีและเจดสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยวัสดุสีธรรมชาติ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

ธรรมบุญ วัฒนไพบูลย์. (2556). การปลูกมังคุด. กรุงเทพฯ: เกษตรสยาม.

นนทลี ชินวงศ์อมร. (2543). จลนพลศาสตร์และผลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการย้อมสีไหมด้วยสีคราม. (วศ.บ.), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

บัณฑิตา เพ็ญสุริยะ. (2557). แทนนินจากใบน้อยหน่า ใบฝรั่ง ใบมังคุด และเปลือกมังคุด เพื่อเป็นสารช่วยติดสีธรรมชาติในผ้าไหม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชสวน.

พรสุตา เหมราชย์. (2555). การใช้แทนนินเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบแก้ว และใบหูกวาง. (คศ.บ.), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. Cellulose. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose-%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%AA>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553a). Alkaloid / แอลคาลอยด์. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4410/alkaloid-%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%A5%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B9%8C>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553b). Anthraquinones / แอนทราควิโนน.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553c). Carotenoid / แคโรทีนอยด์. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1228/carotenoid-แคโรทีนอยด์>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553d). Chlorophyll / คลอโรฟิลล์. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1341/chlorophyll-คลอโรฟิลล์>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553e). Flavonoid / ฟลาโวนอยด์. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2951/flavonoid-ฟลาโวนอยด์>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, & นิธิยา รัตนปนนท์. (2553f). Terpenoids / เทอร์ปีนอยด์ <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/6594/terpene>

มนตรา ไชยรัตน์. (2547). การสกัด การศึกษาองค์ประกอบของสีจากครั้งในประเทศไทยและการพัฒนาการย้อมสีครั้งบนไหมและผ้าฝ้าย. (วท.ว.), มหาวิทยาลัยสุรนารี,

ยุพาพร ผลาจรศักดิ์. (2547). การสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินส์ที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด. (วท.บ.), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

ยุพาวดี น้อยวงศ์, & น้อยวงศ์, พ. (2544). กระบวนการย้อมสีเส้นกกด้วยสีธรรมชาติกับสีเคมีและกระบวนการทอรวมทั้งการแปรรูปผลิตภัณฑ์. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9-18.

รอดโพธิ์ทอง, ผ. (2560). พืชพื้นเมืองสำหรับย้อมผ้าสีดำ. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล., 25(2017), 163-175.

รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ. (2548). วิธีการทดสอบความคงทนของสีบนวัสดุสิ่งทอตามมาตรฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณนิสา ชูวงศ์. (2557). การใช้ผลมะเกลือในการกำจัดพยาธิในสัตว์. (สพ.บ.), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย,

วสันต์ รัตนประสาท. (2549). การสกัดสีย้อมจากต้นขนุน *Artocarpus heterophyllus Lamk.* ด้วยเครื่องสกัดไหลเวียนกลับ. (วท.บ.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ศรณารายณ์ วรพจน์. (2553). การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการเพาะเลี้ยงครั้ง. (บธ.บ.), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

สกุลบริสุทธิ์, ก. (2558). ผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีธรรมชาติ. (วท.ม.), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

สุชาดา อุษชิน. (2557). สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมไหมด้วยสีแควธรรมชาติ: สีคราม. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันต์เสวก เหวซึ่งเจริญ, ด้วง พุทธสุกร, นิตยา นวลศิริ, นงคราญ ไชยวงศ์, ศันสนีย์ คำบุญชู, เยาวลักษณ์ โชติชัยชนากร, . . . กษेत्रา หิริวิริยกุล. (2543). การพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว. เชียงใหม่: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อัษฎางค์ รอโธสง, & ทรงวุฒิ เอกอุทัยวงศ์. (2556). การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลวดลายเฉพาะถิ่น งานทอเสื่อกก กลุ่มพนมรุ้งเสื่อกกและหัตถกรรม อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อารีย์ สิทธิบาล. (2553). การพัฒนาสูตรส่วนผสมสีย้อมกกทอเสื่อจากวัสดุท้องถิ่น. (วบ.ม.), มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร,

ภาคผนวก

ก บทความสำหรับเผยแพร่

คลิปวิดีโอสำหรับเผยแพร่ผลงานวิจัยและการถ่ายทอดเทคโนโลยี โครงการการย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นจันทบูร

<https://drive.google.com/file/d/1QUKJlR95e5LZ4tNKKEGTW63blmp83Y/view?usp=sharing>

โปสเตอร์สำหรับเผยแพร่

การย้อมเส้นกกด้วยมะเกลือ



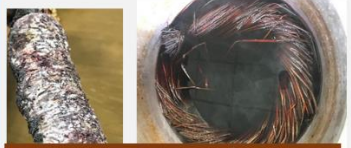
- มะเกลือ 2 กิโลกรัม ต่อ กก ครั่งกิโลกรัม
- บับให้ผลแตก เต็มน้ำ 10 ลิตร แล้วคั้นน้ำ

วิธีย้อม

- นำเส้นกกมาแช่ ครั่งแรก 3 ชม ยกขึ้นตาก และนำมาแช่ ข้าวฮัก 3 รอบในน้ำเดิมครึ่งละ 1 ชม

โดยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สนับสนุนโดย สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงาน
คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

การย้อมเส้นกกด้วยครั่ง



- ครั่ง 1 กิโลกรัมบดให้ละเอียด แช่น้ำ 10 ลิตร ไว้ 1 คืน แล้วกรองเอากากออก
- นำน้ำครั่งไปต้มประมาณ 90 C ไม่ต้องเคี่ยว 30 นาที

วิธีย้อม

- นำน้ำต้มไปต้มให้เดือดเคี่ยวสัปดาห์ 2 ชั่วโมง
- นำเส้นกกมาต้มในน้ำเดือดเคี่ยวสัปดาห์ 2 ชั่วโมง

โดยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สนับสนุนโดย สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงาน
คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

การย้อมเส้นกกด้วยมังคุด



- ใบมังคุด 1 กก ต่อน้ำ 10 ลิตร
- นำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 90 นาที เอาใบออกพักไว้

วิธีย้อม

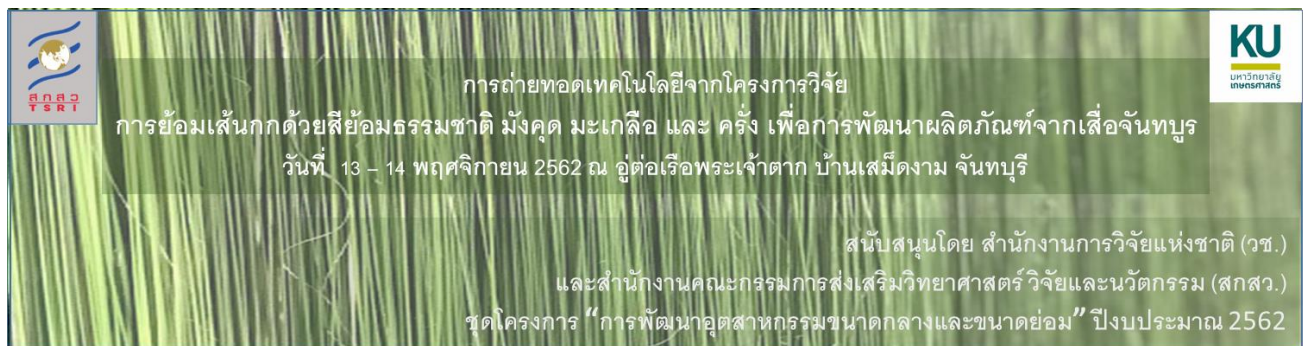
- เติมน้ำปูนใส (น้ำ 1 ลิตร ปูนแดง 4 ช้อน) ช้อนแต่น้ำใสมาใส่น้ำสกัดใบมังคุด ใส่เกลือ 1 ช้อน
- ต้มให้เดือด เอากาก ครั่งกิโลกรัมใส่ และต้มต่อไป 1 ชม

โดยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สนับสนุนโดย สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงาน
คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)

การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากโครงการวิจัยการย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบุรี

วันที่ 13 – 14 พฤศจิกายน 2562 ณ อุตุเรือพระเจ้าตาก บ้านเสม็ดงาม จันทบุรี



ดังมีรายละเอียดกำหนดการตามเอกสารขออนุมัติจัดทำโครงการ

สรุปการดำเนินการ

1. วันที่ 13 – 14 พฤศจิกายน 2562 เวลา 08.30 – 16.00 น.
2. สถานที่ ศาลาอเนกประสงค์บ้านเสม็ดงาม หมู่ 10 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี บริเวณอุตุเรือสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช
3. มีผู้เข้าอบรม 23 คน ทั้ง 2 วัน
4. ในวันเปิดได้รับเกียรติจากนายกองค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัว นายสมเพชร ชินวงศ์ มาเป็นประธานเปิดงาน
5. รูปภาพการอบรม

รูปภาพกิจกรรมต่างๆในการถ่ายทอดเทคโนโลยี





วันที่ 9 ธันวาคม 2562 ติดตามผลงานให้ผู้เข้าร่วมอบรมนำกากขี้มสัรรมชาติไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์





ภาพผลิตภัณฑ์จากเสื่อกกย้อมสีธรรมชาติ



ทัศนศึกษาวังสวนบ้านแก้ว พระตำหนักของสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี

ทัศนศึกษาวังสวนบ้านแก้ว พระตำหนักของสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี



ค. ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตาราง แผนงาน (Gantt chart) เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ดำเนินการจริง

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงาน ปีงบประมาณ 2562	มค 62	กพ 62	มีค 62	เมย 62	พค 62	มิย 62	กค 62	สค 62	กย 62	ตค 62	พย 62	ธค 62
1. ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีก และ สีธรรมชาติ เทคนิคการย้อม												
	😊	😊										
2. ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ กก พืชให้สี ธรรมชาติ อุปกรณ์ และสารเคมี												
		😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊				
3 ดำเนินการทดลองการสกัดสีย้อม การ ย้อมสีและทดสอบ												
		😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊				
4. ทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด ความคงทนของสีต่อการขัดถู												
						😊	😊	😊	😊	😊		
5. ทดลองเพิ่มสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย												
											😊	😊
6. จัดการอบรม เผยแพร่												
											😊	😊
7. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่ม รายงาน												
										😊	😊	😊

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
A. เพื่อศึกษาการย้อมเส้นกกด้วยสี ย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเสื่อจันทบูร	ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีกก และ สี ธรรมชาติ เทคนิคการย้อม	ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีกก และ สี ธรรมชาติ ทดลองย้อม	1. ได้วิธีเตรียมกกเส้นกกก่อนการ ย้อมสีธรรมชาติ..... 2. ได้วิธีสกัดสีย้อมธรรมชาติ มะเกลือ ครั่ง และมังคุด..... 3. ได้วิธีการย้อมสีกกที่เหมาะสม ของสีสกัดจาก มะเกลือ ครั่ง และ มังคุด 4. ได้พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จาก เสื่อกกย้อมสีธรรมชาติกับ เกษตรกร 5. มีการพัฒนาต่อยอดการทำงาน ของเกษตรกรโดยการนำความรู้ ที่ได้ไปใช้และพัฒนาต่อยอด ต่อไป.....
	ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ กก พืชให้สีธรรมชาติ อุปกรณ์ และสารเคมี	ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ กก พืชให้สีธรรมชาติ อุปกรณ์ และสารเคมี	
	ดำเนินการทดลองการสกัดสีย้อม	ทดลองสกัดสีย้อม	
	ทดลองย้อมสี	ทดลองย้อม	
B. เพื่อศึกษาสมบัติความคงทน ของสีต่อแสงแดด ความคงทนของสีต่อ การขัดถู ของผลิตภัณฑ์เสื่อกกจันทบูร ย้อมสีธรรมชาติ	ทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู	ทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู	
	ทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด	ทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด	
	ทดสอบสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย	ทดสอบสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย	
C. เพื่อพัฒนาแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ ต้นแบบจากเสื่อจันทบูรย้อมสีธรรมชาติ	จัดการอบรม เผยแพร่	จัดการอบรม เผยแพร่	
		ประกวดผลิตภัณฑ์จากเส้นกกย้อมสีธรรมชาติ	
		พาเกษตรกรไปดูผลงานเสื่อกกและผลิตภัณฑ์ ของสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี	

สัญญาเลขที่ RDG62T0116

การย้อมเส้นกกด้วยสีย้อมธรรมชาติ มังคุด มะเกลือ และ ครั่ง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นจันทบูร
สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตาราง เปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 6 เดือนหลัง

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ดำเนินการทดลองการสกัดสีย้อม การย้อมสี และทดสอบ	100%	เป็นไปตามแผน
2. ทดสอบผลการย้อมในด้านต่างๆต่อความคงทนของสี.	100%	-เป็นไปตามแผน
3. ทดลองเพิ่มสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย.....	100%	-เป็นไปตามแผน
4. จัดการอบรม เผยแพร่.....	100%	เป็นไปตามแผน
5.		
6.		
7.		

นางสาว อัจฉราพร
ลงนาม...
(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)
วันที่..... 30 ธันวาคม 2562.....

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

☒ ...แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์.....

☐

34. แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์.....

ด้านนโยบาย สามารถนำไปสนับสนุนให้เกิดนโยบายสร้างเสริมศักยภาพและลดความยากจน เพิ่มความรู้
ในวงกว้างสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์เสื่อกกเพิ่มเติม

ด้านสาธารณะ

ด้านชุมชนและพื้นที่ สามารถสร้างรายได้จากการพัฒนาชุมชนทอเสื่อกกและย้อมสีธรรมชาติให้เป็น
แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม

ด้านพาณิชย์ ผลิตภัณฑ์จากกย้อมสีธรรมชาติมีคุณค่าเพิ่มขึ้น การสร้างให้ผลิตภัณฑ์มีภาพลักษณ์ที่ดี มี
เรื่องราวเชื่อมโยงกับประวัติศาสตร์ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ด้านวิชาการ ในงานวิจัยการย้อมสีกด้วยสีธรรมชาตินั้น สามารถพัฒนาต่อยอดต่อไปในเรื่องรูปแบบ
ผลิตภัณฑ์ เรื่องรายละเอียดเชิงลึกของสีธรรมชาติแต่ละชนิด เรื่องคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและ
ทางเคมีของต้นกกในแต่ละพื้นที่

ลงนาม.... *พนิษฐ ภัทธรณ*

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่.....30 ธันวาคม 2562....