สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพร

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COTTON FABRIC DYED WITH HERBAL EXTRACTS

T142278

จิราพร ดวงตาดำ
ชนากานต์ แซ่ลี่
ชมพูนุท บริสุทธิ์

ปพ.
จ 5ชา7
2557
เลขหมู่ 142278
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 29 เม.ย. 2559
b 12771144
i

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COTTON FABRIC DYED WITH HERBAL EXTRACTS

JIRAPORN DUANGTADUM
CHANAKARN SAELEE
CHOMPUNUT BORISUT

A SPECIAL PROJECT IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN INDUSTRIAL MICROBIOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพร Antimicrobial activity of cotton fabric dyed with herbal extracts
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจิราพร ดวงตาดำ รหัสนักศึกษา 54051173 นางสาวชนากานต์ แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา 54051180 นางสาวชมพูนุท บริสุทธิ์ รหัสนักศึกษา 54051183
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ลินจง สุขลำภู

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ. ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ	[signature]
ดร. ดวงกมล เรือนงาม กรรมการ	ดวงกมล เรือนงาม
ผศ. ลินจง สุขลำภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ลินจง สุขลำภู

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพร		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจิราพร	ดวงตาดำ	รหัสนักศึกษา 54051173
	นางสาวชนากานต์	แซ่ลี่	รหัสนักศึกษา 54051180
	นางสาวชมพูนุท	บริสุทธิ์	รหัสนักศึกษา 54051183
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)		
สาขาวิชา	ชีววิทยา		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ลินจง สุขลำภู		

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้า โดยทำการสกัดสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบหูกวาง และใบสะเดา จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียเชิงปริมาณ โดยทดสอบเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466, *E. coli* ATCC 25922 และ *P. aeruginosa* ATCC 29853 ซึ่งผลการทดลองพบว่า สารสกัดทุกชนิดมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ โดยเฉพาะสารสกัดจากใบหูกวาง โดยมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และ *P. aeruginosa* เท่ากับ 87.12, 90.39 และ 91.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้นทำการคัดเลือกสารสกัดจากใบหูกวางนำมาย้อมบนผ้าฝ้าย และนำผ้าฝ้ายที่ได้มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย ความคงทนของสี และความคงทนต่อการซักล้าง ซึ่งทำการศึกษาผลของผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยสารมอร์แดนท์ โดยแช่ในสารละลายสารส้ม ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ และย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางติดสีย้อมได้ดีกว่า แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ ในขณะที่การทดสอบความคงทนต่อการซักล้างพบว่า ผ้าที่ย้อมด้วยสารสกัดยังคงมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีหลังจากที่ผ่านการซักล้างจำนวน 5 ครั้ง

คำสำคัญ : มอร์แดนท์ ย้อมผ้าฝ้าย ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย สารสกัดจากสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Antimicrobial activity of cotton fabric dyed with herbal extracts
Students	Miss Jiraporn Duangtadam Student ID 54051173
	Miss Chanakarn Saelee Student ID 54051180
	Miss Chompunut Borisut Student ID 54051183
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Major Program	Biology
Academic Year	2014
Advisor	Assist. Prof. Linchong Suklampoo

Abstract

The objective of this study was to investigate the antibacterial activity that causes odor in the fabrics of herbal extracts. The herbal extracts were obtained from four types of leaves, Cassod tree (*Senna siamea* Lam.), Drumstick (*Moringa oleifera* Lam.), Bengal almond (*Terminalia catappa* Linn.) and Siamese neem tree (*Azadirachta indica* A.). The antibacterial assessments of the extracts are performed quantitatively by percentage reduction test against *S. aureus* TISTR 1466, *E. coli* ATCC 25922 and *P. aeruginosa* ATCC 29853. The results showed that all the extracts have highly effective in inhibiting tested bacteria and the most is Bengal almond extract. The percentage reduction for *S. aureus*, *E. coli* and *P. aeruginosa* was 87.12, 90.39 and 91.04, respectively. The extract from Bengal almond was chose for dyeing the cotton fabrics. The dyed fabrics were assessed for antibacterial, dyeing ability and wash durability test. By studying the effects of cotton fabrics soaked with mordant, which is alum mordant. It was found that the cotton fabrics soaked with alum mordant and dyed with Bengal almond extract stained better but lower effective on tested bacteria compared to the untreated alum fabrics. While, wash durability showed that the antibacterial activity was actively retained in fabrics treated with extract after repeated wash cycle up to 5 washes.

Keywords: Mordant, Dyeing, Antimicrobial activity, herbal extract

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและคำแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลินจง สุขลำภู ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีต่อข้าพเจ้า ข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ท่านอาจารย์กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ดร.ดวงกมล เรือนงาม ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อชี้แนะในการแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยาที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์และสารเคมีในการทำวิจัย

ขอขอบคุณสาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่เพื่อปฏิบัติงานวิจัย และอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน

ขอขอบคุณ บิดา มารดา เพื่อน พี่ และน้องทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และเป็นมิตรที่ดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

จิราพร ดวงตาดำ
ชนากานต์ แซ่ลี่
ชมพูนุท บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย/ปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 สีย้อมผ้า	4
2.1.1 ประวัติสีย้อมผ้า	4
2.1.2 ประเภทของสีย้อมผ้า	4
2.2 พืชสมุนไพร	7
2.2.1 สมุนไพรที่นำมาศึกษา	7
2.3. มอร์แดนท์ (mordant)	13
2.3.1 ชนิดของมอร์แดนท์	14
2.4. เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่นในเสื้อผ้า	19
2.4.1 *Staphylococcus aureus*	19
2.4.2 *Escherichia coli*	20
2.4.3 *Pseudomonas aeruginosa*	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	**24**
3.1 อุปกรณ์	24
3.1.1. วัตถุดิบ	24
3.1.2. เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ	24
3.1.3. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	24
3.1.4. เครื่องมือและอุปกรณ์	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีการทดลอง	25
3.2.1. การเตรียมวัตถุดิบ	25
3.2.2. การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย	25
3.2.3. การเตรียมความเข้มข้นของสารสกัด	25
3.2.4. การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากตัวอย่างใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ	25
3.2.5. การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร	26
3.2.6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	**29**
4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร	29
4.2 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ	30
4.3 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	34
4.3.1 คุณสมบัติในการติดสีของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้าย	34
4.3.2 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลาต่างๆ	35
4.4 ผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	39
4.5 ความคงทนของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้ายหลังการซัก	40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	**42**
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก	48
ภาคผนวก ข	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้และคุณลักษณะของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร	30
4.2 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ	30
4.3 ค่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและหลังผ่านการซัก	41
ก-1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร	47
ก-2 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	48
ก-3 จำนวนโคโลนี (CFU/ml) ของการทดสอบแบคทีเรียกับสารสกัดต่างๆ	49
ก-4 การทดสอบแบคทีเรียกับสารสกัดต่างๆ	50
ก-5 คุณสมบัติในการติดสีของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้าย	51
ก-6 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย(CFU/ml)บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา ต่างๆ	52
ก-7 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลาต่างๆ	53
ก-8 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย (CFU/ml)บนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและผ่านการซักระยะเวลา 24 ชั่วโมง	54
ก-9 ผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	54
ก-10 ความคงทนของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้ายหลังการซัก	55
ข-1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร	56
ข-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย	58
ข-3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Psuedomonas aeruginosa* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่าน การมอร์แดนท์ และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ	62
ข-4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการมอร์แดนท์ และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ	64
ข-5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Escherichia coli* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการมอร์แดนท์ และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ	66
ข-6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Psuedomonas aeruginosa* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข-7	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	70
ข-8	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Escherichia coli* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	72
ข-9	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและหลังผ่านการซัก	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของยางครั่งที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่ง	5
2.2 ลักษณะของใบขี้เหล็ก	8
2.3 ลักษณะของใบมะรุม	9
2.4 ลักษณะของใบหูกวาง	11
2.5 ลักษณะของใบสะเดา	12
2.6 การเกิดโครงสร้างสองชั้นของสารอนินทรีย์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยง	14
2.7 ลักษณะผงและผลึกสารส้ม	15
2.8 ผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต	16
2.9 องค์ประกอบของสแทนเนียสคลอไรด์ในสถานะต่างๆ	17
2.10 ผลึกสแทนเนียสคลอไรด์	17
2.11 ผงโซเดียมคาร์บอเนต	18
2.12 ผลึกเกลือ	18
2.13 รูปร่างและการจัดเรียงตัวของ *Staphylococcus aureus*	19
2.14 รูปร่างของ *Escherichia coli*	20
2.15 รูปร่างของ *Pseudomonas aeruginosa*	21
4.1 สารสกัดหยาบที่ได้จากใบมะรุม ขี้เหล็ก สะเดา หูกวาง	29
4.2 ผลของสารสกัดจากใบมะรุมต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa* , *S. aureus* และ *E. coli*	32
4.3 ผลของสารสกัดจากใบขี้เหล็กต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa* , *S. aureus* และ *E. coli*	33
4.4 ผลของสารสกัดจากใบสะเดาต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa* , *S. aureus* และ *E. coli*	33
4.5 ผลของสารสกัดจากใบหูกวางต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa* , *S. aureus* และ *E. coli*	34
4.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสารสกัดจากใบหูกวางของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์	34
4.7 ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	35
4.8 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeroginosa* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ	36
4.9 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ	37
4.10 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *E. coli* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.11	ผ้าฝ้ายย้อมสีของสารสกัดจากหูกวาง	39
4.12	เปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียของผ้าฝ้ายย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและผ่านการซัก	40
4.13	ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย/ปัญหา

เนื่องจากวัสดุสิ่งทอที่ทำมาจากธรรมชาติมีส่วนประกอบของวัตถุดิบประเภทเซลลูโลส ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าปอ ผ้าป่าน และอื่นๆ ทำให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเกิดการสะสมของจุลินทรีย์ที่เกิดจาก *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* (Yusuf และคณะ, 2012) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีอากาศ พบอยู่ทั่วไปใกล้ตัวเราที่สุด มักจะสะสมอยู่ในเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และเมื่อจุลินทรีย์รวมตัวกับความเปียกชื้นจากเหงื่อก็จะทำให้เกิดปัญหากลิ่นอับ ซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ กลิ่นอับชื้นเกิดจากเสื้อผ้าเมื่อผ่านการสวมใส่แล้วย่อมจะเกิดคราบสกปรกต่างๆ ได้แก่ คราบโปรตีนและไขมัน ภายใต้สภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่พอเหมาะจะเกิดขบวนการย่อยสลายโปรตีน และไขมันเหล่านั้น แล้วเกิดเป็นกลิ่นเหม็นอับ นอกจากนี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคผิวหนังต่างๆ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการป้องกันพื้นผิวของสิ่งทอให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ เพื่อป้องกันผู้ใช้จากเชื้อโรคต่างๆ โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเดิมของสิ่งทอนั้น (Shahid และคณะ, 2012)

ในปัจจุบันเสื้อผ้าและวัสดุสิ่งทอที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคและผู้ผลิตทั่วโลกอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะการใช้สารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในสิ่งทอ เนื่องจากมีความปลอดภัย สามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยธรรมชาติ รวมทั้งช่วยลดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม (Ghaheh และคณะ, 2014) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญในการพัฒนาวิธีเพื่อนำไปสู่การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในสิ่งทอโดยทั่วไปแล้วมีการใช้สารในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ สารออกซิไดซ์ ฮาโลเจน โลหะเชิงซ้อน และเกลือแอมโมเนียม ถึงแม้ว่าการใช้สารเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ และมีความติดทนบนวัสดุสิ่งทอ แต่สารสกัดเหล่านี้อาจมีผลกระทบข้างเคียงต่อเชื้อจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ในขณะที่สีที่ได้จากธรรมชาติเชื่อกันว่ามีความปลอดภัยเนื่องจากเป็นสีที่ไม่มีสารพิษ สารที่พบ เช่น สารประกอบฟีโนลิคและแทนนิน ไม่ก่อให้เกิดผิวหนังอักเสบหรือภูมิแพ้ และสามารถย่อยสลายได้ และสีที่ได้จากธรรมชาติสามารถนำไปใช้สำหรับสิ่งทอ เครื่องสำอาง และสีผสมอาหาร (Yusuf และคณะ, 2012)

สีย้อมจากธรรมชาติคือสีที่สกัดได้จากพืชมีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกัน สีจากธรรมชาติบางชนิดมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ หรือบรรเทาอาการอักเสบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของสีย้อมธรรมชาติแต่ละชนิด โดยมีสีย้อมจากธรรมชาติหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการย้อมสีผ้า และพืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมมีการติดสีและคงทนต่อการซักไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการทำให้เส้นใยดูดซับสี ให้สีเกาะเส้นใยได้ดีขึ้น มีความทนทานต่อการซัก ซึ่งเรียกว่า สารมอร์แดนท์ (mordant) สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสี และเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใสสว่างขึ้น สารเหล่านี้ได้แก่ สารส้ม คอปเปอร์ซัลเฟต สแทนเนียสคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต แทนนิน และโซเดียมคลอไรด์ (ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีการศึกษาการใช้สารสีจากธรรมชาติในการย้อมผ้า โดยมีวัตถุประสงค์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น Yusuf และคณะ(2012) ทำการศึกษาสารสกัดจากใบของต้นเทียน (*Lawsonia inermis*) มาประยุกต์ใช้กับผ้าขนสัตว์ เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของสีย้อมและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ *E. coli* MTCC 443, *S. aureus* MTCC 902 และ *C. albicans* ATCC 90028 และผลการทดลองพบว่าตัวอย่างสีย้อมด้ายขนสัตว์จากต้นเทียน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ เมื่อทำการทดสอบความคงทนต่อแสง การซักล้างและการปั่นแห้ง คุณสมบัติความคงทนต่อแสงของตัวอย่างผ้าขนสัตว์ที่ย้อมสีพบว่ามีความคงทนที่ดี Lee และคณะ (2009) รายงานว่าสีย้อมผ้าขนสัตว์ ผ้าฝ้าย และผ้าไหม ด้วยสารสกัดสีธรรมชาติจากดอกโบตั๋น กานพลู ทับทิม หวงเหลียน และแกลนัท มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้ง *S. aureus* ในขณะที่ Shahid และคณะ (2012) ทำการศึกษาการย้อมสี การติดสี และคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ของไหมพรมที่ทำจากขนสัตว์ที่ใช้สีย้อมจากสารสกัดจากเบญกานี (*Quercus infectoria Oliv.*) ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดจากเบญกานีมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli, S. aureus* และ*C. albicans*

จากข้อมูลดังกล่าวโครงงานพิเศษนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการสกัดสีธรรมชาติจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ได้แก่ ใบขี้เหล็ก ใบมะรุม ใบหูกวาง และใบสะเดา โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย จากนั้นทำการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้าของสารสกัดจากใบพืชดังกล่าวในผ้าฝ้าย รวมทั้งศึกษาผลของการซักล้างผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดต่อการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้าได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* ของสารสกัดจากใบขี้เหล็ก ใบมะรุม ใบหูกวาง และใบสะเดา

2. ศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้าของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารกัดจากใบพืชสมุนไพร

3. ศึกษาผลของการซักล้างผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดต่อการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการสกัดสารสกัดหยาบจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา และใบหูกวาง โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ นำสารสกัดที่ได้มาย้อมผ้าฝ้าย โดยใช้สารส้มเป็นสารมอร์แดนท์ จากนั้นนำผ้าฝ้ายมาศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นอับในผ้า ได้แก่ *S. aureus* TISTR 1466, *E. coli* ATCC 25922 และ *P. aeruginosa* ATCC 29853 ด้วยวิธีการ Pour plate โดยเปรียบเทียบผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการมอร์แดนท์ กับผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ รวมทั้งศึกษาผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบข้อมูลชนิดของพืชสมุนไพรที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับบนผ้าได้

2. ทำให้ได้สีย้อมจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัย ไม่เป็นพิษ ไม่มีสารก่อมะเร็ง และสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยธรรมชาติ

3. สีย้อมจากธรรมชาติที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้ เช่น ถุงเท้า แผนรองพื้นรองเท้า เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นอับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สีย้อมผ้า

2.1.1 ประวัติสีย้อมผ้า (ภูมิปัญญา, 2554)

การย้อมผ้าเป็นงานศิลป์ที่อยู่คู่กับวัฒนธรรมมนุษย์มาอย่างยาวนาน ย้อนหลังไปหลายพันปี โดยประเทศจีนถือเป็นชนชาติแรกที่พบหลักฐานว่ามีการย้อมผ้า ตั้งแต่ 3,000 ปี ก่อนคริสตกาล และนอกจากนี้ยังพบชนชาติอื่นๆ ที่มีการย้อมผ้า เช่น ชาวยุโรปในยุคโลหะ (2,500 ถึง 800 ปีก่อนคริสตกาล) ชาวอินเดีย (2,500 ปีก่อนคริสตกาล) และชาวอียิปต์ (1,450 ปีก่อนคริสตกาล) ที่พบหลักฐานการย้อมผ้าด้วยสีสันหลากหลาย ในสมัยโบราณ มนุษย์ได้ตกแต่งผ้าจากพืชหลายชนิดที่สามารถให้สีได้ โดยนำส่วนต่างๆ ของพืชมาใช้ เช่น การใช้ใบไม้ ดอกไม้ เปลือกผล หรือกิ่งไม้ ยึดติดกับผ้าด้วยไข่ขาว หรือเลือด อีกวิธีหนึ่งคือการถูวัสดุที่มีสีต่างๆ ลงบนผ้า ซึ่งมีข้อเสียคือไม่ทนต่อการซักล้าง และการสวมใส่ จนกระทั่งมนุษย์สามารถค้นพบวิธีการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติโดยการนำผลไม้ไปตำให้ละเอียดแล้วนำมาต้มรวมกับผ้า ทำให้เส้นใยผ้าเปลี่ยนสี และทนต่อการซักล้างมากขึ้น สีย้อมธรรมชาติส่วนใหญ่จะได้มาจากพืช หรือสัตว์ เช่นสีแดง ได้มาจากครั่ง ซึ่งเป็นแมลงตัวเล็กๆ สีน้ำเงินได้จากคราม สีดำ ได้มาจากผลของมะเกลือ สีเหลืองได้มาจากขมิ้น เป็นต้น ตั้งแต่อดีตจวบจนถึงปัจจุบันนี้ วิธีการย้อมผ้ายังคงใช้วิธีที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยการนำผ้าที่จะย้อมไปชุบน้ำให้เปียก แล้วนำไปต้มในน้ำสีย้อม

2.1.2 ประเภทของสีย้อมผ้า (วิษณุ, 2553)

สีย้อมผ้าอาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงละเอียด สีย้อมบางชนิดละลายน้ำได้ บางชนิดไม่สามารถละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อนำสีย้อมไปใช้ในกระบวนการย้อมจะทำให้โมเลกุลของสีย้อมซึมผ่านเข้าไปในโมเลกุลของเส้นใย โดยจะทำลายโครงสร้างผลึกของวัตถุนั้นชั่วคราว ซึ่งอาจเกิดพันธะไอออนิก (ionic bond) หรือพันธะโควาเลนท์ (covalent bond) กับวัตถุที่ต้องการย้อมโดยตรง สีย้อมผ้าสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1.2.1 สีย้อมธรรมชาติ (natural dyestuffs) เป็นสีย้อมที่มาจากแหล่งธรรมชาติ โดยเฉพาะพืชและสัตว์ สีย้อมที่มาจากส่วนประกอบพืช เช่น ส่วนลำต้น ส่วนดอก ส่วนที่เป็นเปลือก ส่วนที่เป็นใบ เป็นต้น (อนันต์เสวก, 2543)

1) สีย้อมธรรมชาติจากแร่ธาตุ (Mineral Dyes) สีธรรมชาติประเภทนี้เป็นสีที่เกิดจากสารประกอบของโลหะ จำพวก เหล็ก โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งในอดีตเป็นกลุ่มสีที่มีความสำคัญมาก แต่ในปัจจุบันไม่ปรากฏแหล่งผลิตและการใช้สีกลุ่มดังกล่าว สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันยังมีการใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุในการย้อมสีสิ่งทอ คือ สีจากโคลนและดินแดง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสารประกอบพวกอลูมิโนซิลิเกต และสารประกอบโลหะอยู่

2) สีย้อมธรรมชาติจากสัตว์ (Animal Dyes) สีธรรมชาติจากสัตว์ คือ สารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์หรือตัวสัตว์เอง สำหรับประเทศไทยมีการใช้สีจากแมลง คือ ครั่ง โดยตัวครั่งจะดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้แล้วขับสารสีแดงที่เรียกว่า ยางครั่ง ออกมาหุ้มรอบตัวเป็นรัง (รูปที่ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสีแดงที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่งดังกล่าวมานี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในการย้อมสิ่งทอ ผสมในอาหาร และใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สำหรับเส้นใยที่ย้อมด้วยครั่ง คือ ไหม ขนสัตว์ และฝ้าย เชื่อกันว่าคุณภาพของสีที่ได้จากการย้อมด้วยครั่งจะขึ้นกับชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง

รูปที่ 2.1 ลักษณะของยางครั่งที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่ง
ที่มา : http://www.biogang.net/biodiversity_view.php

3) สีย้อมธรรมชาติจากพืช (Vegetable Dyes) สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืชทั้ง ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลาย สามารถแบ่งโดยใช้กรรมวิธีการย้อมได้ 2 กลุ่มคือ

3.1) การย้อมเย็น หรือการย้อมแบบหมัก เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ห้อม และคราม เป็นการย้อมสีจากพืชที่มีกรรมวิธีการย้อมโดยไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยคุณสมบัติธรรมชาติของสารสี และปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยจะหมักเส้นใยไว้ในน้ำย้อมที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดวิธีการย้อมที่แตกต่างกันตามชนิดของสารสีที่ได้จากพืช

3.2) การย้อมแบบร้อน สีย้อมธรรมชาติที่ใช้การย้อมแบบร้อน จะเป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไปและครั่ง โดยจะนำวัตถุดิบย้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นจึงทำการย้อมกับเส้นใย จะมีการใช้ความร้อนและสารช่วยย้อมช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย วัตถุดิบธรรมชาติแต่ละชนิดที่นำมาสกัดทำสีย้อมผ้าจากธรรมชาติ มีการติดสีและความคงทนต่อการซักหรือแสงไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยของผ้าที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยผ้ามีการดูดซับสีแน่นขึ้น มีความทนทานต่อแสง และการขัดถูเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารช่วยติดสีย้อม สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสีและเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้นได้ (ประไพ, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyestuffs) เป็นสีย้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมี

1) สีดิสเพอร์ส (Disperse Dyes) เป็นสีที่ผลิตขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสอะซิเตด (cellulose acetate) และนำมาย้อมเส้นใยโพลิเอสเทอร์ (polyester) ได้ด้วย เนื่องจากเส้นใยทั้งสองประเภทสามารถดูดน้ำได้น้อย สีดิสเพอร์สมีสมบัติทนแสงและการซักล้างค่อนข้างดี แต่สีซีดง่ายหากถูกควันหรือก๊าซบางชนิด

2) สีรีแอกทีฟ (Reactive Dyes) สีย้อมชนิดนี้เหมาะกับการย้อมเส้นใยเซลลูโลสมากที่สุด สีรีแอกทีฟมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ย้อมติดที่อุณหภูมิสูง 70-75 องศาเซลเซียส และกลุ่มที่ย้อมติดที่อุณหภูมิปกติ สีรีแอกทีฟให้สีที่สดใส

3) สีเบสิก (Basic Dyes) ถ้าย้อมเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยต้องย้อมด้วยสารประกอบที่สามารถก่อรูปเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำกับตัวสีได้ก่อน เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นเสมือนหนึ่งสะพานเชื่อมโยงระหว่างตัวสีกับเส้นใย สารประกอบนี้เรียกว่า สารช่วยติด (mordant) สีในกลุ่มนี้มีสีสดใส แต่ไม่ทนแสง

4) สีแอซิด (Acid Dyes) คือ ตัวสีที่เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดกำมะถัน ย้อมติดเส้นใยโปรตีนได้ในน้ำย้อมที่มีฤทธิ์กรดเจือจาง ใช้ย้อมเซลลูโลสที่ไม่ใช่เซลลูโลสบริสุทธิ์ได้ เช่น ปอ ป่าน และเส้นใยโพลิเอมีด (polyamide) เป็นต้น

5) สีมอร์แดนท์และพรีเมตัลไลซ์ (Mordant and Pre-metallized Dyes) โครงสร้างของเส้นใยจะสามารถรวมตัวกับไอออนของโลหะ ก่อรูปเป็นสารประกอบภายในทำให้สีมีความคงทนดีขึ้น ตัวสีเหล่านี้ยังคงเรียกว่า สีไดเรกท์ ส่วนที่เรียกว่า สีมอร์แดนท์ต้องเป็นกลุ่มสีซึ่งใช้ย้อมเฉพาะเส้นใยโปรตีน

6) สีไดเรกท์ (Direct Dyes) เป็นสีสังเคราะห์ชนิดแรกที่ติดเส้นใยฝ้ายได้โดยไม่ต้องใช้สารช่วยติด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเอโซ (AZO) มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีหมู่กรดซัลโฟนิค ซึ่งทำให้ตัวสีละลายน้ำได้ นิยมใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสที่ไม่ต้องการความคงทนต่อกระบวนการใช้น้ำมากนัก

7.สีเอโซอิค (Azoic Dyes) สีในกลุ่มนี้ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสเท่านั้น เพราะสารประกอบฟีนอลเป็นอันตรายต่อเส้นใยโปรตีน

8) สีวัต (Vat Dyes) เป็นสีที่มีความคงทนดีที่สุดในบรรดาสีที่ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลส โดยอาศัยสารรีดิวซ์ที่เหมาะสมจึงจะติดเส้นใยเซลลูโลสได้ สีวัตสามารถใช้ย้อมเส้นใยโปรตีน เส้นใยสังเคราะห์บางชนิดได้ด้วย

9) สีกำมะถัน (Sulphur or Sulphide Dyes) สีประเภทนี้ติดเส้นย้อมใยเซลลูโลสได้ดีเมื่อละลายในน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง

10) สีออกซิไดซ์ (Oxidation Colorants) เป็นสีที่มีความคงทน แต่ไม่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม

11) สีโอเนียม (Onium Dyes) เป็นสีพิกเมนต์ที่ละลายน้ำได้ โดยเลือกพิกเมนต์ที่มีสมบัติคงทนต่อสารเคมีและแสงนำมาปรับปรุงให้มีกลุ่มเคมีที่ละลายน้ำได้ นิยมใช้พิมพ์ผ้ามากกว่าย้อม

12) สีมิเนอรัล (Mineral Colorants) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ไม่ละลายน้ำหลายชนิด นิยมใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พืชสมุนไพร

สมุนไพร หมายถึง พืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ หลักเภสัชกรรมไทย เรียกว่า "เภสัชวัตถุ" พืชสมุนไพรบางชนิด เช่น เร่ว กระวาน กานพลู จันทน์เทศ ผักชียี่หร่า ลูกจันทน์ ดอกจันทน์ โป๊ยกั๊กและอบเชย เป็นต้น เป็นพืชที่มีกลิ่นหอม และมีรสเผ็ดร้อนใช้เป็นยาสำหรับขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ หากนำพืช เหล่านี้มาปรุงอาหารจะ เรียกว่า "เครื่องเทศ" (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6, 2555)

สมุนไพร ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยา สมุนไพรกำเนิดมาจากธรรมชาติและมีความหมายต่อชีวิตมนุษย์ โดยเฉพาะในทางสุขภาพ สมุนไพรเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า โดยมนุษย์ใช้ทำยารักษาโรคมาตั้งแต่โบราณ จึงถือได้ว่าเป็นความรู้และเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่า และปฏิบัติเนื่องกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน บทบาทของสมุนไพรใช่มีแต่ใช้ในการรักษาโรคเท่านั้น ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น นำมาบริโภคเป็นอาหาร อาหารเสริมสุขภาพ เครื่องดื่ม สีผสมอาหาร และสีย้อมผ้า สมุนไพรที่สามารถนำมาใช้เป็นสีย้อมผ้าได้ ได้แก่ ฝาง คราม ครั่ง ขมิ้นชัน กระเจี๊ยบ เมล็ดคำแสด แก่นฝาง เปลือกสมอ เปลือกมังคุด เป็นต้น ซึ่งสมุนไพรที่ได้กล่าวมานอกจากจะสามารถให้สีแล้ว ยังสามารถมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดซึ่งจะพบสารแทนนินซึ่งเป็นสารที่พบในพืชที่มีรสฝาดมีฤทธิ์ในการบรรเทาท้องเสีย และป้องกันการทำลายของเชื้อรา หรือแบคทีเรียบางชนิด และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli* ซึ่งในสมุนไพรแต่ละชนิดก็จะมีการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสารเคมีในแต่ละชนิด

2.2.1 สมุนไพรที่นำมาศึกษา

การย้อมผ้าด้วยสีย้อมธรรมชาติ เป็นการลดการใช้สารเคมีที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ในระบบทางเดินหายใจ โรคมะเร็ง โรคผิวหนัง ที่เกิดจากการสะสมของสารเคมีจากการย้อมผ้าด้วยสีเคมี จึงหันมาสนใจการย้อมผ้าด้วยสีย้อมธรรมชาติ ซึ่งไม่มีพิษต่อร่างกาย ไม่ก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ และผ้าที่ได้มีความโดดเด่นเฉพาะ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ขี้เหล็ก (พะยอม, 2521)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby
ชื่อสามัญ : Cassod tree, Thai copper pod
วงศ์ : Leguminosae - ceasalpinioideae
ชื่ออื่น : ขี้เหล็กใหญ่ (ภาคกลาง) ขี้เหล็กแก่น (ราชบุรี) ขี้เหล็กหลวง (ภาคเหนือ)

รูปที่ 2.2 ลักษณะของใบขี้เหล็ก
ที่มา : http://www.variety4.com

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นขี้เหล็ก เป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 8-15 เมตร เปลือกมีสีเทาถึงน้ำตาลดำ แตกกิ่งก้านเป็นพุ่มแคบ ส่วนลักษณะของผลขี้เหล็ก มีลักษณะเป็นฝักแบนกว้าง 1.4 เซนติเมตร ยาว 15-23 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล มีเมล็ดหลายเมล็ด

ใบขี้เหล็ก เป็นใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับกัน สีเขียวเข้ม มีลักษณะรูปรี 5-12 คู่ กว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ที่ปลายสุดเป็นใบเดี่ยว ปลายใบเว้าตื้น โคนใบมน ขอบและแผ่นใบเรียบ (รูปที่ 2.2)

ดอกขี้เหล็ก จะออกดอกเป็นช่อแยกแขนงที่ปลายกิ่ง ดอกมีสีเหลือง กลีบเลี้ยงกลมมี 3-4 กลีบ ปลายมน กลีบดอกมี 5 กลีบ ก้านดอกจะยาว 1-1.5 เซนติเมตร และมีเกสรตัวผู้หลายอัน (ฟรินน์.คอม, 2557)

2. สรรพคุณของขี้เหล็ก

1) รักษาโรคเส้นประสาท นอนไม่หลับ ทำให้หลับสบาย
2) รักษาหืด รักษาโรคโลหิตพิการ
3) รักษารังแค ขับพยาธิ4) รักษาไข้ รักษาโรคเหน็บขา ทาแก้เส้นอัมพฤกษ์ให้หย่อน แก้ฟกช้ำ
5) เป็นยาระบาย รักษาโรคผิวหนัง แก้โรคกระษัย แก้นิ่ว ขับปัสสาวะ
6) แก้พิษเสมหะ รักษาโรคหนองใน รักษาอาการตัวเหลือง บำรุงน้ำดี
7) รักษาโรคริดสีดวงทวาร โรคหิด
8) รักษาโรคเบาหวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) รักษาวัณโรค รักษามะเร็งปอด ปอดอักเสบ มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหาร

10) รักษาโรคบิด รักษาฝีมะม่วง

3. สารสำคัญที่พบ (พิมพ์เพ็ญ, 2556)

เปลือก แก่นและใบ มี anthraquinone glycoside เช่น rhein, aloe-emodin, Chrysophanol และ Sennoside ดอกมีสารพวก chromone ชื่อ Barakol และสารขมชื่อ cassiamin

4. โทษของขี้เหล็ก

การรับประทานขี้เหล็กที่นำใบขี้เหล็กไปตากแห้งแล้วบรรจุเป็นเม็ด อาจทำให้เกิดการเสื่อมและการตายของเซลล์ตับ หรืออาจทำให้เกิดภาวะตับอักเสบ ทำให้เกิดโรคตับได้ ซึ่งการรับประทานขี้เหล็กอย่างปลอดภัย ต้องเลือกตั้งแต่ยอดอ่อนถึงใบขนาดกลาง และนำไปต้มให้เดือดเทน้ำทิ้งสัก 2-3 น้ำ แล้วค่อยนำมาปรุงอาหารหรือนำไปทำเป็นยา ซึ่งวิธีการแบบพื้นบ้านนี้จะช่วยฆ่าฤทธิ์และทำลายสารที่เป็นอันตรายต่อตับได้ และยังช่วยลดความขมลงอีกด้วย (สรรพคุณสมุนไพร, 2557)

2.2.2.2 มะรุม (พะยอม, 2521)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Moringa oleifera* Lam.
ชื่อสามัญ : Horse radish tree, Drumstick
วงศ์ : Moringaceae
ชื่ออื่น : กาเน้งเดิง (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) ผักเนื้อไก่ (ฉาน-แม่ฮ่องสอน) ผักอีฮึม ผักอีฮุม มะค้อนก้อม (ภาคเหนือ)

รูปที่ 2.3 ลักษณะของใบมะรุม
ที่มา : http://yourhealth-to.blogspot.com/2011/10/blog-post_06.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้ยืนต้นสูง 3-6 เมตรหรือใหญ่กว่า เปลือกสีขาว ใบสลับแบบขนนก 2 หรือ 3 ชั้น ยาว 20-60 เซนติเมตร ใบชั้นหนึ่งมีใบย่อย 8-10 คู่ ใบเป็นแบบรูปไข่ รูปไข่หัวกลับและรูปคู่ขนาน ใต้ใบมีสีเขียวอ่อน ใบอ่อนมีขนสีเทาขนาดใบยาว 1-3 เซนติเมตร (รูปที่2.3) ช่อดอกเป็นแบบช่อแยกแขนง ออกตามซอกใบ กลีบดอก 5 กลีบ สีขาวหรือขาวอมเหลืองแต้มสีแดง ปลายกลีบดอกกว้างกว่าโคน 4 กลีบ ตั้งตรง เกสรตัวผู้แยกจากกันสมบูรณ์ 5 อันไม่สมบูรณ์ 5 อันเรียงสลับกันมีขนสีขาว ที่โคนอับเกสรมีสีเหลือง เกสรตัวเมีย 1 อัน ผลยาวเป็นฝัก 3 เหลี่ยม เมล็ดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร (ฟรินน์.คอม, 2556)

2. สรรพคุณของมะรุม

1) ปรุงเป็นอาหารรับประทาน

2) มีรสร้อน รับประทานเป็นยาขับลมในลำไส้ ทำให้ผายหรือเรอ คุมธาตุอ่อนๆ

3) มีรสเผ็ด หวานขม แก้บวม บำรุงไฟธาตุ

4) แก้พิษ ฝี แก้ปวด แก้อักเสบ

3. ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

น้ำคั้นสดของใบมีสารประกอบคล้าย pterygospermin ของดอก สารสกัดอะซีโตน และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ด สารสกัดน้ำจากเมล็ด น้ำคั้นจากเปลือกต้น และสาร athomin จากเปลือกราก มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด นอกจากนี้ยังมีการใช้สารสกัดน้ำมันจากเมล็ด ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้กับตา โดยพบว่าใช้ได้ดีกับ pyodermia ในหนูเมาส์ ที่มีสาเหตุมาจาก *Staphylococcus aureus*

4. โทษของมะรุม

เนื่องจากมะรุมเป็นพืชในเขตร้อน สำหรับหญิงตั้งครรภ์หากรับประทานในปริมาณที่มากจนเกินไปก็อาจจะทำให้แท้งบุตรได้ รวมไปถึงผู้ป่วยโรคเลือดก็ไม่ควรรับประทานมะรุม เพราะจะทำให้เม็ดเลือดแตกง่าย นอกจากนี้ผู้ที่เป็นโรคเก๊าท์ก็ไม่ควรรับประทานในปริมาณที่มากจนเกินไป เพราะมะรุมมีโปรตีนที่ค่อนข้างสูงมาก (สรรพคุณสมุนไพร, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 หูกวาง (พะยอม, 2521)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Terminalia catappa* Linn

ชื่อสามัญ : Bengal almond, Indian almond, Olive-bark tree, Sea almond, Singapore almond, Tropical Almond, Umbrella Tree

วงศ์ : Combretaceae

ชื่ออื่น : โคน (นราธิวาส) ดัดมือ หรือ ตัดมือ (ตรัง) ตาปัง (พิษณุโลก สตูล) หลุมปัง (สุราษฎร์ธานี)

รูปที่ 2.4 ลักษณะของใบหูกวาง

ที่มา : http://treeofthai.com/ biodiversity_115538_3.jpg

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหูกวาง

ต้นหูกวาง เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดกลาง ที่มีความสูงของต้นประมาณ 10-15 เมตร บางครั้งอาจสูงได้ถึง 30-35 เมตร มียอดหนาแน่น แตกกิ่งก้านแผ่ออกในแนวราบเป็นชั้นๆ คล้ายฉัตร ลำต้นเปลาตรง ต้นที่มีอายุมากและมีขนาดใหญ่จะเป็นพูพอนที่โคนต้น เปลือกลำต้นเป็นสีน้ำตาลปนเทาเกือบเรียบ แตกเป็นร่องแบบตื้นๆ ตามแนวนอนและแนวตั้งและลอกออกเป็นสะเก็ดเล็กๆ กิ่งอ่อนมีขนสีน้ำตาล ส่วนเนื้อไม้เป็นสีแดง เป็นกลีบเล็กน้อย มีเสี้ยนไม้ละเอียดสามารถขัดชักเงาได้ดี ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำได้ดีอย่างดินร่วนพอควรหรือปนทราย (ฟรินน์.คอม, 2557)

ใบหูกวาง ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนสลับกันเป็นกระจุกหนาแน่นบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะของใบเป็นรูปไข่กลับ ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้นๆ (ปลายใบกว้างกว่าโคนใบ) โคนใบมนเว้าและมีต่อมเล็กๆ หนึ่งคู่อยู่ที่โคนใบบริเวณท้องใบ ส่วนขอบใบเรียบเป็นคลื่นหยักเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-15 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12-25 เซนติเมตร หลังใบและท้องใบมีขน เนื้อใบหนา ใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นเขียวเข้ม จะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงเมื่อใกล้ร่วงหรือผลัดใบ มีก้านใบยาวประมาณ 0.5-1.5 เซนติเมตร (รูปที่ 2.4)

ดอกหูกวาง ออกดอกเป็นช่อยาวแบบติดดอกสลับ โดยจะออกตามซอกใบ ลักษณะเป็นแท่งยาวประมาณ 8-12 เซนติเมตร มีดอกย่อยเป็นสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ดอกมีขนาดเล็กและไม่มีกลิ่นหอม ดอกเป็นแบบแยกเพศแต่อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกเพศผู้จะอยู่บริเวณปลายช่อ ส่วนดอกเพศเมียจะอยู่บริเวณโคนช่อ ไม่มีกลีบดอกมีแต่กลีบเลี้ยงดอก 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายแยกเป็นแฉกรูปสามเหลี่ยม 5 แฉก มีขนด้านนอก ดอกเกสรเพศผู้มี 10 ชั้น ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีขนาดกว้างประมาณ 0.4-0.6 เซนติเมตร

ผลหูกวาง ผลเป็นผลเดี่ยวในแต่ละผลมีเมล็ด 1 เมล็ด ลักษณะของผลเป็นรูปทรงรีค่อนข้างแบนเล็กน้อย ผลแข็ง มีขนาดกว้างประมาณ 2-5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3-7 เซนติเมตร ผลด้านข้างเป็นแผ่นหรือเป็นสันบางๆ นูนออกรอบผล ผลอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียว และมีกลิ่นหอม ผิวผลเรียบ ผลเมื่อแห้งจะเป็นสีดำคล้ำ เปลือกผลมีเส้นใย

2. สรรพคุณของหูกวาง

1) มีสรรพคุณเป็นยาแก้ไข้
2) ช่วยขับน้ำนมของสตรี
3) เป็นยาแก้ท้องร่วง แก้บิด
4) มีสรรพคุณเป็นยาขับเหงื่อ
5) ช่วยแก้ต่อมทอนซิลอักเสบ
6) ใช้เป็นยารักษาโรคทางเดินอาหารและตับ
7) ช่วยรักษาโรคไขข้ออักเสบ
8) ช่วยทำให้ประจำเดือนของสตรีมาตามปกติ

3. ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

ช่วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ลดการอักเสบ แก้อาการปวด ลดอุณหภูมิภายในร่างกายหรือลดไข้ ทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว และทำให้กล้ามเนื้อมดลูกบีบตัว

2.2.2.4 สะเดา (พะยอม, 2521)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Azadirachta indica* A. Juss. var. siamensis Valeton
ชื่อสามัญ : Siamese neem tree, Nim, Margosa, Quinine
วงศ์ : Meliaceae
ชื่ออื่น : สะเลียม (ภาคเหนือ) กะเดา (ภาคใต้)

รูปที่ 2.5 ลักษณะของใบสะเดา
ที่มา : https://www.google.co.th/search?q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสะเดา

ไม้ต้น สูง 5-10 เมตร เปลือกต้นแตกเป็นร่องลึกตามยาว ยอดอ่อนสีน้ำตาลแดง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงสลับรูปใบหอก กว้าง 3-4 ซม. ยาว 4-8 ซม. โคนใบมนไม่เท่ากัน ขอบใบเป็นฟันเลื่อย แผ่นใบเรียบ สีเขียวเป็นมัน (รูปที่2.5) ดอกออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งขณะแตกใบอ่อน ดอกสีขาวนวล กลีบเลี้ยงมี 5 แฉก โคนติดกัน กลีบดอกโคนติดกัน ปลายแยกเป็น 5 แฉก ผลรูปทรงรี ขนาด 0.8 - 1 ซม. ผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียว สุกเป็นสีเหลืองส้ม เมล็ดเดี่ยว รูปรี (ฟรินน์.คอม, 2557)

2. สรรพคุณของสะเดา

1) ดอก ยอดอ่อน	แก้พิษโลหิต กำเดา แก้ริดสีดวงในลำคอ
2) ขนอ่อน	ถ่ายพยาธิ แก้ริดสีดวง แก้ปัสสาวะพิการ
3) เปลือกต้น	แก้ไข้ เจริญอาหาร แก้ท้องเดิน บิดมูกเลือด
4) ก้านใบ	แก้ไข้ ทำยารักษาไข้มาลาเรีย
5) ราก	แก้โรคผิวหนัง แก้เสมหะ
6) ใบและผล	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง บำรุงธาตุ

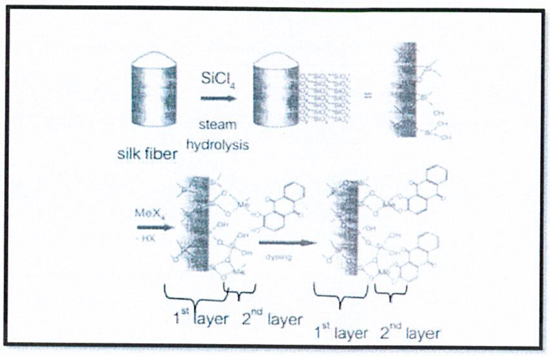
3. สารสำคัญที่พบ

ผล มีสารขมชื่อ bakayanin ช่อดอก มีสารพวกไกลโคไซด์ ชื่อ nimbasterin 0.005 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันหอมระเหยที่มีรสเผ็ด 0.5 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นพบ nimbecetin, nimbesterol กรดไขมัน และสารที่มีรสขม เมล็ด มีน้ำมันขมชื่อ margosic acid 45 เปอร์เซ็นต์ หรือบางที่เรียก Nim Oil และสารขมชื่อ nimbin nimbidin Nim Oil มี nimbidin เป็นส่วนมากและเป็นตัวออกฤทธิ์มีกำมะถันอยู่ด้วย (สรรพคุณสมุนไพร, 2557)

2.3. มอร์แดนท์ (mordant) (ศรัณยา, 2555)

มอร์แดนท์ หรือ สารที่ช่วยให้ติดสีย้อม เป็นสารเคมีหรือสารจากธรรมชาติ ที่ทำให้สีย้อมจากธรรมชาติตรึงอยู่บนเส้นใย และยึดเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น เพิ่มความทนทานต่อแสง ความทนทานต่อการขัดถูขึ้น และในบางครั้งมอร์แดนท์จะช่วยเปลี่ยนเฉดสี ให้เข้มขึ้น จางลง หรือสว่างขึ้นได้อีกด้วย โดยมอร์แดนท์จะรวมตัวกับโมเลกุลสี และรวมตัวกับโมเลกุลของเส้นใยทำให้เกิดการไม่ละลายน้ำของสี (รูปที่2.6) มอร์แดนท์เป็นที่นิยมอย่างมากในการใช้ย้อมสีผ้า และมักพบโดยมากในงานวิจัยเพื่อพัฒนาความคงทนของสีต่อการซักของสีธรรมชาติ โดยการใช้เกลือของโลหะหรือกึ่งโลหะเป็นมอร์แดนท์ เช่น สารส้มหรือโพแทสเซียมอลูมิเนียมซัลเฟต โพแทสเซียมไดโครเมต โพแทสเซียมไบโครเมต คอปเปอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต และน้ำสนิมเหล็ก สแทนเนียสคลอไรด์ แบเรียมซัลเฟต โดยมอร์แดนท์ที่เป็นที่นิยมและหาได้ง่ายในประเทศไทยคือ สารส้ม (มอร์แดนท์อลูมิเนียม) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้าย และช่วยให้สีสด สว่างขึ้น มักใช้กับการย้อมสีน้ำตาล-เหลือง-เขียว คอปเปอร์ซัลเฟต (มอร์แดนท์ทองแดง) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อม สีเขียว-น้ำตาล และน้ำสนิมเหล็ก (มอร์แดนท์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทน เทา–ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การเกิดโครงสร้างสองชั้นของสารอนินทรีย์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยง
ที่มา: http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4111038.pdf

นอกจากมอร์แดนท์ที่เป็นเกลือของโลหะหรือกึ่งโลหะแล้ว ยังมีมอร์แดนท์ตามธรรมชาติที่หาได้ทั่วไปอีกด้วย เช่น น้ำปูนใส น้ำด่างหรือขี้เถ้า กรด หรือแม้แต่โคลน ก็สามารถนำมาใช้ทำมอร์แดนท์ได้

น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมากหรือทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำปูนใสมาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป

น้ำด่าง หรือน้ำขี้เถ้า ได้จากขี้เถ้าพืช เช่น ส่วนต่างๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น

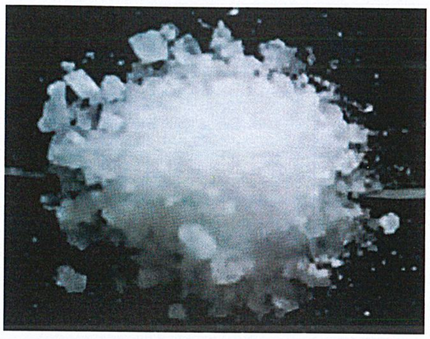
กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อย น้ำมะขามเปียก โคลน เตรียมจากโคลนใต้สระ หรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปี ใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่าสัดส่วนน้ำ 1 ส่วนต่อดินโคลน 1 ส่วน จะช่วยให้ได้โทนสีเข้มขึ้น หรือโทนสีเทา-ดำเช่นเดียวกับน้ำสนิม (ศรันยา, 2555)

2.3.1 ชนิดของมอร์แดนท์

2.3.1.1 สารส้ม

สารส้ม (Potassium alum) เป็นเกลือเชิงซ้อนของสารประกอบที่มีธาตุอะลูมิเนียมและซัลเฟต เป็นส่วนประกอบหลัก หรือ รู้จักกันในนามว่าสารส้ม (alum) หรือ ผลึกเกลือ (รูปที่ 2.7) สารส้มในประเทศไทยชาวบ้านเรียกว่า ดินส้ม แต่เนื่องจากสารส้มที่พบตามธรรมชาติมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงได้มีการคิดค้นวิธีการผลิตขึ้นมาเอง โดยนำเอาแร่ธาตุจากธรรมชาติที่มีปริมาณอะลูมินาสูงเป็นวัตถุดิบสารส้ม (alum) มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันมาก แต่ไม่ค่อยมีใครได้นึกถึง เพราะไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ลักษณะผงและผลึกสารส้ม
ที่มา http://www.wee-rinchem.co.th/

สารส้มแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1. เกลือซัลเฟตของอะลูมิเนียม หรือ อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$) ลักษณะเป็น ก้อนผงสีขาว

2. เกลือเชิงซ้อนของโพแทสเซียม หรือ โพแทสเซียมอะลัม ($Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$) ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี

3. เกลือเชิงซ้อนของแอมโมเนียม หรือ แอมโมเนียมอะลัม ($Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$) ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี สารส้มนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผิวหนังของมนุษย์ โดยการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมการประปา รองลงมาคือ อุตสาหกรรมกระดาษ ย้อมผ้า ฟอกหนัง ผสมเป็นยาดับเพลิง สารดับกลิ่น ฟอกสี ย้อมผ้า และ ผสมทำผงฟูใช้ในการทำขนมปังเป็นต้น การใช้เกี่ยวข้องกับผิวหนัง ใช้ดับกลิ่นตัวได้ทุกส่วนของร่างกายตามที่ต้องการ โดยเฉพาะที่ใต้วงแขน และ เท้า สามารถระงับ กลิ่นได้ 100 เปอร์เซ็นต์ นานถึง 24 ชั่วโมง และลดการเกิดกลิ่นได้ไม่ต่ำกว่า 10 ชั่วโมง ใช้ทาหลังโกนหนวดจะไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง ช่วยห้ามเลือดและสมานบาดแผลที่เกิดจากมีดโกนบาด หรือ บาดแผลเล็กน้อย ใช้ทาที่ส้นเท้าจะรักษาและป้องกันส้นเท้าแตก และยังสามารถทาแก้คันตามผิวหนังเมื่อถูกยุงกัดหรือคันจากสาเหตุอื่น ได้อีกด้วย

2.3.1.2 คอปเปอร์ซัลเฟต

คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (Copper (II) sulphate) หรือ จุนสี เป็นสารประกอบที่สำคัญของทองแดง และมีองค์ประกอบ คือ ทองแดง กำมะถัน และออกซิเจน หรือเรียกว่า Blue Vitriol มีสูตรทางเคมี $CuSO_4$ เป็นสารประกอบไอออนิก เมื่อนำไปเผาจะเกิดเปลวไฟสีเขียว โดยเกลือนี้จะอยู่ในรูปสารประกอบที่มีน้ำและไม่มีน้ำอยู่ในโมเลกุล ในสภาพที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบจะมีผนึกสีฟ้า (รูปที่ 2.8) และจะมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือสีเทาในสภาพที่ปราศจากน้ำ มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 770 องศาเซลเซียส และเป็นสารที่ไม่ไวไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 ผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต
ที่มา : http://blueplanetchem.plazathai.com/show660147/

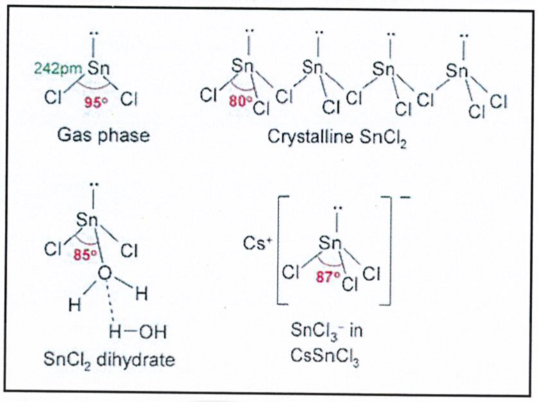
ประโยชน์ของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต จากสมบัติที่ว่า เมื่อได้รับความชื้นจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า จึงนำไปใช้ในการตรวจความชื้นในอากาศ หรือดูดความชื้น นอกจากนี้ยังใช้ในการเกษตร ใช้กำจัดเชื้อรา กำจัดหอยในนาข้าว เป็นส่วนหนึ่งของอาหารสัตว์ เป็นปุ๋ยเพื่อช่วยปรับปรุงดิน ใช้รักษาโรคในสัตว์บางชนิด ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมผ้า เครื่องหนัง แบตเตอรี่ และน้ำยาเคลือบไม้ ใช้เป็นสารที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบ (analytical reagent) เช่น ทดสอบน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugars) ทดสอบโปรตีน เป็นต้น และที่สำคัญยังสามารถใช้เป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้า โดยใช้กันมานานตั้งแต่ยุคอียิปต์โบราณ โดยคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต จะช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อมสีและทำให้เกิดกระบวนการอัฟเตอร์คอปเปอร์ริ่ง (Aftercoppering Process) คือกระบวนการหลังการย้อมด้วยสารประกอบคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (ทองแดง) หรือสารประกอบคอปเปอร์อื่นๆ เพื่อทำให้สีย้อมมีความคงทนต่อการซักล้าง

2.3.1.3 สแทนเนียสคลอไรด์

สแทนเนียสคลอไรด์ หรือ ทิน (II) คลอไรด์ มีสูตรทางเคมีคือ $SnCl_2$ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว โดยองค์ประกอบของสแทนเนียสคลอไรด์ จะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และจับตัวกัน เป็นมุมงอ (bent) เมื่ออยู่ในสถานะแก๊ส สำหรับสถานะของแข็ง ผลึกสแทนเนียสคลอไรด์ จะอยู่ในรูปโซ่ของคลอไรด์ (chloridebridge) และรูปของ ไดไฮเดรต (dihydrate) จะมีแขน 3 แขน ติดอยู่กับ Sn โดยหนึ่งแขนเป็นแขนของน้ำ และจะมีน้ำอีก 1 โมเลกุล ติดอยู่กับออกซิเจนของน้ำของโมเลกุลแรก (รูปที่ 2.9)

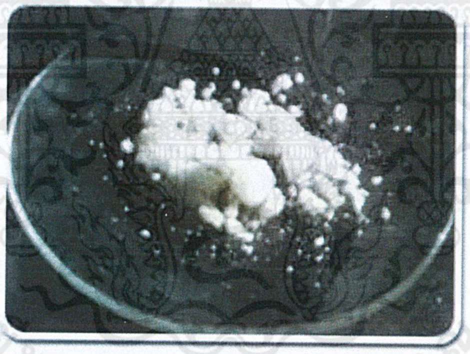
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.9 องค์ประกอบของสแทนเนียสคลอไรด์ในสถานะต่างๆ
ที่มา : en.wikipedia.org

สารละลายสแทนเนียสคลอไรด์จะมีกรดไฮโดรคลอริกเป็นองค์ประกอบอยู่เล็กน้อย จึงมักจะนำไปใช้ทำกระป๋อง ทำมอร์แดนท์เพื่อใช้ย้อมสิ่งทอ เนื่องจากสามารถทำให้สีที่ย้อมสดขึ้น และใช้เพิ่มน้ำหนักให้ผ้าไหม

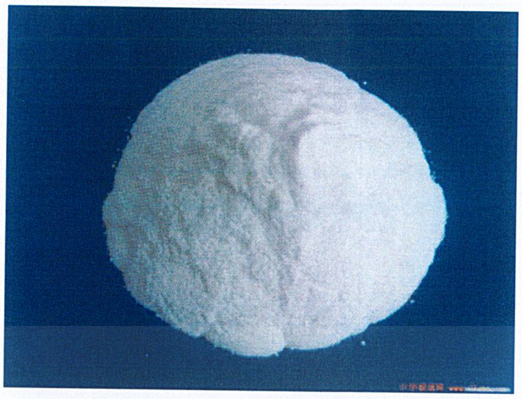


รูปที่ 2.10 ผลึกสแทนเนียสคลอไรด์
ที่มา : www.pjgroupindia.com

2.3.1.4 โซเดียมคาร์บอเนต

โซเดียมคาร์บอเนต หรือ โซดาแอช สูตรเคมี คือ Na_2CO_3 เป็นสารประกอบเกลือของกรด คาร์บอนิก มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น สามารถดูดความชื้นจากอากาศได้ดี ละลายได้ในน้ำ มีฤทธิ์เป็นด่างแก่เมื่อละลายน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ พบในขี้เถ้าของพืชหลายชนิด และสาหร่ายทะเล เป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น แก้ว เซรามิค กระดาษ ผงซักฟอก สบู่ การแก้ไขน้ำกระด้าง

142278
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

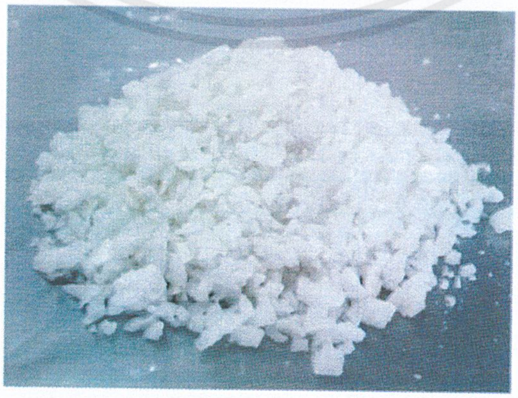


รูปที่ 2.11 ผงโซเดียมคาร์บอเนต
ที่มา : http://thai.alibaba.com/

โซเดียมคาร์บอเนต สามารถนำไปใช้เป็นสารลดแรงตึงผิว และช่วยให้เปียก ใช้ในการทำความสะอาดผ้า ซึ่งโซเดียมคาร์บอเนต มีคุณสมบัติที่จะทำให้น้ำ มีค่า pH ประมาณ 10.5 - 11.0 ซึ่งเหมาะสมกับการเกิดพันธะโควาเลนท์ของสีย้อมกับเส้นใย ทำให้สีหลุดยากขึ้นเมื่อทำการซักล้าง

2.3.1.5 โซเดียมคลอไรด์

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) มีสูตรทางเคมีคือ NaCl มีชื่อที่เรียกทั่วไปดังนี้ เกลือแกง (รูปที่ 2.12) โซเดียมคลอไรด์เป็นเกลือที่มีบทบาทต่อความเค็มของมหาสมุทร และของเหลวภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เป็นส่วนประกอบหลักในเกลือที่กินได้ มันถูกใช้อย่างกว้างขวางในการเป็นเครื่องปรุงรส และใช้ในการถนอมอาหาร โซเดียมคลอไรด์ ในสภาวะของแข็ง จะอยู่ในรูปทรงคิวบิกแบบสมมาตร ส่วนไอออนคลอไรด์ซึ่งมีขนาดใหญ่จะถูกจัดเรียงในรูปทรงคิวบิกแบบโคลส-แพคกิ่ง ในขณะที่โซเดียมไอออนซึ่งมีขนาดเล็กกว่าจะอยู่ในรูปทรงออกตะฮีดรัลโดยช่องว่างระหว่างพันธะของแต่ละไอออนจะมีไอออนตัวอื่น ล้อมรอบอยู่ 6 ตัวเสมอ



รูปที่ 2.12 ผลึกเกลือ
ที่มา : http://www.ninekaow.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

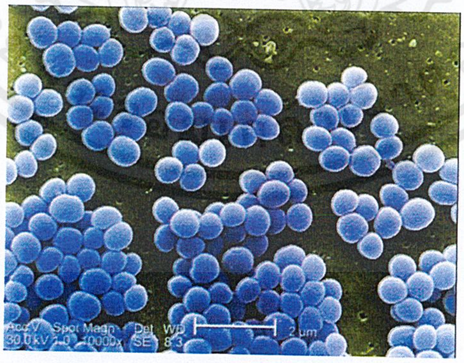
ปัจจุบันเกลือสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็น การปรุงอาหาร ถนอมอาหาร ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่ ฆ่าเชื้อโรค ใช้ในการผลิตกระดาษ และสามารถใช้เป็นหมึกพิมพ์ และใช้ในอุตสาหกรรมย้อมผ้าได้อีกด้วย

2.4. เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่นในเสื้อผ้า (ดุษณี, 2555)

การเสื่อมสภาพของเสื้อผ้า ซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในเสื้อผ้าได้แก่ *S. aureus*, *E. coli* และ *P. aeruginosa* เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีอากาศ พบอยู่ทั่วไปใกล้ตัวเราที่สุด มักจะสะสมอยู่ในเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งเป็นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคผิวหนังต่างๆ และเมื่อจุลินทรีย์รวมตัวกับความเปียกชื้นจากเหงื่อก็จะทำให้เกิดปัญหากลิ่นอับ ซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ กลิ่นอับชื้นเกิดจากเสื้อผ้าเมื่อผ่านการสวมใส่แล้วย่อมจะเกิดคราบสกปรกต่างๆ ซึ่งก็คือ คราบโปรตีนและไขมัน ภายใต้สภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่พอเหมาะจะเกิดขบวนการย่อยสลายโปรตีน และไขมันเหล่านั้น แล้วเกิดเป็นกลิ่นเหม็นอับชื้น

2.4.1 *Staphylococcus aureus*

เชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น หรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ (รูปที่ 2.13) ไม่เคลื่อนที่ โคโลนีมีสีเหลืองหรือสีทอง ไม่สร้างสปอร์ จัดอยู่ในกลุ่ม Facultative anaerobe คือ สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนมากกว่าในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 35-40 องศาเซลเซียส ทนความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ช่วง pH หรือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจน 0.90 สามารถทนเกลือที่ 18 – 20 เปอร์เซ็นต์ และทนต่อการฉายรังสี (นิธิยา, 2552)



รูปที่ 2.13 รูปร่างและการจัดเรียงตัวของ *Staphylococcus aureus*
ที่มา : http://www.bacteriainphotos.com/

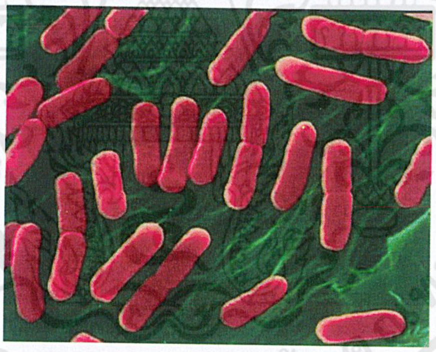
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 แหล่งที่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus*

เชื้อ *S. aureus* มักพบในคน เช่น บริเวณผิวหนัง โพรงจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และสัตว์เลือดอุ่น รวมถึงในอากาศ ฝุ่นละออง ขยะมูลฝอย น้ำ อาหาร และดิน เป็นต้น ในภาวะแวดล้อมภายนอกของมนุษย์และสัตว์ จะพบเชื้อนี้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และอาจพบเชื้อชนิดนี้ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ในผู้ที่สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยหรือผู้ที่สัมผัสกับสภาพสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล (โอเคเนชั่น, 2550)

2.4.2 *Escherichia coli*

เชื้อ *E. coli* เป็นเชื้อในกลุ่ม Facultative anaerobe โดยเป็นเชื้อที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารและพบบ่อยมากที่สุด เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน (รูปที่ 2.14) ไม่สร้างสปอร์ จัดอยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform) ประเภท fecal coliform ซึ่งเป็นโคลิฟอร์มที่พบในอุจจาระมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น จึงใช้เป็นดัชนีที่ชี้วัดสุขลักษณะของอาหารและน้ำ *E. coli* ส่วนใหญ่ไม่ใช่จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) แต่บางชนิดที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ช่วงอุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้ 7 – 46 องศาเซลเซียส pH ของอาหารอยู่ในช่วง 4.4 – 10 และทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี เช่น สามารถอยู่บนเสื้อผ้าแห้งและในฝุ่นละอองได้หลายวัน อยู่ในน้ำได้ แต่สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และยังมีความสำคัญในงานทางด้านจุลชีววิทยาประยุกต์อย่างมาก เช่น การศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ, 2556)



รูปที่ 2.14 รูปร่างของ *Escherichia coli*
ที่มา : http://www.astrographics.com/

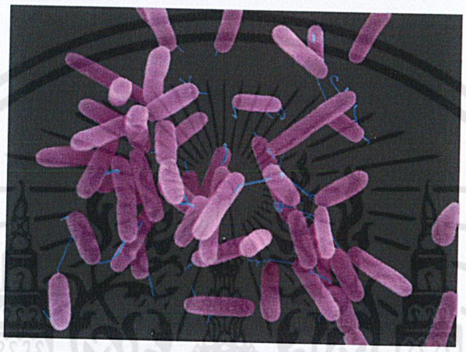
2.4.2.1 แหล่งที่พบเชื้อ *Escherichia coli*

เชื้อ *E. coli* มักพบตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์ และมนุษย์ พบได้ในอุจจาระ หรือพบเชื้อนี้ได้ในอาหารที่ปรุงไม่สุกหรืออาหารดิบ (สุรีย์, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 *Pseudomonas aeruginosa* (วิชาการ.คอม, 2555)

เชื้อ *P. aeruginosa* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อน เจริญได้ดีในที่มีอากาศ เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา (รูปที่ 2.15) มีกลิ่นที่พิเศษเฉพาะของเชื้อตัวนี้คือกลิ่นคล้ายองุ่น และเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์โคโลนีจะมีลักษณะคล้ายเมือก เพราะสามารถที่จะสร้างสารเมือกห่อหุ้มเซลล์ที่คล้ายแคปซูล มีการผลิตสารเม็ดสีที่เรืองแสงอัลตราไวโอเลต ไพโอไซยานินซึ่งจะเป็นสารเม็ดสีเขียวน้ำเงิน อยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งจะสามารถสลายเม็ดเลือดแกะได้อย่างสมบูรณ์อีกด้วย เชื้อตัวนี้เป็นเชื้อฉวยโอกาสจะเกิดโรคกับผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันผิดปกติ และจะเกิดอาการรุนแรงกับคนไข้ที่สวนปัสสาวะและคนไข้ที่มีบาดแผลไฟไหม้อักเสบ ซึ่งโรคที่เกิดจากเชื้อนี้สามารถรักษาได้ด้วยการใช้ยาและสามารถป้องกันได้ด้วยการฉีดวัคซีน



รูปที่ 2.15 รูปร่างของ *Pseudomonas aeruginosa*
ที่มา : ehp.niehs.nih.gov/

2.4.3.1 แหล่งที่พบเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*

เชื้อ *P. aeruginosa* จะดำรงชีวิตอย่างอิสระในบริเวณที่ชื้น โดยทั่วไปจะพบในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ และปนเปื้อนไปยังอาหาร หลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ น้ำนมและไข่ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2556)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ghaheh และคณะ (2014) ได้นำสีย้อมจากธรรมชาติจำนวน 5 ชนิดจาก ชาเขียว แมดเดอร์ ขมิ้น กลีบดอกหญ้าฝรั่น และต้นเทียน มาใช้ย้อมผ้าขนสัตว์ จากนั้นทำการศึกษากิจกรรมยับยั้งแบคทีเรียรวมทั้งทดสอบคุณสมบัติต่างๆจากการย้อมสี ได้แก่ วิเคราะห์สี ความคงทนของสีย้อมต่อแสง และความคงทนของสีย้อมต่อการซัก ซึ่งผลการทดลองพบว่าสีย้อมจากธรรมชาติทุกชนิดที่นำมาทดสอบมีฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* นอกจากนี้ยังพบว่าผ้าขนสัตว์ที่นำมาปรับสภาพด้วยสารส้มนั้นหลังจากการซัก 5 รอบ และการสัมผัสแสง 300 นาที ยังมีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่าไม่ได้ทำการปรับสภาพด้วยสารส้ม

มีการศึกษาประยุกต์ใช้สารสกัดจาก Chinese gall ในการย้อมสีผ้าขนสัตว์ รวมทั้งศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีผ้าขนสัตว์คือใช้ความเข้มข้นของสารละลายสีย้อม 200 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของมอร์แดนท์ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ pH 8 และอุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส และจากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าผ้าขนสัตว์ที่ย้อมสีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสกัดจาก Chinese gall สามารถลดจำนวน *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ที่ชีวิตได้ โดยลดลง 99.90 เปอร์เซ็นต์ และ 96.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Zhang และคณะ, 2014)

Dev และคณะ (2009) ได้ศึกษาสีย้อม รวมทั้งคุณสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตซานในผ้าขนสัตว์ที่ผ่านการย้อมด้วยสีย้อมจากต้นเทียน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เมื่อนำไคโตซานมาย้อมผ้าขนสัตว์ที่ย้อมสีแล้ว ผ้าขนสัตว์มีค่าการดูดซับสีเพิ่มขึ้น และพบว่าผ้าขนสัตว์ที่ย้อมสีจากต้นเทียนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ แต่เมื่อย้อมผ้าขนสัตว์ด้วยไคโตซานอีกครั้งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นเพิ่มขึ้น และได้มีการทดสอบคุณสมบัติในการติดสี ด้วยการซักล้าง ขยี้ และความทนทานต่อเหงื่อ

มีงานวิจัยที่ศึกษาผลของ *Rheum emodi* L โดยนำมาใช้เป็นสีย้อมผ้าขนสัตว์ ได้ศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และยับยั้งเชื้อรา *Candida albicans* และ *Candida tropicalis* โดยใช้ความเข้มข้นของสีย้อม 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผ้า และใช้ เฟอรัสซัลเฟต สแทนเนียสคลอไรด์และสารส้มเป็นสารมอร์แดนท์ จากนั้นหาค่าความเข้มของสีในระบบ CIELab และคุณสมบัติความคงทนของสีย้อมของผ้าขนสัตว์ที่ผ่านการย้อมสี โดยจะวัดค่าการดูดกลืนแสง และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งของสาร *Rheum emodi* L โดยการทำ disc diffusion ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ตัวอย่างด้ายขนสัตว์ที่ผ่านการย้อมสีจะมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีจำนวนเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามีการลดลงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (Khan และคณะ, 2012)

Sahoo และคณะ (2012) ได้ทำการวิเคราะห์เฉดสีและคุณสมบัติความคงทนของสีของผ้าไหมที่ย้อมสี ด้วยสีที่สกัดจากเปลือก Mahua โดยใช้ความเข้มข้นของสารมอร์แดนท์แตกต่างกัน ซึ่งในการศึกษาได้ใช้สารมอร์แดนท์ 4 ชนิด ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต อะลูมิเนียมซัลเฟต สารส้ม และกรดซิตริก โดยทำการทดสอบระดับสีที่ติดบนผ้าด้วย Hunterlab colour scale ผลการทดสอบพบว่าสารมอร์แดนท์ทุกชนิดมีคุณสมบัติช่วยยึดจับสีได้ดี และมีความคงทนต่อการซักได้ดี ยกเว้นสารส้ม การย้อมสีบนผ้าที่ไม่ได้ผ่านการมอร์แดนท์ จะมีค่าความคงทนของสีที่ดี ส่วนการย้อมสีที่ผ่านการมอร์แดนท์ทั้งสามชนิด ยกเว้นคอปเปอร์ซัลเฟต จะมีค่าความคงทนของสีอยู่ในระดับดีถึงดีมาก คุณสมบัติการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชี้ให้เห็นว่าสีย้อมจากเปลือก Mahua ไม่มีผลต่อการเจริญของ *E. coli*, *Streptococcus* sp. และ *Salmonella* โดยสังเกตจากไม่เกิดบริเวณยับยั้ง อย่างไรก็ตามสีย้อมจากเปลือก Mahua มีผลต่อ *S. leuteus* รวมทั้งมีผลต่อเชื้อรา *A. nigricans* และ *C. albicans*

Yusuf และคณะ (2012) ได้นำสารสกัดจากใบของต้นเทียนกิ่งมาประยุกต์ใช้กับผ้าขนสัตว์เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของสีย้อมและประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทั่วไปของมนุษย์ ได้แก่ *E. coli* MTCC 443, *S. aureus* MTCC 902 และ *C. albicans* ATCC 90028 โดยเปรียบเทียบฤทธิ์ทางชีวภาพของสีย้อมผ้าขนสัตว์จากต้นเทียนกิ่ง กับสารต้านแบคทีเรียที่ใช้ทางการค้า(Ampicillin) และยาต้านเชื้อรา (Fluconazole) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างสีย้อมผ้าขนสัตว์จากต้นเทียนกิ่ง มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ เมื่อทำการทดสอบความคงทนต่อแสง การซักล้าง และการปั่นแห้ง คุณสมบัติความคงทนต่อแสงของตัวอย่างผ้าขนสัตว์ที่ย้อมสีมีความคงทนได้ดี นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลการใช้เกลือโลหะ(มอร์แดนท์) เพื่อดูฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และลักษณะสีของสีย้อมที่ใช้ย้อมผ้าขนสัตว์ จากผลการทดลองพบว่า ผ้าขนสัตว์ที่ใช้สารมอร์แดนท์มีสีที่เข้มขึ้น และมีคุณสมบัติความคงทนที่ดีขึ้น แต่จะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shahid และคณะ (2012) ทำการศึกษาการย้อมสี การติดสี และคุณสมบัติในการยับยั้ง *E. coli, S. aureus* และ *C. albicans* ของไหมพรมที่ทำจากขนสัตว์ที่ใช้สีย้อมจากธรรมชาติ สารสกัดจากเบญกานี ซึ่งผลการทดสอบพบว่า สารสกัดจากเบญกานีมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งอยู่ในสภาวะที่เป็นสารละลาย เช่นเดียวกับการประยุกต์ใช้ในการย้อมสีไหมพรม แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากการตรวจสอบตัวอย่างไหมพรมขนสัตว์ที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากเบญกานี และแช่มอร์แดนท์ พบการลดลงของคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ ในด้านการซักทำความสะอาด เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ หลังจากมีการซักล้างทำความสะอาด 1 5 และ 10 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่า ไหมพรมขนสัตว์ที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากเบญกานี มีคุณสมบัติเป็นแบบ กึ่งทนทาน (Semi – durable)

Prusty และคณะ (2010) ได้ศึกษาคุณสมบัติของสีและคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสีย้อมตามธรรมชาติที่สกัดจากทับทิม หูกวาง ขนุน สัก และยอ นำมาใช้ย้อมผ้าไหม โดยศึกษาค่าความเข้มของสี (K/S) พบว่าอัตราการดูดกลืนแสงของสีบนเส้นไหมที่สกัดจากพืชชนิดต่างๆ มีค่า 10.56 – 39.48 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นของสีย้อม 5 เปอร์เซ็นต์ เส้นไหมที่ย้อมสีด้วยสีจากธรรมชาติ จะมีประสิทธิภาพสูง ในการยับยั้งจุลินทรีย์ (อัตราการยับยั้ง 25 - 65 เปอร์เซ็นต์) โดยมีอัตราการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli* 3 - 68 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการการยับยั้งเชื้อรา *A. niger* ผ้าไหมที่ย้อมสี แสดงคุณสมบัติทั้งหมดได้ดี และมีคุณสมบัติในการติดสีที่ดี

Mirjalili และคณะ (2013) ทำการศึกษาสกัดสีจากวอลนัท (walnut) โดยใช้เครื่องมือสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet apparatus) และนำสารสกัดที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โดยใช้ Column chromatography, thin layer chromatography (TLC), nuclear magnetic resonance (NMR), mass spectroscopy (MS) และ infrared (IR) จากนั้นนำสีที่สกัดจากวอลนัท มาใช้ในการย้อมผ้า polyamide fabric โดยใช้มอร์แดนท์ชนิดต่างๆ และนำผ้าที่ย้อมสีแล้ว ไปทดสอบเพื่อวัดคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย โดยเฉพาะ แบคทีเรียก่อโรคแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) และแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli*) การหาความสัมพันธ์ของ คุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย กับความเข้มของสีย้อม ความคงทนของคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย หลังจากซักล้าง ผลที่ได้จากการทดสอบ พบว่าสี polyamide และวอลนัท มีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดี เมื่อใช้ร่วมกัน ferric sulphate, cupric sulphate และ potassium aluminum sulphate และมีความคงทนของสี รวมทั้งมีคุณสมบัติในการติดสีที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1. วัตถุดิบ

1. ใบสะเดา (*Azadirachta indica* A.)
2. ใบขี้เหล็ก (*Senna siamea* Lam.)
3. ใบมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.)
4. ใบหูกวาง (*Terminalia catappa* Linn.)
5. ผ้าฝ้ายสีขาว

3.1.2. เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

1. *Staphylococcus aureus* TISTR 1466
2. *Escherichia coli* ATCC 25922
3. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 29853

3.1.3. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารส้ม (มอร์แดนท์)
2. เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (ยี่ห้อ HIMEDIA)
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth (ยี่ห้อ HIMEDIA)
5. สารไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต
6. สารละลาย Dimethyl Sulfoxide

3.1.4. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบ (ยี่ห้อ กล้วยน้ำไท เตาอบ)
2. เครื่อง Autoclave (ยี่ห้อ HIRAYAMA)
3. เครื่อง Shaker (ยี่ห้อ Gallenkamp)
4. ชุดเครื่อง Rotary Evaporator (ยี่ห้อ Heidolph)
5. ตู้บ่มเชื้อ (ยี่ห้อ BINDER CONTROL E2)
6. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ AND GF-800)
7. เครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Minolta-CR-300)
8. ตู้ Laminar (ยี่ห้อ SUPER CLEAN)
9. Hot air oven (ยี่ห้อ memmert)
10. ฟลาส์ก (flask) ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
11. หลอดทดลอง
12. Pipette ขนาด 1 5 และ 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1. การเตรียมวัตถุดิบ

เก็บใบพืชสมุนไพรนำมาล้างเศษฝุ่นผงที่ไม่ต้องการออกด้วยน้ำสะอาด แล้วอบด้วยอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำใบพืชสมุนไพรแห้งมาบดให้เป็นผง แล้วทำการสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชั่งผงใบพืชสมุนไพร 30 กรัมใส่ในฟลาส์กขนาด 500 มิลลิลตร เติมเอทานอลให้ครบ 300 มิลลิลิตร นำไปเขย่าโดยเครื่องเขย่าสาร ที่มีความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำใบพืชสมุนไพรที่สกัดมากรองด้วยเครื่อง Suction flask โดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นนำสารละลายมาระเหยแห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator จนกระทั่งแห้ง จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาระเหยในโถดูดความชื้น (desiccator) เพื่อระเหยเอาตัวทำละลายออกให้หมด นำสารสกัดที่แห้งมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาเปอร์เซ็นผลได้ โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลได้} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช}} \times 100$$

เก็บสารสกัดที่ได้ในขวดแก้วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาใช้

3.2.2. การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

เตรียมเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ใการทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ*Pseudomonas aeruginosa* โดยทำการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งผิวเอียง (Nutrient agar slant) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการถ่ายเชื้อ 1 ลูปเต็มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารละลายของเชื้อแบคทีเรียทดสอบมาปรับความขุ่น โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ให้อยู่ในช่วง 0.5 ซึ่งจะมีจำนวนเซลล์ประมาณ 1×10^6 CFU/ml (Yusuf และคณะ, 2012)

3.2.3. การเตรียมความเข้มข้นของสารสกัด

เตรียมสารสกัดที่ได้ให้มีความเข้มข้นเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยนำสารสกัดแต่ละชนิดมาละลายใน DMSO (Dimethyl Sulfoxide) จากนั้นปรับปริมาตรโดยใช้ DMSO

3.2.4. การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากตัวอย่างใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ

นำสารละลายของเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมในหัวข้อที่ 3.2.2 มาผสมกับสารละลายของสารสกัดจากตัวอย่างใบพืชสมุนไพรที่เตรียมในหัวข้อที่ 3.2.3 ในอัตราส่วน 1 : 1 เขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียทดสอบทั้ง 3 ชนิดที่ 0 และ 6 ชั่วโมง ด้วยเทคนิค Pour Plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (Ghaheh และคณะ, 2014) จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย โดยใช้สูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเชื้อแบคทีเรียที่ลดลง} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A คือ จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่ 0 ชั่วโมง
B คือ จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่ 6 ชั่วโมง

3.2.5. การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ (หัวข้อ3.2.4) ได้ทำการคัดเลือกสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีที่สุดมาศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสี โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.5.1 การเตรียมผ้าฝ้ายในการย้อมสี

นำผ้าฝ้ายสีขาวที่เตรียมไว้มาซักล้างด้วยน้ำสะอาดผึ่งให้แห้งแล้วนำผ้าฝ้ายที่ได้มาชั่งน้ำหนัก

3.2.5.2 ขั้นตอนการมอร์แดนท์

นำผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้มาทำขั้นตอนการมอร์แดนท์ โดยใช้สารละลายสารส้มที่มีความเข้มข้นเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ นำผ้าฝ้ายไปแช่น้ำเป็นเวลา 30 นาที บิดน้ำออกจากผ้าฝ้ายพอหมาด จากนั้นนำสารละลายสารส้มไปให้ความร้อน เพิ่มอุณหภูมิของสารละลายสารส้มจนถึง 91-93 องศาเซลเซียส และนำผ้าฝ้ายใส่ลงในสารละลายสารส้ม จับเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้าฝ้ายขึ้นจากสารละลายสารส้ม นำไปล้างเอาสารละลายสารส้มออกด้วยน้ำ และผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (Shahid และคณะ, 2012.)

3.2.5.3 ขั้นตอนการย้อมผ้าโดยใช้สีธรรมชาติจากสารสกัด

นำสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรมาละลายใน DMSO (Dimethyl Sulfoxide) ให้เข้ากัน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารละลายของสารสกัดที่เตรียมได้ไปให้ความร้อน เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 91-93 องศาเซลเซียส นำผ้าฝ้ายที่ผ่านขั้นตอนการมอร์แดนท์ และผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านขั้นตอนการมอร์แดนท์แช่ลงในสารละลายของสารสกัดที่เตรียมไว้ ในอัตราส่วนผ้าฝ้ายต่อสารละลายของสารสกัด 1: 40 จับเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นรอให้สารละลายของสารสกัดเย็นลงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำผ้าฝ้ายขึ้นมาล้างด้วยน้ำสะอาด และผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (Shahid และคณะ, 2012.)

3.2.5.4 การตรวจสอบคุณภาพของผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

1. การตรวจสอบความสามารถในการติดสีของสารสกัดบนผ้าฝ้าย

ทำการตรวจหาปริมาณการดูดซับสีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ (Yusuf และคณะ, 2012) โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง (ความยาวคลื่นของการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ λ_{max} = 450 nm) ของสารละลายของสารสกัด (dye bath) ก่อน และหลังย้อมสี จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซับของสารสกัดจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซับของสารสกัด} = \left[\frac{(A_0 - A_1)}{A_0}\right] \times 100$$

โดยที่ A_0 คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสารสกัดก่อนการย้อมสี

A_1 คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสารสกัดหลังการย้อมสี

2. การตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร (Ghaheh และคณะ, 2014.)

โดยทำการตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ โดยใช้ชุดควบคุมเป็นผ้าที่ไม่ผ่านการย้อมสีด้วยสารสกัด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ทำการตัดตัวอย่างผ้าฝ้ายเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1 ตารางนิ้ว ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นใส่สารละลายของแบคทีเรียทดสอบ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ นำไปบ่มเป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างและเขย่า จากนั้นทำการเจือจางสารละลายให้อยู่ในระดับความเจือจางที่เหมาะสม นำสารละลายแต่ละระดับความเจือจางที่เหมาะสมมา pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีแบคทีเรียที่มีชีวิต และคำนวณเปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียที่ลดลงโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเชื้อแบคทีเรียที่ลดลง} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A คือ จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียบนผ้าที่ไม่ผ่านการย้อมสี

B คือ จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียบนผ้าที่ผ่านการย้อมสี

3. การศึกษาผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร (Ghaheh และคณะ, 2014.)

นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดมาซักกับผงซักฟอกปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผ้า โดยการขยี้ 10 ครั้ง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และทำการซักซ้ำทั้งหมดรวม 5 ครั้ง จากนั้นนำมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 2

4. การศึกษาความคงทนของสารสกัดบนผ้าฝ้ายโดยพิจารณาจากค่าสี (Shahid และคณะ, 2012)

ทำการศึกษาการคงทนของสารสกัดบนผ้าฝ้ายด้วยการวัดค่าสีของผ้าที่ผ่านซักจำนวน 5 ครั้ง ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Minolta-CR-300) ในระบบ CIELab (L*, a*,b*) โดยเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ โดยใช้แผนการทดลองแบบ complete randomized design วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Rand (DMRT) และ t-test (Independent) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

ผลการสกัดสีย้อมจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา และใบหูกวาง โดยนำผงแห้งของใบพืชสมุนไพรมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล (95 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราส่วนของใบพืช 30 กรัมต่อตัวทำละลาย 300 มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วระเหยตัวทำละลายออก พบว่าลักษณะของสารสกัดหยาบจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา และใบหูกวาง มีลักษณะเหนียวหนืด โดยมีโทนสีออกเขียวเข้มทั้งหมด ยกเว้นสารสกัดจากใบขี้เหล็กซึ่งจะมีโทนสีออกเขียวอมน้ำตาล สำหรับเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดพบว่ามีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีเปอร์เซ็นต์ผลได้สูงสุด (17.82) ในขณะที่สารสกัดจากใบขี้เหล็กมีเปอร์เซ็นต์ผลได้ต่ำสุด (15.18) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 มีงานวิจัยของจาณียา และคณะ (2554) ได้ศึกษาสกัดสารสกัดจากสมุนไพรพื้นบ้าน พบว่าสกัดสารจากใบสะเดาด้วยเมทานอลมีเปอร์เซ็นต์ผลได้ เท่ากับ 12.70 ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดจากใบสะเดาที่ได้จากการทดลองซึ่งมีค่าเป็น 16.68 การที่สารสกัดมีค่าที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากใบสะเดาที่นำมาศึกษามีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดินที่ใช้ปลูกแต่ละที่มีความแตกต่างกัน และมีการใช้ตัวทำละลายไม่เหมือนกัน สารสกัดที่ได้จึงมีสารออกฤทธิ์และปริมาณไม่เท่ากัน

(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 4.1 สารสกัดหยาบที่ได้จากใบมะรุม (ก) ขี้เหล็ก (ข) สะเดา (ค) หูกวาง (ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้และคุณลักษณะของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

สารสกัด	เปอร์เซ็นต์ผลได้[(2)] (น้ำหนักแห้ง)	ลักษณะของสารสกัดหยาบ
ใบมะรุม	17.82[a(1)]±0.05	สีเขียวเข้ม มีลักษณะหนืด
ใบขี้เหล็ก	15.18[d]±0.02	สีเขียวอมน้ำตาล มีลักษณะหนืด
ใบสะเดา	16.68[c]±0.04	สีเขียวเข้ม มีลักษณะหนืด
ใบหูกวาง	17.52[b]±0.02	สีเขียวเข้ม มีลักษณะหนืด

หมายเหตุ (1) a, b, c และ d ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

(2) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD

4.2 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการนำสารสกัดจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา และใบหูกวาง มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งตัวอย่างแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นอับบนผ้า ได้แก่ เชื้อ *Psuedomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* โดยใช้เทคนิค pour pate จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ

สารสกัด	เปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย[(2)]		
	P. aeruginosa	*S. aureus*	*E. coli*
ใบมะรุม	70.82[d(1)]±0.26	74.21[b]±2.17	77.91[c]±1.76
ใบขี้เหล็ก	74.93[c]±0.23	73.38[b]±0.74	76.84[c]±0.34
ใบสะเดา	87.60[b]±0.23	86.88[a]±0.30	86.70[b]±0.62
ใบหูกวาง	91.04[a]±0.23	87.12[a]±0.05	90.39[a]±0.29

หมายเหตุ (1) a, b, c และ d ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

(2) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa* โดยทำการทดสอบกับสารสกัดชนิดต่างๆ พบว่าสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่สารสกัดจากใบหูกวางมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อมากที่สุดเท่ากับ 91.04 รองลงมาคือสารสกัดจากใบสะเดาเท่ากับ 87.60 สารสกัดจากใบขี้เหล็กเท่ากับ 74.93 และสารสกัดจากใบมะรุมมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อน้อยที่สุดเท่ากับ70.82

สำหรับเชื้อ *S. aureus* พบว่าสารสกัดจากใบหูกวางและใบสะเดามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *S. aureus* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เท่ากับ 87.12 และ 86.88 ตามลำดับ เช่นเดียวกับสารสกัดจากใบมะรุมและใบขี้เหล็กซึ่งมีค่าเท่ากับ 74.21 และ 73.38 ตามลำดับ

ส่วนเชื้อ *E. coli* พบว่าสารสกัดจากใบหูกวางมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *E. coli* มากที่สุดเท่ากับ 90.39 รองลงมาคือสารสกัดจากใบสะเดาเท่ากับ 86.70 ส่วนสารสกัดจากใบมะรุม และใบขี้เหล็กมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *E. coli* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 77.91 และ 76.84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองจะพบว่าเชื้อ *P. aeruginosa, S. aureus* และ *E. coli* มีความไวต่อสารสกัดจากใบหูกวางมากที่สุดในขณะที่เชื้อ *P. aeruginosa* มีความไวต่อสารสกัดจากใบมะรุมน้อยที่สุด และเชื้อ *S. aureus* กับ *E. coli* มีความไวต่อสารสกัดจากใบขี้เหล็กน้อยที่สุด

การที่เชื้อแต่ละชนิดมีความไวต่อสารสกัดแตกต่างกันเนื่องจากสารสกัดแต่ละชนิดจะมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหรือองค์ประกอบของสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียแตกต่างกัน มีรายงานว่าใบมะรุมมีสารประกอบคล้าย pterygospermin สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ส่วนใบขี้เหล็กมีสาร anthraquinone glycoside เช่น rhein, aloe-emodin, Chrysophanol และ Sennoside ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (พะยอม, 2521) และงานวิจัยของรอฮายาและคณะ (2537) ได้ศึกษาสารสกัดจากลำต้น ดอก และใบขี้เหล็กด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบว่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ ส่วนใบสะเดาจะมีสาร azadirachtin ซึ่งมีฤทธิ์ในการกำจัดพวกศัตรูพืชและมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย (กรกช และคณะ, 2554) และสารสกัดจากใบหูกวางพบว่ามีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ Alkaloids Celluloses ชนิดต่าง ๆ Flavonoids, Lignins, Pentosans, Saponins , Sterols, Tannins, Triterpenoids และเถ้าตามลำดับ สารประกอบที่มีผลในการยับยั้งแบคทีเรียคือสารกลุ่มแทนนิน ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดี เกิดจากสารแทนนินเข้าไปทำลายโครงสร้างต่างๆของแบคทีเรีย จึงทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (สมจินตนา, 2557) นอกจากนี้มีงานวิจัยของ Gupta และคณะ (2014) พบว่าแทนนินเป็นสารประกอบที่พบโดยทั่วไปในสีย้อมจากธรรมชาติและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้มากที่สุด และงานวิจัยของ shahid และคณะ (2012) พบว่าสารสกัด gallnut มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ดีเนื่องจากในสารสกัดจาก gallnuts มีองค์ประกอบของแทนนินสูง

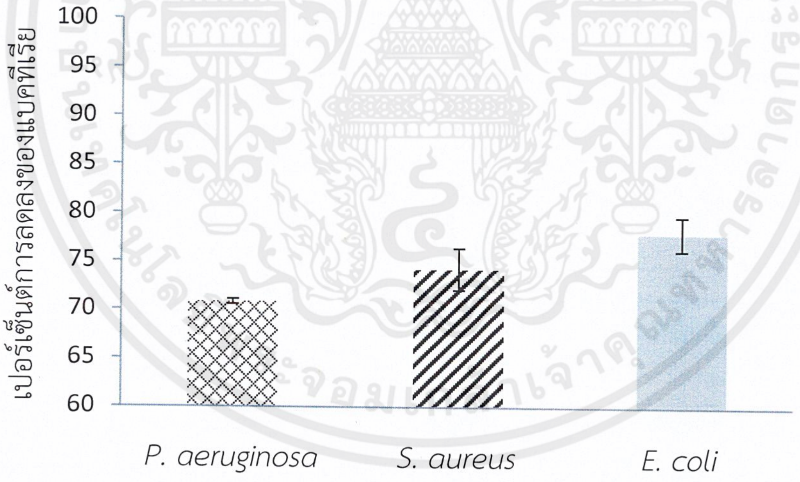
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาผลของสารสกัดจากใบมะรุมต่อเชื้อ *P. aeruginosa* , *S. aureus* และ *E. coli* (รูปที่ 4.2) พบว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *P. aeruginosa* และพบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดกับสารสกัดจากใบมะรุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

โดยพบว่าสารสกัดจากใบขี้เหล็กมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือเชื้อ *P. aeruginosa* และเชื้อ *S. aureus* (รูปที่ 4.3) ส่วนเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa*, *S. aureus* และ *E. coli* กับสารสกัดจากใบขี้เหล็กพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

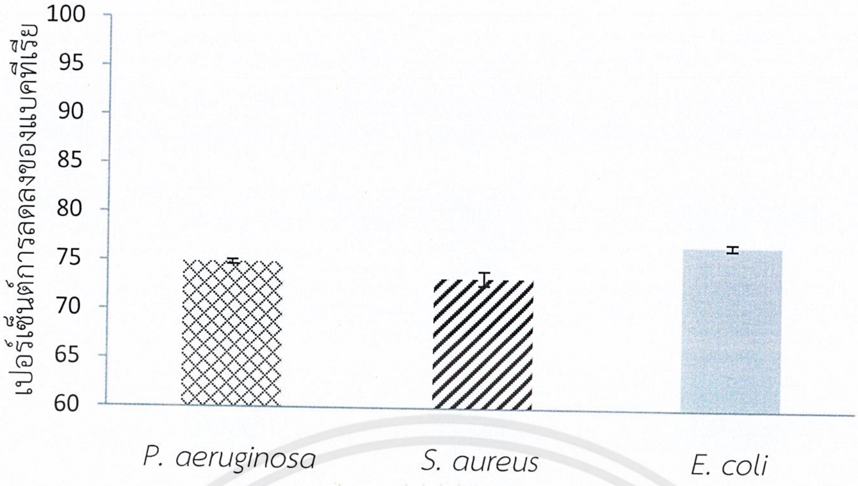
ในขณะที่สารสกัดจากใบสะเดามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *E. coli* (รูปที่ 4.4) แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa* กับ *S. aureus* ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เช่นเดียวกับเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli*

ส่วนสารสกัดจากใบหูกวางมีผลต่อการลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa* ได้มากที่สุด รองลงมาคือเชื้อ *E. coli* และเชื้อ *S. aureus* (รูปที่ 4.5) โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดกับสารสกัดจากใบหูกวางมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจะสังเกตุได้ว่าสารสกัดจากใบหูกวางมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งสามชนิดได้ดีที่สุด

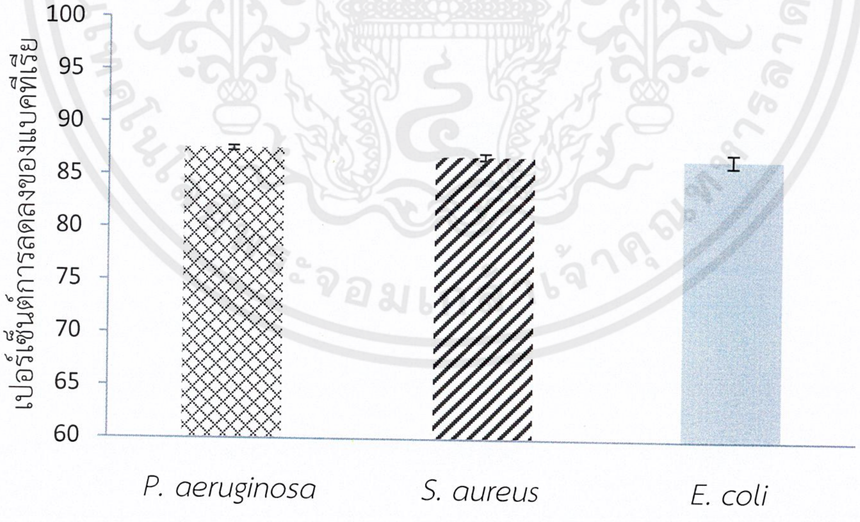


รูปที่ 4.2 ผลของสารสกัดจากใบมะรุมต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa*, *S. aureus* และ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

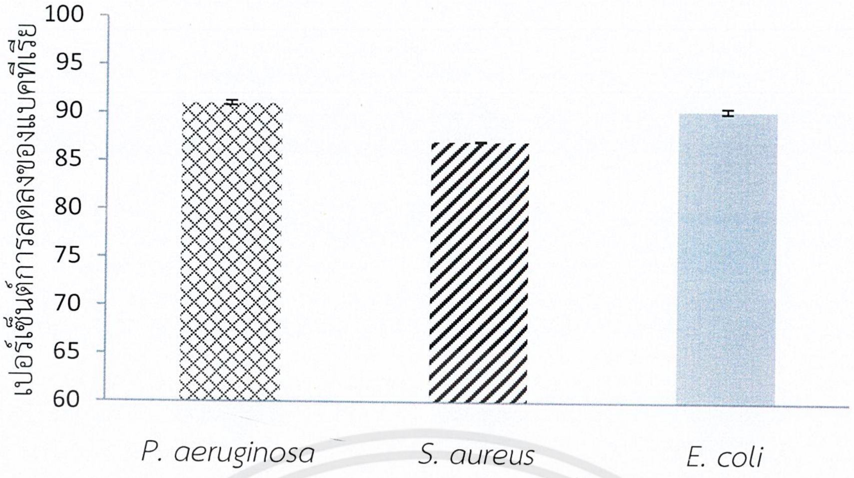


รูปที่ 4.3 ผลของสารสกัดจากใบขี้เหล็กต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa, S. aureus* และ *E. coli*



รูปที่ 4.4 ผลของสารสกัดจากใบสะเดาต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa, S. aureus* และ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

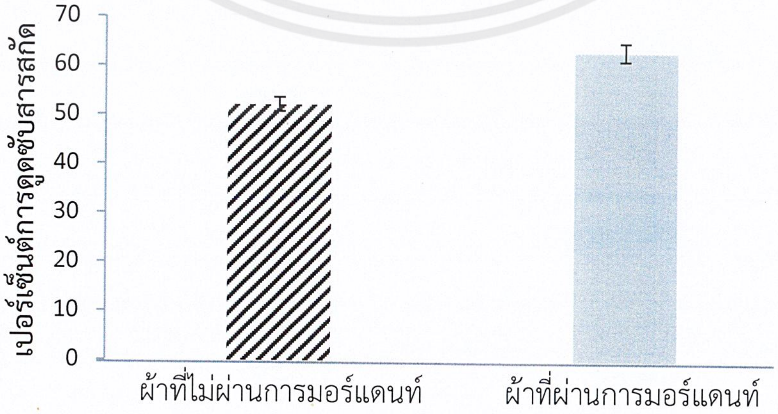


รูปที่ 4.5 ผลของสารสกัดจากใบหูกวางต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ *P. aeruginosa, S. aureus* และ *E. coli*

4.3. ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง

4.3.1 คุณสมบัติในการติดสีของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้าย

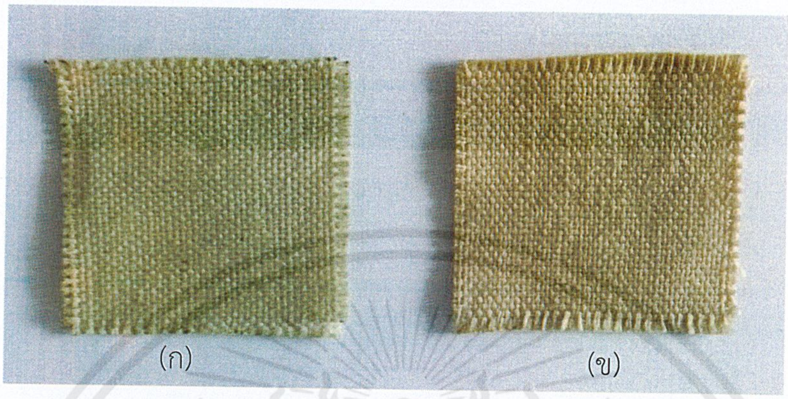
จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2 พบว่าใบหูกวางมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุดและการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางจะได้ผ้าที่มีสีเข้มมากกว่าสารสกัดชนิดอื่นในปริมาณของสารสกัดที่ใช้เท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดจากใบหูกวางมาทำการย้อมผ้าฝ้ายโดยใช้ความเข้มข้นเป็น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมมาศึกษาความสามารถในการติดสีซึ่งคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การดูดซับสีย้อมของสารสกัด เปรียบเทียบระหว่างผ้าที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ้าที่ผ่านการมอร์แดนท์ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสารสกัดจากใบหูกวางของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารสกัดคิดเป็น 52.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารสกัดเป็น 61.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะพบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารสกัดได้ดีกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์



รูป 4.7 ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง
(ก) ผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์
(ข) ผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์

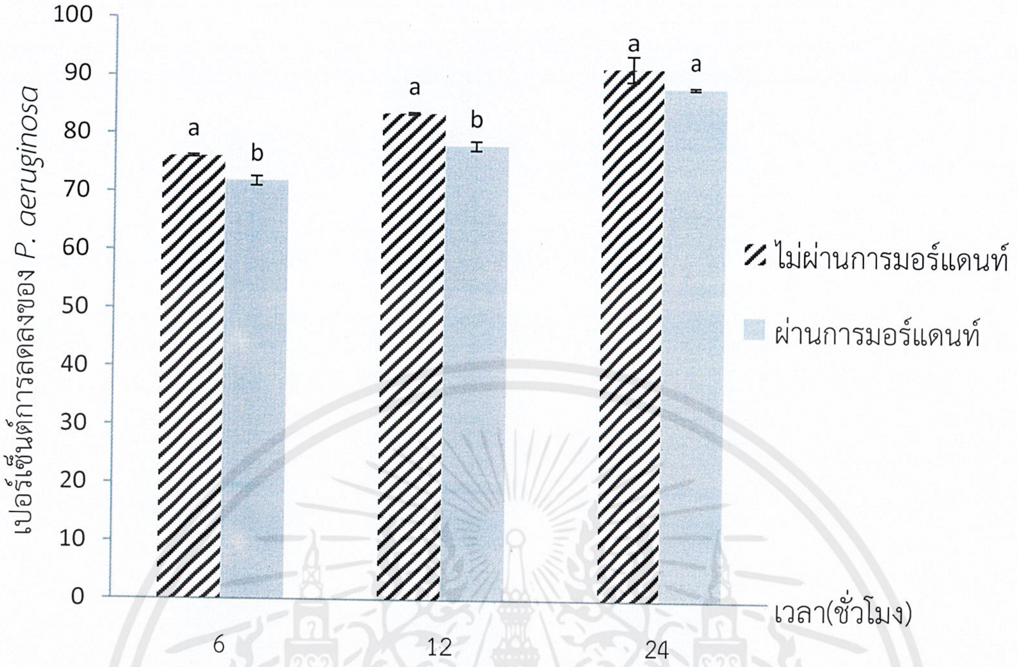
จากรูปที่ 4.7 พบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์เมื่อทำการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางจะมีสีออกน้ำตาลอมเขียวเล็กน้อย ส่วนผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์จะมีสีออกน้ำตาลเข้ม เนื่องจากสารมอร์แดนท์จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางไปจับกับโมเลกุลของเส้นใยผ้าและอีกด้านหนึ่งจะยึดจับกับโมเลกุลของสี ทำให้เกิดเป็นสารประกอบซึ่งจะมีคุณสมบัติในการยึดจับสีได้ดีขึ้น สีจึงมีความคงทนบนผ้าฝ้ายได้เป็นอย่างดี และช่วยให้สีสดและเข้มขึ้น (ศรัณยา, 2555) ดังงานวิจัยของ Yusuf และคณะ (2012) พบว่าผ้าขนสัตว์ที่ใช้สารมอร์แดนท์ร่วมกับสารสกัดจากใบต้นเทียนกิ่งจะมีสีที่เข้มขึ้น และมีคุณสมบัติในการติดทนของสีดีขึ้น

4.3.2 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลาต่างๆ

ในขั้นตอนนี้นำผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มาศึกษาเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.8 - 4.10

จากการศึกษาผลของฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางพบว่าสารสกัดจากใบหูกวางมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบบนผ้าฝ้าย โดยสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ ได้แก่ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *E. coli* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายเพิ่มขึ้น และผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียทดสอบมากกว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์

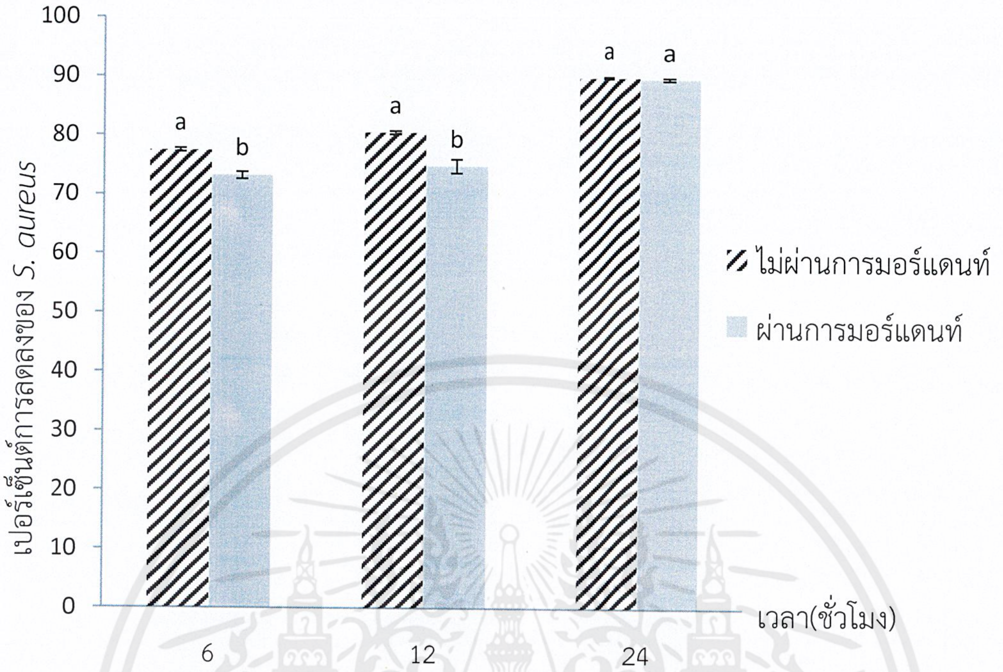
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeroginosa* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.8 ระยะเวลาที่เชื้อ *P. aeruginosa* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การลดลงเป็น 76.18 83.74 และ 91.70 ตามลำดับ แต่เชื้อ *P. aeruginosa* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 71.97 78.24 และ 88.35 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *P. aeruginosa* ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนท์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่ระยะเวลาที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายเป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

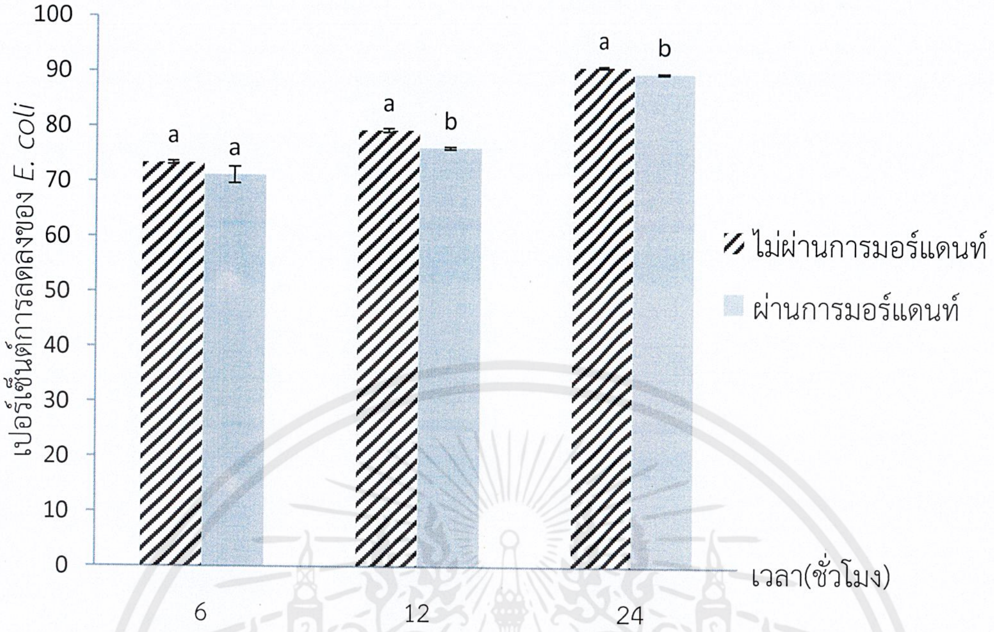
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ

เมื่อพิจารณาเชื้อ *S. aureus* (รูปที่ 4.9) นั้น พบว่าเมื่อระยะเวลาที่เชื้อ *S. aureus* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเป็น 77.55 80.66 และ 90.12 ตามลำดับ แต่เชื้อ *S. aureus* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 73.32 74.99 และ 89.85 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนท์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่ระยะเวลาที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายเป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *E. coli* ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนที่เวลาต่างๆ

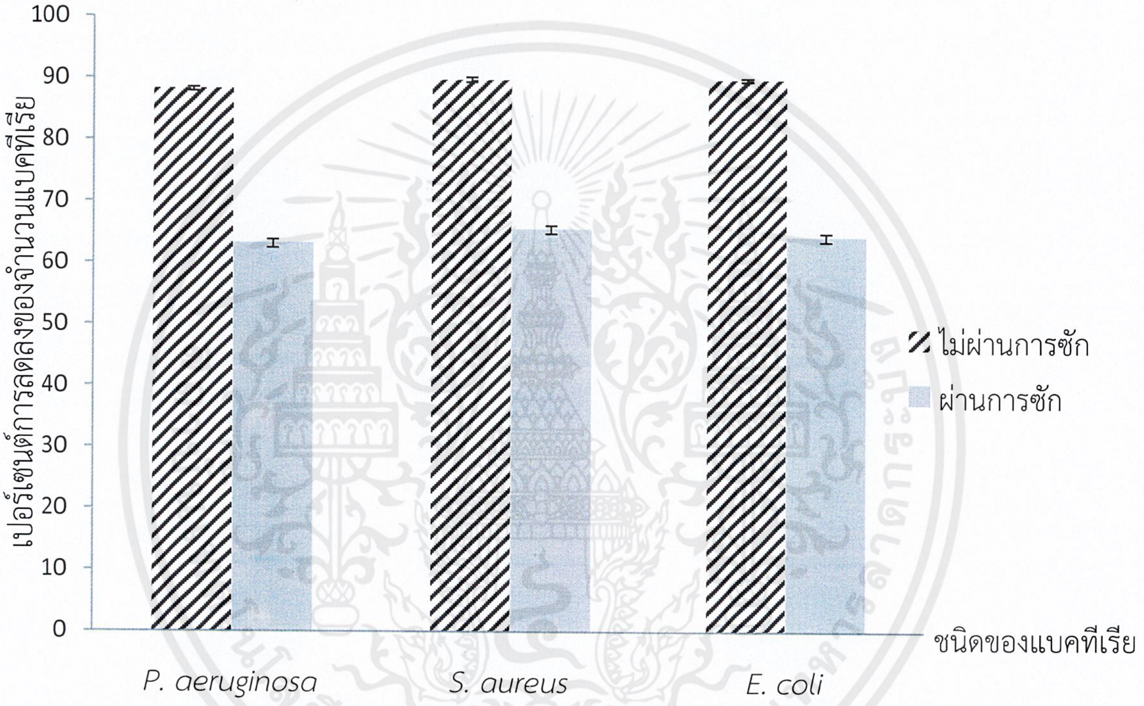
ส่วนเชื้อ *E. coli* (รูปที่ 4.10) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การลดลง 73.50 79.51 และ 91.07 ที่ระยะเวลาที่เชื้อสัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์เป็น 6 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่เชื้อ *E. coli* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 71.30 76.29 และ 89.88 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การลดลงของ *E. coli* ที่สัมผัสผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และผ่านการมอร์แดนท์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่จะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อเมื่อสัมผัสกับผ้าฝ้ายทั้ง 2 ชนิดที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณาผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์แล้วย้อมสารสกัดจากใบหูกวางนั้น พบว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านมอร์แดนท์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shahid และคณะ (2012) พบว่า ตัวอย่างไหมพรมขนสัตว์ที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากเบญกานี และผ่านการมอร์แดนท์ พบการลดลงของคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ งานวิจัยของ Yusuf และคณะ (2012) พบว่า ผ้าขนสัตว์ที่ใช้สารมอร์แดนท์ร่วมกับสารสกัดจากใบต้นเทียนกิ่งมีสีที่เข้มขึ้น และมีคุณสมบัติความคงทนที่ดีขึ้น แต่จะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราลดลง อาจเนื่องมาจากว่าสารส้มที่ใช้เป็นมอร์แดนท์ในการย้อมผ้าอาจทำปฏิกิริยากับสารสกัดจากใบหูกวางจำพวกคลอโรฟิลล์ และแทนนิน ซึ่งน่าจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย โดยอาจทำให้โครงสร้างของสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบเปลี่ยนแปลงไป จึงมีผลทำให้คุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียลดลง (Shahid และคณะ, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง

การทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียหลังการซักล้าง เป็นอีกหนึ่งอย่างที่เป็นจุดสนใจของการทำวิจัยที่เกี่ยวกับสิ่งทอและการนำไปใช้งานเพราะสิ่งทอเป็นสิ่งที่จะต้องมีการซักล้างบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงเลือกนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการติดทนสีย้อมดีกว่าผ้าที่ไม่ได้ผ่านการมอร์แดนท์นำมาซักจำนวน 5 ครั้ง จากนั้นนำมาศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ โดยใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบสัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียได้ผลดังแสดงใน รูปที่ 4.11



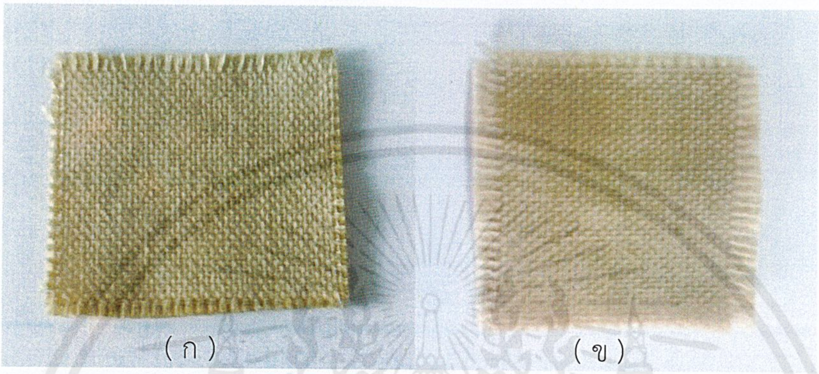
รูปที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรียของผ้าฝ้ายย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซัก และผ่านการซัก

เมื่อพิจารณาผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง พบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซักมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *E. coli* สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก โดยเชื้อ *P. aeruginosa* เมื่อสัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซักมีการลดลงของเชื้อเป็น 88.35 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการซักมีการลดลงของเชื้อเป็น 63.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *S. aureus* สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซักมีการลดลงของเชื้อเป็น 89.85 เปอร์เซ็นต์ แต่สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการซักมีการลดลงของเชื้อเป็น 65.54 เปอร์เซ็นต์ และ *E.coli* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อเป็น 89.88 เมื่อสัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซัก ในขณะที่สัมผัสกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการซักมีการลดลงของเชื้อเป็น 64.25 เปอร์เซ็นต์

แม้ว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์จะมีความคงทนของสีย้อมได้ดี แต่เมื่อผ่านการซักด้วยผงซักฟอกอาจมีผลทำให้เกิดการสูญเสียสารสกัดจากใบหูกวางที่หลุดออกไปในขั้นตอนการซัก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้าฝ้ายที่ผ่านการซักจึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการซัก ดังงานวิจัยของ Prabhu และคณะ (2011) พบว่าฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามและย้อมสีด้วยขมิ้นแสดงให้เห็นถึงการลดลงของ *S. aureus* และ *E. coli* 94.44 และ 93.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อผ่านการซัก 5 ครั้งมีการลดลงเป็น 79.16 และ 75.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีการลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อผ่านการซัก 10 ครั้ง มีการลดลงเท่ากับ 58.33 และ 51.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ผ้าฝ้ายย้อมสีของสารสกัดจากใบหูกวาง
(ก) ผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซัก
(ข) ผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก

จากรูป 4.12 สามารถสังเกตได้ว่าผ้าฝ้ายย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักจะมีสีเข้มกว่า เนื่องจากขั้นตอนการซักล้างทำให้สารสกัดจากใบหูกวางบางส่วนหลุดออกไป ผ้าฝ้ายย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการซักจึงมีสีจางลง

4.5 ความคงทนของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้ายหลังการซัก

จากการนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการซักจำนวน 5 ครั้ง ไปศึกษาความคงทนของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก โดยการพิจารณาจากค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Minolta-CR-300) ในระบบ $L^*a^*b^*$ โดยเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการซักได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

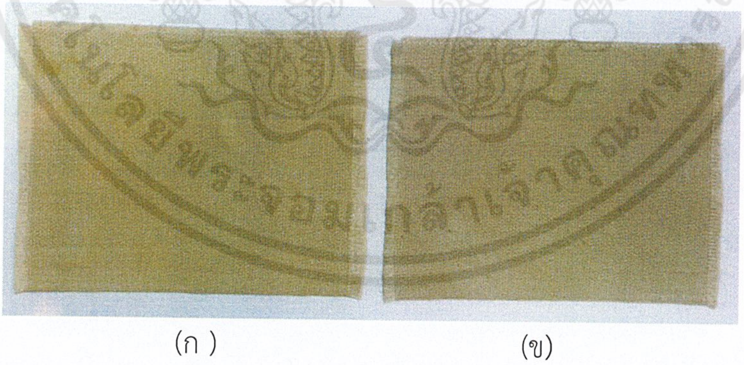
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและหลังผ่านการซัก

ค่าสี	ผ้าย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซัก	ผ้าย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการซัก
L*[(1)]	+64.62[b(2)]±0.17	+67.16[a]±0.23
a*	+4.82[a]±0.04	-2.79[b]±0.06
b*	+26.52[a]±0.15	+19.64[b]±0.09

หมายเหตุ (1) L* หมายถึง ความสว่าง(Lightness) จากค่า +L* แสดงถึงสีขาว, - L* แสดงถึงสีดำ
a* หมายถึง แกนสีจากสีเขียว (–a*) ไปจนถึงแดง (+a*)
b* หมายถึง แกนสีจากสีน้ำเงิน (–b*) ไปจนถึงเหลือง (+b*)
(2) a, b ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่า L* ซึ่งแสดงถึงความขาวหรือความสว่าง พบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซักมีค่า L* ต่ำว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก โดยมีค่าเท่ากับ +64.62 และ +67.16 ตามลำดับ การที่ผ้าฝ้ายที่ผ่านซักมีความสว่างมากกว่าเป็นผลมาจากสีของสารสกัดจากใบหูกวางได้หลุดออกไประหว่างการซัก ซึ่งสอดคล้องกับค่า b* ที่มีค่าเป็นบวกแสดงถึงสีเหลืองน้ำตาล โดยผ้าที่ไม่ผ่านการซักจะมีค่า b* สูงกว่าผ้าที่ผ่านการซัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ +26.56 และ +19.64 ตามลำดับ (รูปที่ 4.13)



(ก) (ข)

รูปที่ 4.13 ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง
(ก) สีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการซัก
(ข) สีของผ้าฝ้ายที่ผ่านการซัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการสกัดสารสกัดหยาบจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะดา และใบหูกวาง โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ผลได้มากที่สุด คิดเป็น 17.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสารสกัดจากใบหูกวาง ใบสะเดา และใบขี้เหล็ก คิดเป็น 17.52, 16.68 และ 15.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้า ได้แก่ *S. aureus* TISTR 1466, *E. coli* ATCC 25922 และ *P. aeruginosa* ATCC 29853 ซึ่งผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบหูกวางมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด จากนั้นได้นำเอาสารสกัดจากใบหูกวางมาย้อมผ้าฝ้าย แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของการติดสีและฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ โดยเปรียบเทียบระหว่างผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์และผ่านการมอร์แดนท์ ซึ่งผลการทดลองพบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการมอร์แดนท์มีประสิทธิภาพในการติดสีดีกว่า แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียน้อยกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และเมื่อนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางมาศึกษาผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการซักมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการซัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดลองใช้สารสกัดจากใบมะรุม ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา และใบหูกวางมาประยุกต์ใช้กับเส้นใยของผ้าชนิดอื่นๆ

2. อาจทดลองใช้สารมอร์แดนท์ชนิดอื่นๆ เพื่อทำให้สีสามารถติดทนกับเส้นใยผ้าได้ดียิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้มากขึ้น เช่น สแทนเนียสคลอไรด์ คอปเปอร์ซัลเฟต กรดซิตริก เป็นต้น

3. อาจนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดอื่นมาทดลองย้อมผ้า และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นอับในผ้า ซึ่งอาจมีพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีกว่า เช่น อัญชัน ใบกระเพราแดง ขมิ้น เป็นต้น

4. ทำการศึกษาวิธีการย้อมผ้าแบบอื่น เพื่อทำให้สารสกัดสีสามารถติดเส้นใยผ้าได้ง่ายและเร็วขึ้น เช่น การย้อมแบบเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กชกร อินทราพิเชฐ และณัฐวุฒิธานี. 2554. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://web.suttir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream /123456789/3922/1/SUT1-104-48-24-05-Fulltext.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

จาณียา ขันชะลี. 2554. การศึกษาผลของสารสกัดจากสมุนไพรพื้นบ้านในการกำจัดหนอนแมลงวันในมูลไก่สด. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.clinictech.most.go.th/online/Usermanage/FinalReport/20111013166421.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2557.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2555. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4. หจก. วี.เจ.พริ้นติ้ง, กรุงเทพ.

ทีมงานศูนย์พัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอ. 2557. ต้านแบคทีเรียร้ายไม่ให้มากวนใจ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id=661. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2557.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2552. *Staphylococcus aureus*/สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/1197/staphylococcus-aureus. เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2557.

ประไพ เชิญทอง. 2555. ช่วยโลก ช่วยตัวเอง ด้วยการใช้ผ้าย้อมสีธรรมชาติ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=101083. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

พะยอม ตันวิวัฒน์. 2521. สมุนไพร. สมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 246.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. ขี้เหล็ก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2659/%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%81-thai-copperpod. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. *Escherichia coli*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.foodnetwork/solution.com/wiki/word/1125/escherichia-coli-e-coli. เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2557.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. *Pseudomonas*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1541/pseudomonas. เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2557.

ฟรินน์.คอม. 2557. ขี้เหล็ก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://frynn.com/%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%81/.เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

ฟรินน์.คอม. 2556. มะรุม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://frynn.com/%E0%b8%A1%E0%b8%B0%%B0%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

ฟรินน์.คอม. สะเดา. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://frynn.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ฟรินน์.คอม. 2557. หูกวาง. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://frynn.com/%E0%B8%AB%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%87. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

ภูมิปัญญา อภิวัฒน์. 2554. สีย้อมวัสดุจากพืช. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.budmgt.com/tech/tech01/mat-coloring-f-plants.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

รอฮายา แยนา. 2537. การควบคุมโดยชีววิธีแมลงวันผลไม้ด้วยพืช. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://web.yru.ac.th/-dolah/notes/4902-1-48G12/RESPPSAL/Pm_404652017.doc. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

วิชาการ.คอม. 2555. เชื้อแบคทีเรีย. *Pseudomonas aeruginosa*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.vcharkarn.com/varticle/42381. เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2557.

วิษณุ ดาทอง. 2553. ย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.nstda.or.th/sciencevillages/udomsomboon/?p=311. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2557.

ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน. 2555. สารช่วยย้อม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.ist.cmu.ac.th/cotton/naturalColor_Assistance.php?subnav=3. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557.

ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6. 2555. วัตถุดิบย้อมสีธรรมชาติ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://kmipc6.blogspot.com/2011/05/blog-post_29.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2557.

ศรัณยา เกษมบุญญากร. 2555. สีธรรมชาติ: ความเคลื่อนไหวของสิ่งทอเชิงอนุรักษ์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :http://www.pirun.ku.ac.th/~agrsyp/?page_id=86. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

สมจินตนา พุทธมาตย์ และวรวัฒ สุวรรณสาร. 2557. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง (*Terminalia catappa* L.) และผลต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำและการยับยั้งแบคทีเรียในน้ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สรรพคุณสมุนไพร. 2557. กลุ่มยากล่อมประสาท ทำให้นอนหลับ ขี้เหล็ก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_14_1.htm. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

สรรพคุณสมุนไพร. มะรุม. 2555. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_06_7.htm. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

สรรพคุณสมุนไพร. สะเดา. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs /herbs_09_15.htm. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557.

สุริย์ นานาสมบัติ. 2553. จุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ. 2543. คู่มือการย้อมสีธรรมชาติฉบับชาวบ้าน สีเขียว สีน้ำตาลและสีดา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่1. หน่วยพิมพ์เอกสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

โอเคเนชั่น. 2550. สารปนเปื้อนในอาหาร. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=64111. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2557.

Dev, V. Venugopal, J. Sudha, S. G. Deepika, G. and Ramakrishnab, S. 2009. "Dyeing and Antimicrobial Characteristics of Chitosan Treated Wool Fabrics with Henna Dye." *Carbohydrate Polymers.* 75 : 646–650.

Ghaheh, F. Mortazavi, S. Alihosseini, F. Fassihi, A. Nateri, A. and Abedi, D. 2014. "Assessment of Antibacterial Activity of Wool Fabrics Dyed with Natural Dyes." *Journal of Cleaner Production.* 72 : 139-145.

Gupta, D. Khare, SK. and Laha, A. 2014 "Antimicrobial Properties of Natural Dyes Against Gram-negative Bacteria." *Journal of Cleaner Production*. 120:167-71.

Khan, S. Ahmad, A. Khan, M. Yusuf, M. Shahid, M. Manzoor, N. and Mohammad, F. 2012. "Antimicrobial Activity of Wool Yarn Dyed with *Rheum emodi* L. (*Indian Rhubarb*) ." *Dyes and Pigments*. 95 : 206-214.

Lee, Y.H. Hwang, E.K. and Kim, H.D. 2009. "Colorimetric Assay and Antibacterial Activity of Cotton, Silk and Wool Fabrics Dyed with Peony, Pomegranate, Clove, Coptis Chinenis and Gallnut Extracts." *Mater*. 2 : 10-21.

Mirjalili, M. and Karimi, L. 2013. "Extraction and Characterization of Natural Dye from Green Walnut Shells and Its Use in Dyeing Polyamide: Focus on Antibacterial Properties." *Journal of Chemistry*. 13 : 1-9.

Prabhu, K. and Teli, M. 2011. "Eco-dyeing Using *Tamarindus indica* L. Seed Coat Tannin as a Natural Mordant for Textiles with Antibacterial Activity." *Journal of Saudi Chemical Society*. [Online] Available : www.ksu.edu.sa.

Prusty, A. Das, T. Nayak, A. and Das, N. 2010. "Colourimetric Analysis and Antimicrobial Study of Natural Dyes and Dyed Silk." *Journal of Cleaner Production.* 18 : 1750-1756.

Shahid, M. Ahmad, A. Yusuf, M. Khan, M. Khan, S. Manzoor, N. and Mohammada, F. 2012. "Dyeing Fastness and Antimicrobial Properties of Woolen Yarns Dyed with Gallnut (*Quercus infectoria* Oliv.) Extract." *Journal of Cleaner Production*. 95 : 53-61.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Sahoo, T. Bhattacharya, G. Das, P. and Dash, S. 2012. "Colour Intensity, Fastness and Antimicrobial Characteristics of Silk Fabric" *Dyed with Mahua Bark*. [Online] Available : www.environmentaljournal.org.

Yusuf, M. Ahmad, A. Shahid, M. Khan, M.I. Khan, S.A. Manzoor, N. and Mohammad, F. 2012. "Assessment of Colorimetric, Antibacterial and Antifungal Properties of Woollen Yarn Dyed with The Extract of The Leaves of Henna (*Lawsonia inermis*)." *Journal of Cleaner Production.* 27 : 42-50.

Zhang, B. Wang, L. Luo, L. and King, M. 2014. "Natural Dye Extracted from Chinese gall - The Application of Color and Antibacterial Activity to Wool Fabric." *Journal of Cleaner Production.* 58 : 1-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการทดลอง

ก-1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

ใบพืชสมุนไพร		น้ำหนักแห้ง(กรัม)
ใบมะรุม	ซ้ำที่ 1	17.853
	ซ้ำที่ 2	17.762
	ซ้ำที่ 3	17.845
	ค่าเฉลี่ย	17.82±0.05
ใบขี้เหล็ก	ซ้ำที่ 1	15.162
	ซ้ำที่ 2	15.203
	ซ้ำที่ 3	15.187
	ค่าเฉลี่ย	15.18±0.02
ใบสะเดา	ซ้ำที่ 1	16.713
	ซ้ำที่ 2	16.635
	ซ้ำที่ 3	16.704
	ค่าเฉลี่ย	16.68±0.04
ใบหูกวาง	ซ้ำที่ 1	17.515
	ซ้ำที่ 2	17.543
	ซ้ำที่ 3	17.495
	ค่าเฉลี่ย	17.52±0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง

เวลา (ชั่วโมง)		จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย(CFU/ml)					
		P. aeruginosa		*S. aureus*		*E. coli*	
		ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์
6	ซ้ำที่ 1	3.5×10^6	4.4×10^6	4.1×10^6	4.5×10^6	3.9×10^6	4.2×10^6
	ซ้ำที่ 2	3.6×10^6	4.3×10^6	4.0×10^6	4.6×10^6	4.0×10^6	4.3×10^6
	ซ้ำที่ 3	3.4×10^6	4.5×10^6	4.2×10^6	4.4×10^6	4.1×10^6	4.4×10^6
	ค่าเฉลี่ย	3.5×10^6	4.4×10^6	4.1×10^6	4.5×10^6	4.0×10^6	4.3×10^6
12	ซ้ำที่ 1	6.2×10^6	5.2×10^6	5.7×10^6	5.6×10^6	6.7×10^6	5.9×10^6
	ซ้ำที่ 2	6.1×10^6	5.1×10^6	5.5×10^6	5.7×10^6	6.4×10^6	5.8×10^6
	ซ้ำที่ 3	6.4×10^6	5.3×10^6	5.6×10^6	5.4×10^6	6.6×10^6	5.9×10^6
	ค่าเฉลี่ย	6.23×10^6	5.2×10^6	5.6×10^6	5.67×10^6	6.53×10^6	5.87×10^6
24	ซ้ำที่ 1	8.3×10^6	7.8×10^6	7.9×10^6	8.9×10^6	8.7×10^6	8.6×10^6
	ซ้ำที่ 2	8.2×10^6	7.7×10^6	7.7×10^6	8.8×10^6	8.6×10^6	8.6×10^6
	ซ้ำที่ 3	8.0×10^6	7.6×10^6	7.8×10^6	9.0×10^6	8.8×10^6	8.4×10^6
	ค่าเฉลี่ย	8.17×10^6	7.7×10^6	7.8×10^6	8.9×10^6	8.7×10^6	8.53×10^6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3 จำนวนโคโลนี (CFU/ml) ของการทดสอบแบคทีเรียกับสารสกัดต่างๆ

เวลา (ชั่วโมง)	สารสกัด	จำนวนโคโลนีแบคทีเรีย (CFU/ml)		
		P. aeruginosa	*S. aureus*	*E. coli*
0	มะรุม	1.8×10^{6}	1.3×10^{7}	3.7×10^{6}
	ขี้เหล็ก	1.5×10^{6}	2.4×10^{6}	2.4×10^{6}
	สะเดา	1.9×10^{5}	4.9×10^{5}	2.6×10^{6}
	หูกวาง	2.2×10^{5}	2.5×10^{5}	6.3×10^{5}
6	มะรุม	5.1×10^{5}	3.3×10^{6}	2.3×10^{6}
	ขี้เหล็ก	3.7×10^{4}	2.3×10^{5}	2.0×10^{6}
	สะเดา	2.3×10^{4}	6.6×10^{4}	1.0×10^{5}
	หูกวาง	2.4×10^{4}	1.1×10^{5}	6.1×10^{4}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4 การทดสอบแบคทีเรียกับสารสกัดต่างๆ

สารสกัด		เปอร์เซ็นต์แบคทีเรียที่ลดลง		
		P. aeruginosa	*S. aureus*	*E. coli*
ใบมะรุม	ซ้ำที่ 1	71.11	75.31	76.97
	ซ้ำที่ 2	70.6	75.61	79.94
	ซ้ำที่ 3	70.75	71.71	76.81
	ค่าเฉลี่ย	70.82±0.26	74.21±2.17	77.91±1.76
ใบขี้เหล็ก	ซ้ำที่ 1	75.11	74.22	76.47
	ซ้ำที่ 2	74.67	72.83	77.13
	ซ้ำที่ 3	75	73.1	76.92
	ค่าเฉลี่ย	74.93±0.23	73.38±0.74	76.84±0.34
ใบสะเดา	ซ้ำที่ 1	87.86	86.53	87.39
	ซ้ำที่ 2	87.51	87.04	86.51
	ซ้ำที่ 3	87.43	87.06	86.2
	ค่าเฉลี่ย	87.60±0.23	86.88±0.30	86.70±0.62
ใบหูกวาง	ซ้ำที่ 1	90.9	87.17	90.31
	ซ้ำที่ 2	90.91	87.09	90.71
	ซ้ำที่ 3	91.3	87.09	90.15
	ค่าเฉลี่ย	91.04±0.23	87.12±0.05	90.39±0.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-5 คุณสมบัติในการติดสีของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้าย

ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสงของผ้าที่ผ่านการมอร์แดนท์			ค่าการดูดกลืนแสงของผ้าที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์		
	ก่อนย้อมสี	หลังย้อมสี	คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์	ก่อนย้อมสี	หลังย้อมสี	คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์
1	0.6943	0.6091	61.3568	0.5482	0.4906	52.5356
2	0.6854	0.5987	63.2477	0.6061	0.5409	53.7865
3	0.6745	0.5879	64.1957	0.5847	0.5261	50.1112
เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	62.9334			52.1444		
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.4453			1.8686		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย(CFU/ml)บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา ต่างๆ

เวลา (ชั่วโมง)		จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย(CFU/ml)					
		P. aeruginosa		*S. aureus*		*E. coli*	
		ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์
6	ซ้ำที่ 1	8.4×10^5	1.2×10^6	9.2×10^5	1.2×10^6	1.0×10^6	1.3×10^6
	ซ้ำที่ 2	8.5×10^5	1.3×10^6	9.1×10^5	1.2×10^6	1.1×10^6	1.2×10^6
	ซ้ำที่ 3	8.1×10^5	1.2×10^6	9.3×10^5	1.1×10^6	1.1×10^6	1.2×10^6
	ค่าเฉลี่ย	8.33×10^5	1.23×10^6	9.2×10^5	1.17×10^6	1.07×10^6	1.23×10^6
12	ซ้ำที่ 1	9.7×10^5	1.2×10^6	8.9×10^5	1.5×10^6	8.7×10^5	1.6×10^6
	ซ้ำที่ 2	9.8×10^5	1.1×10^6	1.1×10^6	1.3×10^6	1.4×10^6	1.5×10^6
	ซ้ำที่ 3	1.1×10^6	1.1×10^6	1.1×10^6	1.4×10^6	1.3×10^6	1.4×10^6
	ค่าเฉลี่ย	1.0×10^6	1.13×10^6	1.03×10^6	1.4×10^6	1.2×10^6	1.5×10^6
24	ซ้ำที่ 1	7.8×10^5	9.1×10^5	7.6×10^5	9.2×10^5	7.8×10^5	8.7×10^5
	ซ้ำที่ 2	7.6×10^5	8.9×10^5	7.7×10^5	8.8×10^5	7.9×10^5	8.4×10^5
	ซ้ำที่ 3	8.1×10^5	8.9×10^5	7.8×10^5	9.1×10^5	7.6×10^5	8.5×10^5
	ค่าเฉลี่ย	7.83×10^5	8.97×10^5	7.7×10^5	9.03×10^5	7.76×10^5	8.53×10^5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-7 ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลา (ชั่วโมง)		เปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย					
		P. aeruginosa		*S. aureus*		*E. coli*	
		ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์	ไม่ผ่านการมอร์แดนท์	ผ่านการมอร์แดนท์
6	ซ้ำที่ 1	76.00	72.72	77.56	73.33	73.58	71.42
	ซ้ำที่ 2	76.38	72.09	77.25	73.91	73.85	69.77
	ซ้ำที่ 3	76.17	71.11	77.85	72.72	73.17	72.72
	ค่าเฉลี่ย	76.18±0.19	71.97±0.81	77.55±0.30	73.32±0.60	73.50±0.30	71.30±1.48
12	ซ้ำที่ 1	83.71	78.94	80.73	75.36	79.74	76.19
	ซ้ำที่ 2	83.93	77.36	80.90	73.68	79.10	76.11
	ซ้ำที่ 3	83.59	78.43	80.35	75.92	79.68	76.56
	ค่าเฉลี่ย	83.74±0.17	78.24±0.81	80.66±0.28	74.99±1.17	79.51±0.35	76.29±0.24
24	ซ้ำที่ 1	94.24	88.18	90.13	89.66	91.26	89.76
	ซ้ำที่ 2	90.36	88.29	90.25	89.77	90.93	89.88
	ซ้ำที่ 3	90.50	88.59	89.99	90.11	91.02	90.00
	ค่าเฉลี่ย	91.70±2.20	88.35±0.21	90.12±0.13	89.85±0.23	91.07±0.17	89.88±0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-8 จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย (CFU/ml)บนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ ไม่ผ่าน การซักและผ่านการซักระยะเวลา 24 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)		จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย (CFU/ml)					
		P. aeruginosa		*S. aureus*		*E. coli*	
		ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก	ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก	ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก
24	ซ้ำที่ 1	8.9×10^{5}	**2.9×10^{6}**	8.5×10^{5}	**3.0×10^{6}**	8.7×10^{5}	**3.1×10^{6}**
	ซ้ำที่ 2	9.2×10^{5}	**2.8×10^{6}**	9.2×10^{5}	**3.1×10^{6}**	8.4×10^{5}	**3.0×10^{6}**
	ซ้ำที่ 3	8.9×10^{5}	**2.8×10^{6}**	9.1×10^{5}	**3.1×10^{6}**	8.5×10^{5}	**3.0×10^{6}**
	ค่าเฉลี่ย	9.0×10^{5}	2.83×10^{6}	8.93×10^{5}	3.06×10^{6}	8.53×10^{5}	3.03×10^{6}

ก-9 ผลของการซักล้างต่อคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวาง

เวลา (ชั่วโมง)		เปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย					
		P.aeruginosa		*S.aureus*		*E.coli*	
		ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก	ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก	ไม่ผ่านการซัก	ผ่านการซัก
24	ซ้ำที่ 1	78.01	57.67	74.86	59.46	76.32	57.21
	ซ้ำที่ 2	88.18	63.63	89.77	65.16	89.88	64.53
	ซ้ำที่ 3	88.29	63.15	90.11	65.55	90.00	64.28
	ค่าเฉลี่ย	88.35±0.21	63.20±0.41	89.85±0.23	65.54±0.37	89.88±0.12	64.25±0.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-10 ความคงทนของสารสกัดจากใบหูกวางบนผ้าฝ้ายหลังการซัก

ตัวแปรในการวัด		ผ้าย้อมสารสกัดจากหูกวางที่ไม่ผ่านการซัก	ผ้าย้อมสารสกัดจากหูกวางที่ผ่านการซัก
L*	ซ้ำที่ 1	67.21	64.60
	ซ้ำที่ 2	67.36	64.80
	ซ้ำที่ 3	66.90	64.47
	ค่าเฉลี่ย	64.62±0.17	67.16±0.23
a*	ซ้ำที่ 1	2.86	4.85
	ซ้ำที่ 2	2.77	4.82
	ซ้ำที่ 3	2.75	4.78
	ค่าเฉลี่ย	4.82±0.04	2.79±0.06
b*	ซ้ำที่ 1	19.55	26.56
	ซ้ำที่ 2	19.71	26.65
	ซ้ำที่ 3	19.66	26.35
	ค่าเฉลี่ย	26.52±0.15	19.64±0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข-1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) ของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพร

```
[DataSet0]
```

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	3	17.8200	.05039	.02909	17.6948	17.9452	17.76	17.85
2.00	3	15.1840	.02066	.01193	15.1327	15.2353	15.16	15.20
3.00	3	16.6840	.04267	.02464	16.5780	16.7900	16.64	16.71
4.00	3	17.5177	.02411	.01392	17.4578	17.5776	17.50	17.54
Total	12	16.8014	1.06821	.30837	16.1227	17.4801	15.16	17.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.541	3	4.180	3114.821	.000
Within Groups	.011	8	.001		
Total	12.552	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

data

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2.00	3	15.1840			
3.00	3		16.6840		
4.00	3			17.5177	
1.00	3				17.8200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของสารสกัดจากใบพืชสมุนไพรต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของแบคทีเรีย

Duncan

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
P. aeruginosa	1.00	3	70.8200	.26211	.15133	70.1689	71.4711	70.60	71.11
	2.00	3	74.9267	.22898	.13220	74.3578	75.4955	74.67	75.11
	3.00	3	87.6000	.22869	.13204	87.0319	88.1681	87.43	87.86
	4.00	3	91.0367	.22811	.13170	90.4700	91.6033	90.90	91.30
	Total	12	81.0958	8.81516	2.54472	75.4949	86.6967	70.60	91.30
S. aureus	1.00	3	74.2100	2.17025	1.25300	68.8188	79.6012	71.71	75.61
	2.00	3	73.3833	.73704	.42553	71.5524	75.2143	72.83	74.22
	3.00	3	86.8767	.30039	.17343	86.1305	87.6229	86.53	87.06
	4.00	3	87.1233	.05774	.03333	86.9799	87.2668	87.09	87.19
	Total	12	80.3983	6.97263	2.01283	75.9681	84.8285	71.71	87.19
E. coli	1.00	3	77.9067	1.76273	1.01772	73.5278	82.2855	76.81	79.94
	2.00	3	76.8400	.33719	.19468	76.0024	77.6776	76.47	77.13
	3.00	3	86.7000	.61733	.35642	85.1665	88.2335	86.20	87.39
	4.00	3	90.3900	.28844	.16653	89.6735	91.1065	90.15	90.71
	Total	12	82.9592	6.05970	1.74928	79.1090	86.8093	76.47	90.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[DataSet0]

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
P. aeruginosa	Between Groups	854.327	3	284.776	5052.201	.000
	Within Groups	.451	8	.056		
	Total	854.778	11			
S. aureus	Between Groups	524.100	3	174.700	130.695	.000
	Within Groups	10.694	8	1.337		
	Total	534.794	11			
E. coli	Between Groups	396.549	3	132.183	143.473	.000
	Within Groups	7.370	8	.921		
	Total	403.920	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

P. aeruginosa

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1.00	3	70.8200			
2.00	3		74.9267		
3.00	3			87.6000	
4.00	3				91.0367
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

S. aureus

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	73.3833	
1.00	3	74.2100	
3.00	3		86.8767
4.00	3		87.1233
Sig.		.407	.800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E. coli

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2.00	3	76.8400		
1.00	3	77.9067		
3.00	3		86.7000	
4.00	3			90.3900
Sig.		.211	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Psuedomonas aeruginosa* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการมอร์แดนท์ และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	mordantP6	71.9733	3	.81132	.46841
	unmordantP6	76.1833	3	.19035	.10990
Pair 2	mordantP12	78.2433	3	.80637	.46556
	unmordantP12	83.5633	3	.38070	.21980
Pair 3	mordantP24	88.3533	3	.21221	.12252
	unmordantP24	91.7000	3	2.20082	1.27064

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	mordantP6 & unmordantP6	3	-.332	.785
Pair 2	mordantP12 & unmordantP12	3	-.966	.167
Pair 3	mordantP24 & unmordantP24	3	.974	.147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	mordantP6 - unmordantP6	-4.21000	.89269	.51540	-6.42757	-1.99243	-8.168	2	.015
Pair 2	mordantP12 - unmordantP12	-5.32000	1.17818	.68022	-8.24675	-2.39325	-7.821	2	.016
Pair 3	mordantP24 - unmordantP24	-3.34667	1.99480	1.15170	-8.30203	1.60870	-2.906	2	.101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการมอร์แดนท์ และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	mordantS6	73.3200	3	.59506	.34356
	unmordantS6	77.5533	3	.30006	.17324
Pair 2	mordantS12	74.9867	3	1.16573	.67304
	unmordantS12	80.6600	3	.28160	.16258
Pair 3	mordantS24	89.8467	3	.23459	.13544
	unmordantS24	90.1233	3	.13013	.07513

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	mordantS6 & unmordantS6	3	-.999	.022
Pair 2	mordantS12 & unmordantS12	3	-.879	.317
Pair 3	mordantS24 & unmordantS24	3	-.755	.456

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	mordantS6 - unmordantS6	-4.23333	.89500	.51673	-6.45665	-2.01002	-8.193	2	.015
Pair 2	mordantS12 - unmordantS12	-5.67333	1.41952	.81956	-9.19961	-2.14705	-6.922	2	.020
Pair 3	mordantS24 - unmordantS24	-.27667	.34356	.19835	-1.13012	.57678	-1.395	2	.298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของฤทธิ์ยับยั้ง *Escherichia coli* บนผ้าฝ้ายที่ย้อมสีด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ผ่านการมอร์แดนท์และไม่ผ่านการมอร์แดนท์ระยะเวลาต่างๆ

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	mordantE6	71.3033	3	1.47846	.85359
	unmordantE6	73.5000	3	.29816	.17214
Pair 2	mordantE12	76.2867	3	.24007	.13860
	unmordantE12	79.5067	3	.35346	.20407
Pair 3	mordantE24	89.8800	3	.12000	.06928
	unmordantE24	91.0700	3	.17059	.09849

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	mordantE6 & unmordantE6	3	-.954	.193
Pair 2	mordantE12 & unmordantE12	3	.570	.614
Pair 3	mordantE24 & unmordantE24	3	-.703	.503

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1		-2.19667	1.76529	1.01919	-6.58188	2.18855	-2.155	2	.164
Pair 2	mordantE12 - unmordantE12	-3.22000	.29309	.16921	-3.94807	-2.49193	-19.029	2	.003
Pair 3	mordantE24 - unmordantE24	-1.19000	.26889	.15524	-1.85795	-.52205	-7.665	2	.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Psuedomonas aeruginosa* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ซักP6	50.0133	3	1.14006	.65821
	ไม่ซักP6	71.9733	3	.81132	.46841
Pair 2	ซักP12	57.5767	3	1.13377	.65458
	ไม่ซักP12	78.2433	3	.80637	.46556
Pair 3	ซักP24	70.9900	3	.83162	.48014
	ไม่ซักP24	88.3533	3	.21221	.12252

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ซักP6 & ไม่ซักP6	3	.596	.594
Pair 2	ซักP12 & ไม่ซักP12	3	.497	.669
Pair 3	ซักP24 & ไม่ซักP24	3	.948	.206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ซักP6 - ไม่ซักP6	-21.96000	.92504	.53407	-24.25793	-19.66207	-41.118	2	.001
Pair 2	ซักP12 - ไม่ซัก P12	-20.66667	1.01323	.58499	-23.18367	-18.14967	-35.328	2	.001
Pair 3	ซักP24 - ไม่ซัก P24	-17.36333	.63406	.36608	-18.93843	-15.78824	-47.431	2	.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ซักS6	51.1267	3	1.13509	.65535
	ไม่ซักS6	73.3200	3	.59506	.34356
Pair 2	ซักS12	59.4567	3	.19502	.11260
	ไม่ซักS12	74.9867	3	1.16573	.67304
Pair 3	ซักS24	73.6800	3	.42297	.24420
	ไม่ซักS24	89.8467	3	.23459	.13544

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ซักS6 & ไม่ซักS6	3	-1.000	.001
Pair 2	ซักS12 & ไม่ซักS12	3	-.957	.188
Pair 3	ซักS24 & ไม่ซักS24	3	.872	.326

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ซักS6 - ไม่ซักS6	-22.19333	1.73015	.99890	-26.49127	-17.89539	-22.218	2	.002
Pair 2	ซักS12 - ไม่ซัก S12	-15.53000	1.35348	.78143	-18.89222	-12.16778	-19.874	2	.003
Pair 3	ซักS24 - ไม่ซัก S24	-16.16667	.24685	.14252	-16.77987	-15.55347	-113.437	2	.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของผลของการซักต่อคุณสมบัติในการยับยั้ง *Escherichia coli* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ซักE6	50.3867	3	.66973	.38667
	ไม่ซักE6	71.1367	3	1.24933	.72130
Pair 2	ซักE12	57.1000	3	.61587	.35557
	ไม่ซักE12	76.2967	3	.25716	.14847
Pair 3	ซักE24	72.2600	3	.92677	.53507
	ไม่ซักE24	89.8800	3	.12000	.06928

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ซักE6 & ไม่ซักE6	3	.751	.459
Pair 2	ซักE12 & ไม่ซักE12	3	.995	.063
Pair 3	ซักE24 & ไม่ซักE24	3	-.356	.768

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ซักE6 - ไม่ซักE6	-20.75000	.86758	.50090	-22.90520	-18.59480	-41.426	2	.001
Pair 2	ซักE12 - ไม่ซัก E12	-19.19667	.36088	.20835	-20.09314	-18.30019	-92.135	2	.000
Pair 3	ซักE24 - ไม่ซัก E24	-17.62000	.97596	.56347	-20.04442	-15.19558	-31.270	2	.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ไม่ผ่านการซักและหลังผ่านการซัก

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Lก่อน	67.16	3	.235	.135
	Lหลัง	64.62	3	.166	.096
Pair 2	aก่อน	2.79	3	.059	.034
	aหลัง	4.82	3	.035	.020
Pair 3	bก่อน	19.64	3	.082	.047
	bหลัง	26.52	3	.154	.089

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Lก่อน & Lหลัง	3	.949	.204
Pair 2	aก่อน & aหลัง	3	.907	.277
Pair 3	bก่อน & bหลัง	3	.083	.947

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Lก่อน - Lหลัง	2.533	.093	.054	2.303	2.764	47.224	2	.000
Pair 2	aก่อน - aหลัง	-2.023	.031	.018	-2.099	-1.947	-114.712	2	.000
Pair 3	bก่อน - bหลัง	-6.880	.168	.097	-7.298	-6.462	-70.836	2	.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้