การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุดเพื่อประยุกต์ใช้ในการย้อม

T 040078

นางสาวชลธิชา ระภักดี
นางสาวพิไลพร ตั้งสกุลมงคล

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

วท.
ว ร ๒๔๓
2543
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40078
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544
.b.....
.i.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Colorant Extraction From Hulls of Mangosteen for Dyeing Application

Miss Cholticha Rapakdee
Miss Pilaiporn Thangsakunmongkon

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
For the Degree of Bachelor of Science
Department of Chemistry
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุดเพื่อประยุกต์ใช้ในการย้อม
นักศึกษา	นางสาวชลธิชา ระภักดี
	นางสาวพิไลพร ตั้งสกุลมงคล
ภาควิชา	เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย
	ดร.พัชนี เจริญยิ่ง
	ดร.จุฑารัตน์ ศิริชัยสิทธิ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

_____ หัวหน้าภาควิชาเคมี
(ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

คณะกรรมการตรวจสอบโครงงานพิเศษ

_____ ประธานกรรมการ
(ผศ.นงนุช เภตรานุวัฒน์)

_____ กรรมการ
(อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล)

_____ กรรมการ
(ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

_____ กรรมการ
(ดร.พัชนี เจริญยิ่ง)

_____ กรรมการ
(ดร.จุฑารัตน์ ศิริชัยสิทธิ์)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุดเพื่อประยุกต์ใช้ในการย้อม
นักศึกษา นางสาวชลธิชา ระภักดี
นางสาวพิไลพร ตั้งสกุลมงคล
ภาควิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย
ดร.พัชนี เจริญยิ่ง
ดร.จุฑารัตน์ ศิริชัยสิทธิ์
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสม ในการสกัดสารให้สีออกจากเปลือกมังคุดให้ได้ปริมาณสีมากที่สุด มีโครงสร้างเสถียรและมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อความเป็นไปได้ในการนำสารที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้ในงานย้อมเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาส่วนแรกเป็นการสกัดสารให้สี โดยแช่ในสารละลายกรดไทรฟลูออโรแอซีติก กรดซิทริก และกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอลเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาและเปรียบเทียบระบบตัวทำละลายของสารละลายกรดแต่ละชนิด ซึ่งจากการสังเกตสีที่ได้ด้วยตาเปล่า พบว่าการสกัดโดยใช้กรดไทรฟลูออโรแอซีติก จะให้สีของสารที่สกัดได้เป็นสีแดงเข้มและมีปริมาณสารให้สีที่สกัดออกมาได้มากที่สุด

ในการศึกษาส่วนที่สอง นำสารให้สีที่สกัดได้มาย้อมเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ เมทานอลต่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และปริมาณสารให้สี พบว่าเมื่อปริมาณสารให้สีมีค่าเพิ่มมากขึ้น ความเข้มของสีมีค่าเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ทำให้เส้นด้ายมีความเข้มของสีสูง คืออัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 80:20 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกทดสอบอัตรา,ความคงทนของสีในทุกสูตรที่มีอัตราส่วนของสารละลายสีย้อมเท่ากับ 80:20

ในการศึกษาส่วนที่สาม ทดสอบความคงทนของสีที่มีต่อแสง การซักฟอก เหงื่อ การขัดถู และน้ำ พบว่าสารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดจะให้ความคงทนต่อการซักฟอก และแสงต่ำ แต่จะมีข้อเด่นในแง่ของความคงทนต่อเหงื่อ น้ำ และการขัดถู โดยการทดสอบอัตราความคงทนของสีในแต่ละสูตรจะให้ผลใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special project Title	Colorant Extraction from Hulls of Mangosteen for Dyeing Application
Name	Miss Cholticha Rapakdee
	Miss Pilaiporn Tangsakunmongkon
Special project advisor	Asst.Prof.Somsak Woramongconchai
	Dr.Putchanee Charoenying
	Dr.Jutarat Sirichaisit
Department	Chemistry
Academic Year	2000

Abstract

This research aims to study the solvent of extraction from hulls of mangosteen for the highest colorant quantity, the stable structure and the optimum properties to dyeing a hundred percent polyester yarns.

Colorants were extracted from hulls of mangosteen with one percentage of methanol in trifluoroacetic acid, citric acid and hydrochloric acid. It showed that the extraction with trifluroroacetic acid gave the highest red-colorant quantity.

The extracted colorant then used for dyeing polyester yarns by varying the ratio of methanol to concentrated sodium chloride solution and varying the quantity of the colorant. The result indicated that the colorant quality was increased as the intensity of the pigment was increased. Furthermore, the ratio of methanol to concentrated sodium chloride solution presented the highest intensity of dyed polyester yarns at the ratio of 80:20.

The colorant was also tested for color fastness to light, dry cleaning, rubbing, perspiration and water. The results indicated that extracted colorant had low endurance to light and dry cleaning, however, it was excellent to rubbing, perspiration and water. In addition, the color fastness in each ratio showed similar result.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย ดร.พัชนี เจริญยิ่ง และ ดร.จุฑารัตน์ ศิริชัยสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษนี้ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ สั่งสอน และให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบคุณ อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล และ ผศ.นงนุช เภตรานุวัฒน์ คณะกรรมการทั้งสองท่านที่ได้แก้ไขและตรวจสอบโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการตรวจสอบตัวอย่าง และสารเคมี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการเบิกอุปกรณ์และสารเคมี

ขอขอบคุณ รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือจนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวชลธิชา ระภักดี

นางสาวพิไลพร ตั้งสกุลมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ลักษณะโครงสร้างของสารประกอบในเปลือกมังคุด	4
2.2 การเลือกใช้ตัวทำละลายในการสกัด	7
2.3 การสกัดสารสออกจากวัสดุธรรมชาติ	7
2.4 การทำสารที่สกัดได้ให้เข้มข้น	8
2.5 สีย้อม	9
2.5.1 การจำแนกประเภทของสีย้อม	10
2.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสีย้อม	14
2.6 พอลิเอสเทอร์	18
2.6.1 การใช้งานและชนิดของเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์	19
2.6.2 สมบัติทางกายภาพ	19
2.6.3 สมบัติทางเคมี	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์
3.1.1 สารเคมีและวัสดุธรรมชาติ 22
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 22
3.2 วิธีการทดลอง 23
3.2.1 การศึกษาหาตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสีจากเปลือกมังคุด 23
3.2.2 การศึกษาอัตราส่วนการเตรียมสารละลายสีย้อมและปริมาณสารให้สีที่เหมาะสม 25
3.2.3 ศึกษาความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก) 27
3.2.4 ศึกษาความคงทนของสีต่อการซักฟอก 31
3.2.5 ศึกษาความคงทนของสีต่อเหงื่อ 32
3.2.6 ศึกษาความคงทนของสีต่อการขัดถู 34
3.2.7 ศึกษาความคงทนของสีต่อน้ำ 35
3.2.8 ศึกษาสีย้อมติดเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์โดยภาพถ่าย 36
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง
4.1 ศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด 37
4.2 ศึกษาสมบัติการดูดกลืนแสงของสารให้สีที่สกัดได้ 38
4.3 ศึกษาอัตราส่วนการเตรียมสารละลายสีย้อมและปริมาณสารให้สีที่เหมาะสม 39
4.4 ศึกษาอัตราความคงทนของสี 39
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ
5.1 การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด 50
5.2 การนำสารให้สีมาประยุกต์ใช้ในการย้อมเส้นด้าย 50
5.3 การทดสอบอัตราความคงทนของสี 50
5.4 ข้อเสนอแนะ 51
ภาคผนวก 52
เอกสารอ้างอิง 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สีที่ใช้ย้อมผ้าสีมาตรฐาน 15

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนสารละลายสีย้อม เมทานอลต่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 25

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณสารให้สีที่สกัดได้จากตัวทำละลายกรด ไทรฟลูออโรแอซีติก กรดซิทริก และ กรดไฮโดรคลอริก 37

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารให้สีที่สกัดได้ 38

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก) 40

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก 41

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ 42

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู 43

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโครงสร้างของสารประกอบในเปลือกมังคุด 5

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของพอลิเอสเทอร์ 19

รูปที่ 3.1 แสดงการเรียงชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐานการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง 30

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ก่อนการย้อม 45

รูปที่ 4.2 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงปริมาณสารให้สี 45

รูปที่ 4.3 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 46

รูปที่ 4.4 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเมทานอลต่อสารละลาย
โซเดียมคลอไรด์ 46

รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก) 47

รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก 47

รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ 48

รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู 48

รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันความสนใจในการนำผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ ได้เพิ่มมากขึ้น การสกัดสีจากเปลือกมังคุดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมสีย้อม ทดแทนสีย้อมจากธรรมชาติ (Natural dyes) แต่ในปัจจุบันสีย้อมจากธรรมชาติบางชนิดไม่พบในตลาดการค้าแล้ว เนื่องจากมีคุณภาพต่ำ และมีราคาแพงเกินไป

สารประกอบในเปลือกมังคุดได้มีการศึกษากันพอสมควรแล้ว [1] และส่วนใหญ่นำมาประยุกต์ใช้ทางด้านเภสัชกรรมประกอบด้วยสารพวกแซนโทนและสารพวกแอนโทไซยานินไกลโคไซด์ (Anthocyanin glycoside) [2] การศึกษาหาวิธีการสกัดสียังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากยังประสบปัญหาทางด้านวิธีการสกัดที่เหมาะสม และการไม่ทำลายโครงสร้างของสารในระหว่างการสกัดจากเปลือกมังคุดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งออกมา ด้วยเหตุนี้จึงเกิดโครงงานพิเศษนี้ขึ้น เพื่อศึกษาถึงระบบตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะสกัดสีให้ได้มากที่สุดและนำสีที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมสีย้อม

1.1 ความเป็นมาของโครงงานวิจัย

Du, C.T. และ Francis, F.J. [2] ทำการศึกษาการแยกสารพวกแอนโทไซยานินไกลโคไซด์ (Anthocyanin glycoside) ออกจากเปลือกมังคุดซึ่งสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ในเมทานอล แล้วทำการแยกโดยอาศัยเทคนิคโครมาโตกราฟี พบแอนโทไซยานิน 2 ชนิด คือ Cyanidin-3-sophoroside และ Cyanindin-3-glycoside ซึ่งพบ Cyanidin-3-sophoroside มีปริมาณมากกว่า Cyanidin-3-glycoside

Mahabusarakam, W. และ Wiriyachitra, P. [1] ทำการศึกษาการสกัดแยกสารประกอบพวกแซนโทน (Xanthone) และอนุพันธ์ของแซนโทนออกจากเปลือกมังคุด โดยทำการสกัดด้วยเบนซีน เมื่อทำการตกตะกอน จะได้ตะกอนของแข็งสีเหลืองออกมาและทำการแยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี พบว่าสารที่แยกได้นี้สามารถนำไปใช้งานทางด้านเภสัชกรมได้ เช่นใช้รักษาโรคทางผิวหนัง และรักษาอาการท้องร่วง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารให้สีออกจากเปลือกมังคุด
2. เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบสีและสมบัติของสารที่สกัดได้จากตัวทำละลายต่างชนิดกัน
3. เพื่อศึกษาทดลองนำสารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด มาประยุกต์ใช้ในการย้อมสี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาหาตัวทำละลายในการสกัด โดยกรดที่ใช้มี 3 ชนิด คือ กรดซิทริก และกรดไทรฟลูออโรแอซิติก และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในเมทานอล
2. ทดลองนำสารให้สีที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้ในการย้อม
3. ทดสอบความคงทนของสี ได้แก่ ความคงทนต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก) ความคงทนต่อการซักฟอก ความคงทนต่อเหงื่อ ความคงทนต่อการขัดถู และความคงทนต่อน้ำ

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

เก็บรวบรวมเปลือกมังคุดแล้วนำมาผึ่งลมให้แห้ง บดให้ละเอียด แล้วทำการสกัดสารให้สีโดยใช้ตัวทำละลายกรดชนิดต่างๆ เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในเมทานอล กรดที่ใช้ได้แก่ กรดไทรฟลูออโรแอซิติก กรดซิทริก และกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นเลือกระบบตัวทำละลายที่สกัดสารให้สีได้มากที่สุดและให้สีตามที่ต้องการ นำสารให้สีที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้ในการย้อมโดยทดลองย้อมด้วยเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ 100 เปอร์เซนต์ ในการย้อมจะทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมเส้นด้ายโดยทำการศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณสารให้สีที่สกัดได้ ความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ใช้ และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือ เมื่อได้ชิ้นงานจากการย้อมที่สภาวะต่าง ๆ แล้ว ทำการเลือกชิ้นงานเพื่อนำไปทดสอบ โดยทดสอบความคงทนของสีต่อแสง(แสงซีนอนอาร์ก) การซักฟอก เหงื่อ การขัดถู และน้ำ จากนั้นจึงสรุปและวิจัยผลการทดลองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาระบบตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีจากเปลือกมังคุดให้ได้สีตามต้องการมากที่สุด
2. สามารถนำสารให้สีที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้ในงานด้านการย้อมได้
3. เป็นการลดปริมาณขยะที่เกิดจากเปลือกมังคุดและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

มังคุด (Mangosteen : *Garcinia mangostana Linn (Gutifereae)*) [3] เป็นผลไม้ที่รู้จักกันดีในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลมีรูปร่างกลมคล้ายผลแอปเปิ้ล เปลือกสีม่วงแกมน้ำตาล (Purplish-blown) เปลือกมังคุดสามารถนำมาใช้ในงานด้านเภสัชกรรม เช่น เป็นยาสมาน (Astringency) [4] รักษาอาการท้องร่วง (Diarrhoa) และโรคบิด (Dysentery) [5] เป็นต้น นอกจากนี้นักวิจัยประเทศสหรัฐอเมริกา ยังให้ความสนใจสีม่วงเข้มของเปลือกมังคุดซึ่งคาดว่าน่าจะนำมาใช้เป็นสารให้สีที่มีประสิทธิภาพได้ [2]

2.1 ลักษณะโครงสร้างของสารประกอบในเปลือกมังคุด

Mahabusarakam, W. และ Wiriyachitra, P. [1] ทำการศึกษาหาองค์ประกอบของเปลือกมังคุด โดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้องค์ประกอบของสาร ดังนี้ (แสดงในรูปที่ 2.1)

1. mangostin
2. gartanin
3. γ- Mangostin
4. β- Mangostin
5. 1-isomangostin
6. 3-isomangostin
7. 3-isomangostin hydrate
8. 1-isomangostin hydrate
9. demethylcalabaxanthone
10. 2,8-bis-(γ,γ-dimethylallyl)-1,3,7-trihydroxyxanthone
11. calabaxanthone
12. 2-(γ,γ-dimethylallyl)-1,7-dihydroxy-3-methoxyxanthone
13. dimethyl ether derivative

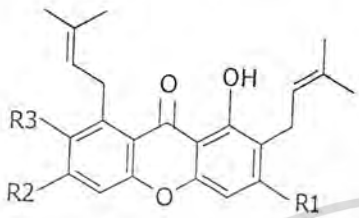
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. anthocyanin glycoside

15. benzophenone

16. maculrin

โดยองค์ประกอบของสารหมายเลข 1 ถึง 13 จะเป็นอนุพันธ์ของสารพวกแซนโทน



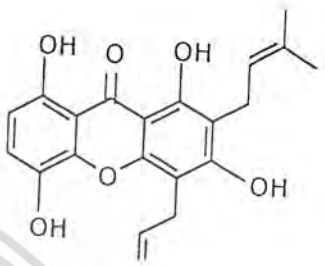
1 R1 = R2 = OH, R3 = OMe

3 R1 = R2 = R3 = OH

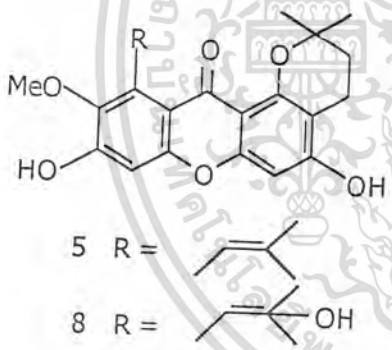
4 R1 = R3 = OMe, R2 = H

10 R1 = R3 = OH, R2 = H

13 R1 = R3 = OMe, R2 = H

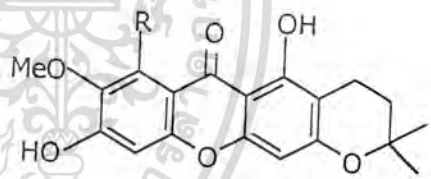


2



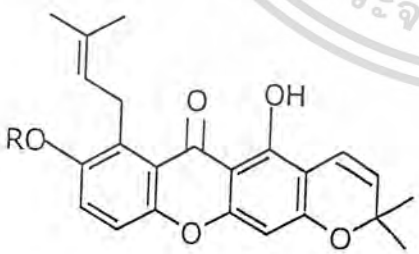
5 R =

8 R =



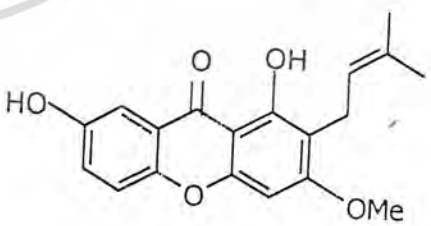
6 R =

7 R =



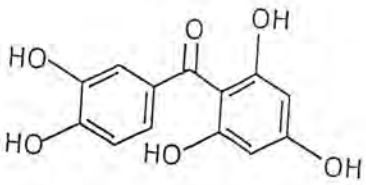
9 R = H

11 R = Me

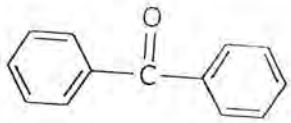


12

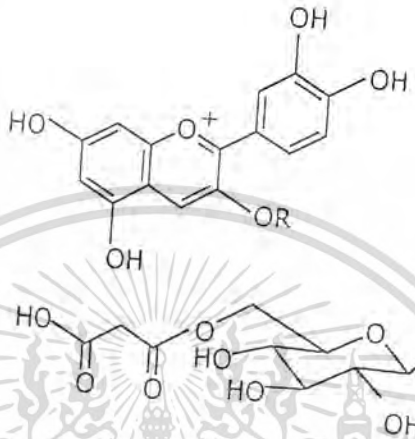
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



maclurin



benzophenone



R = Cy-3-glycoside

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโครงสร้างของสารประกอบในเปลือกมังคุด [1]

Du, C.T. และ Francis, F.J. [2] ทำการศึกษาหาองค์ประกอบของสารให้สีม่วงในเปลือกมังคุด โดยใช้วิธี maceration คือนำเปลือกมังคุดมาสับตัด หรือบด แล้วแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ ในเมทานอล จะได้สารละลายสีม่วงแกมน้ำตาล จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี พบว่าสารให้สีม่วงที่ได้จากเปลือกมังคุด คือสารกลุ่มแอนโทไซยานินไกลโคไซด์ (Anthocyanin glycosides) ซึ่งได้แก่ Cyanidin-3-sophoroside และ Cyanidin-3-glycoside ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า Cyanidin-3-sophoroside

นพพร สงค์อิ่ม [6] ทำการศึกษาการสกัดสารประกอบแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีสีม่วง โดยหาวิธีและระบบตัวทำละลายที่ไม่ทำลายโครงสร้างของสารในระหว่างการสกัดออกมา และทำให้สารประกอบแอนโทไซยานินมีเสถียรภาพดีขึ้น โดยทำการสกัดแอนโทไซยานินในสารละลายเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ของกรดซิทริก (Citric acid) กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) กรดไทรฟลูออโรแอซีต (Trifluoroacetic acid) และ กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) ในเมทานอล พบว่าการสกัดโดยใช้สารละลายไทรฟลูออโรแอซีติกในเมทานอลให้แอนโทไซยานินที่มีเสถียรภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเลือกใช้ตัวทำละลายในการสกัด

ในการสกัดจะได้ผลดีหรือไม่ ขึ้นอยู่ที่การคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ [7]

1. เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
4. ไม่เป็นพิษ
5. มีราคาไม่แพงมากนัก

2.3 การสกัดสารออกจากวัสดุธรรมชาติ

โดยทั่วไปในการสกัดสารออกจากวัสดุธรรมชาติ มีปัจจัยสำคัญในการเลือกได้แก่ ลักษณะเนื้อเยื่อ ปริมาณน้ำ (Water content) คุณสมบัติของสารในการทนทานต่อความร้อน ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ และชนิดของสารที่ต้องการสกัด วิธีที่นิยมใช้ในการสกัดสารออกจากวัสดุธรรมชาติ มีดังนี้ [8]

1. Maceration เป็นวิธีการสกัดโดยการหมักวัสดุธรรมชาติ เช่น เนื้อเยื่อพืชกับตัวทำละลายในภาชนะที่ปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปกรวย โดยปกติจะทิ้งไว้ 7 วัน โดยเขย่าหรือคนบ่อย ๆ เมื่อครบกำหนดเวลาจะค่อย ๆ รินสารออกและพยายามบีบเอาสารละลายออกจากกากให้มากที่สุด จากนั้นรวบรวมสารที่ได้นำไปกรอง ถ้าต้องการสกัดให้หมดอาจต้องสกัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ข้อดีของวิธีนี้ คือ สารไม่ได้รับความร้อน แต่ข้อเสียคือสิ้นเปลืองตัวทำละลายมากและเป็นวิธีการที่ใช้เวลานาน จึงได้มีการพัฒนาดัดแปลงใช้ Mixer หรือ Homoginizer มาช่วยทำให้เซลล์พืชแตกออก การสกัดจึงทำได้เร็วขึ้น เรียกวิธีนี้ว่า "Vortical (turbo) extraction"

2. Percolation เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า "Percolator" โดยนำวัสดุธรรมชาติมาแช่ด้วยตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พองตัวเต็มที่แล้วค่อย ๆ บรรจุลงใน Percolator ทีละน้อยเป็นชั้น ๆ แล้วเติมตัวทำละลายลงไปให้ระดับตัวทำละลายสูงเหนือชั้นของวัสดุธรรมชาติ ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วจึงเริ่มไขเอาสารที่สกัดได้สมบูรณ์ บีบกากเอาสารสกัดออก แล้วเก็บรวบรวมไปกรองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดในระดับอุตสาหกรรมจะใช้ Percolator ต่อกันหลาย ๆ ตัว เรียกว่า "Countercurrent-operated percolator battery"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Soxlet Extractor วิธีนี้ไม่เหมาะกับสารที่สามารถสลายตัวได้ เนื่องจากต้องใช้ความร้อน

4. Liquid-liquid Extraction เป็นวิธีการที่อาศัยหลักการความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน ใช้เมื่อสารที่ต้องการสกัดอยู่ในรูปของเหลว และไม่สามารถทำให้ตกตะกอนได้ นิยมใช้ในการสกัดพวกสารอินทรีย์ที่เป็นของเหลว

5. Resorption เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีดูดซับ มักใช้สกัดสารจากกลีบดอกไม้

6. Steam Distillation มักใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย อาศัยความร้อนจากไอน้ำที่เดือด โดยไอน้ำจะไปละลายเอาน้ำมันหอมระเหยออกมา

7. Water Distillation เป็นวิธีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยต้มกับน้ำ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า "Cleveneaur apparatus"

8. Thermomicrodistillation Extraction เป็นการสกัดสาร โดยใช้เครื่อง Thermomicro Analysis และ Separation Ovens ; TAS Oven" ใช้ในการสกัดสารปริมาณที่น้อยมาก โดยนำวัสดุธรรมชาติใส่ลงในคาร์ทริดจ์ (Cartridge) ซึ่งข้างหนึ่งปิดผนึก อีกข้างหนึ่งเป็นรูเล็ก เมื่อใส่เข้าไปในตู้อบ ความร้อนจะทำให้สารระเหย หรือ ระเหิดออกมาทางคะปิลลารี และรองรับสารที่ระเหยหรือระเหิดออกมาด้วยแผ่น TLC (Thin layer chromatrography) แล้วนำไปตรวจสอบ

โดยปกติสารพวกแอลกอฮอลจัดได้ว่าเป็นตัวทำละลายเอนกประสงค์ (All-purpose solvent) ที่ดีสำหรับการสกัดเบื้องต้น วัสดุธรรมชาติที่ต้องการสกัดจะถูกทำลายเนื้อเยื่อโดยการตัด สับ หั่น หรือบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันโดยเอนไซม์หรือเกิดไฮโดรลิซิสขึ้น แล้วทำการแช่ในตัวทำละลายซึ่งบรรจุอยู่ในเครื่องผสม (Blender) ทำการกรองโดยผ่าน ซีไลต์ (Celite) โดยใช้ปั๊มน้ำ (Water pump) และทำให้สารที่สกัดได้มีความเข้มข้นมากขึ้นโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน

ในงานวิจัยนี้จะสกัดสารให้สีออกจากเปลือกมังคุดโดยใช้วิธี Maceration

2.4 การทำสารที่สกัดให้เข้มข้น (Concentration) [7]

เมื่อสกัดสารด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว สารสกัดที่ได้มักจะมีปริมาณมาก และเจือจาง ทำให้นำไปแยกส่วนได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อน วิธีที่ใช้ในงานวิจัยคือ ทำการระเหยโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary vacuum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

evaporator) ทำโดยการใส่สารละลายที่ต้องการระเหยลงในขวดระเหย (Evaporation flask) ที่หมุนได้ด้วยมอเตอร์ การหมุนขวดระเหยจะทำให้สารละลายกระจายออกเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการระเหย ไอของตัวทำละลายที่เกิดขึ้นในขวดระเหย จะผ่านไปยังเครื่องควบแน่น ซึ่งไอจะควบแน่นเป็นของเหลวไหลลงสู่ขวดรองรับ ขณะที่ทำการระเหยอาจให้ความร้อนแก่สารละลายโดยจุ่มขวดระเหยในเครื่องอังน้ำ และวิธีนี้จัดเป็นการระเหยแห้ง โดยกลั่นตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำ และลดความดันให้เป็นสุญญากาศ โดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) เครื่องมือระเหยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เครื่องควบแน่น (Distillation condenser) ขวดรองรับ (Receiving flask) และขวดกลั่น (Distilling flask) ซึ่งจะหมุนตลอดเวลาในขณะที่ทำงาน

2.5 สีย้อม [9]

สีย้อมช่วยเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ และบ่อยครั้งที่สีของผลิตภัณฑ์จะเป็นสาเหตุในการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค สีบางชนิดจะมีการใช้เฉพาะด้าน เช่น สีไวแสง หรือไวต่อความร้อน เพื่อใช้ในงานพิมพ์กระดาษหรือโปสเตอร์

โครงสร้างโมเลกุลของสีย้อมจะมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก และค่อนข้างที่จะสับสนอยู่บ่อย ๆ แต่การสังเคราะห์จะสามารถดำเนินการตามวิธีการที่ไม่ยุ่งยากโดยใช้สารมัธยันต์ (Intermediate) ประมาณ 1000 ตัว และเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเคมีอุตสาหกรรมชนิดอื่น ๆ แล้ว จะมีน้อยกว่ามาก

สีย้อมจะต้องมีสมบัติให้สีเกิดขึ้นอย่างถาวร สีย้อมทุกตัวจะต้องมีหมู่ฟังก์ชันที่ไม่อิ่มตัว บางส่วนของโมเลกุลของสีย้อมจะเป็นส่วนวงอะโรมาติก และหมู่ฟังก์ชันของไนโตรเจนที่ไม่อิ่มตัว เช่น โครงสร้างควินอยด์จะพบอยู่บ่อยครั้งมาก

สีย้อมประกอบด้วยโครงสร้างที่ทำให้เกิดสีเรียกว่า โครโมเจน (Chromogen) ซึ่งเป็นตัวรับอิเล็กตรอนส่วนของโมเลกุลที่ทำให้สีย้อมมีสมบัติทางด้านการละลาย และมีสมบัติในการย้อมติดสี ซึ่งเรียกว่าออกโซโครม (Auxochrome) ซึ่งเป็นตัวให้อิเล็กตรอน โครงสร้างของสีย้อมประกอบด้วยทั้งสองส่วนร่วมกัน

โครโมเจน เป็นส่วนของโครงสร้างอะโรมาติกส์ ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักในโมเลกุลของสีย้อม และหมู่ที่ให้สีเรียกโดยทั่วไปว่า โครโมฟอร์ (Chromophore) ซึ่งจะดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นแสงที่มองเห็น โดยที่หมู่โครโมฟอร์ในโมเลกุลของสีย้อมโดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.หมู่ไนโตรโซ -N=O หรือ =N-OH

2.หมู่ไนโตร $-NO_2$ หรือ =NOOH

3.หมู่เอโซ -N=N-

4.หมู่เอทิลีน -C=C-

5.หมู่คาร์บอนิล -C=O

6.หมู่คาร์บอน-ไนโตรเจน -C=NH และ -CH=N-

7. หมู่คาร์บอน-ซัลเฟอร์ -C=S และ -C-S-S-C

หมู่ฟังก์ชันดังกล่าวจะเพิ่มความสามารถในการเกิดสีให้แก่สารประกอบอะโรมาติก โดยเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มการดูดซับสีในช่วงคลื่นการมองเห็น หมู่โครโมฟอร์สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการจำแนกชนิดของสีย้อมได้ด้วยโมเลกุลของสีย้อมบางตัวจะลดความเข้มของสี เมื่อทำให้หมู่ของโครโมฟอร์ ในโมเลกุลของสีย้อมอิ่มตัว ส่วนหมู่ออกโซโครมจัดเป็นส่วนหนึ่งในโมเลกุลของสีย้อม และเป็นหมู่ที่ทำให้เกิดการยึดติดกับวัสดุที่ทำการย้อมสี ตัวอย่างวัสดุที่ทำการย้อมสีคือ เส้นใยสังเคราะห์ หรือเส้นใยธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้วจะมีหมู่ฟังก์ชันได้แก่ $-NH_2$, -OH, $-NR_2$, -COOH และ $-SO_3H$ และจะเกิดปฏิกิริยาได้เกลือกับโมเลกุลของสีย้อม ตัวอย่างเช่น สีย้อมที่มีหมู่ $-NH_2$ และ $-NR_2$จะสามารถละลายได้ดีในสารละลายกรด ส่วนสีย้อมที่มีหมู่ –OH, -COOH และ $-SO_3H$ จะสามารถละลายได้ดีในสารละลายเบส

2.5.1 การจำแนกประเภทของสีย้อม [9]

เมื่อพิจารณาจากความสะดวกในการใช้งานสีย้อม สมาคมการค้าระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. International Trade Commission) ได้จัดแบ่งสีย้อมตามการประยุกต์ใช้งานเป็น 12 ชนิด ดังต่อไปนี้

2.5.1.1 สีย้อมแอซิด (Acid dyes)

สีย้อมแอซิดเป็นสีย้อมที่ไม่ละลายในสารละลายกรดและใช้ในการย้อมเส้นใยโปรตีน เช่น ขนสัตว์ ไหม ไนลอน หนังแท้ และกระดาษ โดยทั่ว ๆ ไปสีย้อมจะมีโครงสร้างทางเคมีเป็นสารประกอบเอโซ ไตรเอริลมีเทนหรือแอนทราควิโนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 **สีย้อมเอโซอิก** (Azoic dyes)

สีย้อมเอโซอิกเป็นสีย้อมที่ทำให้เกิดสีขึ้นบนเส้นใยโดยการเตรียมเป็นเกลือไดอะโซเนียมก่อน และเมื่อนำไปสัมผัสกับเส้นใยแล้วจะเกิดปฏิกิริยาเป็นสีย้อมบนเส้นใย ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยทำให้เกลือไดอะโซเนียมไม่สลายตัวจนกระทั่งทำปฏิกิริยาควบคู่กับเส้นใยเป็นสีย้อม สีย้อมเอโซอิกเป็นสีย้อมที่ให้สีสดใส และมีสมบัติติดทนนาน ดังนั้นจึงทนทานต่ออายุการใช้งานและใช้สำหรับงานพิมพ์บนผ้าฝ้าย

2.5.1.3 สีย้อมเบสิก (Basic dyes)

สีย้อมเบสิกเป็นสีย้อมที่มีหมู่อะมิโนหรืออนุพันธ์ของหมู่อะมิโน ซึ่งจะละลายกรด และไม่ละลายในสารละลายเบส โครงสร้างส่วนใหญ่ของสีย้อมเบสิกจะมีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นพวกกลุ่มของสารประกอบไตรเอริลมีเทน (Triarylmethane) หรือแซนทีนส์ (Xanthenes) สีย้อมเบสิกสามารถใช้ย้อมขนสัตว์หรือใช้ร่วมกับสีย้อมมอร์แดนต์ (Mordan) เพื่อย้อมฝ้าย สีย้อมเบสิกสามารถนำไปใช้เป็นหมึกพิมพ์กระดาษคาร์บอนสำหรับทำกระดาษสำเนา และใช้สำหรับผลิตเป็นแถบหมึกสำหรับเครื่องพิมพ์ดีด สีย้อมเบสิกสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นหมึกเขียน และหมึกพิมพ์

2.5.1.4 **สีย้อมไดเร็ก** (Direct dyes)

สีย้อมไดเร็กสามารถนำไปใช้สำหรับย้อมฝ้ายได้โดยตรงและไม่ต้องร่วมกับสีย้อมมอร์แดนต์ สีย้อมไดเร็กสามารถใช้สำหรับย้อมผลิตภัณฑ์ฝ้ายผสม และใช้ย้อมขนสัตว์หรือใช้ย้อมไหม โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างของสีย้อมไดเร็กเป็นสีย้อมกลุ่มเอโซ โดยทั่วไปสมบัติในการละลายของสีย้อมไดเร็กลดลงได้โดยการเติมเกลือลงไปในอ่างย้อมสี สีย้อมไดเร็กบางตัวสามารถใช้ย้อมบนเส้นใยโดยทำปฏิกิริยากับเกลือไดอะโซเนียมบนวัสดุก่อน จากนั้นจึงจะทำปฏิกิริยาคู่ควบ (Coupling) เพื่อทำให้เกิดเป็นสีย้อมที่ไม่ละลายบนเนื้อผ้าหรือเส้นใย สารประกอบที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไปสำหรับการทำปฏิกิริยาคู่ควบคือ เบต้าแนฟทอล

2.5.1.5 **สีย้อมดิสเพอร์ส** (Disperse dyes)

เส้นใยสังเคราะห์จำนวนมาก เช่น เส้นใยเซลลูโลสแอซิเตต เส้นใยพลาสติก และเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิเอสเทอร์ จะมีความยากลำบากในการย้อมติดสี สีดิสเพอร์สมีความสามารถใช้ย้อมได้ดีกับวัสดุดังกล่าว และสามารถย้อมสีได้ผิวดี โดยสีย้อมดิสเพอร์สจะกระจายตัวดูดซับ และแทรกตัวลงบนเส้นใย สีย้อมกลุ่มเอโซสามารถใช้เป็นสีย้อมดิสเพอร์สได้ แต่สีย้อมกลุ่มแอนทราควิโนนจะใช้ประโยชน์เป็นสีย้อมดิสเพอร์สที่ดีกว่า เนื่องจากสมบัติที่ไม่ละลายในตัวทำละลาย อย่างไรก็ตามสีย้อมกลุ่มเอโซและกลุ่มแอนทราควิโนนสามารถที่จะแทรกตัวเข้าไปในเส้นใยได้ดีโดยหมู่เอทาโนลามีน (-NH-CH_2CH_2OH) ซึ่งเป็นหมู่ที่พบในสีย้อมดิสเพอร์ส จะช่วยในการกระจายตัวและเกิดการดูดซับเข้าไปในเส้นใยได้ดี

2.5.1.6 **สีย้อมรีเอ็กทีฟ** (Reactive dyes)

สีย้อมรีเอ็กทีฟเป็นสีย้อมที่เกิดปฏิกิริยาสร้างพันธะโควาเลนซ์เชื่อมระหว่างสีย้อมและเส้นใยเซลลูโลส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย้อมโดยสีชนิดนี้จะทนทานต่อการซักล้างได้ดีเยี่ยม สีย้อมรีเอ็กทีฟเป็นสีย้อมชนิดใหม่ที่สุดซึ่งได้พัฒนาในปี ค.ศ. 1956 สามารถใช้ในการย้อมฝ้าย เรยอน และไนลอนบางชนิด

2.5.1.7 **สารฟลูออเรสเซนต์ไบรท์เทนนิง** (Fluorescent brightening agents)

สารฟลูออเรสเซนต์ไบรท์เทนนิงจะช่วยทำให้เสื้อผ้าที่เหลืองกลับขาวพิเศษ และให้ความสว่างสดใส ดังนั้นจึงนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสบู่ อุตสาหกรรมผงซักฟอก อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกกรรมกาว อุตสาหกรรมสีทา และอุตสาหกรรมกระดาษ โดยใช้เป็นสารเติมแต่งที่มีชื่อว่าสารเพิ่มความสดใส (Optical brightener) สารฟลูออเรสเซนต์ไบรท์เทนนิงจะดูดซับแสงอัลตราไวโอเลต และให้แสงสีฟ้าขาวสดใส โดยสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบพวกนี้ได้แก่ สติบีนออกซาโซล และไทรอะโซล

2.5.1.8 **สีอาหาร ยา และเครื่องสำอาง** (Food, drug and cosmetic colors)

สีอาหาร ยา และเครื่องสำอาง ในปัจจุบันจะมีประมาณ 52 สีเท่านั้น เนื่องจากมีการควบคุมอย่างเข้มงวดในการใช้งาน โดยคณะกรรมการอาหารและยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ความบริสุทธิ์และความปลอดภัยจะมีการควบคุมอย่างดีเป็นพิเศษ เพื่อรับรองความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค ในปัจจุบันมีการค้นคว้ากันอย่างมากในสีตระกูลนี้ เพื่อที่จะพัฒนาให้สียึดเกาะกับสารพอลิเมอร์ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อบริโภคผ่านเข้าไปในระบบการย่อยอาหารแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนสภาพหรือตกค้างภายในร่างกาย สีตระกูลนี้มีหลายตัวที่ได้ผ่านการทดสอบความเป็นพิษเรื้อรัง และทดสอบผลตกค้างต่อผู้บริโภค และได้ผ่านการยอมรับแล้ว ได้แก่ สีที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นแอนทราควิโนน เอโซ และอินดิกอยด์

2.5.1.9 สีย้อมมอแดนต์ (Mordant dyes)

สีย้อมมอแดนต์บางตัวเมื่อรวมกับเกลือของโลหะจะให้ผลิตภัณฑ์สีย้อมที่ไม่ละลายเรียกว่า เลคส์ (Lakes) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นรงควัตถุ (Pigment) ถ้าหากต้องการย้อมสิ่งทอที่ผลิตจากฝ้าย ขนสัตว์ หรือเส้นใยโปรตีน จะนำสิ่งทอนี้ใส่เกลือของอะลูมิเนียม เกลือของโครเมียม หรือเกลือของเหล็ก และเมื่อสิ่งทอดังกล่าวสัมผัสกับสีย้อมจะทำให้เกิดสีย้อมที่ไม่ละลายโดยเกลือของโลหะจะตกตะกอนบนเส้นใย ซึ่งทำให้สีย้อมมีความทนทานต่อแสง และทนทานต่อการซักล้างได้ดี หมู่ –OH และหมู่ –COOH ที่เกาะอยู่บนสีย้อมเอโซหรือแอนทราควิโนน จะมีความสามารถทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะเกิดเป็นสีมอร์แดนต์ได้

2.5.1.10 สีย้อมโซลเว็นท์ (Solvent dyes)

สีย้อมโซลเว็นท์เป็นสีย้อมที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอลล์ สารละลายไฮโดรคาร์บอนคลอริเนต หรือสารละลายแอมโมเนีย สีย้อมโซลเว็นท์เป็นสีย้อมที่สามารถช่วยในการย้อมสีสำหรับพวกเส้นใยสังเคราะห์ที่มีความยากลำบากในการย้อมสี เช่น เส้นใยพอลิเอสเทอร์ เส้นใยพอลิอะคริเลต และเส้นใยเซลลูโลสไตรแอซิเตต ตัวทำละลายที่ใช้ได้ดีในปัจจุบันคือเปอร์คลอโรเอทิลีน เทคโนโลยีการย้อมสีชนิดนี้จะช่วยลดปัญหาของสีย้อมตกค้างในการย้อมได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในการย้อมสี สีย้อมโซลเว็นท์สามารถนำไปใช้เป็นสีที่ใส่ในน้ำมัน ขี้ผึ้ง วานิช ครีมขัดรองเท้า ลิปสติก และน้ำมันเชื้อเพลิง

2.5.1.11 สีย้อมซัลเฟอร์ (Sulfur dyes)

เป็นสีย้อมที่มีราคาถูกและใช้ในการย้อมผ้าฝ้ายให้มีเฉดสีที่ขุ่นทึบ (Dull shades) สีย้อมซัลเฟอร์เป็นสีย้อมที่มีความทนทานต่อการซีดจางสีเนื่องจากแสง ทนทานต่อการซักล้าง และทนกรด แต่มีความไวต่อการเปลี่ยนสีกับคลอรีน และน้ำยาฟอกสีไฮโปรคลอไรด์ หมู่โครโมฟอร์ของสีย้อมซัลเฟอร์มีความยุ่งยากซับซ้อน และยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแน่นอน สีย้อมซัลเฟอร์ทำการผลิตโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำปฏิกิริยาระหว่างสารซัลไฟต์หรือพอลิซัลไฟด์กับสารประกอบอะโรมาติกส์ที่มีหมู่คลอรีน สีย้อมซัลเฟอร์โดยทั่ว ๆ ไปจะไม่ค่อยมีสีเมื่ออยู่ในรูปรีดิวซ์ในสารละลายของเกลือโซเดียมซัลไฟด์ แต่มีสีเข้มขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะออกซิเดชัน สีย้อมซัลเฟอร์เป็นสีย้อมที่รู้จักกันอย่างดี และใช้กันมาเป็นเวลานาน

2.5.1.12 **สีย้อมแวต** (Vat dyes)

สีย้อมกลุ่มนี้จะมีสูตรโครงสร้างทางเคมีที่ยุ่งยากส่วนใหญ่เป็นอนุพันธุ์ของแอนทราควิโนนหรืออินแดนทรีน (indanthrene) ในสารละลายที่สภาวะรีดักชันสีย้อมกลุ่มนี้จะละลายในสารละลายอัลคาไลน์ และไม่มีสีซึ่งเรียกว่า leuco vats สารละลายดังกล่าวจะใช้ใส่ลงไปในเส้นใยฝ้าย ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสัมผัสกับอากาศจะเกิดเป็นสีขึ้นมา สีย้อมแวตเป็นสีที่มีราคาแพง สามารถใช้กับสิ่งทอที่ใช้ประจำวันที่มีการซักล้างบ่อย ๆ เช่น เสื้อเชิ้ตสุภาพบุรุษ สีย้อมแวตสามารถนำไปใช้เป็นสีพิมพ์ผ้า สีพิมพ์ผ้าจะมีส่วนผสมของโซเดียมไฮโดรซัลไฟท์ และสารประกอบอัลดีไฮด์ที่มีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี สามารถนำไปทำการพิมพ์สีบนผ้าก่อน ต่อจากนั้นนำไปทำให้เกิดเป็นสีโดยผ่านผ้าเข้าไปในอ่างที่บรรจุสารออกซิไดส์ เช่น โซเดียมไดโครเมตหรือโซเดียมเปอร์โบเรต

2.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสีย้อม

2.5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก)

1. ผ้าสีมาตรฐาน เป็นผ้าขนสัตว์สีน้ำเงิน ซึ่งย้อมด้วยสีดังในตารางที่ 2.1 อัตราความทนของสีต่อแสง จะมีค่าจากระดับ 1 (มีความคงทนต่ำสุด) ถึงระดับ 8 (มีความคงทนสูงสุด) และแต่ละระดับจะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

2. เครื่องตรวจสอบความชื้นในการทดสอบ (Humidity test control) เป็นผ้าฝ้ายปอบปลินเมอร์เซอไรส์ฟอกขาว ซึ่งย้อมด้วยสีอะโซอิก

3. แบลก-พาเนล เทอร์โมมิเตอร์ (Black-panel thermometer) ประกอบด้วยแผ่นโลหะซึ่งมีขนาดอย่างน้อย 45 มิลลิเมตร ×100 มิลลิเมตร และมีเทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิติดอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแผ่นโลหะ แผ่นโลหะด้านที่หันเข้าหาแสงไฟต้องเป็นสีดำ ซึ่งสะท้อนแสงอินฟราเรดน้อยกว่าร้อยละ 5 ส่วนด้านที่ไม่หันเข้าหาแสงไฟควรหุ้มด้วยฉนวนความร้อน

4. หลอดไฟซีนอนอาร์ก ซึ่งใช้อุณหภูมิ 5,500 ถึง 6,500 องศาเคลวิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กระจกกรองแสงจัดให้อยู่ระหว่างต้นกำเนิดแสงและชิ้นทดสอบ และผ้าสีมาตรฐาน ให้ความเข้มแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ลดลงอย่างสม่ำเสมอและเหลือน้อยที่สุดระหว่างความยาวคลื่น 310 ถึง 320 นาโนเมตร เช่น กระจกมีคุณสมบัติที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงสว่างตอนกลางวัน การลดปริมาณรังสีอินฟราเรดได้จากหลอดไฟ ให้ใช้อุปกรณ์กรองความร้อน กระจกกรองแสงและความร้อนเหล่านี้ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อกันการตัดแสงออกมากจนเกินไป

6. ตู้อาบแสง (Exposure chamber) ต้องมีการถ่ายเทอากาศเป็นอย่างดี

7. กระดาษทึบแสง หรือวัสดุทึบแสงอย่างอื่น เช่น แผ่นอะลูมิเนียมบาง หรือ แผ่นกระดาษแข็งหุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์

8. เกรย์สเกล (Grey scale) สำหรับอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ตามมาตรฐานวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่มที่ 14 การใช้เกรย์สเกล มาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 14-2518

ตารางที่ 2.1 แสดงสีที่ใช้ย้อมผ้าสีมาตรฐาน

อัตราความคงทนต่อแสง	สีที่ใช้ย้อม *
1	C.I. Acid Blue 104
2	C.I. Acid Blue 109
3	C.I. Acid Blue 83
4	C.I. Acid Blue 121
5	C.I. Acid Blue 47
6	C.I. Acid Blue 23
7	C.I. Solubilized Vat Blue 5
8	C.I. Solubilized Vat Blue 8

* หนังสือ Colour Index, second edition, volume 1. The Society of Dyers and Colourists, Bradford, Yorkshire,1956.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก

1. เครื่องซัก ประกอบด้วยอ่างซึ่งมีเครื่องควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ มีแกนหมุนด้วยความเร็ว 40 ± 2 รอบต่อนาที สำหรับยึดถ้วยซักซึ่งทำด้วยเหล็กกล้าขนาดความจุ 500 มิลลิเมตร

2. ผ้าขาวสองชิ้นขนาด 40 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร ชิ้นที่หนึ่ง เป็นผ้าฝ้าย และอีกชิ้นหนึ่งเป็นพอลิเอสเทอร์

3. เกรย์สเกล สำหรับอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงสีและการเปื้อนสีตามมาตรฐานวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 14 การใช้เกรย์สเกล มาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 14-2518

2.5.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ

1. เครื่องเปอร์สไปโรมิเตอร์ (Perspirometer) แบบของ American Association of Textile Chemists and Colourists หรือเครื่องมืออื่นที่คล้ายคลึงกันและให้ผลการทดสอบเหมือนกัน เช่น เครื่องไฮโดรเทสต์ (Hydrotest) ซึ่งประกอบด้วยโครงเหล็กกล้ามีแผ่นเหล็กหนัก 4.5 กิโลกรัม ขนาด 60 มิลลิเมตร × 115 มิลลิเมตร และแผ่นอะคริลิกเรซิน (Acrylic resin plates) ขนาดเดียวกันหนา 1.5 มิลลิเมตรวางซ้อนกันอยู่ภายในโครงเหล็กนั้น เครื่องมือนี้ไม่ควรใช้ชิ้นทดสอบคราวเดียวกันเกินกว่าสิบชิ้น ในกรณีที่ชิ้นทดสอบมีขนาดแตกต่างจาก 60 มิลลิเมตร × 60 มิลลิเมตร น้ำหนักที่ใช้กดบนชิ้นทดสอบต้องเปลี่ยนไปโดยกำหนดให้แรงกดบนชิ้นทดสอบมีค่าคงที่ 1.25 กรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร (125 กรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

2. ตู้อบ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 37± 2 องศาเซลเซียส

3. ผ้าขาวสองชิ้น ขนาด 60 มิลลิเมตร × 60 มิลลิเมตร ชิ้นที่หนึ่งเป็นผ้าที่มีเส้นใยชนิดเดียวกับตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างเป็นผ้าใยผสม ให้ใช้ผ้าที่มีเส้นใยชนิดเดียวกับเส้นใยที่เป็นส่วนผสมมากที่สุด ชิ้นที่สองเป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยดังต่อไปนี้

ผ้าชิ้นที่หนึ่ง	**ผ้าชิ้นที่สอง**
ฝ้าย	ขนสัตว์
ขนสัตว์	ฝ้าย
ไหม	ฝ้าย
ลินิน	ขนสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิสโคสเรยอน	ขนสัตว์
เซลลูโลสอะซีเตด	วิสโคสอะซีเตด
ไยพอลิอามีด	ขนสัตว์หรือวิสโคสเรยอน
ไยพอลิเอสเทอร์	ขนสัตว์หรือฝ้าย
ไยอะคริลิก	ขนสัตว์หรือฝ้าย

4. เกรย์สเกล สำหรับอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงสีและการเปื้อนสีตามมาตรฐาน วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 14 การใช้เกรย์สเกลมาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 14-2518

2.5.2.4 **เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู**

1. เครื่องครอกมิเตอร์ (Crockmeter) หรือเครื่องมืออื่นที่คล้ายคลึงกัน และเครื่องดูเพลกซ์ครอกมิเตอร์ (Duplex crockmeter) ซึ่งใช้ทดสอบชิ้นทดสอบได้สองชิ้นพร้อมกัน
2. ผ้าขาวซึ่งปราศจากแป้งหรือสารแต่งสำเร็จชนิดอื่นขนาด 50 มิลลิเมตร × 50 มิลลิเมตร
3. เกรย์สเกล สำหรับอ่านค่าการเปื้อนสีบนผ้าขาวตาม มอก. 121 เล่ม 14-2518

2.5.2.5 **เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำ**

1. ผ้าขาว 2 ชิ้น ขนาด 100 มิลลิเมตร × 40 มิลลิเมตร ชิ้นหนึ่งให้เป็นผ้าที่มีเส้นใยชนิดเดียวกับตัวอย่าง ส่วนชิ้นที่สองต้องเป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

ผ้าชิ้นที่หนึ่ง	**ผ้าชิ้นที่สอง**
ฝ้าย	ขนสัตว์
ขนสัตว์	ฝ้าย
ไหม	ฝ้าย
ลินิน	ขนสัตว์
วิสโคสเรยอน	ขนสัตว์
เซลลูโลสอะซีเตด	วิสโคสอะซีเตด
ไยพอลิอามีด	ขนสัตว์หรือวิสโคสเรยอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40078

ใยพอลิเอสเทอร์	ขนสัตว์หรือฝ้าย
ใยอะคริลิก	ขนสัตว์หรือฝ้าย

ในกรณีที่เส้นใยเป็นเส้นใยผสม ผ้าชิ้นที่หนึ่งต้องเป็นเส้นใยชนิดเดียวกับเส้นใยที่เป็นองค์ประกอบมากเป็นอันดับหนึ่งของผ้าตัวอย่าง ผ้าชิ้นที่สองต้องเป็นเส้นใยชนิดเดียวกันกับเส้นใยที่เป็นองค์ประกอบมากเป็นอันดับสองของผ้าตัวอย่าง หรือเส้นใยอย่างอื่นตามที่ตกลงกัน

2. เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนสี และเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนสีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 14 การใช้เกรย์สเกล มาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 14

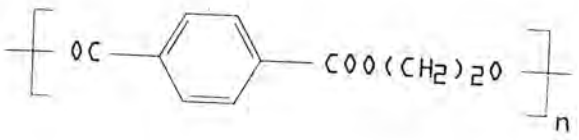
3. ตู้อบที่สามารถปรับอุณหภูมิให้คงที่ที่ 37±2 องศาเซลเซียสได้

2.6 พอลิเอสเทอร์ [10]

พอลิเอสเทอร์ที่ผลิตในปัจจุบันมีเพียงสองชนิดใหญ่ ๆ คือ PET (Polyethylene terephthalate) และ PCDT (Poly 1,4 cyclohexylene-dimethylene terephthlate) แต่ส่วนมากที่ผลิตมักเป็นชนิด PET ที่โครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยมีสมบัติคล้ายกันดังนี้

- สมบัติของการคืนตัวดี ทั้งในขณะเปียกและแห้ง เมื่อใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม และดูแลรักษาได้ง่าย เหมาะกับการใช้ประโยชน์ด้านทางการตกแต่งบ้าน
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่รักษารูปทรงได้ดี สามารถซักด้วยเครื่องได้
- ทนทานต่อแสงแดด เหมาะกับการทำเป็นผ้าม่าน
- มีความคงทนต่อการขัดถูดี สามารถใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมได้และอาจใช้ทำเป็นด้ายเย็บจักร ตลอดจนเสื้อผ้า
- ความสวยงามเหนือกว่าไนลอน สามารถผสมกับเส้นใยอื่นทั้งใยธรรมชาติ และใยประดิษฐ์ มีลักษณะเหมือนไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ PET

2.6.1 การใช้งานและชนิดของเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์

พอลิเอสเทอร์มีสมบัติที่เด่นทั้งในขณะแห้งและเปียก และขณะเปียกจะมีความสามารถในการคืนตัวได้สูง ไม่ยับ ไม่หด ดูแลรักษาง่าย อีกทั้งสามารถใช้ผสมกับเส้นใยชนิดอื่นได้มาก ที่ประสพความสำเร็จสูงสุดคือ การผสมกับผ้าฝ้าย ในสัดส่วน พอลิเอสเทอร์ ต่อ ฝ้าย ที่ 65 : 35 หรือที่เรียกกันว่าผ้า T/C และอีกชนิดหนึ่งคือ การผสมกับเส้นใยเรยอนเป็นผ้า T/R เป็นต้น สามารถนำพอลิเอสเทอร์ไปใช้งานต่าง ๆ ได้มากมายนับจากเสื้อผ้าสวมใส่เพื่อความสวยงาม เสื้อผ้าทำงาน เสื้อสูท กระโปรง ผ้าม่าน ผ้าตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ เนคไท ไปจนถึงพรม นับเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงสามารถทำจีบถาวรด้วยความร้อน ทำเส้นด้าย เทกซ์เจอร์ ซักได้ด้วยเครื่องซัก และไม่ต้องรีดภายหลังการซัก

พอลิเอสเทอร์ใช้ทำเป็นเส้นด้ายหลายชนิดดังนี้

1. เส้นด้ายใยยาว หรือ เส้นด้ายฟิลาเมนท์ (Filament yarn)
2. เส้นด้ายชนิดเทกซ์เจอร์ (Textured Filament yarn)
3. เส้นด้ายชนิดที่ทำจากเส้นใยสั้นเรียกว่าเส้นด้ายปั่น (Spun yarn)

2.6.2 สมบัติทางกายภาพ

1. **ลักษณะภายนอก** เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นเส้นใยผิวเรียบ พื้นที่หน้าตัดมีหลายแบบส่วนมากเป็นวงกลม ดังนั้นจึงดูเป็นแท่งยาว โดยมีความยาวแตกต่างกันไปตามความต้องการของการใช้งาน โดยทั่วไปมีสีเป็นสีขาว และมีความมันหลายระดับ ตั้งแต่สว่างทึบ กึ่งทึบ และทึบ

2. **ความแข็งแรง** เป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรง และทนทานต่อการขัดถูดี ไม่ว่าอยู่ในสภาพแห้งหรือสภาพเปียก ความทนแรงดึง ณ จุดขาดมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 –5.5 กรัมต่อดิเนียร์ สำหรับเส้นใยยาวชนิดทั่วไป แต่สูงขึ้นไปอยู่ในช่วง 6.3 – 9.5 กรัมต่อดิเนียร์ ในเส้นใยยาวชนิดความแข็งแรงสูง ในกรณีของเส้นใยสั้นมีค่า 2.5 – 5.5 กรัมต่อดิเนียร์ เส้นใยยาวชนิดความแข็งแรงสูงมักใช้ในงานพิเศษเฉพาะด้าน เช่น ทำเป็นผ้าใบยางรถยนต์ และผ้าใบในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสมบัติที่มีความแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงสูงประกอบกับการที่ไม่มีการยืดหดตัวเมื่อถูกความชื้น และยังไม่มีผลจากสารเคมีที่ใช้ทำการตกแต่งสำเร็จ ทำให้การใช้พอลิเอสเทอร์ในการผลิตเส้นด้ายเย็บจักรประสพความสำเร็จ และแก้ปัญหาจากการใช้ฝ้ายได้เป็นอย่างดี

3. **สภาพยืดหยุ่น** อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงดี โดยทั่วไปพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นใยที่ไม่มีสภาพยืดหยุ่น หรือการยืดตัวดีนัก โดยเฉพาะที่เปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงจะคืนกับสภาพไม่ดี ในขณะที่ถ้ามีการยืดตัวเพียงเล็กน้อยจะสามารถคืนกลับตัวได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับไนลอน นับเป็นการสอดคล้องกับสมบัติที่เด่นของพอลิเอสเทอร์ในการรักษารูปทรงได้ดีจึงเหมาะต่อการทำเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าถัก ซึ่งจะไม่ถูกยืดดึงให้เสียรูปทรงง่าย

4. **การคืนตัวจากแรงอัด** อยู่ในระดับดีถึงดีมากทนทานต่อการยับทั้งในสภาพแห้งและเปียก นับเป็นสมบัติเด่นที่เหมาะกับการนำเส้นใยพอลิเอสเทอร์ไปใช้บรรจุภายในผลิตภัณฑ์หมอน ผ้าห่ม ที่ต้องการรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูปทรง หรือสามารถคืนตัวกลับอยู่ในสภาพเดิมได้ดีภายหลังการใช้งาน

5. **ความสามารถในการดูดซึมความชื้น** ค่อนข้างต่ำมาก โดยมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลในเชิงบวกต่อผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่แห้งเร็ว เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการให้น้ำเกาะซึมได้มาก และจับคราบต่าง ๆ ได้ยากโดยเฉพาะคราบที่มากับน้ำสามารถกำจัดออกได้ง่ายเพียงเช็ดออกเท่านั้น แต่ก็มีผลในเชิงลบเช่นเดียวกัน คือ การนำมาใช้งานเป็นเสื้อผ้าแล้วมีความรู้สึกไม่สบายตัว อึดอัด เนื่องจากความชื้นจากเหงื่อ มีปัญหาการสะสมสมประจุไฟฟ้า และมีการจับเกาะของคราบที่มากับน้ำมันได้ง่าย จุดอ่อนนี้มักแก้ด้วยการผสมกับเส้นใยชนิดอื่น เช่น ฝ้าย เป็นต้น

6. **ผลจากความร้อน** ขึ้นกับชนิดของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งเริ่มเกิดการเหนียวหรืออ่อนตัวลงที่อุณหภูมิ 440-468 องศาฟาเรนไฮต์ ดังนั้นหากต้องการรีดต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าระดับนี้เสมอ ที่อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 480-554 องศาฟาเรนไฮต์ พอลิเอสเทอร์จะหลอมตัวและติดไฟ แต่ดับได้ด้วยตัวมันเอง ด้วยความที่พอลิเอสเทอร์เป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถทำให้อยู่ตัวด้วยความร้อนได้ ทำจีบถาวรในเสื้อผ้าได้รูปทรงที่สวยงามและทนทาน

7. **การติดไฟ** เมื่อพอลิเอสเทอร์ถูกเปลวไฟจะคล้ายไนลอน คือ เกิดการหดหนีเปลวไฟเล็กน้อย แต่ไม่มีเปลวไฟติด จากนั้นเกิดการหลอมตัวและจับตัวเป็นหยด เมื่อเย็นตัวลงจะแข็งเป็นเม็ดดำ ข้อแตกต่างจากไนลอนคือ กลิ่นที่ออกมามีกลิ่นคล้ายน้ำมันเบนซิน และมีเขม่าดำเป็นผงเกิดขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. **ความถ่วงจำเพาะ** แล้วแต่ชนิดของพอลิเอสเทอร์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.22-1.38 เป็นเส้นใยที่หนักกว่าไนลอน และอะคริลิก แต่ใกล้เคียงกับแอซิเตต

2.6.3 **สมบัติทางเคมี**

1. **กรดและด่าง** โดยทั่วไปทนต่อสารเคมีทั้งกรดและด่างได้ แต่ในภาวะที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความทนทานจะลดลง เช่น กับกรดกำมะถันที่อุณหภูมิสูงเส้นใยเสื่อมสภาพลงได้ เหงื่อไม่มีผลต่อเส้นใย นอกจากนั้นแล้วพอลิเอสเทอร์ยังสามารถซักแห้งได้เช่นกัน

2. **สารซักฟอก** สามารถใช้สารซักฟอกทั้งชนิดออกซิไดส์และชนิดรีดิวส์ที่มีจำหน่ายในตลาดได้ทุกชนิด โดยไม่มีผลเสียแต่อย่างไร

3. **ราและแมลง** พอลิเอสเทอร์ทนทานต่อราและแมลงได้อย่างดี หากมีปัญหาบ้างก็เนื่องจากสารที่ใช้ทำการตกแต่งสำเร็จมากกว่าตัวเส้นใยเอง

4. **แสงแดด** ภายใต้ภาวะปกติพอลิเอสเตอร์ทนต่อแสงแดดได้ดี แต่ถ้าหากถูกแสงแดดโดยตรงเป็นเวลานาน ๆ เส้นใยอาจมีสมบัติเสื่อมลงได้ ในกรณีที่รับแสงผ่านกระจก เช่น หน้าต่าง ประตู ความสามารถในการทนต่อแสงแดดจะยืดยาวออกไป ดังนั้นจึงนิยมนำพอลิเอสเทอร์ทำเป็นผ้าม่านภายในบ้าน

5. **การย้อมสี** ที่เหมาะสมกับพอลิเอสเทอร์คือสีประเภท ดิสเพอร์ส ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง นอกจากนั้นก็มีความพยามในการดัดแปลงเพื่อให้พอลิเอสเทอร์สามารถรับสีประเภทเบสิกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิจัยและการดำเนินงาน

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 สารเคมีและวัสดุธรรมชาติ

1. เปลือกมังคุดแห้ง
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) เกรดงานวิเคราะห์
3. เมทานอล (Methanol) เกรดการค้า
4. กรดซิทริก (Citric acid monohydrate) เกรดงานวิเคราะห์
5. กรดไทรฟลูออโรแอซีติก (Trifluoroacetic acid) เกรดงานวิเคราะห์ ; Fluka
6. โซเดียมคลอไรด์ (Sodiumchloride) เกรดงานวิเคราะห์
7. พอลิเอสเทอร์ 100% ; ห.จ.ก สินประเสริฐไชเฮง

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่งความละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น AC 2105 ; Sartorius
2. เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary Vacuum Evaporator) รุ่น RE 111 Rotavapor ใช้ประกอบกับเครื่องอังน้ำ (Water Bath) รุ่น Buchi 461 และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ รุ่น Cool ACE CA-111 ; EYELE
3. เครื่องปั่นกวนด้วยแท่งแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) รุ่น M21/1 ; Framo R - Geratetechmich
4. กระดาษกรองเบอร์ 1 (Filter paper No.1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร ; Whatman
5. กระดาษกรองเบอร์ 40 (Filter paper NO. 40) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร ; Whatman
6. ตู้แช่เย็น ; National

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm) ; American National Can
8. กระดาษฟอยด์
9. อุปกรณ์เครื่องแก้วและพลาสติกที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
10. เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV/Vis Spectrophotometer) model 7800
11. ตู้อาบแสง (Exposure chamber) ; Xenon Weather Meter
12. เกรย์สเกล (Grey Scale)
13. เครื่องซัก ; A.A.T.C.C. LAUNDER_OMETER TESTS
14. เครื่องเปอร์สไปโรมิเตอร์ (Perspirometer) ; American Association of Textile Chemists and Colourists
15. ตู้อบ (Oven)
16. เครื่องครอกมิเตอร์ (Crockmeter)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาหาตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสีจากเปลือกมังคุด

งานวิจัยส่วนนี้เป็นการสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด โดยใช้สารละลายกรดอินทรีย์ในเมทานอลเข้มข้น 1เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ซึ่งกรดที่ใช้มีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) กรดซิทริก (Citric acid) และ กรดไทรฟลูออโรแอซิติก (Trifluoroacetic acid) วิธีการดำเนินการมีดังต่อไปนี้

1. **การเตรียมสารละลายกรดชนิดต่าง ๆ เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในเมทานอล**

1.1 สารละลายกรดซิทริกในเมทานอลเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลายกรดซิทริก 12.3361 กรัม ด้วยเมทานอล จนได้สารละลายมีปริมาตร 800 มิลลิลิตร

1.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอลเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 8 มิลลิลิตร แล้วเติมเมทานอลลงไปจนสารละลายมีปริมาตร 800 มิลลิลิตร

1.3 สารละลายกรดไทรฟลูออโรแอซิติกเข้มข้น ในเมทานอล 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยปิเปตกรดเข้มข้น 8 มิลลิลิตร แล้วเติมเมทานอลลงไปจนสารละลายมีปริมาตร 800 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **วิธีการสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด**

2.1 นำเปลือกมังคุดแห้งมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาประมาณ 40 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2 เติมตัวทำละลายที่เตรียมได้จากข้อ 1 ปริมาตร100 มิลลิลิตร

2.3 ทำการปั่นกวนด้วยเครื่องปั่นกวนแบบแท่งแม่เหล็ก โดยใช้ความเร็วรอบในการปั่นกวน 300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วปิดด้วยกระดาษฟอยด์ แล้วนำไปเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการแช่ไว้เช่นนี้ 24 ชั่วโมง

2.4 เมื่อครบกำหนดนำมากรองแบบสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 และใช้ตัวทำละลายล้างในบีกเกอร์และที่ติดบนกรวยให้สะอาด เก็บรวบรวมสารที่สกัดได้ไว้ในขวดรูปกรวย

2.5 ทำสารที่สกัดได้ให้เข้มข้นขึ้นโดยทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน พร้อมกับอ่างควบคุมความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายเข้มข้น

2.6 นำสารให้สีที่เข้มข้นไปทำการระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้ตู้อบแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2.7 นำสารให้สีที่สกัดได้มาชั่งน้ำหนักหาปริมาณสารให้สีที่สกัดได้

3. **วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล**

3.1 นำสารให้สีที่สกัดได้ด้วยสารละลายกรดที่ได้คัดเลือกแล้วในข้อ 2 เตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม เตรียมโดยชั่งสารให้สี 1 มิลลิกรัม แล้วเติมเมทานอลลงไปจนสารละลายมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.2 นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 3.1 มาวัดสเปกตรัม และวัดค่าแอบซอร์แบนซ์ด้วยเครื่อง ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยในการวัดสเปกตรัมจะใช้พารามิเตอร์ ดังนี้

Method	: 4
Photometric Mode	: Abs
Start Wavelength	: 600.0 nm
End Wavelength	: 200.0 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wavelength Scale	: 50	nm/cm
Scan Speed	: 2400	nm/min
Lower Limit	: 0.000	Abs
Upper Limit	: 1.000	Abs
Cycle No. and Time	: 1	
Draw Axis	: on	
Line Mode	: Full	
Printer/Plotter	: Seq.	

3.2.2 ศึกษาอัตราส่วนการเตรียมสารละลายสีย้อมและปริมาณสารให้สีที่เหมาะสม

1. ชั่งน้ำหนักเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ 100% ปริมาณ 2 กรัม

2. เตรียมภาชนะย้อม (Dye bath) โดยใช้อัตราส่วนผสมระหว่างเมทานอล (CH_3OH) กับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนสารละลายสีย้อม 70:30 80:20 และ 90:10 ตามลำดับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนสารละลายสีย้อม CH_3OH : NaCl (%)

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ปริมาณสารให้สี (กรัม)	ความเข้มข้นของ NaCl เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร	อัตราส่วนสารละลายสีย้อม CH_3OH : NaCl
1/1	1	5	70:30
1/ 2	1	5	80:20
1/3	1	5	90:10
2/1	1	10	70:30
2/2	1	10	80:20
2/3	1	10	90:10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนสารละลายสีย้อม CH_3OH : NaCl (%) (ต่อ)

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ปริมาณสารให้สี (กรัม)	ความเข้มข้นของ NaCl เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร	อัตราส่วนสารละลายสีย้อม CH_3OH : NaCl
3/1	1	15	70:30
3/2	1	15	80:20
3/3	1	15	90:10
4/1	2	5	70:30
4/2	2	5	80:20
4/3	2	5	90:10
5/1	2	10	70:30
5/2	2	10	80:20
5/3	2	10	90:10
6/1	2	15	70:30
6/2	2	15	80:20
6/3	2	15	90:10
7/1	2	5	70:30
7/2	2	5	80:20
7/3	2	5	90:10
8/1	3	10	70:30
8/2	3	10	80:20
8/3	3	10	90:10
9/1	3	15	70:30
9/2	3	15	80:20
9/3	3	15	90:10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้ความร้อนแก่ภาชนะจนเดือด

4. นำเส้นด้ายจุ่มลงไปในภาชนะย้อม ปิดด้วยกระจกนาฬิกา และแช่ไว้เป็นเวลา 45 นาที พร้อมทั้งคนทุก ๆ 3 นาที

5. นำเส้นด้ายที่ย้อมเสร็จแล้วออกจากภาชนะย้อม

6. ปล่อยเส้นด้ายให้แห้ง หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง 1 ครั้งโดยใช้น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักเส้นด้าย 1 กรัม เป็นเวลา 30 วินาที

7. จุ่มเส้นด้ายลงในน้ำกลั่นขณะเดือด (ปริมาณน้ำกลั่นเป็น 50 เท่าของน้ำหนักเส้นด้าย 1 กรัม) เป็นเวลา 30 วินาที

8. นำเส้นด้ายออกทำให้แห้งโดยผึ่งไว้ที่สภาวะบรรยากาศ ณ อุณหภูมิห้อง

3.2.3 ศึกษาความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก)

การทดสอบความคงทนของสีต่อแสงใช้วิธีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม มอก.121 เล่ม 2-2518

3.2.3.1 วิธีเตรียมชิ้นทดสอบ

1. นำชิ้นทดสอบพันรอบแผ่นกระดาษแข็งจนได้ขนาดตามที่กำหนด ผ้าสีมาตรฐานและชิ้นทดสอบต้องมีขนาดและรูปร่างอย่างเดียวกัน

2. การเรียงชิ้นทดสอบผ้ากับผ้าสีมาตรฐานเมื่อจะนำไปอาบแสงไฟ ในการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงวิธีนี้ใช้ในกรณีที่มีชิ้นทดสอบหลายชิ้น และทำการทดสอบพร้อมกัน

2.1 วางเรียงชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐาน ดังแสดงในรูป 3.1 และปิดแผ่นทึบแสงไว้หนึ่งในสี่ของชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐาน (ตำแหน่ง ก1ก2) อาบแสงไฟไว้ภายใต้ภาวะตามที่กำหนดคือ

2.1.1 ภาวะปกติ กำหนดให้ความชื้นที่ผิวของตัวอย่าง (Effective humidity) มีค่าปานกลาง ความคงทนต่อแสงของผ้าตรวจสอบความชื้นเป็น 5 และอุณหภูมิสูงสุดของ แบลก-พาเนลเป็น 45 องศาเซลเซียส

2.1.2 ภาวะที่แตกต่างจากภาวะปกติมาก ชิ้นทดสอบที่ดูดความชื้นได้ดี ให้ใช้ภาวะการทดสอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความชื้นที่ผิวของตัวอย่างต่ำ ความคงทนต่อแสงของผ้าตรวจสอบความชื้นเป็น 6 ถึง 7 และอุณหภูมิสูงสุดของแบลก-พาเนล เป็น 60 องศาเซลเซียส

- ความชื้นที่ผิวของตัวอย่างสูง ความคงทนต่อแสงของผ้าตรวจสอบความชื้นเป็น 3 และอุณหภูมิสูงสุดของแบลก-พาเนล เป็น 40 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐานไม่ควรเกินร้อยละ 20

3.2.3.2 วิธีทดสอบ

1. วางชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐานไว้ในตู้อาบแสง ภายใต้ภาวะปกติ กำหนดให้ความชื้นที่ผิวตัวอย่าง มีค่าปานกลาง ความคงทนต่อแสงของผ้าตรวจสอบความชื้นเป็น 5 และอุณหภูมิสูงสุดของ แบลก-พาเนล เป็น 45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสามารถหาค่าความคงทนของสีต่อแสงของชิ้นทดสอบได้โดยเปรียบเทียบกับผ้าสีมาตรฐาน

2. การประเมินผลการทดสอบ

2.1 ตรวจดูการเปลี่ยนแปลงสีเป็นระยะโดยเปรียบเทียบกับส่วนที่ปิดไว้เมื่อผ้าสีมาตรฐาน 3 เริ่มเปลี่ยนสีจนสังเกตเห็นได้ให้ตรวจดูชิ้นทดสอบและหาค่าอัตราความคงทนของสีต่อแสง โดยเปรียบเทียบกับสีที่เปลี่ยนไปของผ้าสีมาตรฐาน 1 2 และ 3

2.2 ปิดแผ่นทึบแสงไว้ที่ตำแหน่ง ก1ก2 ตามเดิม แล้วนำชิ้นทดสอบอาบแสงไฟต่อไปอีกจนกระทั่งเริ่มสังเกตเห็นการเปลี่ยนสีของผ้าสีมาตรฐาน 4 นำแผ่นทึบแสงอีกแผ่นหนึ่งมาวางทับตรงตำแหน่ง ข1ข2 ดังในรูปที่ 3.1

2.3 ผึ่งชิ้นทดสอบในตู้อาบแสงต่อไป จนกระทั่งสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าสีมาตรฐาน 6 นำแผ่นทึบแสงอีกแผ่นหนึ่งมาวางทับตรงตำแหน่ง ค1ค2 ดังแสดงในรูปที่ 3.1 แล้วผึ่งชิ้นทดสอบในตู้อาบแสงไฟต่อไปอีก จนกระทั่งผ้าสีมาตรฐาน 7 เปลี่ยนสีเท่ากับเกรด 4 ของเกรย์สเกล หรือชิ้นทดสอบชิ้นที่มีความคงทนต่อแสงสูงสุดเปลี่ยนสีเท่ากับเกรด 3 ของเกรย์สเกล แล้วแต่กรณีไหนจะเกิดขึ้นก่อน เมื่ออาบแสงครบ 4 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบมาบันทึกระดับการเปลี่ยนแปลงของชิ้นทดสอบเทียบกับผ้าสีมาตรฐานที่เปลี่ยนสี ให้ตรวจดูการเปลี่ยนสีของชิ้นทดสอบโดยเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนสีของผ้าสีมาตรฐาน ความคงทนของสีต่อแสงของชิ้นทดสอบ คือ ระดับของผ้าสีมาตรฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงสีเท่ากัน ถ้าสีของชิ้นทดสอบจางกว่าผ้าสีมาตรฐาน 1 ให้รายงานผลเป็นระดับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ: 1. อัตราความคงทนของสีต่อแสง ระดับ 1 แสดงว่า มีความคงทนต่ำสุด

2. อัตราความคงทนของสีต่อแสง ระดับ 8 แสดงว่า มีความคงทนสูงสุด

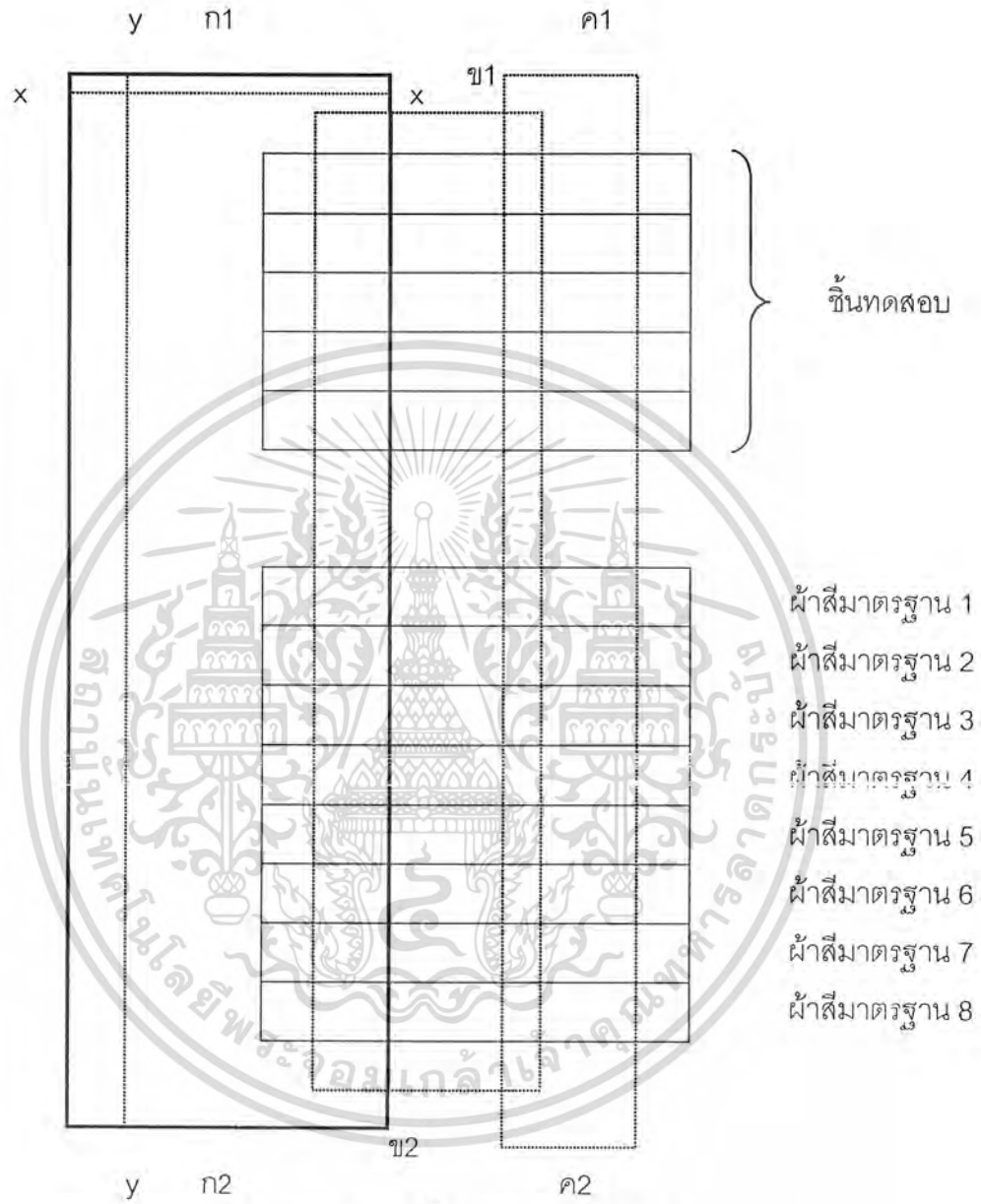
3. อัตราความคงทนของสีต่อแสง แต่ละระดับ จะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

4.อัตราความคงทนของสีต่อแสง ระดับ 2-3 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 3 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 2

5. อัตราความคงทนของสีต่อแสง ระดับ 1-2 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 2 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 1

2.4 ประเมินอัตราความคงทนต่อสีของชิ้นทดสอบ โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบกับผ้าสีมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การเรียงชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐาน

ก1ก2 แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 1

ข1ข2 แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 2

ค1ค2 แผ่นทึบแสงแผ่นที่ 3

xx, yy แผ่นทึบแสง ก1ก2 อาจทำเป็นแบบติดบานพับที่ตำแหน่ง xx หรือ yy เพื่อสามารถตรวจดูชิ้นทดสอบและผ้าสีมาตรฐาน และปิดลงตรงตำแหน่งเดิมได้โดยสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ความคงทนของสีต่อการซักฟอก

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอกใช้วิธีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.121 เล่ม 3-2518

3.2.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำตัวอย่างมาวางให้ขนานกันตามความยาว ใช้ผ้าขาวพอลิเอสเทอร์ และผ้าฝ้ายขนาด 40 × 60 มิลลิเมตร ปิดด้านหน้าและด้านหลังของชิ้นทดสอบ น้ำหนักของเส้นด้ายที่ใช้ประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักรวมของผ้าขาวทั้งสองชิ้น แล้วเย็บริมทั้งสี่ด้าน

3.2.4.2 การเตรียมสารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก

1. สบู่ ซึ่งมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 5 และไม่มีสารพวกเรืองแสง (Fluorescent brighening) ปนอยู่ กับมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้
   - ด่างอิสระ (Free alkali) คำนวณเป็นประมาณของโซเดียมคาร์บอเนต ไม่เกินร้อยละ 0.3
   - ด่าง คำนวณเป็นปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่เกินร้อยละ 0.1
   - ไขมันทั้งหมด (Total fatty matter) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85
   - อุณหภูมิแข็งตัว (Titre) ของกรดไขมันซึ่งได้จากสบู่ ไม่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส
   - ค่าไอโอดีน ไม่เกิน 50
2. โซเดียมคาร์บอเนต ชนิดแอนไฮดรัส
3. น้ำสบู่เตรียมได้โดยใช้สบู่ 5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร อุณหภูมิ 42 ±2 เวลา 30 นาที

3.2.4.3 การทดสอบ

1. วางชิ้นทดสอบลงในถ้วยซักเติมน้ำสบู่ โดยกำหนดอัตราส่วนระหว่างน้ำสบู่กับผ้าเป็น 50 ต่อ 1 ของน้ำหนัก ให้ซักที่อุณหภูมิและเวลาตามที่กำหนด คือ สบู่ 5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร อุณหภูมิ 42 ± 2 องศาเซลเซียส

2. เมื่อซักเสร็จแล้วให้นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องซัก ล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นสองครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำซึ่งไหลตลอดเวลาเป็นเวลา 10 นาที บีบน้ำออกจากชิ้นทดสอบ เลาะด้ายที่เย็บออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามด้าน โดยเว้นด้านสั้นไว้ด้านหนึ่ง ผึ่งชิ้นทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส โดยกางผ้าสามชิ้นออกจากกัน

3. หาค่าการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบและค่าการเปื้อนสีบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล

หมายเหตุ: 1. อัตราความคงทนของสีต่อการซักฟอก ระดับ 1 แสดงว่า มีความคงทนต่ำสุด

2. อัตราความคงทนของสีต่อการซักฟอก ระดับ 5 แสดงว่า มีความคงทนสูงสุด

3. อัตราความคงทนของสีต่อการซักฟอก แต่ละระดับ จะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

4. อัตราความคงทนของสีต่อการซักฟอก ระดับ 4-5 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 5 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 4

3.2.5 ความคงทนของสีต่อเหงื่อ

การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม มอก.121 เล่ม 4-2518

3.2.5.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำตัวอย่างวางให้ขนานกันตามความยาว ใช้ผ้าขาวพอลิเอสเทอร์ และผ้าฝ้ายขนาด 60 × 60 มิลลิเมตร ปิดด้านหน้าและด้านหลังของชิ้นทดสอบ โดยน้ำหนักของเส้นด้ายที่ใช้ประมาณเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักรวมของผ้าขาวทั้งสองชิ้นแล้วเย็บริมทั้งสี่ด้าน ให้เตรียมชิ้นทดสอบไว้สองชิ้นต่อหนึ่งตัวอย่าง

3.2.5.2 การเตรียมสารเคมี

สารเคมีที่ใช้และวิธีเตรียมในการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อในการทดสอบสารละลายเคมีแต่ละชนิดต้องเตรียมทันที

สารละลายชนิดที่ 1 เตรียมโดยการละลายสารแอล-ฮิสติดีนโมโน-ไฮโดรคลอไรด์ โมโน-ไฮเดรต (1-histidine mono-hydrochloride mono-hydrate) 0.5 กรัม โซเดียมคลอไรด์ 5 กรัม และผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโซเดียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต ($Na_2HPO_4.12H_20$) 5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร แล้วทำให้มี pH 8.0 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอก ไซด์ เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

สารละลายชนิดที่ 2 เตรียมโดยการละลาย สารแอล-ฮิสติดีน โมโน-ไฮโดรคลอไรด์ โมโน-ไฮเดรต (1-histidine mono-hydrochloride mono-hydrate) 0.5 กรัม โซเดียมคลอไรด์ 5 กรัม และผลึกโซเดียมไดไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต ($Na_2H_2PO_4.2H_20$) 2.2 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วทำให้มี pH 5.5 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

3.2.5.3 **วิธีทดสอบ**

1. แช่ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นในสารละลายชนิดที่ 1 และสารละลายชนิดที่ 2 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที กำหนดอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างสารละลายกับชิ้นทดสอบเป็น 50 ต่อ 1 ของน้ำหนัก แกว่งและบีบชิ้นทดสอบเป็นครั้งคราว เพื่อให้เปียกทั่วกัน เทสารละลายออก แล้วใช้แท่งแก้วสองอัน บีบสารละลายที่มีมากเกินควรออก วางชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นไว้ระหว่างแผ่นแก้วสองแผ่น ซึ่งมีขนาด 60 มิลลิเมตร × 115 มิลลิเมตร แล้วนำไปใส่เครื่องทดสอบเหงื่อ ปรับเครื่องให้แรงกดบนชิ้นทดสอบมีค่า 44 นิวตัน (4.5 กิโลกรัมแรง) การทดสอบด้วยสารละลายที่ 1 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างและสารละลายชนิดที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรดต้องไม่ใช้เครื่องทดสอบเครื่องเดียวกัน

2. ใส่เครื่องทดสอบเหงื่อในตู้อบ แล้วอบที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ และผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส โดยกางผ้าสามชิ้นออกจากกัน

3. หาค่าการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบ และปริมาณสีที่ติดบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล

หมายเหตุ: 1. อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ ระดับ 1 แสดงว่า มีความคงทนต่ำสุด

2. อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ ระดับ 5 แสดงว่า มีความคงทนสูงสุด

3. อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ แต่ละระดับ จะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า(โดยประมาณ) ตามลำดับ

4. อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ ระดับ 3-4 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 4 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ ระดับ 4-5 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 5 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 4

3.2.6 การทดสอบการคงทนต่อการขัดถู

การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม มอก.121 เล่ม 5-2518

3.2.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

พันเส้นด้ายตัวอย่างตามแนวยาวให้ได้ความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร กว้างประมาณ 50 มิลลิเมตร และผ้าขาวที่ปราศจากแป้งและสารตกแต่งขนาด 50 × 50มิลลิเมตร เตรียม 2 ชิ้นต่อหนึ่งตัวอย่าง

2.3.6.2 วิธีการทดสอบ

1. วิธีขัดถูด้วยผ้าแห้ง

ถูผ้าขาวแห้งบนชิ้นทดสอบแห้งไปมาตามแนวยาว เป็นระยะ 100 มิลลิเมตร 10 ครั้ง ภายใน 10 วินาที โดยมีแรงกด 900 กรัมแรง ให้ทำการทดสอบตามแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่งแยกกัน

2. วิธีขัดถูด้วยผ้าเปียก

ให้ใช้ชิ้นทดสอบใหม่ที่แห้งถูกับผ้าขาวเปียก ซึ่งมีน้ำอยู่ในปริมาณเท่ากับน้ำหนักของผ้าขาว แล้วทดสอบวิธีเดียวกับ ข้อ 1 เสร็จแล้วผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

3. หาค่าการเปื้อนสีบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล

หมายเหตุ: 1. อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู ระดับ 1 แสดงว่า มีความคงทนต่ำสุด

2. อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู ระดับ 5 แสดงว่า มีความคงทนสูงสุด

3. อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู แต่ละระดับ จะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

4. อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู ระดับ 2-3 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 3 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู ระดับ 3-4 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 4 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 3

3.2.7 การทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำ

การทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม มอก.121 เล่ม 25-2526

3.2.7.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

วางเส้นด้ายให้ขนานกันตามความยาว ใช้ผ้าขาว 2 ชิ้น คือผ้าขาวพอลิเอสเทอร์และผ้าขาวฝ้ายขนาด 60 × 60 มิลลิเมตร ปิดด้านหน้าและด้านหลังของชิ้นทดสอบ น้ำหนักของเส้นด้ายใช้ประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำ หนักผ้าทั้งสองชิ้นรวมกัน แล้วเย็บริมทั้งสี่ด้าน

3.2.7.2 การทดสอบ

1. แช่ชิ้นทดสอบลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องจนเปียกทั่ว แช่ไว้ประมาณ 30 นาที
2. เมื่อครบกำหนดระยะเวลา รินน้ำออกและนำชิ้นทดสอบไปวางแผ่ระหว่างกระจกหรืออะคริลิกใส 2 แผ่น ซึ่งมีขนาด 115 มิลลิเมตร × 60 มิลลิเมตร แล้วกดด้วยแรงประมาณ 12.5 กิโลปาสคาล
3. วางอุปกรณ์ที่บรรจุชิ้นทดสอบนี้ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง
4. แยกชิ้นทดสอบและผ้าขาวออกจากกัน แล้วแขวนให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส
5. ประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบและค่าการเปื้อนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล

หมายเหตุ: 1. อัตราความคงทนของสีต่อน้ำ ระดับ 1 แสดงว่า มีความคงทนต่ำสุด

2. อัตราความคงทนของสีต่อน้ำ ระดับ 5 แสดงว่า มีความคงทนสูงสุด

3. อัตราความคงทนของสีต่อน้ำแต่ละระดับ จะมีความคงทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (โดยประมาณ) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัตราความคงทนของสีต่อน้ำ ระดับ 4-5 จะมีความคงทนไม่ถึงระดับ 5 แต่มีความคงทนมากกว่า ระดับ 4

3.2.8 ศึกษาลักษณะการย้อมติดเส้นใยโดยภาพถ่าย

นำเส้นใยที่ได้จากการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง การซักฟอก เหงื่อ การขัดถู และน้ำ มาถ่ายภาพ เพื่อดูลักษณะของความสามารถในการย้อมติดเส้นใย เปรียบเทียบกันเส้นใยที่ยังไม่ได้ผ่านการทดสอบความคงทนชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด

สารให้สีที่สกัดได้จะมีลักษณะเป็นของแข็ง โดยสารให้สีที่สกัดได้จากกรดไทรฟลูออโรแอซีติกจะมีสีแดงเข้ม ส่วนสารให้สีที่สกัดได้จากกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิทริกจะมีสีแดงปนสีน้ำตาล ในช่วงขั้นตอนทำให้สารให้สีที่สกัดได้เข้มข้นขึ้น พบว่าสารให้สีที่สกัดได้จะมีสีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจากมากไปน้อยโดยใช้ระบบตัวทำละลายกรดไฮโดรคลอริก และ กรดซิทริก ตามลำดับ ส่วนระบบตัวทำละลายกรดไทรฟลูออโรแอซีติกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก นอกจากนี้ ถ้าทิ้งไว้ในอากาศ สารให้สีที่สกัดได้จากระบบตัวทำละลาย กรดไฮโดรคลอริก และ กรดซิทริกจะเปลี่ยนสีกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นและมีลักษณะเหนียวหนืด ปริมาณสารและลักษณะของสารให้สีที่สกัดได้แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณสารให้สีที่สกัดได้ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ในเมทานอลจากตัวทำละลายกรดเข้มข้นของไทรฟลูออโรแอซีติก กรดซิทริก และกรดไฮโดรคลอริก

ระบบตัวทำละลาย	ปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ (มิลลิลิตร)	น้ำหนักเปลือกมังคุดแห้ง (กรัม)	% Conversion	สีที่สกัดได้
กรดไทรฟลูออโรแอซีติก	100	40	14.75	สีแดงเข้ม
กรดซิทริก	100	40	12.45	สีแดงปนน้ำตาล
กรดไฮโดรคลอลิก	100	40	12.44	สีแดงปนน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของสารสีแดงที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดโดยใช้ระบบตัวทำละลายชนิดต่างๆ เกิดจากสารพวกแอนโทไซยานิน [2] ซึ่งสารพวกนี้จะไม่เสถียรจะมีสีเปลี่ยนแปลงตามช่วง pH นอกจากนี้การใช้เมทานอลในระบบการสกัดจะให้สารพวกแซนโทนซึ่งมีอยู่ในปริมาณมากออกมาด้วย [11] ได้แก่ การ์ซิโนนเอ (Garcinone A) การ์ซิโนนบี (Garcinone B) การ์ซิโนนซี (GarcinonC) แมงโกสตานอล (Mangostanol) [12] และแมงโกสติน (Mangostin)

สารให้สีที่สกัดได้จากตัวทำละลายต่างชนิดกันพบว่า สารให้สีที่สกัดได้จากกรดไทรฟลูออโรแอซิติกในเมทานอลจะให้สีที่แดงเข้มกว่าสารให้สีที่สกัดได้จากกรดชนิดอื่น เนื่องจากกรดไทรฟลูออโรแอซีติกมีความแรงของกรดอ่อนกว่ากรดไฮโดรคลอริก การใช้กรดไฮโดรคลอริกในการสกัดจะทำให้เกิดการทำลายโครงสร้างของสารที่สกัดได้ในระหว่างการทำให้สารเข้มข้นขึ้น สีที่ได้จึงเปลี่ยนแปลงไปมาก [13] ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้การสกัดด้วยสารละลายกรดไทรฟลูออโรแอซีติกในเมทานอล

4.2 ศึกษาสมบัติการดูดกลืนแสงของสารให้สีที่สกัดได้

สารให้สีที่สกัดได้จากกรดไทรฟลูออโรแอซิติกในเมทานอล เมื่อนำมาวัดสเปกตรัม และวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่อง ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จะได้ผลดังตารางที่ 4.2 และภาถผนวก ก

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ของสารให้สีความเข้มข้น 1 พีพีเอ็มของระบบตัวทำละลายกรดไทรฟลูออโรแอซีติกเข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ ในเมทานอล

ระบบตัวทำละลายที่ใช้	ค่าแอบซอร์แบนซ์ ที่ 250 นาโนเมตร	ค่าแอบซอร์แบนซ์ ที่ 283 นาโนเมตร	ค่าแอบซอร์แบนซ์ ที่ 735 นาโนเมตร
กรดไทรฟลูออโรแอซีติก ในเมทานอล	2.2387	2.2633	0.0585

จากตาราง พบว่าสารให้สีที่สกัดได้จะดูดกลืนแสงได้ที่ค่าความยาวคลื่น 250 283 และ 735 นาโนเมตร โดยที่ค่าความยาวคลื่นที่ 250 นาโนเมตรจะดูดกลืนแสงได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาอัตราส่วนการเตรียมสารละลายสีย้อมและปริมาณสารให้สีที่เหมาะสม

เมื่อนำเส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ 100 % มาย้อมด้วยสารละลายสีย้อมที่มีอัตราส่วนเมทานอลต่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และมีปริมาณสารให้สีที่ต่างกัน พบว่าความเข้มของสีที่ย้อมติดเส้นด้ายขึ้นกับ ปริมาณของสารให้สี และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยเมื่อปริมาณสารให้สีมีค่าเพิ่มมากขึ้น ความเข้มของสีมีค่าเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ทำให้เส้นด้ายมีความเข้มของสีสูงคือ ที่อัตราส่วนเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 80:20 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกทดสอบอัตราความคงทนของสีในทุกสูตรที่มีอัตราส่วนสารละลายสีย้อมเท่ากับ 80:20

4.4 ศึกษาอัตราความคงทน ของสี

เนื่องจากชนิดของสีย้อมที่ใช้ในการย้อมพอลิเอสเทอร์ในปัจจุบันมีเพียงไม่กี่ชนิด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำสารให้สีที่สกัดได้มาประยุกต์ใช้กับเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองพบว่า สีที่ย้อมติดคือสีเหลือง เนื่องจากในองค์ประกอบของสารให้สีที่สกัดได้มีพวกแซนโทนอยู่เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสารพวกแซนโทนเหล่านี้จะมีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลือง ประกอบด้วยอนุพันธ์ของแซนโทนหลายชนิดและมีจุดหลอมเหลวในช่วง 190 – 225 องศาเซลเซียส ส่วนสารให้สีชนิดอื่น ๆ ที่พบในเปลือกมังคุด เช่น แอนโทไซยานิน พบได้ในปริมาณน้อยมาก [14] ดังนั้นสีที่ย้อมได้จึงเป็นสีเหลืองเนื่องจากสารจำพวกแซนโทน

โดยทั่วไปในการย้อมจะใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย แต่เนื่องจากสารให้สีที่เราสกัดได้สามารถละลายในน้ำได้เล็กน้อย และเมื่อละลายแล้วทำให้สีเปลี่ยนแปลงไปจากสีแดงกลายเป็นสีน้ำตาลขุ่นและมีตะกอนสีเหลืองเกิดขึ้น ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายแทนน้ำ ซึ่งเมทานอลสามารถละลายสารให้สีที่สกัดได้หมด นอกจากนี้ในการย้อมจะเติมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงไปด้วย เพื่อช่วยในการยึดติดของสีกับเส้นด้ายให้ดีขึ้น [ASTM D 1464-90,1992]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 อัตราความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก)

การทดสอบชิ้นทดสอบกับผ้าสีมาตรฐาน เมื่อนำไปอาบแสงไฟเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ประเมินอัตราความคงทนต่อสีของชิ้นทดสอบ โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบกับผ้าสีมาตรฐาน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก)

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	อัตราความคงทนของสีต่อแสง (ระดับ)
1/2	2
2/2	1
3/2	1
4/2	2-3
5/2	2-3
6/2	1
7/2	1-2
8/2	1-2
9/2	1-2

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างด้ายทั้ง 9 ตัวอย่าง เมื่อนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อแสง พบว่าสีของด้ายตัวอย่างมีค่าเปลี่ยนแปลงไป คือมีความเข้มของสีเพิ่มขึ้น มีระดับความคงทนของสีระดับ 1 ถึง 3 แสดงว่ามีความคงทนของสีต่อแสงต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 อัตราความคงทนของสีต่อการซักฟอก

การทดสอบชิ้นทดสอบโดยการซักฟอก หาค่าการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบและ ค่าการเปื้อนสีบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ความคงทนของสีต่อการซัก(ระดับ)		
	สีของด้ายทดสอบที่เปลี่ยนจากเดิม	สีตกติดผ้าขาว	
		ฝ้าย	พอลิเอสเทอร์
1/2	1	4-5	5
2/2	1	4-5	5
3/2	1	5	5
4/2	1	4-5	5
5/2	1	4-5	5
6/2	1	5	5
7/2	1	4-5	5
8/2	1	4-5	5
9/2	1	4-5	5

จากผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอกพบว่าสีที่สกัดได้เมื่อนำมาย้อมกับด้ายพอลิเอสเทอร์แล้ว มีความคงทนต่อการซักฟอกต่ำ เนื่องจากสารสารซักฟอกที่ใช้ คือสบู่ ซึ่งมีสารประกอบสำคัญเป็นไขมัน (Total fatty matter) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 เมื่อนำมาซักฟอกกับชิ้นทดสอบ สบู่สามารถละลายสารให้สีออกมาได้ ทำให้เมื่อผ่านการซักแล้ว สีจึงหลุดออกมาจากเส้นด้ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 อัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ

การทดสอบชิ้นทดสอบด้วยสารตัวอย่างชนิดที่ 1 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง และ สารละลายชนิดที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด หาค่าการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบและปริมาณสีที่ติดบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบอัตราความคงทนของสีต่อเหงื่อ

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ความคงทนของสีต่อเหงื่อ (ระดับ)					
	สภาวะกรด			สภาวะเบส		
	สีเปลี่ยนจากเดิม	สีตกติดผ้าขาวพอลิเอสเทอร์	สีตกติดผ้าขาวฝ้าย	สีเปลี่ยนจากเดิม	สีตกติดผ้าขาวพอลิเอสเทอร์	สีตกติดผ้าขาวฝ้าย
1/2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	3-4
2/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
3/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
4/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
5/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
6/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
7/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4
8/2	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4
9/2	4-5	4	4	4	4-5	3-4

จากผลการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ พบว่า ชิ้นทดสอบมีความคงทนต่อสารละลายสภาวะกรด (pH = 5.5) และ สารละลายสภาวะเบส (pH = 8.0) ได้ดี เพราะสีของชิ้นงานที่เปลี่ยนไปจากเดิมมีค่าน้อยมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะที่เป็นกรด และสภาวะที่เป็นเบสแล้วพบว่ามีความคงทนของสีในสภาวะที่เป็นเบสดีกว่า เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกรดสารให้สีสามารถเกิดโปรโตรเนชันจึงสามารถละลายสีออกมาได้ในสภาวะที่เป็นกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 อัตราความคงทนของสีต่อการขัดถู

การทดสอบแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีขัดถูด้วยผ้าขาวแห้ง และ วิธีขัดถูด้วยผ้าขาวเปียก จากนั้นวัดค่าการเปื้อนสีกับเกรย์สเกล ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ความคงทนของสีต่อการขัดถู (ระดับ)	
	สีตกติดผ้าขาวเปียก	สีตกติดผ้าขาวแห้ง
1/2	3-4	3-4
2/2	2-3	2-3
3/2	3-4	3-4
4/2	3-4	3-4
5/2	3-4	3-4
6/2	3-4	3-4
7/2	3-4	2-3
8/2	2-3	2-3
9/2	2-3	2-3

จากตารางที่ 4.6 พบว่าความคงทนของสีต่อการขัดถูสำหรับทุกตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลางและไม่มีความแตกต่างกันระหว่างตัวอย่างที่ต่างสูตรกันเนื่องมาจากว่าสารให้สีมีคุณสมบัติในการยึดติดกับชิ้นงาน (เส้นด้าย) ได้ไม่ดีนัก เนื่องจากความสามารถในการยึดติดระหว่างเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์และสารให้สีต่ำ นอกจากนี้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งใช้เป็นสารช่วยในการยึดติดสามารถละลายได้ในน้ำและจะละลายได้น้อยมากในเมทานอล เมื่อนำมาเติมในเมทานอลจึงทำให้ประสิทธิภาพในการช่วยยึดติดกับชิ้นทดสอบต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 อัตราความคงทนของสีต่อน้ำ

การทดสอบชิ้นทดสอบ โดยการแช่น้ำตามสภาวะที่กำหนด ศึกษาค่าการเปลี่ยนสีของชิ้นทดสอบและค่าการเปื้อนสีบนผ้าขาวโดยใช้เกรย์สเกล ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.7

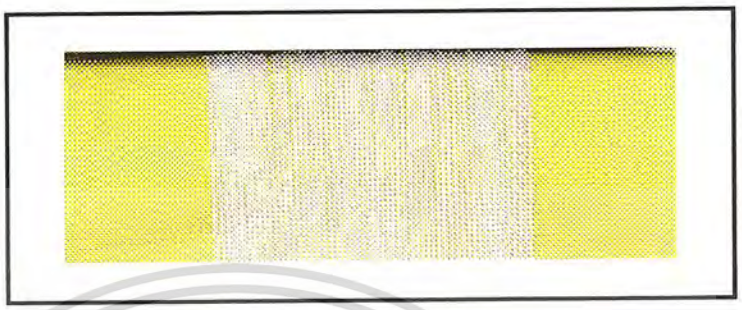
ตารางที่ 4.7 แสดงการทดสอบอัตราความคงทนของสีต่อน้ำ

ตัวอย่างด้ายทดสอบ	ความคงทนของสีต่อน้ำ (ระดับ)		
	สีเปลี่ยนจากเดิม	สีตกติดผ้าขาวพอลิเอสเทอร์	สีตกติดผ้าขาวฝ้าย
1/2	4-5	4-5	4
2/2	4-5	4-5	4
3/2	4-5	4-5	4
4/2	4-5	4-5	4
5/2	4-5	4-5	4
6/2	4-5	4-5	4
7/2	4-5	4-5	4
8/2	4-5	4-5	4
9/2	4-5	4-5	4

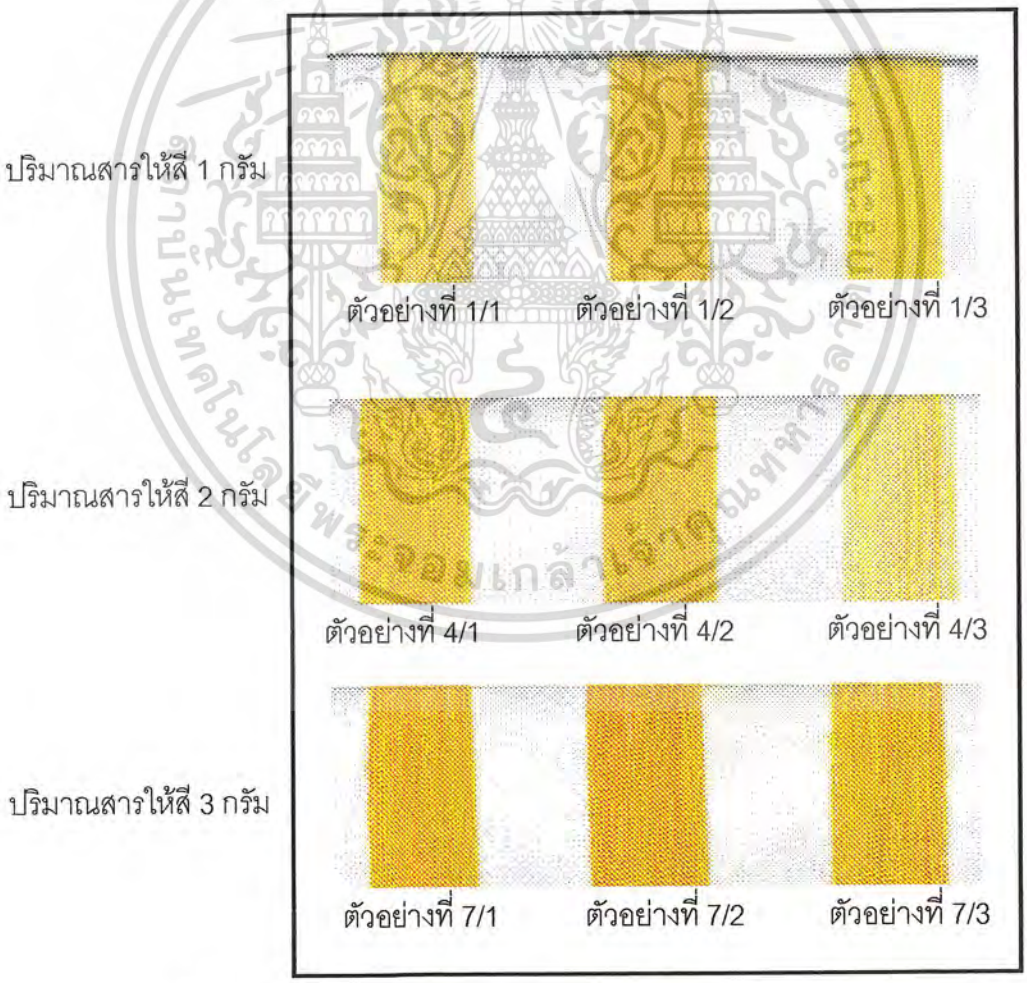
จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าสีย้อมชนิดนี้ให้สมบัติความคงทนของสีต่อน้ำที่ดีมาก เมื่อนำมาใช้ย้อมกับเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ เนื่องจากสารให้สีที่สกัดได้สามารถละลายในเมทานอลได้ดี แต่สามารถละลายในน้ำได้น้อย เมื่อนำมาทดสอบจึงมีความคงทนต่อน้ำได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 ลักษณะสีย้อมติดเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์โดยภาพถ่าย

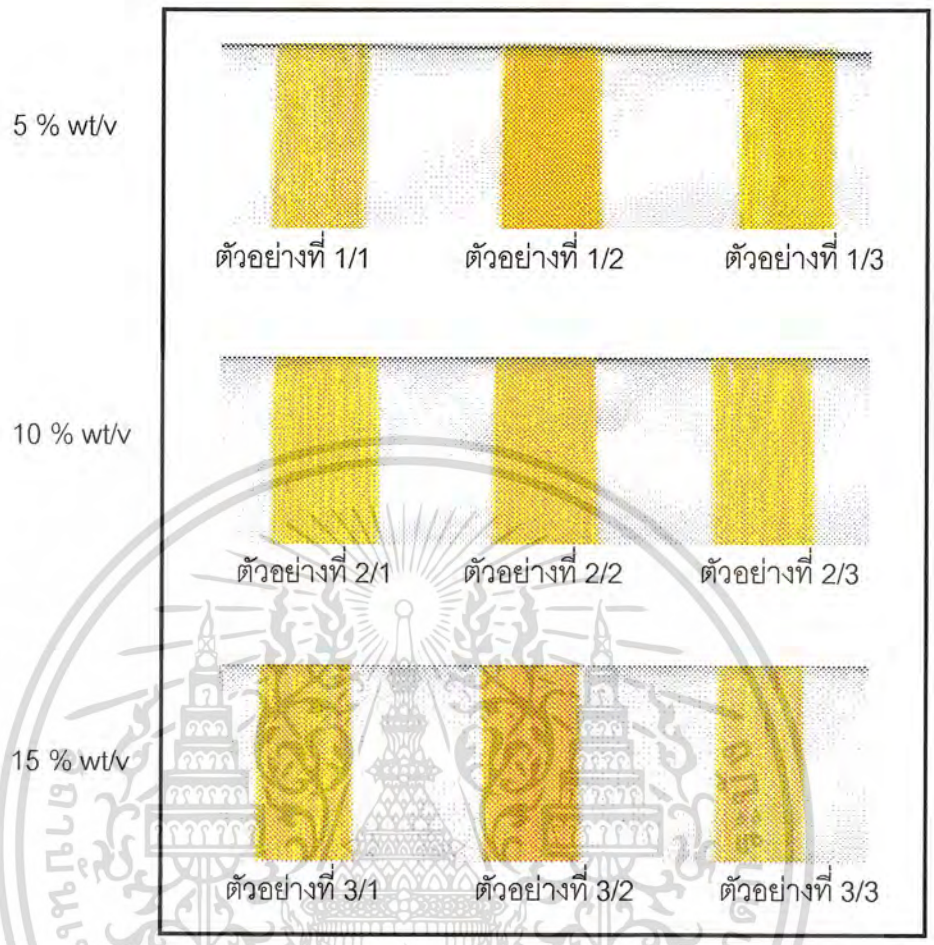


รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ก่อนการย้อม

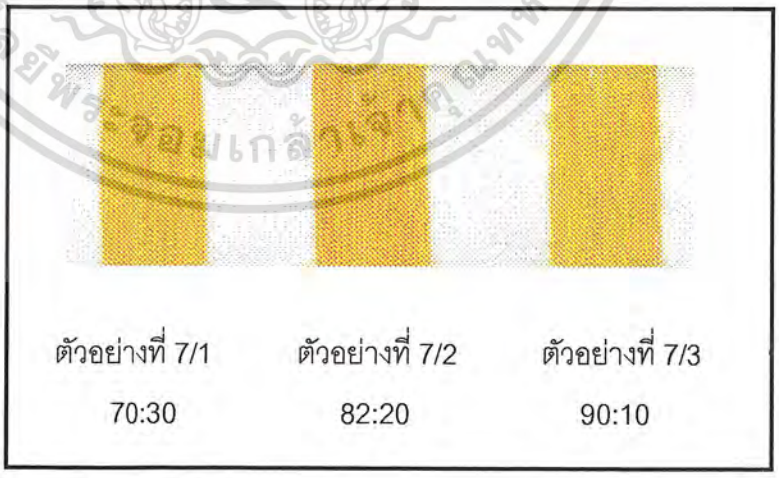


รูปที่ 4.2 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงปริมาณสารให้สีเป็น 1 2 และ 3 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

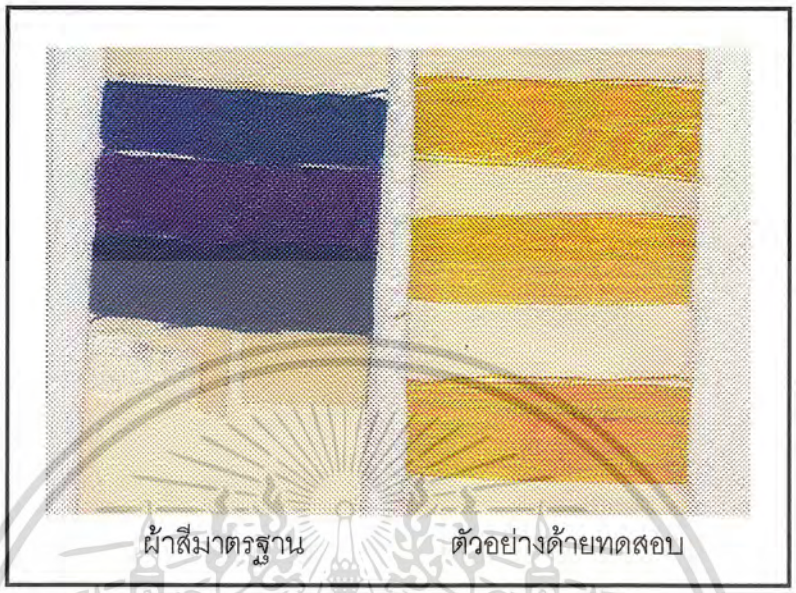


รูปที่ 4.3 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์



รูปที่ 4.4 แสดงผลการย้อมโดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน เมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็น 70:30 80:20 และ 90:10

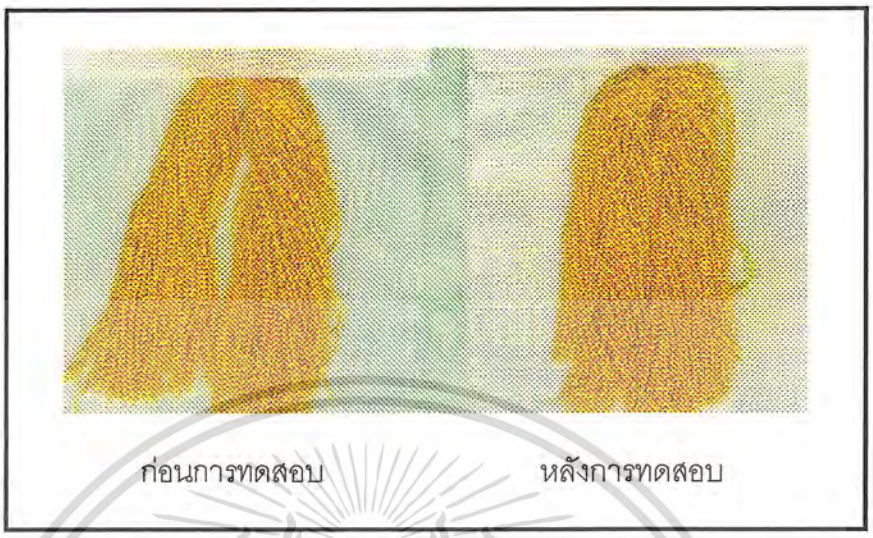
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



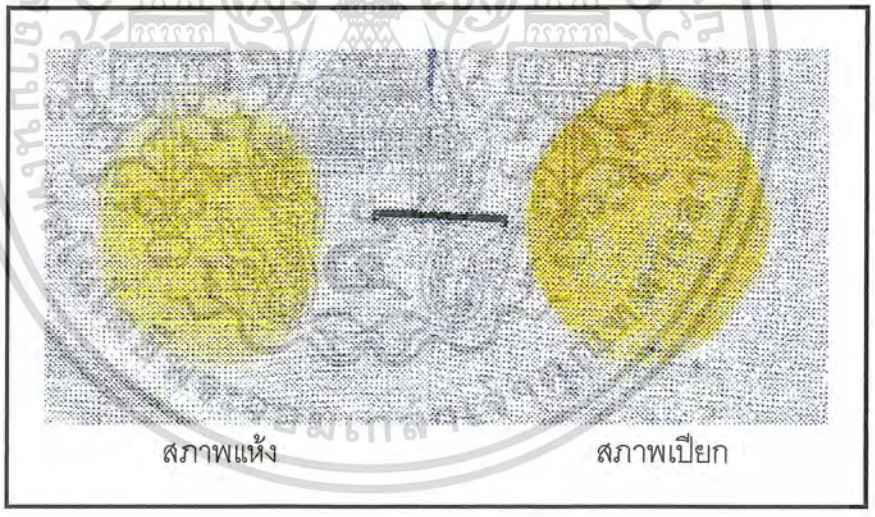
รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซีนอนอาร์ก)

รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก ตัวอย่างที่ 2/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ ตัวอย่างที่ 1/2



รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำ ตัวอย่างที่ 3/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด

การสกัดสารให้สีจากเปลือกมังคุด โดยใช้กรดไทรฟลูออโรแอซีติกจะให้สารสีแดงเข้มและโครงสร้างสารมีความเสถียรมากกว่าการใช้กรดซิทริกและกรดไฮโดรคลอริก การใช้กรดซิทริกจะให้สีในปริมาณที่น้อยกว่า ส่วนการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกจะเกิดการทำลายโครงสร้างในขณะทำให้สีเข้มข้นขึ้น และพบว่าปริมาณสารให้สีที่สกัดได้จากกรดไทรฟลูออโรแอซีติกจะให้ปริมาณสีที่มากกว่ากรดชนิดอื่น ดังนั้นจึงเลือกใช้กรดไทรฟลูออโรแอซีติกในการสกัดสารให้สี

5.2 การนำสารให้สีมาประยุกต์ใช้ในการย้อมเส้นด้าย

จากผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อม พบว่าความเข้มของสีที่ย้อมติดเส้นด้ายขึ้นกับ ปริมาณของสารให้สี และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยเมื่อปริมาณสารให้สีมีค่าเพิ่มมากขึ้น ความเข้มของสีมีค่าเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ทำให้เส้นด้ายมีความเข้มของสีสูงคือ อัตราส่วนเมทานอลต่อ 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อปริมาตรของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 80:20

5.3 การทดสอบอัตราความคงทนของสี

การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของเมทานอลต่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ในด้านการย้อม พบว่า ผลการทดสอบในแต่ละสูตรจะให้ผลใกล้เคียงกัน จึงไม่สามารถหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดได้ จากการทดสอบอัตราความคงทนของชิ้นทดสอบในด้านความคงทนของสีต่อแสง การซักฟอก เหงื่อ การขัดถู และน้ำ พบว่า สารให้สีที่สกัดได้จะมีความคงทนต่อเหงื่อ และ น้ำ ได้ดี และจะมีความคงทนต่อการขัดถูในระดับปานกลาง ส่วนความคงทนต่อการซักฟอก และ แสงจะอยู่ในระดับต่ำ โดยสูตรที่เปลี่ยนแปลงปริมาณของสารให้สีจาก 1 กรัม เป็น 2 กรัม และ 3 กรัม ตามลำดับ จะให้ผลการทดสอบความคงทนของสีในทำนองเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันในด้านความเข้มสี โดยปริมาณของสารให้สีที่ใช้เพิ่มมากขึ้น จะทำให้เส้นด้ายที่ใช้ย้อมมีสีเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากชิ้นทดสอบที่ถูกย้อมด้วยสารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดจะมีข้อจำกัดที่ว่ามีความคงทนต่อการซักฟอกและแสงต่ำ แต่จะมีข้อเด่นในแง่ของความคงทนต่อเหงื่อ น้ำและการขัดถูที่ดีดังนั้น จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการตกแต่งที่ไม่ต้องถูกแสงแดดและงานที่ใช้แล้วทิ้ง (ไม่ต้องซัก) เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. สารให้สีทีสกัดได้ไม่เสถียรเมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะทำให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงควรมีวิธีเก็บรักษาที่ดี หรือเตรียมไปใช้ในทันที

2. ในการย้อมจะใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย ซึ่งจะเกิดปัญหาเนื่องจากเมทานอลระเหยเร็วมาก มีพิษ และมีราคาแพงกว่าน้ำ ดังนั้นจึงควรหาตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสีย้อม

3. ควรศึกษาหาสารช่วยในการยึดติดตัวอื่นแทนโซเดียมคลอไรด์ เพื่อเพิ่มความคงทนของสี

4. เส้นด้ายที่ย้อมแล้ว อาจนำมาผ่านกระบวนการเคลือบก่อนนำไปประยุกต์ใช้งาน เพื่อเพิ่มความคงทนได้มากขึ้น

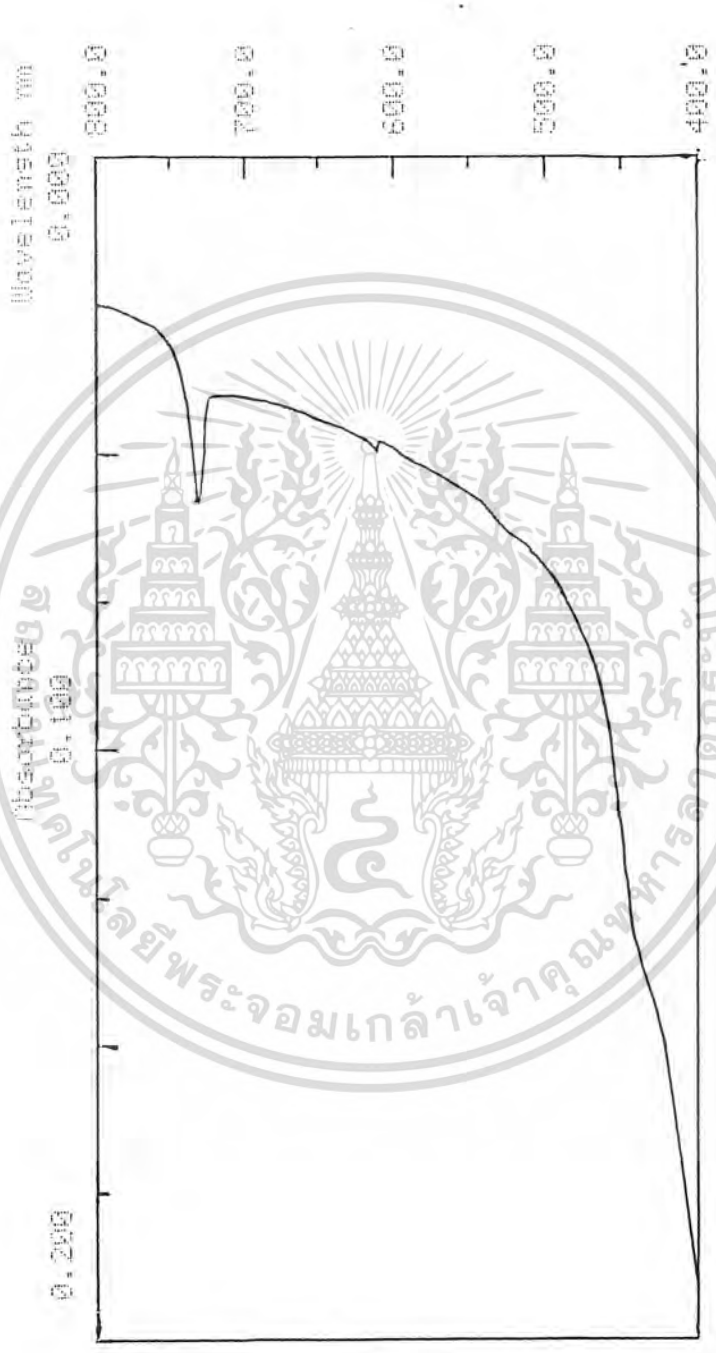
5. สารให้สีที่สกัดได้อาจนำมาย้อมกับวัสดุชนิดอื่น นอกเหนือจากเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์และ ฝ้าย เพื่อดูการย้อมติดสี และความคงทนของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูป ก.1 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนของสารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดโดยใช้สารละลายกรดไทรฟลูออโรแอซิติกในเมทานอลเข้มข้น 1% ในช่วงความยาวคลื่น 200-600 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.2 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนของสารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดโดยใช้สารละลายกรดไทรฟลูออโรแอซิติกในเมทานอลเข้มข้น 1% ในช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Mahabusarakam, W. and Wiriyachitra, P.,"Chemical Constituents of *Garcinia Mangostana*",*J.Nat.Prod.*,1987,50(3),474.
2. Du, C.T. and Francis, I.J., "Anthocyanins of Roselle (*Hibiscus sabdartta*, L.)", *J.Food.Sci.*,1977,42(6), 1667.
3. Balasubramanian, K. and Rajagopalan, K.,"Novel Xanthones from *Garcinia Mangostana*", *Phytochemistry*,1988,27(5), 1522.
4. Macmillan, H.F., "The Tropical Planting and Gardening", *J.Org.Chem.*,1943,47,3730-3736.
5. Hooper, D.,"Garden Bulletin", 1930,6,173.
6. นพพร สงค์อิ่ม "การสกัดและการประยุกต์ใช้ของสารประกอบแอนโทไซยานิน" โครงงานพิเศษวิทยศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2539.
7. อัญมณี คำมุข "วิธีสังเคราะห์สารธรรมชาติ Navenone B" โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542.
8. Metivier, R.P, Francis, F.J. and Clydesdale, F.M.,"Solvent Extraction of Anthocyanin from Wine Pomace", *J.Food.Sci.*,1980,45(4),1990.
9. Streitwieser, A., Heathcock, C.H. and Dosower, E.M.,"Introduction to Organic Chemistry",1992,1228-1232.
10. วีรศักดิ์ อุดมกิจเดชา "วิทยาศาสตร์เส้นใย" พิมพ์ครั้งที่ 1 .หน้า 191-203, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ,2542.
11. Sen, A.K, Sarkar, K.K, Majumder, P.C. and Banerji, N.,"Isolation of Three New Minor Xanthones from *Garcinia Mangostana Linn.*", *Indian J.Chem.*, 1980,19B,1008-1009.
12. Chairungsrilerd, N. and Takeuchi, K.,"Mangostanol A Prenyl Xanthone from *Garcinia Mangostana*", *Phytochemistry*,1996,43(5),1099-1102.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Moore, A.B, Francis, F.J. and Clydesdale, F.M.,"Changes in Chromatrographic Profile of Anthocyanin of Red Union During Extraction", *J.Food.Prot.*, **1982**,45(8),73-74.

14. Mazza, G. and Miniati, E.,"Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains",CRS Press, Florida, **1993**,1-28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้