การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

ALTERNATIVE STUDY ON UV PROTECTION AND ANTI-BACTERIAL PROPERTIES OF COTTON FABRIC FINISHED WITH SERICIN DERIVED FROM DEGUMMING SOLUATION

กุลธิดา เบญจมาลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

กุลธิดา เบญจมาลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม Alternative Study on UV Protection and Anti-bacterial Properties of Cotton Fabric Finished with Sericin Derived from Degumming Solution
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวกุลธิดา เบญจมาลา
สาขาวิชา	สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, วท.ม.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมนึก สังข์หนู, Ph.D.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวกุลธิดา เบญจมาลา
สาขาวิชา	สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

เซริซิน (Sericin) หรือกาวไหม เป็นโปรตีนธรรมชาติมีกรดอะมิโน 16 ชนิดที่มีประโยชน์ เซริซินทำหน้าที่เคลือบและยึดไฟโบรอิน (Fibroin) หรือเส้นใยไหมไว้ด้วยกัน การลอกกาวไหมเป็นกระบวนการของการสาวไหมเพื่อกำจัดเซริซินออกและได้เส้นใยไหมเพื่อนำไปทอ ส่วนน้ำลอกกาวไหมที่มีเซริซินผสมอยู่จะถูกทิ้งโดยไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

เพื่อเป็นการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายทอ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายทอลายขัด โดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย ที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ได้จากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้นเซริซินและอุณหภูมิการอบแห้งต่าง

ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิการอบแห้งมีผลต่อสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอก กาวไหมที่ใช้ปริมาณเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการตกแต่ง จากผลการทดลองระบุได้ว่าเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมีศักยภาพนำมาประยุกต์ใช้ตกแต่งบนผ้าฝ้าย เพื่อการป้องกันรังสียูวีและต้านทานแบคทีเรีย

คำสำคัญ: การลอกกาวไหม เซริซิน การป้องกันยูวี การต้านทานแบคทีเรีย

Thesis Title	Alternative Study on UV Protection and Anti-bacterial Properties of Cotton Fabric Finished with Sericin Derived from Degumming Solution
Name – Surname	Miss Kullathida Benjamala
Program	Textiles
Thesis Adviser	Associate Professor Sujira Khojitmata, Ph.D.
Academic Year	2015

ABSTRACT

Sericin is a natural protein that contains 16 types of usable amino acids. Sericin can be coated on fibroin and fix fibroin or silk fiber together. Silk degumming is a process of silk reeling used to remove sericin and to get fibroin fiber ready for weaving. The degumming solution containing sericin is not used for anything beneficial.

To reduce waste and add value to woven fabric, the researcher aims to conduct a study using sericin derived from a degumming solution to treat plain weaved cotton fabric by a pad-dry method to enhance its UV protection and anti-bacterial properties. The propose of the research was to examine UV protection and anti-bacterial properties of finished cotton fabric with sericin derived from a degumming solution at various sericin concentrates and drying temperatures.

The study found that the sericin concentration and drying temperature affected UV protection and anti-bacterial properties of finished cotton fabric. The cotton fabric was finished with a 3.0% concentration of sericin from a degumming solution, padded with 95% pick-up by a padder machine and dried at 100°C by a stenter machine for 1 minute. These properties were the best conditions for finishing. The experimental results showed that sericin has a potential application in cotton fabric finishing, producing UV protection, and anti-bacterial protection.

Keywords: silk degumming, sericin, UV protection, anti-bacterial

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบ และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และคณาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ รวมทั้งห้องปฏิบัติการ อันได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, ศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ศูนย์เครื่องมือคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บริษัทวีเอฟ ซอร์สซิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัททองเสียง

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้แด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ครอบครัว และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กุลธิดา เบญจมาลา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ภาษาไทย……..……... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……..…… (4)

กิตติกรรมประกาศ……...……... (5)

สารบัญ……...……... (6)

สารบัญตาราง……...……..…….. (7)

สารบัญรูป……...……..……..…… (8)

บทที่ 1 บทนำ……...……...……..……... 15

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……...……..…….. 15

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย……...……..…….. 16

1.3 สมมุติฐานการวิจัย……...……..…….. 16

1.4 ขอบเขตของการวิจัย……...……..…….. 16

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย……...……..…….. 17

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย……..…… 18

1.7 กรอบแนวความคิดในการวิจัย……...……..…….. 19

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……...……..…….. 20

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……...……...……..……... 21

2.1 ไหม (Silk) ……...……...……..……..……... 21

2.2 การแบ่งสายพันธุ์ไหม……...……..……... 22

2.3 รังไหม (Cocoon)……...……..……... 23

2.4 โปรตีนไฟโปรอิน (Fibroin Protein) ……...……..……... 23

2.5 โปรตีนเซริซิน (Sericin Protein)……...……..……..……... 24

2.6 วิธีลอกกาวไหม (Silk Degumming) ……...……..……..……... 26

2.7 การนำเซริซินมาใช้ประโยชน์……...……..……... 27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 ผ้าฝ้าย (Cotton) ……..……..……..……..……..…….... 29

2.9 โครงสร้างของผ้าทอ……..……..……..……..……..…….... 31

2.10 การตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ (Textile Finishing) ……..……..……..……..……..…….... 32

2.11 รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Radiation) ……..……..……..……..……..…….... 33

2.12 การป้องกันรังสียูวี (UV Protection) ……..……..……..……..……..…….... 37

2.13 การทดสอบการป้องกันรังสียูวี (UV Protection) ……..……..……..……..……..…….... 38

2.14 แบคทีเรีย (Bacterial)……..……..……..……..……..…….... 39

2.15 การทดสอบการต้านทานแบคทีเรีย (Anti-Bacterial)……..……..……..……..……..…….... 39

2.16 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดหลังการซัก……..……..……..…… 40

2.17 โพลียูรีเทน (Polyurethane : PU) ……..……..……..……..……..…….. 42

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..……..……..……..……..…….... 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย……..……..……..……..……..…… 49

3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน……..……..……..…… 49

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน……..……..……..…… 50

3.3 ขั้นตอนการเตรียมสารตกแต่ง……..…… 51

3.4 ขั้นตอนการตกแต่ง……..……..……..… 53

3.5 ขั้นตอนการซักล้างชิ้นทดสอบ……..……..……..…… 54

3.6 ขั้นตอนการทดสอบ……..……..……..…… 55

3.7 สถานที่ดำเนินงาน……..……..……..……..…… 58

บทที่ 4 ผลการวิจัย……..……..……..…….. 59

4.1 ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน……..……..……..……..……..…….... 59

4.2 ผลการศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน…… 69

4.3 ผลการศึกษาการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน……..……..……..…… 80

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ…….……..……..…… 95
5.1 สรุปผลการวิจัย……..……...…….. 95
5.2 ข้อเสนอแนะ…….…….....……...……..… 96
บรรณานุกรม…….……..…..…..…….....……...…..…… 97
ภาคผนวก…….……..…..…..…….....……...……..…… 101
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน
ก่อนการซักล้าง…….……...…….....……...….....…… 102
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน
หลังการซักล้าง…….……..…..…..…….....……...…..…… 124
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPU
ก่อนการซักล้าง…….……..…..…..…….....……...…..…… 146
ภาคผนวก ง ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPU
หลังการซักล้าง…….……..…..…..…….....……...…..…… 168
ภาคผนวก จ เอกสารตีพิมพ์เผยแพร่…….……..…..…..…….....……...…..…… 190
ประวัติผู้เขียน…….……..…..…..…….....……...…..…… 214

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง……..……..……..... 19
ตารางที่ 2.1 หน้าที่และสมบัติสำคัญของกรดอะมิโนในผงไหมต่อร่างกาย…….…..... 25
ตารางที่ 2.1 หน้าที่และสมบัติสำคัญของกรดอะมิโนในผงไหมต่อร่างกาย (ต่อ) ……...….. 26
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง…..…….. 69
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง (ต่อ)..….. 70
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง…...…….. 73
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUก่อนการซักล้าง……...……..…..... 76
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUหลังการซักล้าง…..……..….. 78
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUหลังการซักล้าง (ต่อ)……..….. 79
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง……...……..….. 80
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง (ต่อ)……...……..…….. 81

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การลอกกาวไหม…… 26
รูปที่ 2.2 ภาคตัดขวางของเส้นใยฝ้าย…… 29
รูปที่ 2.3 ลักษณะการจัดเรียงตัวและองค์ประกอบของเส้นใยฝ้าย..…… 30
รูปที่ 2.4 สเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า…… 33
รูปที่ 2.5 สเปคตรัมรังสีอัลตราไวโอเลต…… 34
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน…… 49
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมรังไหม…… 51
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการลอกกาวไหม…… 51
รูปที่ 3.4 ผงไหม…… 52
รูปที่ 3.5 สารละลายเซริซิน…… 52
รูปที่ 3.6 สารละลายเซริซิน + PU …… 53
รูปที่ 3.7 เครื่องบีบอัด (Padder M/C)…… 53
รูปที่ 3.8 เครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C)…… 54
รูปที่ 3.9 เครื่องซักผ้า Whirlpool …… 55
รูปที่ 3.10 เครื่องอบผ้า Whirlpool …… 55
รูปที่ 3.11 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)…… 56
รูปที่ 3.12 เครื่อง UV – Vis Spectrophotometer…… 56
รูปที่ 4.1 ภาพขยาย 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง (ซ้าย) และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้ายเซริซินเข้มข้น 3.0 % จุ่มอัดที่ 95% pick up อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที (ขวา)…… 59
รูปที่ 4.2 ภาพขยาย 200, 500, 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซิน…… 60

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 61
รูปที่ 4.4 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5%, 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 62
รูปที่ 4.5 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 63
รูปที่ 4.6 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5%, 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…….. 64
รูปที่ 4.7 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 65
รูปที่ 4.8 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5%, 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 66
รูปที่ 4.9 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 67
รูปที่ 4.10 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5%, 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที…..... 68

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนการซักล้าง…..…….. 71
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆก่อนการซักล้าง……...……..…….. 71
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆหลังการซักล้าง……..……...…….. 74
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆก่อนการซักล้างและหลังการซักล้าง……..……..….. 74
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนการซักล้างและหลังการซักล้าง……..……...…….. 75
รูปที่ 4.16 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆก่อนการซักล้าง…..……..…….. 77
รูปที่ 4.17 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆก่อนการซักล้าง……..…….. 77
รูปที่ 4.18 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆหลังการซักล้าง…..……...…….. 79
รูปที่ 4.19 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Klepsiella pneumonia* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ……...… 81
รูปที่ 4.20 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Klepsiella pneumonia* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ……...…… 82
รูปที่ 4.21 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง……...……...…… 82

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.22 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 83
รูปที่ 4.23 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 1.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 84
รูปที่ 4.24 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 1.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 85
รูปที่ 4.25 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 86
รูปที่ 4.26 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 87
รูปที่ 4.27 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 88
รูปที่ 4.28 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง..... 89
รูปที่ 4.29 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 89

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.30 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 1.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 90

รูปที่ 4.31 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 1.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 91

รูปที่ 4.32 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 92

รูปที่ 4.33 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 93

รูปที่ 4.34 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที..... 94

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อการทอผ้าไหมในประเทศไทยมีมายาวนาน โดยเฉพาะในภาคอีสานเป็นแหล่งผลิตผ้าไหมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อทอผ้าไหมใช้ในครัวเรือน จนพัฒนามาเป็นการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อทอผ้าไหมในระดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ในการผลิตผ้าไหมจะมีขั้นตอนการลอกกาวไหม (Silk Degumming) เนื่องจากเส้นไหม (Silk Fiber) เป็นเส้นใยโปรตีนจากธรรมชาติประกอบด้วย 2ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเส้นใยไหมเรียกว่าไฟโบรอิน (Fibroin) และส่วนที่เป็นกาวไหมเรียกว่าเซริซิน (Sericin) ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีกรดอะมิโน 16 ชนิด ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และช่วยกำจัดเชื้อแบคทีเรียบางชนิด [1] การลอกกาวไหมเป็นการขจัด เซริซินที่ทำหน้าที่เคลือบและยึดเส้นใยไหมไว้ด้วยกันให้หลุดออก เหลือแต่เส้นใยไหมนำไปทอหรือย้อมต่อไป ส่วนน้ำที่ได้จากการลอกกาวไหมที่มีเซริซินผสมอยู่นั้นเรียกว่าน้ำลอกกาวไหม (Degumming Solution) จะถูกทิ้งโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยสมบัติของเซริซินกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการวิจัยพัฒนา แผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากเซริซิน ช่วยกระตุ้นคอลลาเจน[2], มีการศึกษาทางด้านเภสัชวิทยาพบว่าเซริซินมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์[3], เซริซินยังถูกวิจัยและพัฒนาเป็นผงไหมเพื่อใช้ทำเครื่องสำอางและอาหารเสริม[1] และมีการศึกษาการประยุกต์ใช้เซริซินมาตกแต่งบนผ้าโพลีเอสเตอร์ซึ่งช่วยเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ในระดับดี-ดีมาก[4]

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการผ้าที่มีสมบัติพิเศษในการสวมใส่นอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานของผ้าเอง เช่น สวมใส่สบาย ระบายความชื้นได้ดี สามารถป้องกันรังสียูวีได้ ต้านทานต่อแบคทีเรียได้ และผ้าฝ้ายก็เป็นผ้าที่ได้รับความนิยมในการสวมใส่ เพราะดูดความชื้นได้ดี ระบายความชื้นได้เร็ว ไม่สะสมความร้อนและไฟฟ้าสถิต จึงสวมใส่สบาย ใส่ได้ทุกฤดูกาล แต่มีข้อเสียคือยับง่าย มีความสามารถในการป้องกันรังสียูวีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับผ้าเรยอน ไหม ขนสัตว์ ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ ภายใต้สภาวะเดียวกัน และมีความสามารถในการต้านทานต่อแบคทีเรียและเชื้อราต่ำ เมื่อผ้าฝ้ายเปียกชื้น จะมีจุดดำๆ มีกลิ่นเหม็นอับ และเปื่อยง่าย [5]

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดโดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) ในสภาวะที่

แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย และทำการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมในสภาวะต่างๆเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่ง เพราะหากสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายได้จะทำให้เกิดประโยชน์เป็นการ เพิ่มมูลค่าให้กับน้ำทิ้งในขั้นตอนการลอกกาวไหม ช่วยลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม และเพิ่มสมบัติพิเศษนอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานให้กับผ้าฝ้าย เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้าย อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยการตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสภาวะในการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมโดยวิธีจุ่มอัด-อบแห้ง

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 เซริซินจากน้ำลอกกาวไหมสามารถนำมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายเพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียได้

1.3.2 ความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิของการอบแห้งที่ใช้ในการตกแต่ง มีผลต่อสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 นำรังไหมตัด (Pierced Cocoon) พันธุ์นางลายซึ่งเป็นไหมสีเหลืองพันธุ์พื้นเมืองไทยมาทำการลอกกาวไหมด้วยน้ำกลั่นภายใต้ความดันสูง (High Pressure Degumming) ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที [6]

1.4.2 ทำสารละลายเซริซินให้เป็นผงเซริซินด้วยวิธี Freeze Dry

1.4.3 นำผงเซริซินที่ได้จากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดโครงสร้าง 40x40/133x72 ด้วยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง โดยใช้ความเข้มข้นของเซริซิน 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% แล้วจุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up และอบแห้งด้วยเครื่องเซ็ตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่ อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ

1.4.4 บันทึกลักษณะสัณฐานของผ้าฝ้ายและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ด้วยกำลังขยาย 200, 500 และ 1000 เท่า ที่อุณหภูมิ 25^{O}C

1.4.5 ทำการทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวีโดยใช้มาตรฐานการทดสอบ AATCC 183 และการต้านทานแบคทีเรียโดยใช้มาตรฐานการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (Inhouse Standard Method) ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

1.4.6 เปรียบเทียบสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่สภาวะต่างๆ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติการป้องกันรังสียูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมด้วยวิธีจุ่มอัด-อบแห้งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่ง และเปรียบเทียบสภาวะที่ใช้ในการตกแต่งอันได้แก่ ความเข้มข้นเซริซินที่ใช้ และอุณหภูมิการอบแห้งที่ใช้ มิได้มุ่งศึกษาถึงสมบัติอื่นของผ้าฝ้ายหลังการตกแต่ง, ความแตกต่างของพันธุ์ไหม และวิธีการลอกกาวไหม ที่จะมีผลต่อเซริซินที่นำมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้รังไหมตัดพันธุ์นางลายเป็นไหมสีเหลืองพันธุ์พื้นเมืองไทยซึ่งหาซื้อได้ง่ายเพราะเป็นพันธุ์ไหมที่เกษตรกรไทยนิยมเลี้ยงกัน, ทำการลอกกาวไหมด้วยน้ำกลั่นภายใต้ความดันสูงที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที เพราะวิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่าย ได้ผลดี และไม่มีสารตกค้างในน้ำลอกกาวไหม[6] และใช้ผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดเพราะผ้าฝ้ายมีสมบัติในการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานต่อแบคทีเรียได้ต่ำและเป็นที่นิยมใช้จึงหาซื้อได้ง่าย

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย

1.6.1 รังไหมตัด (Pierced Cocoon) เป็นรังไหมเสียที่เกิดจากการตัดรังไหมเพื่อนำหนอนไหมไปขยายพันธุ์ต่อซึ่งไม่เหมาะจะนำมาสาวเป็นเส้นไหมเพื่อใช้ทอผ้า

1.6.2 เซริซิน (Sericin) คือกาวไหมเป็นโปรตีนที่หนอนไหมพ่นออกมาเคลือบอยู่รอบๆ เส้นใยไหม(Fibre) เพื่อทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นและมีสภาพเป็นกาวยึดเส้นใยไหม2 เส้นให้ติดกันและประกอบกันเป็นรังไหม

1.6.3 น้ำลอกกาวไหม (Silk Degumming Solution) เป็นน้ำที่ได้จากขั้นตอนการลอกกาวไหมในกระบวนการผลิตผ้าไหม ซึ่งจะมีซิริซินละลายอยู่

1.6.4 การตกแต่ง (Finishing) เป็นการตกแต่งสมบัติบางอย่างลงบนผ้าด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่ง เพื่อให้ผ้ามีสมบัติตามที่ต้องการหรือเหมาะสมตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

1.6.5 ผ้าทอลายขัด (Plain wave) ผ้าทอลายขัดแบบพื้นฐานที่เกิดจากการขัดสานกันระหว่างเส้นด้ายยืนกับเส้นด้ายพุ่ง โดยปกติในโครงสร้างผ้า 1 ลายซ้ำจะประกอบด้วยเส้นด้ายยืน 1 เส้น และเส้นด้ายพุ่ง 1 เส้น ขัดกัน

1.6.6 รังสียูวี (Ultraviolet) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นช่วงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงรังสียูวีเอ, รังสียูวีบี และรังสียูวีซี รังสียูวีที่สามารถแผ่มาถึงผิวโลกได้คือ รังสียูวีเอและรังสียูวีบี ซึ่งรังสียูวีบีมีพลังงานสูงสามารถเปลี่ยนเซลล์ผิวหนังมนุษย์เป็นเซลล์มะเร็งได้จึงเป็นอันตรายต่อมนุษย์

1.6.7 การป้องกันรังสียูวี (UV-Protection) เป็นการป้องกันหรือช่วยกรองรังสียูวีซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ไม่ให้ส่องผ่านทะลุผ้ามาสัมผัสกับผิวหนัง โดยการดูดกลืนรังสียูวีไว้หรือสะท้อนรังสียูวีกลับ ไม่ให้ส่องผ่านผ้าไปสู่ผิวหนังได้

1.6.8 แบคทีเรีย (Bacterial) เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทหนึ่ง มีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว และมีโครงสร้างเซลล์ที่ไม่ซับซ้อนมาก แบคทีเรียแบ่งตามความต้องการใช้ออกซิเจน ได้แก่ aerobic bacteria, anaerobic bacteria เป็นต้น แบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ในผ้าที่เปียกชื้น ทำให้ผ้าเกิดกลิ่นเหม็นอับเปื่อยขาด และก่อให้เกิดโรคผิวหนังแก่ผู้สวมใส่ได้

1.6.9 การต้านทานแบคทีเรีย (Anti-Bacterial) เป็นการควบคุมการกระจายของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียตายหรือไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ เพื่อควบคุมและระงับกลิ่นอับ, เชื้อโรคบนผ้า และไม่ให้ผ้าถูกทำลายจากแบคทีเรีย

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้วางกรอบแนวความคิดในกาวิจัยโดยมีตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังตาราง

ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง

สภาวะการตกแต่ง			ผลการทดสอบ	
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	การป้องกันยูวี	การต้านทานแบคทีเรีย
0	100	1		
	120			
	140			
0.5	100	1		
	120			
	140			
1.0	100	1		
	120			
	140			
1.5	100	1		
	120			
	140			
2.0	100	1		
	120			
	140			
2.5	100	1		
	120			
	140			
3.0	100	1		
	120			
	140			

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ทราบสภาวะที่เหมะสมของการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมด้วยวิธีจุ่มอัด-อบแห้ง ที่ช่วยเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียได้ดีที่สุด

1.8.2 เพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายด้วยการเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรีย โดยการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

1.8.3 นำของเหลือจากการลอกกาวไหมกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.8.4 เพิ่มทางเลือกในการจัดการน้ำทิ้งจากขั้นตอนการลอกกาวไหมในกระบวนการผลิตผ้าไหม

1.8.5 เพิ่มทางเลือกในการนำรังไหมตัดไปใช้ให้เกิดประโยชน์

1.8.6 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์หรือนำไปต่อยอดในการศึกษาวิจัยอื่นๆต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไหม (Silk) [7]

ไหม เป็นวัสดุสิ่งทอจากธรรมชาติ เป็นเส้นใยโปรตีนคล้ายกับเส้นผม หรือขนสัตว์ เส้นไหมประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนที่เป็นเส้นใยไหมเรียกว่า “ไฟโปอิน” และส่วนที่เป็นกาวไหมเรียกว่า “เซริซิน” ซึ่งเป็นกาวไหม ไม่มีลักษณะและสมบัติการเป็นเส้นใย จึงสามารทำการขจัดแยกออกจากส่วนที่เป็นใยไหมที่แท้จริงได้โดยง่าย ก่อนที่จะนำไปย้อมหรือทอ เส้นใยไหมมีสมบัติที่ดีดังนี้ มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ดีมาก, มีความเหนียว, สามารถยืดตัวและหดตัวกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ดี, มีความเป็นเงาแวววาว, มีความละเอียดอ่อนนุ่ม, ทนต่อความร้อนสูง ๆได้ดี, มีอัตราการดูดซึมความชื้นและน้ำได้สูงมาก, มีความอยู่ตัวและคงทนต่อกรดอินทรีย์ทุกชนิดได้ดี แต่ไม่คงทนต่อสารระลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่เข็มข้นสูง ไหมเป็นวัสดุเส้นใยที่มีสมบัติความคงทนต่อการขัดถูค่อนข้างต่ำ หากนำไปผึ่งแสงแดดจัดเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้ความแข็งแรงและความเหนียวและของเส้นใยไหมลดลง ไหมเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว จึงสามารถสะสมประจุไฟฟ้าสถิตไว้ในตัวได้มาก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการทอผ้าไหม และเป็นอุปสรรคต่อการนำไหมไปใช้ประโยชน์อื่น ๆโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่มีความชื้นในบรรยากาศสูง

คุณภาพเส้นไหมดิบทั้งชนิดเส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผ้าไหม เส้นไหมดิบมีคุณภาพดีเส้นไหมจะต้องมีความราบเรียบสม่ำเสมอ, มีสีสันสม่ำเสมอเหมือนกันตลอดทั้งชุด, มีจำนวนเกลียวด้ายต่อนิ้วสูง, เส้นด้ายมีลักษณะกลมไม่เรียบแบนหรือไม่เกิดการแตกแยกเป็นช่วง ๆ, ไม่มีเศษดักแด้ ใบไม้ กิ่งไม้ เศษสิ่งสกปรก และสารปนเปื้อนต่าง ๆ ปะปนอยู่มากเกินอัตราที่กำหนด, เส้นไหมดิบที่ผ่านกรรมวิธีการฟอกย้อมที่เหมาะสมนั้น เมื่อนำไปทอเป็นผืนผ้าจะทำให้ได้ผ้าไหมที่สวยงามมีคุณภาพดี

2.1.1 ส่วนประกอบเส้นไหม

2.1.1.1 เส้นใยไหม (ไฟโปรอิน)	75-85 %
2.1.1.2 กาวไหม (ซิริซิน)	25-15%
2.1.1.3 อื่น ๆ เช่น ไขมัน ขี้ผึ้ง สีธรรมชาติ สิ่งสกปรก แร่ธาตุ	1- 2.5 %

2.2 การแบ่งสายพันธุ์ไหม [8]

การแบ่งสายพันธุ์ไหมชนิดต่าง ๆ ในไทยแบ่งได้ตาม จำนวนการฟักของไข่ไหม จำนวนการลอกคราบของหนอนไหม สีของรัง รูปร่างของรัง และถิ่นกำเนิด เป็นต้น
พันธุ์ไหมที่เลี้ยงเพื่อใช้ในการผลิตเส้นไหมแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

2.2.1 ไหมพันธุ์พื้นเมืองไทย เป็นพันธุ์ที่ลักษณะรังไหมมีสีเหลืองสด รูปร่างรังยาวหัวท้ายแหลมเหมือนกระสวยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังต่ำประมาณ 10-15 % เส้นไหมมีความยาวประมาณ 200-500 เมตรต่อรัง ปลูกได้ดีในไทย ไหมพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะเลี้ยงง่าย แข็งแรง ทนต่อโรคและแมลง ตัวอย่างเช่น พันธุ์เหลืองพิรุณ 2, นางน้อยศรีสะเกษ 1, นางเหลือง, นางเขียว, นางลาย เป็นต้น

2.2.2 ไหมพันธุ์ต่างประเทศ เป็นพันธุ์ไหมจากประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น และไต้หวัน เป็นต้น เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะรังสีขาวขนาดใหญ่ ทรงกลมรูปไข่ มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงเฉลี่ยประมาณ 20% เส้นไหมมีความยาวประมาณ 100 เมตรต่อรัง จึงเหมาะกับการเลี้ยงเพื่อขาย ตัวอย่าง เช่น พันธุ์ขาวพิรุณ 1, นครราชสีมาลูกผสม 1

2.2.3 ไหมพันธุ์ไทยลูกผสม เป็นพันธุ์ไหมที่ได้จากการผสมไหมพันธุ์ไทยพื้นเมือง กับไหมพันธุต่างประเทศ ลักษณะรังมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์พื้นเมืองไทย รังทรงกลมรูปไข่ มีสีเหลืองสดหรือสีขาว ขึ้นกับพันธุ์ที่ใช้ มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังไหมประมาณ 16-20 % ความยาวไหมรังเดียวประมาณ 700-1000 เมตร เลี้ยงง่าย และสามารถทนต่ออากาศเมืองไทยได้มากว่าพันธุ์ต่างประเทศ ตัวอย่าง เช่น พันธุ์เหลือพิรุณ 1, นครราชสีมาลุกผสม 60, และพันธุ์ดอกบัว เป็นต้น

ในการผลิตเส้นไหมในครัวเรือนของไทย ได้มีมายาวนานจนมีการพัฒนาสายพันธุ์ของไหมที่ใช้ และมีการส่งเสริมให้ใช้เส้นไหมทั้งพันธุ์ไทยพื้นเมืองและใช้เส้นไหมที่พัฒนาจากพันธุ์ไทยลูกผสม ที่แข็งแรงสามารถใช้เป็นเส้นยืนได้ สามารถนำมาทำเป็นสินค้าได้หลายแบบ ทำให้ผลิตภัณฑ์จากไหมไทยมีความหลากหลาย

2.2.4 พันธุ์ไหมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยมีทั้งไหมพันธุ์พื้นเมืองและไหมพันธุ์ลูกผสม สำหรับพันธุ์ไหมที่ผ่านการรับรองจากกรมการเกษตร และแนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ได้แก่

2.2.4.1 พันธุ์อุบลราชธานี 60

2.2.4.2 พันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1

2.2.4.3 พันธุ์นครราชสีมา 60-1 (K13)

2.2.4.4 พันธุ์นครราชสีมา 60-2 (K6)

2.2.4.5 พันธุ์ลูกผสมนครราชสีมา 1 (K1xK8)

2.2.4.6 พันธุ์ลูกผสมนครราชสีมา 60 (เหลืองโคราช)

2.2.4.7 พันธุ์ลูกผสมอุบลราชธานี 60-35

นอกจากนั้นในระดับอุตสาหกรรมก็ได้มีการสร้างสายพันธุ์ไหมที่มีลักษณะโดเด่นเฉพาะในด้านลักษณะเส้นใย ความคงทน มีความยาวไหมรังเดียวมาก และมีความเหนียวเหมาะสำหรับการนำไปผลิตเป็นเส้นไหมที่มีคุณภาพดี ไม่ขาดง่าย ตัวอย่างพันธุ์ไหมที่มีการพัฒนาสายพันธุ์ของระดับอุตสาหกรรมได้แก่ พันธุ์จุล 1 พันธุ์จุล 5 และพันธุ์จิมทอมสัน เป็นต้น

2.3 รังไหม (Cocoon) [7]

วัฏจักรชีวิตของหนอนไหม หนอนไหมจะเก็บสะสมโปรตีนไว้ที่ต่อมไหมเพื่อจะนำไปทำเส้นไหม เมื่อหนอนไหมแก่เต็มที่โปรตีนทีสะสมไว้จะมากจนเข้าไปเบียดลำไส้ ทำให้ไม่สามารถกินอาหารได้อีก จากนั้นหนอนไหมจะถ่ายน้ำในส่วนของเส้นไหมหรือไฟโปรอิน (Fibroin) ออกจากร่างกายโดยเฉลี่ย 1 มิลลิลิตร/ตัว ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางกายภาพ จากนั้นไฟโปรอิน (Fibroin) จะถูกบีบไปยังส่วนหน้าของตัวไหม และถูกพ่นเป็นเส้นไหมออกสู่ภายนอกผ่านทาง Spinneret จำนวน 2 เส้น ฃ และระหว่างการเคลื่อนตัวของไฟ-โปรอิน (Fibron) นี้ ต่อมไหมส่วนหน้าจะผลิตสารเซริซิน (Sericin) ซึ่งเป็นกาวไหมออกมาเคลือบอยู่รอบ ๆ สารไฟโปรอิน (Fibroin) ที่ถูกพ่นออกมา 2 เส้น เพื่อทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่น และเป็นกาวยึดไฟโปรอิน (Fibroin) เข้าไว้ด้วยกัน

2.4 โปรตีนไฟโปรอิน (Fibroin Protein) [9]

เส้นใยไหมหรือไฟโปรอิน คือโปรตีนเส้นไหมที่หนอนไหมผลิตออกมา ประกาบด้วยกรดอะมิโน 4 ตัว คือ ไกลซีน (Glycine), อะลานีน (Alanine), เซรีน (Serine) และไทโรซีน (Tyrosine) รวมกันได้ 83% ของกรดอะมิโนที่มีทั้งหมด โดยมีไกลซีน (Glycine), อยู่มากกว่าอะลานีน (Alanine), และมีเซรีน (Serine) อยู่มากกว่าไทโรซีน (Tyrosine) ส่านซิริซีนที่เคลือบเส้นใยไฟโปรอีนอยู่นั้นมีเซรีน (Serine) และ ธรีโอนีน (Threonine) ของกรดออกซีอะมีโนอยู่เป็นจำนวนมาก, มีกรดแอสพาร์ติก (Aspartic Acid), มีกรดกรูตามิค (Glutamic Acid) ของกรดอะมิโนที่เป็นกรด, มีอาจีนีน (Arginine) และไลซีน (Lysine) ของกรดอะมิโนที่เป็นเบสอยู่จำนวนค่อนข้างมาก

2.5 โปรตีนเซริซิน (Sericin Protein)

Sericin คือโปรตีนกาวไหมที่หนอนไหมผลิตออกมาเคลือบอยู่รอบ ๆ เส้นไหม (Fibroin) เพื่อทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นและเป็นกาวยึดติดเส้นไหม (Fibroin) 2 เส้นที่หนอนไหมพ่นออกมาไว้ด้วยกันและยึดติดไว้กับเส้นไหมที่ถูกพ่นออกมาก่อนหน้านี้เพื่อประกอบกันเป็นรังไหม

[10]โปรตีนเซริซินประกอบด้วยกรดอะมิโนต่าง ๆ มากกว่า 18 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนประเภทที่มีขั้ว (polar amino acid) เช่น เซริน (Serime), กรดแอสพาร์ติก (Asparitc Acid) และ ธรีโอนีน (Threonine) เป็นต้น กรดอะมิโนที่พบปริมาณมากที่สุดในเซริซินได้แก่กรดอะมิโน เซรีน (Serime) ซึ่งพบอยู่ประมาณ 27.3% ของกรดอะมิโนทั้งหมด 18 ชนิดที่พบในเซริซิน เซรีน (Serime) เป็นกรดอะมิโนทีมีหมู่แขนงเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) ที่มีความเป็นขั้วสูง และปริมาณของเซรีน (Serime) ที่เป็นองค์ประกอบของเซริซินนี้มีความสัมพันธ์ต่อสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของเซริซิน นอกจากนั้นยังพบ กรดอะมิโนแอสพาร์ติก (Asparitc Acid) ในปริมาณเท่ากับ 18.8% และ ไกลซีน (Goycine) ในปริมาณเท่ากับ 10.7% ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่ากรดอะมิโนชนิดอื่น ๆ จากจำนวนกรดอะมิโนทั้ง 18 ชนิด (นอกจากเซรีน) แสดงให้เห็นว่ากรดแอสพาร์ติก (Asparitc Acid) และไกลซีน (Glycine) ก็เป็นกรดอะมิโนที่มีความสำคัญที่พบในเซริซินด้วย อีกทั้งหากพิจาณาถึงความมีขั้วของเซริซินโดยนับจากปริมาณกรดอะมิโนที่มีขั้ว จะพบว่ากรดอะมิโนที่มีขั้วมีประมาณ 70% ของกรดอะมิโนที่มีทั้งหมด 18 ชนิด แสดงให้เห็นว่าเซริซินเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี และวัสดุที่ผลิตจากเซริซินจะสามารถดูดกลืนน้ำได้ดีด้วย

[9] เนื่องมาจากสมบัติของเซริซิน (Sericin) เองที่มีกรดออกซีอะมิโนอยู่มาก เช่น เซรีน (Serine) และ ธรีโอนีน (Threonine) ฯลฯ และเซริซีนมีสภาพไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เซริซินมีส่วนประกอบมากกว่า 3 ส่วน แต่หากแบ่งเซริซินตามความแตกต่างของการละลายด้วยน้ำร้อน

2.5.1 สามารถแบ่งเซริซินออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่

2.5.1.1 เซริซิน 1 มีการละลายด้วยน้ำร้อนได้ดี (40%)

2.5.1.2 ซิริซิน 2 มีการละลายด้วยน้ำร้อนได้ดีกว่า (40-50%)

2.5.1.3 ซิริซิน 3 มีการละลายด้วยน้ำร้อนได้ไม่ดี (10-20%)

วิธีการสกัดเซริซินด้วยน้ำร้อนจะให้ปริมาณเซริซินต่ำ และเซริซีนที่ได้จากการสกัดจะเกิดความเปลี่ยนแปลงจากความร้อนได้ง่าย

ตารางที่ 2.1 หน้าที่และสมบัติสำคัญของกรดอะมิโนในผงไหมต่อร่างกาย [11]

ชนิดของกรดอะมิโนในผงไหม	หน้าที่และคุณสมบัติ
Glycine	- ช่วยควบคุมคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด - ป้องกันความดันโลหิตสูง - เสริมสร้างการทำงานของตับ
Alanine	- ให้พลังงานต่อกล้ามเนื้อและสมอง - ช่วยในการทำงานของประสาท - ผลิตสารแอนติบอดี้ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้น - ช่วยในการทำงานของน้ำตาลและกรดอินทรีย์
Serine	- เป็นแหล่งในการสะสมน้ำตาล Glucose ในกล้ามเนื้อและตับ จึงช่วยระบบการทำงานของ Insulin ซึ่งไปลดน้ำตาลในเลือด จึงช่วยในการเผาผลาญไขมันสะสมในร่างกาย - ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้น - สังเคราะห์กรดไขมันที่ล้อมรอบ Nerve Fibers
Aspartic acid	- ช่วยขับสารพิษแอมโมเนียออกจากร่างกาย - ช่วยให้ไม่เหนื่อยง่าย - ช่วนระบบการทำงานของกล้ามเนื้อ
Tyrosine	- ช่วยในการทำงานระบบประสาท - ช่วยการเต้นของหัวใจ
Glutamic Acid	- ช่วยลดแอมโมเนียในเลือดที่สัมพันธ์กับโปรตีนในสมองและการทำงานของน้ำตาล - ช่วยควบคุมอาการอยากสุรา - ช่วยกักน้ำในเซลล์ผิวป้องกันผิวแห้ง

ตารางที่ 2.1 หน้าที่และสมบัติสำคัญของกรดอะมิโนในผงไหมต่อร่างกาย [11] (ต่อ)

ชนิดของกรดอะมิโนในผงไหม	หน้าที่และคุณสมบัติ
Threonine	- ช่วยป้องกันการเกิดไขมันในตับ - ช่วยระบบการทำงานของร่างกาย
Lysine	- ช่วยต้านเชื้อเริม งูสวัด - หากขาด Lysine จะทำให้เหนื่อยง่าย รากผมไม่แข็งแรง โลหิตจาง และระบบสืบพันธุ์มีปัญหา

2.6 วิธีลอกกาวไหม (Silk Degumming) [7]

หลักการลอกกาวไหม คือ การย่อย (Hydrolize) กาวไหม หรือทำลายพันธะเปปไทด์ (Peptide) ของกาวไหมให้หลุดออกเป็นโมเลกุลเล็ก ๆที่ละลายน้ำได้ ซึ่งการลอกกาวไหมทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กรด, ใช้ด่าง, ใช้เอ็นไซม์, ใช้สบู่ หรือใช้น้ำ ภายใต้อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณของกาวไหมที่ถูกขจัดออกไปนั้นจะมีผลต่อคุณภาพของเส้นไหม ส่วนปริมาณของกาวไหมที่ถูกขจัดนั้นขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ใช้และกระบวนการที่ใช้ในการลอกกาว ส่วนกระบวนการลอกกาวไหมจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กันพันธุ์ไหม, รูปแบบของไหมก่อนการลอก เช่น ไหมเป็นเข็ดหรือเป็นผ้าผืน วิธีลอกกาวไหมอาจเลือกใช้ได้ทั้งวิธีทางกายภาพหรือทางเคมี ซึ่งจะใช้วิธีใดก็ตามความจำเป็นแต่ต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่างมาก มิฉะนั้นไหมจะเสีย

รูปที่ 2.1 การลอกกาวไหม

2.6.6 วิธีที่นิยมใช้ในการลอกกาวไหมมี 3 วิธี ได้แก่

2.6.6.1 การลอกกาวไหมด้วยน้ำภายใต้ความดันสูง (High Pressure Water Degumming) โดยใช้น้ำลอกกาวไหมที่อุณหภูมิ 120OC เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง แล้วทำซ้ำเช่นนี้ 3-4 ครั้ง ซึ่งการต้มไหมในน้ำเป็นเวลานาน ๆ จะค่อย ๆ ทำให้เส้นไหมเกิดการเลื่อมสลายอย่างช้า ๆ ในกรณีนี้หากใช้อุปกรณ์ความดันสูงจะช่วยลดระยะเวลาในการต้มไหมลง จะทำให้เส้นไหมเสื่อมสลายหรือถูกทำลายน้อยที่สุด

2.6.6.2 การลอกกาวไหมด้วยด่าง (Alkaline Degumming) การลอกกาวไหมด้วยวิธีใช้สารละลายด่างนี้ต้องคำนึงถึงค่า pH และอุณหภูมิในการลอกกาว โดยลอกกาวไหมด้วยด่างที่ pH สูงมากกว่า 9 แล้ว กาวไหมจะถูกกำจัดออกได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ หลังจากทำการลอกกาวเพียง 30 นาทีเท่านั้น ดังนั้นเพื่อหลีกเหลี่ยงไม่ให้เส้นไหมเปื่อย อุณหภูมิที่ใช้ลอกกาวจึงไม่ควรเกิน 90^{O}C และค่า pH ของการลอกกาวก็มีผลต่อระดับการย่อยสลายของเส้นใยไหมด้วยเช่นกัน

2.6.6.3 การลอกกาวไหมด้วยกรด (Acid Degumming) การลอกกาวไหมด้วยวิธีใช้สารละลายกรดนี้ค่า pH ที่ใช้ควรน้อยกว่า 2.5 หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-2.0 กาวไหมจึงจะถูกกำจัดออกอย่างมีประสิทธิภาพ กรดที่ใช้ในการลอกกาวไหมได้แก่ กรดแร่ (Mineral acids) และกรดอินทรีย์ (Organic acids) การใช้กรดแร่ในการลอกกาวไหมจะมีประสิทธิภาพดีมากว่าการใช้กรดอินทรีย์ ในการลอกกาวไหม ซึ่งกรดแร่ที่ใช้ได้แก่ กรดซัลฟิวริก และกรดไฮโดรคลอริก และค่า pH ของอ่างลอกกาวก็มีผลต่อระดับการย่อยสลายของเส้นใยไหมด้วยเช่นกัน

2.7 การนำเซริซินมาใช้ประโยชน์

[12] การนำเอาโปรตีนเซริซินมาใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ อาทิเช่น โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (น้ำหนักโมเลกุล $\geq$ 20 kDa) หรือเรียกกว่าเซริซินไฮโดรไลเซท (hydrolysated sericin) ถูกนำไปใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง เช่น ผลิตภัณฑ์ดูแลรักษาผิว ผลิตภัณฑ์ดูแลรักษาเส้นผม ผลิตภัณฑ์รักษาสุขภาพ และทางการแพทย์ เป็นต้น สำหรับโปรตีนเซริซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (น้ำหนักโมเลกุล $\geq$ 20 kd) นิยมนำไปใช้ในการผลิตวัสดุทางการแพทย์ วัสดุทางชีวภาพที่สลายตัวได้ สารผสมในวัสดุโพลิเมอร์ เมมเบรนชีวภาพที่มีหมู่ฟังก์ชั่นเฉพาะ แผ่นไฮโดรเจล และเส้นใยฟังก์ชันนอล เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้วเซริซินน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ มักจะละลายได้ในน้ำเย็น และสามารถจะสกัดสารเซริซินน้ำหนักโมเลกุลต่ำนี้ได้จากน้ำลอกกาวไหมในช่วงต้น ๆ ของกระบวนการ สารเซริซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง ๆ จะละลายได้ในน้ำร้อนหรือน้ำเดือดในกระบวนการลอกกาวไหมในช่วงท้าย ๆ เนื่องจากสมบัติของเซริซินดังที่กล่าวมา เซริซินจึงมีการนำไปใช้ในการปรับปรุงสมบัติของสารโพลิ

เมอร์สังเคราะห์เช่น โพลิเอสเทอร์ โพลิเอไมด์ โพลิโอลิฟิน และ โพลิอะคริโลไนท์ เป็นต้น นอกจากนั้นสารเซริซินก็ยังถูกนำไปใช้เป็นสารเคลือบผิวหรือเป็นวัสดุผสม สำหรับการผลิตเส้นใยจากธรรมชาติได้อีกด้วย

[1]ผงไหม เป็นการนำโปรตีนที่ได้จากการสาวไหมและผลิตไหม ได้แก่ รังไหมและเศษไหมนำมาผลิตเป็นผงไหม ซึ่งผงไหมแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ผงไหมจากกาวไหมที่เรียกว่า ผงไหมเซริซีน และผงไหมจากเส้นใยไหมที่เรียกว่า ผงไหมไฟโปรอิน ผงไหมคือโปรตีนจากธรรมชาติซึ่งมีลักษณะเหมือกับโปรตีนของคน และเนื่องจากมีกรดอะมิโน 16-18 ชนิด เป็นกรดอะมิโนชนิดมีขั้วจึงมีสมบัติดีด้าน ละลายน้ำ ดูดความชื้น กักเก็บน้ำ มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ บรรเทาอาการอักเสบได้ สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้บางชนิด สามารถต้านเชื้อเริม และ งูสวัด เนื่องจากมี Lysine อยู่สูง ผงไหมจึงถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะนิยมนำมาผสมในเครื่องสำอาง เพื่อช่วยในการบำรุงผิว เพิ่มความชุ่มชื้น และป้องกันผิวแห้ง

กรมวิชาการเกษตรได้ทำการวิจัยของร่วมกับ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าผงไหมโดยเฉพาะผงไหมไทย มีสมบัติที่มีคุณค่าต่อผิวพรรณ โดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ โปรตีนที่มีกรดอะมิโนมากถึง 16-18 ชนิด เป็นอาหารให้เซลล์เพื่อสร้าง “คอลลาเจน” และ “อีลาสติน” ซึ่งทำให้ผิวพรรณเต่งตึง ยืดหยุ่นและมีความชุ่มชื่น จากวิกิพิเดียบอกไว้ว่า คอลลาเจนเป็นโปรตีนที่อยู่ใต้ชั้นหนังแท้ คอลลาเจนช่วยทำให้ผิวหนังตึงและกระชับ คอลลาเจนมีอยู่ในตัวของทุกคน แต่เมื่ออายุถึง 20 ปี ผิวจะสูญเสียคอลลาเจน ทุกๆ ปี ปีละ 1 % เมื่อผิวขาดคอลลาเจน จะทำให้ผิวเหี่ยวย่น เกิดริ้วรอย หยาบกร้าน และผิวไม่ยืดหยุ่น นอกจากนี้ในงานวิจัยยังพบว่า ผงไหมกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนังได้, ช่วยลดอาการอักเสบ, ช่วยให้ผลหายเร็วขึ้น, ช่วยให้เซลล์สะอาดและช่วยยืดอายุเซลล์ได้อีกด้วย จึงสามารถนำผงไหมมาใช้ประโยชน์ในวงการแพทย์

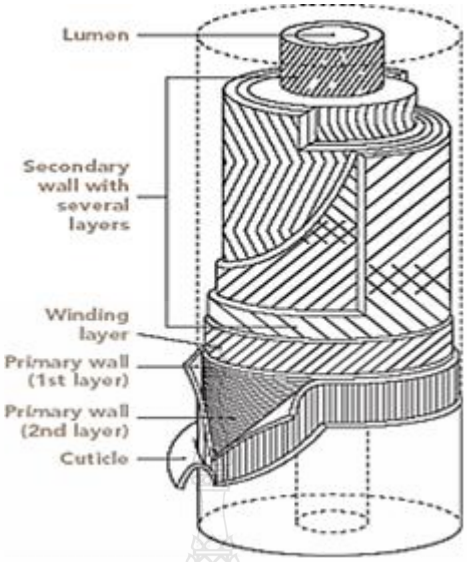
มีนวัตกรรมเครื่องสำอางจากผงไหม โดยการสกัดเส้นไหมด้วยวิธีเฉพาะ จนได้ผงไหมที่บริสุทธิ์ เป็นผงไหมที่มีสมบัติพิเศษและฆ่าเชื้อแล้ว พร้อมนำมาเป็นส่วนผสมของเซรั่มบำรุงผิวหน้า และมีการต่อยอดเป็น แชมพู, ครีมบำรุงผิวและป้องกันแสงแดด และอาหารเสริม เป็นต้น และตามมาตรฐาน มอก. เครื่องสำอางที่ใช้ผงไหมเป็นส่วนประกอบจะต้องระบุรายละเอียดของเครื่องสำอางนั้นๆ ไว้ เช่น ส่วนประกอบ, วิธีใช้, ข้อควรระวัง, การบรรจุ และการทดสอบต่างๆ สรุปว่าเส้นไหมได้จากธรรมชาติที่มีคุณประโยชน์ในด้านสิ่งทอและเครื่องแต่งกายมานาน และเทคโนโลยีที่ดีขึ้นจึงสามารถพัฒนา เส้นไหม รังไหม และเศษไหมเป็นผงไหมที่มีคุณประโยชน์และใช้กันอย่างกว้างขวาง

2.8 ผ้าฝ้าย (Cotton) [5]

ฝ้ายเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรง ต่อความร้อนได้ดี ส่วนผ้าฝ้ายเป็นผ้าที่ได้รับความนิยมในการสวมใส่ เพราะดูดความชื้นได้ดี ระบายความชื้นได้เร็ว ไม่สะสมความร้อนและไฟฟ้าสถิต จึงสวมใส่สบายและใส่ได้ทุกฤดูกาล แต่มีข้อเสียคือ ยับง่าย มีความสามารถในการป้องกันรังสียูวีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับผ้า เรยอน ไหม ขนสัตว์ ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ ภายใต้สภาวะเดียวกัน และมีสมบัติต้านแบคทีเรียและเชื้อราต่ำ เมื่อผ้าฝ้ายเปียกชื้น จะมีจุดดำๆเกิดขึ้น มีกลิ่นเหม็นอับ และเปื่อยง่าย

ภาพที่ 2.2 ภาคตัดขวางของเส้นในฝ้าย

จากรูปที่ 2.2 ภาพตัดขวางของเส้นใยฝ้ายมองดูคล้ายเมล็ดถั่วที่ตรงกลางกลวง เรียกว่า Lumen ด้วยเหตุนี้เอง เส้นใยฝ้ายจึงดูความชื้นได้ดีและสามารถระบายความร้อนได้ดี ถือเป็นสมบัติเด่นของฝ้าย อีกทั้งย้อมสีและย่อยสลายได้ง่าย เนื่องจากเป็นใยที่เกิดตามธรรมชาติ และจากรูปจะเห็นว่าเส้นใยฝ้ายมีรูปร่างคล้ายริบบิ้นที่ยาวบิดไปบิดมามีรูปแบบไม่แน่นอน ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้นับเป็นลักษณะเฉพาะของเส้นใยฝ้ายที่ต่างไปจากเส้นใยชนิดอื่น จึงทำให้เส้นใยฝ้ายมีความยืดหยุ่นในตัวของมันเองและสิ่งนี้ที่ทำให้เส้นด้ายเป็นเกลียวขณะปั่น



รูปที่ 2.3 ลักษณะการจัดเรียงตัวและองค์ประกอบของเส้นใยฝ้าย [13]

เส้นใยฝ้ายแต่ละเส้นมีลักษณะเป็นชั้น [13] ดังรูปที่ 2.3 ชั้นที่เป็นเปลือกนอกแยกจากตัวเส้นใยประกอบด้วยไขและเพคติน ส่วนชั้นที่เป็นผนังปฐมภูมิประกอบด้วยเส้นใยที่เป็นผลึกเซลลูโลส ชั้นทุติยภูมิของเส้นใยยังแบ่งออกเป็น 3 ชั้นย่อย ทุกชั้นย่อยเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นใยที่ยึดพันกันเป็นเกลียว ม้วนเป็นมุม 25 – 30 องศา มีเซลลูโลสเป็น องค์ประกอบหลัก ส่วนชั้นในสุดเรียกว่า ลูเมน (lumen) ประกอบด้วยน้ำและส่วนประกอบของเซลล์ ได้แก่ นิวเคลียสและไซโทพลาสม

เมื่อนำเส้นใยฝ้ายดิบมาทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ (NaOH) พวกไขมันจะเกิดปฏิกิริยากับด่าง (saponification) รวมถึงพวกเพคตินและสารที่ไม่ใช่เซลลูโลสจะถูกกำจัดออกไป สิ่งเจือปนต่างๆ จะถูกกำจัดออกไปหมดด้วยการชะล้าง และเมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับสารฟอกสีซึ่งเป็นสารออกซิ-ไดส์จะกำจัดสีธรรมชาติของเส้นใยออกไป นอกจากนี้การชุบด้วยสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอก-ไซด์ (NaOH) ที่เรียกว่าการชุบมัน (Mercerization) โดยการจุ่มเส้นใยฝ้ายใน สารละลาย โซเดียม-ไฮดรอกไซด์ร้อยละ18-25 ซึ่งจะช่วยปรับสภาพเส้นใยฝ้ายในด้านการดูดซับ ทำให้เส้นใยมีความสดใสเงางาม ทั้งนี้หลังจากการชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เส้นใยฝ้ายจะมีปริมาณเซลลูโลสถึงร้อย 99 เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยกลูโคสปราศจากน้ำ (anhydrous glucose) เป็นมอนอเมอร์เชื่อมด้วยพันธะ 1,4 – glycosidic bond หมู่ hydroxyl (OH) บนพอลิ-เมอร์แต่ละเส้น จะสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างเส้น ทำให้เส้นใยฝ้ายมีองศาของการเกิดพอลิเมอร์(degree of polymerization) อยู่ระหว่าง 9,000 – 15,000 ลักษณะของเซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายจึงเป็นผลึกที่สามารถตรวจสอบได้ด้วย X – ray diffractioninfrared spectroscopy และการหาความหนาแน่น

2.8.1 สมบัติทางเคมีของเส้นใยฝ้าย [13]

เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญของฝ้ายคือเซลลูโลส ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ใยฝ้ายเมื่อทำปฏิกิริยากับสารเคมีจะถูกทำลายได้ง่าย เช่น

2.8.1.1 เมื่อถูกกรดแก่ เช่น กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ใยฝ้ายจะเป็นเป็นสารเหนียวหนืด หรือเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (HNO_3) จะได้เซลลูโลสไนเตรตซึ่งเป็นวัตถุระเบิด

2.8.1.2 กรดอ่อนเช่น กรดซิทริก (Citric acid) กรดอะซิติก (Acetic acid) จะไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย

2.8.1.3 สารที่เป็นด่างไม่ว่าด่างแก่ หรือด่างอ่อนไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย

2.8.1.4 สารที่เป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง เช่น ด่างทับทิม ($KMnO_4$) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaClO) จะสามารถเปลี่ยนเส้นใยฝ้ายเป็นออกซีเซลลูโลส (Oxycellulose) ซึ่งมีความเหนียวลดลง ดังนั้นการซักผ้ายฝ้ายที่ใช้สารฟอกมากเกินไปจะทำให้ผ้าฝ้ายขาดง่าย

2.8.1.5 รังสีอัลตร้าไวโอเลต แสงแดดสามารถทำให้เซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายเปลี่ยนเป็น Oxycellulose ถ้าตากผ้าฝ้ายในแสงแดดนาน 2 สัปดาห์ เส้นใยฝ้ายจะทนต่อแรงดึงลดลงถึงร้อยละ 50

2.9 โครงสร้างของผ้าทอ [14]

โครงสร้างผ้าทอนั้นต้องประกอบด้วยด้ายยืน (Warp) และด้ายพุ่ง (Weft) ซึ่งจะขัดประสานกันทำให้ผืนผ้าคงรูปขึ้น โครงสร้างลายทอสามารถแบ่งเป็นแบบหลักๆ ได้ 3 แบบ ลายทอทั้ง 3 แบบ ต่างก็มีลวดลายแตกแขนงกันไปได้อีกขึ้นกับการประยุกต์ลวดลายของผู้ทอ

2.9.1 ลายขัด (Plain Weave)

ลายขัดเป็นลายที่ทอง่ายที่สุดเทียบกับลายทอทั้งหมด เกิดจากการขัดกันของเส้นด้ายพุ่งและด้ายยืน โดยขัดขึ้นลงเป็นแนวเดียวกันสลับกันไปตลอดหน้ากว้างของผืนผ้า การสลับเส้นด้ายนั้นจะเป็นไปโดยจำนวนเท่า ๆ กัน ยกตัวอย่างเช่น ด้ายพุ่ง 1 ด้ายยืน 1 (ขึ้น-ลงสลับกันไป) หรือถ้าให้ด้ายพุ่ง 2 ด้ายยืนก็ต้อง 2 เท่ากัน จำนวนของด้ายพุ่งและด้ายยืนจะต้องเท่ากันตลอด

2.9.2 ลายสอง (Twill Weave)

ลายสองเป็นการทอที่ทำให้เกิดลวดลายในแนวของเส้นทแยง มุมทแยงนั้นจะมีได้ตั้งแต่ 14°, 45° และ 75° ตามลำดับ แต่โดยทั่วไปนั้นถือว่า 45o ของแนวทแยงเป็นลายที่ทำใช้กันมาก

ที่สุด เส้นด้ายยืนจะข้ามด้ายพุ่ง 1 เส้น ลอดใต้ด้ายพุ่ง 2 เส้น เรียกว่า 1:2 มุมทแยงจะแตกต่างกันตามจำนวนด้ายพุ่งที่ขัดกันเป็นเส้นทแยง เรียกว่า เส้นด้ายลอย (Float)

2.9.3 ลายต่วน (Satin or Sateen Weave)

การทอลายต่วน คือ การทอที่มีเส้นด้ายลอย (Float) ที่มีความยาวมากทำให้ด้ายยืนชิดกันมากขึ้น ทำให้ผืนผ้ามีความเรียบมันมาก ลายต่วนจะดูคล้ายลายสองที่ถูกตัดขาดออกไป เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Broken Twill หรือลายสองที่ขาดออกจากกัน เส้นลอยที่ยาวจะทำให้เนื้อผ้ามีความมันขึ้นและสะท้อนแสงได้ดี แต่ทั้งนี้ก็ทำให้เนื้อผ้าถูกเกี่ยวกระตุกได้ง่ายไม่เหมือนกับผ้าทอลายขัดหรือลายสอง การทอลายต่วนโดยมากจะกำหนดไว้ว่า จะเป็นต่วนด้ายพุ่ง หรือต่วนด้ายยืน ถ้าใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นลอย (Float) จะเรียกว่า Sateen Weave แต่ถ้าใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นลอย จะเรียกว่า Satin Weave

2.9.4 ลายพิเศษ (Decorative Weave)

การทอแบบนี้เรียกว่า การทอแบบแฟนซี (Fancy Figure and Design Weave) ทำได้โดยออกแบบและจัดดูว่าด้ายพุ่งและด้ายยืนจะขัดประสานกันอย่างไร ให้เกิดลวดลายขึ้นมา การทอผ้าลักษณะนี้จะอาศัยการผสมผสานลวดลายพื้นฐาน 3 แบบเข้าด้วยกัน ตัวอย่างผ้าที่ทอด้วยลักษณะแบบนี้ก็มีเช่น ผ้าด็อบบี้ (Dobby), แจ็คคาร์ด (Jacquard), ลีโน (Leno), กำมะหยี่ (Pile) รวมจนถึงผ้าที่มีจำนวนด้ายยืนและด้ายพุ่งเพิ่มมากกว่าปกติ และผ้าทอ 2 ชั้นอีกด้วย (Double Cloth Weave)

2.10 การตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ (Textile Finishing) [15]

การตกแต่งสำเร็จสิ่ง เป็นหนึ่งในกระบวนการทางสิ่งทอ ซึ่งมักกระทำเป็นขั้นตอนสุดท้ายต่อจากการเตรียมและการให้สีสิ่งทอ โดยมีจุดมุ่งหมาย ที่จะเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมคุณสมบัติบางอย่างให้กับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เพื่อให้สิ่งทอนั้นมีคุณสมบัติในการใช้สอยที่ดีขึ้น หรือเป็นที่พอใจของผู้ใช้มากขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการในการตกแต่งสำเร็จได้ 2 วิธี คือ

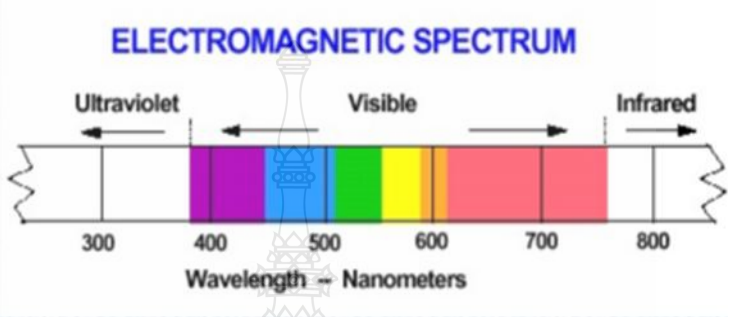
2.10.1 การตกแต่งเชิงกล (Machanical Finishing) เป็นการตกแต่งผ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้แก่ผ้าโดยวิธีการเชิงกล

2.10.2 การตกแต่งทางเคมี (Chemical Finishing) เป็นการตกแต่งผ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้แก่ผ้าโดยวิธีการทางเคมี

การพัฒนาในด้านการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ได้ทำให้เกิดวิธีการในการตกแต่งขึ้นมากมาย ทั้งที่เป็นวิธีการโดยทางเชิงกลและโดยการใช้สารเคมี เพื่อประโยชน์ของผู้ใช้จะตัดสินใจก่อนที่จะซื้อผ้า

2.11 รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Radiation) [16]

รังสีอัลตราไวโอเลตหรือที่เรียกว่ารังสียูวิ เป็นส่วนหนึ่งของรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องถึงพื้นโลก รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) เป็นพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่รังสีออกจากดวงอาทิตย์ ประกอบไปด้วยแถบสเปคตรัมซึ่งสามารถแบ่งแถบสเปคตรัมออกเป็น 3 แถบกว้างๆดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (James H. Gibson, 2002)

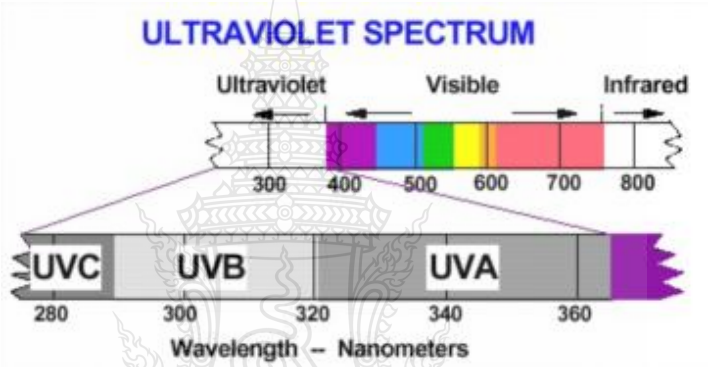
ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับรังสีของดวงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศ พบว่าพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ที่นอกชั้นบรรยากาศเป็นสัดส่วนต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา และที่ระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์นั้นรังสีมีแนวตั้งฉากกับพื้นที่

นอกจากนี้ยังพบว่าแดดในเดือนกรกฎาคมน้อยกว่าในเดือนมกราคมถึง 6.9 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก ระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์ กับโลก ใกล้กันที่สุดในวันที่ 3 มกราคม โดยมีระยะใกล้ประมาณ 147 ล้านกิโลเมตร และห่างที่สุดวันที่ 4 กรกฎาคมโดยมีระยะห่างประมาณ 152 ล้านกิโลเมตร ในไทยมีการตรวจวัดรังสีดวงอาทิตย์ปรากฏว่าในเดือนกรกฎาคมมีค่าไม่น้อยกว่า เดือนมกราคม เหตุที่รังสีดวงอาทิตย์ ไม่เข้มที่สุดในเดือนมกราคม เพราะว่าแกนโลกเอียงไปทางซีกโลกใต้ ทำให้ประเทศไทยซึ่งอยู่ซีกโลกเหนืออยู่ห่างกว่าซีกโลกใต้และมีแนวดวงอาทิตย์เหนือศีรษะมาก

รังสีดวงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญต่อธรรมชาติเพราะว่าก่อให้เกิดภูมิอากาศของโลกและมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่ง สเปคตรัมของดวงอาทิตย์ช่วงอัลตราไวโอเลตมีบทบาทในกระบวนการทางชีววิทยาอย่างสำคัญหลายประการแต่ก็มีอันตรายหากได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตในปริมาณที่มากเกินไปเช่นความสามารถในการปรับและป้องกันตัวของสิ่งมีชีวิตบางชนิดรวมทั้งมนุษย์จะเสื่อมถอยลงและจะเป็นอันตรายขั้นรุนแรงต่อไปโดยเฉพาะผิวหนังและตา ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความเข้มสูงจึงควรมีวิธีป้องกันและจำกัดการรับรังสีดวงอาทิตย์

2.11.1 ชนิดของรังสีอัลตราไวโอเลต

รังสีดวงอาทิตย์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) รังสีช่วงแสงสว่าง (Visible) และรังสีอินฟราเรด (Infrared) รังสีอัลตราไวโอเลตสามารถวัดได้ในรูปกำลังงานการแผ่รังสีตกกระทบต่อหน่วยพื้นที่ (Irradiance) ที่ใช้หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (w/m^2) หรือในรูปพลังงานตกกระทบต่อหน่วยพื้นที่ในช่วงเวลาที่กำหนด (Radiant Exposure or dose) ใช้หน่วย จูลต่อตารางเมตร (J/m^2) เพื่อที่จะอธิบายผลกระทบทางชีววิทยา คุณสมบัติของรังสีจึงแบ่งตามช่วงคลื่นและแสดงในหน่วยนาโนเมตร (nanometer, nm = 10-9 m) ซึ่งแถบสเปคตรัมของรังสีอัลตราไวโอเลต (Solar Ultraviolet Spectra) ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังภาพที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สเปคตรัมรังสีอัลตราไวโอเลต (James H. Gibson, 2002)

ซึ่งแถบสเปคตรัมของรังสีอัลตราไวโอเลต (Solar Ultraviolet Spectra) สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.11.1.1 รังสี UV-C ช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 100-280 นาโนเมตร เป็นช่วงคลื่นที่มีความเข้มสูงที่สุดของช่วงรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) แต่เป็นช่างที่ถูกดูดกลืนเกือบทั้งหมดโดยโอโซน และออกซิเจนในบรรยากาศ มิฉะนั้นโลกใบนี้อาจไม่มีสิ่งมีชีวิตเหลืออยู่ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากรังสี UV-C ก็เช่นแสงที่ปล่อยจากหลอดไฟที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรค (germicidal lamp)

2.11.1.2 รังสี UV-B ช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 280-315 นาโนเมตร เป็นช่วงคลื่นที่ดูดกลืนไว้ได้ส่วนใหญ่และส่องถึงพื้นโลกได้เพียงบางส่วนประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ซึ่งมีผลต่อการสร้างวิตามินดีของร่างกายในช่วงเวลาสั้นๆ แต่เป็นช่วงคลื่นที่ทำอันตรายมากที่สุดต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้ผิวหนังแดงถึงไหม้เกรียม หากมีการสะสมในร่างกายมากจะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับดวงตา, เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง, และยังไปยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายในระยะยาวอีกด้วย เนื่องจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตมักจะเกิดปรากฏการณ์การดูดกลืนรังสี UV-B โดยที่ดวงอาทิตย์มีพลังงานสูงมากและ

ปลดปล่อยโปรตอนออกมาในหลายช่วงความถี่ รวมทั้งช่วงรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ซึ่งมีการดูดกลืนโดยร่างกาย และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะแตกต่างกับการดูดกลืนโฟตอนของพืชในช่วงสีน้ำเงินและแดง (400-500 และ 650-780 นาโนเมตร) เพื่อนำไปเป็นพลังงานใช้ในการสังเคราะห์แสง แต่การดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ของร่างกายสิ่งมีชีวิตถือเป็นการทำลายเซลล์แบบถาวร

2.11.1.3 รังสี UV-A ช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 315-400 นาโนเมตร เป็นช่วงคลื่นที่โอโซนดูดกลืนไว้ได้ส่วนน้อย และส่องถึงพื้นโลกได้เป็นส่วนใหญ่ เป็นช่วงคลื่นที่ร่างกายต้องการในการสังเคราะห์วิตามินดี และมีอันตรายไม่มาก ไม่ทำลายสิ่งมีชีวิต แต่หากร่างกายดูดซับไว้มากเกินไปจะทำให้ผิวหนังหยาบกร้าน, ทำให้ผิวหนังแดง, ไปยับยั้งภูมิคุ้มกันร่างกาย และก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับดวงตาแต่ยังน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ UV-B

เรามองเห็นสีวัตถุได้เพราะปฏิกิริยาระหว่างรังสีกับวัตถุ ซึ่งเราสามารถสังเกตปฏิกิริยาของวัตถุกับแสงได้รอบๆตัว เช่น หญ้ามีสีเขียว เพราะโปรตอนของสีแดงและน้ำเงินถูกดูดกลืนโดยคลอโรฟิลของพืช หรือรถยนต์เห็นเป็นสีแดงเพราะแสงสีน้ำเงินและเขียวถูกดูดกลืนโดยสีที่ใช้เคลือบรถ วัตถุสามารถปล่อยโปรตอน (ซึ่งตรงข้ามกับการดูดกลืน) ถ้าถูกกระตุ้นด้วยพลังงานหรือให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงพอ แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นผลจากการกระตุ้นไอปรอทด้วยอิเล็กตรอนพลังงานสูงแล้วปล่อยโปรตอนออกมา แท้จริงอยู่ในช่วง UV) และทำปฏิกิริยากับ ฟอสฟอรัสที่ฉาบไว้กับผนังหลอดจึงปล่อยแสงสว่างออกน้ำเงินที่เราเห็น หลอดไฟบนขอบถนนที่ออกเป็นสีเหลืองเป็นผลจากโฟตอนที่ถูกปล่อยโดยไอโซเดียมที่ถูกกระตุ้นหรือให้ความร้อน ดังนั้น ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุกับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นผลมาจากทั้ง การดูดกลืนและการปล่อยโปรตอนขึ้นอยู่กับแต่ละปรากฏการณ์ที่สังเกต

2.11.2 สามารถแบ่งประเภทผลกระทบจากรังสียูวีได้ 3 ประเภท คือ

2.11.2.1 ผลกระทบต่อมนุษย์ รังสีอัลตราไวโอเลตมีทั้งประโยชน์และโทษต่อสุขภาพมนุษย์ คุณประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเลตคือ ช่วยสังเคราะห์วิตามิน D ที่ผิวหนังของคนและผิวหนังของสัตว์และมีส่วนสำคัญช่วยสร้างเนื้อเยื่อกระดูก รังสีอัลตราไวโอเลตก็มีโทษ ได้แก่ ทำให้ผิวเหี่ยวย่น, ผิวไหม้เกรียม, เกิดอาการอักเสบที่กระจกตา (snow blindness), ตาเป็นต้อ (กระจก) และเกิดมะเร็งผิวหนัง ซึ่งเราสามารถแบ่งผลกระทบออกได้ 4 ข้อ คือ

1) ผลกระทบต่อดวงตา ตาของมนุษย์ไม่เพียงแต่ได้รับแสงที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์โดยตรงเท่านั้น แต่ยังได้รับแสงจากการตกกระทบภายใต้มุมที่เฉียงมากๆอีกด้วย ดังนั้นหากตาได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตโดยที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน ก็จะเป็นอันตรายต่อดวงตา โดยผลกระทบ

ระยะสั้นที่เกิดขึ้นคือ กระจกตาอักเสบ และผลกระทบระยะยาวเช่น ต้อเนื้อ ต้อลมหรือ ต้อกระจก การยับยั้งภูมิคุ้มกันร่างกาย

2) ระบบภูมิคุ้มกัน ภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ป้องกันร่างกายไม่ให้เกิดโรคติดต่อ และโรคมะเร็งบางชนิด โดยมีกลไกสำคัญ 2 ข้อ คือ (1) แอนติบอดี้ (Antibody) เป็นสารแก้พิษ ทำลายจุลินทรีย์ ป้องกันการติดเชื้อ และกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาสู่ร่างกาย (2) Lymphocyte เป็นสื่อที่นำไปสู่การผลิต Cytokines ซึ่งกระตุ้นเซลล์อื่นๆของระบบเม็ดเลือดขาวเพื่อทำลายเชื้อโรคไวรัส และเซลล์มะเร็งบางชนิด รังสียูวีสามารถเปลี่ยนแปลงระบบภูมิคุ้มกันบริเวณตำแหน่งที่ได้รับรังสี โดยยับยั้งภูมิคุ้มกันและมีบทบาทในการก่อให้เกิดโรคมะเร็งทั้งชนิด Melanoma และ Non-Melanoma โรคติดเชื้อ Autoimmunity และภูมิแพ้

3) มะเร็งผิวหนัง รังสีอัลตราไวโอเลต จะทำลาย DNA (genotoxic) เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งผิวหนัง ซึ่งมี 2 ประเภทคือ (1) มะเร็งผิวหนังชนิด Non-melanoma (NMSC) (2) มะเร็งผิวหนังชนิด Melanoma หรือ cutaneous malignant melanoma (CMM) เป็นผลจาก neoplastic transformation ของ melanocytes ซึ่งเป็นเซลล์ที่ผลิตเม็ดสีในผิวหนังชั้นนอก

4) การติดเชื้อ รังสียูวี มีผลกระทบต่อเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย โดยการเปลี่ยนแปลงกลไกการป้องกันการติดเชื้อหรือโดยการกระตุ้นการติดเชื้อโดยตรง เช่น การติดเชื้อจากปรสิต เนื่องจาก UV-B อันเนื่องมาจาก การถูกยับยั้งภูมิคุ้มกันร่างกาย

2.11.2.2 ผลกระทบต่อพืช ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่เพิ่มขึ้นบนโลกนั้นส่งผลโดยตรงต่อพืช เช่น ไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช, เปลี่ยนองค์ประกอบและทำลาย DNAของพืช และส่งผลโดยอ้อม คือ ทำให้พืชมีลักษณะและการเติบโตผิดเพี้ยนไป ผลิตผลที่ได้ลดลง ถึงแม้ว่าพืชจะมีกลไกการซ่อมแซม และมีกระบวนการปรับตัวต่อระดับของ UV ที่เพิ่มขึ้นแต่ก็มีขีดจำกัด ดังนั้นรังสี UV-B จึงมีผลกระทบต่อพืชโดยตรงในด้านการเจริญเติบโต ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางอ้อมที่เกิดจาก UV-B อาจสำคัญเท่าๆกัน เช่น การเปลี่ยนลักษณะของพืช หรือบางครั้งก็อาจสำคัญมากกว่าผลกระทบทางตรงในการทำลายพืชของ UV-B ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพืชนี้มีความสำคัญต่อพืชที่มีการแข่งขันกันอย่างสมดุล, สัตว์ที่กินพืช, โรคพืช และวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต (Biogeochemical Cycles)

2.11.2.3 ผลกระทบต่อวัสดุสิ่งก่อสร้าง Polymer สังเคราะห์, biopolymer และวัตถุบางอย่างถูกกระทบโดยรังสียูวีจากแสงแดด ทำให้วัสดุนั้นสีซีดจางลง เนื่องจากแสงแดดไปทำปฏิกิริยาเคมีกับวัสดุทำให้โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนไป เช่น ไม้และกระดาษจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีดเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต ปัจจุบันนี้มักมีการออกแบบวัสดุให้ป้องกันรังสี UV ได้โดยการเพิ่ม

คุณสมบัติพิเศษแก่วัสดุ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับ UV จะทำให้เกิดการเปราะพังของวัสดุเร็วขึ้น ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องการป้องกันแสงแดดมากขึ้น เพราะนอกจากผิวหนังจะถูกทำลายแล้ว ยังมีผลข้างเคียงและอันตรายเกิดขึ้นจากการสัมผัสกับรังสียูวีในแสงแดดอีกด้วย การป้องกันอันตรายจากรังสียูวีมี 3 วิธี โดยการลดระยะเวลาที่สัมผัสแสง การใช้สารป้องกันแสงแดด และการเลือกใช้วัสดุสิ่งทอที่มีสมบัติในการป้องกันรังสียูวี

2.12 การป้องกันรังสียูวี (UV Protection) [17]

ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการป้องกันรังสียูวีหรืออัลตราไวโอเลต (Ultraviolet protection factor : UPF) ของวัสดุสิ่งทอ ได้แก่ โครงสร้างผ้า ชนิดของเส้นใย ช่องว่างระหว่างเส้นด้าย สีย้อม สารฟอกขาว สารตกแต่งกันรังสีอัลตราไวโอเลต และ สารตกแต่งลดความเงามัน เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO2) ที่เติมลงในเส้นใย ค่า UPF จะเป็นปัจจัยที่กำหนดระดับการป้องกันรังสียูวีของวัสดุสิ่งทอ โดยค่า UPF จะบอกเป็นสัดส่วนของปริมาณรังสียูวีที่ถูกผิวเมื่อไม่มีผ้าทดสอบป้องกันต่อปริมาณรังสียูวีที่ถูกผิวเมื่อมีผ้าทดสอบป้องกันอยู่ วัสดุสิ่งทอที่มีค่า UPF เท่ากับ 50 คือ วัสดุนั้นจะยอมให้รังสียูวีเพียงแค่ 1 ใน 50 ส่วน (2%) ของรังสียูวีที่ตกกระทบและผ่านทะลุพื้นผิววัสดุได้ ซึ่งหมายความว่า วัสดุสิ่งทอสามารถป้องกันรังสียูวีได้ถึง 98% โดยการทดสอบด้วยมาตรฐาน AATCC 183 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหลักเกณฑ์การรับรองฉลาก Smart Fabric โดยทำการทดสอบทั้งก่อนซักและหลังซักจำนวน 20 ครั้ง ต้องมีค่า UPF 50

การกำหนดค่า UPF ของผืนผ้าตามมาตรฐานการทดสอบสากลจะอยู่ในช่วง 15-50 ค่า UPF โดยแบ่งเป็นช่วงดังต่อไปนี้

ค่า UPF = 50 (หรือ 50+) คือ มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ “สูงสุด”
(ป้องกันรังสียูวีได้มากกว่า 97.5 % , แสงยูวีส่องผ่านได้น้อยกว่า 2.5%)

ค่า UPF = 40-49 คือ มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ “ยอดเยี่ยม”
(ป้องกันรังสียูวีได้ 97.5 % , แสงยูวีส่องผ่านได้ 2.5%)

ค่า UPF = 25-39 คือ มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ “ดีมาก”
(ป้องกันรังสียูวีได้ 96.0-97.4% , แสงยูวีส่องผ่านได้ 2.6-4.0%)

ค่า UPF = 15-24 คือ มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ “ดี”
(ป้องกันรังสียูวีได้ 93.3-95.9 % , แสงยูวีส่องผ่านได้ 4.1-6.7%)

ความสามารถในการป้องกันแสงแดด (Sun protection factor : SPF) เป็นความสามารถในการป้องกันผิวหนังไม่ให้ถูกทำลายจากการถูกแสงแดด ซึ่งวัดเป็นระยะเวลาที่ผิวหนังได้รับการ

ปกป้องจากสารปกป้องแสงแดด (sun screen) สามารถปกป้องผิวหนังจากการถูกรังสียูวีแฝดเผา โดยบอกเป็นค่า SPF ในช่วง 2-100 ค่า SPF เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของวัสดุในการปกป้องผิวหนังจากการแฝดเผาของรังสียูวี แต่คุณภาพของวัสดุหรือสารเคมีในการป้องกันรังสียูวีไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่า SPF ของวัสดุกับระยะเวลาที่ผิวถูกแสงยูวีเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสียูวีที่ถูกผิวหนังช่วงเวลา ตำแหน่ง สภาวะอากาศขณะสัมผัสแสงด้วย จึงมีการพัฒนาวัสดุสิ่งทอให้มีสมบัติป้องกันรังสียูวีขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้รังสีผ่านมากระทบกับผิวได้ง่าย

2.13 การทดสอบการป้องกันรังสียูวี (UV Protection)

การทดสอบการป้องกันรังสียูวี ตามมาตรฐานการทดสอบ AATCC 183, 2014 [18]

2.13.1 วัตถุประสงค์

2.13.1.1 วิธีการทดสอบนี้ เป็นการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับการกำหนดการป้องกันและการส่งผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet radiation blocked or transmitted) ผ่านเส้นใยของผ้า

2.13.1.2 การทดสอบนี้แสดงขั้นตอนการวัดคุณสมบัติของผ้า ทั้งตัวอย่างเปียก และตัวอย่างแห้ง

2.13.1.3 กำหนดค่าการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี (UPF value) ให้กับผลิตภัณฑ์ผ้า

2.13.2 หลักการ

2.13.2.1 การส่งผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลต (transmission of ultraviolet radiation; UV-R) วัดโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer และ Spectroradiometer ในช่วงความยาวคลื่นหนึ่งๆ

2.13.2.2 Ultraviolet Protection Factor (UPF) คำนวณได้จากสัดส่วนของ ค่าการส่องผ่านของรังสียูวีที่เครื่องตรวจจับโดยไม่มีชิ้นงาน ต่อ ค่าการส่องผ่านของรังสียูวีที่เครื่องตรวจจับโดยมีชิ้นงาน

2.13.2.3 แล้วนำค่ามาคำนวณตามสมการด้านล่าง [19]

$$\text{UV Transmittance (\%)} = (T/B)\times 100$$

$$\text{UV Protection (\%)} = 100 - \text{UV Transmittance (\%)}$$

โดยที่ T = ค่าการส่องผ่านของรังสียูวีที่เครื่องตรวจจับโดยมีชิ้นงาน

B = ค่าการส่องผ่านของรังสียูวีที่เครื่องตรวจจับโดยไม่มีชิ้นงาน

2.13.3 ตัวอย่างทดสอบ

ทดสอบอย่างน้อง 2 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง สำหรับแบบเปียก และแบบแห้ง โดยขนาดของตัวอย่างไม่น้อยกว่า 50 x 50 มิลลิเมตร หรือเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ถ้าผ้ามีโครงสร้างหรือสีที่แตกต่างกัน ควรทดสอบแต่ละโครงสร้างและแต่ละสีที่แตกต่างกันด้วย

2.13.4 สภาวะการทดสอบ

การทดสอบตัวอย่างแบบแห้งตาม ASTM D1776 ทดสอบนาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2% RH

2.14 แบคทีเรีย (Bacterial) [20]

แบคทีเรีย เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทหนึ่ง มีขนาดเล็ก มองไม่เห็น ด้วยตาเปล่า ส่วนใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน หากแบ่งแบคทีเรียออกตามความต้องการใช้อ๊อกซิเจน สามารถแบ่งได้เป็น aerobic bacteria และ anaerobic bacteria เป็นต้น แบคทีเรียเติบโตและขยายพันธุ์ได้ในผ้าที่เปียกชื้น ทำให้ผ้าเกิดกลิ่นเหม็นอับ เปื่อยขาด และก่อให้เกิดโรคผิวหนังแก่ผู้สวมใส่ได้

2.15 การทดสอบการต้านทานแบคทีเรีย (Anti-Bacterial)

การทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเป็นการทดสอบเพื่อหา Clear Zone (mm) คือบริเวณที่เกิดการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่างถึงขอบบริเวณที่เกิดการยับยั้ง

การทดสอบการต้านทานแบคทีเรียตามมาตรฐานการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (Inhouse Standard Method) ของศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีมีขั้นตอนการทดสอบดั่งต่อไปนี้ [21]

2.15.1 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

2.15.1.1 นำเชื้อ 1 loop ใส่ใน flask ที่มี NB 15 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.15.1.2 ปิเปตเชื้อจากข้อ 1.1 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ที่มีอาหาร NB 100 มิลลิลิตร นำไปบ่มพร้อมเขย่าใน water bath ที่ 37˚C เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

2.15.2 การหาเชื้อเริ่มต้น

2.15.2.1 ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 1.2 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหาร NB 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer (Dilution 10-1)

2.15.2.2 ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 2.1 (Dilution 10-1) มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหาร NB 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer (Dilution 10-2)

2.15.2.3 ทำการ Dilution ไปเรื่อยๆจนถึง 10-6 หรือ 10-7

2.15.2.4 ปิเปตเชื้อที่ Dilution ที่ 10-5 1 มิลลิลิตร ใส่ใน plate โดยทำ 2 ซ้ำ เททับด้วยอาหาร NA แล้วทำการวน plate ไปมาเบาๆ เพื่อให้อาหารเลี้ยงเชื้อและเชื้อผสมกัน ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่ 37องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.15.2.5 ปิเปตเชื้อที่ Dilution ที่ 10-6 และ 10-7 ทำข้อเดียวกับ 2.4

2.15.2.6 เมื่อครบกำหนดเวลาตรวจนับปริมาณเชื้อที่เกิดขึ้น โดยนับปริมาณเชื้อที่สามารถนับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

2.15.2.7 คำนวณปริมาณเชื้อเริ่มต้น โดยนำจำนวนเชื้อที่นับได้ x Dilution ของเชื้อ

2.15.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อ

2.15.3.1 ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 1.2 ใส่ใน plate ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

2.15.3.2 ทำการ pour plate โดยการเท NA ลงไปใน plate แล้ววนไปมาให้เชื้อกับอาหารเข้ากัน

2.15.3.3 ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างที่ต้องการทดสอบการยับยั้ง วางลงตามตำแหน่งต่างๆบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.15.3.4 นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แล้ววัดขนาด Clear zone ที่เกิดขึ้น

2.16 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดหลังการซัก

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดหลังการซัก (Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering) ตามมาตรฐานการทดสอบAATCC135,2010 [22] วิธีการนี้ใช้สำหรับประเมินการเปลี่ยนแปลงขนาดของผ้าหลังการจำลองขั้นตอนการซักล้างที่ใช้กันทั่วไปในบ้านโดยผู้บริโภค โดยมี 4 อุณหภูมิการซัก 3 อุณหภูมิการหมุน 2 อุณหภูมิการล้าง และ 4 ขั้นตอนการอบแห้ง ซึ่งครอบคลุมตัวเลือกที่ใช้ในการดูแลเสื้อผ้าทั่วๆไปของเครื่องซักผ้าในปัจจุบัน

2.16.1 สภาวะการทดสอบ

คอนดิชั่นชิ้นทดสอบอย่างน้อย 4 ชั่วโมงก่อนการทดสอบที่ อุณหภูมิ 21 +/- 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 +/-2% RH

2.16.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

หลังจากครบเวลาในการคอนดิชั่นชิ้นทดสอบให้ตัดชิ้นทดสอบให้ห่างจากริมผ้าประมาณ 10%ของหน้ากว้างผ้า (หน้า กว้างของผ้า X 0.1 = ระยะห่างจากริมผ้า) ควรตัดชิ้นทดสอบอย่างน้อย 2 ชิ้นเพื่อเพิ่มความแม่นยำและถูกต้องในการทดสอบและทำ bench mark ซึ่งมี่ 2 วิธีดังนี้

2.16.2.1 Option 1. ตัดชิ้นทดสอบขนาด 380X380 มม. (15x15 นิ้ว) ทำ bench mark ขนาด 250x250 มม. (10x10 นิ้ว) bench mark แต่ละคู่นั้นต้องอยู่ห่างจากริมผ้าอย่างน้อยที่สุด 50 มม. (2 นิ้ว) และ bench mark แต่ละเส้นต้องห่างจากกันประมาณ 120 มม. (5 นิ้ว)

2.16.2.2 Option 2.ตัดชิ้นทดสอบขนาด 610X610 มม. (24x24 นิ้ว) ทำ bench mark ขนาด 500x500 มม. (18x18นิ้ว) bench mark แต่ละคู่นั้นต้องอยู่ห่างจากริมผ้าอย่างน้อยที่สุด 50 มม.(2 นิ้ว) และ bench mark แต่ละเส้นต้องห่างจากกันประมาณ 240 มม.(10 นิ้ว)

2.16.2.3 วัดระยะของ bench mark แต่ละเส้นทั้ง 2 แนว (ยืนและพุ่ง) โดยแนวด้ายยืนให้บันทึกค่าเป็น L1,L2,L3 (เรียงลำดับจากซ้ายมาขวา) และแนวด้ายพุ่งให้บันทึกเป็น W1,W2,W3 (จากบนลงล่าง)

2.16.3 วิธีการทดสอบ

2.16.3.1 ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบรวมกับ ballast ให้ได้น้ำหนัก 1.8 +/- 0.1 กิโลกรัม แต่สามารถใช้น้ำหนักรวมได้ถึง 3.6 +/- 0.1 กิโลกรัม (ผลระหว่าง 1.8 และ 3.6 อาจจะไม่เท่ากันและไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้)

2.16.3.2 เลือกโปรแกรมการซักและอุณหภูมิในการซัก, ระดับน้ำในการซัก 18+/- 0.5 แกลอน (น้ำหนัก 1.8 +/- 0.1 กิโลกรัม) และระดับน้ำในการซัก 22+/-0.5 แกลอน (น้ำหนัก 3.6 +/- 0.1 กิโลกรัม), ล้างด้วยน้ำเย็น – Cold (29+/-3OC)

2.16.3.3 เติมผงซักฟอก 1993 AATCC Standard Reference Detergent (ถ้าต้องการประเมินการเปลี่ยนสีหลังจากการซักให้ใช้ 1993 AATCC Standard Reference Detergent WOB) จำนวน 66 +/- 1 กรัม (ระดับน้ำ 18+/-0.5 แกลอน) และจำนวน 80 +/- 1 กรัม (ระดับน้ำ 22+/-0.5 แกลอน) ลงในเครื่องซักผ้า ให้เดินเครื่องประมาณ 2 นาทีเพื่อให้ผงซักฟอกละลายได้ดี จากนั้นหยุดเครื่อง

2.16.3.4 ใส่ผ้าและ ballast จากข้อ 5 ลงในเครื่องซักผ้า เลือกโปรแกรมและอุณหภูมิการซักและเริ่มการซักผ้า

2.16.3.5 เมื่อจบโปรแกรมการซักให้นำชิ้นทดสอบพร้อม Ballast ออกจากเครื่องซักผ้าและนำมาอบด้วยเครื่องอบผ้า โดยให้ตั้งระดับความร้อน, ใช้เวลาในการอบให้ผ้าแห้งพอดี

2.16.3.6 นำชิ้นทดสอบมาคอนดิชั่นที่อุณหภูมิ 21 +/- 1องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 +/-2% อย่างน้อยที่สุด 4 ชั่วโมง วางชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้แยกออกจากกันบนตะแกรงลวด ก่อนการวัดขนาดหลังการซัก

2.16.3.7 วัดขนาดของ bench mark หลังการซักครั้งที่ 1

2.16.3.8 ทำการซักชิ้นทดสอบอีก 2 ครั้ง หลังจากจบการซักแต่ละครั้งให้อบชิ้นทดสอบตามข้อ 9

2.16.3.9 คอนดิชั่นชิ้นทดสอบตามข้อ 10 และวัดระยะ bench mark หลังการซักครั้งที่ 3 บันทึกผล

2.16.4 การคำนวณและการรายงานผลการทดสอบ

2.16.4.1 คำนวณ % การเปลี่ยนแปลงขนาดโดยเฉลี่ยดังสมการด้านล่าง

$$\text{Average \% DC} = 100(B-A)/A$$

เมื่อ DC : การเปลี่ยนแปลงขนาด,

A : ขนาดก่อนซัก,

B : ขนาดหลังซัก

2.16.4.2 รายงานผล%การเปลี่ยนแปลงขนาดโดยเฉลี่ยทั้งแนวด้ายยืนและด้ายพุ่งรวมทั้งสภาวะในการซักและอบ

2.17 โพลียูรีเทน (Polyurethane : PU) [23]

โพลียูรีเทนเป็นโพลีเมอร์ที่ประกอบรวมกันอย่างมีแบบแผนและโดยทั่ว ๆไปส่วนมากจะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา di-isocyanate หรือ polyisocyanate ระหว่าง กับโพลิออล ทั้ง ไอโซไซยาเนต (isocyanates) และโพลีออลใช้ในการทำ โพลียูรีเทน ประกอบด้วยหมู่ฟังชันนอลโดยเฉลี่ยสองหมู่หรือมากกว่านั้นต่อโมเลกุล

บางคนพยายามลดการใช้ ไอโซไซยาเนต (isocyanates) มาสังเคราะห์เป็นโพลียูรีเทน ที่จากเพื่อ polyurethanes เพราะไอโซไซยาเนต (isocyanates) มีประเด็นด้านความเป็นพิษอย่างรุนแรง เมื่อเร็ว ๆ นี้ Non-isocyanate ที่เป็นรากฐานของ โพลียูรีเทน (NIPUs) ได้รับการพัฒนาเป็นประเภทใหม่ของโพลียูรีเทนเพื่อบรรเทาความกังวลเรื่องสุขภาพและสิ่งแวดล้อม.

โพลียูรีเทนมีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงดึง ทนทานต่อการฉีกขาด แต่จะเสื่อมเมื่อใช้ โพลียูรีเทนในทีชื้น หรือมีไอน้ำ มีสภาพเป็นกรด-ด่าง โพลียูรีเทน มักถูกนำมาใช้ในการผลิตที่นั่งโฟมที่มี

ความยืดหยุ่นสูง แผงฉนวนกันความร้อนที่เป็นโฟมแข็ง ปะเก็น ล้อยาง (เช่น ล้อรถเข็น และล้อสเก็ตบอร์ด) กาวหรือสารยึดเกาะ เส้นใยสังเคราะห์ (เช่น Spandex ที่มีความยืดหยุ่นสูง) สารเคลือบพื้นผิว (เช่น เคลือบผิวผ้าหรือหนุนพรมเพื่อเสริมความแข็งแรง) ส่วนที่เป็นพลาสติกแข็งสำหรับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และท่อ

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1]สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำการวิจัยวิธีการผลิตผงไหม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม โดยวิจัยผลิตผงไหมไฟโปรอิน (Fiborin) และผงไหมเซริซิน (Sericin) ทั้งชนิดละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีคุณค่าร่างกายทั้งด้านโภชนาการและการแพทย์ นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนแอสพาร์ติก (Asparitc Acid) ที่ช่วยป้องกันผิวแห้งซึ่งเหมาะที่จะใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื้น จากประโยชน์ ของผงไหมข้างต้น ทางสถาบันวิจัยหม่อนไหม มีแนวคิดที่จะวิจัยวิธีผลิตผงไหมในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งการวิจัยที่ดำเนินการมาทั้งหมดตั้งแต่ปี 2540 – 2544 นั้น เป็นเพียงการวิจัยที่ใช้วิธีง่าย ๆ ด้วยเครื่องมือในห้องทดสอบเท่านั้น โดยทดลองกับไหมพันธุ์นางน้อย, ศรีสะเกษ-1 และไหมป่าอีรี่ ซึ่งผลิตผงไหมได้ 2 ชนิด ดังนี้

1) Silk Peptide เป็นผงไหมที่ละลายน้ำได้ ผลิตจากส่วนของ Fibroin โดยวิธีการ Dialyzed คือการทำละลายด้วยเกลือ Calcium Chloride แล้วบรรจุในหลอด Cellulose Membrane เพื่อล้างเกลือออกให้เหลือไว้เฉพาะสารละลาย Fibroin แล้วนำไป Freeze Dry ก่อนบดให้ละเอียดเป็นผงไหม ซึ่งเป็นการดัดแปลงวิธีของ Tsubouchi (1997)

2) Silk Fibroin เป็นผงไหมที่ไม่ละลายน้ำ ผลิตจากส่วนของ Fibroin โดยวิธีกลบด้วยเครื่อง Micro Homoginizer ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 - 200 mesh แล้วนำไป Centrifuge ให้ตกตะกอน แล้วนำเข้าเครื่อง freeze Dry จะได้ผงไหมที่เหมาะกับการผลิตเป็นเครื่องสำอางสำหรับดูแลผิวและป้องกันแสงแดด

จากการศึกษาทดลองหาวิธีในการสกัดโปรตีนไฟโบอินและโปรตีนเซริซินจากรังไหม โดยการสกัดด้วยน้ำกลั่น, การสกัดด้วยสารละลายด่าง และการสกัดด้วยเอนไซม์ Bromilain สามารถสรุปได้ว่า การสกัดด้วนน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 90OC เป็นวิธีที่ง่ายและได้ผลดีมากที่สุด และเมื่อดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปจะได้ผลลัพธ์เป็นโปรตีนเซริซิน และโปรตีนไฟโบอินที่สามารถนำไปใช้เป็นสารทางชีวภาพที่มีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่สำคัญได้ เนื่องจากเซริซิน ประกอบด้วยโปรตีนจำพวกกรดอะมิโน ที่มีความบริสุทธิ์สูง 10 ชนิด จากการค้นข้อมูลพบว่า มีการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากโปรตีนเซริ

ซิน (Sericin Protein) และโปรตีนไฟโปรอิน (Fibrion Protein) จากรังไหม ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ และมีรายงานการศึกษาวิจัยรวมถึงการจดสิทธิบัตรของต่างประเทศมากมายเกี่ยวกับโปรตีน บ่งชี้ว่า Sericin และ Fibrion เป็นโปรตีนที่มีสมบัติที่เป็นประโยชน์อย่างมากมายนักวิทยาศาสตร์จึงได้สกัดโปรตีนจากรังไหมเพื่อนำไปพัฒนา เป็นอาหารเสริมสุขภาพ, ยา, เวชภัณฑ์, เครื่องสำอางและอื่น ๆ อีกมากจากการทดลองยังพบว่าผงไหมมีสมบัติในการรักษาความชุ่มชื่น, ต่อต้านการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxidation), ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลต เนื่องจากเซริซินประกอบด้วย เซรีน (Serime) ประมาณ 30% ซึ่งเป็นองค์ประกอบในผิวหนังที่มีอัตราส่วนสูงที่สุด จากสมบัติที่กล่าวมาจึงมีการนำเซริซินไปผสมในเครื่องสำอาง เช่น สบู่ และแชมพูสระผมสำหรับผู้ที่มีผิวแพ้ง่าย เซริซินยังมีสรรพคุณในการช่วยลดความดันโลหิต, ลดน้ำตาลในเลือด, ช่วยกระตุ้นการปลูกผม และช่วยบรรเทาโรคเกี่ยวกับการฟังได้อีก

[2]รศ.ดร.พรอนงค์ อร่ามวิทย์ ได้ศึกษาวิจัยแผ่นเนื้อเยื่อเทียมปิดแผลจากโปรตีนกาวไหม และกล่าวถึงงานวิจัยดังกล่าวว่า การศึกษาพบว่ามี 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของโปรตีนกาวไหมคือสายพันธุ์ ในช่วงแรกของการวิจัยต้องใช้เวลานานมากในการศึกษาสมบัติของสายพันธุ์ไหมต่างๆ ในประเทศไทยมีปัญหาหลักคือความคงตัวของสายพันธุ์และฤดูกาลที่ต่างกัน มีผลให้สมบัติของโปรตีนกาวไหมที่ได้ต่างกันไปด้วย หากเป็นสายพันธุ์แท้จะเลี้ยงยาก เพราะตายง่ายไม่แข็งแรง ส่วนสายพันธุ์ผสมจะแข็งแรงกว่า แต่สมบัติของโปรตีนกาวไหม เช่น น้ำหนักโมเลกุล ค่าการละลาย การกระตุ้นคอลลาเจน ฯลฯ จะต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ที่นำมาผสม ต้องใช้เวลานานกว่า ๒ ปีในการค้นหาสายพันธุ์ที่มีความเสถียร แต่ละรุ่นของการผลิตไม่มีความแตกต่างกันมากนัก และมีคุณสมบัติการกระตุ้นคอลลาเจนใกล้เคียงกัน จนกระทั่งได้สายพันธุ์ที่ดีที่สุดคือ สายพันธุ์จุล ๑/๑ ซึ่งมีสารก่อให้เกิดการแพ้ต่ำที่สุดและสามารถกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนได้มากที่สุด โดยเลือกใช้วัตถุดิบจากโรงงานผลิตไหมขนาดใหญ่ เนื่องจากมีปริมาณรังไหมมาก, ใช้วิธีการสกัดเหมือนกัน และควบคุมคุณภาพได้เหมือนกันทุกครั้งที่สกัด ทำให้โปรตีนที่ได้มีสมบัติทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพไม่แตกต่างกัน แผ่นเนื้อเยื่อต่างจากแผ่นปิดแผล คือ แผ่นเนื้อเยื่อต้องมีจำนวนรูพรุนและมีขนาดที่เหมาะสม และรูพรุนต้องเชื่อมต่อกัน เพื่อให้เซลล์ผิวหนังสามารถเคลื่อนไปเจริญเป็นเนื้อเยื่อได้ การขึ้นรูปจึงยากต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ แผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากโปรตีนกาวไหมนี้มีขนาด 2 เท่าของกระดาษ A4 ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับขนาดวัสดุปิดแผลในท้องตลาด รูปแบบแผ่นเนื้อเยื่อเหมือนกับแผ่นกระดาษ คือ มองข้างนอกไม่เห็นความแตกต่าง เพราะมีรูพรุนขนาดเล็กมาก และมีสีปูนเหมือนสีของกาวไหม เมื่อนำไปทดลองใช้กับสัตว์ทดลองพบว่าได้ผลดีมาก จากนั้นจะทดลองใช้ในอาสาสมัครที่ไม่มีบาดแผล เพื่อศึกษาว่าเกิดการระคายเคืองหรือไม่ สุดท้ายจะทดลองใช้ในผู้ป่วยที่

มีบาดแผล หากได้ผลดีจะทดลองผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป ปัจจุบันแผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลที่ใช้กันในประเทศต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด จึงมีราคาแพงมาก เห็นได้จากผู้ป่วยแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกบางรายต้องจ่ายค่ารักษา ๑ – ๒ ล้านบาทซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าวัสดุปิดแผล หากสามารถผลิตแผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากโปรตีนกาวไหมในเชิงพาณิชย์ได้ จะสามารถต้นทุนลงได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ เท่า อีกทั้งยังมีสมบัติในการกระตุ้นการสร้างคอลลาเจน และมีอัตราการแพ้ต่ำกว่าแผ่นเนื่อเยื่อทั่วๆ ไป ที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้จะมีการวิจัยต่อเพื่อให้แผ่นเนื้อเยื่อสามารถป้องกันการเติบโตของเชื้อโรคได้ และหาวิธีการฆ่าเชื้อโรคบนแผ่นเนื้อเยื่อ เนื่องจากพบว่ารังสีแกรมม่าที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในปัจจุบันอาจทำให้สมบัติของโปรตีนกาวไหมเปลี่ยนไป ส่งผลต่อคุณภาพของแผ่นเนื้อเยื่อไม่เท่ากัน อีกทั้งยังร่วมมือกับศิริราชพยาบาลเพื่อพัฒนาแผ่นเนื้อเยื่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและเป็นแบบม้วน เพื่อสามารถตัดใช้ได้ตามต้องการ

[6]รังสิมา ชลคุป ได้ทำการศึกษาวิธีสกัดเซริซินจากไหมรังตัด (Pierced cocoon) และ เปลือกไหม (Inferior knubbs) ในน้ำร้อน เพื่อหาปริมาณเซริซินที่สกัดได้จากวัตถุดิบต่อปริมาณเซริซินในวัตถุดิบภายใต้การควบคุมเวลาและอุณหภูมิ โดยทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของน้ำที่ใช้สกัดและระยะเวลาในการสกัดที่เหมาะสม การศึกษานี้ใช้สมการความสัมพันธ์ของตัวแปร, วางแผนการทดลองแบบ Box-Wilson Design และวิเคราะห์ผลด้วย Response Surface Methodology จากผลการทดลองพบว่าผลของการสกัดเซริซินของแต่ละเศษไหมควรใช้สภาวะการสกัดดังนี้ รังตัด: 115^{O}C นาน 37 นาที และเปลือกนอก : 108^{O}C นาน 43 นาที และพบว่าสามารถคาดเดาสมการการหาปริมาณเซริซินจากการสกัดเศษไหมทั้ง 2 ชนิด (R sup(2) 0.84), มวลโมเลกุลของเซริซินที่สกัดได้เท่ากับ132 kDa และเซริซินที่สกัดได้ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลักๆ คือ เซริน (Serine), 18.24 เปอร์เซ็นต์ แอสพาร์ติก (Aspacritc Acid) 9.83 เปอร์เซ็นต์ และไกลซีน (Glycine) 5.51 เปอร์เซ็นต์ การนำเซริซินมาใช้เป็นสารรีดเรียบบนผ้าฝ้าย ทำได้โดยนำเซริซินที่สกัดได้เข้มข้น 0-0.5 เปอร์เซ็นต์ มาผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม 2 ชนิด ได้แก่ น้ำยาปรับผ้านุ่มที่เป็นสารผสมประเภทซิลิโคน (Polysiloxane and polyethylene) และน้ำยาปรับผ้านุ่มที่เป็นสารประกอบประเภทเอมีน (Fatty acid-amine-condensation product) โดยผสมในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ผลพบว่า ผ้าที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่มชนิดสารผสมซิลิโคน นั้นทำให้ความแข็งอยู่ตัวตามแนวด้ายพุ่งของผ้าดีขึ้น, สมบัติการทิ้งตัวของผ้าดีขึ้น และผลการคืนตัวจากการยับของผ้ามีแนวโน้มดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ตกแต่งด้วยเซริซินผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่มชนิดสารประกอบเอมีน และพบว่าการผสมเซริซินกับน้ำยาปรับผ้านุ่มนั้นทำให้สมบัติความแข็งอยู่ตัวของผ้าลดลงเมื่อเปรียบเทียบผลกับน้ำยารีดเรียบทางการค้าทั่วไป

[8]ปิยรัตน์ มูลศรี ได้ศึกษาวิจัยการเตรียมผงเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม โดยได้เตรียมไหมเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมของรังไหม บอมบิกมอริ โดยรังไหมของไหมพันธุ์ไทยพื้นเมือง (พันธุ์นางสิ่ว) และไหมพันธุ์ลูกผสม (พันธุ์จุล ของบริษัทจุลไหมไทย) ถูกใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ การลอกกาวไหมทำโดยใช้น้ำกลั่นหรือสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 0.05% เป็นตัวทำลายในการลอกกาว เซริซินถูกสกัดจากน้ำลอกกาวไหมโดยใช้การตกตะกอนด้วยสารละลายเอทานอล (ในอัตราส่วน 3 : 1 ของน้ำลอกกาวไหม) หรือการระเหยตัวทำละลายออกไปเพียงอย่างเดียว ผงเซริวินถูกเตรียมโดยการใช้เครื่องทำให้แห้งแบบเยือกแข็งเปรียบเทียบกับเครื่องทำให้แห้งแบบอบลมร้อน ได้ศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมในการลอกกาวไหม และเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนมาของเซริซิน อีกทั้งสมบัติทางกายภาพ, ลักษณะเฉพาะ, การละลาย, และองค์ประกอบทางเคมีของผงเซริซินที่เตรียมได้ก็มีการสืบหาข้อมูล จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลอกกาวไหมคือที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 3 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนมาของสารเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมีค่าสูงกว่า 45 % ของน้ำหนักที่หายไปของไหมสำหรับทุกวิธีการที่ใช้ สัณฐานวิทยาของผงไหมเซริซินแสดงลักษณะเป็นเกล็ดผงระดับไมครอนสำหรับการใช้วิธีการทำให้แห้งแบบอบลมร้อนโครงสร้างทุติยภูมิของผงเซริซินเป็นแบบ Silk I (random coil และ a-helix) และการใช้สารละลายเอทานอลในการเตรียมผงเซริซินไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของเซริซิน นอกจากนั้นผงเซริซินที่เตรียมได้ยังสามารถละลายได้ดีที่อุณหภูมิสูง (70 °C) ส่วนประกอบทางเคมีของผงเซริซินที่เตรียมได้ มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบหลักอยู่มากกว่า 60 % มีปริมาณเถ้าอยู่ประมาณ 5-12 % ปริมาณความชื้นอยู่น้อยกว่า 6 % และปริมาณน้ำตาลอยู่น้อยกว่า 0.01 % ตามลำดับ

[24]เกียรติชัย ดวงศรี ได้ศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดโปรตีนจากรังไหมเสียรังสีขาว และรังสีเหลือง โดยการใช้สารสกัดธรรมชาติจากด่างของขี้เถ้าแกลบ และด่างของขี้เถ้าผักโขมหนาม ใช้น้ำกรองและน้ำกลั่น โดยการศึกษาเปรียบเทียบหาระยะเวลาการสกัดที่เหมาะสม เพื่อศึกษาความสามารถในการสกัดโปรตีนเซริซินให้ได้เปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงสุด แล้วเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนระหว่างรังไหมเสียสีขาว และรังไหมเสียสีเหลือง ทดลองโดยการนำรังไหมเสียสีขาวและรังไหมเสียสีเหลืองตัวอย่างละ 10 รังมาต้มสกัดกับน้ำด่างขี้เถ้าแกลบและน้ำด่างขี้เถ้าผักโขมหนาม 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิคงที่ 95 องศาเซลเซียส ศึกษาเปรียบเทียบที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที ใช้น้ำกรองและน้ำกลั่นเปรียบเทียบกับการใช้น้ำด่างจากขี้เถ้า จากนั้นนำไปทดสอบหาปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธี Kjeldahl System ผลการทดลองพบว่าสารที่ใช้ต้มสกัดรังไหมเสียสีเหลืองจากขี้เถ้าแกลบมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สกัดได้สูงสุดที่ 1.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นสารสกัดจากผักโขมหนามมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 1.26 เปอร์เซ็นต์ โดยสารสกัดจากน้ำกรองและน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด 1.01 และ 0.85 ตามลำดับ การใช้

สารต้มสกัดรังไหมเสียสีขาว พบว่าสารสกัดจากขี้เถ้าผักโขมหนามมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สกัดได้สูงสุด 1.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นสารสกัดจากขี้เถ้าแกลบมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 1.15 เปอร์เซ็นต์ โดยสารสกัดจากน้ำกรอง และน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด 0.97 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ในการต้มสกัดโปรตีนเซริซินจากรังไหมเสีย พบว่าระยะเวลาที่ 90 นาทีทั้งรังไหมสีขาวและรังไหมสีเหลือง มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สกัดได้สูงสุดในทุกตัวอย่างทดลอง รองลงมาคือที่ระยะเวลา 60 นาทีและ 30 นาทีตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนเซริซินรังไหมสีขาวเทียบกับรังไหมสีเหลืองพบว่าปริมาณโปรตีนเฉลี่ยที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในระดับ 0.05

[25]ปราณี รัตนดิลก ได้ศึกษาวิจัยการตกแต่งผ้าฝ้ายกรดซิทริกเพื่อให้มีสมบัติกันยับโดยกรดซิทริกทำหน้าที่เป็นสารตกแต่งสำเร็จแบบปราศจากฟอร์มแมลดีไฮด์ ร่วมกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมโดยวิธี อัดน้ำยา-ทำให้แห้ง-อบผนึก ซึ่งในจำนวนของตัวเร่งปฏิกิริยา ประเภทเกลือโลหะอัลคาไลของกรดอนินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยนั้นโซเดียมไฮโพฟอสเป็นสารเร่งปฏิกิริยาอีกตัวหนึ่งที่สามารถใช้ร่วมกับโซเดียมไฮโพฟอสไฟต์ซึ่งมีราคาแพงกว่า โดยสามารถลดปริมาณการใช้ไฮโพฟอสได้ให้สมบัติของผ้าภายหลังการตกแต่งที่น่าพอใจ และยังพบว่าโมโนโซเดียมพอสเฟสไฟต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ้าที่ผ่านการตกแต่งโดยใช้กรดซิทริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 7 ด้วยอัตราส่วนโมลระหว่างกรดซิทริกและไฮโพฟอสไฟต์เท่ากับ 1 : 2 และอบผนึกที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 วินาที จะให้ผลขององศาการคืนตัวต่อรอยยับดีขึ้นถึงร้อยละ 46 โดยความขาวของผืนผ้ายังไม่ลดลงแต่อย่างใด และผ้ายังคงมีความแข็งแรงอยู่ร้อยละ 69.4 ซึ่งสูงกว่าผลที่ได้จากการตกแต่งด้วยด้วยสารชนิดเดิมที่มีฟอร์แมลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามการใช้เวลาและอุณหภูมิในการอบผนึกเพิ่มขึ้นนั้นจะมีผลทำให้ความแข็งแรงของผืนผ้าลดลงตามไปด้วย ส่วนการเกิดหมู่เอสเทอร์ในผืนผ้าที่ผ่านการตกแต่งนั้นสามารถวิเคราะห์ได้โดยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

[26]บิณฑสันต์ ขวัญข้าว ได้ศึกษาวิจัยการตกแต่งสำเร็จเพื่อป้องกันรังสียูวี ต่อการเปลี่ยนของสีและสมบัติทางกายภาพของผ้าฝ้าย ผ้าโพลิเอสเทอร์และผ้าฝ้ายผสมเส้นใยโพลิเอสเทอร์ ที่ย้อมและตกแต่งสำเร็จ สีที่ใช้ในการย้อมได้แก่ สีรีแอคทีฟและสีดิสเพอร์ส 3 เฉดสีคือ สีแดง สีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยมีการใช้สารดูดซับรังสียูวี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ใช้กับเส้นใยฝ้ายและชนิดที่ใช้กับเส้นใยโพลิเอสเทอร์ ผ้าฝ้ายถูกย้อมด้วยสีรีแอคทีฟ ผ้าโพลิเอสเทอร์ถูกย้อมด้วยสีดิสเพอร์ส และผ้าฝ้ายผสมเส้นใยโพลิเอสเทอร์ถูกย้อมด้วยสีดิสเพอร์สและสีรีแอคทีฟ ที่ระดับความเข้มข้นของสีตั้งแต่ร้อยละ 0.5 ถึง 4 ของน้ำหนักผ้าและตกแต่งสำเร็จด้วยสารดูดซับรังสียูวีพร้อมการย้อม และหลังการย้อมที่ระดับความ

เข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า ผ้าที่ตกแต่งสำเร็จพร้อมการย้อมและหลังการย้อม ถูกทดสอบหาการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าและสมบัติการดูดซึมน้ำ ความแข็งแรงของผ้า ความแข็งกระด้างของผ้า ความคงทนของสีผ้าต่อการซัก ความคงทนของสีผ้าต่อแสงและการป้องกันรังสียูวีของผ้า เทียบกับผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จ ผลการวิจัยพบว่าผ้าฝ้ายและผ้าฝ้ายผสมเส้นโพลิเอสเทอร์ ที่มีการตกแต่งสำเร็จพร้อมการย้อมสีรีแอคทีฟ จะมีสีที่แตกต่างมากจากผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จโดยเฉพาะเฉดสีแดงและสีน้ำเงินคือ มีค่าความแตกต่างของสีผ้าอยู่ในช่วง 2.0-8.4 แต่ถ้ามีการตกแต่งสำเร็จหลังการย้อม ผ้าจะมีสีที่ไม่แตกต่างกันกับผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จคือ มีค่าความแตกต่างของสีผ้าอยู่ในช่วง 0.1-0.5 ส่วนผ้าโพลิเอสเทอร์ที่มีการตกแต่งสำเร็จทั้งพร้อมการย้อมและหลังการย้อม สีจะเหมือนกันเมื่อเทียบกับผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จ ผ้าที่ย้อมและตกแต่งสำเร็จจะมีความแข็งแรงลดลงสูงสุดเพียง 4% และความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยราว 2% ทั้งในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่งของผ้า ผ้าดูดซับน้ำได้ดีและสม่ำเสมอทั่วทั้งผืน มีความคงทนของสีผ้าต่อการซักดีถึงดีมาก เช่นเดียวกับผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จ มีความคงทนของสีผ้าต่อแสงดีถึงดีมาก และสามารถป้องกันรังสียูวีดีกว่าผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกแต่งสำเร็จ

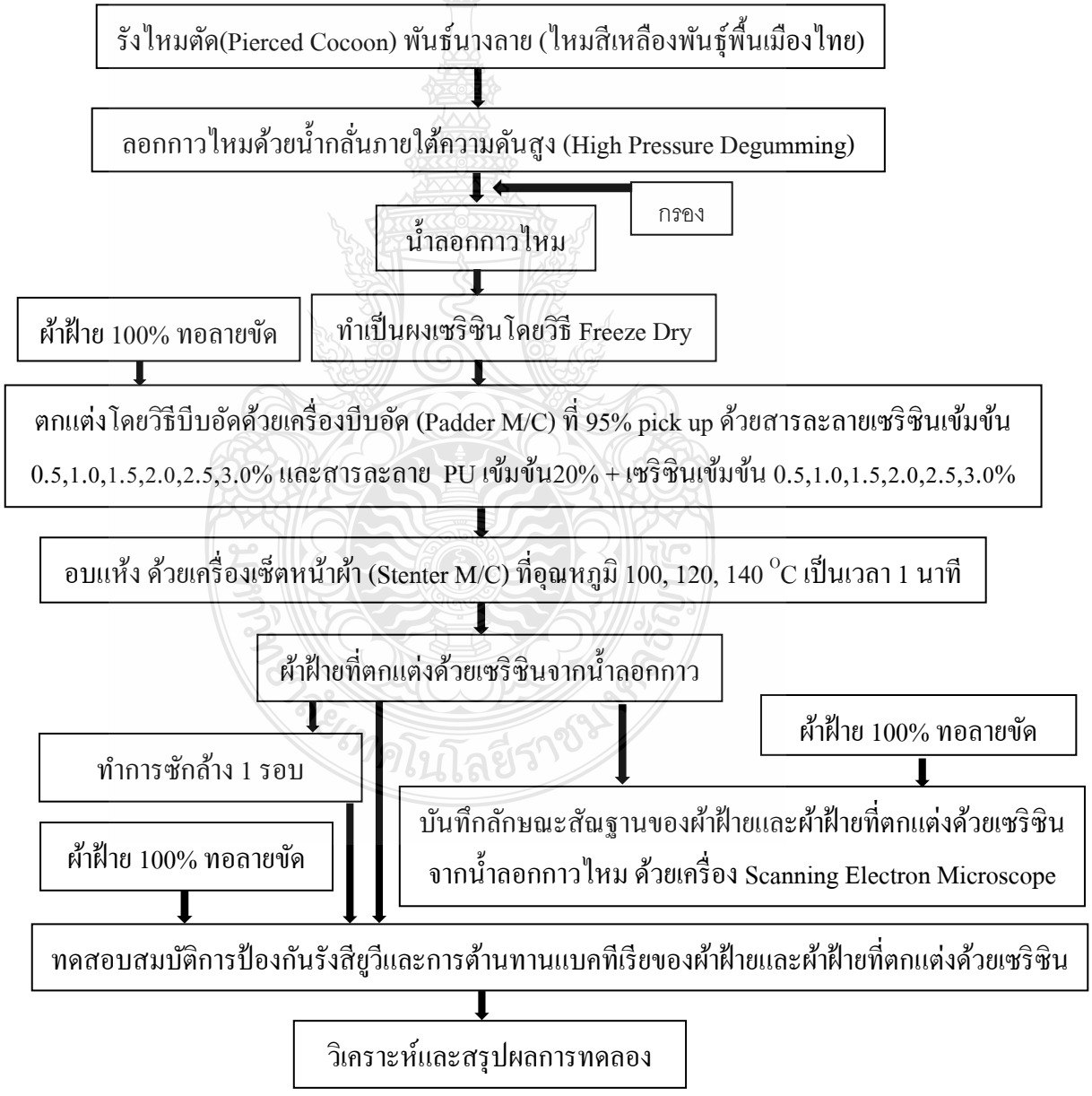
[27] Senthil Kumar, Gulrajani, Brahma, Roli Purwar ได้ศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้เซริซินกับผ้าโพลีเอสเตอร์ โดยการเตรียมผงเซริซินจากสารละลายของการต้มรังไหมโดยการแยกเกลือออกด้วยแอมโมเนียมซัลเฟต ผงเซริซินที่ได้ถูกอธิบายลักษณะด้วยการแปลงฟูริเยของการดูดซับด้วยอินฟราเรด (FTIR), X-ray รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) และการวัดปริมาณไนโตรเจน สารละลายเซริซินถูกนำมาประยุกต์ใช้บนผ้าโพลีเอสเตอร์ (ปรับสภาพด้วย NaOH) พร้อมด้วย glutaraldehyde ที่เป็นสารเชื่อมโยง ด้วยวิธี pad–dry–cure เงื่อนไขการดำเนินการของสารเชื่อมโยงมีประสิทธิภาพสูงสุด เซริซินที่ได้มานั้นถูกยืนยันโดยการประมาณปริมาณไนโตรเจนและหมู่อะมิโนบนผ้าที่ได้รับการตกแต่ง โดยศึกษาความสามารถในการย้อมของผ้าที่ได้รับการตกแต่งด้วยสีกรดและสีรีแอคทีฟและทดสอบสมบัติด้านประสิทธิภาพของผ้าที่ได้รับการตกแต่ง เช่น การดูดความชื้น การดูดซับรังสียูวี การป้องกันไฟฟ้าสถิต การคืนตัวต่อรอยยับ และระยะโค้งตัว ผลการดูดซับอินฟราเรด (FTIR), X-ray, รังสียูวี และปริมาณไนโตรเจนเป็นการยืนยันความบริสุทธิ์ของผงเซริซินที่ได้รับโดยวิธีการแยกเกลือออก ปริมาณกรดอะมิโน ปริมาณไนโตรเจน และฟังก์ชั่น Kubelka Monk (K / S) คุณค่าของผ้าที่ได้รับการตกแต่งด้วยเซริซินเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของเซริซินในสารที่ใช้ padding ค่า K / S ของตัวอย่างย้อมก็จะพบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับจำนวนของหมู่อะมิโนที่มีอยู่ในตัวอย่าง มีการปรับปรุงสมบัติ การดูดความชื้น การป้องกันไฟฟ้าสถิต และการดูดซับรังสียูวีของผ้าที่ได้รับการตกแต่งด้วยเซริซินอย่างเห็นได้ชัด

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาสมบัติการการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้นและสภาวะต่างๆด้วยวิธีบีบอัด-อบแห้งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินงานได้ตามแผงผังดังต่อไปนี้

3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

3.2.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1.3.1.1 รังไหมตัดสีเหลืองพันธุ์พื้นเมืองไทย พันธุ์นางลาย

1.3.1.2 ผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัด โครงสร้าง 40x40/133x72 น้ำหนัก 125 g/m^2 ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว

1.3.1.3 Poly Urethane Resin

1.3.1.4 น้ำกลั่นเกรด 3

1.3.1.5 ผงซักฟอกตามมาตรฐาน AATCC 135 : 1993 AATCC Standard Reference Detergent WOB

1.3.1.6 แบคทีเรีย เชื้อ*Staphylococcus aureus* และเชื้อ *Klepsiella pneumonia*

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2.1 กรรไกร

3.2.2.2 ไม้บรรทัด

3.2.2.3 ปากกาเขียนผ้า

3.2.2.4 บีกเกอร์

3.2.2.5 ขวดรูปชมพู่

3.2.2.6 กระบอกตวง

3.2.2.7 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.2.8 แท่งแก้วคนสาร

3.2.2.9 ช้อนตักสาร

3.2.2.10 ผ้ากรอง

3.2.2.11 นาฬิกาจับเวลา

3.2.2.12 เครื่องชั่งความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.2.13 หม้อต้มแรงดัน

3.2.2.14 ฮอทเพลท (Hot plate)

3.2.2.15 เครื่องบีบอัด (Padder M/C)

3.2.2.16 เครื่องเซ็ตหน้าผ้า (Stenter M/C)

3.2.2.17 เครื่องทำแห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศ

3.2.2.18 เครื่องซักผ้าตามมาตรฐาน AATCC 135 : Whirlpool

3.2.2.19 เครื่องอบผ้าตามมาตรฐาน AATCC 135 : Whirlpool

3.2.2.20 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

3.2.2.21 เครื่อง UV – Vis Spectrophotometer

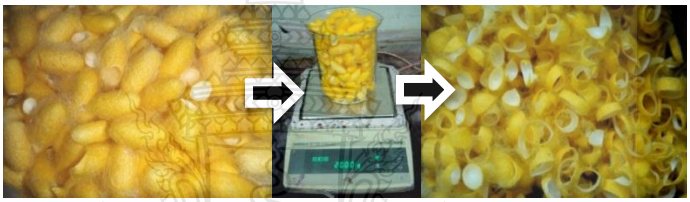
3.3 ขั้นตอนการเตรียมสารตกแต่ง

3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมรังไหม

3.3.1.1 คัดเลือกรังไหมตัดที่มีรูปทรงสมบูรณ์และเก็บสิ่งสกปรกออกจากรังไหม

3.3.1.2 นำรังไหมตัดที่คัดเลือกไว้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 200 กรัม

3.3.1.3 ตัดรังไหมตัดที่ชั่งไว้เป็นชิ้นเล็กๆขนาด 0.5 เซนติเมตร



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมรังไหม

3.3.2 ขั้นตอนการลอกกาวไหม

3.3.2.1 นำรังไหมตัดที่เตรียมไว้จากข้อ 3.3.1.3 มาใส่ในหม้อต้มแรงดัน เติมน้ำกลั่นเกรด 3 ในอัตราส่วน 1:40 (รังไหมตัดน้ำหนัก 200 กรัม : น้ำปริมาณ 8000 มิลลิลิตร)

3.3.2.2 ทำการลอกกาวไหมด้วยวิธีการลอกกาวไหมภายใต้ความดันสูง (High Pressure Degumming) โดยลอกกาวที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที[6]

3.3.2.3 เมื่อครบเวลา นำน้ำลอกกาวไหมมากรองเพื่อแยกเศษรังไหมออก

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการลอกกาวไหม

3.3.3 ขั้นตอนการทำผงไหม

นำน้ำลอกกาวไหมจากข้อ 3.3.2.3 มาทำเป็นผงเซริซินด้วยวิธี Freeze Dry (เป็นเทคโนโลยีการทำแห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศ) ที่ศูนย์เครื่องมือคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปที่ 3.4 ผงไหม

3.3.4 ขั้นตอนการเตรียมสารละลายเซริซิน

3.3.4.1 ชั่งน้ำหนักผงเซริซินจากข้อ 3.3.3 ใส่บีกเกอร์จำนวน 6 ใบ ปริมาณบีกเกอร์ละ 0.5 กรัม, 1.0 กรัม, 1.5 กรัม, 2.0 กรัม, 2.5 กรัม และ 3.0 กรัมตามลำดับ

3.3.4.2 ละลายผงเซริซินที่ชั่งไว้ด้วยน้ำกลั่นเกรด 3 ปริมาณ 100 มิลลิลิตร คนจนเซริซินละลายหมด ได้สารละลายเซริซินที่มีความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ

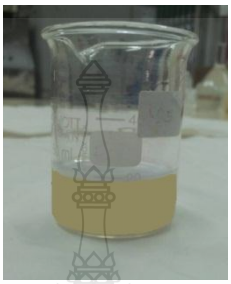
รูปที่ 3.5 สารละลายเซริซิน

3.3.5 ขั้นตอนการเตรียมสารละลายเซริซิน + PU

3.3.5.1 ชั่งน้ำหนักผงเซริซินจากข้อ 3.3.3.1 ใส่บีกเกอร์ ปริมาณบีกเกอร์ละ 0.5 กรัม, 1.0 กรัม, 1.5 กรัม, 2.0 กรัม, 2.5 กรัม และ 3.0 กรัมตามลำดับ

3.3.5.2 ปิเปต PU ปริมาณ 20 ml ใส่บีกเกอร์จำนวน 6 ใบ

3.3.5.3 ละลายผงเซริซิน ที่เตรียมไว้ด้วยน้ำกลั่นเกรด 3 คนจนเซริซินละลายหมด แล้วเติม PU ที่เตรียมไว้ลงไป จากนั้นเติมน้ำจนได้ปริมาณ 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ได้สารละลาย PU ที่มีความเข้มข้น 20% และเซริซินที่มีความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ



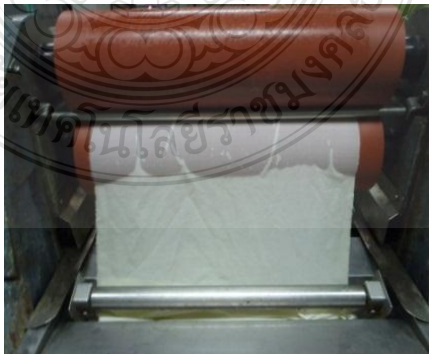
รูปที่ 3.6 สารละลายเซริซิน + PU

3.4 ขั้นตอนการตกแต่ง

3.4.1 ขั้นตอนการบีบอัด (Padding)

3.4.1.1 นำผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัด โครงสร้าง 40x40/133x72 น้ำหนัก 125 g/m^2 ที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว มาจุ่มในสารละลายเซริซินในข้อ 3.3.4.2 และ สารละลายเซริซิน + PU ในแต่ละความเข้มข้นตามลำดับ เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้สารละลายแทรกซึมเข้าไปในผ้า

3.4.1.2 นำผ้าฝ้ายจากข้อ 3.4.1.1 ในแต่ละความเข้มข้นไปผ่านเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% pick up ตามลำดับ



รูปที่ 3.7 เครื่องบีบอัด (Padder M/C)

3.4.2 ขั้นตอนการอบแห้ง (Drying)

3.4.2.1 นำผ้าฝ้ายจากข้อ 3.4.1.2 ในแต่ละความเข้มข้นไปแบ่งผ่านเครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่ 3 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที, ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ

รูปที่ 3.8 เครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C)

3.5 ขั้นตอนการซักล้างชิ้นทดสอบ

ทำการซักล้างผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่ง ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU + เซริซินที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ โดยใช้มาตรฐานการทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะหลังการซัก : AATCC 135 ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

3.5.1 คอนดิชั่นชิ้นทดสอบอย่างน้อย 4 ชั่วโมงก่อนการทดสอบที่ อุณหภูมิ 21 +/- 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 +/-2% RH

3.5.2 หลังจากครบเวลาในการคอนดิชั่นชิ้นทดสอบให้ตัดชิ้นทดสอบขนาด 380X380 มม. (15x15 นิ้ว)

3.5.3 ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบรวมกับ ballast ให้ได้น้ำหนัก 1.8 +/- 0.1 กิโลกรัม

3.5.4 เลือกโปรแกรมการซักโดยเลือกซักด้วยน้ำเย็น - Cold (27+/-3^{O}C) ที่สภาวะการซักล้างนุ่มนวล เวลาในการซัก 8 นาที ระดับน้ำในการซัก 18+/-0.5 แกลอน ล้างด้วยน้ำเย็น - Cold (29+/-3^{O}C)

3.5.5 เติมผงซักฟอก 1993 AATCC Standard Reference Detergent WOB จำนวน 66 +/- 1 กรัม ลงในเครื่องซักผ้า ให้เดินเครื่องประมาณ 2 นาทีเพื่อให้ผงซักฟอกละลายได้ดี จากนั้นหยุดเครื่อง

3.5.6 ใส่ผ้าและ ballast จากข้อ 3 ลงในเครื่องซักผ้า เริ่มการซักผ้า

3.5.7 เมื่อจบโปรแกรมการซักให้นำชิ้นทดสอบพร้อม Ballast ออกจากเครื่องซักผ้าและนำมาอบด้วยเครื่องอบผ้า โดยให้ตั้งระดับความร้อนที่ระดับต่ำ ใช้เวลาในการอบให้ผ้าแห้งพอดีแล้วนำผ้าออก

รูปที่ 3.9 เครื่องซักผ้า Whirlpool

รูปที่ 3.10 เครื่องอบผ้า Whirlpool

3.6 ขั้นตอนการทดสอบ

3.6.1 การบันทึกลักษณะสัณฐานของผ้าฝ้าย

บันทึกลักษณะสัณฐานของผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ ก่อนการซักล้าง ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่นJEM-6510, บริษัท JEOL (Japan) ด้วยกำลังขยาย 200, 500, 1000 และ 2000 เท่า ที่อุณหภูมิ 25^{O}C

รูปที่ 3.11 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

3.6.2 การทดสอบการป้องกันรังสียูวี

ทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวี (UV Protection) ของผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่ง ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU + เซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ ทั้งก่อนการซักล้างและหลังการซักล้าง โดยใช้มาตรฐานการทดสอบการป้องกันรังสียูวี : AATCC 183 ด้วยเครื่อง UV – Vis Spectrophotometer ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.12 เครื่อง UV – Vis Spectrophotometer

3.6.2.1 เตรียมชิ้นทดสอบอย่างน้อง 2 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง โดยขนาดของตัวอย่างไม่น้อยกว่า 50 x 50 มิลลิเมตร หรือเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ถ้าผ้ามีโครงสร้างหรือสีที่แตกต่างกัน

3.6.2.2 ทำการทดสอบตัวอย่างในสภาวะแห้งตาม ASTM D1776 โดยว่างชิ้นทดสอบในห้องควบคุมสภาวะนาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2% RH

3.6.2.3 วัดค่าการส่งผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลต (Transmission of Ultraviolet Radiation; UV-R) วัดโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer และ Spectroradiometer ในช่วงความยาวคลื่นหนึ่งๆ โดยการวัดค่าการส่องผ่านของรังสียูวีแบบไม่มีชิ้นงาน ต่อ การวัดค่าการส่องผ่านของรังสียูวีแบบมีชิ้นงานที่สภาวะต่างๆ

3.6.2.4 บันทึกค่าการป้องกันรังสียูวี (Ultraviolet Protection Factor : UPF) ที่คำนวณได้จากเครื่องทดสอบ

3.6.3 การทดสอบการต้านทานแบคทีเรีย

ทดสอบสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย (Anti-Bacterial) ของผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ ก่อนการซักล้าง โดยใช้มาตรฐานการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (Inhouse Standard Method) ของศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบการทดสอบดังต่อไปนี้

3.6.3.1 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

1) นำเชื้อ 1 loop ใส่ใน flask ที่มี NB 15 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2) ปิเปตเชื้อจากข้อ 1.1 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ที่มีอาหาร NB 100 มิลลิลิตร นำไปบ่มพร้อมเขย่าใน water bath ที่ 37˚C เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

3.6.3.2 การหาเชื้อเริ่มต้น

1) ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 1.2 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหาร NB 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer (Dilution 10-1)

2) ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 2.1 (Dilution 10-1) มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหาร NB 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer (Dilution 10-2)2.3 ทำการ Dilution ไปเรื่อยๆจนถึง 10-6 หรือ 10-7

3) ปิเปตเชื้อที่ Dilution ที่ 10-5 1 มิลลิลิตร ใส่ใน plate โดยทำ 2 ซ้ำ เททับด้วยอาหาร NA แล้วทำการวน plate ไปมาเบาๆ เพื่อให้อาหารเลี้ยงเชื้อและเชื้อผสมกัน ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่ 37องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

4) ปิเปตเชื้อที่ Dilution ที่ 10-6 และ 10-7 ทำข้อเดียวกับ 2.4

5) เมื่อครบกำหนดเวลาตรวจนับปริมาณเชื้อที่เกิดขึ้น โดยนับปริมาณเชื้อที่สามารถนับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

6) คำนวณปริมาณเชื้อเริ่มต้น โดยนำจำนวนเชื้อที่นับได้ x Dilution ของเชื้อ

3.6.3.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อ

1) ปิเปตเชื้อที่ได้จากข้อ 1.2 ใส่ใน plate ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

2) ทำการ pour plate โดยการเท NA ลงไปใน plate แล้ววนไปมาให้เชื้อกับอาหารเข้ากัน

3) ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างที่ต้องการทดสอบการยับยั้ง วางลงตามตำแหน่งต่างๆบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

4) นำไปบ่มที่ 37องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แล้ววัดขนาด Clear zone ที่เกิดขึ้น

3.7 สถานที่ทำการทดลอง

3.7.1. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีภาควิชาวิศวกรรมพลาสติก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.7.2. ภาควิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.7.3. ศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.7.4. ศูนย์เครื่องมือ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

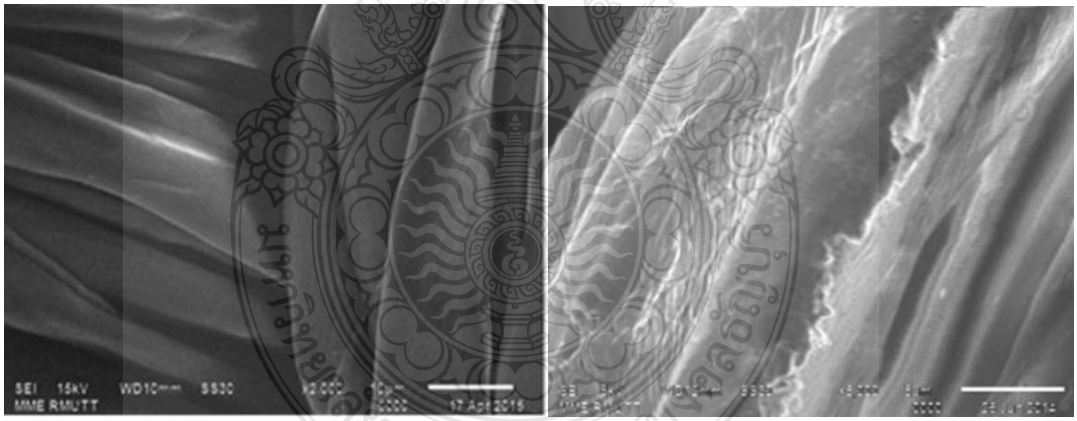
3.7.5. บริษัทวีเอฟซอสซิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

3.7.6. บริษัททองเสียง

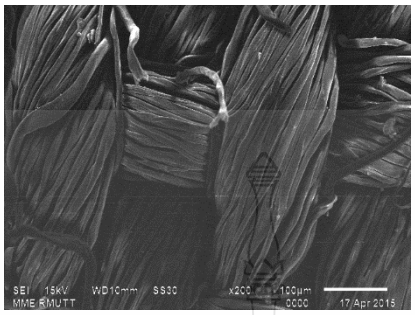
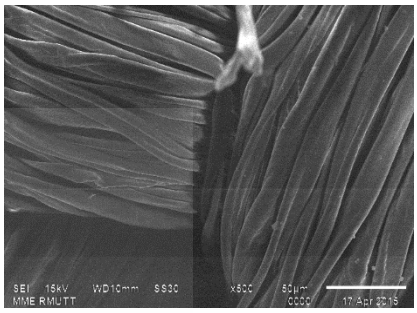
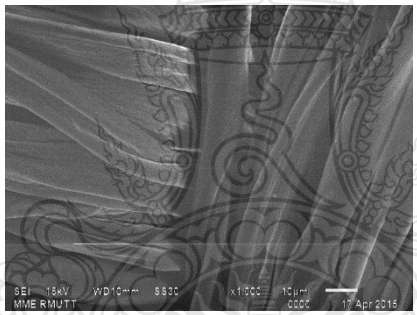
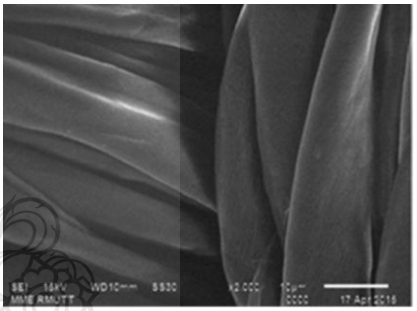
บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

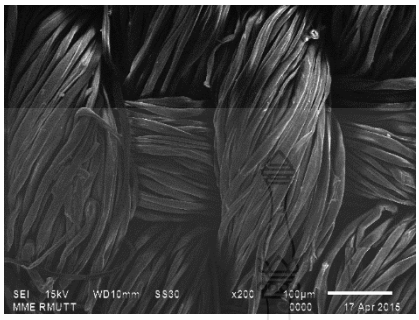
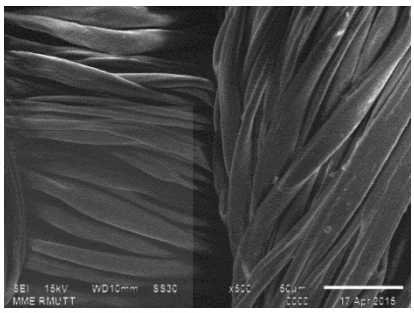
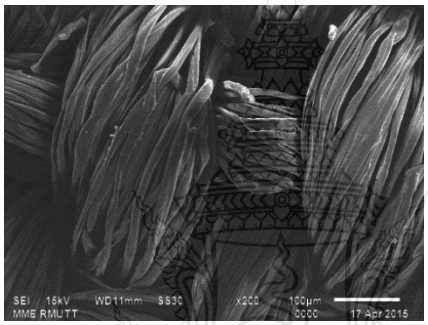
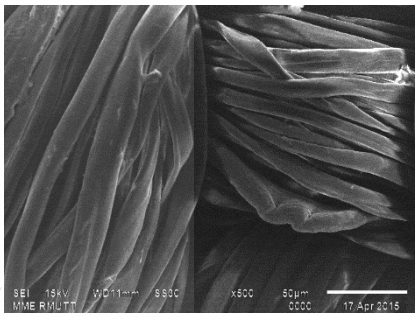
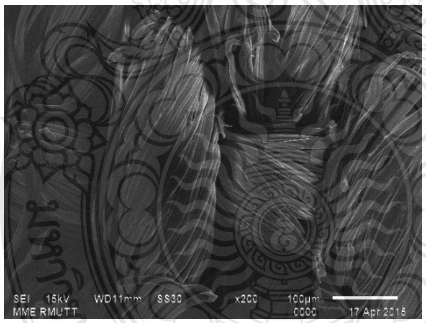
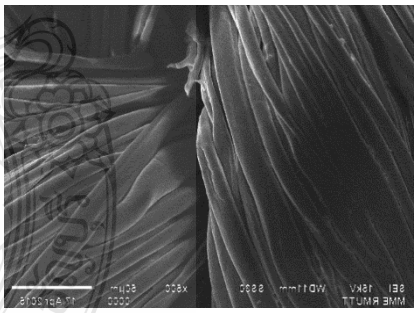
การวิเคราะห์ลักษณะภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscopy : SEM) รุ่นJEM-6510, บริษัท JEOL (Japan) ด้วยกำลังขยาย 2000 เท่า, ที่อุณหภูมิ 25^{O}C พบว่า ผิวของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งจะมีช่องว่างระหว่างเส้นใย ส่วนผิวของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งจะมีเซ-ริซินเคลือบและปิดช่องว่างระหว่างเส้นใยไว้ ดังรูปที่ 4.1 มีผลทำให้โครงสร้างของผ้าแน่นขึ้น จึงช่วยดูดซับรังสียูวีที่ส่องลงมาบนผ้าทำให้รังสียูวีส่องทะลุผ่านผ้าไปได้ในปริมาณที่ลดลง เห็นได้จากผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีค่า UPF สูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง



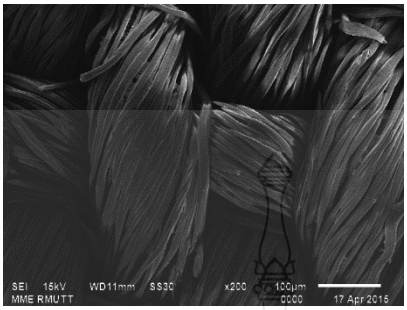
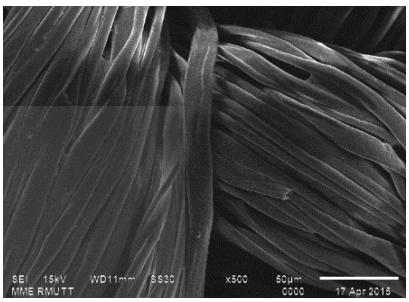
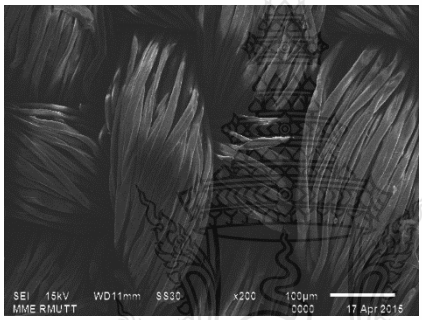
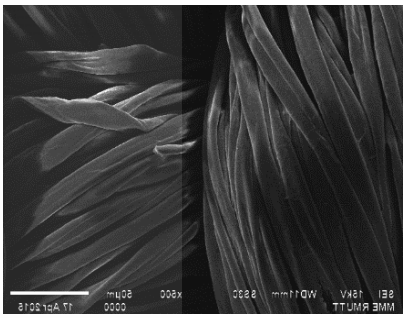
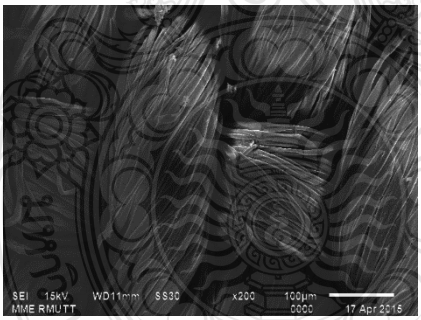
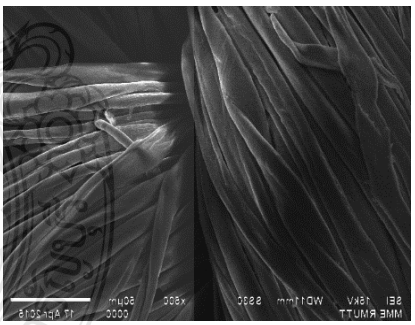
รูปที่ 4.1 ภาพขยาย 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง(ซ้าย)และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้ายเซริซินเข้มข้น 3.0 % จุ่มอัดที่ 95% pick up อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที (ขวา)

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 200 เท่า	กำลังขยาย 500 เท่า
ผ้าฝ้ายก่อน การตกแต่ง		
	กำลังขยาย 1000 เท่า	กำลังขยาย 2000 เท่า
		

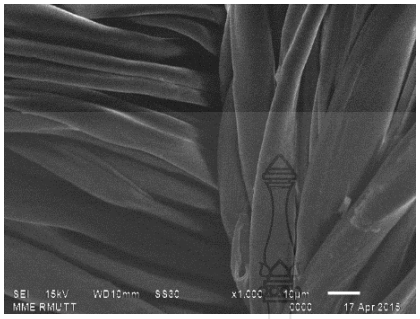
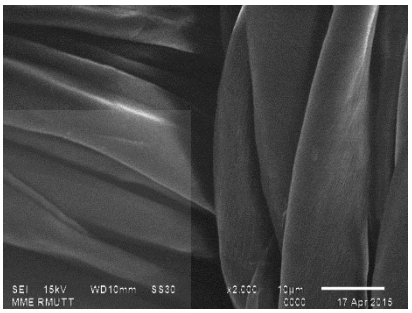
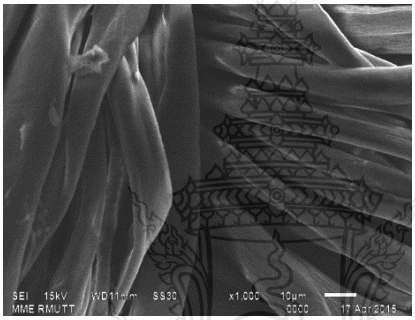
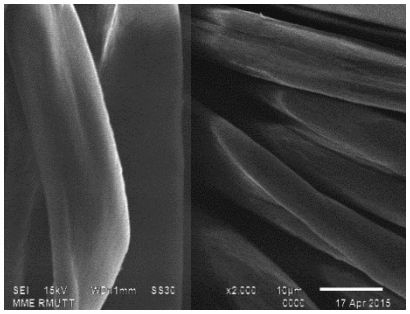
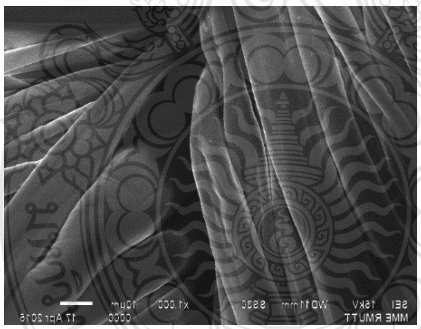
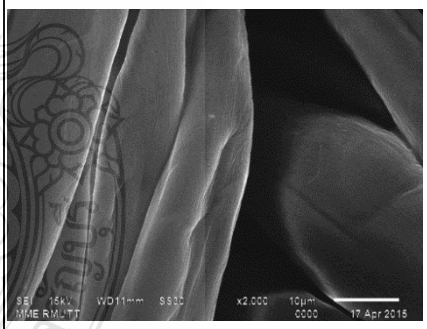
รูปที่ 4.2 ภาพขยาย 200. 500, 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซิน

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 200 เท่า	กำลังขยาย 500 เท่า
เซริซินเข้มข้น 0.5% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.0% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.5% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

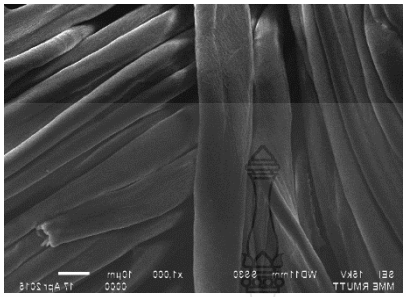
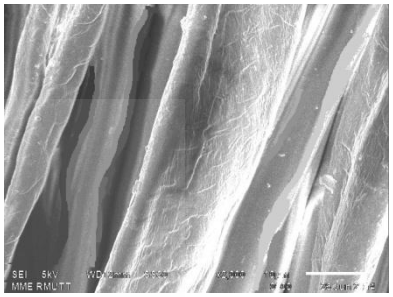
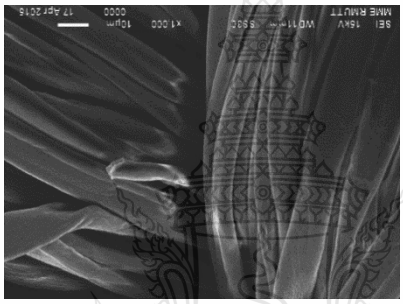
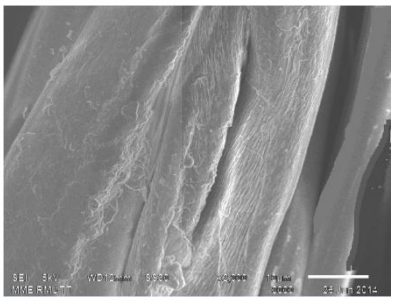
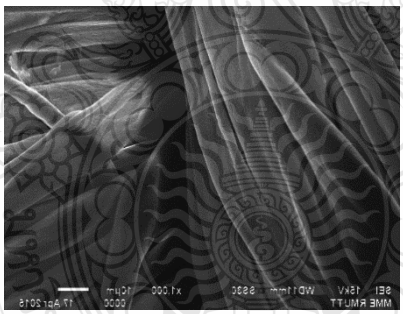
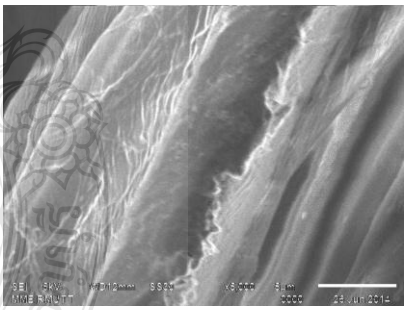
รูปที่ 4.3 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0% และ 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 200 เท่า	กำลังขยาย 500 เท่า
เซริซินเข้มข้น 2.0%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 2.5%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 3.0%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		

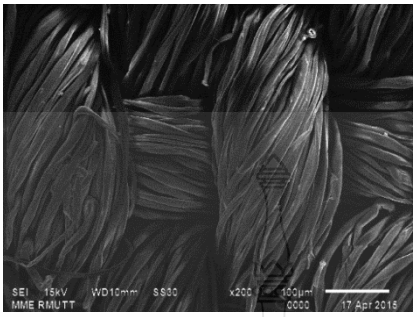
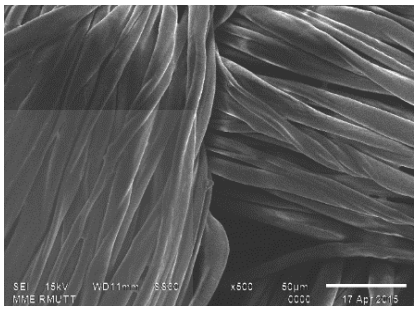
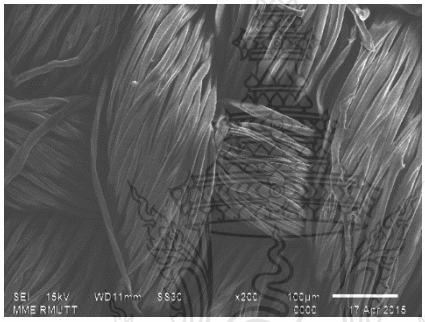
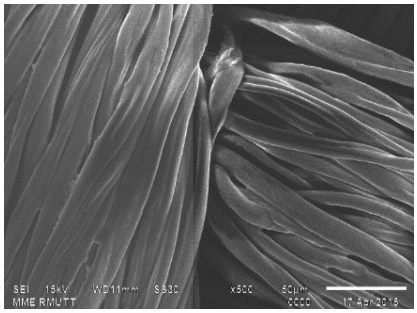
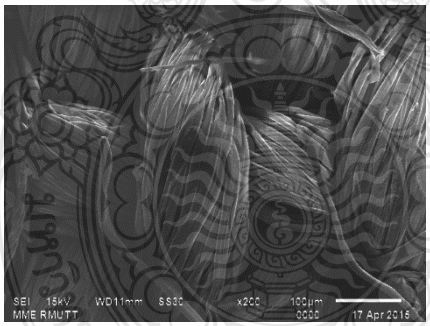
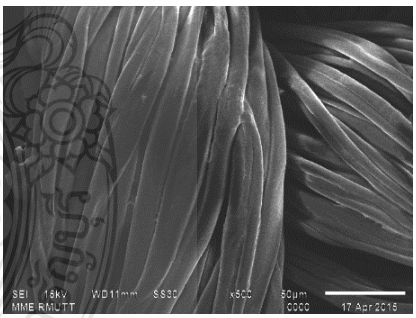
รูปที่ 4.4 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 1000 เท่า	กำลังขยาย 2000 เท่า
เซริซินเข้มข้น 0.5% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.0% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.5% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

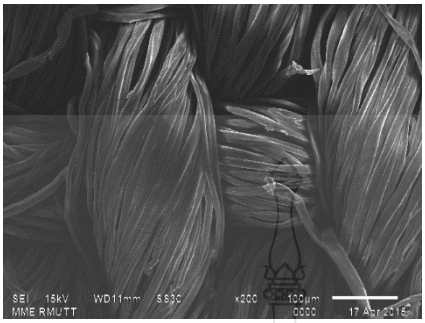
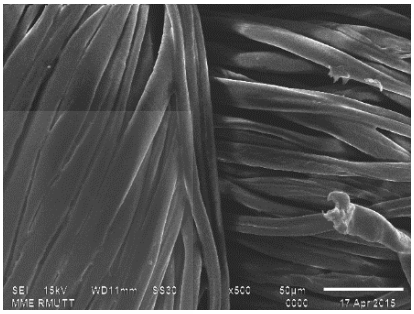
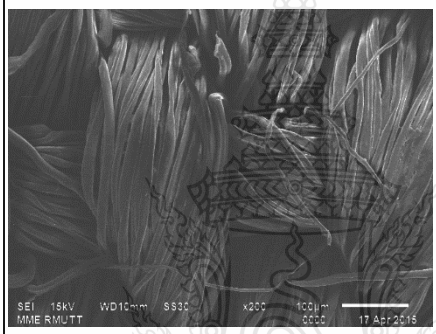
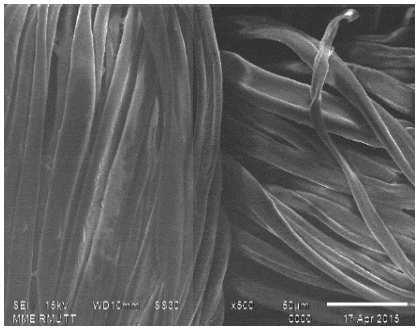
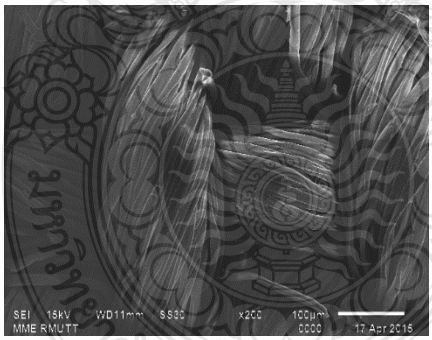
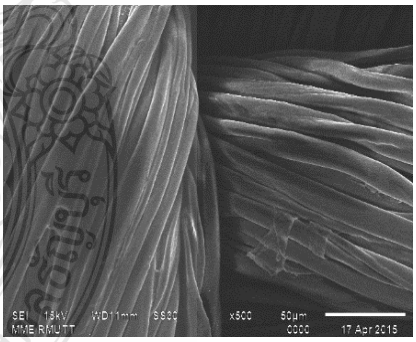
รูปที่ 4.5 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0% และ 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 1000 เท่า	กำลังขยาย 2000 เท่า
เซริซินเข้มข้น 2.0%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 2.5%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 3.0%, อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C, เวลา 1 นาที		

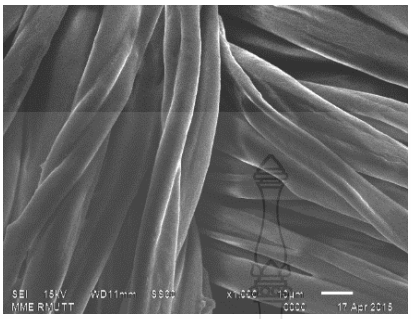
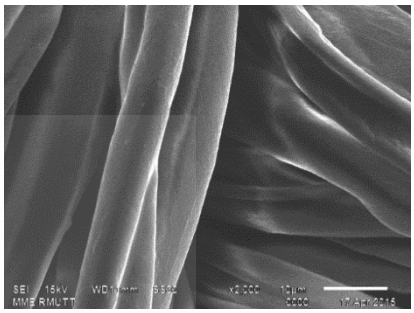
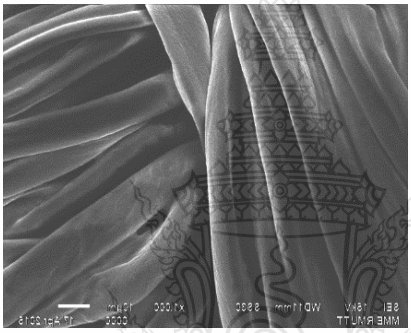
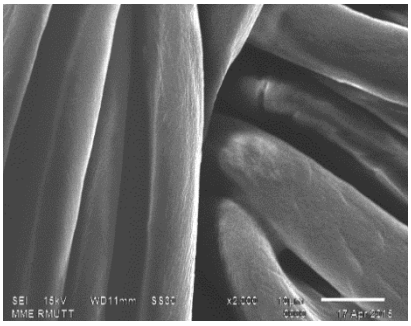
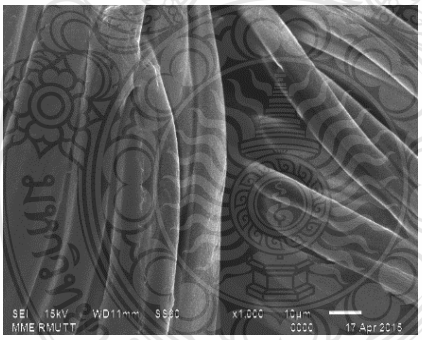
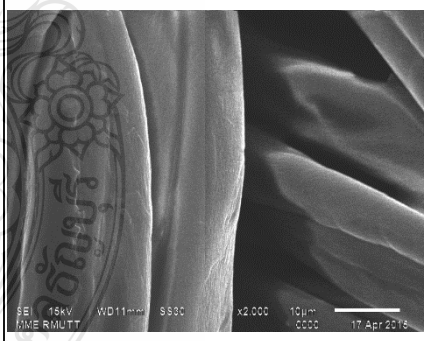
รูปที่ 4.6 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 200 เท่า	กำลังขยาย 500 เท่า
เซริซินเข้มข้น 0.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

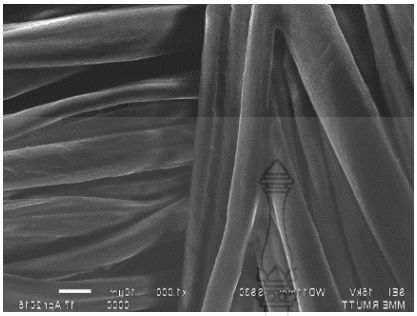
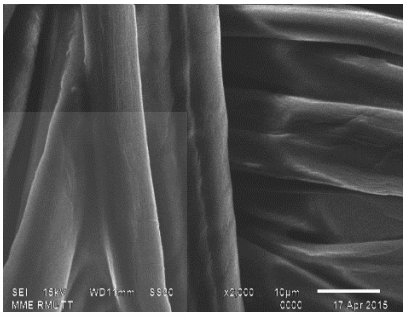
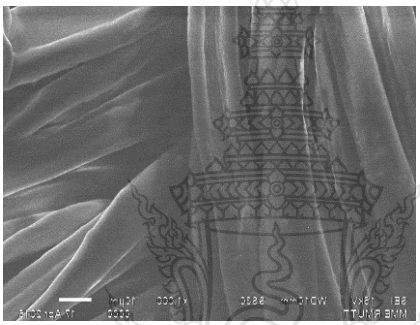
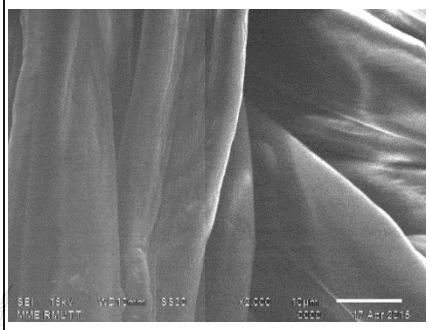
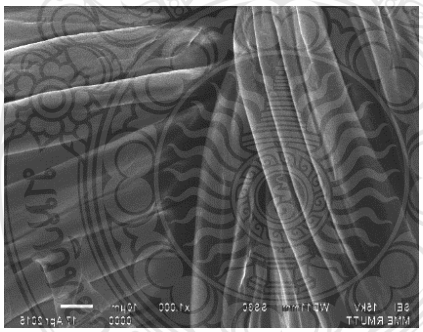
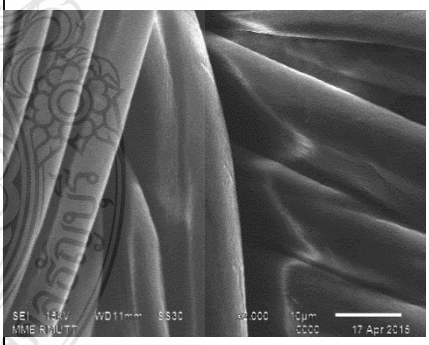
รูปที่ 4.7 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0% และ 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 200 เท่า	กำลังขยาย 500 เท่า
เซริซินเข้มข้น 2.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 2.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 3.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

รูปที่ 4.8 ภาพขยาย 200 และ 500 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 1000 เท่า	กำลังขยาย 2000 เท่า
เซริซินเข้มข้น 0.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 1.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

รูปที่ 4.9 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0% และ 1.5% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที

สภาวะ การตกแต่ง	กำลังขยาย 1000 เท่า	กำลังขยาย 2000 เท่า
เซริซินเข้มข้น 2.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 2.5% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		
เซริซินเข้มข้น 3.0% + PUเข้มข้น 20% อุณหภูมิการอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1 นาที		

รูปที่ 4.10 ภาพขยาย 1000 และ 2000 เท่าของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% ตามลำดับ จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที

4.2 ผลการศึกษาสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน

4.2.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง

จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ จากรูปที่ 4.11 พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) สูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งและค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าผ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเซริซินที่ใช้ในการตกแต่ง

โดยระดับการป้องกันรังสียูวีกำหนดเป็น ระดับการป้องกันรังสียูวี “ดี (Good)” ค่า UPF อยู่ในช่วง 15-24, ระดับการป้องกันรังสียูวี “ดีมาก (Very Good)” ค่า UPF อยู่ในช่วง 25-39 และระดับการป้องกันรังสียูวี “ดีเยี่ยม (Excellent)” ค่า UPF เท่ากับ 40 หรือมากกว่า [28,29]

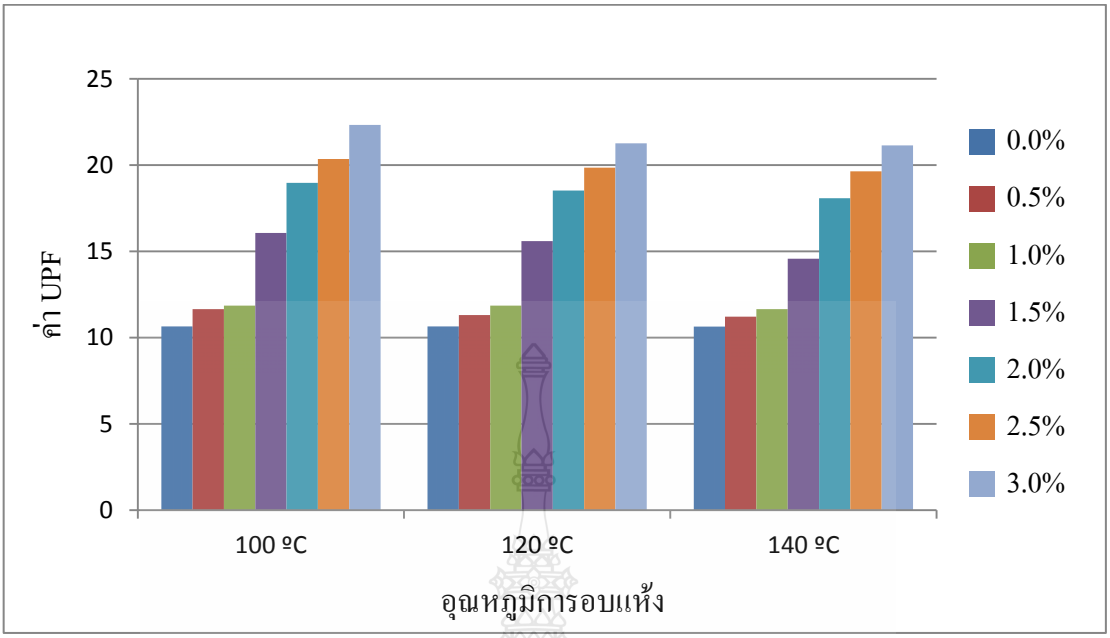
จากผลการทดสอบพบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งมีค่า UPF = 10.65 มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ไม่ดี (ค่า UPF < 15) ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 22.32 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF อยู่ช่วง 15-24) และจากรูปที่ 4.12 พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งสูงขึ้นเนื่องจากโครงสร้างเซริซินเป็นโปรตีนจึงเปลี่ยนแปลงจากความร้อนได้ง่าย [8]

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง

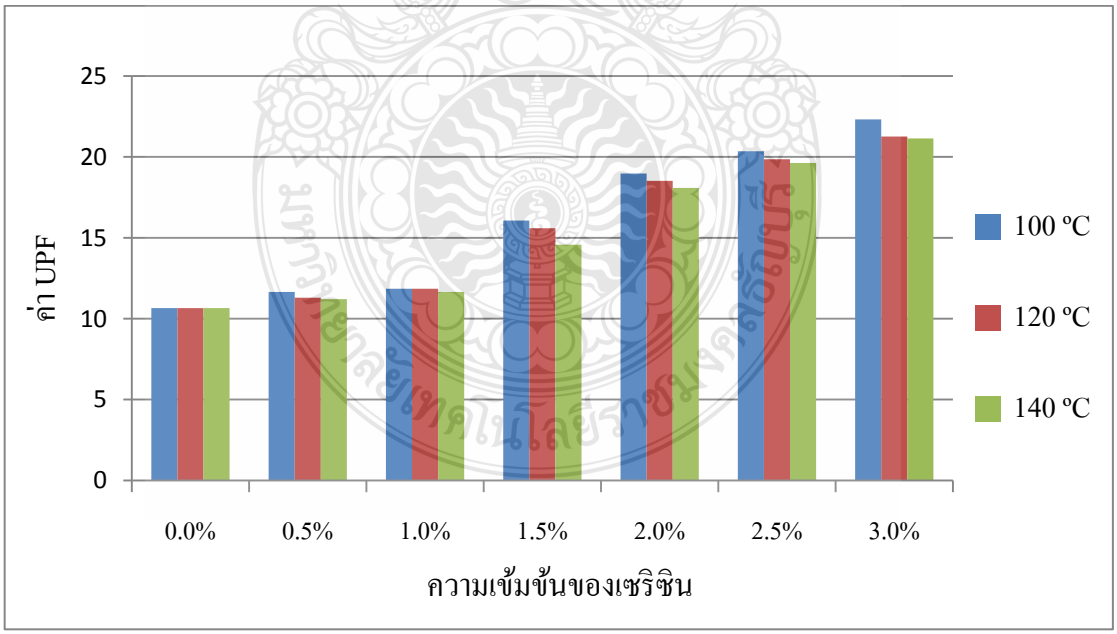
สภาวะการตกแต่ง			
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ผลการวัดค่า UPF
0.0	100	1	10.65
	120		10.65
	140		10.65
0.5	100	1	11.65
	120		11.30
	140		11.21

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง (ต่อ)

สภาวะการตกแต่ง			ผลการวัดค่า UPF
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	
1.0	100	1	11.85
	120		11.85
	140		11.65
1.5	100	1	16.06
	120		15.59
	140		14.57
2.0	100	1	18.97
	120		18.52
	140		18.08
2.5	100	1	20.35
	120		19.85
	140		19.63
3.0	100	1	22.32
	120		21.26
	140		21.14



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนการซักล้าง



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้ง-ต่างก่อนการซักล้าง

4.2.2 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง

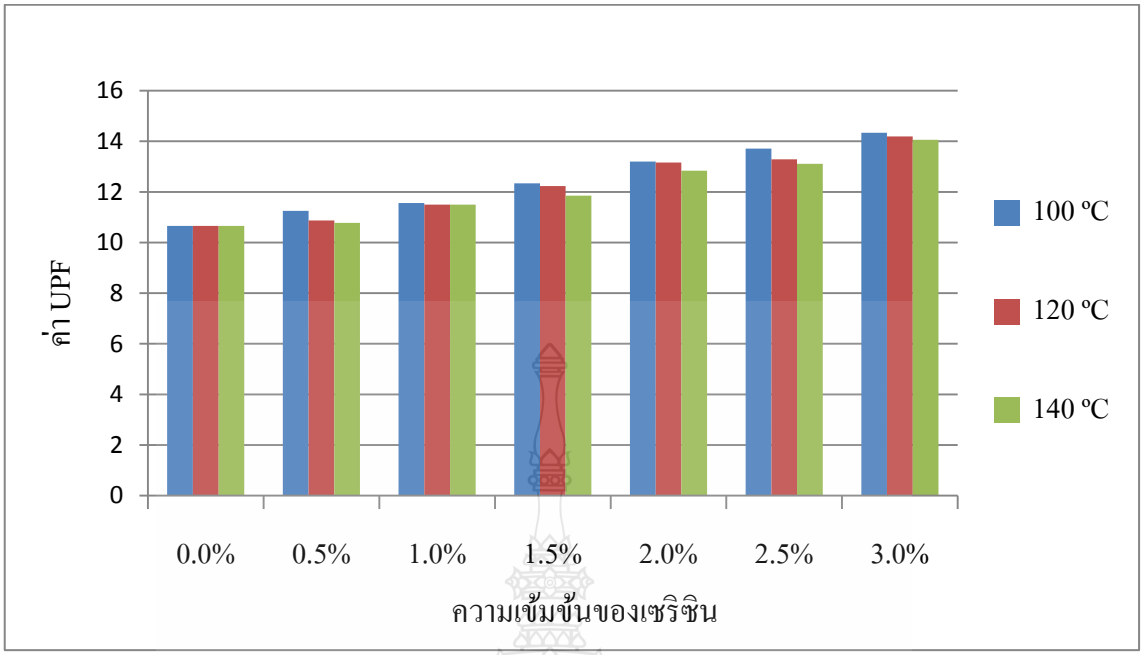
จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งหลังการซักล้างเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆหลังการซักล้าง จากรูปที่ 4.13 พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซัก ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเซริซินที่ใช้ในการตกแต่งเช่นเดียวกับแนวโน้มค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซัก และจากรูปที่ 4.14 ก็พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้างกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง จากรูปที่ 4.14 พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง (ค่า UPF = 10.66) มีค่าสูงกว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซัก (ค่า UPF = 10.65) เนื่องจากการซักล้างส่งผลให้ฝ้ายเกิดการพองและหดตัวทำให้โครงสร้างของผ้าแน่นขึ้น จึงช่วยลดช่องว่างที่รังสียูวีจะส่องทะลุผ่านผ้าไปได้ รังสียูวีจึงส่องผ่านผ้าไปได้ในปริมาณที่ลดลง ซึ่งค่า UPF ที่สูงขึ้น 0.01 ถือว่าน้อยมากจนไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้าย

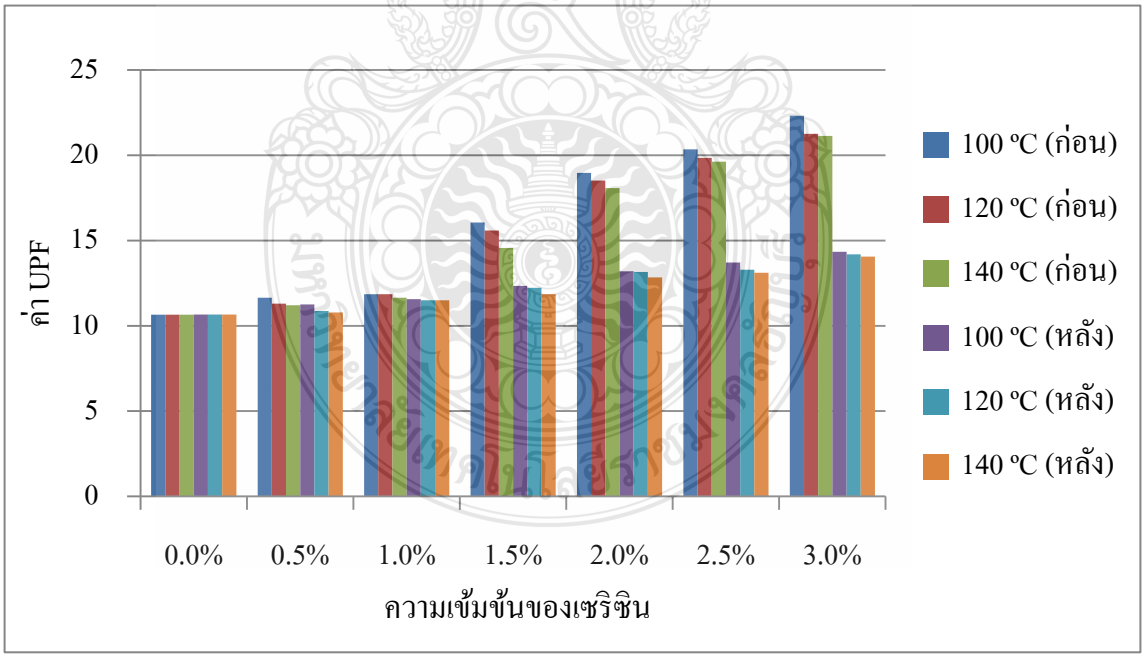
และเมื่อเปรียบเทียบค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆก่อนการซักล้างกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆหลังการซักล้าง จากรูปที่ 4.15 พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้างมีค่าลดลงกว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซัก และค่า UPF มีแนวโน้มลดลงมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเซริซิที่ใช้ในการตกแต่งเพิ่มมากขึ้น โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ก่อนการซักมีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 22.32 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF อยู่ช่วง 15-24) ส่วนหลังการซักล้างมีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 14.34 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับไม่ดี (ค่า UPF < 15) เนื่องจากเซริซินประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีขั้วมีประมาณ 70% ของกรดอะมิโนที่มีทั้งหมด 18 ชนิด แสดงให้เห็นว่าเซริซินเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี[10] เมื่อนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินไปซัก สมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าจึงลดลง ดังนั้นผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจึงเหมาะกับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่นิยมซักล้าง เช่น ผ้าสำหรับทำโคมไฟ หมวก ผ้าม่าน เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง

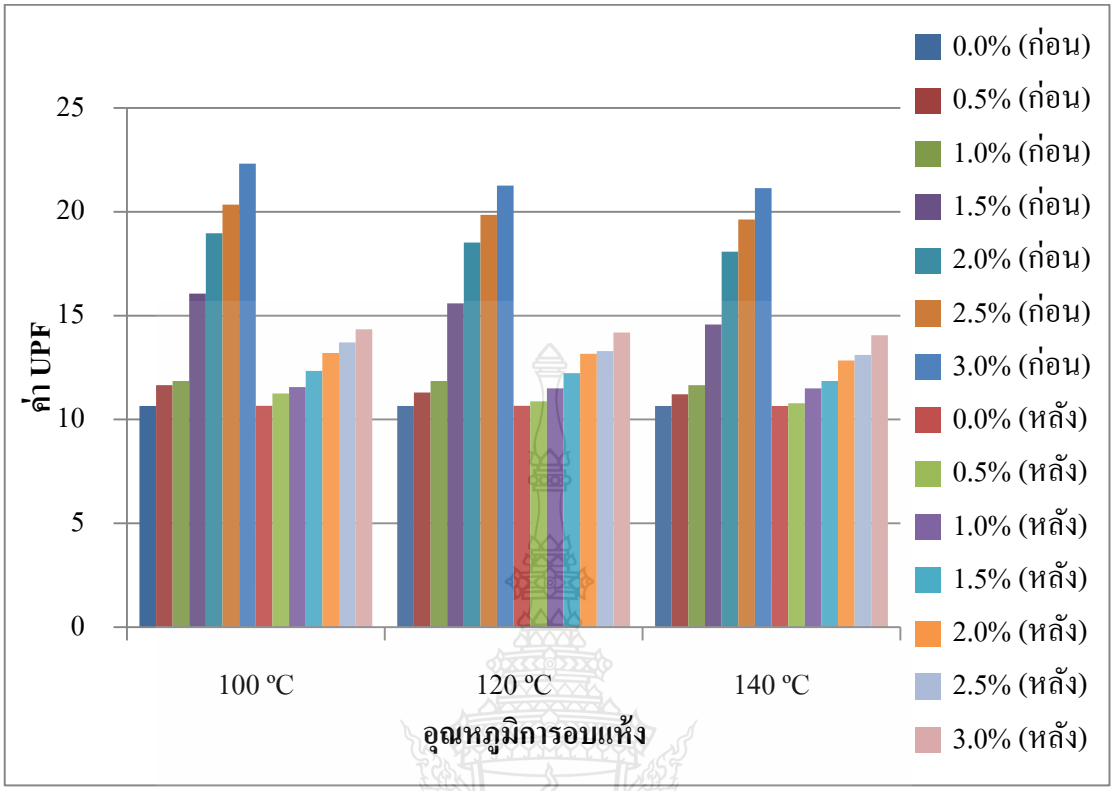
สภาวะการตกแต่ง			ผลการวัดค่า UPF
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	
0.0	100	1	10.66
	120		10.66
	140		10.66
0.5	100	1	11.25
	120		10.87
	140		10.78
1.0	100	1	11.56
	120		11.50
	140		11.50
1.5	100	1	12.34
	120		12.23
	140		11.85
2.0	100	1	13.20
	120		13.16
	140		12.84
2.5	100	1	13.71
	120		13.29
	140		13.11
3.0	100	1	14.34
	120		14.19
	140		14.06



รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ หลังการซักล้าง



รูปที่ 4.14 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ ก่อนการซักล้าง และหลังการซักล้าง



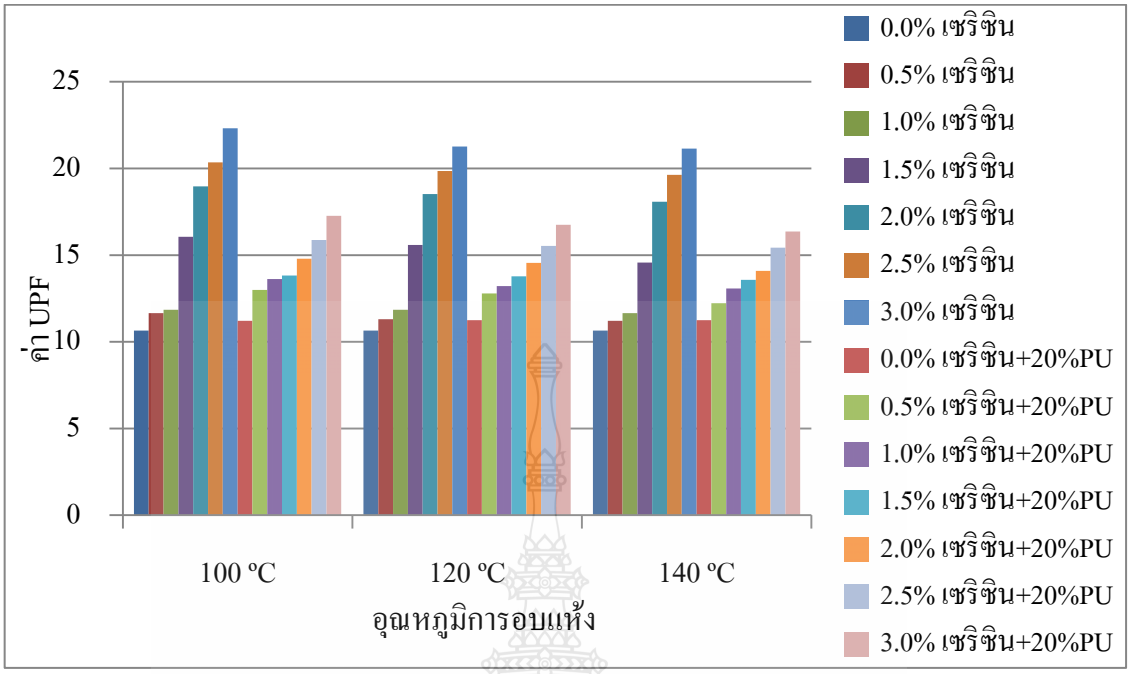
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆก่อนการซักล้างและหลังการซักล้าง

4.2.3 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUก่อนการซัก

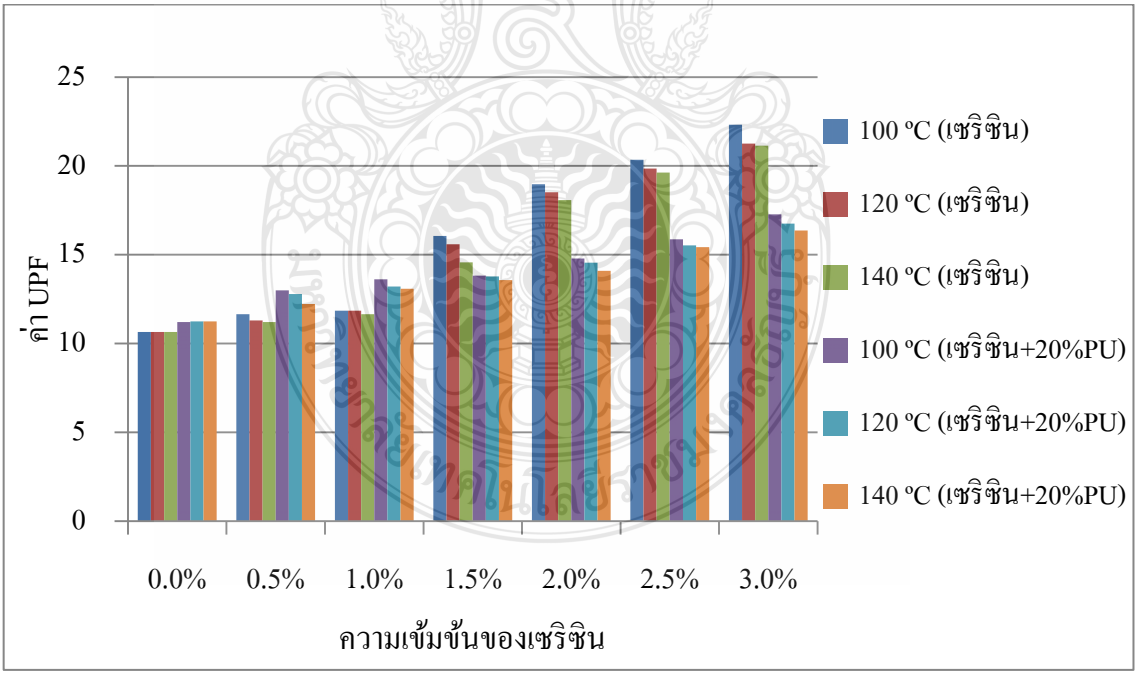
จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่สภาวะต่างๆก่อนการซักล้าง จากรูปที่ 4.16 พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเซริซินที่ใช้ในการตกแต่งเช่นเดียวกับแนวโน้มค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน และจากรูปที่ 4.17 พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่อุณหภูมิต่างๆมีค่าลดลง เมื่ออุณหภูมิการตกแต่งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย PU เข้มข้น 20% และเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 17.27 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF = 15-24)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUก่อนการซักล้าง

สภาวะการตกแต่ง				ผลการวัดค่า UPF
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	ความเข้มข้น PU (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	
0.0	20	100	1	11.21
		120		11.25
		140		11.25
0.5	20	100	1	12.99
		120		12.79
		140		12.23
1.0	20	100	1	13.62
		120		13.21
		140		13.08
1.5	20	100	1	13.82
		120		13.78
		140		13.57
2.0	20	100	1	14.79
		120		14.55
		140		14.09
2.5	20	100	1	15.87
		120		15.53
		140		15.43
3.0	20	100	1	17.27
		120		16.75
		140		16.36



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20%PUและเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆก่อนการซักล้าง



รูปที่ 4.17 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20%PUและเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆก่อนการซักล้าง

4.2.4 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUหลังการซัก

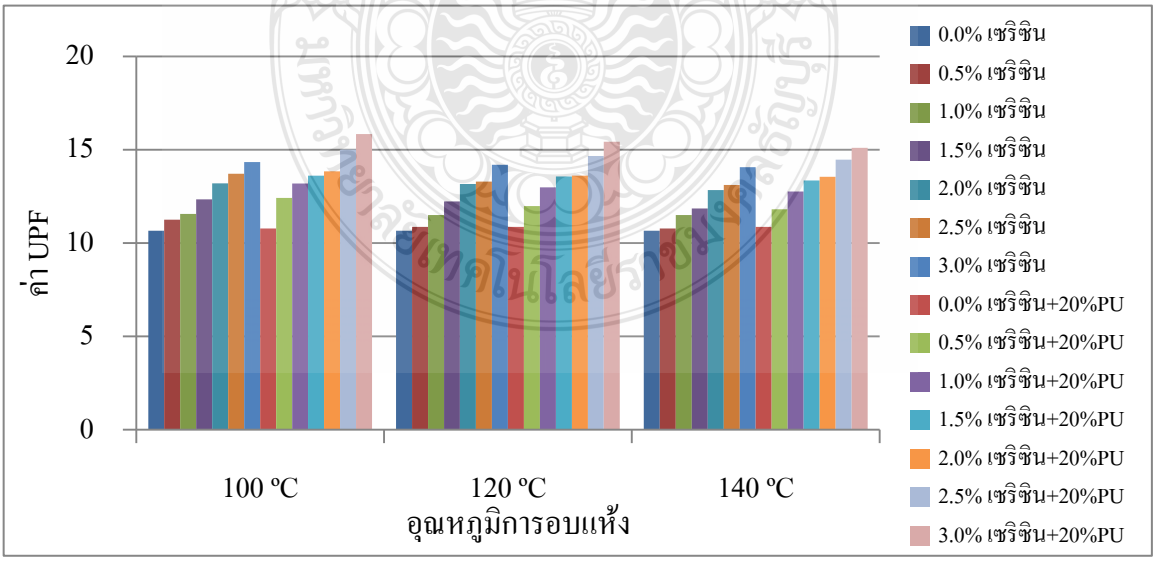
จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินที่สภาวะต่างๆก่อนการซักล้างและหลังการซักล้าง จากรูปที่ 4.16 พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินก่อนการซักล้าง มีค่าต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง เนื่องจากปริมาณของ PU ที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ความเข้มข้นของเซริซินลดลง เมื่อเซริซินแทรกซึมเข้าไปในผ้าหรือเคลือบอยู่บนผ้าได้น้อยลง ค่า UPF จึงลดลง และจากรูปที่ 4.18 พบว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20% PU และเซริซินหลังการซักล้าง มีค่าสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย PU เข้มข้น 20% และเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที หลังการซักล้างมีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 15.84 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF = 15-24) เนื่องจาก PU ช่วยยึดเกาะเซริซินไว้กับเส้นใย เมื่อเซริซินถูกน้ำจึงไม่ละลายน้ำหลุดออกไป ค่า UPF จึงสูงกว่า ดังนั้นสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายหลังการซักจึงสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยการนำ PU มาเป็นสารช่วยในการยึดเกาะระหว่างเซริซินกับผ้าฝ้ายในกระบวนการตกแต่ง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUหลังการซักล้าง

สภาวะการตกแต่ง				ผลการวัดค่า UPF
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	ความเข้มข้น PU (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	
0.0	20	100	1	10.78
		120		10.87
		140		10.87
0.5	20	100	1	12.42
		120		11.98
		140		11.81
1.0	20	100	1	13.19
		120		12.98
		140		12.76

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPUหลังการซักล้าง(ต่อ)

สภาวะการตกแต่ง				ผลการวัดค่า UPF
ความเข้มข้นเซริซิน (เปอร์เซ็นต์)	ความเข้มข้น PU (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	
1.5	20	100	1	13.61
		120		13.57
		140		13.35
2.0	20	100	1	13.84
		120		13.61
		140		13.55
2.5	20	100	1	15.01
		120		14.66
		140		14.47
3.0	20	100	1	15.84
		120		15.43
		140		15.10



รูปที่ 14.18 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีขอผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย 20%PUและเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆหลังการซักล้าง

4.3 ผลการศึกษาการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน

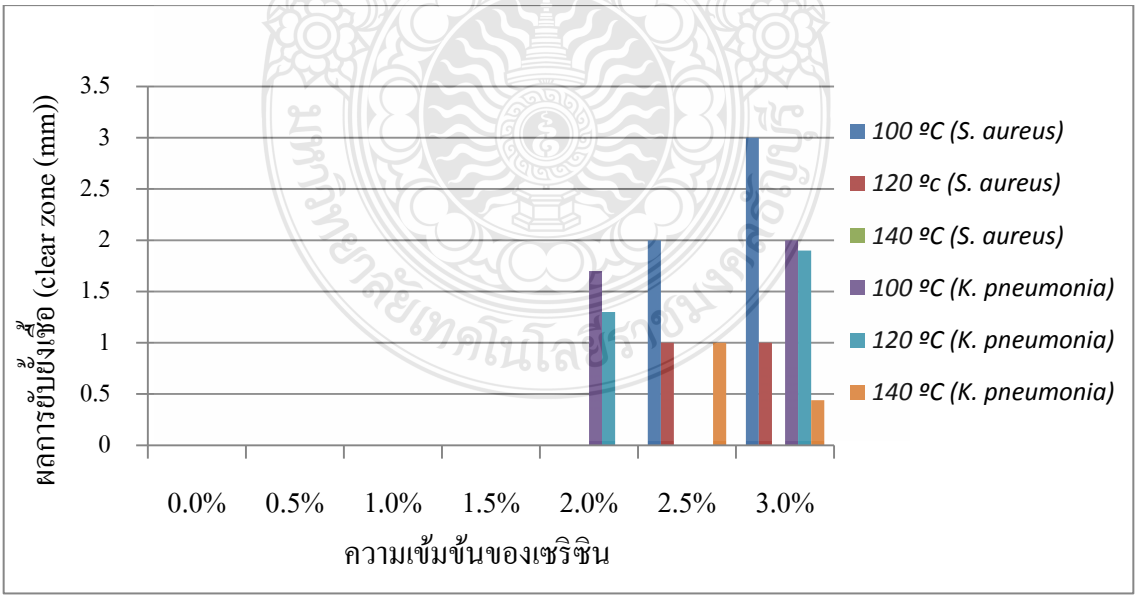
จากผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ จากรูปที่ 4.19 พบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ตกแต่งและตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 0.5%, 1.0% และ 1.5% ไม่สามารถต้านทานแบคทีเรียได้ ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% สามารถต้านทานแบคทีเรียได้ เนื่องจากเซริซินมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ [30] เมื่อนำเซริซินมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายด้วยความเข้มข้นและสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถต้านทานแบคทีเรียได้ จากรูปที่ 4.17 พบว่าสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งสูงขึ้น และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาทีมีสมบัติการต้านทานแบคทีเรียได้ดีทั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* (clear zone = 3.0 mm.) และเชื้อ *Klepsiella pneumonia* (clear zone = 2.0 mm.)

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง

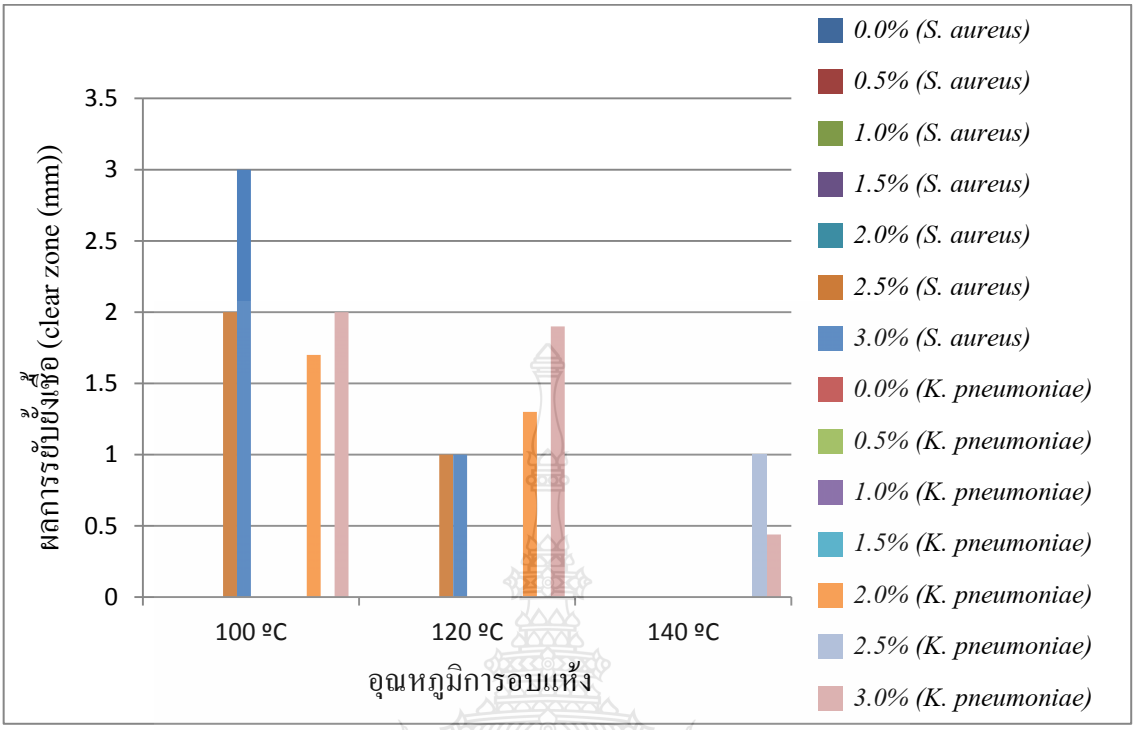
สภาวะการตกแต่ง			ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (mm)		วิธีการทดสอบ	หมายเหตุ
ความเข้มข้นเซริซิน (%)	อุณหภูมิการอบแห้ง (^{O}C)	เวลา (min)	*Staphylococcus aureus* ($2.91x10^{9}$CFU/ml)	*Klepsiella pneumonia* ($2.4x10^{7}$CFU/mi)		
0.0	-	-	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง	Inhouse Standard Method	*เกิด clear zone รอบชิ้นตัวอย่างเชื้อบริเวณรอบชิ้นตัวอย่างจางลง
0.5	100	1	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	120		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
1.0	100	1	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	120		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
1.5	100	1	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	120		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง(ต่อ)

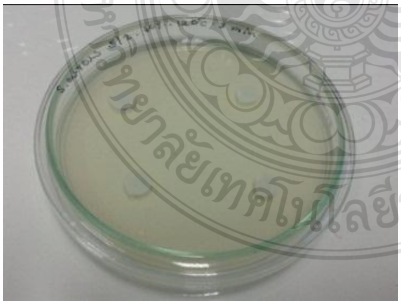
สภาวะการตกแต่ง			ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (mm)		วิธีการทดสอบ	หมายเหตุ
ความเข้มข้นเซริซิน (%)	อุณหภูมิการอบแห้ง (^{O}C)	เวลา (min)	*Staphylococcus aureus* (2.91x10^{9}CFU/ml)	*Klepsiella pneumonia* (2.4x10^{7}CFU/mi)		
2.0	100	1	ไม่ยับยั้ง	1.7*	Inhouse Standard Method	*เกิด clear zone รอบชิ้นตัวอย่างเชื้อบริเวณรอบชิ้นตัวอย่างจางลง
	120		ไม่ยับยั้ง	1.3*		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
2.5	100	1	2.0*	ไม่ยับยั้ง		
	120		1.0*	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	1.0*		
3.0	100	1	3.0*	2.0*		
	120		1.0*	1.9*		
	140		ไม่ยับยั้ง	0.44*		



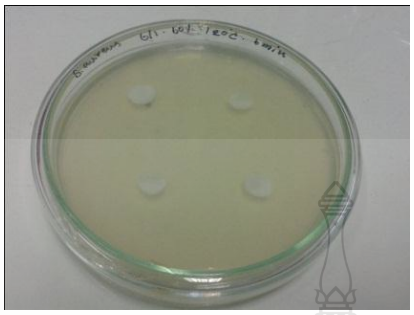
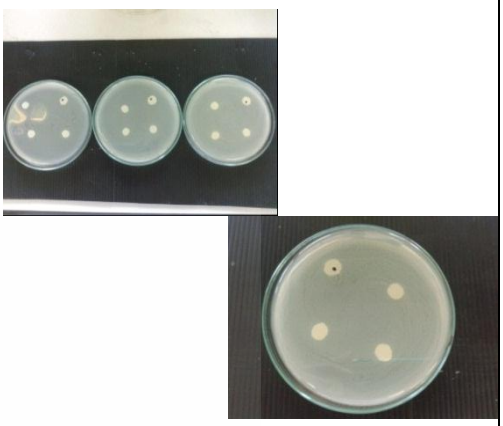
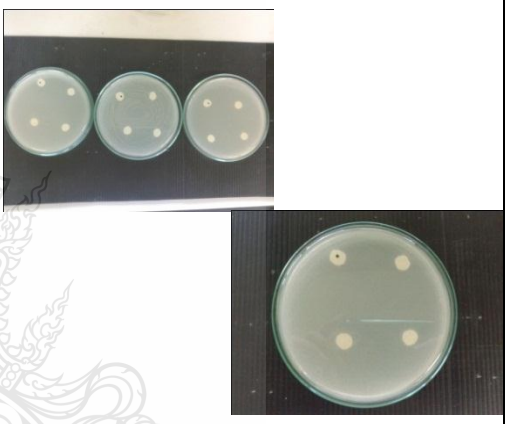
รูปที่ 4.19 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ*Klepsiella pneumonia* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ



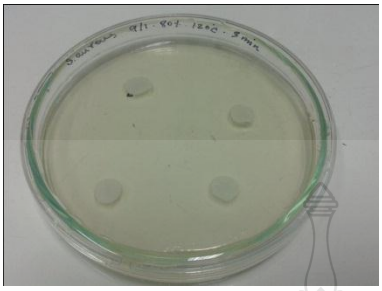
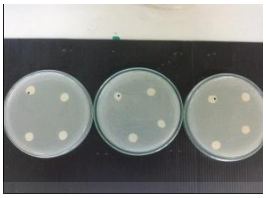
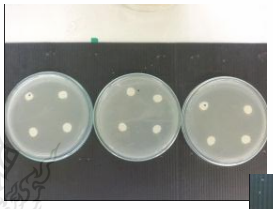
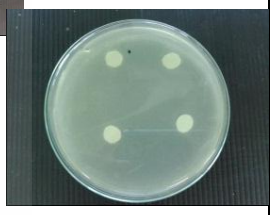
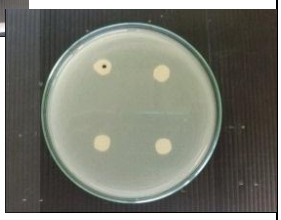
รูปที่ 4.20 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ*Klepsiella pneumonia* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินความเข้มข้นต่างๆก่อนการซักล้าง

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
ผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่ง		

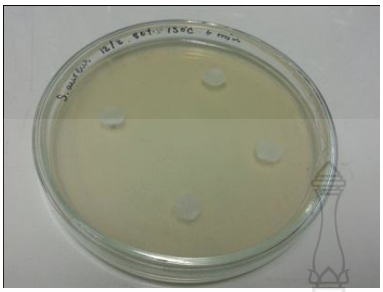
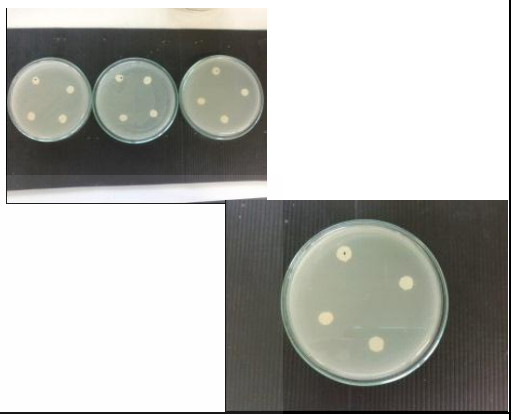
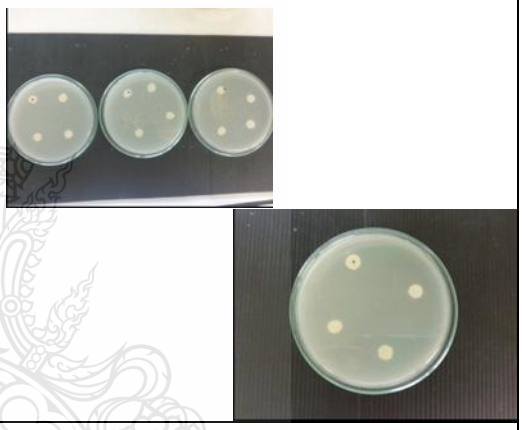
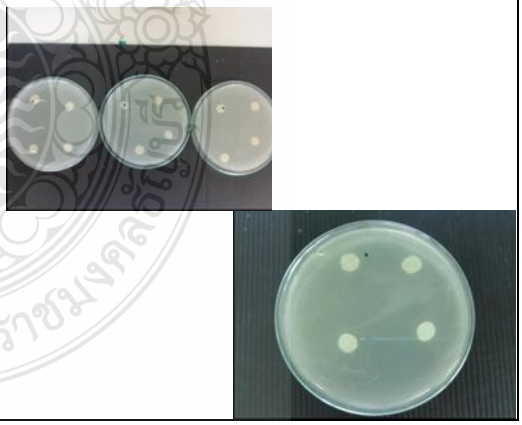
รูปที่ 4.21 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

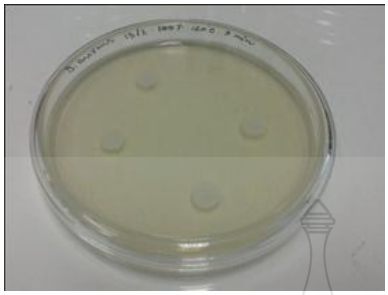
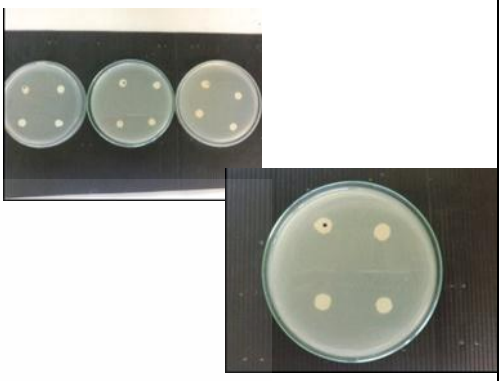
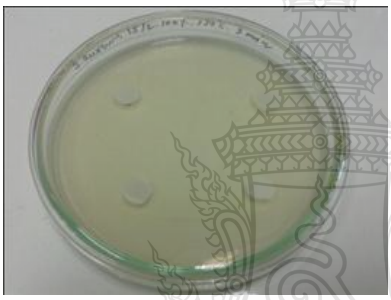
รูปที่ 4.22 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 0.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		 
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

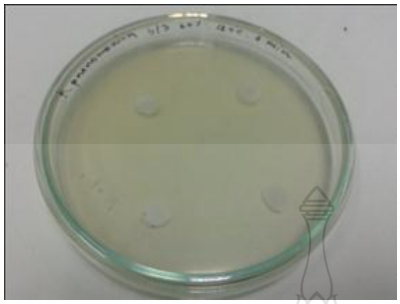
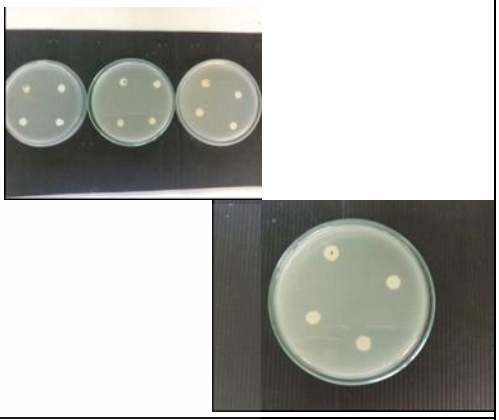
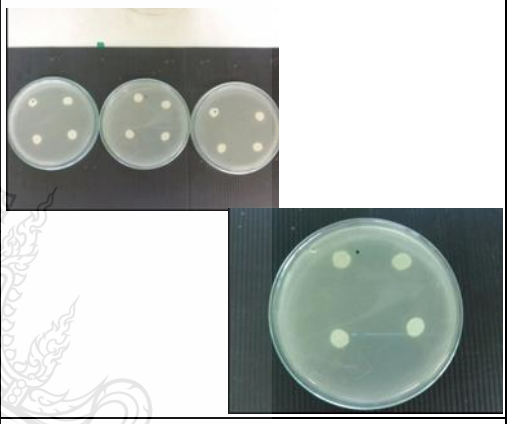
รูปที่ 4.23 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 1.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

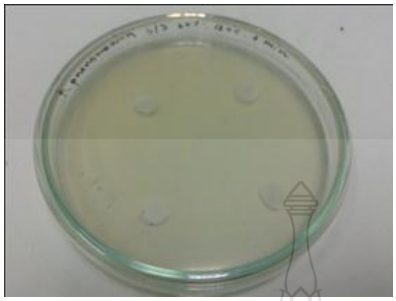
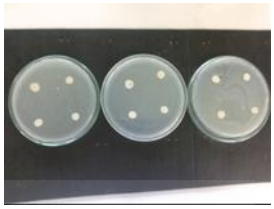
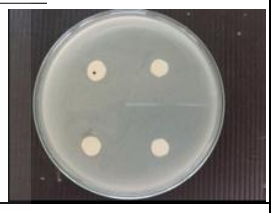
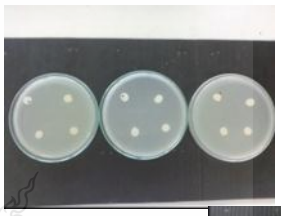
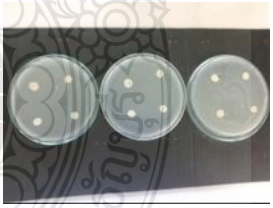
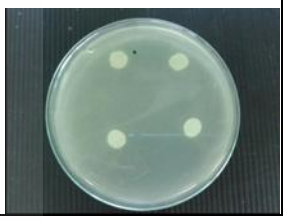
รูปที่ 4.24 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 1.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง 120^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง 140^{O}C เวลา 1นาที		

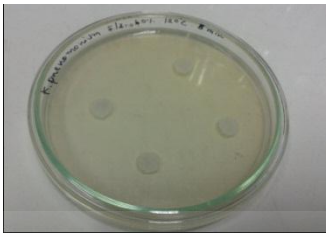
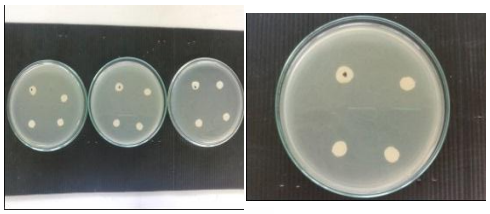
รูปที่ 4.25 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 2.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 120^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 140^{O}C เวลา 1นาที		

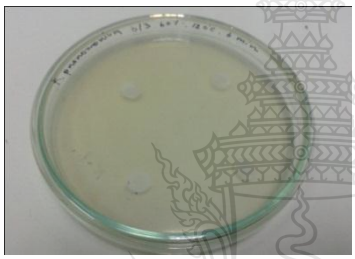
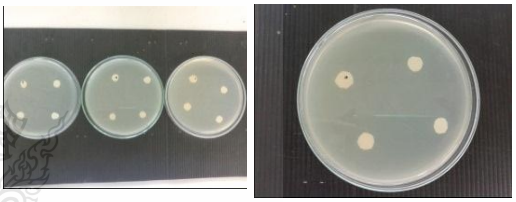
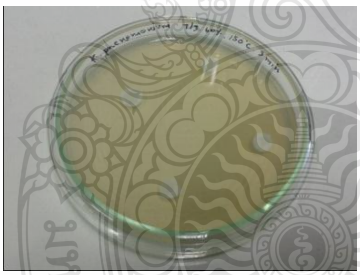
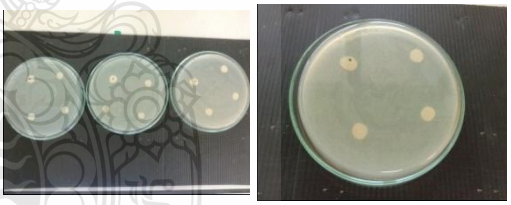
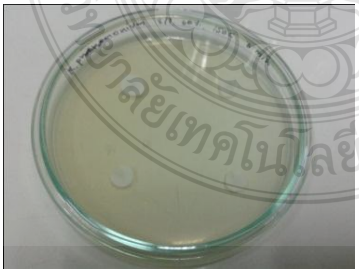
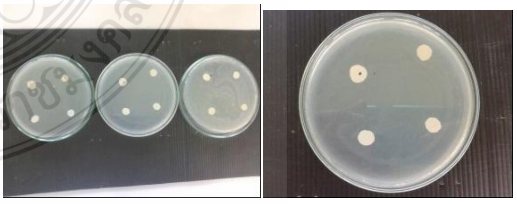
รูปที่ 4.26 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 2.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		 
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		 

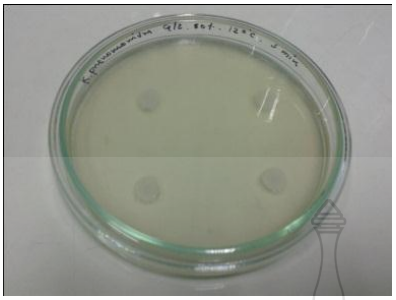
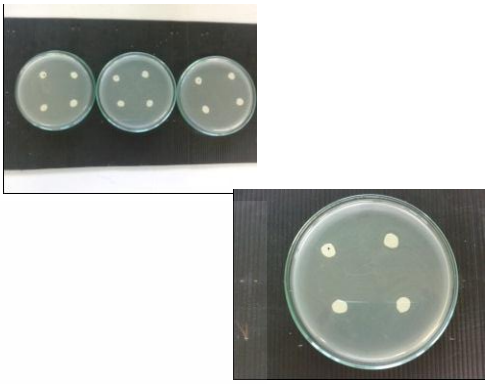
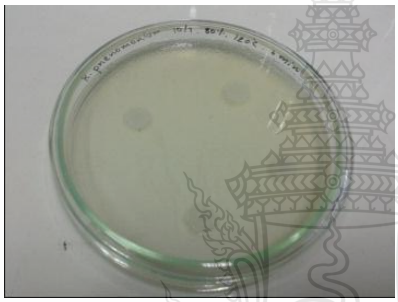
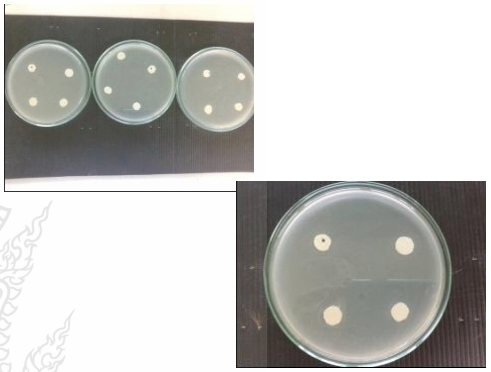
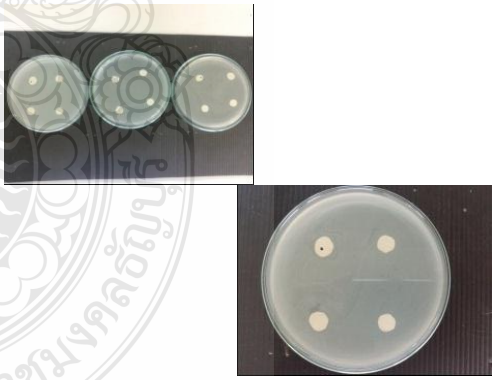
รูปที่ 4.27 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Staphylogcoccus Aureus* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 3.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
ผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่ง		

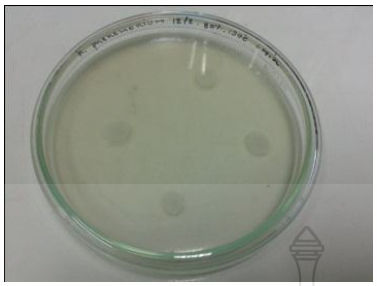
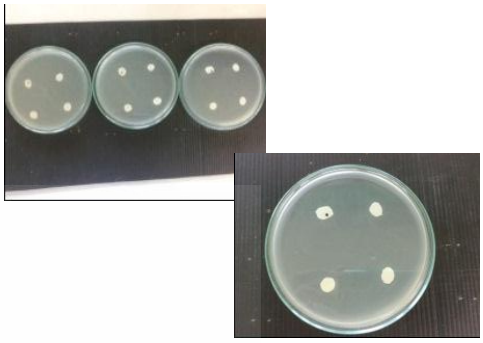
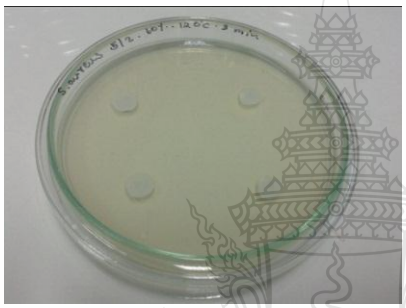
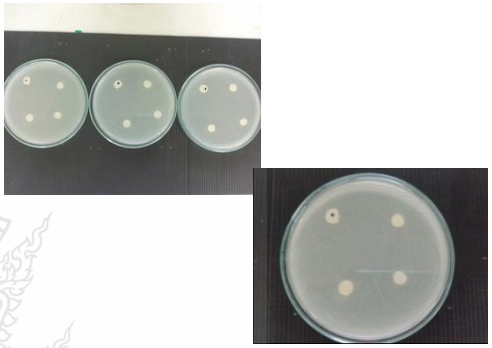
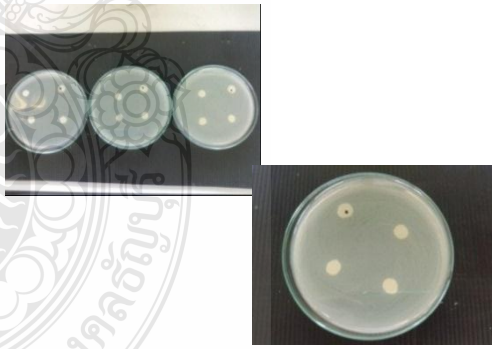
ภาพที่ 4.28 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายก่อนตกแต่ง

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 0.5% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

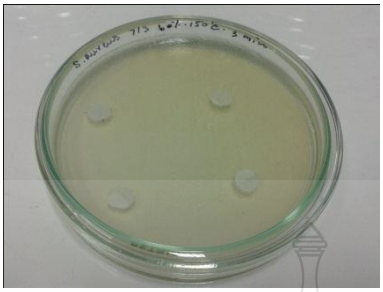
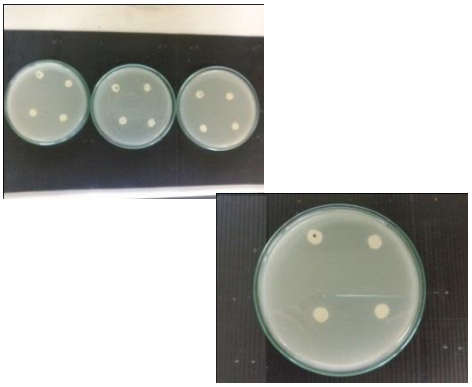
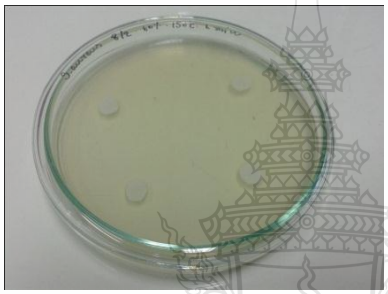
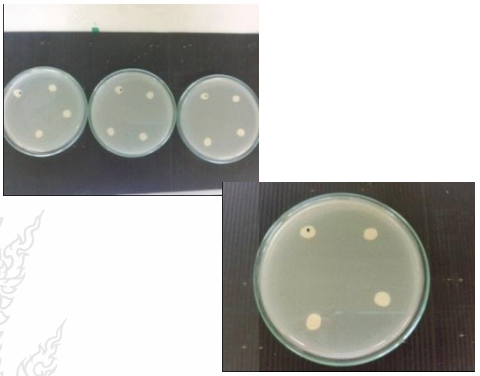
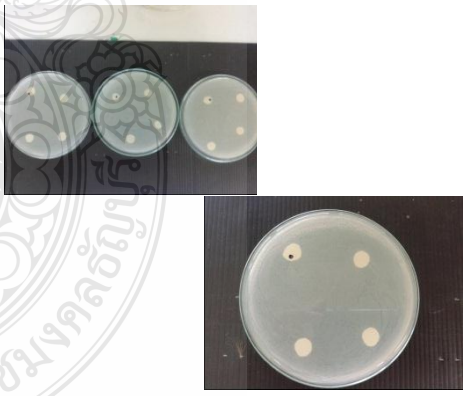
รูปที่ 4.29 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 0.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.0% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

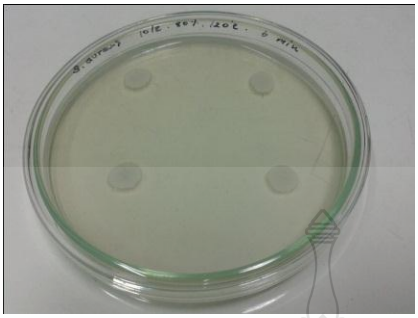
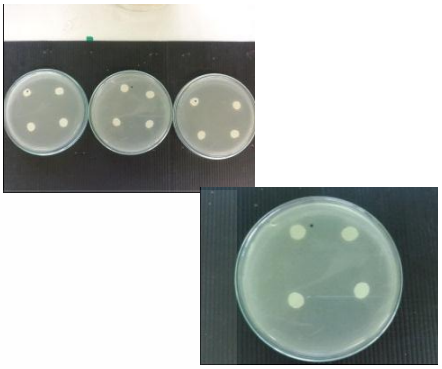
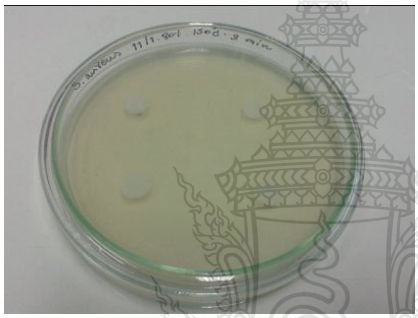
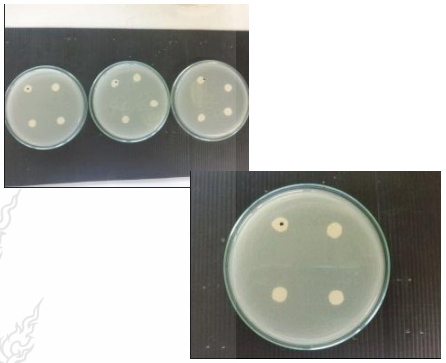
รูปที่ 4.30 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 1.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 1.5% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

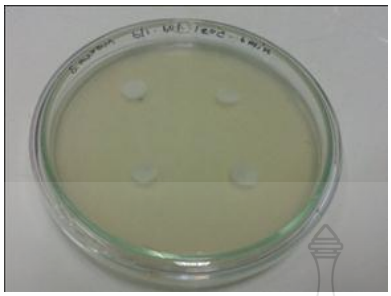
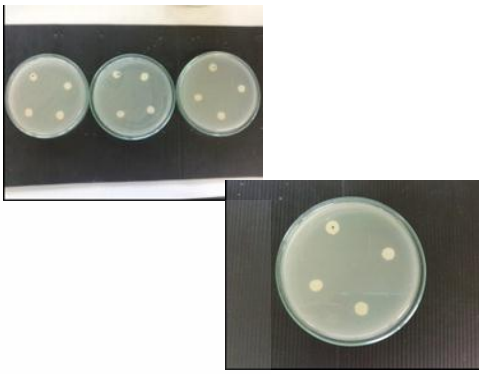
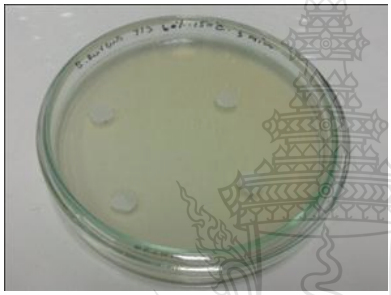
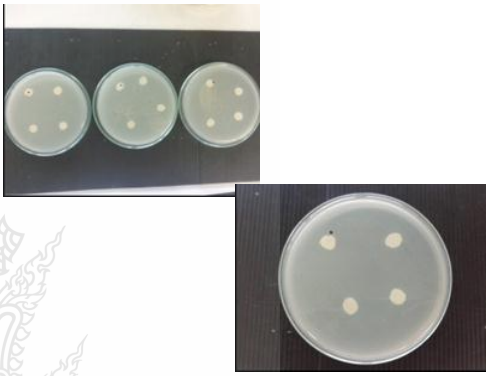
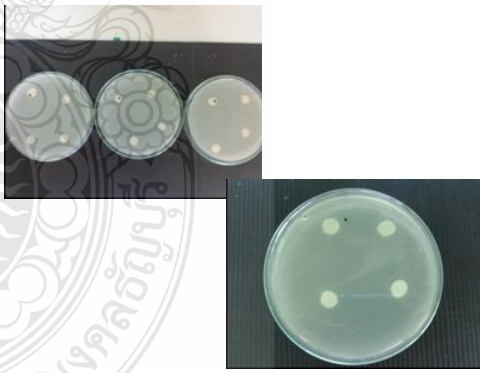
รูปที่ 4.31 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 1.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.0% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

รูปที่ 4.32 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มเข้น 2.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100,120 และ140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 100^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 120^{O}C เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 2.5% อุณหภูมิอบแห้ง 140^{O}C เวลา 1นาที		

รูปที่ 4.33 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.5% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 , 120 และ 140 องศาเซลเซียสตามลำดับ เป็นเวลา 1 นาที

ตัวอย่าง	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $100^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $120^{O}C$ เวลา 1นาที		
เซริซินเข้มเข้น 3.0% อุณหภูมิอบแห้ง $140^{O}C$ เวลา 1นาที		

รูปที่ 4.34 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียเชื้อ *Kepsiella Pnenomoniae* ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 , 120 และ 140 องศาเซลเซียสตามลำดับ เป็นเวลา 1 นาที

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัด โครงสร้าง 40x40/133x72 น้ำหนัก 125 g/m2 ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว ด้วยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง โดยใช้ความเข้มข้นของเซริซิน 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up อบแห้งด้วยเครื่องเซ็ตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย และเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย

จากผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม โดยแปรผันที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินมีสมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียเพิ่มขึ้น โดยผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งมีค่า UPF = 10.65 มีระดับการป้องกันรังสียูวีได้ไม่ดี (ค่า UPF < 15) และไม่สามารถป้องกันแบคทีเรียได้ (ไม่เกิด clear zone) ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = 22.32 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF อยู่ช่วง 15-24) และสามารถป้องกันแบคทีเรียได้ทั้งเชื้อ Staphylococcus aureus (clear zone = 3.0mm.) และ Klepsiella pneumonia (clear zone = 2.0 mm.) ซึ่งเป็นความเข้มข้นและสภาวะการตกแต่งที่เหมาะสมที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม โดยแปรผันที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งดังที่กล่าวมาข้างต้น ในสภาวะก่อนการซักและหลังการซัก พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักมีค่าลดลงกว่าค่า UPF ของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซัก โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ก่อนการซักมีค่า UPF = 22.32 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF อยู่ช่วง 15-24) ส่วนหลังการซักมีค่า UPF = 14.34 มีระดับการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับไม่ดี (ค่า UPF

< 15) เนื่องจากเซริซินเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี[10] เมื่อนำผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินไปซัก สมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าจึงลดลง

จากการศึกษาวิจัยสรุปได้ว่าสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งลงบนผ้าฝ้าย เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวี และเพิ่มสมบัติการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้ายได้ โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเหมาะกับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่นิยมซักล้าง เช่น ผ้าสำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ โคมไฟ หมวก ผ้าม่าน เป็นต้น เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายและเป็นการนำของเหลือจากการลอกกาวไหมกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องจากเซริซินประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีขั้วมีประมาณ70%ของกรดอะมิโนที่มีทั้งหมดเซริซินจึงเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี เมื่อนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินไปซัก สมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าจึงลดลง ดังนั้นผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจึงเหมาะกับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่นิยมซักล้าง เช่น ผ้าสำหรับทำโคมไฟ หมวก ผ้าม่าน เป็นต้น

5.2.2 ค่า UPF และ Clear zone ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซิน มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น จะเห็นได้ว่าการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินไม่เหมาะกับการตกแต่งที่อุณหภูมิสูง เพราะทำให้สมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายลดลง ดังนั้นสำหรับผู้ที่สนใจสามารถศึกษาการนำเซริซินไปตกแต่งบนผ้าฝ้ายด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช้ความร้อนเพื่อให้ประสิทธิภาพของเซริซินไม่เปลี่ยนแปลง

5.2.3 PU ที่นำมาใช้เป็นสารช่วยในการยึดเกาะของเซริซินกับผ้าฝ้ายนั้น สามารถช่วยเพิ่มสมบัติการป้องกันยูวีให้กับผ้าฝ้ายหลังการซักล้างได้ มีค่าการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดีแต่ค่าค่อนข้างต่ำ ดังนั้นสำหรับผู้ที่สนใจสามารถศึกษาการนำสารชนิดอื่นมาช่วยยึดเกาะเซริซินกับผ้าฝ้ายเพื่อคงสมบัติการป้องกันยูวีให้กับผ้าหลังการซักล้างเช่นเดียวกับก่อนการซักล้าง

บรรณานุกรม

[1] สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ, **ผงไหม,** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:http://203.154.212.59/qthaisilk_sub/view_updatenews.php? (Aug 25, 2012)

[2] พรอนงค์ อร่ามวิทย์. แผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากโปรตีนกาวไหม. งานวิจัย. ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ. จุฬาลงกรณ์มหามหาวิทยาลัย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.research.chula.ac.th/rs_news/2553/N009_01.html (Nov 24, 2010)

[3] Sarovat, S., Sudatis, B., Meesilpa, P., Grady, B.P., Magaraphan, R., 2003, "**The use of sericin as an antioxidant and antimicrobial for polluted air treatment**", Mater.Sci., 5 : 193-198.

[4] Gulrajani, M. L., Brahma, K. P., SenthilKumar, P., Purwar, R., 2008, "**Application of silk sericin to Polyester fabric**", Journal of Applied Polyester Science, 109 : 314-321.

[5] สารานุกรมเสรี. **ผ้าฝ้าย cotton**. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2 (Sep 16, 2012)

[6] รังสิมา ชลคุป, ศรัณยู พิริเยศยางกุร, ศุภานัน สมโลก, พจานารถ สุวรรณรุจิ, สุชาดา อุชชิน. **การศึกษาสมบัติการ**
รีดเรียบของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริ-ซิน. บทความ การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 45. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 602-610.

[7] กรมส่งเสริมการเกษตร, การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม, เอกสารวิชาการหม่อนไหม, 1995, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ku.ac.th/e-magazine/march45/agri/mai.html. (Aug 25, 2012)

[8] ปิยารัตน์ มูลศรี, 2550, การเตรียมผงเซริซินจกาน้ำลอกกาวไหม, รายงานการวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, หน้า 5-15.

[9] โมโตอิ มินะกาวะ, เออีอีชิ คาวาอิ, เข็มชัยเหมะจันทร. **วิทยาการไหม เล่ม1.** คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 38.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10] Wu, J.-H., Wang, Z., Xu, S.-Y.. 2007, Preparation and characterization of sericin power extracted from silk industry wastewater. Food. Chem. 103:1255-1262.

[11] ฐปนัท ลีธีระ, 2553, การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของฟิลม์ไฟโปรอิน สำหรับโครงร่างเลี้ยงเซลล์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 21-22.

[12] Zhang, Y.Q.. 2002, Applications of natural silk protein sericin biomaterials. Biotechnol. Adv. 2:91-100.

[13] ลิลี่ โกศัยยานนท์, คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.

[14] ประวินรัตน์, ผ้า : หลักการทอเบื้องต้น, บันทึกการสอนครั้งที่ 6, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://prawinrat.com/textiledesign/basic_design.htm (Sep 15, 2012)

[15] ธวัช ถ้วยทองคำ , การตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ (Textile Finishing), วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม, [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก : http://www.technicphotharam.com/research/chemical/...4/2802-2111.doc (Sep 15, 2012)

[16] UV pages, หน้ารังสีอัลตราไวโอเลต, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://ozone.tmd.go.th/uv.htm (Sep 16, 2012)

[17] ประเทืองทิพย์ ปานบำรุง, **สิ่งทอป้องกันแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Protection Textiles),** สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.thaitextile.org/index.php/blog/2015/06/Technology , (June 30, 2016)

[18] AATCC, 2014, Transmittance or Blocking of Erythemally Weighted Ultraviolet Radiation through Fabrics : AATCC 183, American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park..

[19] รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ์, การย้อมสีธรราชาติบนผ้าไหมเพื่อป้องกันรังสียูวี, Colour way, 17, 96 : 18-21 , 2011

[20] จากวิกิพีเดีย, สารานุกรมเสรี, **แบคทีเรีย**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2 (Sep 16, 2012)

บรรณานุกรม (ต่อ)

[21] ศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา, เอกสารวิชาการ

[22] AATCC, 2010, Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering): AATCC 135, American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park.

[23] Delebecq, E.; Pascault, J.-P.; Boutevin, B.; Ganachaud, F. (2013). "**On the Versatility of Urethane/Urea Bonds: Reversibility, Blocked Isocyanate, and Non-Isocyanate Urethane**". Chemical Reviews 113: 80–118. doi:10.1021/cr300195n.

[24] เกียรติชัย ดวงศรี, **การใช้สารสกัดโปรตีนจากรังไหมเสีย**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[25] ปราณี รัตนดิลก, **การศึกษาวิจัยการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยกรดซิทริกเพื่อให้มีสมบัติกันยับ**, สาขาวิชาสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[26] บิณฑสัน ขวัญข้าว, การศึกษาการตกแต่งสำเร็จเพื่อป้องกันรังสียูวีต่อการเปลี่ยนของสีและสมบัติทางกายภาพของผ้าฝ้าย ผ้าพอลิเอสเทอร์และผ้าฝ้ายผสมพอลิเอสเทอร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[27] M. L. Gulrajani, K. P. Brahma, P. Senthil Kumar, R. Purwar, 2008, "Application of silk sericin to Polyester fabric", Journal of Applied Polyester Science, 109,1:314-321.

[28] Mongkholrattanasit,R.,Krystufex,J.,Wiener, J.,Vikova, M., 2011, "**UV properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract**", The Journal of The Textile Institute. 102, 3 : 272-279.

[29] Mongkholrattanasit, R.,Krystufex, J.,Wiener, J.,Vikova, M., 2011, "**Dyeing Fastness, and UV properties of silk and wool fabric dyed with Eucalyptus leaf extract by the Exhaustion Process**", Fibres & Textiles in Eastern Europe. 19,3 : 94-99.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[30] Sarovat, S., Sudatis, B., Meesilpa, P., Grady, B.P., Magaraphan, R., 2003, “The use of sericin as an antioxidant and antimicrobial for polluted air treatment”, Mater.Sci., 5 : 193-198.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินก่อนการซักล้าง

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	10.65	13.10%	8.79%
STD:	0.02	0.13%	0.02%
COV:	0.18%	0.98%	0.24%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.63	388
Location 2	10.66	388
Location 3	10.66	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	10.65	13.10%	8.79%
STD:	0.02	0.13%	0.02%
COV:	0.18%	0.98%	0.24%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.63	388
Location 2	10.66	388
Location 3	10.66	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	10.65	13.10%	8.79%
STD:	0.02	0.13%	0.02%
COV:	0.18%	0.98%	0.24%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.63	388
Location 2	10.66	388
Location 3	10.66	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.65	9.91%	8.12%
STD:	1.36	1.24%	1.11%
COV:	11.68%	12.54%	13.62%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	9.3	388
Location 2	12.61	388
Location 3	12.56	388
Location 4	11.90	388
Location 5	11.91	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.30	10.04%	8.39%
STD:	1.32	1.26%	1.08%
COV:	11.70%	12.52%	12.85%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.65	388
Location 2	11.66	388
Location 3	12.04	388
Location 4	10.95	388
Location 5	9.21	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.21	10.22%	8.51%
STD:	1.52	1.65%	1.39%
COV:	13.51%	16.14%	16.38%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.02	388
Location 2	8.53	388
Location 3	11.89	388
Location 4	11.54	388
Location 5	12.08	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.85	12.36%	7.56%
STD:	1.05	1.06%	0.72%
COV:	8.87%	8.60%	9.49%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.35	387
Location 2	12.45	387
Location 3	11.20	387
Location 4	12.92	387
Location 5	12.32	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.85	12.17%	7.53%
STD:	0.68	0.58%	0.44%
COV:	5.77%	4.76%	5.80%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.61	387
Location 2	11.95	388
Location 3	11.06	388
Location 4	12.92	387
Location 5	11.69	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.65	12.48%	7.65%
STD:	0.50	0.60%	0.32%
COV:	4.26%	4.78%	4.15%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.12	387
Location 2	12.22	387
Location 3	11.38	387
Location 4	11.08	387
Location 5	11.46	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date:

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	16.06	10.60%	5.57%
STD:	0.48	0.20%	0.18%
COV:	3.00%	1.91%	3.22%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.36	387
Location 2	16.63	387
Location 3	15.87	387
Location 4	16.10	387
Location 5	16.33	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date:

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	15.59	10.88%	5.74%
STD:	0.55	0.37%	0.21%
COV:	3.52%	3.37%	3.64%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.09	387
Location 2	14.82	387
Location 3	15.37	387
Location 4	16.14	387
Location 5	15.50	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date:

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	14.57	11.35%	6.17%
STD:	0.60	0.46%	0.26%
COV:	4.11%	4.03%	4.16%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.32	387
Location 2	15.36	387
Location 3	14.94	387
Location 4	14.42	387
Location 5	13.80	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	18.97	9.49%	4.68%
STD:	1.91	0.56%	0.51%
COV:	10.05%	5.91%	10.80%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	20.93	387
Location 2	18.84	387
Location 3	17.13	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	18.52	9.98%	4.81%
STD:	1.83	0.55%	0.49%
COV:	9.89%	5.47%	10.20%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	17.49	387
Location 2	17.44	387
Location 3	20.64	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	18.08	9.98%	4.90%
STD:	0.32	0.10%	0.10%
COV:	1.79%	1.00%	2.07%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	18.56	387
Location 2	17.83	387
Location 3	18.25	387
Location 4	17.80	387
Location 5	17.98	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	20.35	9.55%	4.33%
STD:	2.19	0.66%	0.50%
COV:	10.77%	6.96%	11.65%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	18.17	387
Location 2	20.34	387
Location 3	22.55	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	19.85	9.33%	4.44%
STD:	0.38	0.12%	0.09%
COV:	1.90%	1.33%	2.10%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	20.16	387
Location 2	19.36	387
Location 3	19.96	387
Location 4	20.21	387
Location 5	19.55	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	19.63	9.48%	4.49%
STD:	0.71	0.20%	0.18%
COV:	3.63%	2.10%	3.96%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	18.67	387
Location 2	20.06	387
Location 3	19.48	387
Location 4	19.38	387
Location 5	20.55	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	22.32	9.08%	3.88%
STD:	1.48	0.32%	0.29%
COV:	6.62%	3.52%	7.44%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	22.46	387
Location 2	23.72	387
Location 3	20.77	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	21.26	9.16%	4.10%
STD:	1.40	0.44%	0.28%
COV:	6.61%	4.86%	6.79%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	22.88	387
Location 2	20.49	387
Location 3	20.40	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	21.14	9.25%	4.11%
STD:	0.88	0.22%	0.20%
COV:	4.18%	2.36%	4.88%

UPF Rating: 20.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	21.40	387
Location 2	21.86	387
Location 3	20.15	387

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินหลังการซักล้าง

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.66	10.66%	8.93%
STD:	0.65	0.62%	0.55%
COV:	6.14%	5.80%	6.20%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.43	388
Location 2	11.22	388
Location 3	10.63	388
Location 4	10.05	388
Location 5	10.00	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.66	10.66%	8.93%
STD:	0.65	0.62%	0.55%
COV:	6.14%	5.80%	6.20%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.43	388
Location 2	11.22	388
Location 3	10.63	388
Location 4	10.05	388
Location 5	10.00	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.66	10.66%	8.93%
STD:	0.65	0.62%	0.55%
COV:	6.14%	5.80%	6.20%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.43	388
Location 2	11.22	388
Location 3	10.63	388
Location 4	10.05	388
Location 5	10.00	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.25	12.57%	8.00%
STD:	0.31	0.25%	0.23%
COV:	2.73%	2.02%	2.83%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.90	388
Location 2	11.68	388
Location 3	11.44	387
Location 4	11.20	388
Location 5	11.06	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.87	12.85%	8.34%
STD:	0.26	0.28%	0.21%
COV:	2.36%	2.14%	2.48%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.57	388
Location 2	11.01	388
Location 3	10.63	388
Location 4	11.14	388
Location 5	11.02	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.78	13.07%	8.42%
STD:	0.81	1.05%	0.69%
COV:	7.48%	8.05%	8.15%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	9.41	387
Location 2	11.53	388
Location 3	11.13	387
Location 4	10.96	388
Location 5	10.88	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.56	9.61%	8.15%
STD:	0.97	0.68%	0.72%
COV:	8.40%	7.11%	8.87%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.60	388
Location 2	10.17	388
Location 3	11.85	388
Location 4	11.01	388
Location 5	12.19	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.50	9.81%	8.20%
STD:	0.95	0.63%	0.73%
COV:	8.24%	6.40%	8.86%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.07	388
Location 2	11.45	388
Location 3	11.30	388
Location 4	12.54	388
Location 5	12.14	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.50	9.96%	8.18%
STD:	0.99	0.98%	0.78%
COV:	8.61%	9.82%	9.58%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.12	388
Location 2	11.48	388
Location 3	9.80	388
Location 4	11.90	388
Location 5	12.19	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	12.34	9.89%	7.65%
STD:	0.49	0.40%	0.31%
COV:	3.98%	4.08%	4.04%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.28	388
Location 2	12.33	388
Location 3	12.93	388
Location 4	12.56	388
Location 5	11.59	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	12.23	9.91%	7.71%
STD:	0.34	0.38%	0.21%
COV:	2.81%	3.86%	2.72%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.60	388
Location 2	11.79	388
Location 3	12.11	388
Location 4	12.10	388
Location 5	12.57	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.85	10.03%	7.99%
STD:	0.66	0.46%	0.44%
COV:	5.59%	4.62%	5.52%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.59	388
Location 2	11.68	388
Location 3	11.17	388
Location 4	12.94	388
Location 5	11.85	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.20	8.98%	7.17%
STD:	0.94	0.46%	0.56%
COV:	7.14%	5.17%	7.75%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.82	388
Location 2	12.11	388
Location 3	13.66	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.16	8.84%	7.18%
STD:	0.46	0.29%	0.26%
COV:	3.47%	3.32%	3.61%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.47	388
Location 2	13.38	388
Location 3	12.64	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	12.84	9.25%	7.39%
STD:	1.24	0.73%	0.69%
COV:	9.64%	7.90%	9.34%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.25	388
Location 2	11.97	388
Location 3	12.28	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.71	7.70%	6.93%
STD:	0.48	0.29%	0.24%
COV:	3.52%	3.75%	3.48%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.75	388
Location 2	13.21	388
Location 3	14.18	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.29	7.95%	7.18%
STD:	1.12	0.74%	0.62%
COV:	8.46%	9.37%	8.64%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.25	388
Location 2	13.57	388
Location 3	12.05	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	13.11	8.32%	7.26%
STD:	0.79	0.53%	0.43%
COV:	6.03%	6.41%	5.97%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.08	388
Location 2	12.86	388
Location 3	11.99	388
Location 4	13.61	388
Location 5	13.01	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.34	7.58%	6.61%
STD:	0.10	0.06%	0.06%
COV:	0.69%	0.84%	0.86%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.46	388
Location 2	14.31	388
Location 3	14.26	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	14.19	7.82%	6.67%
STD:	0.51	0.35%	0.24%
COV:	3.62%	4.44%	3.66%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.74	388
Location 2	13.66	388
Location 3	13.65	388
Location 4	14.27	388
Location 5	14.62	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AS/NZS 4399:1996

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	14.06	7.85%	6.75%
STD:	0.39	0.15%	0.19%
COV:	2.77%	1.92%	2.80%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.62	388
Location 2	14.30	388
Location 3	13.82	388
Location 4	13.67	388
Location 5	13.89	388

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPU ก่อนการซักล้าง

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0 %/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.21	10.22%	8.51%
STD:	1.52	1.65%	1.39%
COV:	13.51%	16.14%	16.38%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.02	388
Location 2	8.53	388
Location 3	11.89	388
Location 4	11.54	388
Location 5	12.08	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.25	12.68%	8.27%
STD:	0.35	0.28%	0.28%
COV:	3.14 %	2.19%	3.39%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.64	387
Location 2	11.21	388
Location 3	10.72	388
Location 4	11.50	388
Location 5	11.18	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.25	10.97%	8.39%
STD:	0.52	0.27%	0.41%
COV:	4.59%	2.47%	4.83%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	11.97	388
Location 2	11.19	388
Location 3	11.49	388
Location 4	10.60	388
Location 5	11.00	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	12.99	11.00%	7.11%
STD:	0.10	0.06%	0.06%
COV:	0.74%	0.55%	0.83%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.10	387
Location 2	12.94	387
Location 3	12.93	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	12.79	11.53%	6.92%
STD:	0.64	0.48%	0.37%
COV:	4.98%	4.16%	5.38%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.66	387
Location 2	12.40	387
Location 3	13.54	387
Location 4	12.01	387
Location 5	13.33	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	12.23	12.62%	7.51%
STD:	0.13	0.14%	0.09%
COV:	1.06%	1.12%	1.14%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.24	387
Location 2	12.36	387
Location 3	12.10	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.62	11.50%	6.66%
STD:	0.23	0.11%	0.12%
COV:	1.71%	0.94%	1.87%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.64	387
Location 2	13.38	387
Location 3	13.84	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.21	7.86%	7.21%
STD:	0.38	0.37%	0.20%
COV:	2.88%	4.71%	2.79%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.64	388
Location 2	13.10	388
Location 3	12.90	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.08	8.18%	7.28%
STD:	0.19	0.07%	0.12%
COV:	1.44%	0.87%	1.68%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.28	388
Location 2	12.90	388
Location 3	13.05	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.82	8.37%	6.86%
STD:	1.02	0.83%	0.52%
COV:	7.38%	9.94%	7.64%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.69	388
Location 2	14.06	388
Location 3	12.70	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.78	7.84%	6.90%
STD:	0.74	0.38%	0.38%
COV:	5.38%	4.80%	5.54%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.02	388
Location 2	13.83	388
Location 3	14.50	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.57	9.39%	6.90%
STD:	0.47	0.30%	0.24%
COV:	3.43%	3.18%	3.54%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.76	388
Location 2	13.91	388
Location 3	13.04	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.79	10.75%	6.09%
STD:	0.29	0.14%	0.13%
COV:	1.98%	1.31%	2.14%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.45	387
Location 2	14.94	387
Location 3	14.98	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.55	10.88%	6.24%
STD:	0.10	0.07%	0.05%
COV:	0.70%	0.64%	0.80%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.43	387
Location 2	14.62	387
Location 3	14.59	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.09	11.01%	6.45%
STD:	0.29	0.15%	0.13%
COV:	2.06%	1.41%	1.97%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.43	387
Location 2	13.96	387
Location 3	13.89	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	15.87	10.83%	5.63%
STD:	0.67	0.34%	0.26%
COV:	4.23%	3.15%	4.65%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.41	387
Location 2	16.34	387
Location 3	15.49	387
Location 4	16.24	387
Location 5	14.87	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	15.53	11.15%	5.73%
STD:	0.66	0.26%	0.26%
COV:	4.22%	2.31%	4.57%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.59	387
Location 2	15.04	387
Location 3	15.36	387
Location 4	15.70	387
Location 5	14.98	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	15.43	11.25%	5.78%
STD:	0.76	0.40%	0.31%
COV:	4.92%	3.54%	5.32%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.47	387
Location 2	16.25	387
Location 3	15.94	387
Location 4	15.21	387
Location 5	14.28	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	17.27	10.18%	5.15%
STD:	0.86	0.28%	0.28%
COV:	4.96%	2.79%	5.38%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	18.16	387
Location 2	17.18	387
Location 3	16.45	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	16.75	10.36%	5.31%
STD:	0.70	0.25%	0.25%
COV:	4.20 %	2.43%	5.38%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.75	387
Location 2	16.78	387
Location 3	17.27	387
Location 4	15.60	387
Location 5	17.37	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	16.36	10.31%	5.49%
STD:	0.77	0.34%	0.29%
COV:	4.73%	3.33%	5.27%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.85	387
Location 2	16.77	387
Location 3	15.47	387

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินและPU หลังการซักล้าง

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.78	13.07%	8.42%
STD:	0.81	1.05%	0.69%
COV:	7.48%	8.05%	8.15%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	9.41	387
Location 2	11.53	388
Location 3	11.13	387
Location 4	10.96	388
Location 5	10.88	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.87	12.85%	8.34%
STD:	0.26	0.28%	0.21%
COV:	2.36%	2.14%	2.48%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.57	388
Location 2	11.01	388
Location 3	10.63	388
Location 4	11.14	388
Location 5	11.02	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	10.87	12.85%	8.34%
STD:	0.26	0.28%	0.21%
COV:	2.36%	2.14%	2.48%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	10.57	388
Location 2	11.01	388
Location 3	10.63	388
Location 4	11.14	388
Location 5	11.02	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	12.42	11.93%	7.11%
STD:	0.46	0.54%	0.26%
COV:	3.73%	4.55%	3.62%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.47	387
Location 2	11.66	387
Location 3	12.87	387
Location 4	12.70	387
Location 5	12.42	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	11.98	12.70%	7.66%
STD:	0.45	0.23%	0.31%
COV:	3.80%	1,84%	4.07%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.46	387
Location 2	11.56	387
Location 3	11.93	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 0.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	11.81	10.60%	7.94%
STD:	0.64	0.60%	0.43%
COV:	5.44%	5.69%	5.39%

UPF Rating: 10.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.58	388
Location 2	11.96	388
Location 3	12.21	388
Location 4	11.20	388
Location 5	11.10	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.19	11.08%	6.99%
STD:	0.06	0.30%	0.20%
COV:	2.79%	2.67%	2.92%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.78	387
Location 2	13.31	387
Location 3	13.49	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	12.98	11.77%	7.04%
STD:	0.03	0.13%	0.01%
COV:	0.23%	1.09%	0.19%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.95	387
Location 2	13.01	387
Location 3	12.99	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	12.76	9.41%	7.40%
STD:	0.62	0.42%	0.37%
COV:	4.85%	4.43%	4.95%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	12.24	388
Location 2	12.59	388
Location 3	13.44	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.61	10.82%	6.81%
STD:	0.86	0.31%	0.45%
COV:	6.32%	2.86%	6.59%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.00	387
Location 2	14.60	387
Location 3	13.24	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.57	9.06%	6.92%
STD:	0.38	0.12%	0.22%
COV:	2.84%	1.27%	3.14%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.42	388
Location 2	13.28	388
Location 3	14.00	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 1.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.35	8.80%	7.07%
STD:	0.27	0.28%	0.20%
COV:	2.06%	3.21%	2.78%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.40	388
Location 2	13.59	388
Location 3	13.05	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.84	11.35%	6.57%
STD:	0.46	0.26%	0.24%
COV:	3.32%	2.26%	3.64%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.98	387
Location 2	13.33	387
Location 3	14.22	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.61	11.49%	6.68%
STD:	0.67	0.36%	0.34%
COV:	4.90%	3.09%	5.14%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.15	387
Location 2	13.31	387
Location 3	14.38	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	13.55	8.62%	6.99%
STD:	0.18	0.15%	0.11%
COV:	1.33%	1.70%	1.55%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	13.36	387
Location 2	13.71	388
Location 3	13.58	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	15.01	7.14%	6.35%
STD:	0.93	0.95%	0.36%
COV:	6.21%	13.34%	5.67%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	16.00	388
Location 2	14.87	388
Location 3	14.15	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.66	8.43%	6.42%
STD:	0.56	0.10%	0.29%
COV:	3.83%	1.21%	4.45%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	14.08	388
Location 2	15.21	387
Location 3	14.68	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 2.5%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	14.47	7.27%	6.58%
STD:	0.70	0.48%	0.32%
COV:	4.87%	6.59%	4.85%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.24	388
Location 2	13.85	388
Location 3	14.31	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 100C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	5	5	5
Mean:	15.84	10.69%	5.64%
STD:	0.37	0.12%	0.15%
COV:	2.31%	1.11%	2.68%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.91	387
Location 2	15.51	387
Location 3	16.15	387
Location 4	15.42	387
Location 5	16.23	387

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 120C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	15.43	6.89%	6.14%
STD:	0.25	0.50%	0.07%
COV:	1.60%	7.29%	1.22%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.62	388
Location 2	15.53	388
Location 3	15.15	388

Labsphere Transmittance Analyzer

UPF Report

Sample :

Description: Sericin 3.0%/20%PU/Temp 140C/Time 1min -HW

Operator:

Client:

Comment:

Date: 03/03/2015

Unit serial number: 0428117207

Solar Irradiance Profile: AATCC 183:2000

Wavelength Range: 290-400 nm

	UPF	T(UVA)	T(UVB)
Number of Scans:	3	3	3
Mean:	15.10	7.13%	6.31%
STD:	1.21	1.11%	0.51%
COV:	8.01%	15.61%	8.06%

UPF Rating: 15.000

Scan	UPF	Critical Wavelength
Location 1	15.98	388
Location 2	15.59	388
Location 3	13.72	388

ภาคผนวก จ

เอกสารตีพิมพ์เผยแพร่

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

ที่ วร 64 / 2559

28 มิถุนายน 2559

เรื่อง ตอบรับตีพิมพ์บทความลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

เรียน นางสาวมัลลิกา ทองเจริญ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าทอจากฝ้าย/สแตนเลส" เพื่อขอตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ทางกองบรรณาธิการได้พิจารณาแล้วเห็นควรให้ตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2559 ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต แสงสวัสดิ์)
หัวหน้ากองบรรณาธิการ
วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
โทรศัพท์: 0 2549 3493 โทรสาร: 0 2549 3493 e-mail: enjournal@en.rmutt.ac.th
www.engineer.rmutt.ac.th/journal

การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม

Alternative study on UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric finished with sericin from degumming solution

กุลธิดา เบญจมาลา[1] และ สุจิระ ขอจิตต์เมตต์[2]

บทคัดย่อ

เซริซิน (Sericin) หรือกาวไหม เป็นโปรตีนธรรมชาติมีกรดอะมิโน 16 ชนิดที่มีประโยชน์ เซริซินทำหน้าที่เคลือบและยึดไฟโบรอิน (Fibroin) หรือเส้นใยไหมไว้ด้วยกัน ในการผลิตผ้าไหมจึงต้องมีขั้นตอนการลอกกาวไหม ซึ่งเป็นการกำจัดเซริซินออกเหลือแต่เส้นใยไหมเพื่อนำไปทอ ส่วนน้ำลอกกาวไหมที่มีเซริซินผสมอยู่จะถูกทิ้งโดยไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายทอ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายทอลายขัด โดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมในสภาวะต่างๆ จากผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหม พบว่าความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิการอบแห้งมีผลต่อสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ใช้ปริมาณเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการตกแต่ง จากผลการทดลองยืนยันได้ว่าเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมีศักยภาพนำมาประยุกต์ใช้ตกแต่งบนผ้าฝ้าย เพื่อการป้องกันรังสียูวีและต้านทานแบคทีเรีย

คำสำคัญ: การลอกกาวไหม, เซริซิน, การป้องกันยูวี, การต้านทานแบคทีเรีย

Abstract

Sericin is natural protein which has 16 types of usable amino acid. Sericin was coated on fibroin and stick fibroin or silk fiber together. Silk degumming is a process of silk fabric production, to extract sericin off, to get fibroin fiber for weaving. The degumming solution containing sericin will not be used for any benefit. Therefore, to reduce waste and value-added woven fabric, the researcher aims to study using sericin from degumming solution treat on plain weave cotton fabric by pad-dry method to enhance UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric. This research proposes to examine UV protection and Anti-bacterial properties of finished cotton fabric with sericin from degumming solution for various condition. According to the results, the sericin concentration and drying temperature effect on UV protection and anti-bacterial properties of finished cotton fabric. The cotton fabric was finished with 3 .0 % concentration of sericin from degumming solution, padded with 95% pick-up by padder machine and dried at 100°C by stenter machine for 1 minute is the best condition for finishing. The results confirmed that sericin have potential application for cotton fabric finishing and producing UV protection and Anti-bacterial protection

Keywords: Silk Degumming, Sericin, UV protection, Anti-bacterial

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. บทนำ

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อการทอผ้าไหมในประเทศไทยมีมายาวนาน โดยเฉพาะในภาคอีสานเป็นแหล่งผลิตผ้าไหมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อทอผ้าไหมใช้ในครัวเรือน จนพัฒนามาเป็นการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อทอผ้าไหมในระดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ในการผลิตผ้าไหมจะมีขั้นตอนการลอกกาวไหม (Silk Degumming) เนื่องจากเส้นไหม (Silk Fiber) เป็นเส้นใยโปรตีนจากธรรมชาติประกอบด้วย 2ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเส้นใยไหม เรียกว่าไฟโบรอิน (Fibroin) และส่วนที่เป็นกาวไหม เรียกว่าเซริซิน (Sericin) ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีกรดอะมิโน 16 ชนิด ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และช่วยกำจัดเชื้อแบคทีเรียบางชนิด[1] การลอกกาวไหมเป็นการขจัดเซริซินที่ทำหน้าที่เคลือบและยึดเส้นใยไหมไว้ด้วยกันให้หลุดออกเหลือแต่เส้นใยไหมนำไปทอหรือย้อมต่อไป ส่วนน้ำที่ได้จากการลอกกาวไหมที่มีเซริซินผสมอยู่นั้น เรียกว่าน้ำลอกกาวไหม (Degumming Solution) จะถูกทิ้งโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยสมบัติของเซริซินกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการวิจัยพัฒนาแผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากเซริซิน ช่วยกระตุ้นคอลลาเจน[2] มีการศึกษาทางด้านเภสัชวิทยาพบว่าเซริซินมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์[3] เซริซินยังถูกวิจัยและพัฒนาเป็นผงไหมเพื่อใช้ทำเครื่องสำอางและอาหารเสริม[1] และมีการศึกษาการประยุกต์ใช้เซริซินมาตกแต่งบนผ้าไพลิเอสเตอร์ซึ่งช่วยเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ในระดับดี-ดีมาก[4]

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการผ้าที่มีสมบัติพิเศษในการสวมใส่นอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานของผ้าเอง เช่น สวมใส่สบาย ระบายความชื้นได้ดี สามารถป้องกันรังสียูวีได้ ต้านทานต่อแบคทีเรียได้ และผ้าฝ้ายก็เป็นผ้าที่ได้รับความนิยมในการสวมใส่ เพราะดูดความชื้นได้ดี ระบายความชื้นได้เร็ว ไม่สะสมความร้อนและไฟฟ้าสถิต จึงสวมใส่สบาย ใส่ได้ทุกฤดูกาล แต่มีข้อเสียคือ ยับง่าย มีความสามารถในการป้องกันรังสียูวีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับผ้าเรยอน ไหม ขนสัตว์ ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ ภายใต้สภาวะเดียวกัน และมีความสามารถในการต้านทานต่อแบคทีเรียและเชื้อราต่ำ เมื่อผ้าฝ้ายเปียกชื้น จะมีจุดดำๆเกิดขึ้น มีกลิ่นเหม็นอับและเปื่อยง่าย [5]

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดโดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) ในสภาวะที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย และทำการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมในสภาวะต่างๆเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่ง เพราะหากสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายได้จะทำให้เกิดประโยชน์เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำทิ้งในขั้นตอนการลอกกาวไหม ช่วยลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม และเพิ่มสมบัติพิเศษนอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานให้กับผ้าฝ้าย เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้าย อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆได้

2. วิธีการทดลอง

นำรังไหมตัด (Pierced Cocoon) พันธุ์นางลาย ซึ่งเป็นไหมสีเหลืองพันธุ์พื้นเมืองไทยมาลอกกาวไหมออกด้วยน้ำกลั่นภายใต้ความดันสูง (High Pressure Degumming) ในอัตราส่วนรังไหม (g) : น้ำกลั่น (ml) เท่ากับ 1:40 ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที [6] นำสารละลายเซริซินที่ได้มาทำให้เป็นผงด้วยวิธี Freeze Dry เพื่อง่ายแก่การหาความเข้มข้นของเซริซินในการตกแต่ง จากนั้นตกแต่งผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดโครงสร้าง 40x40/133x72 ที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว ด้วยเซริซินที่มีความเข้มข้นดังนี้ 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% โดยวิธี จุ่มอัด-

อบแห้งด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up และอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ จากนั้นบันทึกลักษณะสัณฐานของผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่งและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่นJEM-6510, บริษัท JEOL (Japan) แล้วทำการทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวี (UV Protection) โดยใช้มาตรฐานการทดสอบ AATCC 183 เพื่อดูค่าความสามารถในการป้องกันรังสียูวี (Ultraviolet Protection Factor : UPF) โดยระดับการป้องกันรังสียูวีสามารถกำหนดเป็น 3 ระดับ คือ ระดับการป้องกันรังสียูวี "ดี (Good)" ค่า UPF อยู่ในช่วง 15-24, ระดับการป้องกันรังสียูวี "ดีมาก (Very Good)" ค่า UPF อยู่ในช่วง 25-39 และระดับการป้องกันรังสียูวี "ดีเยี่ยม (Excellent)" ค่า UPF เท่ากับ 40 หรือมากกว่า [7,8] และสมบัติการต้านทานแบคทีเรีย (Anti-Bacterial) โดยใช้มาตรฐานการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (Inhouse Standard Method) เพื่อหา Clear Zone (mm) คือบริเวณที่เกิดการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่างถึงขอบบริเวณที่เกิดการยับยั้ง ที่ศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี แล้วปรียบเทียบสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

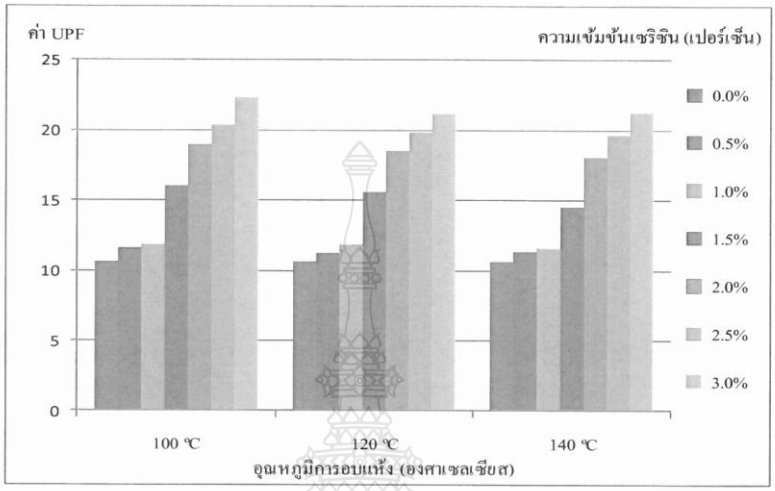
จากการศึกษาสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมที่ความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% โดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้งด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up และอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่ อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย ความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิในการอบแห้ง ผลที่ได้เป็นดังนี้

3.1 ค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF)

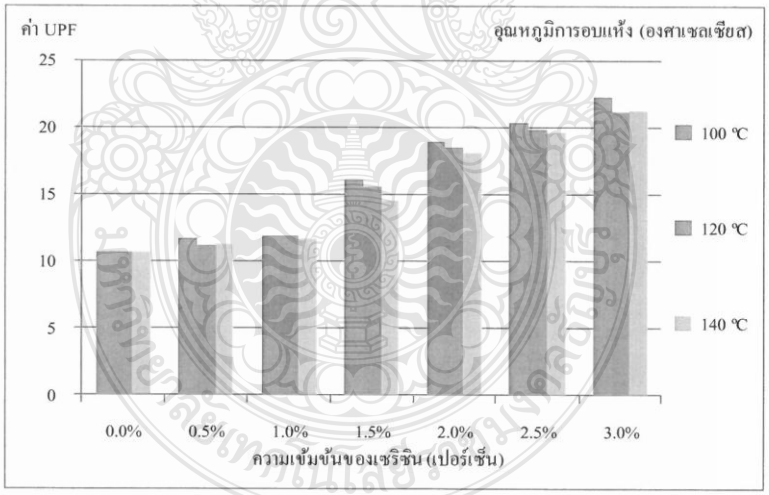
จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ จากรูปที่ 1 พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีค่า UPF สูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งและค่าการป้องกันรังสียูวี(UPF)ของผ้าที่ผ่านการตกแต่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเซริซินที่ใช้ในการตกแต่งโดยผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งมีค่า UPF = 10.65 มีการป้องกันรังสียูวีได้ไม่ดี (ค่า UPF < 15) ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีได้ดีที่สุด มีค่า UPF = **22.32** มีการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี (ค่า UPF อยู่ในช่วง 15-24) และจากรูปที่ 2 พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งเพิ่มขึ้นเนื่องจากโครงสร้างเซริซินเป็นโปรตีนจึงเปลี่ยนแปลงจากความร้อนได้ง่าย [9]

3.2 ค่าการต้านทานแบคทีเรีย

จากผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ จากตารางที่ 1 พบว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ตกแต่งและตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 1.0% และ 1.5% ไม่สามารถต้านทานแบคทีเรียได้ ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 2.0%, 2.5% และ 3.0% สามารถต้านทานแบคทีเรียได้เนื่องจากเซริซินมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์[3] เมื่อนำมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายด้วยความเข้มข้นและสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถต้านทานแบคทีเรียได้ จากรูปที่ 3 พบว่าสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งสูงขึ้น และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100^{O}C เป็นเวลา 1 นาทีมีสมบัติการต้านทานแบคทีเรียได้ดีทั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* (clear zone = 3.0mm.) และ *Klepsiella pneumonia* (clear zone = 2.0 mm.) ดังรูปที่ 4



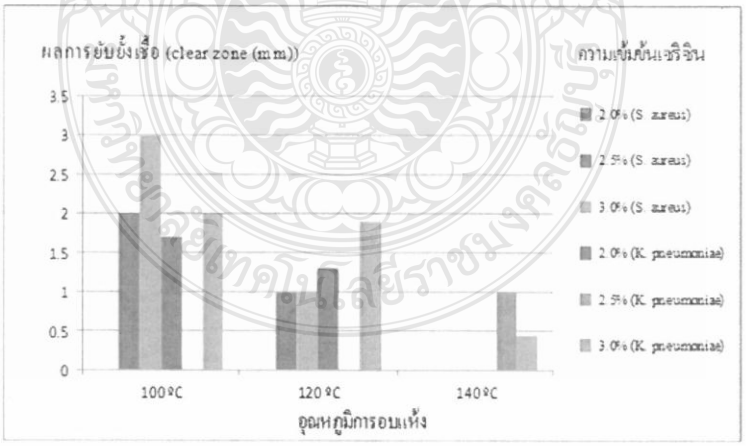
รูปที่ 1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ



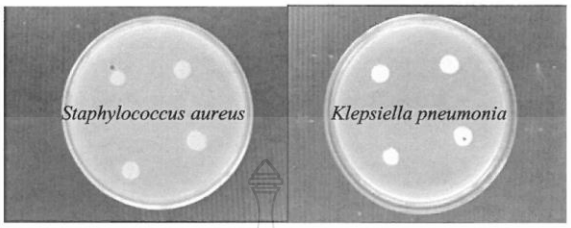
รูปที่ 2 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิการอบแห้งต่างๆ

สภาวะการตกแต่ง			ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ (mm)		วิธีการทดสอบ	หมายเหตุ
ความเข้มข้นเซริซิน (%)	อุณหภูมิ (^{O}C)	เวลา (min)	*Staphylococcus aureus* ($2.91x10^{9}$ CFU/ml)	*Klepsiella pneumonia* ($2.4x10^{7}$ CFU/mi)		
0.0	-	-	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง	Inhouse Standard Method	*เกิด clear zone รอบชิ้นตัวอย่าง เชื้อบริเวณรอบชิ้นตัวอย่างจางลง
1.0	100	1	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	120		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
1.5	100	1	ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	120		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
2.0	100	1	ไม่ยับยั้ง	1.7*		
	120		ไม่ยับยั้ง	1.3*		
	140		ไม่ยับยั้ง	ไม่ยับยั้ง		
2.5	100	1	2.0*	ไม่ยับยั้ง		
	120		1.0*	ไม่ยับยั้ง		
	140		ไม่ยับยั้ง	1.0*		
3.0	100	1	3.0*	2.0*		
	120		1.0*	1.9*		
	140		ไม่ยับยั้ง	0.44*		



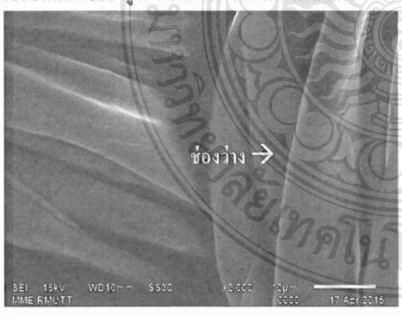
รูปที่ 3 ผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ



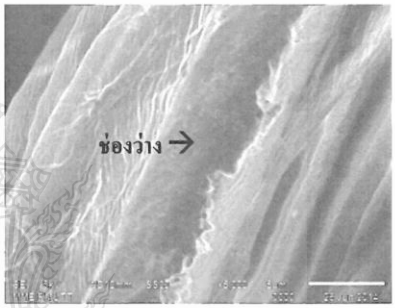
รูปที่ 4 ชิ้นทดสอบการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0%, อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ^{O}C, เป็นเวลา 1 นาที

3.3 สัณฐานวิทยาของผ้า

การวิเคราะห์ลักษณะภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscopy : SEM) รุ่นJEM-6510, บริษัท JEOL (Japan) ด้วยกำลังขยาย 500 เท่า, ที่อุณหภูมิ 25^{O}C พบว่า ผิวของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งจะมีช่องว่างระหว่างเส้นใย ส่วนผิวของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งจะมีเซริซินเคลือบและปิดช่องว่างระหว่างเส้นใยไว้ ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 มีผลทำให้โครงสร้างของผ้าแน่นขึ้น จึงช่วยดูดซับรังสียูวีที่ส่องลงมาบนผ้าทำให้รังสียูวีส่องทะลุผ่านผ้าไปได้ในปริมาณที่ลดลง เห็นได้จากผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีค่า UPF สูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง



รูปที่ 5 ภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง



รูปที่ 6 ภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน 3.0%

จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิการตกแต่งมีผลต่อสมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียได้ดีทั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Klepsiella pneumonia*

ค่า UPF และ Clear zone ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซิน มีแนวโน้มสูงขึ้นตามความเข้มข้นเซริซินที่ใช้ในการตกแต่ง และมีค่าลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น ดังนั้นการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินจึงไม่เหมาะกับการตกแต่งที่อุณหภูมิสูง เพราะทำให้สมบัติ

การป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายลดลง

4. สรุป

จากผลการทดลองการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายที่สภาวะต่างๆ เมื่อทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวี และการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งที่สภาวะต่างๆพบว่าผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินมีสมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียเพิ่มขึ้น โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีค่า UPF = 22.32 มีการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี และสามารถป้องกันแบคทีเรียได้ทั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* (clear zone = 3 .0 mm.) และ *Klepsiella pneumonia* (clear zone = 2.0 mm.) ซึ่งเป็นความเข้มข้นและสภาวะการตกแต่งที่เหมาะสมที่สุด จึงสรุปได้ว่าสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งลงบนผ้าฝ้ายเพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและเพิ่มสมบัติการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้ายได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายและเป็นการนำของเหลือจากการลอกกาวไหมกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

5.กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆ จากคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และได้รับความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ รวมทั้งห้องปฏิบัติการ จากสาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, ศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ศูนย์เครื่องมือคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บริษัทวีเอฟ ซอร์สซิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัททองเสียง

เอกสารอ้างอิง

[1]สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ. **ผงไหม ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้จากภูมิปัญญาไทย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://203.154.212.59/qthaisilk_sub/view_updatenews.php? (Aug 25, 2012)

[2]พรอนงค์ อร่ามวิทย์. **แผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากโปรตีนกาวไหม.** งานวิจัย. ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ. จุฬาลงกรณ์มหามหาวิทยาลัย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:http://www.research.chula.ac.th/rs_news/2553/N009_01.html (Nov 24, 2010)

[3] Sarovat, S., Sudatis, B., Meesilpa, P., Grady, B.P., Magaraphan, R., 2003, "**The use of sericin as an antioxidant and antimicrobial for polluted air treatment**", Mater.Sci., 5 : 193-198.

[4]Gulrajani, M. L., Brahma, K. P., SenthilKumar, P., Purwar, R., 2008, "**Application of silk sericin to Polyester fabric**", Journal of Applied Polyester Science, 109 : 314-321.

[5]สารานุกรมเสรี. **ผ้าฝ้าย cotton**. [ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2 (Sep 16, 2012)

[6]รังสิมา ชลคุป, ศรัณยู พิริเยศยางกูร, ศุภานัน สมโลก, พจนารถ สุวรรณรุจิ, สุชาดา อุชชิน. **การศึกษาสมบัติการรีดเรียบของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริ-**

ชิน. บทความ การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 602-610.

[7]Mongkholrattanasit,R.,Krystufex,J.,Wiener, J.,Vikova, M., 2011, "**UV properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract**", The Journal of The Textile Institute. 102, 3 : 272-279.

[8] Mongkholrattanasit, R.,Krystufex, J.,Wiener, J.,Vikova, M., 2011, "**Dyeing Fastness, and UV properties of silk and wool fabric dyed with Eucalyptus leaf extract by the Exhaustion Process**", Fibres & Textiles in Eastern Europe. 19,3 : 94-99.

[9]โมโตอิ มินะกาวะ, เออีอีชิ คาวาอิ, เข็มชัย เหมะจันทร. **2530, วิทยาการไหม เล่ม 1.** คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 38.

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
WESTERN UNIVERSITY
๖๐๐ ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี ๗๑๑๗๐
600 SRALONGRUA , HUAYKRACHAO , KANCHANABURI 71170
TEL. 0-3565-1000 FAX. 0-3565-1144 http://www.western.ac.th

ที่ มท. ๑๘๐๐/๔๐๒/๒๕๕๙

๒๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

เรื่อง รับรองการส่งบทความเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๖

เรียน กุลธิดา เบญจมาลา

ตามที่มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยพิษณุโลก มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ และวิทยาลัยทองสุข ได้จัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๖ ในวันเสาร์ที่ ๒๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐-๑๗.๐๐ น. ณ อาคารคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น วิทยาเขตวัชรพล นั้น

ในการนี้ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น ในฐานะผู้จัดงานขอรับรองว่า บทความของท่าน ได้ผ่านการพิจารณาให้เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๖ และจะได้ลงตีพิมพ์ในเอกสารรวบรวมบทความต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ดร.กฤษฎา ตันเปาว์)
รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

สำนักวิจัยและบริการวิชาการ ๐๘๘-๕๘๕ ๒๐๖๙
มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น วัชรพล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน

Alternative study on UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric finishing with Sericin.

ผู้วิจัย กุลธิดา เบญจมาลา

สาขาวิชาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. สุจิระ ขอจิตต์เมตต์

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

การผลิตผ้าไหมต้องมีขั้นตอนการลอกกาวไหม เป็นการขจัดกาวไหมหรือเซริซิน (Sericin) ที่ทำหน้าที่เคลือบและยึดเส้นใยไหมไว้ด้วยกันให้หลุดออกเหลือแต่เส้นใยไหมหรือไฟโปรอิน (Fibroin) เพื่อนำไปทอ ส่วนน้ำลอกกาวไหมที่มีเซริซินผสมอยู่จะถูกทิ้งโดยไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เซริซินเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีกรดอะมิโน 16 ชนิดที่มีประโยชน์ เพื่อเป็นการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย100% ทอลายขัดโดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินในสภาวะต่างๆ จากผลการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน พบว่าความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิการอบแห้งมีผลต่อสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ใช้

ปริมาณเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียได้ดีที่สุด

คำสำคัญ : การลอกกาวไหม, เซริซิน, การป้องกันยูวี. การต้านทานแบคทีเรีย

Abstract

Silk degumming is a process of silk production to remove the sericin that coats the fiber sticking together to extract fibroin fiber for silk weaving. The silk degumming agent, waste water containing sericin will not be used for any benefit. Sericin is a natural protein which has 16 types of usable Amino Acid. Therefore, to reduce waste and create value-added products. The researcher aims to study how to extract sericin from silk degumming agent and finish the sericin on 100% cotton fabric in plain weave by using pad-dry method to enhance UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric. This study proposes to examine UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric finishing with sericin. According to the results, the sericin concentration and temperature drying effects on UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric. The researcher found that the cotton fabric finished with 3.0% concentration of sericin which padded in padder machine with 95% pick-up and dried with 100°C in a stenter machine for 1 minute is the best UV protection and Anti-bacterial properties of cotton fabric.

Key Word (s): Silk Degumming, Sericin, UV protection, Anti-bacterial

บทนำ

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อการทอผ้าไหมในประเทศไทยมีมายานาน โดยเฉพาะในภาคอีสานเป็นแหล่งผลิตผ้าไหมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ โดยเริ่มต้นจากการทอผ้าไหมใช้ในครัวเรือน จนพัฒนามาเป็นการทอผ้าไหมในระดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ในการผลิตผ้าไหมจะมีขั้นตอนการลอกกาวไหม (Silk Degumming) เนื่องจากเส้นไหม (Silk Fiber) เป็นเส้นใยโปรตีนจากธรรมชาติประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เส้นใยไหมเรียกว่าไฟโปรอิน (Fibroin) และกาวไหมเรียกว่าเซริซิน (Sericin) การลอกกาวไหมเป็นการขจัด เซริซินที่ทำหน้าที่เคลือบและยึดเส้นใยไหมไว้ด้วยกันให้หลุดออกเหลือแต่เส้นใยไหมนำไปทอหรือ

ย้อมต่อไป ส่วนน้ำลอกกาวไหม (Silk Degumming Agent) ที่มีเซริซินผสมอยู่นั้นจะถูกทิ้งโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เซริซินเป็นโปรตีนเมื่อเสื่อมสลายก็จะเน่าและเกิดกลิ่นเหม็น หากน้ำลอกกาวไหมถูกทิ้งสู่ธรรมชาติในปริมาณมากๆจะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนได้[1] อีกทั้งเซริซินเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีกรดอะมิโน 16 ชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีสารที่ช่วยกำจัดเชื้อแบคทีเรียบางชนิด[2] ปัจจุบันจึงมีการวิจัยสมบัติของเซริซินกันอย่างแพร่หลาย และมีรายงานว่าเซริซินสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ ช่วยรักษาแผลให้หายเร็วขึ้นช่วยต้านแบคทีเรีย, ใช้ผลิตเป็นอาหารเสริม, ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางช่วยให้ความชุ่มชื่นป้องกันผิวหนังแห้งป้องกันแสงแดดลดริ้วลอย และในอุตสาหกรรมสิ่งทอ นำมาเคลือบบนผ้าหรือผสมในเส้นใยสังเคราะห์เพื่อเพิ่มสมบัติการดูดซึมความชื้นให้แก่ผ้า

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการผ้าที่มีสมบัติพิเศษในการสวมใส่นอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานของผ้าเอง เช่น สวมใส่สบาย ระบายความชื้นได้ดี สามารถป้องกันรังสียูวีได้ และต้านทานต่อแบคทีเรียได้ และผ้าฝ้ายก็เป็นผ้าที่ได้รับความนิยมในการสวมใส่ เพราะดูดความชื้นได้ดี ระบายความชื้นได้เร็ว ไม่สะสมความร้อนและไฟฟ้าสถิต จึงสวมใส่สบายใส่ได้ทุกฤดูกาล แต่มีข้อเสียคือ ยับง่าย ป้องกันรังสียูวีได้ต่ำ และต้านทานแบคทีเรียและเชื้อราได้ต่ำ เมื่อผ้าฝ้ายเปียกชื้นจะมีจุดดำๆเกิดขึ้น มีกลิ่นเหม็นอับ และเปื่อยง่าย [3]

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดโดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry) ในสภาวะที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย และทำการทดสอบการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินในสภาวะต่างๆเปรียบเทียบกัน และเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่ง เพราะหากสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายได้ จะเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับน้ำทิ้งในขั้นตอนการลอกกาวไหม ช่วยลดมลภาวะ และเพิ่มสมบัติพิเศษนอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานให้กับผ้า

ฝ้ายเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และยังสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยการตกแต่งด้วยเซริซิน
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสภาวะในการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมโดยวิธีจุ่มอัด-อบแห้ง

กรอบแนวความคิดในการทำการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมด้วยวิธี จุ่มอัด-อบแห้ง ในสภาวะที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่งมิได้มุ่งศึกษาถึงความแตกต่างของพันธุ์ไหมและวิธีการลอกกาวไหมที่จะมีผลต่อเซริซินที่นำมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้รังไหมตัดพันธุ์นางลายซึ่งเป็นไหมสีเหลืองพันธุ์พื้นเมืองไทยเพราะเกษตรกรนิยมเลี้ยงกันจึงหาซื้อได้ง่าย, ทำการลอกกาวไหมด้วยน้ำกลั่นภายใต้ความดันสูงที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที เพราะวิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่าย ได้ผลดี และไม่มีสารตกค้างในน้ำลอกกาวไหม[4] และใช้ผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัดเพราะผ้าฝ้ายมีสมบัติในการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานต่อแบคทีเรียได้ต่ำ และเป็นที่นิยมใช้จึงหาซื้อได้ง่าย

วิธีการวิจัย

นำรังไหมตัด (Pierced Cocoon) พันธุ์นางลายมาลอกกาวไหมออกด้วยน้ำกลั่นภายใต้ความดันสูง (High Pressure Degumming) ในอัตราส่วน 1:40 ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 37 นาที [4] นำสารละลายเซริซินที่ได้มาทำเป็นผงด้วยวิธี Freeze Dry เพื่อง่ายต่อการหาความเข้มข้นของเซริซินในการตกแต่ง จากนั้นตกแต่งผ้าฝ้าย 100% ทอลายขัด โครงสร้าง 40x40/133x72 ที่ผ่านการกำจัดสิ่ง

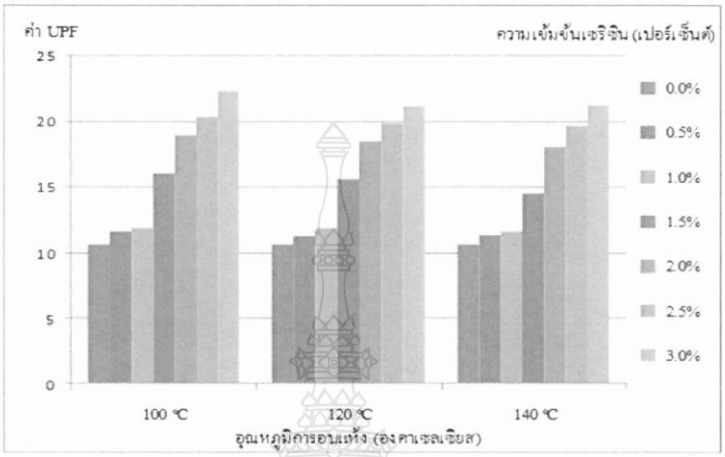
สกปรกและการฟอกขาว ด้วยเซริซินที่มีความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% โดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้งด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up และอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่ อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ จากนั้นบันทึกลักษณะสัณฐานของผ้าฝ้ายก่อนการตกแต่งและหลังการตกแต่งด้วยเซริซิน ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) แล้วทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวี (UV Protection) ด้วยมาตรฐานการทดสอบ AATCC 183 และทดสอบสมบัติการต้านทานแบคทีเรีย (Anti-Bacterial) ด้วยมาตรฐานการทดสอบการยับยั้งเชื้อของศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผล/สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% และ 3.0% โดยวิธี จุ่มอัด-อบแห้งด้วยเครื่องบีบอัด (Padder M/C) ที่ 95% Pick up และอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้า (Stenter M/C) ที่ อุณหภูมิ 100, 120 และ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามลำดับ ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย ความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิในการอบแห้ง ผลที่ได้เป็นดังนี้

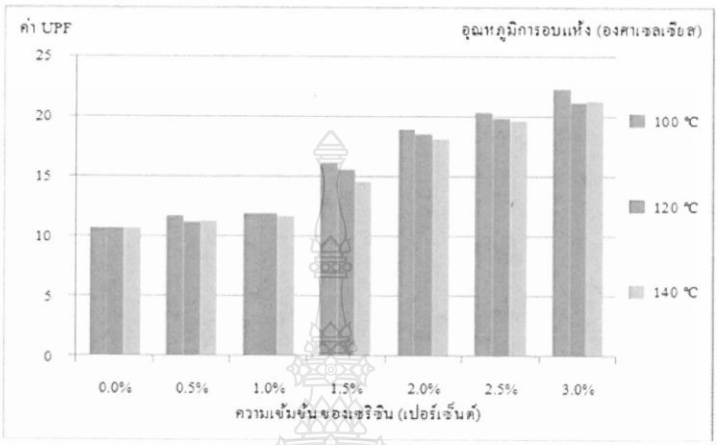
ค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF)

จากผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ พบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเซริซินที่ใช้ในการตกแต่งเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ

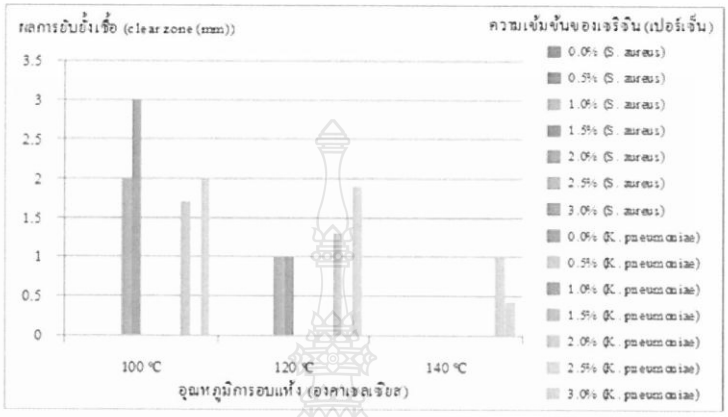
และพบว่าค่าการป้องกันรังสียูวี (UPF) ของผ้าฝ้ายลดลงเมื่ออุณหภูมิการตกแต่งสูงขึ้น ดังรูปที่ 2 โดยผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งไม่สามารถบอกระดับการป้องกันรังสียูวีได้ (UPF = 10.65) และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาทีมีระดับการป้องกันรังสียูวีดี (UPF = 22.32)



รูปที่ 2 ผลการทดลองการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิต่างๆ

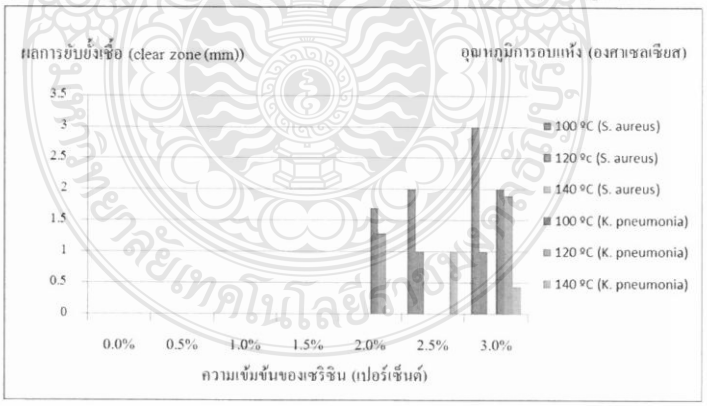
ค่าการต้านทานแบคทีเรีย

จากผลการทดลองการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่สภาวะต่างๆ พบว่าผ้าฝ้ายสามารถต้านทานแบคทีเรียได้ เมื่อตกแต่งด้วยเซริซิน ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2.0% ขึ้นไป และผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 2.0% และ 2.5% สามารถต้านทานแบคทีเรียเชื้อ Klepsiella pneumonia ได้ ส่วนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 3.0% สามารถต้านทานแบคทีเรียได้ทั้งเชื้อ Staphylococcus aureus และ Klepsiella pneumonia ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผลการทดลองการต้านทานเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้นต่างๆ

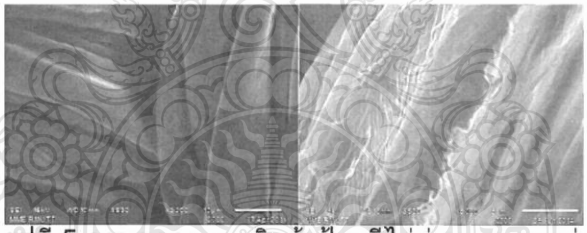
และพบว่าค่าการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิการตกแต่งลดลง โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานเวลา 1 นาที มีค่าการต้านทานแบคทีเรียได้ดีทั้งเชื้อ Staphylococcus aureus (Clear zone = 3.0 mm.) และ Klepsiella pneumonia (Clear zone = 2.0 mm.) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลการทดลองการต้านทานเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินที่อุณหภูมิต่างๆ

สัณฐานวิทยาของผ้า

การวิเคราะห์ลักษณะภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการ
ตกแต่งด้วยเซริซินที่ความเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscopy : SEM) ด้วยกำลังขยาย 500 เท่า พบว่าพบว่า ผิวของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งจะมีช่องว่างระหว่างเส้นใย ส่วนผิวของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งจะมีเซริซินเคลือบและปิดช่องว่างระหว่างเส้นใยไว้ ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 มีผลทำให้โครงสร้างของผ้าแน่นขึ้น จึงช่วยดูดซับรังสียูวีที่ส่องลงมาบนผ้าทำให้รังสียูวีส่องทะลุผ่านผ้าไปได้ในปริมาณที่ลดลง เห็นได้จากผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซินมีค่า UPF สูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง



รูปที่ 5 ภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง (ซ้าย)
รูปที่ 6 ภาพขยายของผิวผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง (ขวา)

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นสามารถกล่าวได้ว่า ความเข้มข้นของเซริซินและอุณหภูมิการตกแต่งมีผลต่อสมบัติการป้องกันรังสียูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้าย โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีสมบัติ

การป้องกันรังสียูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรีย ทั้งเชื้อ Staphylococcus aureus และ Klepsiella pneumonia ได้ดี

อภิปรายผล

จากผลการทดลองการนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายที่สภาวะต่างๆ เมื่อทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวี และการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่งเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งที่สภาวะต่างๆพบว่าผ้าฝ้ายทีตกแต่งด้วยเซ-ริซิน มีสมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียเพิ่มขึ้น โดยผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซินเข้มข้น 3.0% จุ่มอัดด้วยเครื่องบีบอัดที่ 95% pick up แล้วอบแห้งด้วยเครื่องเซตหน้าผ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีค่า UPF = 22.32 มีการป้องกันรังสียูวีอยู่ในระดับดี และสามารถป้องกันแบคทีเรียได้ทั้งเชื้อ Staphylococcus aureus (clear zone = 3.0mm.) และ Klepsiella pneumonia (clear zone = 2.0 mm.) ซึ่งเป็นความเข้มข้นและสภาวะการตกแต่งที่เหมาะสมที่สุด จึงสรุปได้ว่าสามารถนำเซริซินจากน้ำลอกกาวไหมมาตกแต่งลงบนผ้าฝ้ายเพื่อเพิ่มสมบัติการป้องกันรังสียูวี และเพิ่มสมบัติการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้ายได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายและเป็นการนำของเหลือจากการลอกกาวไหมกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ข้อเสนอแนะ

ค่า UPF และ Clear zone ของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเซริซิน มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น จะเห็นได้ว่าการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยเซริซินไม่เหมาะกับการตกแต่งที่อุณหภูมิสูง เพราะทำให้สมบัติการป้องกันยูวีและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายลดลง

ดังนั้นสำหรับผู้ที่สนใจสามารถศึกษาการนำเซริซินไปตกแต่งบนผ้าฝ้ายด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช้ความร้อนเพื่อให้ประสิทธิภาพของเซริซินไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารอ้างอิง

[1] พรอนงค์ อร่ามวิทย์. แผ่นเนื้อเยื่อปิดแผลจากโปรตีนกาวไหม. งานวิจัย. ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ.
จุฬาลงกรณ์มหามหาวิทยาลัย.

[2] สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ. ผงไหม
ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้จากภูมิปัญญาไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://203.154.212.59/qthaisilk_sub/view_updatenews.php? (Aug 25, 2012)

[3] สารานุกรมเสรี. ผ้าฝ้าย cotton. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%97%E0
%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2 (Sep 16, 2012)

[4] รังสิมา ชลคุป, ศรัณยู พิริเยศยางกูร, ศุภานัน สมโลก, พจนารถ สุวรรณรุจิ, สุชาดา อุชชิน. การศึกษา
สมบัติการรีดเรียบของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซริซิน. บทความการประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า
602-610.

[5] โมโตอิ มินะกาวะ, เออีอีชิ คาวาอิ, เข็มชุยเหมะจันทร. วิทยาการไหม เล่ม1. คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 38.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกุลธิดา เบญจมาลา
วัน เดือน ปีเกิด	11 ธันวาคม 2519
ที่อยู่	25 หมู่ 3 ต.หัวโพ อ.บางแพ จ.ราชบุรี 70160
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์การทำงาน	เจ้าหน้าที่เชี่ยวชาญทางเทคนิคด้านปฏิบัติการทดสอบ บริษัทวีเอฟ ซอร์สซิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	094-996-5162
อีเมล์	teeraya_benjamala@vfc.com