การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่น บนผ้าแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

A COMPARATIVE STUDY ON FINISHING PROCESS RESULTS USING TWO STEPS SPRAYING METHOD BY COATING POLYURETHANE BINDER SPRAYED OVER WITH MICRO-THAI SILK PARTICLE SOLUTIONS AND MICRO-ERI SILK PARTICLE SOLUTIONS ON PLAIN COTTON WOVEN FABRICS.

สุกฤษฎิ์ กรึมสูงเนิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

สุกฤษฎิ์ กรึมสูงเนิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด A Comparative Study on Finishing Process Results Using Two-Step Spraying Method by Coating Polyurethane Binder Sprayed Over with Micro-Thai Silk Particle Solutions and Micro-Eri Silk Particle Solutions on Plain Woven Cotton Fabrics
ชื่อ – นามสกุล	นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ สนธิสมบัติ, Ph.D.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพรรณ เมธนาวิน, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ สนธิสมบัติ, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอนของ สารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

ชื่อ-นามสกุล นายสุกฤษฎ์ กรึมสูงเนิน
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อภิชาติ สนธิสมบัติ, Ph.D.
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกพ่นผ้าด้วยสารยึดติดพอลิยูรีเทน พ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ (ขนาดอนุภาคเดี่ยวเล็กที่สุด 2,250 x 2,320 และ 1,080 x 2,140 นาโนเมตร ตามลำดับ) บนผ้าฝ้ายทอลายขัด ผ้าถูกทดสอบความคงทนต่อการขัดถู ในสภาพแห้งและเปียก การทดสอบความคงทนต่อการซักล้าง การทดสอบการซึมน้ำ และ การทดสอบต่อต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ

ผลการวิจัยพบว่าความคงทนต่อการซักล้าง หลังการซักล้าง 20 ครั้ง ทำให้สีอนุภาคไหมไทยและไหมอีรี่หลุดออก อาจเป็นที่สารยึดติดที่มีประสิทธิภาพไม่ดีพอ ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ร้อยละ 10 พบว่ามีการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาคือผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ร้อยละ 10 สำหรับการทดสอบ และ สำหรับการทดสอบต่อต้านแบคทีเรีย ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ (เอสเชอริเชีย โคไล) และ แบคทีเรียแกรมบวก (สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส) ได้ ในทางกลับกันผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบได้ และผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 8 และ 10 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้

จากการทดสอบผิวสัมผัสของผ้า ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่าการทดสอบผิวสัมผัสระหว่างผ้าที่ตกแต่งด้วยสารยึดติดกับอนุภาคไหมไทยและไหมอีรี่ ให้ผลลัพธ์แตกต่างเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจความพึงพอใจของปลอกหมอนที่ตกแต่งแล้ว ผู้เข้าร่วมทดสอบแนะนำว่าปลอกหมอนที่ทำเสร็จแล้วนั้นแข็งกว่าปลอกหมอนทั่วไปเล็กน้อย และสำหรับผ้าที่ตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยทำให้เกิดคราบเหลือง สรุปได้ว่าหากปลอกหมอนถูกผลิตขึ้นในเชิงพาณิชย์ ควรเลือกสูตรที่ทำให้เนื้อผ้าต้านทานแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวกเพื่อเพิ่มสมบัติของปลอกหมอนให้แตกต่างจากสินค้าในท้องตลาด

คำสำคัญ : อนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ผ้าฝ้ายทอลายขัด กระบวนการพ่น

เคลือบ

Thesis Title	A Comparative Study on Finishing Process Results Using Two-Step Spraying Method by Coating Polyurethane Binder Sprayed Over with Micro-Thai Silk Particle Solutions and Micro-Eri Silk Particle Solutions on Plain Woven Cotton Fabrics
Name-Surname	Mr. Sukrit Krumsoongnern
Program	Textile Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Apichart Sonthisombat, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the results of the finishing process applying the two-step spraying method on plain woven cotton fabrics. The fabrics were first sprayed with a polyurethane binder solution. Then, they were sprayed over with solutions of micro-Thai and micro-Eri silk particles with the smallest single particle of 2,250 x 2,320 and 1,080 x 2,140 nm respectively. The fabrics were tested for abrasion resistance in dry and wet conditions, wash resistance, water absorbency, and bacterial resistance.

The research results revealed the followings: As for wash resistance, after 20 washes, the pigment of Thai silk and Eri silk particles in all the fabrics loosened, which might be due to the quality of the binder. The fabric coated with the binder and sprayed with the 10% micro-Thai silk particles solution was found to have the highest water absorbency followed by the one coated with the binder and sprayed with the 10% micro-Eri silk particle solution. In terms of bacterial resistance, the fabric coated with the binder and sprayed with the 8% of micro-Thai silk particle solution was found resistant to both gram-negative (Escherichia coli) bacteria and gram-positive (Staphylococcus aureus) bacteria. Meanwhile, the fabric coated with the binder and sprayed with the 6% micro-Eri silk particle solution was found resistant to gram-negative bacteria only, and the ones coated with the binder and sprayed with 4%, 8% and 10% micro-Eri silk particle solutions were found resistant to gram-positive bacteria only.

As for the results of the feeling test by 50 testers, it was found that the overall hand feels of the fabrics coated with the binder and sprayed with micro-Thai and Eri silk particle solutions were slightly different. However, according to the satisfaction survey on the finished pillowcases, it was found that the finished pillowcases were slightly stiffer than regular ones. The finished fabrics sprayed with

micro-Thai silk particle solutions were also found to develop yellow stains. It can be concluded that if the pillowcases are to be produced commercially, the coating formulas that make the fabrics resistant to gram-negative and gram-positive bacteria should be applied to produce products with the properties different from those available on the market.

Key words: micro-Thai silk particles, micro-Eri silk particles, plain woven cotton fabrics, spraying process

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความช่วยเหลือของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ สนธิสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนึก สังข์หนู ประธานหลักสูตร คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพรรณ เมธนาวิน) ที่ให้ความกรุณาแนะนำ และ/หรือให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสุพรรณษา สุจริตธรรม (Dyehouse) และบุคลากรของ Dyehouse ของบริษัท คาร์เปทอินเตอร์แนชั่นแนล ไทยแลนด์ (มหาชน) จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เวลาในการประเมินผิวสัมผัส (Handle Test) ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับสารเคมี และอุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ และมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง และคณะครูอาจารย์ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจหากวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใดผู้วิจัยขอกราบอภัยมา ณ โอกาสนี้.

สุกฤษฎิ์ กรึมสูงเนิน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (6)

สารบัญ..... (7)

สารบัญตาราง..... (9)

สารบัญรูป..... (12)

บทที่ 1 บทนำ..... 13

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 13

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 14

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 14

1.4 ขั้นตอนการศึกษา..... 16

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ..... 16

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17

2.1 เส้นใยไหม (Silk) 17

2.2 เส้นใยฝ้าย (Cotton Fibers) 27

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 30

2.4 กระบวนการตกแต่งวัสดุสิ่งทอ..... 31

2.5 กระบวนการทดสอบผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง..... 36

2.6 ผ้าปูที่นอนและปลอกหมอน 40

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 41

3.1 การทดลองที่ 1 กระบวนการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อนุภาคไมโครซิลค์ ไหมอีรี่ และกรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM..... 41

3.2 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาค ไมโครซิลค์ไหมไทย บนผ้าฝ้ายทอลายขัด..... 42

3.3 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมพันธุ์อีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด..... 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 กระบวนการทดสอบสมบัติผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง..... 46

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์..... 49

4.1 การตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM..... 49

4.2 ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งทั้งสองแบบ..... 46

4.3 ทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12: 2016)..... 55

4.4 ผลการทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 3801: 1977)..... 57

4.5 ผลการทดสอบระยะทางการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2011) (หน่วย: มิลลิเมตร) (เวลา 30 นาที..... 59

4.6 ผลการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ)..... 60

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ..... 71

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 71

5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย..... 71

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต..... 71

บรรณานุกรม..... 72

ภาคผนวก..... 77

ภาคผนวก ก ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่..... 78

ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ..... 95

ภาคผนวก ค หลักฐานการจดอนุสิทธิบัตรผลงานวิจัย จำนวน 2 ฉบับ..... 124

ประวัติผู้เขียน 151

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของดักแด้ไหมอีรี่ 22

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนในกาวไหม (เซริซิน) จากตัวหนอนไหม B.mori และ Tussah A. pennyi [9] 24

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนในไฟโบรอิน จากตัวหนอนไหม B.mori และ Tussah A.pennyi 26

ตารางที่ 2.4 แสดงสเกลการให้เกรดผ้าโดยใช้ค่าผิวสัมผัสเบื้องต้น และทั่วไปของผ้าชิ้นทดสอบ 38

ตารางที่ 2.5 แสดงผลการประเมินผิวสัมผัสแต่ละค่า ของตัวอย่างผ้า 9 ตัวอย่าง โดยบอกเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... 39

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลของชิ้นตัวอย่าง หัวข้อความหนา-ความบาง ความ นุ่มนวล-ความหยาบกระด้าง ความขรุขระ-ความเรียบ ความรู้สึกอุ่น-เย็น สมบัติของผ้า (ทั่วไป) 39

ตารางที่ 4.1 ขนาดอนุภาคของไมโครซิลค์ไหมไทย และไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ด้วยกล้อง SEM..... 50

ตารางที่ 4.2 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.0 51

ตารางที่ 4.3 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6.0 52

ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.)* ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.0 52

ตารางที่ 4.5 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 53

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.6 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.0..... 53

ตารางที่ 4.7 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6.0..... 54

ตารางที่ 4.8 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.0..... 54

ตารางที่ 4.9 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 55

ตารางที่ 4.10 แสดงการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน..... 56

ตารางที่ 4.11 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง 20 ครั้ง..... 57

ตารางที่ 4.11 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง 20 ครั้ง (ต่อ)..... 58

ตารางที่ 4.12 แสดงระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ของผ้าตัวอย่าง ตามแนวตั้ง และแนวนอน... 60

ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมลบ บนผ้าตัวอย่าง..... 61

ตารางที่ 4.14 แสดงการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมบวก บนผ้าตัวอย่าง..... 62

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยนของการทดสอบจากการทดสอบความหนา-บาง ความนุ่มนวล-กระด้าง ความเรียบ-ขรุขระ ความอบอุ่น-เย็น และความพึงพอใจ ของผ้าที่ผ่ากระบวนการตกแต่งด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) โดยผู้ทดสอบ มีประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตผ้าจำนวน 50 คน อายุเฉลี่ย 40.08 ปี ประสบการณ์ 14.12 ปี..... 66

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยนของการทดสอบจากการทดสอบความหนา-บาง ความนุ่มนวล-กระด้าง ความเรียบ-ขรุขระ ความอบอุ่น-เย็น และความพึงพอใจ ของผ้าที่ผ่ากระบวนการตกแต่งด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) โดยผู้ทดสอบ มีประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตผ้าจำนวน 50 คน อายุเฉลี่ย 40.08 ปี ประสบการณ์ 14.12 ปี (ต่อ)..... 67
ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น..... 68
ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น (ต่อ)..... 69
ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น (ต่อ)..... 70

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเส้นใยไหมดิบ ประกอบด้วยเส้นใย (ไฟโบรอิน) จำนวน 2 เส้น ถูกเคลือบด้วยเซริซิน (กาวไหม) อยู่รอบนอก..... 19

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะส่วนประกอบของโครงสร้างของเส้นใยฝ้าย 28

รูปที่ 2.3 แสดงการรักษาระยะห่างของกาพ่นสีให้ถูกต้อง และต้องสม่ำเสมอ สำหรับงานช่างพ่นสีรถยนต์ ระยะห่าง 30 ซม. มุม 90 องศา 34

รูปที่ 2.4 แสดงภาพตัวอย่างกาพ่นสีกระป๋องล่าง หัวพ่นขนาด 2.0 ม. 35

รูปที่ 2.5 แสดงไดอะแกรมการทำงานของกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) 37

รูปที่ 4.1 สัณฐาน และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ด้วยกล้อง SEM..... 49

รูปที่ 4.2 สัณฐาน และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหม อีรี่ ด้วยกล้อง SEM..... 50

รูปที่ 4.3 แสดงภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าตัวอย่าง..... 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับเส้นใยไหม ซึ่งจัดว่าเป็นราชินีของเส้นใย จึงเลือกศึกษาและสืบค้นข้อมูล จากงานวิจัยการผลิตอนุภาคนาโนเซริซิน และไฟโบรอิน จากเส้นใยไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) เพื่อนำไปใช้ตกแต่งบนเสื้อกีฬาเส้นใยพอลิเอสเตอร์ ร้อยละ 100 ของ ผศ.ดร.อภิชาติ สนธิสมบัติ [1] และ งานวิจัยกระบวนการตกแต่งสารยึดติดพอลิยูรีเทนและอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ บนผ้าฝ้ายด้วยกระบวนการพ่นเคลือบแบบ One Step Spraying Method และ Two Step Spraying Method สำหรับเสื้อผ้าสำหรับสวมใส่ในสปา [2] ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ ที่ผลิตได้มาพ่นเคลือบบนผ้าฝ้าย แล้วนำไปตัดเย็บเป็นปลอกหมอน เพื่อทำให้ผู้ใช้มีผิวหนังนุ่มนวลชุ่มชื้น ทำให้ผิวหนังที่สัมผัสปลอกหมอนเรียบเนียนขึ้น จึงตั้งสมมติฐานว่าหากอนุภาคดังกล่าวมีสมบัติตามเอกสารอ้างอิง [1] โดยเพิ่มสมบัติสำหรับการใช้งานมากขึ้นกว่าเดิม เช่น ความคงทนต่อการซักล้าง การทดสอบผิวสัมผัส การทดสอบการป้องกันแบคทีเรีย และผู้วิจัยเล็งเห็นว่าอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์จาก เส้นใยไหมอีรี่สีขาวนวลพันธุ์ไทย มาศึกษาวิจัยเปรียบเทียบสมบัติกับเส้นใยไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1)

วิวัฒน์ ลมูลภักตร์ [3] พบว่าผงไหมประกอบด้วยกรดอะมิโน 16-18 ชนิด สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สารช่วยกำจัดเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังมนุษย์ โดยเฉพาะผงไหมพันธุ์ไทย มีองค์ประกอบของกรดอะมิโน 18 ชนิด ตัวอย่างเช่น

1. กรดกลูตามิก (Glutamic acid) ช่วยรักษาปริมาณน้ำในผิวหนังป้องกันผิวแห้ง และลดแอลกอฮอล์ในเลือด

2. ไลซีน (Lysine) ลดการเจริญเติบโตและต้านเชื้อไวรัส สำหรับผงกาวไหมเซริซิน มีสมบัติที่สำคัญในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา β -tyrosinase ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์เมลานิน (Melanin Pigment) จะเกิด β -tyrosinase ทำให้เกิดรอยกระบนใบหน้าหรือจุดที่ผิวหนัง ดังนั้นกลไกของเซริซินจึงมีผลต่อ การยับยั้งการเกิดรอยกระบนใบหน้า หรือเกิดจุดที่ผิวหนัง ป้องกันรังสี

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และไมโครซิลค์ไหมอีรี่ (สีขาวนวลพันธุ์ไทย) ณ สภาวะที่เหมาะสม

1.2.2 เพื่อศึกษากรรมวิธีการตกแต่งเชิงเคมี ด้วยการพ่นเคลือบด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ของอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมไทย กับอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก การทดสอบการซักล้าง การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (นาที) การประเมินต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (เชิงคุณภาพ) 2 ชนิด (แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส) และการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM บนผ้าตัวอย่างก่อนซัก และหลังซักล้าง และการประเมินผิวสัมผัส (Handle) ของชิ้นตัวอย่าง และผลความพึงพอใจใน การทดสอบใช้งานจริงของปลอกหมอน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 กระบวนการผลิตอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ จากเส้นใยไหมไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และเส้นใยไหมอีรี่ (สีขาวนวลพันธุ์ไทย)

1.3.2 การตกแต่งในข้อ 1. บนผ้าทอลายขัดเส้นใยฝ้าย 100% (ผ้าฝ้ายทอลายขัด) เบอร์ 40/1 (ด้ายยืน) เบอร์ 40/1 (ด้ายพุ่ง) ด้วยกระบวนการพ่นเคลือบแบบ Two Steps Spraying Method (พ่นสารยึดติดพอลิยูรีเทนเคลือบบนผิวหน้าผ้า แล้วจึงพ่นอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ทับอีกครั้ง)

1.3.3 การทดสอบหาสมบัติความคงทน และการยึดติดของอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ บนผ้า ดังนี้

- ตรวจสอบขนาดอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ จากเส้นใยไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และเส้นใยไหมอีรี่สีขาวนวลพันธุ์ไทย และลักษณะการติดยึดบนผ้าฝ้าย (ก่อน-หลังกระบวนการซักล้าง หลังการขัดถูแบบแห้งและเปียก) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (SEM)

- การทดสอบสัณฐานของผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

- การทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test)

- การทดสอบการขัดถูแบบ แห้งและเปียก (ISO 105-X12:2016)

- การทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test No.C2S 30 นาทีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

- การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2017)

- การวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิง คุณภาพ) มาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 29-2554

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.4.1 กระบวนการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ และกรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

1.4.2 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

1.4.3 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมพันธุ์อีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

1.4.4 กระบวนการทดสอบสมบัติผ้าที่ผ่านกระบวนการพ่นเคลือบแบบ Two Steps Spraying Method

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.5.1 ทราบกรรมวิธีการผลิตไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และไมโครซิลค์ไหมอีรี่ (สีขาวนวลพันธุ์ไทย) ณ สภาวะที่เหมาะสม อย่างน้อย 1 กรรมวิธี

1.5.2 ทราบกรรมวิธีการตกแต่งเชิงเคมี ด้วยการพ่นเคลือบด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ของอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมไทย กับอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

1.5.3 ทราบข้อมูลเปรียบเทียบ และผลการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก การทดสอบการซักล้าง การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (นาที) การประเมินต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (เชิงคุณภาพ) 2 ชนิด (แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส) และการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM บนผ้าตัวอย่างก่อนซัก และหลังซักล้าง และการประเมินผิวสัมผัส (Handle) ของชิ้นตัวอย่าง และผลความพึงพอใจใน การทดสอบใช้งานจริงของปลอกหมอน

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เส้นใยไหม (Silk) [5]

เส้นใยสิ่งทอ โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers)

2. เส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ (Man-made fibers)

โดยเส้นใยธรรมชาติแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของเส้นใย ดังนี้

1. เส้นใยที่ได้มาจากพืช (Vegetable fibers) ส่วนใหญ่เส้นใยฝ้าย (Cotton) รวมถึงเส้นใยแฟลกซ์ (Flax) เส้นใยป่าน ปอ และพืชชนิดอื่นๆ เช่น สับปะรด ดอกรัก ผักตบชวา กล้วย เป็นต้น ซึ่งเส้นใย เหล่านี้มีส่วนประกอบของเซลลูโลส (Cellulose)

2. เส้นใยที่ได้มาจากสัตว์ (Animal fibers) เป็นเส้นใยที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์ เช่น ขนแพะ ขนแกะ ขนอูฐ ขนม้า หรือ เส้นใยไหม เป็นต้น ซึ่งเส้นใยเหล่านี้จะมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนชนิดต่างๆ จัดว่าเป็นเส้นใยโปรตีน (Protein)

3. เส้นใยที่ได้มาจากแร่ธาตุ (Mineral fibers) มักใช้ในงานสิ่งทอปกติจำนวนน้อย แต่จะนิยม ใช้กับงานพิเศษๆ เช่น ต้านทานต่อเปลวไฟ และความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มักใช้เส้นใยหิน (Asbestos) ซึ่งสามารถต้านทานความร้อนสูงมากๆ

เส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

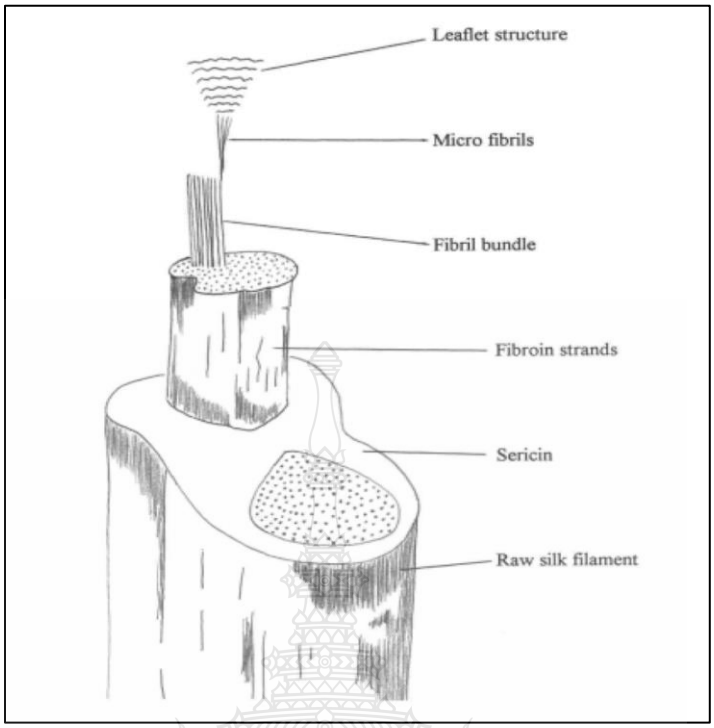
1. เส้นใยที่ดัดแปลงมาจากพอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural polymer fibers) เนื่องจากมีการดัดแปลงองค์ประกอบของเซลลูโลส ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก ในเส้นใยฝ้าย หรือลำต้นของต้นไม้ โดยมนุษย์สามารถนำมาดัดแปลงทำเป็นเส้นใยที่ต้องการ จากแว่นกดเส้นใย เช่น เรยอน วิสโคส อะซิเตด หรือไตรอะซิเตด เป็นต้น

พอลิเมอร์ธรรมชาติอีกแหล่งที่มีมากที่มาจากโปรตีนจากพืช เช่น ถั่วเหลือง นมสด ข้าวโพด เป็นต้น แต่ยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากวัตถุดิบเหล่านี้ ควรจะเป็นอาหารของมนุษย์มากกว่า อีกทั้งมีราคาแพงกว่าพอลิเมอร์จากแหล่งอื่นๆ

2. เส้นใยสังเคราะห์ (Synthetic fibers) เป็นเส้นใยที่ส่วนมากจะได้มาจากสารตั้งต้นที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เช่น พอลิเอสเตอร์ พอลิเอไมด์ พอลิอะไครโลไนไทล์ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ พอลิยูรีเทน (ยางยืด) เป็นต้น

2.1.1 โครงสร้างของเส้นไหม [6-12]

เส้นใยไหม จัดเป็นเส้นใยธรรมชาติ ที่มาจากสัตว์ โดยผลิตจากตัวหนอนไหม ซึ่งหากเป็นเส้นใยไหมไทย มาจากหนอนไหมไทยพันธุ์พื้นเมือง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bombyx mori* ตัวหนอนไหมไทยส่วนใหญ่กินใบหม่อน [6-10] เส้นใยไหมอีรี่ มาจากหนอนไหมอีรี่ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Philosamia ricini* ในปัจจุบัน มีการเพาะเลี้ยงไหมป่าอีกชนิดหนึ่ง ที่มีชื่อว่าไหมอีรี่ (Eri Silk) ไหมอีรี่เป็นพันธุ์ไหมป่าชนิดหนึ่งที่มีกระจายอยู่ บริเวณภาคเหนือของประเทศอินเดีย เนปาล จีน และ ญี่ปุ่น ถูกนำมาทดลองเลี้ยงในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2517 โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ ได้ศึกษาวิจัยจนถึงปี พ.ศ.2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีการส่งเสริมการเลี้ยง ไหมอีรี่ให้กับเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการเพาะปลูกต้นมันสำปะหลังจำนวนมาก เพื่อให้เกษตรกรนำเอา ใบมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงตัวหนอนไหมอีรี่ แทนการตัดใบทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ โดยตัวหนอนไหมอีรี่ สามารถกินใบมันสำปะหลัง หรือใบละหุ่งได้ สภาพของเส้นใยจากหนอนไหมอีรี่ มีสีขาวนวล ให้ผลผลิตที่มีความยาวมากกว่าหนอนไหมไทย (สีเหลือง) เนื่องจากตัวหนอนไหมอีรี่มีขนาดใหญ่ (บางแห่งเรียกว่าจับโป้รังไหม) เมื่อเทียบกับหนอนไหมไทย (สีเหลือง) ที่มีขนาดเล็กกว่า [11-12] นอกจากนี้ตัวดักแด้ของไหมอีรี่ มีโปรตีนร้อยละ 66-67 เมื่อเทียบกับตัวดักแด้ของไหมบ้านจะมีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 54-55 [1-3] คณะนักวิจัยในเอกสาร [7-8] พบว่าไหมไทย (สีเหลือง ทอง) มีส่วนประกอบที่เป็นกาวไหมปริมาณสูงสุดร้อยละ 38 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไหมเลี้ยงชนิดอื่นๆ มักมีปริมาณกาวไหมร้อยละ 20-25 เท่านั้น กระบวนการปั่นเส้นไหมจากตัวหนอนไหมที่โตเต็มวัย จะกลายเป็นตัว ดักแด้จะเริ่มพ่นของเหลวที่มีความหนืดจากต่อมขนาดใหญ่สองต่อมภายในตัวหนอนไหม สารละลายนี้จะถูกอัดผ่านท่อสองท่อในหัวของตัวหนอนไหมไปสู่บริเวณที่เป็นแว่นกดเส้นใย สารที่ออกมานั้นมีความหนืดสูง เรียกว่า เส้นใย หรือ ไฟโบรอิน (Fibroin) จำนวน 2 เส้น แล้วถูก ห่อหรือเคลือบด้วยกาวไหม หรือ เซริซิน (Sericin) เมื่อ สัมผัสกับอากาศจะเกิดฟอร์มตัวเป็นของแข็ง ยึดติดกันก่อให้เกิดเส้นใยยาวต่อเนื่อง ส่วนประกอบเส้นไหมจะประกอบด้วยกรดอะมิโนอย่างน้อย 18 ชนิด มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูล อิสระ และมีสารกำจัดเชื้อจุลินทรีย์บางอย่าง (สารต่อต้านไวรัส (โรคเริม และงูสวัด) ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคผิวหนังของมนุษย์ได้ และมีสมบัติที่สำคัญ เช่น เป็นสารควบคุมระดับคอเลสเตอรอล เป็นสารสลายแอลกอฮอล์ในร่างกาย เป็นสารทำให้แผลหายเร็วขึ้น เป็นสารรักษาปริมาณน้ำในผิวหนัง สารกำจัดสิ่งสกปรกในเซลล์ และ สารยืดอายุเซลล์ผิวหนัง เป็นต้น [12-14]



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเส้นใยไหมดิบ ประกอบด้วยเส้นใย (ไฟโบรอิน) จำนวน 2 เส้น ถูกเคลือบด้วยเซริซิน (กาวไหม) อยู่รอบนอก [7]

2.1.1.1 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยไหม [1-15]

1. ลักษณะภายนอก

เส้นใยไหมดิบ ประกอบด้วยเส้นใยไหม (Fibroin) จำนวน 2 เส้น ซึ่งถูกเคลือบด้วยกาวไหม (เซริซิน) เส้นใยไหมเมื่อผ่านกระบวนการลอกกาวไหม จะมีความมันเงา นุ่มนวล ผิวนอกแลดูเรียบสม่ำเสมอตลอดความยาว เนื่องจากกาวไหมเมื่อถูกกำจัดออกไป จะเปิดเผยให้เห็นเส้นใยไหมจะเป็นเส้นใยที่มีสามเหลี่ยมมุมมนเดี่ยว ๆ เรียบ และมีความมันเงาดีมาก เส้นใยไหมโดยปกติมีความละเอียดสูง และมีความยาวทั่วไปอยู่ระหว่าง 900-1,200 เมตร ส่วนสีของเส้นใยไหมมีสีเหลืองจนถึงสีเทา ขึ้นกับพันธุ์ไหมที่นำมาใช้งาน

ไหมอี่รี่ เป็นไหมชนิดหนึ่งที่จัดเป็น ไหมป่า ไหมอี่รี่ เป็นไหมที่ไม่มีความมันเงาเหมือนไหมที่กินใบหม่อนเป็นอาหาร เส้นใยไหมอีรี่มีลักษณะคล้ายเส้นใยฝ้าย แต่ไหมอี่รี่มีความเหนียวมากกว่าฝ้าย และสามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าฝ้าย หรือไหมไทย มีความยาวทั่วไปอยู่ระหว่าง 400-500 เมตร [10,15] ส่วนสีของเส้นใยไหมอีรี่มีสีครีม ขึ้นกับสายพันธุ์ไหม

2. ความละเอียดของเส้นใย

เส้นใยไหมไทยมีความละเอียดของเส้นใย ประมาณ 2-3 ดีเนียร์ (Denier) ในขณะที่เส้นใยไหมอีรี่ ความละเอียดของเส้นใย ประมาณ 3-4 ดีเนียร์ (Denier) (หมายเหตุ 1 ดีเนียร์ (Denier) เท่ากับน้ำหนักของเส้นใย 1 กรัมต่อความยาว 9,000 เมตร)

3. ความหนาแน่นของเส้นใย

เส้นใยไหมไทยมีความหนาแน่นของเส้นใยเท่ากับ 1.34 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่เส้นใยไหมอีรี่ มีความหนาแน่นของเส้นใยเท่ากับ 1.30 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ความทนแรงดึง ณ จุดขาด

เส้นใยไหมไทยเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับเส้นใยฝ้าย ด้วยผิวเรียบและมีความมันเงาสูง มีค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาดของเส้นใยมีค่า 4.5 กรัมต่อดีเนียร์ ในขณะที่แห้ง โดยมีค่าระยะยืดตัว ณ จุดขาด เท่ากับร้อยละ 19 และมีความทนแรงดึง ณ จุดขาดน้อยลงเมื่อเปียก (ลดลงประมาณร้อยละ15-25) และเส้นใยไหมอีรี่ มีค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาดของเส้นใยมีค่า 3.1 กรัมต่อดีเนียร์ โดยมีค่าระยะยืดตัว ณ จุดขาด เท่ากับร้อยละ 22

5. การคืนตัวจากแรงอัด

เส้นใยไหมมีความสามารถคืนตัวจากแรงอัดได้ดี ไม่ยับย่นง่าย สามารถกลับคืนตัวได้ เมื่อวางทิ้งไว้ข้ามคืน

6. การดูดซึมความชื้น

การดูดซึมความชื้น ที่สภาวะมาตรฐานความสามารถในการดูดซึมความชื้นจะอยู่ที่ร้อยละ 10-11 นับว่าเส้นใยไหมมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นได้ดี ทำให้เป็นประโยชน์มากในการประยุกต์ใช้ในการย้อมสีผ้า อย่างไรก็ตามเส้นใยไหมเมื่ออยู่ในสภาวะเปียก ความเหนียวลดลงอย่างมาก

7. ความร้อน

เส้นใยไหมมีความคงทนต่อความร้อน และมีความเสถียรภาพ ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C แต่เมื่ออุณหภูมิเกินกว่า 110°C ภายใน 15 นาที จะเริ่มสีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนการรีดผ้าควรรีดได้ในช่วงอุณหภูมิ 140-165°C ภายในเวลาสั้นๆ

8. อายุการใช้งาน

เส้นใยไหมอาจจะถูกทำลายได้ หากสัมผัสก๊าซออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ ถ้าหากเก็บและรักษาที่ไม่ดี

2.1.1.2. สมบัติทางเคมีของเส้นใยไหม [3,15]

1. องค์ประกอบทางเคมี

เส้นใยไหมไทย ประกอบด้วยเส้นใย (ไฟโบรอิน) ร้อยละ 66-72 และกาวไหม (เซริซิน) ร้อยละ 25-32 และเส้นใยไหมอีรี่ ประกอบด้วยเส้นใย (ไฟโบรอิน) ร้อยละ 82-88 และกาวไหม (เซริซิน) ร้อยละ 11-13 [15]

2. อิทธิพลของกรด

กรดมีอิทธิพลกับเส้นใยไหม คล้ายกับเส้นใยขนสัตว์ เส้นใยไหมไม่ถูกทำลายด้วยกรดเจือจางทั่วไป หากสัมผัสกับกรดเข้มข้นสูง ๆ สามารถทำลายเส้นใยไหมได้

3. อิทธิพลของด่าง

เส้นใยไหมไม่อ่อนไหวต่อด่างเท่าเส้นใยขนสัตว์ แต่สารละลายด่างโซดาไฟเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิเดือด เป็นเวลา 5 นาที สามารถละลายเส้นใยไหมได้ และด่างแก่สามารถลดความมันเงาของเส้นใยได้

4. เกลือคลอไรด์

เส้นใยไหมอาจถูกทำลายด้วย เหงื่อ หรือน้ำทะเล ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์ผสม

5. สารละลายอินทรีย์

น้ำยาซักแห้งไม่ทำลายเส้นใยไหม แต่ถ้าใช้ผงซักฟอกที่มีด่างโซดาไฟ อาจทำให้เส้นใยถูกทำลาย (ละลาย)

6. อิทธิพลของสารฟอกขาว

เส้นใยไหมมีความทนทานต่อสารฟอกขาวเจือจาง แต่ถูกทำลายได้ด้วยสารฟอกขาวประเภทออกซิไดซ์ อาทิ สารซักฟอกที่มีโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ผสมอยู่ ส่วนพวกสารซักฟอกประเภทไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ หรือโซเดียมเพอร์บอเรต ภายใต้ภาวะปกติจะไม่เกิดผลเสียต่อไหม

ยกเว้นห้ามใช้สารที่มีฤทธิ์เป็นด่างปริมาณสูงในการฟอกขาว มิฉะนั้นเส้นใยจะละลายเป็นกรดอะมิโนโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ละลายน้ำ

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของดักแด้ไหมอีรี่ [16]

Amino acids	Eri pupae raw material
Glycine	92.7
Alanine	110.6
Valine	65.1
Leucine	77.0
Isoleucine	47.9
Serine	68.2
Threonine	42.3
Aspartic acid and Asparagine	85.1
Glutamic acid and Glutamine	109.0
Lysine	63.5
Arginine	52.4
Histidine	31.6
Tyrosine	44.7
Phenylalanine	36.9
Proline	44.9
Tryptophan	n/a
Methionine	23.1
$(Cysteine)_2$	5.01
	1,000

7. อิทธิพลของเชื้อราและแมลง

เส้นใยไหมโดยทั่วไปจะไม่เกิดเชื้อราง่าย ยกเว้นอยู่ในสภาวะที่เปียกชื้นเป็นเวลานาน และเส้นใยไหมอาจถูกกัดกินด้วยแมลงกินผ้าได้ เนื่องจากมีส่วนประกอบของโปรตีน

8. อิทธิพลของแสงแดด

เส้นใยไหมอ่อนแอต่อแสงแดด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อถูกแสงแดดโดยตรงเป็นเวลานาน ความแข็งแรงของเส้นใยไหมลดลง

2.1.2 กาวไหม (เซริซิน) [1,3,9,17]

กาวไหม คือส่วนที่เป็นกาวเหนียว ๆ ทำหน้าที่ห่อหุ้มเส้นใย (ไฟโบรอิน) และเป็นกาวยึดเส้นใยทั้งสองเส้นไว้ด้วยกัน โดยเซริซินประกอบด้วยกรดอะมิโนมากกว่า 18 ชนิด ซึ่งจะมีหมู่ข้างเคียงที่มาเกาะอยู่ในโมเลกุลโปรตีนที่แข็งแรง เช่น หมู่ไฮดรอกซิล หมู่คาร์บอกซิล และหมู่อะมิโน และกรดอะมิโนส่วนใหญ่ที่พบในเซริซิน ได้แก่ เซรีน (serine) กรดแอสพาร์ติก (aspartic acid) และไกลซีน (glycine) ประมาณร้อยละ 31.9, 13.8 และ 12.7 ตามลำดับ

กาวไหมอาจนำไปใช้เกี่ยวกับสารชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Anti-oxidation) หรือนำมาใช้ในทางด้านยารักษาโรค เช่น สารต้านการจับตัวเป็นก้อนของเลือด และสารต้านการก่อมะเร็ง เป็นต้น ส่วนชิ้นส่วนของเปปไทล์ของกาวไหม (เซริซิน) ที่แตกตัวแล้วในน้ำ สามารถละลายได้ในน้ำเดือด และโปรตีนใน เซริซินนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุทางชีวภาพ (Biomaterials) หรือนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเส้นใยหรือสิ่งทอต่าง ๆ

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนในกาวไหม (เซริซิน) จากตัวหนอนไหม B.mori และ Tussah A. pennyi [9]

Amino acids	B.mori cocoon	Tussah A. pernyi cocoon
Glycine	127.0	149.9
Alanine	55.1	27.8
Valine	26.8	11.9
Leucine	7.2	9.9
Isoleucine	5.5	8.0
Serine	319.7	226.3
Threonine	82.5	149.6
Aspartic acid	138.4	122.5
Glutamic acid	58.0	67.4
Lysine	32.6	14.7
Arginine	28.6	54.5
Histidine	13.0	25.0
Tyrosine	34.0	49.2
Phenylalanine	4.3	6.0
Proline	5.7	19.1
Tryptophan	n/a	n/a
Methionine	0.5	1.3
$(Cysteine)_2$	1.4	1.8

2.1.3 เส้นใย (ไฟโบรอิน) [3,18]

เส้นใย (ไฟโบรอิน) แตกต่างจากกาวไหม (เซริซิน) ในแง่ที่ไม่ละลายน้ำ องค์ประกอบกรดอะมิโนของเส้นใย (ไฟโบรอิน) แสดงในตารางที่ 2 และ 3 โดยจะมีกรดอะมิโนส่วนใหญ่เป็นไกลซีน อะลานีน เซรีน ร้อยละ 44.6 29.4 12.1 ตามลำดับ สายโซ่โมเลกุลของเส้นใย (ไฟโบรอิน) มีลักษณะเป็นเส้นตรงตามแนวแกนเส้นใยไหม โดยสายโซ่โมเลกุลที่เรียงตัวอยู่ใกล้กัน มักเกิดพันธะไฮโดรเจนซึ่งกันและกัน และบางช่วงของแต่ละสายโซ่โมเลกุลมีการเรียงต่อกันเป็นรูปแบบ - $(ala\text{-}gly)_n$- ติดกัน จะเกิดลักษณะโครงสร้างที่เรียกว่า เบต้า-ชีท (β - sheet คล้ายกับกระเบื้องมุมหลังคา) ซึ่งจะเป็นโครงสร้างซ้ำๆ ในโปรตีนที่มีลักษณะเป็นเส้นใย โดยจะเป็นลักษณะเฉพาะและบ่งบอกถึงสมบัติเชิงกลต่าง ๆ เช่น ความแข็งแรงของเส้นใย เป็นต้น

2.1.4. การประยุกต์ใช้โปรตีนไหม [1,14,17]

2.1.4.1 คณะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [1] ผลิตอนุภาคไมโคร/นาโนเซริซินและไฟโบรอิน เพื่อนำมาตกแต่งบนเสื้อกีฬา สำหรับสมบัติพิเศษ เช่น ความนุ่มนวล การดูดความชื้น การคืนตัวของผ้า โดยนำเส้นไหมไทยมาละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือด่างโซเดียมคาร์บอเนตที่ค่า pH ช่วง 12.0 - 13.0 ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปรับค่า pH ให้เป็นกลาง จากนั้นระเหยน้ำออกกลายเป็นผงไหม นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอนุภาคบอลมิลล์ เพื่อทำให้อนุภาคเล็กลง แล้วผ่านการคัดกรองขนาดอนุภาคแล้วนำไปตกแต่งบนเสื้อกีฬาด้วยวิธีการพ่นเคลือบบนผิวหน้าผ้าถักพอลิเอสเตอร์ 100%

2.1.4.2 นักวิจัยในเอกสารอ้างอิง [14] จดอนุสิทธิบัตรเรื่อง กรรมวิธีการผลิตผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง โดยมีการอ้างอิงว่าสมบัติของผงไหม เป็นสารทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น (Moisturizing agent) สามารถนำมาผลิตเป็นแป้งทาผิวหน้าและครีมบำรุงผิวอย่างดี นอกจากนี้ยังมีผงเส้นใยไหมมีสมบัติป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting Agent) จึงนำไปนำเอาไปเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ ด้านการแพทย์ และ/หรือผสมในเครื่องสำอาง เพื่อทำให้ผิวหนังของผู้สวมใส่ชุ่มชื้น ดูดความชื้นได้ดี รวมถึงการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) และลดริ้วรอยบนใบหน้าและผิวหนังได้

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนในไฟโบรอิน จากตัวหนอนไหม B.mori และ Tussah A. pennyi [9]

Amino acids	B.mori fiber	Tussah A. pernyi fiber
Glycine	446.0	265.0
Alanine	294.0	441.0
Valine	22.0	7.0
Leucine	5.3	8.0
Isoleucine	6.6	n/a
Serine	121.0	118.0
Threonine	9.1	1.0
Aspartic acid	13.0	47.0
Glutamic acid	10.2	8.0
Lysine	3.2	1.0
Arginine	4.7	26.0
Histidine	1.4	8.0
Tyrosine	51.7	49.0
Phenylalanine	6.3	6.0
Proline	3.6	3.0
Tryptophan	1.1	11.0
Amino acids	B.mori fiber	Tussah A. pernyi fiber
Methionine	1.0	n/a
$(Cysteine)_2$	2.0	n/a
	Gly > Ala	Gly < Ala

2.1.4.3 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการพ่นเคลือบสเปรย์บนผิวหน้าผ้า กระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบขั้นตอนเดียว (One Step Spraying Method) (พ่นสารยึดติดพอลิยูรีเทนผสมกับสารละลายอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์) [2] พ่นบนผิวหน้าผ้า ฝ้ายทอลายขัด เปรียบเทียบกับกระบวนการพ่นเคลือบ ผ้าแบบสองขั้นตอน (Two Steps Spraying Method) (ครั้งแรกเป็นการพ่นเคลือบด้วยสารยึดติดก่อน จากนั้น พ่นครั้งที่สองด้วยสารละลายอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ บนผิวหน้าผ้าฝ้ายทอลายขัด) และนักวิจัยพบว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งสิ่งทอ ด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน มีการยึดติดที่ดีกว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งสิ่งทอ ด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบขั้นตอนเดียว ดังนั้นนักวิจัยจึงเสนอแนะว่าควรเลือกใช้กระบวนการตกแต่งสิ่งทอด้วยกระบวนการพ่นเคลือบ ผ้าแบบสองขั้นตอน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แนะนำว่ากระบวนการตกแต่งสิ่งทอ มีกระบวนการตกแต่งได้ 3 วิธี คือ กระบวนการดูดซึม กระบวนการจุ่ม-บีบอัด และกระบวนการพ่นเคลือบ อย่างไรก็ตามการพ่นเคลือบอาจมีปัญหาเรื่องของความไม่สม่ำเสมอของการพ่นสเปรย์ ดังนั้นจึงต้องควบคุมขั้นตอนการพ่น สเปรย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อทำให้ลดการสูญเสียสารเคมี เนื่องจากละอองกระจายตัว แล้วสะท้อนออกไป โดยไม่สัมผัสกับผิวหน้าสิ่งทอมีน้อยที่สุดเท่าที่จะควบคุม ได้ [19,21]

2.2 เส้นใยฝ้าย (Cotton Fibers) [22]

เส้นใยสิ่งทอที่ประเทศไทย และประเทศแถบร้อนชื้นนั้น มักนิยมใช้เส้นใยฝ้าย การใช้เส้นใยฝ้ายเริ่มต้นในประเทศอินเดีย เมื่อประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตศักราช จากนั้นแพร่หลายในประเทศอียิปต์ ประเทศจีน และประเทศในแถบแปซิฟิกตอนใต้

พอลิเมอร์ของเส้นใยฝ้าย [5]

พอลิเมอร์ของเส้นใยฝ้ายเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (Linear Polymer) หน่วยที่เล็กที่สุดของพอลิเมอร์ของเส้นใยฝ้าย คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) ประกอบด้วยหน่วยของเบต้า-กลูโคส จำนวน 2 หน่วย

เส้นใยฝ้ายประกอบด้วยเซลลูโลสจำนวนประมาณ 5,000 หน่วย จัดว่าเป็นเส้นใยที่มีพอลิเมอร์ที่มีความยาวประมาณ 5,000 นาโนเมตร และมีความหนาประมาณ 0.8 นาโนเมตร

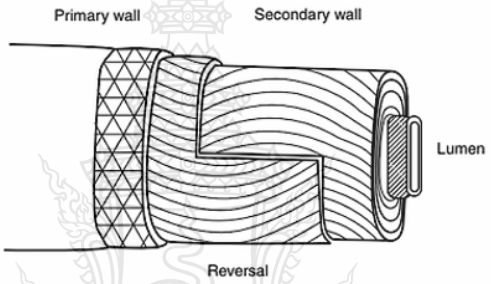
หมู่เคมีที่สำคัญของเส้นใยส่วนใหญ่ คือ หมู่ไฮดรอกซิล Hydroxyl (-OH) ซึ่งจะมีหมู่เมธิลออล Methylol ($-CH_2OH$) เนื่องจาก หมู่เหล่านี้เป็นหมู่เคมีที่มีขั้วจึงทำให้มีพันธะสำคัญคือ พันธะไฮโดรเจน เกิดขึ้นในบริเวณหมู่ -OH ของพอลิเมอร์ที่อยู่ใกล้ๆ จะมีแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals' Force) ซึ่งจัดว่าแรงจะมีขนาดน้อยมาก เมื่อเทียบกับพันธะไฮโดรเจน

เส้นใยฝ้ายมีความเป็นผลึกสูงประมาณร้อยละ 65-70 และมีส่วนที่ไม่เป็นระเบียบประมาณร้อยละ 30-35

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยฝ้าย [23-24]

1. ลักษณะภายนอก

เส้นใยฝ้ายจัดว่าเป็นเส้นใยธรรมชาติ ที่มาจากพืช เส้นใยฝ้ายมาจากเมล็ดฝ้าย ซึ่งได้จากการเพาะปลูกต้นฝ้าย เมื่อส่องจากล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีลักษณะภาพตัดตามยาวมีลักษณะบิดเป็นเกลียว และลักษณะภาพตัดตามขวาง มีลักษณะคล้ายเม็ดถั่ว เส้นใยฝ้ายมีสีขาว จนถึงสีครีม ขึ้นกับพันธุ์ของฝ้าย และสถานที่ปลูกต้นฝ้าย เส้นใยจะไม่มันเงามากนักดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะส่วนประกอบของโครงสร้างของเส้นใยฝ้าย [24]

2. ความละเอียดของเส้นใย

โดยทั่วไปเส้นใยฝ้าย มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 11-22 ไมครอน เส้นใยที่ละเอียดมากๆ เหล่านี้สามารถจะผลิตผ้าที่มีน้ำหนักเบาและละเอียดได้ แม้ว่าเส้นใยฝ้ายจะมีความหนาแน่นสูงก็ตาม

3. ความหนาแน่นของเส้นใย

ความหนาแน่นของเส้นใยฝ้าย มีค่าเท่ากับ 1.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ความทนแรงดึง ณ จุดขาด

ความเหนียวของเส้นใยฝ้าย ที่สภาวะแห้ง มีค่าประมาณ 3.0-4.9 กรัม/ดีเนียร์ ส่วนสภาวะเปียก มีค่าประมาณ 3.3-6.4 กรัม/ดีเนียร์ พบว่าเส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยที่แข็งแรงกว่าเดิมเมื่อเปียกน้ำ เนื่องจากการจัดเรียงตัวใหม่อย่างชั่วคราว ในส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ การจัดเรียงตัวที่ดีขึ้น เมื่อ

เปียกน้ำยังผลให้เพิ่มปริมาณของพันธะไฮโดรเจนขึ้น ทำให้ค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาด เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5 ค่าการยืดตัว ณ จุดขาด เมื่อแห้ง ร้อยละ 3-9.5

5. การคืนตัวจากแรงอัด

เส้นใยฝ้ายไม่ยืดหยุ่นตัว ทำให้เกิดรอยยับได้ง่าย เมื่อยับแล้วคืนตัวเมื่อเกิดรอยยับได้น้อยและเส้นใยฝ้ายสามารถคืนตัวเมื่อดึงยืดร้อยละ 2 สามารถคืนตัวได้เพียงร้อยละ 74 และถ้าดึงยืดร้อยละ 5 สามารถคืนตัวได้เพียงร้อยละ 45 เท่านั้น

6. การดูดซึมความชื้น

เส้นใยฝ้ายสามารถดูดซึมความชื้นเท่ากับร้อยละ 7

7. ความร้อน

เส้นใยฝ้ายมีความสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี จึงช่วยลดปริมาณความร้อนที่สามารถจะทำลายเส้นใยที่ สะสมอยู่ภายในได้ ดังนั้นฝ้ายจึงทนต่ออุณหภูมิสูง ๆ ของเตารีด สำหรับความร้อนที่มากเกินไปจะทำให้เส้นใยฝ้าย ไหม้ไฟคล้ายกับกระดาษไหม้ไฟ (โดยไม่มีการหลอมตัวกลายเป็นเถ้าถ่าน) เนื่องจากเส้นใยไม่ได้เป็นสารเทอร์โมพลาสติก (อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน)

8. อายุการใช้งาน

เส้นใยฝ้าย เมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเลต ในแสงแดดสามารถทำให้เซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายเปลี่ยนเป็นออกซีเซลลูโลส (Oxycellulose) ถ้านำผ้าฝ้ายมาตากแดดนาน 2 สัปดาห์ เส้นใยฝ้ายจะทนต่อแรงดึงลดลงถึงร้อยละ 50

2.2.2 สมบัติทางเคมีของเส้นใยฝ้าย [5,19,22]

เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญของฝ้ายคือเซลลูโลส ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เส้นใยฝ้ายจึงถูกทำลายได้ง่ายจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมีต่างๆ ได้ดี เช่น

1. อิทธิพลของกรด เมื่อเส้นใยฝ้ายสัมผัสกับกรดแก่ เช่น กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เป็นต้น เส้นใยฝ้ายจะละลายกลายเป็นสารเหนียวหนืด หรือเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (HNO_3) จะได้เซลลูโลสไนเตรต เนื่องจากเส้นใยฝ้ายมีพันธะ -O- โดยพันธะนี้ไม่คงทนต่อกรดแก่

2. อิทธิพลของกรด เมื่อเส้นใยฝ้ายสัมผัสกับกรดอ่อน เช่น กรดซิตริก (Citric acid) กรดอะซิติก (Acetic acid) จะไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย

3. อิทธิพลของด่าง เมื่อเส้นใยฝ้ายสัมผัสกับด่างไม่ว่าจะเป็นสารละลายด่างแก่ หรือด่างอ่อนไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย เนื่องจากเส้นใยฝ้ายไม่มีพันธะที่ถูกด่างทำลาย

4. อิทธิพลของสารออกซิไดซ์ อย่างแรง เช่น ด่างทับทิม ($KMnO_4$) โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaClO) จะสามารถเปลี่ยนเส้นใยฝ้ายเป็นออกซีเซลลูโลส (Oxycellulose) ซึ่งมีความเหนียวลดลง ดังนั้นการฟอกขาวผ้าฝ้ายที่ใช้สารฟอกขาวมากเกินไปจะทำให้ผ้าฝ้ายขาดได้ง่าย

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 กรรมวิธีการผลิตอนุภาคผงไหม [14]

อ้างถึงอนุสิทธิบัตร ไทย เรื่องกรรมวิธีการผลิตผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง ซึ่งมีขั้นตอนประกอบด้วย การละลายเส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหม ด้วยสารละลายด่างโซดาไฟเข้มข้น ที่อุณหภูมิเดือด เป็นเวลา 5-10 นาที จนวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำให้เป็นกลาง แล้วนำสารละลายโปรตีนไหมมาอบแห้งในตู้อบแห้ง อุณหภูมิไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป จนกลายเป็นแผ่นเส้นใยโปรตีนไหม นำแผ่นเส้นใยโปรตีนไหมมาบดในเครื่องบดบอลมิลล์ จนได้ผงไหม (ไฟโบรอิน และเซริซิน) ที่มีความละเอียด 300-500 ไมโครเมตร สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ ด้านการแพทย์ และการผสมในเครื่องสำอาง

2.3.2 กรรมวิธีการพ่นเคลือบด้วยสเปรย์ [25-26]

อ้างถึงอนุสิทธิบัตร ไทย เรื่องกระบวนการนำผงอนุภาคไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่ ไปใช้ในงานด้านสิ่งทอ โดยการพ่นสเปรย์เคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการทำความสะอาดผ้าหรือเสื้อผ้า ด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ จากนั้นวัสดุสิ่งทอดังกล่าวไปซักในน้ำสะอาด แล้วนำไปสลัดน้ำ และทำให้ผ้าแห้ง ขั้นตอนการเตรียมสารผสมอนุภาคไมโครโปรตีนในสารละลายของสารยึดติด โดยเตรียมสารละลายสารยึดติดประเภทเรซิน (Resin) สารพอลิยูรีเทน (Polyurethane) หรือสารพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride) ละลายในน้ำ ชั่งผงอนุภาคไมโครโปรตีน จากนั้นกวนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ขั้นตอนการเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ โดยการนำสารละลายที่เตรียมไว้มาพ่นลงบนวัสดุด้านสิ่งทอ

ด้วยอุปกรณ์พ่นสเปรย์ อย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนการอบแห้ง อบด้วยตู้อบลมร้อน แล้วนำไปซักด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ และนำไปซักในน้ำสะอาด ทำให้แห้ง

2.4 กระบวนการตกแต่งวัสดุสิ่งทอ [26]

กระบวนการตกแต่งวัสดุสิ่งทอ ประกอบด้วยกระบวนการทางเคมี และกระบวนการเชิงกล โดยมีจุดมุ่งหมายในการเปลี่ยนลักษณะ ความสวยงาม และ/หรือสมบัติทางกายภาพของผ้า หรือการเปลี่ยนผิวสัมผัส หรือลักษณะพื้นผิวที่เกิดจากทางกายภาพ นอกจากนี้สามารถรวมกันของกระบวนการทั้งสอง อย่าง การตกแต่งสิ่งทอเป็นกระบวนการขั้นสุดท้าย โดยคำนึงถึงรูปลักษณ์ ความมันเงา ผิวสัมผัส การนำมาใช้งาน ฯลฯ ส่วนใหญ่กระบวนการทางเคมี มักเกิดขึ้นในสภาพเปียก จึงอาจเรียกว่าการตกแต่งแบบเปียก และในขณะที่การตกแต่งผ้าในสภาพแห้ง เรียกว่าการตกแต่งแบบแห้ง อาจทำให้เกิดการตกแต่งสิ่งทอด้านเดียวหรือสองด้านก็ได้

2.4.1 วัตถุประสงค์ของการตกแต่งสิ่งทอ

วัตถุประสงค์ของการตกแต่งสิ่งทอ คือ การปรับปรุงสมบัติของผ้า หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอให้มีความน่าดึงดูดใจ และ/หรือทำให้เกิดผลลัพธ์แปลกๆ ในบางกรณีมีเทคนิคที่หลากหลาย บางเรื่องเป็นความลับทางการค้า

2.4.2 รูปแบบของการตกแต่งด้วยกระบวนการทางเคมี ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ชนิดของเส้นใย และการจัดเรียงของเส้นใยและผ้า

2. สมบัติทางกายภาพของเส้นใย เช่น ความสามารถในการพองตัว และพฤติกรรมเมื่อกดหรือเมื่อมีแรงเสียดทาน เป็นต้น

3. ความสามารถในการดูดซับสารเคมีของเส้นใย

4. ความอ่อนไหวของวัสดุสิ่งทอต่อการดัดแปลงทางเคมี

5. ปัจจัยที่สำคัญที่สุด สมบัติที่พึงประสงค์ของวัสดุสิ่งทอระหว่างการใช้งาน

2.4.3 กระบวนการตกแต่งที่แบ่งตามอายุการใช้งานของผ้า หรือวัสดุสิ่งทอ ดังนี้ [21]

1. การตกแต่งถาวร หมายถึง การตกแต่งตลอดอายุการใช้งานของผ้า หรือวัสดุสิ่งทอ (จนกว่าวัสดุนั้นเปื่อย หรือสลายตัวไป) อย่างไรก็ตามเป็นการตกแต่งเชิงอุดมคติเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างของการตกแต่งเชิงกล เช่น การทำให้หดตัวอย่างสมบูรณ์ (Sanforized®) การตัดขน เป็นต้น

กระบวนการเติมสารเรซิน เช่น การเติมสารเรซินสังเคราะห์ จำพวกยาง ยางสังเคราะห์ การเคลือบสารเรซินบนผิวหน้าผ้า เป็นต้น กระบวนการทางเคมี เช่น การเมอร์เซอร์ไรซ์ การทำให้เกิดปฏิกิริยาร่างแห การตกแต่งป้องกันน้ำ การตกแต่งป้องกันการลามไฟ การตกแต่งป้องกันการหดตัวของผ้าขนสัตว์ เป็นต้น

2. การตกแต่งคงทน หมายถึง การตกแต่งที่มีอายุการใช้งานอย่างน้อย 1-2 ปีขึ้นไป ในสภาวะการใช้งานปกติ และ

3. การตกแต่งชั่วคราว หมายถึง การตกแต่งที่คงทนอยู่เพียงการซักล้างมากกว่าหนึ่งครั้งขึ้นไปหรือเมื่อซักล้างสมบัติการตกแต่งอาจจะลดประสิทธิภาพไปเรื่อย ๆ เช่น การตกแต่งเชิงกล (การขัดมัน การอัดดอก การขัดผิว การดึงยืด เป็นต้น กระบวนการเติมสารเคมี เช่น การเพิ่มน้ำหนักด้วยดินขาว แป้ง หรือสารเติมแต่งอินทรีย์ เป็นต้น และการปรับปรุงผิวหน้า เช่น การทำให้ผ้านุ่มด้วยสารทำให้ผ้านุ่ม การตกแต่งด้วยสารตกแต่งอื่น ๆ เป็นต้น

2.4.4 สารตกแต่งที่ใช้กับเส้นใยฝ้าย [21,27]

เส้นใยฝ้าย มักเกิดปัญหาการยับย่น และไม่คืนตัว เมื่อยับย่นแล้ว ดังนั้นสารตกแต่งที่เหมาะสมกับการตกแต่งเส้นใยฝ้าย เช่น สารกันยับ (Anti-crease) สารกันยับขณะซักและสวมใส่ (Wash and Wear) สารทำให้มีจีบถาวร (Durable Press) สารทำให้ผ้าแข็ง (Stiffness) สารกันน้ำ หรือสะท้อนน้ำ (Water-proof หรือ Water-repellent) สารกันไฟ (Flame-proof) สารกันเชื้อรา (Anti-microbial) สารทำให้ผ้านุ่ม (Softener) หรือสารทำให้ผิวผ้ามีความหยาบกระด้างลดลง ซึ่งรายละเอียดสามารถศึกษาในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 27

ในกรณีที่ต้องการตกแต่งผ้าฝ้ายให้มีสมบัติพิเศษ เช่น การเติมสารแคปซูลน้ำหอม สารทำให้ผู้สวมใส่แล้วเย็นสบาย สารทำให้ผิวหนังนุ่มนวลชุ่มชื้น เป็นต้น

2.4.5 สารพอลิยูรีเทน [28]

สารตกแต่งสิ่งทอที่ชอบน้ำแบบพอลิยูรีเทน มีส่วนประกอบหลักที่เป็นพอลิยูรีเทนที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ กลไกการออกฤทธิ์ของสารตกแต่งสิ่งทอชนิดนี้ คือการผสมของเหลวสำหรับตกแต่งผิวสำเร็จกับสารละลายเอมีนที่เป็นน้ำระหว่างการใช้งาน กลุ่มอิมิดาโซลแยกออกจากกัน กลุ่มไอโซไซยาเนตปรากฏขึ้นอีกครั้ง เกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวาง (Cross-linkage) กับผ้าทอ และพลังงานผิว (Surface energy) สูง เกิดแผ่นฟิล์มที่มีความชอบน้ำเพิ่มขึ้น

การตกแต่งผ้าด้วยสารพอลิยูรีเทนไม่เพียงแต่ให้ความนุ่มนวลแก่เนื้อผ้าเท่านั้น แต่ยังให้การเกิดสมบัติที่หลากหลาย เช่น สมบัติการซึมผ่านของความชื้น สมบัติการกันน้ำ สมบัติการป้องกันการหดตัว สมบัติการต้านทานรอยยับ สมบัติการป้องกันไฟฟ้าสถิต สมบัติป้องกันการขน ความยืดหยุ่นตัว และความมันเงา ในช่วงต้นทศวรรษ 1950 สารตกแต่งสิ่งทอพอลิยูรีเทนแบบเส้นตรงและแบบเชื่อมขวางได้เริ่มการผลิตทางอุตสาหกรรมแล้ว แต่ส่วนใหญ่เป็นพอลิยูรีเทนแบบใช้ตัวทำละลาย ในขณะที่ตัวทำละลายเป็นพิษ มีกลิ่นแรง และก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ง่าย หลังจากทศวรรษ 1970 สารช่วยสำหรับสิ่งทอพอลิยูรีเทนแบบน้ำได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ส่วนใหญ่ใช้สำหรับการตกแต่งผิวเคลือบผ้าเป็นหลัก ในช่วงปี พ.ศ.2523 ได้มีการค้นพบความก้าวหน้าในการวิจัยและการประยุกต์ใช้พอลิยูรีเทนจากต่างประเทศ สารตกแต่งพอลิยูรีเทนสูตรน้ำมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการย้อมสีและการตกแต่งสิ่งทอ

2.4.6 กระบวนการตกแต่งสิ่งทอ [21,25,29-32]

กระบวนการตกแต่งสิ่งทอ สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

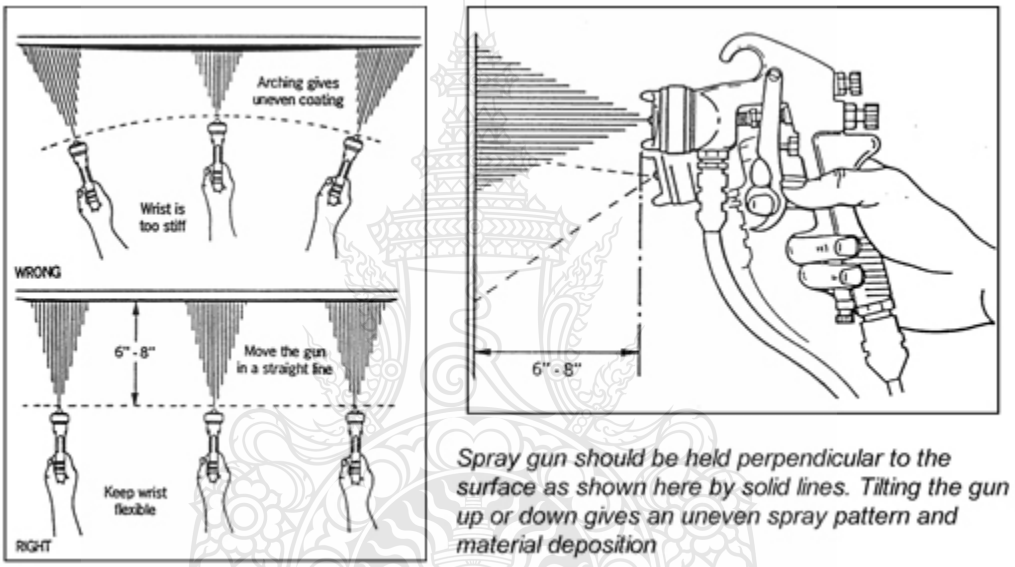
1. กระบวนการจุ่ม-บีบอัดสารเคมีบนวัสดุสิ่งทอ เพื่อปรับปรุงพื้นผิวสิ่งทอ กระบวนการนี้ส่งผลต่อการซึมผ่านของสารสิ่งทอโดยใช้สารเคมี

2. กระบวนการเคลือบวัสดุสิ่งทอด้วยกาซหรืออิออน เช่น การใช้พลาสมา ซึ่งเป็นสถานะของสสารที่มีพลังงานสูงทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนเป็นอนุภาคประจุอิเล็กตรอนและโมเลกุลที่เป็นกลาง แกสพลาสมาถูกนำมาใช้เมื่อ 50 กว่าปีก่อน แต่ปัจจุบันนี้มีการผลิตเครื่องเคลือบด้วยพลาสมาบนวัสดุสิ่งทอในเชิงพาณิชย์ พลาสมาเป็นกระบวนการแบบแห้ง โดยการปรับเปลี่ยนพื้นผิวระดับนาโนเมตรบนผิวหน้าวัสดุสิ่งทอ โดยไม่ใช้ตัวทำละลายหรือก่อให้เกิดของเสีย อย่างไรก็ตาม เครื่องจักรในการกำเนิด พลาสม่ายังคงมีราคาค่อนข้างแพง และหากต้องการเคลือบทั้งตัวเสื้อ จะต้องมีภาชนะที่ใหญ่เพียงพอที่จะเคลือบ สำหรับพลาสมาภายใต้ความดัน

3. การพ่นสเปรย์สารเคมีบนวัสดุสิ่งทอ เคลือบบนผิวหน้าของผ้า หรือวัสดุ วิธีนี้ใช้การพ่นเคลือบด้วยอุปกรณ์กาพ่นสีรถยนต์ (สารละลาย และลมอัด) ทำให้เกิดฝอยละอองของสารเคมีเคลือบบนวัสดุ ผ้า หรือเสื้อผ้า โดยมีความยืดหยุ่นมาก การทำงานง่าย ไม่สลับซับซ้อน แต่มีปัญหาการสูญเสียของละอองของสารเคมี ปลิวตามแรงลม ผู้ตกแต่งสิ่งทอ จำเป็นต้องควบคุมมุมในการพ่น และหัวพ่นจะต้องไม่ถูกปรับเปลี่ยน เพื่อให้ได้ละอองที่คงที่เสมอ

กระบวนการตกแต่งสิ่งทอที่เหมาะสมสิ่งทอเกือบทุกประเภท อย่างไรก็ตามอาจมีปัญหาเรื่องของความไม่สม่ำเสมอของการพ่นสเปรย์ อีกทั้งการสูญเสียสารเคมีเนื่องจากละอองกระจายตัวไม่สัมผัสกับผิวหน้าสิ่งทอ [31-32]

กระบวนการพ่นสเปรย์เคลือบผิวหน้าสิ่งทอด้วยกาพ่นสี มีรายละเอียดของขนาดของหัวพ่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีขนาดหัวพ่น 1.5 มม. เหมาะสมกับงานละเอียด และพื้นที่ขนาดเล็ก ขนาด 1.8 มม. เหมาะสมกับงานพ่นทั่วไป ขนาด 2.0-2.5 มม. เหมาะสมกับงานพ่นพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งขนาดหัวพ่นมีผลกับสารที่ต้องการพ่น เนื่องจากหากเลือกหัวพ่นเล็กเกินไป จะเกิดการอุดตันของหัวพ่นและไม่สามารถพ่นอย่างสม่ำเสมอ ดังรูป



รูปที่ 2.3 แสดงการรักษาระยะห่างของกาพ่นสีให้ถูกต้อง และต้องสม่ำเสมอ สำหรับงานช่างพ่นสีรถยนต์ ระยะห่าง 30 ซม. มุม 90 องศา [33]

รูปที่ 2.4 แสดงภาพตัวอย่างกาพ่นสีกระป๋องล่าง หัวพ่นขนาด 2.0 มม. [34]

4. การจุ่ม-บีบอัดสารเคมีทำให้ผ้าเปียกน้อยกว่าปกติ (Low wet pickup methods) โดยปกติการจุ่ม-บีบอัดสารเคมีจะต้องใช้ร้อยละการทำให้ผ้าเปียก (% Pick-up) อยู่ในช่วง 70-100 ดังนั้นจะทำให้เกิดปัญหาเวลาในการทำให้ผ้าแห้ง มีปัญหาเรื่องของการเคลื่อนตัวของสารเคมี ในช่วงการอบแห้งขั้นต้น และช่วงการทำปฏิกิริยาร่างแห ดังนั้นจึงมีผู้คิดค้นการทำให้ผ้าเปียกน้อยกว่าปกติ ด้วยการใช้ลูกกลิ้งที่สัมผัสกับผ้าโดยไม่จุ่มสารเคมี (Kissed rollers) การใช้และการเคลือบวัสดุสิ่งทอด้วยโฟม (Foam finishing) หรือการใช้กระบวนการจุ่ม-บีบอัด ต่อจากนั้นจึงใช้ปั๊มสุญญากาศดูดสารเคมีส่วนเกินออกไป ทำให้ง่ายต่อการอบแห้งขั้นต้น และช่วงการทำปฏิกิริยาร่างแหอีกด้วย อีกทั้งประหยัดพลังงานความร้อนในการอบแห้ง สำหรับเครื่องอบแห้งเร็วมากยิ่งขึ้น (ลดพลังงานในการอบแห้ง) และปริมาณสารเคมีที่ใช้ลดน้อยลง

2.4.6 คำนวณร้อยละการทำให้ผ้าเปียก (% Pick-up) [19,25]

สูตรคำนวณหาร้อยละการทำให้ผ้าเปียก (% Pick-up) ทำได้ดังนี้

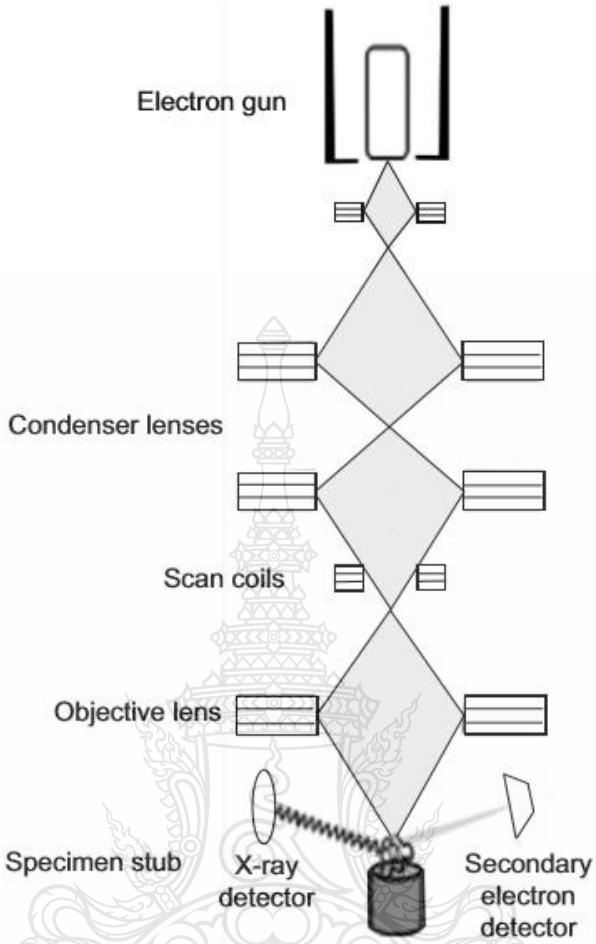
$$\text{ร้อยละการทำให้ผ้าเปียก} = \frac{\text{น้ำหนักของผ้าเปียก} - \text{น้ำหนักของผ้าแห้ง (ก่อนจุ่ม)}}{\text{น้ำหนักของผ้าแห้ง}} \times 100$$

ซึ่งการคำนวณนี้ นำมาประยุกต์ใช้กับการคำนวณหาร้อยละของการทำให้ผ้าเปียก (% Pick-up) สำหรับวิทยานิพนธ์นี้

2.5 กระบวนการทดสอบผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง

2.5.1 การทดสอบสัณฐานของผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) [29,35]

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) เกิดจากการความต้องการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นวัตถุให้ดีกว่ากล้องจุลทรรศน์แบบแสงปกติ กล้องชนิดนี้สามารถจำแนกรายละเอียดของภาพได้มากกว่าเดิม เมื่อใช้อิเล็กตรอนที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าคลื่นแสง และใช้เลนส์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแทนเลนส์กระจก มีการยิงรังสีอิเล็กตรอนไปที่วัตถุ จากนั้นแปลงสัญญาณอิเล็กตรอนให้กลายเป็นภาพบนจอรับภาพ ผลที่ได้รับคือ ภาพของวัตถุที่กำลังขยายสูง และสามารถแยกแยะราย ละเอียดของภาพได้ถึง 100 นาโนเมตร กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) ใช้ศึกษาโครงสร้างภายนอกหรือผิวของวัตถุตัวอย่าง ภาพที่ได้จาก กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เป็นภาพเสมือน แบบ 3 มิติที่มีระยะชัดลึกสูง ทำให้ระบุลักษณะของพื้นผิวของชิ้นงานอย่างชัดเจน ความละเอียดของพื้นผิวมีขนาดประมาณ 1-2 นาโนเมตรและมีช่วงขยายตั้งแต่ 100-10,000 เท่า วิธีการดังรูป



รูปที่ 2.5 แสดงไดอะแกรมการทำงานของกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) [29]

การประยุกต์ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) สำหรับงานวิจัย 2 เรื่องหลัก ๆ คือ การถ่ายภาพสภาพพื้นผิวแบบสามมิติ (สำหรับงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้) และการวิเคราะห์ธาตุ ซึ่งตัวอย่างอาจมาจากสาขาต่าง ๆ เช่น งานวัสดุศาสตร์ (การถ่ายภาพพื้นผิว และวิเคราะห์ธาตุ) งานชีวภาพ (การถ่ายภาพพื้นผิวตัวอย่างที่มีขนาดเล็กแบบสามมิติ) งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์ งานด้านอาหารหรือเทคโนโลยีชีวภาพ งานวิเคราะห์ตัวอย่างจากเหมืองแร่ งานวิจัยจากตัวอย่างจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์และอื่นๆ กระบวนการเตรียมตัวอย่างสำหรับ SEM ไม่ซับซ้อนแต่มีความหลากหลายสำหรับการใช้งาน เป็นต้น

2.5.2 การทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) [36]

การทดสอบผิวสัมผัสเป็นการทดสอบที่ใช้ประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเท่านั้น โดยการสัมผัสกับผ้า อย่างไรก็ตามผิวสัมผัสเป็นการทดสอบที่ขึ้นกับผู้ทดสอบ

การทดสอบผิวสัมผัสกระทำได้ดังต่อไปนี้ ตัดผ้าให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 20 x 20 เซนติเมตร โดยมีผู้ทดสอบที่มีช่วงอายุ 23-60 ปี แบ่งเป็นชาย 16 คน และหญิง 24 คน ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยที่นักวิจัยสังกัดอยู่ โดยบุคคลเหล่านี้เป็นผู้มีประสบการณ์ในการสัมผัสผ้า และทำงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอมาเป็นเวลานาน ก่อนการทดสอบ มีการปฐมนิเทศเกี่ยวกับตัวแปรในการทดสอบครั้งนี้ กับผู้ทดสอบแต่ละคน โดยไม่มีการชี้นำผลการทดลองแต่อย่างใด สภาวะของการทดลองกระทำที่สภาวะมาตรฐาน (20$\pm$2 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65) ผู้ทดสอบจะประเมินผลโดยใช้วิธีสัมผัสด้วยมือ ในเทอมของความหนา-ความบาง ความนุ่มนวล-ความหยาบกระด้าง ความขรุขระ-ความเรียบ ความรู้สึกอุ่น-เย็น สมบัติของผ้า ที่สามารถบอกได้เมื่อสัมผัสผ้าด้วยมือในครั้งแรก เพื่อป้องกันอิทธิพลของสี และการออกแบบมีผลทำให้เกิดความลำเอียง ผ้าตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกใส่ไว้ในกล่อง และผู้ทดสอบจะได้รับอนุญาตให้มองตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผิวสัมผัสเท่านั้น

สเกลการให้เกรดผ้าใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบเท่านั้น อย่างไรก็จะใช้ผ้าที่มีผิวสัมผัสมากที่สุด และน้อยที่สุด เป็นตัวอย่างอ้างอิง เกรด 1 ถึง 10 เป็นค่าที่ได้รับจากการประเมินเบื้องต้น โดยใช้ระยะเวลาในการประเมิน 15 วินาทีทั้งหมด (ยกเว้นการประเมินผิวสัมผัสทั่วไป ใช้ระยะเวลาในการประเมิน 20 วินาที) เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาค่าเฉลี่ย (X) แต่ละหัวข้อ พร้อมกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตัวอย่างดังรูป

ตารางที่ 2.4 แสดงสเกลการให้เกรดผ้าโดยใช้ค่าผิวสัมผัสเบื้องต้น และทั่วไปของผ้าชิ้นทดสอบ [36]

Handle impressions evaluated subjectively	Ranking scale	Evaluation period, second
Thinness-thickness	1.....5.....10 Thin Thick	15
Softness-stiffness	1.....5.....10 Soft Stiff	15
Roughness-smoothness	1.....5.....10 Smooth Rough	15
Warm-cool feeling	1..... 5.....10 Warm Cool	15
General handle	1.....3.....5 Poor average excellent	20

ตารางที่ 2.5 แสดงผลการประเมินผิวสัมผัสแต่ละค่า ของตัวอย่างผ้า 9 ตัวอย่าง โดยบอกเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [36]

Fabric no	Thinness-Thickness		Softness-Stiffness		Roughness-Smoothness		Warm-Cool Feeling		General Handle	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
1	5.0	1.202	5.6	1.008	5.0	1.757	6.6	2.371	2.3	0.842
2	3.2	1.014	3.7	0.957	3.8	1.097	6.6	2.086	3.2	0.994
3	3.4	1.077	3.0	1.060	2.9	0.834	6.5	1.950	4.3	0.923
4	3.5	1.172	3.2	0.748	3.7	0.797	6.0	1.753	3.8	0.645
5	4.5	1.482	4.4	1.008	5.7	2.068	6.1	2.187	3.4	0.481
6	6.7	2.225	7.3	1.731	7.8	1.839	5.5	2.175	1.9	1.089
7	4.2	1.067	4.1	1.695	4.4	1.147	5.7	1.878	3.9	1.116
8	4.6	1.671	3.5	0.834	3.2	1.175	6.2	2.380	3.7	1.047
9	4.9	0.890	5.1	1.628	7.5	1.369	4.4	0.954	2.9	0.896
max	6.7	2.225	7.3	1.731	7.8	2.068	6.6	2.380	4.3	1.116
min	3.2	0.890	3.0	0.748	2.9	0.797	4.4	0.954	1.9	0.481

2.5.3 การทดสอบการขัดถูแบบ แห้งและเปียก (ISO 105-X12:2016)

วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูและเปื้อนสีต่อวัสดุสำหรับสิ่งทอในรูปแบบของผ้า หรือสิ่งทอ โดยนำตัวอย่างที่นำมาทดสอบการขัดถูด้วยผ้าฝ้ายขัดถู (เสียดสี) ตามมาตรฐานในสภาพแห้งและสภาพเปียก เมื่อผ้าผ่านกระบวนการขัดถูแบบแห้ง และเปียก จะนำมาประเมินการเปื้อนสีบนผ้าฝ้ายขัดถูมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบจากเกรย์สเกล (Grey Scale) หรือใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) หรือมาตรเทียบสี (Colorimeter) โดยมีการประเมินแบ่งออกเป็นระดับ 5 ระดับ ความหมายของระดับ 5 หมายถึงความคงทนของสีต่อการขัดถูสูงที่สุด และระดับ 1 หมายถึงความคงทนของสีต่อการขัดถูต่ำที่สุด

2.5.4 การทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test No.C2S [37]

การทดสอบหลังการซักล้าง วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดความคงทนของสีของสิ่งทอทุกชนิด และในทุกรูปแบบ สำหรับขั้นตอนการซักล้างในประเทศหรือเชิงพาณิชย์ที่ใช้สำหรับของใช้ในครัวเรือนทั่วไปโดยใช้ผงซักฟอกอ้างอิงมาตรฐาน ในบางสินค้าอุตสาหกรรม และในโรงพยาบาล อาจต้องผ่านกระบวนการซักล้างแบบพิเศษซึ่งอาจรุนแรงกว่าในบางแง่มุม การสูญเสียสีย้อมและการย้อมสีอันเป็นผลมาจากการคายดูดซับและ/หรือถูกเสียดสีในการทดสอบครั้งเดียวนั้นใกล้เคียงกับการซักล้างในเชิงพาณิชย์หรือในประเทศหนึ่งครั้ง ผลลัพธ์ของการทดสอบหลายครั้ง ในบางกรณีอาจถูกประมาณโดยผลการซักในประเทศหรือเชิงพาณิชย์ถึงห้าครั้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 70°C เมื่อผ้าผ่านกระบวนการทดสอบหลังการซักล้าง จะนำมาประเมินการเปลี่ยนสี/เปื้อนสีบนผ้าฝ้ายมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบจากเกรย์ส

เกล (Grey Scale) หรือใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) หรือมาตรเทียบสี (Colorimeter) โดยมีการประเมินการเปลี่ยนสี และการเปื้อนสี แบ่งออกเป็นเกรย์สเกล (การเปลี่ยนสี) เช่น ระดับ 5 หมายถึง ความคงทนของสีต่อการซัก (การเปลี่ยนสี) น้อยที่สุด และระดับ 1 หมายถึงความคงทนของสีต่อการซัก (การเปลี่ยนสี) มากที่สุด ในขณะที่ เกรย์สเกล (การเปื้อนสี) เช่น ระดับ 5 หมายถึง ความคงทนของสีต่อการซัก หลังซักไม่มีการเปื้อนสีบนผ้าขาว และระดับ 1 หมายถึงความคงทนของสีต่อการซัก หลังซักเปื้อนสีมากที่สุดบนผ้าขาว เป็นต้น

2.5.6 การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2017) [38]

วิธีการทดสอบนี้ใช้เพื่อประเมินความสามารถของชิ้นงานตัวอย่างผ้าที่จัดแนวตั้ง (เวลา: ระยะการเคลื่อนตัวของน้ำ (มิลลิเมตร)) เพื่อขนส่งของเหลวไปตามและ/หรือผ่านชิ้นงานตัวอย่างผ้า ซึ่งใช้ได้ทั้งผ้าทอ ผ้าถัก หรือผ้าไม่ทอ การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (หรือดูดซับน้ำ) เป็นวิธีการที่ใช้แพร่หลาย และเป็นง่ายที่สุดในการวัดการซึมน้ำ (หรือดูดซับน้ำ) โดยปกติ ผ้าตัวอย่างจะถูกตัดเป็นแถบยาวปลายด้านหนึ่งของตัวอย่างถูกแขวนไว้ และปลายอีกด้านหนึ่ง จุ่มในน้ำ หลังจากเวลาผ่านไปวัดความสูงของน้ำที่ซึมน้ำ (หรือดูดซับน้ำ) ยิ่งน้ำเดินทางได้มาก แสดงว่าตัวอย่างนั้นซึมน้ำได้ดีกว่า

2.5.7 การวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ มอก.121 เล่ม 29-2554 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) [40]

วิธีการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ โดยทดสอบผลของการตกแต่งสิ่งทอ เพื่อต้านแบคทีเรียในผ้าทอ ผ้าถัก ผ้าไม่ทอ หรือสิ่งทออื่นๆ เพื่อประเมินผลการตกแต่งสำเร็จ เพื่อสุขอนามัยที่มีสมบัติชอบน้ำ และอากาศซึมผ่านได้ หรือผลิตภัณฑ์ต้านแบคทีเรียที่ใส่สารต้านแบคทีเรียในเส้นใย ซึ่งการแพร่ของแบคทีเรียเข้าไปในอาหารวุ้นเพาะเชื้อ (Test agar) จะต้องน้อยที่สุดถือว่ามีประสิทธิภาพการต้านแบคทีเรียดี โดยการประเมินผลการต้านแบคทีเรียแจ้งเป็นข้อความ (หมายเหตุ “ประสิทธิภาพไม่เพียงพอ” “ประสิทธิภาพจำกัด” หรือ “ประสิทธิภาพดี”) ซึ่งปรากฏในตารางที่ 1 ของมาตรฐาน มอก.121 เล่ม 29-2554

2.6 ผ้าปูที่นอนและปลอกหมอน [41]

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของผ้าปูที่นอนและปลอกหมอน มอก.962-2552 มีการกำหนดการจำแนกผ้าปูที่นอนและปลอกหมอน แบ่งตามการใช้งานเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทใช้งานทั่วไปตามบ้านเรือน และประเภทใช้งานตามสถานที่สาธารณะ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น โดยที่ปลอกหมอนแบ่งเป็น 2 แบบคือ ปลอกหมอนหนุน และปลอกหมอนข้าง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การทดลองที่ 1 กระบวนการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ และกรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

3.1.1 กรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย

กรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ดำเนินการตามเอกสารอ้างอิง หมายเลข 31 โดยนำเส้นไหมไทยสีเหลือง จำนวน 1 กิโลกรัม มาตัดด้วยกรรไกรให้มีขนาดประมาณ 2 x 2 เซนติเมตร จากนั้นละลายเส้นไหมที่ตัดแล้วด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5 (w/v) ด้วยอัตราส่วนน้ำกลั่นต่อเส้นไหม เท่ากับ 5:1 จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิหม้อต้มอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 95-98 องศาเซลเซียส พร้อมกับคนให้สม่ำเสมอจนเส้นไหมละลายเป็นสารละลายทั้งหมด ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมเย็นตัวแล้ว ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดซัลฟิวริก จนสารละลายมีค่า pH เป็นกลาง (6.5-7.5) ในตู้ดูดควัน คนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองสิ่งสกปรกออกด้วยผ้าขึงสกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาลงในถาดกระเบื้อง แล้วนำเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 ชั่วโมง จนได้ของแข็งสีน้ำตาล เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดบอลมิลล์ (Ball Mill Grinding Machine) ด้วยความเร็ว 300 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 Mesh (รู/ตารางนิ้ว) เก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ แล้วนำไปใส่ถุงซิปล็อค พลาสติกใส ขนาดใหญ่ อีกชั้นแล้วใส่ไว้ใน Desiccator รอการใช้งานขั้นตอนต่อไป

3.1.2 กรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่

กรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ดำเนินการตามเอกสารอ้างอิง หมายเลข 31 โดยนำเส้นไหมอีรี่สีขาวนวล จำนวน 1 กิโลกรัม มาตัดด้วยกรรไกรให้มีขนาดประมาณ 2 x 2 เซนติเมตร จากนั้นละลายเส้นไหมที่ตัดแล้วด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5 (w/v) ด้วยอัตราส่วนน้ำกลั่นต่อเส้นไหม เท่ากับ 5:1 จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิหม้อต้มอย่างช้าๆ จนถึง

อุณหภูมิ 95-98 องศาเซลเซียส พร้อมกับคนให้สม่ำเสมอจนเส้นไหมละลายเป็นสารละลายทั้งหมด ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมเย็นตัวแล้ว ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดซัลฟิวริก จนสารละลายมีค่า pH เป็นกลาง (6.5-7.5) ในตู้ดูดควัน คนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองสิ่งสกปรกออกด้วยผ้าขึงสกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาลงในถาดกระเบื้อง แล้วนำเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 ชั่วโมง จนได้ผงไหม เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดบอลมิลล์ (Ball Mill Grinding Machine) ด้วยความเร็ว 300 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 Mesh (รู/ตารางนิ้ว) เก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ แล้วนำไปใส่ถุงซิปล็อค พลาสติกใส ขนาดใหญ่ อีกชั้น แล้วใส่ไว้ใน Desiccator รอการใช้งานขั้นตอนต่อไป

3.1.3 กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM เตรียมตัวอย่าง และดำเนินการที่บริษัท ธาราบิสสิเนส จำกัด (Do SEM: ดูเซ็ม) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ด้วยกล้อง SEM JSM-5410LV ที่ 20 kV กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า และวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยโปรแกรม SemAfore 5.2 [42]

3.2 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

3.2.1 วิธีการเตรียมผ้าตัวอย่าง

ตัดผ้าฝ้ายทอลายขัด ขนาด 40 x 40 ซม. แล้วนำมาอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง

3.2.2 วิธีเตรียมสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทนความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (w/w)

เตรียมสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทนความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (w/w) โดยชั่งสารยึดติดพอลิยูรีเทนน้ำหนัก 150 กรัม ละลายในน้ำกลั่นน้ำหนัก 1,500 กรัม ใส่บีกเกอร์ 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.2.3 วิธีเตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v)

เตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v) โดยชั่งอนุภาคไมโครซิลค์เส้นไหมไทย น้ำหนัก 12, 18, 24 และ 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกตามบีกเกอร์ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวม 4 บีกเกอร์ (ตามลำดับ) คนให้เข้ากัน รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.2.4 วิธีพ่นเคลือบสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (w/w)

นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.2.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี (กระป๋องบน) ปริมาณการพ่นสูงสุด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ที่ความดันลมอัดไม่เกิน 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หัวพ่นขนาด 1.8 มม. (เหมาะสมกับงานพ่นทั่วไป) พ่นสารด้วยระยะห่างจากผ้า 30 ซม. โดยมีแท่นยึดผ้าฝ้ายให้ตึง ตั้งมุม 125-130 องศา (เฉียงกับพื้น) และมุมในการพ่นขนานกับพื้น โดยพ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน ด้านหน้า

สำหรับด้านหลัง นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.2.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้ายทอลายขัด ที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง

3.2.5 วิธีพ่นเคลือบสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v)

นำสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0 ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.2.3 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี (กระป๋องบน) ปริมาณการพ่นสูงสุด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ที่ความดันลมอัดไม่เกิน 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หัวพ่นขนาด 1.8 มม.

(เหมาะสมกับงานพ่นทั่วไป) พ่นสารด้วยระยะห่างจากผ้า 30 ซม. โดยมีแท่นยึดผ้าฝ้ายให้ตึง ตั้งมุม 125-130 องศา (เฉียงกับพื้น) และมุมในการพ่นขนานกับพื้น โดยพ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน ด้านหน้า

สำหรับด้านหลัง นำสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 4.0 (เท่ากับด้านหน้า) ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.2.3 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้ายทอลายขัด ที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง จากนั้นดำเนินการพ่นสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 6.0 , 8.0 และ 10.0 (ตามลำดับ) เรียงกันตามที่อธิบายข้างต้นทีละความเข้มข้นจนครบทุกตัวอย่าง

3.2.6 กระบวนการอบแห้ง/ทำปฏิกิริยาร่างแห

นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการพ่นเคลือบเรียบร้อยแล้วตามข้อ 3.2.5 เข้าเครื่องสเตนเตอร์อบแห้งและทำปฏิกิริยาร่างแหบนผ้าฝ้าย ณ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที เมื่อผ่านเครื่องดังกล่าวแล้วนำผ้าฝ้าย ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง เก็บผ้าฝ้ายใส่ถุงพลาสติกแล้วซีลปากถุง รอทดสอบขั้นตอนต่อไป

3.3 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมพันธุ์อีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

3.3.1 วิธีการเตรียมผ้าตัวอย่าง

เตรียมผ้าตัวอย่างตามกระบวนการ 3.2.1

3.3.2 วิธีเตรียมสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน

เตรียมสารละลายตามกระบวนการ 3.2.2

3.3.3 วิธีเตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4.0 , 6.0 , 8.0 และ 10.0 (w/v)

เตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4.0 , 6.0 , 8.0 และ 10.0 (w/v) โดยชั่งอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ น้ำหนัก 12, 18, 24 และ 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกตามบีกเกอร์ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวม 4 บีกเกอร์ (ตามลำดับ) คนให้เข้ากัน รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.3.4 วิธีพ่นเคลือบสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน

พ่นเคลือบสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามกระบวนการ 3.2.4 ทั้งด้านหน้า และด้านหลังเมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้ายทอลายขัด ที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง

3.3.5 วิธีพ่นเคลือบสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v)

นำสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4.0 ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.3 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี (กระป๋องบน) ปริมาณการพ่นสูงสุด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ที่ความดันลมอัดไม่เกิน 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หัวพ่นขนาด 1.8 มม. (เหมาะกับงานพ่นทั่วไป) พ่นสารด้วยระยะห่างจากผ้า 30 ซม. โดยมีแท่นยึดผ้าฝ้ายให้ตึง ตั้งมุม 125-130 องศา (เฉียงกับพื้น) และมุมในการพ่นขนานกับพื้น โดยพ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน ด้านหน้า

สำหรับด้านหลัง นำสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 4.0 (เท่ากับด้านหน้า) ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.3 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้ายทอลายขัด ที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง จากนั้นดำเนินการพ่นสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 6.0, 8.0 และ 10.0 (ตามลำดับ) เรียงกันตามที่อธิบายข้างต้นทีละความเข้มข้นจนครบทุกตัวอย่าง

3.3.6 กระบวนการอบแห้ง/ทำปฏิกิริยาร่างแห

นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการพ่นเคลือบเรียบร้อยแล้วตามข้อ 3.3.5 เข้าเครื่องสเตนเตอร์ อบแห้งและทำปฏิกิริยาร่างแหบนผ้าฝ้าย ณ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที เมื่อผ่านเครื่องดังกล่าวแล้วนำผ้าฝ้าย ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง เก็บผ้าฝ้ายใส่ถุงพลาสติกแล้วซีลปากถุง รอทดสอบขั้นตอนต่อไป

3.4 กระบวนการทดสอบสมบัติผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง

3.4.1 การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12:2016) ดำเนินการที่บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ ด้วยเครื่องขัดถู COMETECH รุ่น QC-319

3.4.2 การทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test NO.C25 30 นาที ที่อุณหภูมิ 60°C ด้วย สารละลาย 0.4% ECE Reference Detergent และ สารละลาย 0.1% Sodium Perborate พร้อมลูกบอลเหล็ก 25 ลูก (ปรับสภาพ pH เท่ากับ 10.5) จำนวน 20 ครั้ง ดำเนินการที่บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ ด้วยเครื่อง DURAWASH

3.4.3 การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2017) ดำเนินการที่บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ

3.4.5 การวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) มาตรฐานเลขที่ มอก. 121 เล่ม 29-2554 ดำเนินการที่ศูนย์ COE ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4.6 กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งด้วยกล้อง SEM การตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกล้อง SEM ตามที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1.3

3.4.7 การทดสอบสมบัติด้านผิวสัมผัสด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test)

1. การทดสอบผิวสัมผัสของชิ้นตัวอย่างผ้าจำนวน 50 คน

การทดสอบผิวสัมผัสกระทำได้ดังต่อไปนี้ ตัดผ้าให้เป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสมีขนาดกระดาษ A4 โดยมีผู้ทดสอบ จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นพนักงานของบริษัท คาร์เปทอินเตอร์แนชั่นแนล ไทยแลนด์ (มหาชน) จำกัด ถนนนนทบุรี-ปทุมธานี ตำบลบางคูวัด อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี โดยบุคคลเหล่านี้เป็นผู้มีประสบการณ์ในการสัมผัสผ้า และทำงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอมาเป็นเวลาในช่วง 5 ปี ก่อนการทดสอบผู้วิจัยได้ปฐมนิเทศเกี่ยวกับตัวแปรในการทดสอบครั้งนี้ กับผู้ทดสอบแต่ละคน โดยไม่มีการชี้นำผลการทดลองแต่อย่างใด สภาวะของการทดลองกระทำที่สภาวะปกติภายในโรงงาน (25±2 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-70) ผู้ทดสอบจะประเมินผลโดยใช้วิธีสัมผัสด้วยมือ ในเทอมของความหนา-ความบาง ความนุ่มนวล-ความหยาบกระด้าง ความขรุขระ-ความเรียบ ความรู้สึกอุ่น-เย็น สมบัติของผ้า ที่สามารถบอกได้เมื่อสัมผัสผ้าด้วยมือในครั้งแรก เพื่อป้องกันอิทธิพลของสี และการออกแบบมีผลทำให้เกิดความลำเอียง ผ้าตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกใส่ไว้ในกล่องโดยไม่ได้เรียงลำดับใดๆ ทั้งสิ้น และผู้ทดสอบจะได้รับอนุญาตให้มองตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผิวสัมผัสเท่านั้น

สเกลการให้เกรดผ้าใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบเท่านั้น อย่างไรก็จะใช้ผ้าที่มีผิวสัมผัสมากที่สุด และน้อยที่สุด เป็นตัวอย่างอ้างอิง เกรด 1 ถึง 10 เป็นค่าที่ได้รับจากการประเมินเบื้องต้น โดยใช้ระยะเวลาในการประเมิน 15 วินาทีทั้งหมด (ยกเว้นการประเมินผิวสัมผัสทั่วไป ใช้ระยะเวลาในการประเมิน 20 วินาที) เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาค่าเฉลี่ย (X) แต่ละหัวข้อ พร้อมกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยชิ้นที่ 1 เป็นตัวแทนของผ้า Original ชิ้นที่ 2 เป็นผ้าตัวอย่างของผ้าที่พ่นเคลือบด้วยสารยึดติด ชิ้นที่ 3 ถึง 6 เป็นผ้าตัวอย่างที่พ่นเคลือบด้วยสารยึดติด พ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v) ตามลำดับ ชิ้นที่ 7 ถึง 10 เป็นผ้าตัวอย่างที่พ่นเคลือบด้วยสารยึดติด พ่นทับสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 (w/v) ตามลำดับ ชิ้นที่ 11 เป็นผ้าตัวอย่างที่พ่นเคลือบด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (w/v) และชิ้นที่ 12 เป็นผ้าตัวอย่างที่พ่นเคลือบด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 (w/v) ตารางตัวอย่างดังรูป

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลของชิ้นตัวอย่าง หัวข้อความหนา-ความบาง ความนุ่มนวล-ความหยาบกระด้าง ความขรุขระ-ความเรียบ ความรู้สึกอุ่น-เย็น สมบัติของผ้า (ทั่วไป)

คนที่	เพศ	อายุ	ประสบการณ์	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5
1	ช							
2	ญ							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
Average		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SD		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

หมายเหตุ #DIV/0! แสดงการผูกสูตรคำนวณในโปรแกรม Excel

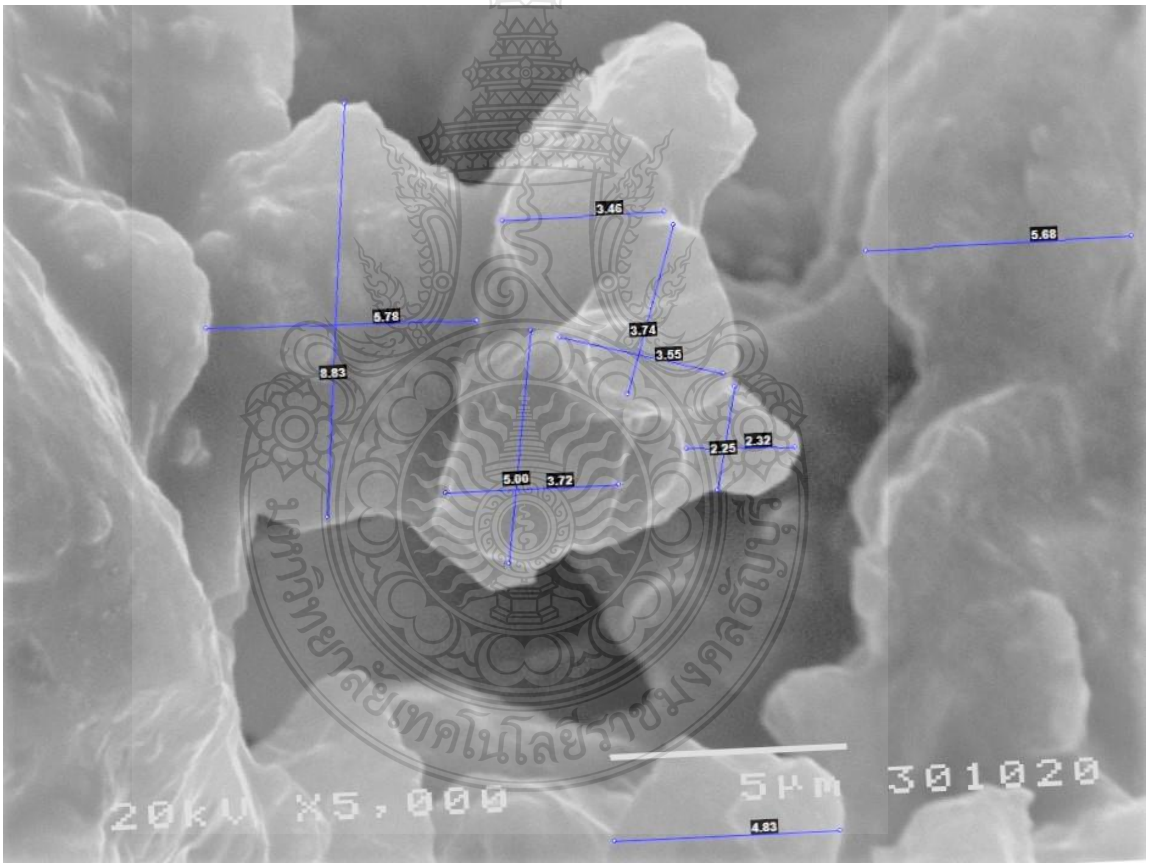
2. การทดสอบความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น

เนื่องจากปัญหาสถานการณ์โรคโควิด-19 จึงเลือกกระบวนการ ใช้วิธีการซื้อปลอกหมอนผ้าฝ้ายที่ตัดเย็บเรียบร้อยแล้ว ขนาด 120 x 60 ซม. นำมาซักล้างทำความสะอาด ทำแห้ง และรีดให้เรียบ ก่อนนำมาพ่นเคลือบตามที่กล่าวไว้ข้างต้น แล้วนำไปแจกให้พนักงานบริษัท คาร์เปท อินเตอร์แนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ใช้งาน โดยมีผู้ร่วมทดสอบจำนวน 4 คน ได้รับปลอกหมอนที่ตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 (มีสารยึดติด) และปลอกหมอนที่ตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 (มีสารยึดติด) โดยทำสัญลักษณ์เป็นรหัส และตัวเลข เพื่อให้ผู้ร่วมทดสอบโดยใช้แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานปลอกหมอนจริง 3 วัน ก่อนนำไปซักล้างตามปกติ แล้วเปลี่ยนปลอกหมอนไปเรื่อย ๆ จนครบ หลังจากนั้นมีการให้คะแนนความพึงพอใจในการใช้ปลอกหมอน ทั้ง 8 ชิ้น เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการทดลองในอนาคตต่อไป

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

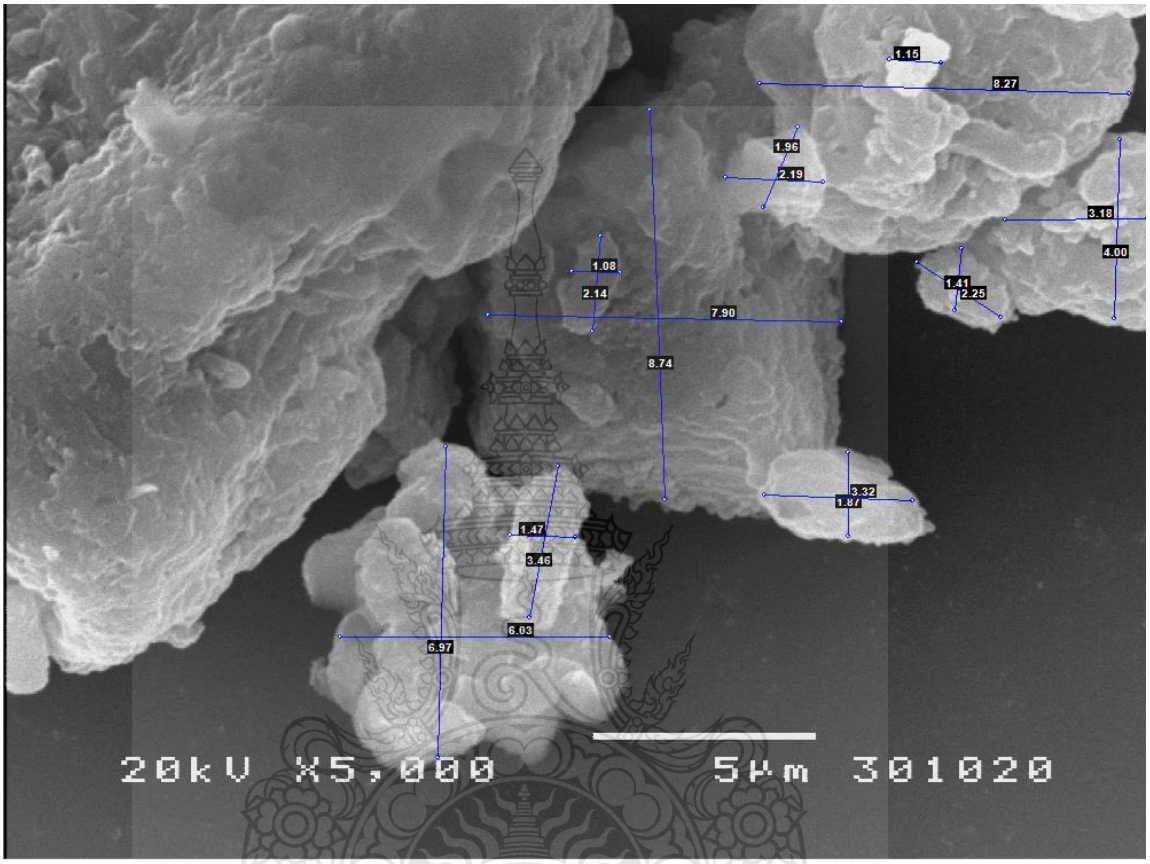
4.1 การตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

จากการทดลองพบว่า ขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย มีขนาดเล็กที่สุดอยู่ในช่วงกว้าง 2,250 นาโนเมตร และยาว 2,320 นาโนเมตร (อนุภาคเดี่ยว) และมีขนาดใหญ่ที่สุดในช่วงกว้าง 5,780 นาโนเมตร และยาว 8,830 นาโนเมตร (เนื่องจากอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด เมื่อถูกความชื้นในอากาศจะจับตัวเป็นก้อน)



รูปที่ 4.1 สัณฐาน และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ด้วยกล้อง SEM

จากการทดลองพบว่า ขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ มีขนาดเล็กที่สุดอยู่ในช่วงกว้าง 1,080 นาโนเมตร และยาว x 2,140 นาโนเมตร (อนุภาคเดี่ยว) และมีขนาดใหญ่ที่สุดในช่วงกว้าง 6,030 นาโนเมตร และยาว 6,970 นาโนเมตร



รูปที่ 4.2 สัณฐาน และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหม อีรี่ ด้วยกล้อง SEM

ตารางที่ 4.1 ขนาดอนุภาคของไมโครซิลค์ไหมไทย และไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ด้วยกล้อง SEM

ตัวอย่าง	ขนาดอนุภาคเล็กสุด (ไมโครเมตร)	ขนาดอนุภาคใหญ่ (ไมโครเมตร)
อนุภาคไหมไทย	2.25 x 2.32	5.78 x 8.83
อนุภาคไหมอีรี่	1.08 x 2.14	6.03 x 6.97

4.2 ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งทั้งสองแบบ

จากการทดลอง พบว่าผ้าตัวอย่างที่พ่นมีปริมาณสารเพิ่มขึ้นมาทุกผืน แสดงว่าผ้าตัวอย่างมีการซึมซับสารที่พ่นเข้าไปในเนื้อผ้า แต่ผ้าตัวอย่าง ชิ้นที่ 1-6 ของการตกแต่งในแต่ละความเข้มข้น มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักผ้า (เพิ่มขึ้น) ไม่แน่นอน เนื่องจากความแปรปรวนในการพ่นสเปรย์สารละลายสารยึดติด และสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด ซึ่งเป็นข้อเสียของกระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นสเปรย์ เนื่องจากการฟุ้งกระจาย หรือสะท้อนของสารละลายเมื่อพ่นกระทบกับผ้า

ตารางที่ 4.2 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง
TS 1/1	113.61	201.02	17.56
TS 1/2	142.36	231.66	17.27
TS 1/3	121.10	217.03	15.96
TS 1/4	122.70	210.66	16.07
TS 1/5	122.04	219.45	15.52
TS 1/6	131.73	223.17	16.58

	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	125.59	10.40	217.17	10.53	16.49	0.80

ตารางที่ 4.3 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง	
TS 2/1	126.56		209.24		19.56	
TS 2/2	118.85		196.67		19.29	
TS 2/3	124.29		197.68		18.08	
TS 2/4	120.38		197.82		19.29	
TS 2/5	114.66		190.27		18.83	
TS 2/6	122.12		203.23		19.18	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	121.14	4.19	199.15	6.44	19.04	0.53

ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง	
TS 3/1	114.59		184.26		21.28	
TS 3/2	114.93		215.97		23.02	
TS 3/3	126.86		213.76		23.60	
TS 3/4	116.93		200.44		23.16	
TS 3/5	111.50		193.94		22.47	
TS 3/6	120.05		207.42		22.83	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	117.48	5.39	202.63	12.19	22.73	0.80

ตารางที่ 4.5 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยสีเหลือง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง
TS 4/1	100.44	204.66	22.59
TS 4/2	111.30	183.27	22.70
TS 4/3	132.31	193.99	23.47
TS 4/4	123.83	189.89	24.33
TS 4/5	122.87	187.67	25.51
TS 4/6	117.40	183.89	25.80

	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	118.03	11.10	190.56	7.97	24.07	1.38

ตารางที่ 4.6 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยอีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง
ES 1/1	74.56	130.40	17.32
ES 1/2	77.85	134.79	16.58
ES 1/3	73.60	134.57	17.19
ES 1/4	72.93	131.42	17.35
ES 1/5	79.93	135.33	18.40
ES 1/6	74.43	132.57	18.24

	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	75.55	2.73	133.18	2.02	17.51	0.69

ตารางที่ 4.7 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยอีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง
ES 2/1	83.78	155.98	19.11
ES 2/2	87.33	175.26	19.03
ES 2/3	82.01	148.20	18.75
ES 2/4	81.27	151.39	18.36
ES 2/5	81.98	168.22	18.00
ES 2/6	77.66	143.21	20.12

ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
82.34	3.17	157.04	12.32	18.90	0.73

ตารางที่ 4.8 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยอีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง
ES 3/1	92.62	191.72	21.00
ES 3/2	91.70	193.94	20.22
ES 3/3	106.08	219.62	19.56
ES 3/4	93.14	193.09	19.22
ES 3/5	89.08	190.31	19.80
ES 3/6	100.25	199.90	18.52

ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
95.48	6.39	198.10	11.05	19.72	0.85

ตารางที่ 4.9 แสดงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยสารละลายสารยึดติดพอลิยูรีเทน ตามด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยอีรี่ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.0

ตัวอย่าง	ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นสารยึดติด		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังพ่นไมโคร/นาโนซิลค์		ร้อยละน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังอบแห้ง	
ES 4/1	104.01		192.84		20.33	
ES 4/2	88.62		194.14		20.08	
ES 4/3	102.14		208.00		21.84	
ES 4/4	107.70		197.55		21.30	
ES 4/5	97.89		196.56		21.22	
ES 4/6	101.19		204.25		20.09	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	100.26	6.56	198.89	5.97	20.81	0.74

4.3 ทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12: 2016)

จากการทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8.0 และ 10.0 มีค่าเปื้อนสีแบบแห้งต่ำที่สุด (3-4) กว่าค่าเปื้อนสีแบบเปียก (4) เมื่อเทียบกับผ้าตัวอย่างทั้งหมด

จากตารางที่ 4.10 การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8.0 และ 10.0 มีค่าเปื้อนสีแบบแห้งต่ำที่สุด (ค่าเท่ากับ 3-4 จาก 5) กว่าค่าเปื้อนสีแบบเปียก (ค่าเท่ากับ 4 จาก 5) อาจเป็นเพราะงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน (พ่นสารยึดติดก่อน แล้วจึงพ่นอนุภาคไมโครซิลค์ผงไหมไทย) จึงทำให้อนุภาคไหมไทย (ซึ่งใหญ่กว่าอนุภาคไหมอีรี่) โผล่ออกมานอกผ้า จึงทำให้อนุภาคไหมไทยหลุดออกได้ง่ายกว่า เนื่องจากผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทย มีสีเหลืองเข้ม ทำให้ค่าการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการทดลองการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน จึงมีค่าประเมินที่แย่กว่า ผ้าเคลือบสารยึดติด และผงไหมอีรี่ซึ่งมีสีขาวนวล (สีจางกว่า)

ตารางที่ 4.10 แสดงการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน

ตัวอย่าง	แนวตั้ง		แนวนอน	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย 10.0 % (ไม่มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย 4.0% (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย % 6.0 (มีสารยึดติด)	4	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย % 8.0 (มีสารยึดติด)	3-4	4	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย % 10.0 (มีสารยึดติด)	3-4	4	4	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ % 10.0 (ไม่มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ % 4.0 (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ % 6.0 (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ % 8.0 (มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ % 10.0 (มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4

4.4 ผลการทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 3801: 1977)

จากการทดสอบการประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยและอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมาก (1) และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล บนผ้าขาวชนิดอื่นๆ หลังจากการซักล้าง จำนวน 20 ครั้ง พบว่ามีการเปื้อนสีน้อยมาก (4-5)

ตารางที่ 4.11 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง 20 ครั้ง

ตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงของสี	อะซิเตดฝ้าย	ไนล่อน	พอลิเอสเตอร์	อะไครลิก	ขนสัตว์
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4.0 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6.0 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8.0 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

หมายเหตุ * คือ Ground Colour was Washed off Totally.

ตารางที่ 4.11 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง 20 ครั้ง (ต่อ)

ตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงของสี	อะซิเตต	ฝ้าย	ไนล่อน	พอลิเอสเตอร์	อะไครลิก	ขนสัตว์
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ10 (ไม่มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ10 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

หมายเหตุ * คือ Ground Colour was Washed off Totally.

จากตารางที่ 4.11 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยและอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) พบว่ามีการเปื้อนสีน้อยมาก (4-5) อาจเป็นเพราะสารยึดติดไม่สามารถยึดอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด (หลังซักล้าง 20 ครั้ง)

4.5 ผลการทดสอบระยะทางการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2011) (หน่วย: มิลลิเมตร) (เวลา 30 นาที)

จากผลการทดสอบพบว่าผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาเป็นผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 10 ซึ่งตรงกับสมบัติของไหมสามารถดูดความชื้นได้ดี แต่เมื่อนำสารยึดติดมาพ่นบนผ้า จะพบว่ามีระยะทางการซึมน้ำน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารยึดติดเข้าไปปิดช่องว่างระหว่างเส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งบนผืนผ้า หรือเคลือบเส้นใยจนทำให้เส้นใยฝ้ายไม่สามารถส่งผ่านน้ำได้

จากตารางที่ 4.12 พบว่าผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) สูงสุด (ด้านแนวตั้ง 87 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 79 มิลลิเมตร) รองลงมาเป็นผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) (ด้านแนวตั้ง 83 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 74 มิลลิเมตร) ซึ่งตรงกับสมบัติการดูดความชื้นของไหม (ประมาณร้อยละ 11) แต่เมื่อนำสารยึดติดมาพ่นบนผ้า จะพบว่าระยะทางการซึมน้ำน้อยลง (เหลือเพียง ด้านแนวตั้ง 11 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 15 มิลลิเมตร) แสดงว่าสารยึดติดทำให้ระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ลดลง อย่างไรก็ตามหากใช้ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทย 10.0 % หรือผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 ทำให้ผ้าที่ผ่านการตกแต่งมีความสามารถซึมน้ำลดลง เนื่องจากสารยึดติดเคลือบบริเวณผิวหน้าผ้า จึงทำให้ความสามารถซึมน้ำลดลงมาก

ตารางที่ 4.12 แสดงระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ของผ้าตัวอย่าง ตามแนวตั้ง และแนวนอน

ตัวอย่าง	แนวตั้ง (มิลลิเมตร)	แนวนอน (มิลลิเมตร)
ผ้าควบคุม	57	58
ผ้าตกแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	11	15
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	87	79
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	0.3	0.3
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	0.7	0.8
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	0.3	0.2
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	10	0.5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	83	74
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	0.9	0.5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	1.3	1.0
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	0.5	0.3
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	10	0.7

4.6 ผลการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ)

4.6.1 แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)

จากการทดสอบพบว่าผ้าที่เคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล ได้ดี เมื่อนำผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมลบ บนผ้าตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ขนาดผ้าเฉลี่ย (มม.)	ขนาดบริเวณยับยั้งเฉลี่ย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพ
ผ้าควบคุม	47.1	0.0	ประสิทธิภาพไม่เพียงพอ
ผ้าตกแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	46.7	0.0	ประสิทธิภาพไม่เพียงพอ
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	45.8	45.8	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.1	45.8	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.4	41.6	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	45.7	45.7	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	46.4	45.5	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	47.7	47.7	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.2	46.0	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.9	45.9	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	47.0	46.8	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	45.8	45.4	ประสิทธิภาพจำกัด

ตารางที่ 4.14 แสดงการประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมบวก บนผ้าตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ขนาดผ้าเฉลี่ย (มม.)	ขนาดบริเวณยับยั้งเฉลี่ย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพ
ผ้าควบคุม	47.2	29.2	ประสิทธิภาพไม่เพียงพอ
ผ้าตกแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	46.7	23.2	ประสิทธิภาพไม่เพียงพอ
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	45.9	45.2	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.2	45.6	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.5	45.2	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	45.7	45.7	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	46.4	46.3	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	47.7	47.4	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.1	46.1	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	46.0	45.4	ประสิทธิภาพจำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	47.1	47.1	ประสิทธิภาพดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	45.8	45.8	ประสิทธิภาพดี

4.6.2 แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)

จากการทดสอบพบว่า ผ้าที่เคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส จำกัด แต่เมื่อนำผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4, 8 และ 10 ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

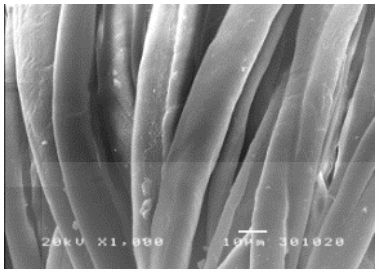
จากตารางที่ 4.14 และ ตารางที่ 4.15 ผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4, 8 และ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี

ทั้งนี้จากเอกสารอ้างอิง [43] ระบุว่าในอนุภาคไหม (ไฟโบรอิน และเซริซิน) มีสารอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นในการับหรือให้อิเล็กตรอน ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณอนุภาคไหมความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้มีสารอนุมูลอิสระมาก อนุมูลอิสระเหล่านี้จะเข้าไปจับกับเซลล์ของเชื้อโรค หรือเชื้อแบคทีเรีย จึงอาจก่อให้เกิดสารพิษทำลายเนื้อเยื่อของเซลล์ หรืออาจเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของเซลล์ ทำให้เซลล์ปกติกลายเป็นเซลล์ไม่ปกติ จึงทำให้เชื้อโรค หรือเชื้อแบคทีเรียตายได้ จึงทำให้ไหมสามารถต้านทานแบคทีเรียได้ อย่างไรก็ตามการพ่นเคลือบ อาจทำให้บริเวณที่เคลือบด้วยอนุภาคไหม (ไฟโบรอิน และเซริซิน) อาจจะไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้ผลสำหรับความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย อาจจะไม่เป็นไปตามทฤษฎีบ้างในบางตัวอย่าง

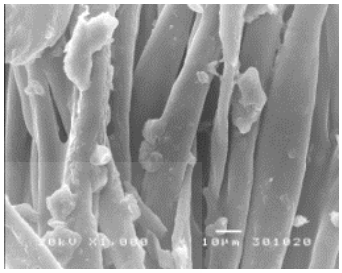
ผลตรวจสอบขนาดอนุภาค และสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM

จากการทดลองพบว่าภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงให้เห็นว่า เมื่อเคลือบด้วยสารยึดติด ลักษณะของผ้าจะมีลักษณะเหมือนกาวเคลือบบนเส้นใย และเมื่อผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ก่อนซักล้าง) และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (ก่อนซักล้าง) พบว่ามีอนุภาคไมโครซิลค์เกาะติดบนเส้นใยจำนวนมาก อย่างไรก็ตามภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) และผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) พบว่าอนุภาคเล็กๆ ที่เกาะบนผิวหน้าผ้าหายไปเกือบหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจากตารางที่ 4.14 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทย และผ้าเคลือบ

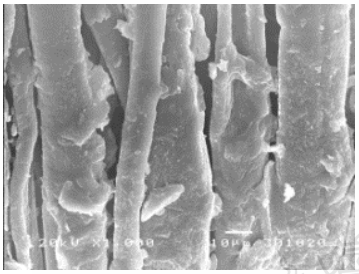
สารยึดติด และอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมาก (ค่าเท่ากับ 1 จาก 5)



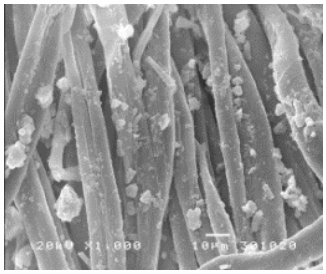
(ก) ผ้า Original



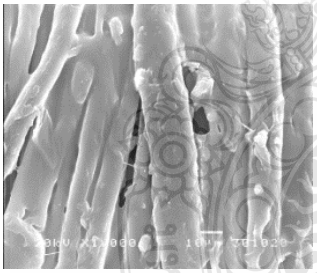
(ข) ผ้าตกแต่งด้วยสารยึดติด ก่อนซักล้าง



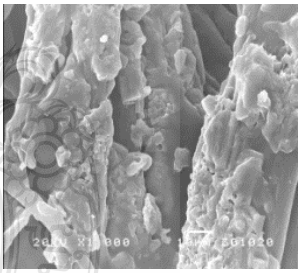
(ค) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย 10.0% (ไม่มีสารยึดติด) ก่อนซักล้าง



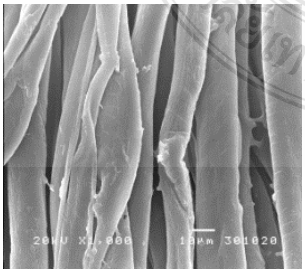
(ง) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหม อีรี่ %10.0)ไม่มีสารยึดติด) ก่อนซักล้าง



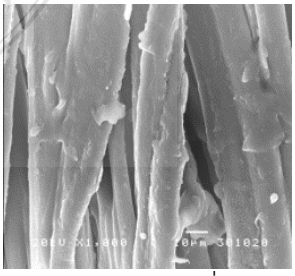
(จ) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย %10.0 (มีสารยึดติด) ก่อนซักล้าง



(ฉ) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมอีรี่ % 10.0 (มีสารยึดติด) ก่อนซักล้าง



(ช) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย % 10.0 (มีสารยึดติด) หลังซักล้าง ครั้ง 20



(ซ) ผ้าตกแต่งอนุภาคไหม อีรี่ 10.0 % (มีสารยึดติด) หลังซักล้าง 20 ครั้ง

รูปที่ 4.3 แสดงภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าตัวอย่าง

ผลการทดสอบสมบัติด้านผิวสัมผัสด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) การทดสอบผิวสัมผัสของชิ้นตัวอย่างผ้าจำนวน 50 คน

การทดสอบผิวสัมผัสกระทำได้ดังต่อไปนี้ การนำเอาปลอกหมอนขนาดกว้าง (74 ซม.) x ยาว (59 ซม.) โดยมีผู้ทดสอบที่มีอายุ 29-57 ปี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นพนักงานของบริษัท คาร์เปท อินเตอร์แนชั่นแนล ไทยแลนด์ จำกัด (มหาชน) ตำบลบางคูวัด อำเภอเมืองปทุมธานี ปทุมธานี 12000 โดยบุคคลเหล่านี้เป็นผู้มีประสบการณ์ในการสัมผัสผ้า และทำงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอมาเป็นเวลาในช่วง 6-32 ปี ก่อนการทดสอบผู้วิจัยได้ปฐมนิเทศเกี่ยวกับตัวแปรในการทดสอบครั้งนี้ กับผู้ทดสอบแต่ละคน โดยไม่มีการชี้นำผลการทดลองแต่อย่างใด สภาวะของการทดลองกระทำที่สภาวะปกติภายในห้องทดสอบของบริษัท (25±2 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-70) ผู้ทดสอบจะประเมินผลโดยใช้วิธีสัมผัสด้วยมือ ในเทอมของความหนา-ความบาง ความนุ่มนวล-ความหยาบกระด้าง ความขรุขระ-ความเรียบ ความรู้สึกอุ่น-เย็น สมบัติของผ้า ที่สามารถบอกได้เมื่อสัมผัสผ้าด้วยมือในครั้งแรก เพื่อป้องกันอิทธิพลของสี และการออกแบบมีผลทำให้เกิดความลำเอียง ผ้าตัวอย่างแต่ละชิ้นจะถูกใส่ไว้ในกล่องโดยไม่ได้เรียงลำดับใดๆ ทั้งสิ้น และผู้ทดสอบจะได้รับอนุญาตให้มองตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผิวสัมผัสเท่านั้น

สเกลการให้เกรดผ้าใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบเท่านั้น อย่างไรก็จะใช้ผ้าที่มีผิวสัมผัสมากที่สุดและน้อยที่สุด เป็นตัวอย่างอ้างอิง เกรด 1 ถึง 10 เป็นค่าที่ได้รับจากการประเมินเบื้องต้น โดยใช้ระยะเวลาในการประเมิน 15 วินาทีทั้งหมด (ยกเว้นการประเมินผิวสัมผัสทั่วไป ใช้ระยะเวลาในการประเมิน 20 วินาที) เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาค่าเฉลี่ย แต่ละหัวข้อ พร้อมกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดย ตัวอย่างจำนวน 14 ชนิด ประกอบด้วย ผ้าดิบ ผ้าตกแต่งด้วยสารยึดติดอย่างเดียว ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (ไม่มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6 (มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรี่ร้อยละ 8 (ไม่มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรี่ร้อยละ10 (ไม่มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด) ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด) และ ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยนของการทดสอบจากการทดสอบความหนา-บาง ความนุ่มนวล-กระด้าง ความเรียบ-ขรุขระ ความอบอุ่น-เย็น และความพึงพอใจ (ภาพรวม) ของผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) โดยผู้ทดสอบมีประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตผ้าจำนวน 50 คน อายุเฉลี่ย 40.08 ปี ประสบการณ์ 14.12 ปี (ตรวจสอบให้ตรงกับหน้า 117-121)

ตัวอย่าง	หนา-บาง	นุ่มนวล-กระด้าง	เรียบ-ขรุขระ	อบอุ่น-เย็น	ความพึงพอใจ (ภาพรวม)
1. ผ้าดิบ	1.64	9.86	1.64	9.6	9.74
2. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (ไม่มีสารยึดติด)	5.46	9.54	2.56	8.08	8.86
3. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	5.42	9.6	2.76	8.46	9.00
4. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	8.62	3.3	8.44	4.58	3.54
5. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	8.2	3.92	8.64	5.92	3.56
6. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	6.36	4.1	8.8	6.56	3.88
7. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	5.62	5.28	9.2	6.6	4.5
8. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรี่ ร้อยละ 8 (ไม่มีสารยึดติด)	6.02	7.9	2.44	7.28	6.76

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยนของการทดสอบจากการทดสอบความหนา-บาง ความนุ่มนวล-กระด้าง ความเรียบ-ขรุขระ ความอบอุ่น-เย็น และความพึงพอใจ (ภาพรวม) ของผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกระบวนการทดสอบผิวสัมผัส (Handle Test) โดยผู้ทดสอบมีประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตผ้าจำนวน 50 คน อายุเฉลี่ย 40.08 ปี ประสบการณ์ 14.12 ปี (ตรวจสอบให้ตรงกับหน้า 117-121) (ต่อ)

ตัวอย่าง	หนา-บาง	นุ่มนวล-กระด้าง	เรียบ-ขรุขระ	อบอุ่น-เย็น	ความพึงพอใจ (ภาพรวม)
9.ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรี่ ร้อยละ10 (ไม่มีสารยึดติด)	5.42	8.94	2.96	7.84	6.98
10. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	9.44	1.08	9.2	2.38	1.82
11. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	9.24	1.18	9.24	2.48	2.1
12. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	9.18	1.2	9.18	2.82	2.2
13. ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	9.12	1.44	9.24	3.12	2.48

หมายเหตุ ความหนาบางมากที่สุด = 10 จนถึง ความหนาบางน้อยที่สุด = 1

ความนุ่มนวลมากที่สุด = 10 จนถึง ความนุ่มนวลน้อยที่สุด = 1

ความขรุขระมากที่สุด = 10 จนถึงความเรียบน้อยที่สุด = 1

ความรู้สึกอบอุ่นมากที่สุด = 10 จนถึง ความรู้สึกอบอุ่นน้อยที่สุด = 1

ความพึงพอใจมากที่สุด = 10 จนถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด = 1

สรุปว่า ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด) และผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด) เหมาะแก่การนำไปผลิตปลอกหมอน หรือ ชุดเครื่องนอน เพราะ มีค่าเฉลี่ยของ ความกระด้าง และความขรุขระที่ น้อยกว่า อนุภาคอื่นๆ แต่ อาจเป็นเพราะสารยึดติดที่ทำให้ประสิทธิภาพต่ำ ควรที่จะเปลี่ยนสารยึดติดให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น

ตัวอย่าง	หนา-บาง	นุ่มนวล-กระด้าง	เรียบ-ขรุขระ	อบอุ่น-เย็น	ความพึงพอใจ (ภาพรวม)
	1	3	6	5	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย	2	3	6	5	ปานกลาง
ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	3	4	7	5	ปานกลาง
	4	4	7	5	ปานกลาง
	1	4	7	6	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย	2	4	7	6	ปานกลาง
ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	3	5	7	5	ปานกลาง
	4	4	6	6	ปานกลาง
	1	4	7	6	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย	2	5	7	5	ปานกลาง
ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	3	5	7	6	ปานกลาง
	4	5	7	6	ปานกลาง

ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น (ต่อ)

ตัวอย่าง	ผู้ทดสอบหมายเลข	นุ่มนวล-กระด้าง	อบอุ่น-เย็น	ความพึงพอใจ (ภาพรวม)	ระดับความพึงพอใจ
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	1	4	7	6	ปานกลาง
	2	5	7	6	ปานกลาง
	3	5	7	6	ปานกลาง
	4	5	8	6	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	1	3	6	5	ปานกลาง
	2	3	6	5	ปานกลาง
	3	3	6	5	ปานกลาง
	4	4	7	5	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	1	4	7	6	ปานกลาง
	2	4	8	6	ปานกลาง
	3	5	7	5	ปานกลาง
	4	4	6	6	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	1	4	8	6	ปานกลาง
	2	5	7	5	ปานกลาง
	3	5	7	6	ปานกลาง
	4	5	7	6	ปานกลาง

ตารางที่ 4.16 ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานจริงของปลอกหมอน จำนวน 32 ชิ้น (ต่อ)

ตัวอย่าง	ผู้ทดสอบ หมายเลข	นุ่มนวล-กระด้าง	อบอุ่น-เย็น	ความพึงพอใจ (ภาพรวม)	ระดับความพึงพอใจ
	1	4	7	6	ปานกลาง
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม	2	5	7	6	ปานกลาง
อีรี่ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	3	5	8	6	ปานกลาง
	4	5	8	6	ปานกลาง

หมายเหตุ มีผู้ร่วมทดสอบ จำนวน 2 ราย แนะนำว่าผ้าแข็งกระด้างกว่าปลอกหมอนปกติ และสำหรับผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย มีสีเหลืองเป็นคราบๆ บ้างบางส่วน มีผู้ร่วมทดสอบ จำนวน 1 ราย แนะนำว่าการซับน้ำยังไม่ค่อยดีเท่าที่ควร แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่พอรับได้

บทที่5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สำหรับผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด) สามารถต่อต้านแบคทีเรีย แกรมบวกและแกรมลบได้ดี ส่วนผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด) สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบ และสำหรับผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด) สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี และมีการทดสอบผิวสัมผัสที่ค่อนข้างดี ส่วนสมบัติต่างๆจากการทดสอบอาจเป็นเพราะสารยึดติดทำให้มีประสิทธิภาพที่ด้อย จึงควรเลือกสูตรดังกล่าวมาตกแต่งบนผ้าฝ้ายทอลายขัด หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ต้องการสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย และ การใช้งานในการซักไม่มาก เช่น ผ้าชุดเครื่องนอน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าม่าน เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ควรเลือกสารยึดติด ที่มีความคงทนต่อการซักล้าง และสามารถซึมซับน้ำได้ดีกว่าสารยึดติดตัวที่ใช้อยู่ในการทดลองเหล่านี้

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

5.3.1 การผลิตอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ มาผสมสารตกแต่งอื่นๆ อาทิ สารตกแต่งป้องกันแบคทีเรีย สารตกแต่งป้องกันยุง แคปซูลน้ำหอม เพื่อเพิ่มสมบัติของเสื้อผ้าให้ดีขึ้น แล้วนำไปตกแต่งบนวัสดุสิ่งทอ

5.3.2 การตกแต่งที่มีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการพ่นเคลือบ อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้วิธีการที่ทำให้ผ้าหนาเกินไป จนทำให้สวมใส่ไม่สบายตัว

บรรณานุกรม

[1] อภิชาติ สนธิสมบัติ สมนึก สังข์หนู สิงห์โต สกุลเขมฤทัย ปิยะพงษ์ อัศวศุภฤกษ์ ชิโนทัย พรหมหิตาทร โครงการวิจัย “การผลิตอนุภาคนาโนเซริซิน และ ไฟโบรอิน เพื่อนำไปใช้ในการตกแต่งบนเสื้อผ้ากีฬา” สนับสนุนทุนวิจัยโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประจำปีงบประมาณ 2550 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี หน้า 1-278.

[2] นพรัตน์ เนื่องชมภู สมนึก สังข์หนู อภิชาติ สนธิสมบัติ กระบวนการตกแต่งสารยึดติดพอลิยูรีเทนและอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์บนผ้าฝ้ายทอลายขัด 100% ด้วยกระบวนการพ่นเคลือบแบบ One และ Two Steps Spraying Method วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 2560 หน้า 7-18.

[3] วิวัฒน์ ลมูลภักตร์, การผลิตสารละลายโปรตีนจากเศษไหมโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในน้ำกึ่งวิกฤติสำหรับการเตรียมเซริซินและไฟโบรอิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[4] พรรณนีย์ วิชชาชู, ไหมกับงานวิจัยและงานอนุรักษ์. ศูนย์สารสนเทศ, สถาบันวิจัยหม่อนไหม, กรมวิชาการเกษตร, 2547.

[5] อภิชาติ สนธิสมบัติ และสมประสงค์ ภาษาประเทศ, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา 04-520-101 วิทยาศาสตร์เส้นใย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, พิมพ์ครั้งที่ 4, 2553.

[6] http://biodiversity.forest.go.th/index.php?option=com_dofinsect&view=showone&id=1342

เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 20.00 น.

[7] Sonthisombat A, Speakman P. Silk: Queen of Fibres-The Concise Story. Journal of Engineering, RMUTT. 2003;2(4):84-97.

[8] Sonthisombat, A. 1993, M.Sc.Dissertation, The University of Leeds, UK.

[9] Sonthisombat, A. 1997, Ph.D.Thesis, The University of Leeds, UK.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10]https://www.sacict.or.th/uploads/items/attachments/956936879f66f5cf4ffbf3aefffd56ca/_d9c828d53e9a176bb883c0ee1d35378a.pdf เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 20.30 น.

[11] ณัฐพล พจนาประเสริฐ และคณะ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์แนวทางการยกระดับศักยภาพเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมอีรี่ในเชิงอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กุมภาพันธ์ 2561 หน้า 1-204.

[12] Khum Si Wai P, Trakulphua Y. 6th National Hatyai Academic Conference Hat Yai University. 2015:1524-1534.

[13] Robson R.M., Lewin M, Pearce E.M., Marcel Dekker Inc. Silk Composition, Structure and Properties in Handbook of Fiber Science and Technology. New York. 1985:647-700.

[14] อภิชาติ สนธิสมบัติ, 6 มกราคม 2558, กรรมวิธีการผลิตผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง, ประเทศไทย เลขที่อนุสิทธิบัตร 9418.

[15] **http://www.ijetsr.com/images/short_pdf/1463127785_manjula_ijetsr.pdf** เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 10.30 น.

[16] **http://kasetsartjournal.ku.ac.th/kuj_files/2008/A0804301138502873.pdf** เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 10.50 น.

[17] ฐปนัท ลีธีระ, การเตรียมคุณลักษณะเฉพาะของฟิล์ไฟโบรอินสำหรับโครงร่างเลี้ยงเซลล์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553, หน้า 21-22.

[18] Rajkhowa, R., Wang L., and Wang X., Powder Technology, 185 (2008), pp. 87-95.

[19] อภิชาติ สนธิสมบัติ กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[20] Dan River Inc., Dictionary of Textile Terms, thirteenth edition, Dan River Inc., Virginia, 1980, pp. 1-127.

[21] อภิชาติ สนธิสมบัติ กระบวนการตกแต่งสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2555.

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

[23] **https://barnhardtcotton.net/technology/cotton-properties/** เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 11.50 น.

[24] **https://textiletuts.com/properties-of-cotton-fiber/** เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 12.00 น.

[25] ศริณญา พ้นทุกข์, นราวิชญ์ ทองแบน และ จุฑามาศ ฉายปรีชา, 2558. การศึกษาเปรียบเทียบสารช่วยยึดเกาะไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งสดพันธุ์ขาวเคลือบลงบนเสื้อผ้ากีฬาเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 % เพื่อต้านทานแบคทีเรีย. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[26] Asim Kumar Roy Choudhury, The Textile Institute Book Series: Principles of Textile Finishing, Woodhead Publishing, 2017, United Kingdom, pp. 1-543.

[27] TECHNICAL BULLETIN Cotton Incorporated, FUNCTIONAL FINISHES FOR COTTON PRODUCTS, North Carolina, 2004 pp. 1-10.

[28] **http://www.unocalchem.com/textile-polyurethane-hydrophilic-finishing-agent/** เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 12.30 น.

[29] Edited by Q. Wei, Surface Modification of Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2009, pp.1-359. เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 12.00 น.

[30] W. D. Schindler and P. J. Hauser, Chemical Finishing of Textiles, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 2004, pp.1-213.

[31] อภิชาติ สนธิสมบัติ, 29 มกราคม 2564, กรรมวิธีการผลิตผงอนุภาคไมโครซิลค์ (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ สิ่งทอทางการแพทย์ และเครื่องสำอาง, ประเทศไทย เลขที่อนุสิทธิบัตร 17272.

[32] อภิชาติ สนธิสมบัติ, 12 มีนาคม 2564, กระบวนการเคลือบวัสดุสิ่งทอด้วยผงอนุภาคไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่โดยวิธีการพ่นสเปรย์, ประเทศไทย เลขที่อนุสิทธิบัตร 17454.

[33] เทคนิคการพ่นสี https://www.sprayfinishingsolutions.com/spray-gun-techniques-complete-guide/ เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 12.00 น.

[34] https://www.sgb.co.th/spray-gun-w-77s-sumo เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 13.00 น.

[35] https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/299_77.pdf เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 14.00 น.

[36] Gonca Ozcelik, Gamze Supuren, Tulay Gulumser, Isik Tarakcioglu, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, July/September 2008, Vol. 16, No.3 (68), pp.56-62.

[37] https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:105:-C06:ed-4:v1:en เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 14.00 น.

[38] https://www.stdport.com/standards/aatcc-197-2018.html เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 14.00 น.

[39] https://www.testextextile.com/ ค้นหา “การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ: ISO 105 E04, AATCC 15 และ JIS L 0848” เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 14.30 น.

[40] วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) มาตรฐานเลขที่. มอก. 121 เล่ม 29 – 2554.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[41] http://research.rid.go.th/vijais/moa/fulltext/TIS962-2552.pdf เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 14.40 น.

[42] โปรแกรม SemAfore 5.2 https://semafore.software.informer.com/5.2/ เข้าสืบค้นข้อมูล วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 13.00 น.

[43] พวงผกา คุ้มสีไว และยิ่งมณี ตระกูลพัว, ผลการยับยั้งของสารสกัดรังไหมจากBombyx mori ต่อแบคทีเรียและอนุมูลอิสระ. การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6, 26 มิถุนายน 2558 มหาวิทยาลัยหาดใหญ่, หน้า 1524-1534.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี
Journal of Engineering, RMUTT

ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2564 www.engineer.rmutt.ac.th/journal

Print : ISSN 2730-2148
Online : ISSN 2697-4339

การจัดวางพังคลังบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมน้ำนมถั่วเหลือง 1
Package Warehouse Layout for Soy Milk Industry
• วรพจน์ มิถม และรฐนนท์ สุภักโรบล

การประยุกต์ใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยร่วมกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอมาใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไหม 13
The Application of Combined Systems Including Evaporative Cooling and Vapor Compression Air Conditioning System for a Silkworm Rearing House
• มานพ แย้มแฟง จักรวาล บุญหวาน ชิโนรส ละอองวรรณ ณัฐกฤช อัสนี รัตนชัย ไพรินทร์ และมนพร คุปตาลา

การพัฒนาเครื่องกรีดผสมขามป้อมแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยระบบนิวเมติกส์ 25
Development of a Sami-automatic Phyllanthus Emblica Tapping Machine with Pneumatic System
• ณัฏฐ์ สิริวรรธนานนท์ และธนาพล ลุขชนะ

การพัฒนาแผงทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบต้นทุนต่ำ 35
Development of a Low-Cost Heat Pipe Solar Thermal Collector
• เรวัฒน์ เติมกล้า อนิรุตต์ มัทธุจักร์ และธนรัฐ ศรีวิระกุล

การเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมสีไดเร็กท์บนฝ้ายด้วยโอโซน 47
Improvement of Dyeing Efficiency of Direct Dyes on Cotton Fabric with Ozone
• พิชัตพล เจริญทรัพยานันท์ อวิกา ธรรมรงค์ และธนวัฒน์ สิทธิประสงค์

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ผู้ประกอบการขนส่งสินค้า ในจังหวัดชลบุรี 55
A Study on Factors Influencing Decision-making for Choosing Cargo Transportation Servicers in Chonburi Province
• พิชรา ศรีพรมุ และเชฏฐา ชำนาญหล่อ

ผลกระทบของการใช้ซีโอไลท์สังเคราะห์ต่อความต้านทานคลอไรด์และกำลังอัดของคอนกรีต 67
Effect of Using Synthetic Zeolite on Chloride Resistance and Compressive Strength of Concrete
• อัญชนา กิจจานนท์ และกวิชัย สำราญวานิช

ผลกระทบของระบบวัสดุประสานสองชนิดและสามชนิดของมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าลอย ผงหินปูนและสารขยายตัวต่อความต้านทานคลอไรด์ 79
Effects of Binary and Ternary Binder Systems of Mortar with Fly Ash, Limestone Powder, and Expansive Additive on Chloride Resistance
• ลินา ปรัก และกวิชัย สำราญวานิช

ผลของอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัว 91
Effect of Freezing Temperature on Quality of Rice Wrapped Lotus Left Product
• ลุมัน ปานสาคร และจตุรงค์ สังกาพินธุ์

ระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเติมเงินผ่าน RFID ควบคุมด้วย Arduino Uno R3 103
Prepaid Electric Energy Consumption System via RFID Controlled By Arduino Uno R3
• สุรินทร์ แทงมงาม จักรี รัศมิฉาย ศศิวรรณ อินทรวงค์ ธนาวิทย์ โปรยเจริญ และธนาภัทร์ เกศลวัลย์

การพัฒนาแผ่นยิปซัมบอร์ดจากพืชตบชวาสำหรับวิสาหกิจชุมชน 113
Development of Water Hyacinth Gypsum Broad for Community Enterprise
• กิตติพันธ์ บุญโตสิตระกูล ปราโมทย์ วิรานุกูล วิหาร คีปัญญา และกิตติพงษ์ สุวิโร

การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์เพื่อใช้ในงานวัสดุตกแต่ง 125
Development of Particleboard from Northern Black Wattle Tree Bark for Using as Decorative Materials
• ภควัต เกตะประสิทธิ์ ปราโมทย์ วิรานุกูล กิติวร ม่วงพรับ อิทธิ วิรานุกูล และกิตติพงษ์ สุวิโร

การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนฝ้ายแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลียูรีเทนผสมกับด้วย สารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยและอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอิริ บนฝ้ายฝ้ายทอลายขัด 137
A Comparative Study on Finishing Process Results using Two Steps Spraying Method by Coating Polyurethane Binder Sprayed Over with Micro-Thai Silk Particle Solutions and Micro-Eri Silk Particle Solutions on Plain Cotton Woven Fabrics
• สุภฤษฎิ์ กรึมสูงเนิน และอภิชาติ สนธิสมบัติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเอกสารเผยแพร่งานวิชาการและวิจัยทางด้านวิศวกรรมศาสตร์
2. เป็นสื่อแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ระหว่างนักวิจัยและผู้สนใจ
3. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้คณาจารย์ และบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ทำผลงานทางด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม
4. เป็นเอกสารรวบรวมรายงานวิจัยและบทความทางวิชาการที่น่าสนใจและมีคุณค่าทางวิศวกรรมศาสตร์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุร

เจ้าของ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี
จังหวัดปทุมธานี 12100
โทร. 0-2549-3400
โทรสาร 0-2577-5026

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

พิมพ์ออกเผยแพร่ 2 ฉบับต่อปี
ตั้งแต่ เดือนมกราคม-เดือนมิถุนายน
และเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม
ติดต่อขอรับเป็นสมาชิกได้โดยตรงที่
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พิมพ์ที่ บริษัท ทริปเพิ้ล กรุ๊ป จำกัด
95 ถ.แจ้งจัดนะ ซ.6 แขวงตลาดบางเขน
เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ 0 2521-8420
โทรสาร 0 2521 8424

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นคณะหนึ่งที่จัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมศาสตร์โดยมีจุดประสงค์ เพื่อผลิตวิศวกรในหลักสูตรปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) วิศวกรในหลักสูตรปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) และวิศวกรในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วศ.ด.) สนองความต้องการในตลาดแรงงาน และพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ

ส่งเสริมงานด้านวิจัย และดำเนินงานวิจัยทางอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี

จัดอบรมและสัมมนาวิชาการให้กับครูประจำการและอาจารย์ผู้สอนทั้งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและเอกชน เพื่อยกระดับความรู้ทางวิชาการให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและแผนภูมิการบริหารงานคณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์มีวัตถุประสงค์ที่จัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษามีความรู้พื้นฐานและวิชาชีพและสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ระบบและงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพื่อที่จะให้สำเร็จเป็นบัณฑิตที่มีความสามารถในการประกอบอาชีพซึ่งสอดคล้องและตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยบัณฑิตจะต้องมีความรับผิดชอบและซื่อสัตย์ ควบคู่กับความรู้ทางด้านวิชาการ มีจริยธรรมควบคู่กับการมีคุณธรรมประจำใจ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี Journal of Engineering, RMUTT
ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2564 www.engineer.rmutt.ac.th/journal
Print : ISSN 2730-2148 Online : ISSN 2697-4339

การจัดวางผังคลังบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมน้ำนมถั่วเหลือง Package Warehouse Layout for Soy Milk Industry โดย : วรพจน์ มีถม และรฐนนท์ สุภัทโรบล	หน้า 1
การประยุกต์ใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยร่วมกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอมาใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไหม The Application of Combined Systems Including Evaporative Cooling and Vapor Compression Air Conditioning System for a Silkworm Rearing House โดย : มานพ แย้มแฟง จักรวาล บุญหวาน ชิโนรส ละอองวรรณ ณัฐกฤช อัสนี รัตนชัย ไพรินทร์ และมนพร คุปตาสา	13
การพัฒนาเครื่องกรีดผลมะขามป้อมแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยระบบนิวเมติกส์ Development of a Sami-automatic Phyllanthus Emblica Tapping Machine with Pneumatic System โดย : ณัฏฐ์ สิริวรรธนานนท์ และธนาพล สุขขนะ	25
การพัฒนาแผงทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบต้นทุนต่ำ Development of a Low-Cost Heat Pipe Solar Thermal Collector โดย : เรวัฒน์ เติมกล้า อนิรุตต์ มัทธุจักร์ และธนรัฐ ศรีวิระกุล	35
การเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมสีไดเร็กท์บนผ้าฝ้ายด้วยโอโซน Improvement of Dyeing Efficiency of Direct Dyes on Cotton Fabric with Ozone โดย : พิชิตพล เจริญทรัพยานันท์ รวิภา ธรรมรงค์ และธนวัฒน์ สิทธิประสงค์	47
การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ผู้ประกอบการขนส่งสินค้า ในจังหวัดชลบุรี A Study on Factors Influencing Decision-making for Choosing Cargo Transportation Servicers in Chonburi Province โดย : พัชรา ศรีพระบุ และเชฏฐา ชำนาญหล่อ	55
ผลกระทบของการใช้ซีโอไลท์สังเคราะห์ต่อความต้านทานคลอไรด์และกำลังอัดของคอนกรีต Effect of Using Synthetic Zeolite on Chloride Resistance and Compressive Strength of Concrete โดย : อัญชนา กิจจานนท์ และทวีชัย สำราญวานิช	67
ผลกระทบของระบบวัสดุประสานสองชนิดและสามชนิดของมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าลอย ผงหินปูน และสารขยายตัวต่อความต้านทานคลอไรด์ Effects of Binary and Ternary Binder Systems of Mortar with Fly Ash, Limestone Powder, and Expansive Additive on Chloride Resistance โดย : ลีน่า ปรัก และทวีชัย สำราญวานิช	79
ผลของอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัว Effect of Freezing Temperature on Quality of Rice Wrapped Lotus Left Product โดย : สุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์	91
ระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเติมเงินผ่าน RFID ควบคุมด้วย Arduino Uno R3 Prepaid Electric Energy Consumption System via RFID Controlled By Arduino Uno R3 โดย : สุรินทร์ แหงมงาม จักรี วัคมีฉาย ศศิวรรณ อินทรวงศ์ ธนาวิทย์ โปรยเจริญ และธนาภัทร์ เทศสวัสดิ์	103
การพัฒนาแผ่นยิปซัมบอร์ดจากผักตบชวาสำหรับวิสาหกิจชุมชน Development of Water Hyacinth Gypsum Broad for Community Enterprise โดย : กิตติพันธ์ บุญโตสิตระกูล ปราโมทย์ วีรานุกูล วีหาร ดีปัญญา และกิตติพงษ์ สุวิโร	113
การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์เพื่อใช้ในงานวัสดุตกแต่ง Development of Particleboard from Northern Black Wattle Tree Bark for Using as Decorative Materials โดย : ภควัต เกอะประสิทธิ์ ปราโมทย์ วีรานุกูล กิติวร มวงพรับ ฮิทธิ วีรานุกูล และกิตติพงษ์ สุวิโร	125
การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูริเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยและอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด A Comparative Study on Finishing Process Results using Two Steps Spraying Method by Coating Polyurethane Binder Sprayed Over with Micro-Thai Silk Particle Solutions and Micro-Eri Silk Particle Solutions on Plain Cotton Woven Fabrics โดย : สุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน และอภิชาติ สนธิสมบัติ	137

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการจัดทำวารสาร
วิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศ.ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ	ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.สุธี อักษรกิตติ์	คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
รศ.ดร.เข็มชัย เหมะจันทร	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.ศิริวรรณ ศรีสรฉัตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
รศ.ดร.ก้องวริช พลูปราชญ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
รศ.ดร.ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
รศ.ณรงค์ บวบทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ผศ.ดร.สมเจตน์ พัชรพันธ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ผศ.ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
ผศ.ดร.อังคณา พันธ์หล่อ	วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
ดร.ชัชวาลย์ สุรัสวดี	52/14 ถ.พหลโยธิน 45 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพิชญ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.สมศักดิ์ แก่นทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สุมนมาลย์ เนียมหลาง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ธรรมศักดิ์ โรจน์วิรุหห์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ชวลิต แสงสวัสดิ์	33 ซอยอุดมสุข แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ดร.ปรกช สิริสุวัฒณ์

เลขานุการ

นางสาวอมรรัตน์ ยิ้มอยู่

ผู้ช่วยเลขานุการ

นายอัศชนะ คูเจริญไพบูลย์

ผู้ดูแลระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศ

นายพัฒณ์รพี สุนันทพจน์

การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูริเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด

สุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน[1*] และอภิชาติ สนธิสมบัติ[1]
sukrit_k@mail.rmutt.ac.th[1*], apichart.s@en.rmutt.ac.th[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 23-Mar-2021
Revised : 26-May-2021
Accepted : 25-May-2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกพ่นผ้าด้วยสารยึดติดพอลิยูริเทน พ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ (ขนาดอนุภาคเดี่ยวเล็กที่สุด 2,250 x 2,320 และ 1,080 x 2,140 นาโนเมตร ตามลำดับ) บนผ้าฝ้ายทอลายขัด ผ้าถูกทดสอบความคงทนต่อการขัดถูแบบแห้งและเปียก การทดสอบความคงทนต่อการซักล้าง การทดสอบการซึมน้ำ และการทดสอบต่อต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ร้อยละ 10 พบว่ามีการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาคือผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ร้อยละ 10 สำหรับการทดสอบต่อต้านแบคทีเรีย ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ (เอสเชอริเชีย โคไล) และแบคทีเรียแกรมบวก (สตาฟิโลคือกคัส ออเรียส) ได้ ในทางกลับกันผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบได้ และผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 8 และ 10 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ สรุปว่าผลลัพธ์ของสูตรที่กล่าวข้างต้นเหมาะสำหรับการตกแต่งบนผ้าทอฝ้ายหรือผ้าต้องการต้านทานแบคทีเรียอื่น ๆ ที่เช่น ผ้าสำหรับเฟอร์นิเจอร์ เครื่องนอน ผ้าม่าน เป็นต้น

คำสำคัญ: อนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ผ้าฝ้ายทอลายขัด กระบวนการพ่นเคลือบ

A Comparative Study on Finishing Process Results using Two Steps Spraying Method by Coating Polyurethane Binder Sprayed Over with Micro-Thai Silk Particle Solutions and Micro-Eri Silk Particle Solutions on Plain Cotton Woven Fabrics.

Sukrit Krumsoongnem[1*] and Apichart Sonthisombat[1]
sukrit_k@mail.rmutt.ac.th[1*] , apichart.s@en.rmutt.ac.th[1]

[1]Department of Textile Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received : 23-Mar-2021
Revised : 20-May-2021
Accepted : 25-May-2021

Abstract

The objective of this research was to compare the results of finishing processes applied by the two-steps spraying method. The step was spraying fabrics with polyurethane binder and then spray over with solutions of micro-Thai and micro-Eri silk particles (the smallest single particle of 2,250 x 2,320 and 1,080 x 2,140 nm respectively) on plain cotton woven fabrics. The fabrics were tested with rubbing fastness testing in dry and wet conditions, washing fastness testing, wicking testing, and anti-bacterial testing of textiles. The fabric coated with the binder and sprayed with 10% micro-Thai silk particles solutions was found to have the highest water absorption followed by fabric coated with the binder and sprayed with 10% micro-Eri silk particle solutions. As for antibacterial testing, fabric coated with the binder and sprayed with 8% of micro-Thai silk solutions could resist gram-negative (Escherichia coli) bacteria and gram-positive (Staphylococcus aureus) bacteria. On the other hand, fabric coated with the binder and sprayed with 6% of micro-Eri silk particles solutions could resist gram-negative bacteria and the fabric coated with the binder and sprayed with 4%, 8% and 10% micro-Eri silk particle solutions were resistant to gram-positive bacteria. It could be concluded that the fabric coated with the binder and sprayed with 8% of micro-Thai silk particle solutions was resistant to gram-positive and gram-negative bacteria. In conclusion, the results of the above formula are suitable for finishing on the cotton woven fabrics or other antibacterial required fabrics such as fabrics for furniture, bedding, curtains, etc.

Key words: Micro-Thai Silk particles, Micro-Eri Silk Particles, Plain Cotton Woven Fabrics, Spraying Process.

1. บทนำ

เส้นไหมเป็นเส้นใยจากธรรมชาติ ชนิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับเป็น "ราชินีของเส้นใย" ผลิตมาจากตัวหนอนไหม ซึ่งเพาะเลี้ยง หรือเจริญเติบโตตามธรรมชาติ เส้นไหมประกอบด้วยกรดอะมิโน ซึ่งไหมจัดเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ (ตามสภาพการเพาะเลี้ยง) คือ ไหมเลี้ยง (Mulberry Silk: ไหมบอมบิกซ์ มอริ (Bombyx mori) ซึ่งเป็นไหมที่กินใบหม่อน และไหมป่า (Wild Silk) ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ โดยมีแหล่งกำเนิดอยู่ที่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และประเทศอินเดีย ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงไหมป่าอีกชนิดหนึ่ง ที่มีชื่อว่าไหมอีรี่ (Eri Silk) ไหมอีรี่เป็นพันธุ์ไหมป่าชนิดหนึ่งที่มีกระจายอยู่บริเวณภาคเหนือของประเทศอินเดีย เนปาล จีน และญี่ปุ่น ถูกนำมาทดลองเลี้ยงในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2517 โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ศึกษาวิจัย จนถึงปี พ.ศ. 2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีการส่งเสริมการเลี้ยงไหมอีรี่ให้กับเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปลูกต้นมันสำปะหลังจำนวนมาก เพื่อให้เกษตรกรนำเอาใบมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงตัวหนอนไหมอีรี่ แทนการตัดใบทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ โดยตัวหนอนไหมอีรี่ สามารถกินใบมันสำปะหลัง หรือใบละหุ่งได้ สภาพของเส้นใยจากหนอนไหมอีรี่ มีสีขาวนวล ให้ผลผลิตที่มีความยาวมากกว่าหนอนไหมไทย (สีเหลือง) เนื่องจากตัวหนอนไหมอีรี่มีขนาดใหญ่ (บางแห่งเรียกว่าจับโป้รังไหม) เมื่อเทียบกับหนอนไหมไทย (สีเหลือง) ที่มีขนาดเล็กกว่า นอกจากนี้ตัวดักแด้ของไหมอีรี่มีโปรตีนร้อยละ 66-67 เมื่อเทียบกับตัวดักแด้ของไหมบ้านจะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 54-55 [1-3]

คณะนักวิจัย [4-6] พบว่าไหมไทย (สีเหลืองทอง) มีส่วนประกอบที่เป็นกาวไหมปริมาณสูงสุดร้อยละ 38 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไหมเลี้ยงชนิดอื่นๆ มักมีปริมาณกาวไหมร้อยละ 20-25 เท่านั้น กระบวนการปั่นเส้นไหมจากตัวหนอนไหมที่โตเต็มวัย จะกลายเป็นตัวดักแด้ จะเริ่มพ่นของเหลวที่มีความหนืดจากต่อมขนาดใหญ่สองต่อมภายในตัวหนอนไหม สารละลายนี้จะถูกอัดผ่านท่อสองท่อในหัวของตัวหนอนไหมไปสู่บริเวณที่เป็นแว่นกดเส้นใย สารที่ออกมานั้นมีความหนืดสูง เรียกว่าเส้นใย หรือ ไฟโบรอิน (Fibroin) จำนวน 2 เส้น แล้วถูกห่อหรือเคลือบด้วยกาวไหมหรือเซริซิน (Sericin) เมื่อสัมผัสกับอากาศจะเกิดฟอร์มตัวเป็นของแข็ง ยึดติดกัน ก่อให้เกิดเส้นใยยาวต่อเนื่อง

ส่วนประกอบเส้นไหมจะประกอบด้วยกรด อะมิโนอย่างน้อย 18 ชนิด มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และมีสารกำจัดเชื้อจุลินทรีย์บางอย่าง (สารต่อต้านไวรัส (โรคเริม และงูสวัด) ที่เป็นเหตุให้เกิดโรคผิวหนังของมนุษย์ได้ และมีสมบัติที่สำคัญ เช่น เป็นสารควบคุมระดับคอเลสเตอรอล เป็นสลายแอลกอฮอล์ในร่างกาย เป็นสารทำให้แผลหายเร็วขึ้น เป็นสารรักษาปริมาณน้ำในผิวหนัง สารกำจัดสิ่งสกปรกในเซลล์ และสารยืดอายุเซลล์ผิวหนัง เป็นต้น [7-8]

ในประเทศไทย มีคณะนักวิจัย [9] ได้รับอนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับนำเอาเส้นไหมดิบ เศษเส้นไหมดิบ หรือรังไหมดิบ มาผลิตเป็นอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ที่ผลิตได้มีสมบัติเป็นสารทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น (Moisturizing agent) สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) หรือการนำเอาอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์มาเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอเพื่อทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น ดูดความชื้นในอากาศได้ดี ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) และลดริ้วรอยบนผิวหนังผู้สวมใส่ได้ อีกทั้งนำไปผสมในเครื่องสำอางทำให้ผิวหนังนุ่มนวลชุ่มชื้น ลดรอยเหี่ยวย่นบนผิวหนัง

จากเอกสารอ้างอิง [10] เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการพ่นเคลือบสเปรย์บนผิวหน้าผ้ากระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบขั้นตอนเดียว (One Step Spraying Method) (พ่นสารยึดติดพอลิยูริเทนผสมกับสารละลายอนุภาคไมโคร/ นาโนซิลค์) พ่นบนผิวหน้าผ้าฝ้ายทอลายขัด เปรียบเทียบกับกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน (Two Steps Spraying Method) (ครั้งแรกเป็นการพ่นเคลือบด้วยสารยึดติดก่อน จากนั้นพ่นครั้งที่สองด้วยสารละลายอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ บนผิวหน้าผ้าฝ้ายทอลายขัด) พบว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน แสดงให้เห็นว่ามีการยึดติดที่ดีกว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบขั้นตอนเดียว จึงเลือกใช้กระบวนการตกแต่งกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ในงานวิจัยครั้งนี้ กระบวนการตกแต่งสำเร็จสามารถทำด้วยวิธีการดูดซึม การจุ่มและบีบอัด หรือการพ่นเคลือบ อย่างไรก็ตามการพ่นเคลือบอาจมีปัญหาเรื่องของความไม่สม่ำเสมอของการพ่น

สเปรย์ ดังนั้นจึงต้องควบคุมขั้นตอนการพ่นสเปรย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อทำให้ลดการสูญเสียสารเคมีเนื่องจากละอองกระจายตัว แล้วสะท้อนออกไป โดยไม่สัมผัสกับผิวหน้าสิ่งทอมีน้อยที่สุดเท่าที่จะควบคุมได้ [11-14]

2. วัตถุประสงค์

ศึกษากรรมวิธีการผลิตอนุภาคไมโครซิลค์เส้นไหมไทย (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และ ไมโครซิลค์เส้นไหมอีรี่ (พันธุ์ไทย) ด้วยสภาวะที่เหมาะสม และตกแต่งเชิงเคมี ด้วยการพ่นเคลือบด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ของอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมไทย กับอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอลายขัด เปรียบเทียบผลการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก การทดสอบการซักล้าง การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) การประเมินผลการต้านแบคทีเรีย(แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส) ของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) และการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM บนผ้าตัวอย่างก่อน และหลังซักล้าง

3. วัสดุและวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ-สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

เส้นไหมไทย (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และ เส้นไหมอีรี่ (พันธุ์ไทย) ใช้สารโซเดียม ไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide for analysis; NaOH (Merck, Germany) เป็นตัวทำละลายไหมทั้ง 2 ชนิด จากนั้นนำมาปรับสภาพด้วย กรดไฮโดรคลอริก 37% (Hydrochloric Acid 37% for analysis; HCl (CARLO ERBA Reagents SAS, France) กรองโดย ผ้าซิ่งสกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำมาอบด้วยตู้อบลมร้อน บดด้วยเครื่องบดจากนั้นนำอนุภาคไมโครซิลค์ของไหมทั้ง 2 ชนิด และ สารยึดติดพอลิยูริเทน (บริษัท Performance Science Company Limited) ผสมน้ำกลั่น แยกแต่ละตัวอย่าง เพื่อเตรียมพ่นกระบวนการเตรียมผ้าฝ้าย ซักผ้าด้วยน้ำยาซักผ้า แบบไม่มีประจุ กระบวนการพ่นบนผ้าฝ้ายทอลายขัด (เบอร์เส้นด้าย 40 (ด้ายยืน) เบอร์เส้นด้าย 40 (ด้ายพุ่ง) แบบ 2 ขั้นตอน (พ่นสารละลายสารยึดติดก่อน แล้วจึงพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ภายหลัง)

3.2 กระบวนการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และ อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ และกรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

3.2.1 กรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และ อนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่

นำเส้นไหมไทย จำนวน 1 กิโลกรัม มาตัดด้วยกรรไกรให้มีขนาดประมาณ 2 x 2 เซนติเมตร จากนั้นละลายเส้นไหมที่ตัดแล้วด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2-5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ด้วยอัตราส่วนเส้นไหมต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:5 จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิหม้อต้มอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 95-98 องศาเซลเซียส พร้อมกับคนให้สม่ำเสมอจนเส้นไหมละลายเป็นสารละลายทั้งหมด ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมเย็นตัวแล้ว ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริก 37% ความเข้มข้นร้อยละ 2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) จนสารละลายมีค่า pH เป็นกลาง (6.5-7.5) ในตู้ดูดควัน คนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองสิ่งสกปรกออกด้วยผ้าซิ่งสกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาลงในถาดกระเบื้อง แล้วนำเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 ชั่วโมง จนได้ผงไหม เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดบอลมิลล์ (Ball Mill Grinding Machine) ด้วยความเร็ว 300 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 Mesh เก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ

สำหรับกรรมวิธีการเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ดำเนินการตามสูตรและกระบวนการดังกล่าวข้างต้น

3.2.2 กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐานและขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM เตรียมตัวอย่าง และดำเนินการที่บริษัท ธาราบิสสิเนส จำกัด (Do SEM: ดูเซิม) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ด้วยกล้อง SEM JSM-5410LV ที่ 20 kV

กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า และวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยโปรแกรม SemAfore 5.2 [15]

3.3 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสารยึดติดพอลิยูริเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย บนผ้าฝ้ายทอลายขัด (ผ้าฝ้าย)

3.3.1 วิธีการเตรียมผ้าตัวอย่าง

ตัดผ้าฝ้าย ขนาด 40 × 40 ซม. น้ำหนักผ้า 20 กรัม โดยนำไปซักด้วยน้ำยาซักผ้า ชนิดไม่มีประจุ ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิห้อง ล้างน้ำกลั่น 3 รอบ แล้วนำมาอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที จากนั้นนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง

3.3.2 วิธีเตรียมสารละลายสารยึดติดพอลิยูริเทนความเข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

เตรียมสารละลายสารยึดติดพอลิยูริเทนความเข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยชั่งสารยึดติดพอลิยูริเทนน้ำหนัก 150 กรัม ละลายในน้ำกลั่นน้ำหนัก 1,500 กรัม ใส่บีกเกอร์ 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน เตรียมไว้ 2 ชุด รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.3.3 วิธีเตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และ ไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร)

เตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และไหมอีรี่ ความเข้มข้น ร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยชั่งอนุภาคไมโครซิลค์เส้นไหมไทย และอีรี่ น้ำหนัก 12, 18, 24 และ 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกตามบีกเกอร์ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวม 8 บีกเกอร์ (ตามลำดับ) คนให้เข้ากัน รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.3.4 วิธีพ่นเคลือบสารละลายสารยึดติดพอลิยูริเทน ความเข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี (กระป๋องบน) ปริมาณการพ่นสูงสุด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ที่ความดันลมอัดไม่เกิน 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หัวพ่นขนาด 1.8 มม. (เหมาะกับงานพ่นทั่วไป) พ่นสารด้วยระยะห่างจากผ้า 30 ซม. โดยมีแท่นยึดผ้าฝ้ายให้ตึง ตั้งมุม 125-130 องศา (เฉียงกับพื้น) และมุมในการพ่นขนานกับพื้น โดยพ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืนด้านหน้า

สำหรับด้านหลัง นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้าย ที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง

3.3.5 วิธีพ่นเคลือบสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร)

นำสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย และไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 4 ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.3 จำนวน 25 กรัม ตามลำดับ พ่นเคลือบด้านหน้าผ้าตามกระบวนการ 3.3.4

สำหรับด้านหลังผ้า นำสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 4 (เท่ากับด้านหน้า) ที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.3 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้ายที่เปียกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง จากนั้นดำเนินการพ่นสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 6 8 และ 10 (ตามลำดับ) เรียงกันตามที่อธิบายข้างต้น ครั้งละความเข้มข้นจนครบทุกตัวอย่าง (หมายเหตุ สารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จะต้องเป็นชนิดเดียวกัน และความเข้มข้นด้านหน้าและหลังผ้า ต้องเป็นความเข้มข้นเดียวกัน ในแต่ละตัวอย่างผ้า ตามลำดับ)

3.3.6 กระบวนการอบแห้ง/ทำปฏิกิริยาร่างแห

นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการพ่นเคลือบเรียบร้อยแล้วตามข้อ 3.3.5 เข้าเครื่องอบแห้งและทำปฏิกิริยาร่างแหบนผ้าฝ้าย ณ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที ทำแบบนี้จนกว่าน้ำหนักจะคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อผ่านเครื่องดังกล่าวแล้วนำผ้าฝ้าย ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผล

การทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง เก็บผ้าฝ้ายใส่ถุงพลาสติกแล้ว ซีลปากถุง รอทดสอบขั้นตอนต่อไป

3.4 กระบวนการทดสอบสมบัติผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง

3.4.1 การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12:2016) ดำเนินการที่ บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ ด้วยเครื่องขัดถู COMETECH รุ่น QC-319

3.4.2 การทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test No.C2S 30 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้วย สารละลายความเข้มข้นร้อยละ 0.4 ECE Reference Detergent และ สารละลายความเข้มข้นร้อยละ 0.1 Sodium Perborate พร้อมลูกบอลเหล็ก 25 ลูก (ปรับสภาพ pH เท่ากับ 10.5) จำนวน 20 ครั้ง ดำเนินการที่ บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ ด้วยเครื่อง DURAWASH

3.4.3 การทดสอบเวลาในการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2017) ดำเนินการที่บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ

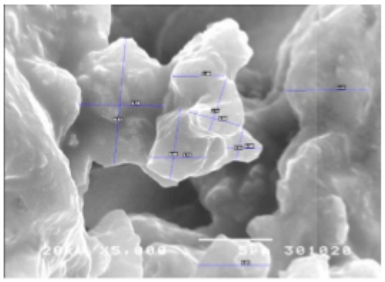
3.4.4 การทดสอบความคงทนต่อเหงื่อ ISO 105-E04:2013) ดำเนินการที่บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ

3.4.5 การวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) มาตรฐานเลขที่ มอก.121 เล่ม 29-2554 ดำเนินการที่ศูนย์ COE ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี

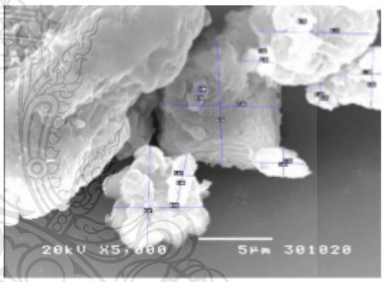
3.4.6 กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐานและขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกล้อง SEM การตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกล้อง SEM ตามที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.2.2

4. ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผล

4.1 การตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 1 สัณฐานและขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย ด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 2 สัณฐานและขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ด้วยกล้อง SEM

ตารางที่ 1 ขนาดอนุภาคของไมโครซิลค์ไหมไทย และ ไมโครซิลค์ไหมอีรี่ ด้วยกล้อง SEM

ตัวอย่าง	ขนาดอนุภาคเล็กสุด (ไมโครเมตร)	ขนาดอนุภาคใหญ่ (ไมโครเมตร)
อนุภาคไหมไทย	2.25 x 2.32	5.78 x 8.83
อนุภาคไหมอีรี่	1.08 x 2.14	6.03 x 6.97

จากการทดลองพบว่า ขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย มีขนาดเล็กที่สุดอยู่ในช่วงกว้าง 2,250 นาโนเมตร และยาว 2,320 นาโนเมตร (อนุภาคเดี่ยว) และมีขนาดใหญ่

ที่สุดในช่วงกว้าง 5,780 นาโนเมตร และยาว 8,830 นาโนเมตร (เนื่องจากอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด เมื่อถูกความชื้นในอากาศจะจับตัวเป็นก้อน)
ส่วนขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ มีขนาดเล็กที่สุดอยู่ในช่วงกว้าง 1,080 นาโนเมตร และยาว x 2,140 นาโนเมตร (อนุภาคเดี่ยว) และมีขนาดใหญ่ที่สุดในช่วงกว้าง 6,030 นาโนเมตร และยาว 6,970 นาโนเมตร

4.2 ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งทั้งสองแบบ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้าก่อนตกแต่ง (กรัม) และร้อยละค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้า (เพิ่มขึ้น) หลัง พ่นเคลือบ สำหรับผ้าที่ตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย และตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้าก่อนตกแต่ง (กรัม)	ร้อยละค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้า (เพิ่มขึ้น) หลังพ่นเคลือบ
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4	20.28	16.49
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6	20.25	17.56
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8	20.28	19.17
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10	20.18	20.69
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4	20.64	17.51
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6	20.47	18.90
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8	20.14	19.72
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10	20.40	20.81

จากตารางที่ 2 พบว่าผ้าตัวอย่างที่พ่นมีปริมาณสารเพิ่มขึ้นมาทุกผืน แสดงว่าผ้าตัวอย่างมีการซึมซับสารที่พ่นเข้าไปในเนื้อผ้า เมื่อวิเคราะห์จากข้อมูลดิบ (น้ำหนักผ้าก่อน-หลังตกแต่ง) พบว่าความแปรปรวนของการพ่นสเปรย์สารละลายสารยึดติด และสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด ซึ่งเป็นข้อเสียของกระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นสเปรย์ เนื่องจากการฟุ้งกระจาย หรือสะท้อนของสารละลายเมื่อพ่นกระทบกับผ้า

4.3 ทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12: 2016)

ตารางที่ 3 การประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน

ตัวอย่าง	แนวตั้ง		แนวนอน	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	4	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	3-4	4	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	3-4	4	4	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	4-5	4	4-5	4

จากตารางที่ 3 การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 และ 10 มีค่าเปื้อนสีแบบแห้งต่ำที่สุด (3-4) กว่าค่าเปื้อนสีแบบเปียก (4) เมื่อเทียบกับผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ มีค่าเปื้อนสีแบบแห้ง และแบบเปียกค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้งหมด

4.4 ผลการทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test No.C2S

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง (20 ครั้ง)

ตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงของสี	อะซิเตท	ฝ้าย	ไนล่อน	พอลิเอสเทอร์	อะคริลิก	ขนสัตว์
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 696 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

หมายเหตุ * คือ Ground Colour was Washed off Totally.

ตารางที่ 4 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทย และอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมาก (1) และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล บนผ้าขาวชนิดอื่นๆ หลังจากการซักล้าง จำนวน 20 ครั้ง พบว่ามีการเปื้อนสีน้อยมาก (4-5)

4.5 ผลการทดสอบระยะทางการซึมน้ำ (Wicking Test) (AATCC 197:2011) (หน่วย: มิลลิเมตร) (เวลา 30 นาที)

ตารางที่ 5 ระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ของผ้าตัวอย่างตามแนวตั้ง และแนวนอน

ตัวอย่าง	แนวตั้ง (มม.)	แนวนอน (มม.)
ผ้าดิบ	57	58
ผ้าทดแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	11	15
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	87	79
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	0.3	0.3
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	0.7	0.8
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	0.3	0.2
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	10	0.5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	83	74
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	0.9	0.5
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	1.3	1.0
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	0.5	0.3
ผ้าทดแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	10	0.7

ตารางที่ 5 พบว่าผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) สูงสุด (ด้านแนวตั้ง 87 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 79 มิลลิเมตร) รองลงมาเป็นผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) (ด้านแนวตั้ง 83 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 74 มิลลิเมตร) ซึ่งตรงกับสมบัติการดูดความชื้นของไหม (ประมาณร้อยละ 11) แต่เมื่อนำสารยึดติด

มาฟ่นบนผ้า จะพบว่าระยะทางการซึมน้ำน้อยลง (เหลือเพียงด้านแนวตั้ง 11 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 15 มิลลิเมตร) แสดงว่าสารยึดติดทำให้ระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ลดลง อย่างไรก็ตามหากใช้ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 10 หรือผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ทำให้ผ้าที่ผ่านการตกแต่งมีความสามารถในการ ระยะทางการซึมน้ำลดลง เนื่องจากสารยึดติดเคลือบบริเวณผิวหน้าผ้า จึงทำให้ความสามารถซึมน้ำลดลงมาก

4.6 การประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ)

4.6.1 แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)

ตารางที่ 6 การประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมลบ บนผ้าตัวอย่าง

ตัวอย่าง	เฉลี่ย (มม.)	บริเวณยับยั้งเฉลี่ย (มม.)	ประสิทธิภาพ
ผ้าดิบ	47.1	0.0	ไม่เทียบเท่า
ผ้าตกแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	46.7	0.0	ไม่เทียบเท่า
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	45.8	45.8	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.1	45.8	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.4	41.6	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	45.7	45.7	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	46.4	45.5	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรีร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	47.7	47.7	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรีร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.2	46.0	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรีร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.9	45.9	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรีร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	47.0	46.8	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรีร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	45.8	45.4	จำกัด

ตารางที่ 6 พบว่า ผ้าเคลือบอนุภาคไหมไทย ความเข้มข้นร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล ได้ดี เมื่อนำผ้าที่ฟ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 และผ้าที่ฟ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

4.6.2 แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลคือกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)

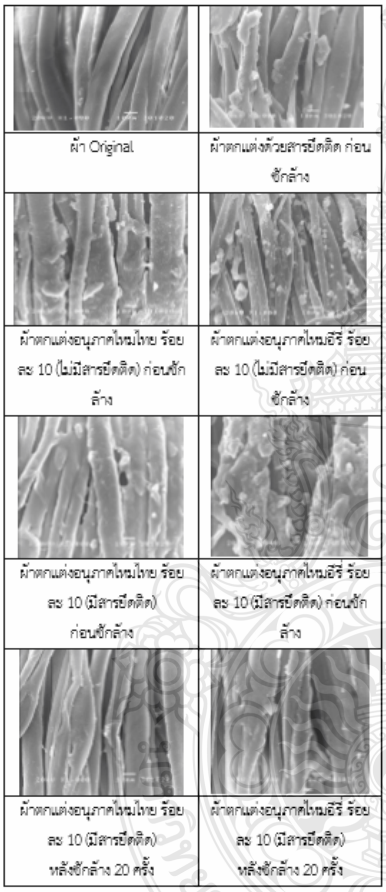
ตารางที่ 7 การต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมบวก บนผ้าตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ผ้าเฉลี่ย (มม.)	บริเวณยับยั้งเฉลี่ย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพ
ผ้าดิบ	47.2	29.2	ไม่เทียบเท่า
ผ้าตกแต่งสารยึดติดอย่างเดียว	46.7	23.2	ไม่เทียบเท่า
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	45.9	45.2	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.2	45.6	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	45.5	45.2	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	45.7	45.7	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทยร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	46.4	46.3	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรีร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด)	47.7	47.4	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรีร้อยละ 4 (มีสารยึดติด)	46.1	46.1	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรีร้อยละ 6 (มีสารยึดติด)	46.0	45.4	จำกัด
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรีร้อยละ 8 (มีสารยึดติด)	47.1	47.1	ดี
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหม อีรีร้อยละ 10 (มีสารยึดติด)	45.8	45.8	ดี

ตารางที่ 7 พบว่า ผ้าเคลือบอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลคือกคัส ออเรียส จำกัด แต่เมื่อนำผ้าที่ฟ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความ

เข้มข้นร้อยละ 8 และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 4 8 และ 10 ตามลำดับ ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

4.7 ผลตรวจสอบขนาดอนุภาค และสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าตัวอย่าง

รูปที่ 3 พบว่าภาพจากกล้อง SEM แสดงให้เห็นว่า เมื่อเคลือบด้วยสารยึดติด ลักษณะของผ้าจะมีลักษณะเหมือนกาวเคลือบบนเส้นใย และเมื่อผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 (ก่อนซักล้าง) และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 (ก่อนซักล้าง) พบว่ามีอนุภาคไมโครซิลค์เกาะติดบนเส้นใยจำนวนมาก อย่างไรก็ตามภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) และผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) พบว่าอนุภาคเล็กๆ ที่เกาะบนผิวหน้าผ้าหายไปเกือบหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจากตารางที่ 5 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทย และผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมาก (ค่าเท่ากับ 1 จาก 5)

5. บทสรุป

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปว่า

5.1 ภาพถ่ายจากกล้อง SEM ขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย พบว่ามีขนาดอนุภาคเดี่ยวเล็กที่สุด (กว้าง 2,250 ยาว 2,320 นาโนเมตร) และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ อนุภาคเดี่ยวเล็กที่สุด (กว้าง 1,080 ยาว 2,140 นาโนเมตร) จึงจัดว่าเป็น “อนุภาคขนาดไมโครเมตร”

5.2 ทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 และ 10 มีค่าเปื้อนสีแบบแห้งต่ำที่สุด (ค่าเท่ากับ 3-4 จาก 5) กว่าค่าเปื้อนสีแบบเปียก (ค่าเท่ากับ 4 จาก 5) อาจเป็นเพราะงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน (พ่นสารยึดติดก่อน แล้วจึงพ่นอนุภาคไมโครซิลค์ผงไหมไทย) จึงทำให้อนุภาคไหมไทย (ซึ่งใหญ่กว่าอนุภาคไหมอีรี่) โผล่ออกมานอกผ้า จึงทำให้อนุภาคไหมไทยหลุดออกได้ง่ายกว่า เนื่องจากผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทยมีสีเหลืองเข้ม ทำให้ค่าการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการทดลองการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน จึงมีค่าประเมินที่แย่กว่า ผ้าเคลือบสารยึดติด และผงไหมอีรี่ ซึ่งมีสีขาวนวล (สีจางกว่า)

5.3 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทย และอนุภาคไหมอีรี่ทุกตัวอย่าง ถูกซักล้างออกหมด (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) พบว่ามีการเปื้อนสีน้อยมาก (4-5) อาจเป็นเพราะสารยึดติดไม่สามารถยึดอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) ในการ

วิจัยครั้งต่อไปควรเลือกสารยึดติดใหม่ที่ยึดติดได้ดีกว่าสารยึดติดตัวเดิมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

5.4 จากผลการทดลองพบว่าผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาเป็นผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ซึ่งตรงกับสมบัติของไหมสามารถดูดความชื้นได้ดี แต่เมื่อนำสารยึดติดมาพ่นบนผ้า จะพบว่ามีระยะทางการซึมน้ำน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารยึดติดเข้าไปปิดช่องว่างระหว่างเส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งบนผืนผ้า หรือเคลือบเส้นใยจนทำให้เส้นใยฝ้ายไม่สามารถส่งผ่านน้ำได้

5.5 ผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลคือกคัส ออเรียส ได้ดี และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ความเข้มข้นร้อยละ 6 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 4 8 และ 10 ตามลำดับ มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลคือกคัส ออเรียส ได้ดี

5.6 สารยึดติดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ไม่คงทนต่อการซักล้าง หลังซักล้าง 20 ครั้ง สอดคล้องกับการประเมินการเปลี่ยนแปลงของสีหลังการซักล้าง พบว่าสีเปลี่ยนแปลงมาก (ค่าเท่ากับ 1 จาก 5) สอดคล้องกับภาพถ่ายจากกล้อง SEM พบว่าผ้ามีอนุภาคหลงเหลือน้อยมาก (หลังซักล้าง 20 ครั้ง) เมื่อเทียบกับผ้าก่อนซักล้าง

สำหรับผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ดี ส่วนผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 6 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบ และสำหรับผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ความเข้มข้นร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี จึงควรเลือกสูตรดังกล่าวมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ต้องการสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย เช่น ผ้าชุดเครื่องนอน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าม่าน เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุนวิจัยโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประจำปีงบประมาณ 2550 (สำหรับทุนวิจัยขั้นต้นการศึกษากระบวนการผลิตอนุภาคนาโนเซริซินและไฟโบรอิน) และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับทุนวิจัย เครื่องมือ อุปกรณ์ครุภัณฑ์ต่างๆ ที่นำมาศึกษาค้นคว้าวิจัยต่อยอดสู่กระบวนการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี 2551 จนถึงปัจจุบัน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] The support arts and crafts international centre of Thailand. [Internet].[cited 2020 Jan 25]: [13].Availability From:https://www.sacict.or.th/uploads/items/attachments/956936879f66f5cf4ffbf3aefffd56ca/_d9c828d53e9a176bb883c0ee1d35378a.pdf

[2] Photchanaprasert N. Guidelines to promote the industrial potential of Eri farmers: Final research report. Bangkok (Thailand): Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand); 2018:190-204.

[3] Sonthisombat A, Speakman P. Silk: Queen of Fibres-The Concise Story. Journal of Engineering, RMUTT. 2003;2(4):84-97.

[4] Sonthisombat, A. 1993, M.Sc.Dissertation, The University of Leeds, UK.

[5] Sonthisombat, A. 1997, Ph.D.Thesis, The University of Leeds, UK.

[6] Sonthisombut A, Sunignoo, S, Sakulkhemruthai S, Asawasupharuk P, Phromhitathorn C. A Production of sericin and fibroin nanoparticles for finishing on sportswear. funded by the Thailand Textile Institute. Rajamangala University of Technology, Thanyaburi, Pathum Thani. 2007:1-278.

[7] Khum Si Wai P, Trakulphua Y. 6th National Hatyai Academic Conference Hat Yai University. 2015:1524-34.

[8] Robson R.M., Lewin M, Pearce E.M., Marcel Dekker Inc. Silk Compositio, Structure and Properties in Handbook of Fiber Science and Technology. New York. 1985:647-700.

[9] Sonthisombat A. Silk (Fibroin and Sericin) powder production process for applications in textile, medical and cosmetic, Thailand Petty Patent No. 9418. Jan. 6, 2015

[10] Nuengchomphu N, Sungnoo S, Sonthisombat A. A Finishing Process of a Mixture of Polyurethane Binder and Micro/Nano Silk Particles Coated on Plain 100% Cotton Woven Fabrics Using One and Two Steps Spraying Method. Journal of Engineering, RMUTT. 2019;15(2):7-18.

[11] Sonthisombat A. Textile Chemical Processing, Faculty of Engineering, Rajamangala Institute of Technology, Pathumtani, 2002: 1-327.

[12] Pontuk S, Thongban N, Chaipreecha J. A finishing chitosan extracted from shrimp farmers prizes by coating polyester 100% with anti-bacterial properties. The bachelor's degree of Engineering Project Department of Textile Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 2015;1(1):14-23

[13] Spray Gun. [Internet]. [Cited 2020 Fab 19]. Available From:http:// anestiwata.com /wp-content/uploads/2011/12/ manual-catalog.pdf

[14] Painting technique [Internet]. [Cited 2020 Mar 13]. Available From: https://goo.gl/uSWrfv

[15] SemAfore 5.2 [Internet]. [Cited 2020 Mar 29]. Available From:http://semafore. software. informer.com/5.2/

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบ

Do SEM Services **บริการเครื่อง** SEM,EDS,SemAfore,Sputter Coater **ตลอด** 24 **ชั่วโมง ทุกวัน ไม่มีวันหยุด**

E-mail : dosem24hr@hotmail.com, dosem24hr@gmail.com, www.dosem24hr.com, www.facebook.com/pages/dosem24hr Tel : 0-2832-3687

www.dosem24hr.com

บิลเงินสด / CASH

เลขที่ DoSEM_20QSC017

เรียน	**ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์**	วันที่ 30 ตุลาคม 2563
Name	**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**	
ที่อยู่	เลขที่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต - นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110	รหัสลูกค้า : TRB_CUS14_DOSEM191
Address	เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0994000153180	(Customer code)

เลขที่ใบสั่งซื้อ/Customer Order	เลขที่สัญญา/Contract No.	เงื่อนไขการชำระเงิน/Credit Term	วันครบกำหนดชำระ
		เงินสด / CASH	

ลำดับที่ Item	รายการ Description	หน่วย Unit	จำนวน Quantity	ราคาต่อหน่วย Unit Price	จำนวนเงิน Amount
	ค่าบริการเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนฯ SEM และ EDS			**ราคาช่วงเวลาปกติ	
1	SEM HV/LV Mode คิดค่าบริการชั่วโมงละ (1200HV/1400LV)	Hours.	3	1,200.00	3,600.00
2	SEM HV/LV Mode คิดค่าบริการชั่วโมงละ (1400HV/1600LV)	Hours.		1,800.00	-
3	ภาพSEMดิจิตอลไฟล์ ต้นฉบับ (SEM Digital image files)	Image	27	80.00	2,160.00
4	ภาพSEMดิจิตอลไฟล์ แบบวัดขนาด (SEM Digital image with measurement)	Image	13	120.00	1,560.00
5	ค่าบริการฉาบเคลือบทอง Au Sputtering	Time	5	500.00	2,500.00
6	ค่าบริการบันทึกข้อมูลลงMail/FD/CD/DVD(150 / 200บาทต่อครั้ง)Data Record	Time	1	150.00	150.00
7	แผ่น CD/DVD ((40/60 บาทต่อแผ่น)	EA	1	40.00	40.00
8	การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ Qualitative Analysis (กี่ธาตุก็ได้)	Point/Area		390.00	-
9	การวิเคราะห์เชิงปริมาณ Quantitative Analysis (กี่ธาตุก็ได้)	Point/Area		390.00	-
10	การวิเคราะห์แบบ Speed Mapping / ตำแหน่ง (ไม่เกิน 11 ธาตุ)	Point/Area		500.00	-
11	การวิเคราะห์แบบ Speed Linescan / ตำแหน่ง (ไม่เกิน 11 ธาตุ)	Point/Area		500.00	-
12	การ Mix Mapping / การ Mix Linescan	Image		200.00	-
13	ภาพ Auto Beam / ภาพ Beam point	Image		100.00	-
14	ค่าบริการจัดส่งข้อมูล CD/DVD ,ไปแล้ว (Data via : EMS / E-Mail)	Time		150.00	-
15	ค่าบริการข้อมูล/ใบรายงานผลวิเคราะห์ (Analysis Report)	Letter/Copy		700.00	-
จำนวนเงิน (ตัวอักษร)	**หนึ่งหมื่นสิบบาทถ้วน**			รวมมูลค่าสินค้า	10,010.00

หมายเหตุ : ราคาเสนอ / ค่าใช้จ่ายรวม ยังไม่ได้รวม Vat.7%	**จำนวนเงินทั้งสิ้น** Total Amount	10,010.00
หากชำระโดยการโอน โอนเข้าบัญชี "ธาราศิณีย์ ศักดิ์ธนกรสกุล" ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาเซียร์รังสิต บช.ออมทรัพย์ เลขที่บัญชี 364-2-08008-2		

..... ผู้รับสินค้า/Receiver ...../...../.....	..... ผู้ส่งสินค้า/Delivery By ...30../....10..../....63...	..... ผู้มีอำนาจลงนาม/Authorized Signature 30 ตุลาคม 2563

intertek
Total Quality. A

SOFTLINES

ISITION FORM

BKKT2000 6939 1
AC 18/6/20.

CASH BEFORE TEST(เก็บเงินก่อนTEST)

#FORM NO.:

Pick-up & Delivery

Contact person: Mr.Taywin Sa-Nga-Ram **Tel:** +662 765-2999 Ext.1663 & 1664 **Email:** taywin.sa-nga-ram@intertek.com

#Service required
- ☑ Regular
- ☐ Express *(40% surcharge / 3 working days)*
- ☐ Shuttle *(70% surcharge / next working day)*
- ☐ Same day *(100% surcharge / 8 working hrs)*

Note: Treated as regular if left blank.
** Applicable to certain tests only.*

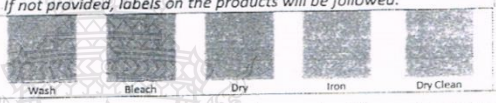
Company name	Mr. Sukrit Krumsoongnern	**For Official use only**	
Address	48/43 หมู่ 12 ถนน เทศบาลลำลูกกา 3 ต.ลำลูกกา อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150	**Rpt. No.**	491974
Contact person	นาย ลุกฤษฎ์ กรีมลูงเนิน **Mobile**	**A/C No.**	491975
Telephone	086-3284965 **Fax** (Ext)		
Email	jame_dm@hotmail.com		

Invoice to applicant? ☐ **No, please bill below company:**

Company name	Mr. Sukrit Krumsoongnern			**Contact person**	
Address	48/43 หมู่ 12 ถนน เทศบาลลำลูกกา 3 ต.ลำลูกกา อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150				
Telephone	086-3284965 (Ext)	**Email**	jame_dm@hotmail.com	**Fax**	

Sample information (Please fill in information and tick applicable boxes. Attach supplement sheet if space is not enough.)

#Buyer		**Contact person**	**No. of sample(s)**
Agent		**Manufacturer**	
Sample description	woven cotton 100		
Colour	white		**Sample attached**
Style No.		**Fibre content**	
PO No.		**Fabric/garment weight**	
#Product end use		☐ Men ☐ Women ☐ Children ☐ Infant	
#Care instruction and/or symbols		*If not provided, labels on the products will be followed.*	*Please mount face side up*



Test(s) required (Please fill in information and tick applicable boxes. Attach supplement sheet if space is not enough.)

Dimensional stability (shrinkage)
- ☐ Washing ☐ 1 wash ☐ 3 washes ☐ 5 washes
- ☐ Drycleaning

Appearance retention
- ☐ After washing ☐ 1 wash ☐ 3 washes ☐ 5 washes
- ☐ After drycleaning

Colourfastness
- ☑ Rubbing / Crocking
- ☐ Actual laundering ☑ Washing
- ☐ Drycleaning ☐ Light
- ☐ Perspiration ☐ Water

mix Grade 60°C Linke

Physical
- ☐ Tensile strength (woven only)
- ☐ Tear strength (woven only)
- ☐ Seam strength (woven only)
- ☐ Seam slippage (woven only)
- ☐ Bursting strength (knit only)
- ☐ Pilling resistance
- ☐ Abrasion resistance
- ☐ Thread per inch / stitch density
- ☐ Yarn count
- ☐ Fabric weight
- ☐ Formaldehyde
- ☐ pH value
- ☐ **Flammability (raised surface)**
- ☐ **Flammability (plain surface)**
- ☐ **Fibre content**
- ☐ **Care label recommendation**

Eco test
Azo dyes
☐ Individual test ☐ Mixed test
Below must be indicated:
☐ Pigment print ☐ Dye print

CPSIA
Please specify age grade used for testing
☐ **Full compliance on CPSIA**
- ☐ Flammability
- ☐ Lead (surface/ non surface coating)
- ☐ Sharp points / sharp edges/ small parts *(For children up to 3 years of age)*
- ☐ Sharp points / Sharp edges only
- ☐ Phthalates

RECEIVED 18 JUN 2020

#Test method reference
- ☐ AATCC / ASTM (USA)
- ☒ ISO (International)
- ☐ BS (UK)
- ☑ Other:

#Exporting to/ market

Is this a re-test?
☐ Yes, previous report No.:

Other tests, please specify test methods or special request:
Clean By. Self Sale mus.

#Comment on test results (Pass/Fail)
☐ Yes ☑ No
If yes, select "Specification by"

Specification by
- ☐ 1. Regulation / Buyers' Standard / Clients' Specification
- ☐ 2. Normative documents (Intertek guidelines)
- ☐ 3. Conclusion with uncertainty included **(Additional charge required)**, select below
  - ☐ 3.1 Statement of conformity with 97% Confidence level or
  - ☐ 3.2 Statement of conformity with 95% Confidence level

#Report delivery arrangement *(Report will be sent to invoice recipient if no special request.)* ☐ Yes ☐ No ☐ Other arrangement:

We request for the above test(s) and confirm that all testing will be carried out subject to Intertek Testing Services (Thailand) Ltd. scale of charges as set forth in the prevalent price list of which we agree to, and acknowledge observing the Terms & Conditions on forthcoming pages.

Note:
1. *Photocopy of Test Requisition Form will not be accepted for submission.*
2. *Customer should retain a copy for own reference and present it for test report collection at our office.*

#Authorized signature and company chop of invoicing recipient ลุกฤษฎ์ กรีมลูงเนิน

#Date 16/6/2563

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Road, Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800 Tel: (662) 765 2999 Email address: Thailand.softlines@intertek.com http://www.intertek.com

intertek
Total Quality. Assured.

INTERTEK GENERAL TERMS AND CONDITIONS OF SERVICES (THAILAND)

2

These terms and conditions, together with any proposal, estimate or fee quote, form the agreement between you (the **Client**) and the Intertek entity (**Intertek**) providing the services contemplated therein.

1. INTERPRETATION

1.1 In this Agreement, the following words and phrases shall have the following meanings unless the context otherwise requires:

(a) **Agreement** means this agreement entered into between Intertek and the Client;

(b) **Charges** shall have the meaning given in Clause 5.3;

(c) **Confidential Information** means all information in whatever form or manner presented which: (a) is disclosed pursuant to, or in the course of the provision of Services pursuant to, this Agreement; and (b) (i) is disclosed in writing, electronically, visually, orally or otherwise howsoever and is marked, stamped or identified by any means as confidential by the disclosing party at the time of such disclosure; and/or (ii) is information, howsoever disclosed, which would- reasonably be considered to be confidential by the receiving party.

(d) **Intellectual Property Right(s)** means copyrights, trademarks (registered or unregistered), patents, patent applications (including the right to apply for a patent), service marks, design rights (registered or unregistered), trade secrets and other like rights howsoever existing

(e) **Report(s)** shall have the meaning as set out in Clause 2.3 below;

(f) **Services** means the services set out in any relevant Intertek Proposal, any relevant Client purchase order, or any relevant Intertek invoice, as applicable, and may comprise or include the provision by Intertek of a Report;

(g) **Proposal** means the proposal, estimate or fee quote, if applicable, provided to the Client by Intertek relating to the Services;

1.2 The headings in this Agreement do not affect its interpretation.

2. THE SERVICES

2.1 Intertek shall provide the Services to the Client in accordance with the terms of this Agreement which is expressly incorporated into any Proposal Intertek has made and submitted to the Client.

2.2 In the event of any inconsistency between the terms of this Agreement and the Proposal, the terms of the Proposal shall take precedence.

2.3 The Services provided by Intertek under this Agreement and any memoranda, laboratory data, calculations, measurements, estimates, notes, certificates and other material prepared by Intertek in the course of providing the Services to the Client, together with status summaries or any other communication in any form describing the results of any work or services performed (**Report[s]**) shall be only for the Client's use and benefit.

2.4 The Client acknowledges and agrees that if in providing the Services Intertek is obliged to deliver a Report to a third party, Intertek shall be deemed irrevocably authorised to deliver such Report to the applicable third party. For the purposes of this clause an obligation shall arise on the instructions of the Client, or where, in the reasonable opinion of Intertek, it is implicit from the circumstances, trade, custom, usage or practice.

2.5 The Client acknowledges and agrees that any Services provided and/or Reports produced by Intertek are done so within the limits of the scope of work agreed with the Client in relation to the Proposal and pursuant to the Client's specific instructions or, in the absence of such instructions, in accordance with any relevant trade custom, usage or practice. The Client further agrees and acknowledges that the Services are not necessarily designed or intended to address all matters of quality, safety, performance or condition of any product, material, services, systems or processes tested, inspected or certified and the scope of work does not necessarily reflect all standards which may apply to product, material, services, systems or process tested, inspected or certified. The Client understands that reliance on any Reports issued by Intertek is limited to the facts and representations set out in the Reports which represent Intertek's review and/or analysis of facts, information, documents, samples and/or other materials in existence at the time of the performance of the Services only.

2.6 Client is responsible for acting as it sees fit on the basis of such Report. Neither Intertek nor any of its officers, employees, agents or subcontractors shall be liable to Client nor any third party for any actions taken or not taken on the basis of such Report.

2.7 In agreeing to provide the Services pursuant to this Agreement, Intertek does not abridge, abrogate or undertake to discharge any duty or obligation of the Client to any other person or any duty or obligation of any person to the Client.

3. INTERTEK'S WARRANTIES

3.1 Intertek warrants exclusively to the Client:

(a) that it has the power and authority to enter into this Agreement and that it will comply with relevant legislations and regulations in force as at the date of this Agreement in relation to the provision of the Services;

(b) that the Services will be performed in a manner consistent with that level of care and skill ordinarily exercised by other companies providing like services under similar circumstances;

(c) that it will take reasonable steps to ensure that whilst on the Client's premises its personnel comply with any health and safety rules and regulations and other reasonable security requirements made known to Intertek by the Client in accordance with Clause 4.3(f);

(d) that the Reports produced in relation to the Services will not infringe any legal rights (including Intellectual Property Rights) of any third party. This warranty shall not apply where the infringement is directly or indirectly caused by Intertek's reliance on any information, samples or other related documents provided to Intertek by the Client (or any of its agents or representatives).

3.2 In the event of a breach of the warranty set out in Clause 3.1 (b), Intertek shall, at its own expense, perform services of the type originally performed as may be reasonably required to correct any defect in Intertek's performance.

3.3 Intertek makes no other warranties, express or implied. All other warranties, conditions and other terms implied by statute or common law (including but not limited to any implied warranties of merchantability and fitness for purpose) are, to the fullest extent permitted by law, excluded from this Agreement. No performance, deliverable, oral or other information or advice provided by Intertek (including its agents, sub-contractors, employees or other representatives) will create a warranty or otherwise increase the scope of any warranty provided.

4. CLIENT WARRANTIES AND OBLIGATIONS

4.1 The Client represents and warrants:

(a) that it has the power and authority to enter into this Agreement and procure the provision of the Services for itself;

(b) that it is securing the provision of the Services hereunder for its own account and not as an agent or broker, or in any other representative capacity, for any other person or entity;

(c) that any information, samples and related documents it (or any of its agents or representatives) supplies to Intertek (including its agents, sub-contractors and employees) is, true, accurate representative, complete and is not misleading in any respect. The Client further acknowledges that Intertek will rely on such information, samples or other related documents and materials provided by the Client (without any duty to confirm or verify the accuracy or completeness thereof) in order to provide the Services;

(d) that any samples provided by the Client to Intertek will be shipped pre-paid and will be collected or disposed of by the Client (at the Client's cost) within thirty (30) days after testing unless alternative arrangements are made by the Client. In the event that such samples are not collected or disposed by the Client within the required thirty (30) days period, Intertek reserves the right to destroy the samples, at the Client's cost; and

(e) that any information, samples or other related documents (including without limitation certificates and reports) provided by the Client to Intertek will not, in any circumstances, infringe any legal rights (including Intellectual Property Rights) of any third party.

4.2 In the event that the Services provided relate to any third party, the Client shall cause any such third party to acknowledge and agree to the provisions in this Agreement and the Proposal prior to and as a condition precedent to such third party receiving any Reports or the benefit of any Services.

4.3 The Client further agrees:

(a) to co-operate with Intertek in all matters relating to the Services and appoint a manager in relation to the Services who shall be duly authorised to provide instructions to Intertek on behalf of the Client and to bind the Client contractually as required;

(b) to provide Intertek (including its agents, sub-contractors and employees), at its own expense, any and all samples, information, material or other documentation necessary for the execution of the Services in a timely manner sufficient to enable Intertek to provide the Services in accordance with this Agreement. The Client acknowledges that any samples provided may become damaged or be destroyed in the course of testing as part of the necessary testing process and undertakes to hold Intertek harmless from any and all responsibility for such alteration, damage or destruction;

(c) that it is responsible for providing the samples/equipment to be tested together, where appropriate, with any specified additional items, including but not limited to connecting pieces, fuse-links, etc;

(d) to provide instructions and feedback to Intertek in a timely manner;

(e) to provide Intertek (including its agents, sub-contractors and employees) with access to its premises as may be reasonably required for the provision of the Services and to any other relevant premises at which the Services are to be provided;

(f) prior to Intertek attending any premises for the performance of the Services, to inform Intertek of all applicable health and safety rules and regulations and other reasonable security requirements that may apply at any relevant premises at which the Services are to be provided;

(g) to notify Intertek promptly of any risk, safety issues or incidents in respect of any item delivered by the Client, or any process or systems used at its premises or otherwise necessary for the provision of the Services;

(h) to inform Intertek in advance of any applicable import/ export restrictions that may apply to the Services to be provided, including any instances where any products, information or technology may be exported/ imported to or from a country that is restricted or banned from such transaction;

(i) in the event of the issuance of a certificate, to inform and advise Intertek immediately of any changes during the term of the certificate which may have a material impact on the accuracy of the certification;

(j) to obtain and maintain all necessary licenses and consents in order to comply with relevant legislation and regulation in relation to the Services;

(k) that it will not use any Reports issued by Intertek pursuant to this Agreement in a misleading manner and that it will only distribute such Reports in their entirety;

(l) in no event, will the contents of any Reports or any extracts, excerpts or parts of any Reports be distributed or published without the prior written consent of Intertek (such consent not to be unreasonably withheld) in each instance; and

(m) that any and all advertising and promotional materials or any statements made by the Client will not give a false or misleading impression to any third party concerning the services provided by Intertek.

4.4 Intertek shall be neither in breach of this Agreement nor liable to the Client for any breach of this Agreement if and to the extent that its breach is a direct result of a failure by the Client to comply with its obligations as set out in this Clause 4. The Client also acknowledges that the impact of any failure by the Client to perform its obligations set out herein on the provision of the Services by Intertek will not affect the Client's obligations under this Agreement for payment of the Charges pursuant to Clause 5 below.

5. CHARGES, INVOICING AND PAYMENT

5.1 The parties agree that the Services are provided on the terms and subject to the conditions set out or referred to in this Agreement, and that this Agreement shall take precedence over any terms and conditions which the Client has provided or may in the future provide to Intertek, whether in a purchase order or any other document.

5.2 Unless acceptance of this Agreement by the Client occurs at an earlier time, submission of samples or any other testing material from the Client to Intertek shall be deemed to be conclusive evidence of the Client's acceptance of this Agreement.

5.3 The Client shall pay Intertek the charges set out in the Proposal, if applicable, or as otherwise contemplated for provision of the Services (the **Charges**).

5.4 If pricing factors, such as salaries and/or rates are subject to change between the conclusion date of the Contract and the completion date of the Contract, Intertek has the right to adjust the Charges accordingly.

5.5 The Charges are expressed exclusive of any applicable taxes. The Client shall pay any applicable taxes on the Charges at the rate and in the manner prescribed by law, on the issue by Intertek of a valid invoice.

5.6 The Client agrees that it will reimburse Intertek for any expenses incurred by Intertek relating to the provision of the Services and is wholly responsible for any freight or customs clearance fees relating to any testing samples.

5.7 The Charges represent the total fees to be paid by the Client for the Services pursuant to this Agreement. Any additional work performed by Intertek will be charged on a time and material basis.

5.8 Intertek shall invoice the Client for the Charges and expenses, if any. For Services provided over the course of a period of greater than thirty (30) days the Client agrees that at the end of each calendar month Intertek will issue an invoice for the cost of the Services provided in the month. A final invoice will be issued on the date of the completion of the Services.

5.9 The Client is required to pay all invoiced amounts without any deduction, discount or set-off no later than thirty (30) days after the invoice date. No deduction for bank charges incurred can be made. Payments, which must be denominated in the currency indicated in the invoice, must be made by means of money transfer to a bank account designated by Intertek.

5.10 If Intertek believes that the Client's financial position and/or payment performance justifies such action, Intertek has the right to demand that the Client immediately furnish security or additional security in a form to be determined by Intertek and/or make an advance payment. If the Client fails to furnish the desired security, Intertek has the right, without prejudice to its other rights, to immediately suspend the further execution of all or any part of the Services, and any Charges for any part of the Services which has already been performed shall become immediately due and payable.

5.11 If the Client fails to pay within the period referred to in 5.9 above, it is in default of its payment obligations and this Agreement after having been reminded by Intertek at least once that payment is due within a reasonable period. In that case, the Client is liable to pay interest on the credit balance with effect from the date on which the payment became due until the date of payment. The interest rate applied is the maximum prevailing default interest rate allowed by Thai law. In addition, all collection costs incurred after the Client's default, both judicial and extrajudicial, are for the Client's account. The extrajudicial costs are set at an amount equal to least 10% of the principal plus interest, without prejudice to Intertek's right to collect the actual extrajudicial costs in excess of this amount. The judicial costs comprise all costs incurred by Intertek.

5.12 If the Client objects to the contents of the invoice, details of the objection must be raised with Intertek within seven (7) days of receipt of electronic invoice, otherwise the invoice will be deemed to have been accepted. Any such objections do not exempt the Client from its obligation to pay within the period referred to in 5.9 above.

5.13 Any request by the Client for certain information to be included in or appended to the invoice must be made at the time of setting out the Proposal. A later request by the Client for changes to the agreed format of the invoice or supplementary information will not discharge the Client from its obligation to

pay within the period referred to in 5.9 above. Intertek reserves the right to charge a £25 administration fee per invoice for issuing additional copies of invoices or amending invoice detail, format or structure from that agreed in the Proposal. Intertek maintains the right to reject such an invoicing amendment request and such a rejection by Intertek of the Client's request will not exempt the Client from its obligation to pay within the period referred to in 5.9 above.

5.14 If actions by the Client delay completion of the Services, Intertek has the right to invoice the Client for the cost of all Services provided to date. In such a scenario the Client agrees to pay this invoice within thirty (30) days of the invoice date.

6. INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS AND DATA PROTECTION

6.1 All Intellectual Property Rights belonging to a party prior to entry into this Agreement shall remain vested in that party. Nothing in this Agreement is intended to transfer any Intellectual Property Rights from either party to the other.

6.2 Any use by the Client (or the Client's affiliated companies or subsidiaries) of the name "Intertek" or any of Intertek's trademarks or brand names for any reason must be prior approved in writing by Intertek. Any other use of Intertek's trademarks or brand names is strictly prohibited and Intertek reserves the right to terminate this Agreement immediately as a result of any such unauthorised use.

6.3 In the event of provision of certification services, Client agrees and acknowledges that the use of certification marks may be subject to national and international laws and regulations.

6.4 All Intellectual Property Rights in any Reports, document, graphs, charts, photographs or any other material (in whatever medium) produced by Intertek pursuant to this Agreement shall belong to Intertek. The Client shall have the right to use any such Reports, document, graphs, charts, photographs or other material for the purposes of this Agreement.

6.5 The Client agrees and acknowledges that Intertek retains any and all proprietary rights in concepts, ideas and inventions that may arise during the preparation or provision of any Report (including any deliverables provided by Intertek to the Client) and the provision of the Services to the Client.

6.6 Both parties shall observe all statutory provisions with regard to data protection including but not limited to the provisions of the General Data Protection Regulation 2016/679 ("GDPR") and shall comply with all applicable requirements of the GDPR. To the extent that Intertek processes personal data in connection with the Services or otherwise in connection with this Agreement, it shall take all necessary technical and organisational measures to ensure the security of such data (and to guard against unauthorised or unlawful processing, accidental loss, destruction or damage to such data) in line with the GDPR.

7. CONFIDENTIALITY

7.1 Where a party (the **Receiving Party**) obtains Confidential Information of the other party (the **Disclosing Party**) in connection with this Agreement (whether before or after the date of this Agreement) it shall, subject to Clauses 7.2 to 7.4:

(a) keep that Confidential Information confidential, by applying the standard of care that it uses for its own Confidential Information;

(b) use that Confidential Information only for the purposes of performing obligations under this Agreement; and

(c) not disclose that Confidential Information to any third party without the prior written consent of the Disclosing Party.

7.2 The Receiving Party may disclose the Disclosing Party's Confidential Information on a "need to know" basis:

(a) to any legal advisers and statutory auditors that it has engaged for itself;

(b) to any regulator having regulatory or supervisory authority over its business;

(c) to any director, officer or employee of the Receiving Party provided that, in each case, the Receiving Party has first advised that person of the obligations under Clause 7.1 and ensured that the person is bound by obligations of confidence in respect of the Confidential Information no less onerous than those set out in this Clause 7; and

(d) where the Receiving Party is Intertek, to any of its subsidiaries, affiliates or subcontractors.

7.3 The provisions of Clauses 7.1 and 7.2 shall not apply to any Confidential Information which:

(a) was already in the possession of the Receiving Party prior to its receipt from the Disclosing Party without restriction on its use or disclosure;

(b) is or becomes public knowledge other than by breach of this Clause 6.6;

(c) is received by the Receiving Party from a third party who lawfully acquired it and who is under no obligation restricting its disclosure; or

(d) is independently developed by the Receiving Party without access to the relevant Confidential Information.

7.4 The Receiving Party may disclose Confidential Information of the Disclosing Party to the extent required by law, any regulatory authority or the rules of any stock exchange on which the Receiving Party is listed, provided that the Receiving Party has given the Disclosing Party prompt written notice of the requirement to disclose and where possible given the Disclosing Party a reasonable opportunity to prevent the disclosure through appropriate legal means.

7.5 Each party shall ensure the compliance by its employees, agents and representatives (which, in the case of Intertek, includes procuring the same from any sub-contractors) with its obligations under this Clause 7.

7.6 No licence of any Intellectual Property Rights is given in respect of any Confidential Information solely by the disclosure of such Confidential Information by the Disclosing Party.

7.7 With respect to archival storage, the Client acknowledges that Intertek may retain in its archive for the period required by its quality and assurance processes, or by the testing and certification rules of the relevant accreditation body, all materials necessary to document the Services provided.

8. AMENDMENT

8.1 No amendment to this Agreement shall be effective unless it is in writing, expressly stated to amend this Agreement and signed by an authorised signatory of each party.

9. FORCE MAJEURE

9.1 Neither party shall be liable to the other for any delay in performing or failure to perform any obligation under this Agreement to the extent that such delay or failure to perform is a result of:

(a) war (whether declared or not), civil war, riots, revolution, acts of terrorism, military action, sabotage and/or piracy;

(b) natural disasters such as violent storms, earthquakes, tidal waves, floods and/or lighting, explosions and fires;

(c) strikes and labour disputes, other than by any one or more employees of the affected party or of any supplier or agent of the affected party; or

(d) failures of utilities companies such as providers of telecommunication, internet, gas or electricity services.

9.2 For the avoidance of doubt, where the affected party is Intertek any failure or delay caused by failure or delay on the part of a subcontractor shall only be a Force Majeure Event (as defined below) where the subcontractor is affected by one of the events described above.

9.3 A party whose performance is affected by an event described in Clause 9.1 (a Force Majeure Event) shall:

(a) promptly notify the other party in writing of the Force Majeure Event and the cause and the likely duration of any consequential delay or non-performance of its obligations;

(b) use all reasonable endeavours to avoid or mitigate the effect of the Force Majeure Event and continue to perform or resume performance of its affected obligations as soon as reasonably possible; and

(c) continue to provide Services that remain unaffected by the Force Majeure Event.

9.4 If the Force Majeure Event continues for more than sixty (60) days after the day on which it started, each party may terminate this Agreement by giving at least ten (10) days' written notice to the other party.

10. LIMITATIONS AND EXCLUSIONS OF LIABILITY

10.1 neither party excludes or limits liability to the other party:

(a) for death or personal injury resulting from the negligence of that party or its directors, officers, employees, agents or sub-contractors; or

(b) for its own fraud (or that of its directors, officers, employees, agents or sub-contractors).

10.2 SUBJECT TO CLAUSE 10.1, THE MAXIMUM AGGREGATE LIABILITY OF INTERTEK IN CONTRACT, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE AND BREACH OF STATUTORY DUTY) OR OTHERWISE FOR ANY BREACH OF THIS AGREEMENT OR ANY MATTER ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SERVICES TO BE PROVIDED IN ACCORDANCE WITH THIS AGREEMENT SHALL BE THE AMOUNT OF CHARGES DUE BY THE CLIENT TO INTERTEK UNDER THIS AGREEMENT.

10.3 SUBJECT TO CLAUSE 10.1, NEITHER PARTY SHALL BE LIABLE TO THE OTHER IN CONTRACT, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE AND BREACH OF STATUTORY DUTY) OR OTHERWISE FOR ANY:

(a) LOSS OF PROFITS;

(b) LOSS OF SALES OR BUSINESS;

(c) LOSS OF OPPORTUNITY (INCLUDING WITHOUT LIMITATION IN RELATION TO THIRD PARTY AGREEMENTS OR CONTRACTS);

(d) LOSS OF OR DAMAGE TO GOODWILL OR REPUTATION;

(e) LOSS OF ANTICIPATED SAVINGS;

(f) COST OR EXPENSES INCURRED IN RELATION TO MAKING A PRODUCT RECALL;

(g) LOSS OF USE OR CORRUPTION OF SOFTWARE, DATA OR INFORMATION; OR

(h) ANY INDIRECT, CONSEQUENTIAL LOSS, PUNITIVE OR SPECIAL LOSS (EVEN WHEN ADVISED OF THEIR POSSIBILITY).

10.4 ANY CLAIM BY THE CLIENT AGAINST INTERTEK (ALWAYS SUBJECT TO THE PROVISIONS OF THIS CLAUSE 10) MUST BE MADE WITHIN NINETY (90) DAYS AFTER THE CLIENT BECOMES AWARE OF ANY CIRCUMSTANCES GIVING RISE TO ANY SUCH CLAIM. FAILURE TO GIVE SUCH NOTICE OF CLAIM WITHIN NINETY (90) DAYS SHALL CONSTITUTE A BAR OR IRREVOCABLE WAIVER TO ANY CLAIM, EITHER DIRECTLY OR INDIRECTLY, IN CONTRACT, TORT OR OTHERWISE IN CONNECTION WITH THE PROVISION OF SERVICES UNDER THIS AGREEMENT.

11. INDEMNITY

11.1 The Client shall indemnify and hold harmless Intertek, its officers, employees, agents, representatives, contractors and sub-contractors from and against any and all claims, suits, liabilities (including costs of litigation and attorney's fees) arising, directly or indirectly, out of or in connection with:

(a) any claims or suits by any governmental authority or others for any actual or asserted failure of the Client to comply with any law, ordinance, regulation, rule or order of any governmental or judicial authority;

(b) claims or suits for personal injuries, loss of or damage to property, economic loss, and loss of or damage to Intellectual Property Rights incurred by or occurring to any person or entity and arising in connection with or related to the Services provided hereunder by Intertek, its officers, employees, agents, representatives, contractors an sub-contractors;

(c) the breach or alleged breach by the Client of any of its obligations set out in Clause 4 above;

(d) any claims made by any third party for loss, damage or expense of whatsoever nature and howsoever arising relating to the performance, purported performance or non-performance of any Services to the extent that the aggregate of any such claims relating to any one Service exceeds the limit of liability set out in Clause 10 above;

(e) any claims or suits arising as a result of any misuse or unauthorised use of any Reports issued by Intertek or any Intellectual Property Rights belonging to Intertek (including trade marks) pursuant to this Agreement; and

(f) any claims arising out of or relating to any third party's use of or reliance on any Reports or any reports, analyses, conclusions of the Client (or any third party to whom the Client has provided the Reports) based in whole or in part on the Reports, if applicable.

11.2 The obligations set out in this Clause 11 shall survive termination of this Agreement.

12. INSURANCE POLICIES

12.1 Each party shall be responsible for the arrangement and costs of its own company insurance which includes, without limitation, professional indemnity, employer's liability, motor insurance and property insurance.

12.2 Intertek expressly disclaims any liability to the Client as an insurer or guarantor.

12.3 The Client acknowledges that although Intertek maintains employer's liability insurance, such insurance does not cover any employees of the Client or any third parties who may be involved in the provision of the Services. If the Services are to be performed at premises belonging to the Client or third parties, Intertek's employer's liability insurance does not provide cover for non-Intertek employees.

13. TERMINATION

13.1 This Agreement shall commence upon the first day on which the Services are commenced and shall continue, unless terminated earlier in accordance with this Clause 13, until the Services have been provided.

13.2 This Agreement may be terminated by:

(a) either party if the other continues in material breach of any obligation imposed upon it hereunder for more than thirty (30) days after written notice has been dispatched by that Party by recorded delivery or courier requesting the other to remedy such breach;

(b) Intertek on written notice to the Client in the event that the Client fails to pay any invoice by its due date and/or fails to make payment after a further request for payment; or

(c) either party on written notice to the other in the event that the other makes any voluntary arrangement with its creditors or becomes subject to an administration order or (being an individual or firm) becomes bankrupt or (being a company) goes into liquidation (otherwise than for the purposes of a solvent amalgamation or reconstruction) or an encumbrancer takes possession, or a receiver is appointed, of any of the property or assets of the other or the other ceases, or threatens to cease, to carry on business.

13.3 In the event of termination of the Agreement for any reason and without prejudice to any other rights or remedies the parties may have, the Client shall pay Intertek for all Services performed up to the date of termination. This obligation shall survive termination or expiration of this Agreement.

13.4 Any termination or expiration of the Agreement shall not affect the accrued rights and obligations of the parties nor shall it affect any provision which is expressly or by implication intended to come into force or continue in force on or after such termination or expiration.

14. ASSIGNMENT AND SUB-CONTRACTING

14.1 Intertek reserves the right to delegate the performance of its obligations hereunder and the provision of the Services to one or more of its affiliates and/ or sub-contractors when necessary. Intertek may also assign this Agreement to any company within the Intertek group on notice to the Client.

15. GOVERNING LAW AND DISPUTE RESOLUTION

15.1 This Agreement and the Proposal shall be governed by Thai law. The parties agree to submit to the exclusive jurisdiction of the Thai Courts in respect of any dispute or claim arising out of or in connection with this Agreement (including any non-contractual claim relating to the provision of the Services in accordance with this Agreement).

16. MISCELLANEOUS

Severability

16.1 If any provision of this Agreement is or becomes invalid, illegal or unenforceable, such provision shall be severed and the remainder of the provisions shall continue in full force and effect as if this Agreement had been executed without the invalid illegal or unenforceable provision. If the invalidity, illegality or unenforceability is so fundamental that it prevents the accomplishment of the purpose of this Agreement, Intertek and the Client shall immediately commence good faith negotiations to agree an alternative arrangement.

No partnership or agency

16.2 Nothing in this Agreement and no action taken by the parties under this Agreement shall constitute a partnership, association, joint venture or other co-operative entity between the parties or constitute any party the partner, agent or legal representative of the other.

Waivers

16.3 Subject to Clause 10.4 above, the failure of any party to insist upon strict performance of any provision of this Agreement, or to exercise any right or remedy to which it is entitled, shall not constitute a waiver and shall not cause a diminution of the obligations established by this Agreement. A waiver of any breach shall not constitute a waiver of any subsequent breach.

16.4 No waiver of any right or remedy under this Agreement shall be effective unless it is expressly stated to be a waiver and communicated to the other party in writing.

Whole Agreement

16.5 This Agreement and the Proposal contain the whole agreement between the parties relating to the transactions contemplated by this agreement and supersedes all previous agreements, arrangements and understandings between the parties relating to those transactions or that subject matter. No purchase order, statement or other similar document will add to or vary the terms of this Agreement.

16.6 Each party acknowledges that in entering into this Agreement it has not relied on any representation, warranty, collateral contract or other assurance (except those set out or referred to in this Agreement) made by or on behalf of any other party before the acceptance or signature of this Agreement. Each party waives all rights and remedies that, but for this Clause, might otherwise be available to it in respect of any such representation, warranty, collateral contract or other assurance.

16.7 Nothing in this Agreement limits or excludes any liability for fraudulent misrepresentation.

Further Assurance

16.8 Each party shall, at the cost and request of any other party, execute and deliver such instruments and documents and take such other actions in each case as may be reasonably requested from time to time in order to give full effect to its obligations under this Agreement.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

intertek
Total Quality. Assured.

5

Quotation No. Q-SL-2006041

To Mr.Sukrit 086-3284965
Personal (University Project)(NEW CUSTOMER)

Date June 11, 2020

From Manlika Sunthong (Sales Executive)

Total Page 1

Subject Quotation for Fabric test

Dear Mr.Sukrit 086-3284965Personal (University Project)(NEW CUSTOMER)

Thank you for your inquiry, Please signed and stamp company chop for confirm test and attached this quotation when you submit sample to lab.

No.	Test Item	Test Method	Unit Price (THB)	QTY	Amount (THB)
1	Colourfastness to rubbing	ISO 105 X12	189	10	1,890.00
2	Colourfastness to Washing	ISO 105 C06 60°C	245	10	2,450.00
3	Antibacterial test **stephylococcus aureus and klebsiella pneumonia**	AATCC 100	5,000	1	5,000.00

Note: **The above is special price for University project**
Testing time: 8 working days for Antibacterial test

Remark:

- The price is not included VAT7%.
- Testing time is 4 working days for regular service(Thailand), For testing time is 7-10 working days for subcontract job.
  Other than regular service, the following speed service are also available.

Speed Services	Turnaround Time	Surcharges
Express	3 working days	40%
Shuttle	2 working days	70%
Same day	1 working day	100%

- There will be minimum charge of 500 Baht per report issued if total costs of tests do not exceed 500 Baht.
- Payment term: For new clients that do not have the credit facility with Intertek, please wire on transfer payment to Intertek account in advance as below
  Siam Commercial Bank Plc.(Bangkhen Branch) at saving A/C 041-248992-1
  Tax ID: 0105528006880 (เลขที่ประจำตัวผู้เสียภาษี)
- Domestic Payer must deduct withholding tax at the rate of 3% whenever service fee exceed 1,000 Baht and submit two copies of withholding (หนังสือรับรองการหักภาษีเงินได้ ณ ที่จ่าย) to Intertek accordingly.
- For using the Free of Charge pick-up and delivery (in specific area) Hotline: (662) 765-2999 Ext. 1663-4; K.Taywin or Fax No.: (662) 765 2925-6
- Quotation are valid for a period of 6 months from the quotation date.
- **Please refer to our Terms & Conditions At website : .** Intertek Standard Terms and Conditions of Services

Acknowledge by

Best Regard,
Manlika. S
Manlika Sunthong
Sales Executive
+662 765 2982
manlika.sunthong@intertek.com

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Road,Wong-Sawang, Bangsue Bangkok 10800, Thailand
Tel:(662)765-2999 Fax:(662) 765-2985

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

b

Inward Number :	WorkSheet	BKKT20006939

Sample Description	TEN (10) PIECES OF SUBMITTED SAMPLE SAID TO BE WOVEN FABRIC IN WHITE A) E01 B) E101 C) E81 D) E61 E) E41 F) Y101 G) Y81 H) Y61 I) Y41 J) Y01
Number of Samples / Pieces	10
Wash Care Instruction	Buyer : Vendor :
Date Received	**Jun 18 2020 8:29AM**
Service	REG
Expected Date	**Tue,Jun-23-2020**
Confirmation Date	Jun 18 2020 8:55AM
Buyer Name	**U.K. CUSTOMER GROUP**
Style No. / Ref No.	-
Order No.	-
Type Of Print / Dye	
Type of Finish	
Fiber Content	100% COTTON
Color	A:E01, B:E101, C:E81, D:E61, E:E41, F:Y101, G:Y81, H:Y61, I:Y41, J:Y01
Testing Department	Color Fastness (G2) , Color Fastness (G3)
Destination	
Sample Remark	

Wash Care Symbol

Tests to be conducted

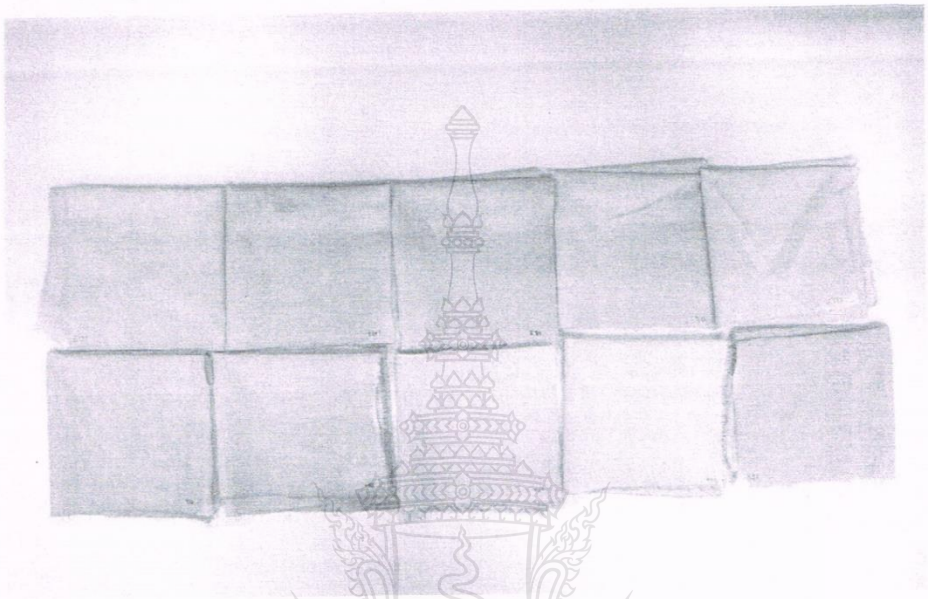
Sr No.	Test Name	Method	Department	Piece(s)
1	CF to Washing (A-C) [UK-TLAS]	ISO 105-C06:2010; TEST NO.C2S, - 30 MINUTES MECHANICAL WASH AT 60°C, 0.4% ECE REFERANCE DETERGENT AND 0.1% SODIUM PERBORATE SOLUTION WITH 25 STEEL BALLS (ADJUST pH=10.5):	Color Fastness (G2)	A:E01, B:E101, C:E81, D:E61, E:E41, F:Y101, G:Y81, H:Y61, I:Y41, J:Y01
2	CF to Rubbing As Received [UK-TLAS]	ISO 105-X12:2016 -	Color Fastness (G3)	A:E01, B:E101, C:E81, D:E61, E:E41, F:Y101, G:Y81, H:Y61, I:Y41, J:Y01

Registered	Sampled	Verified	Finalised	Closed	Invoice	Dispatched
Atcharawan Cheepaprom Email: atcharawan.c@intertek.com Jun 18 2020 8:55AM						

intertek
Total Quality. Assured.

7

REPORT NUMBER : BKKT20006939



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

8

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

APPLICANT : MR.SUKRIT KRUMSOONGNERN
48/43 MOO 12, T.LUMLUKKA, A.LUMLUKKA,
PATHUMTHANI 12150, THAILAND
ATTN : MR.SUKRIT

SAMPLE DESCRIPTION	: TEN (10) PIECES OF SUBMITTED SAMPLE SAID TO BE WOVEN FABRIC IN WHITE A) E01 B) E101 C) E81 D) E61 E) E41 F) Y101 G) Y81 H) Y61 I) Y41 J) Y01
FIBRE CONTENT	: 100% COTTON
STYLE NO.	: -
ARTICLE NO.	: -
ORDER NO./PO NO.	: -
DATE RECEIVED/DATE TEST STARTED	: 18 Jun 2020
DATE CONFIRMATION	: 19 Jun 2020
TESTING PERIOD	: 19 Jun 2020 To 24 Jun 2020

TEST CONDUCTED : AS PER THE REQUEST OF THE APPLICANT. FOR FURTHER DETAILS PLEASE REFER TO ENCLOSED PAGE(S)

AUTHORIZED BY
FOR Intertek Testing Services Ltd. [Bangkok]

THANATE KHONGYAI
LAB MANAGER/SOFTLINES DEPARTMENT

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

9

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

CONCLUSION :
BASED UPON THE SUBMITTED SAMPLE AND TEST RESULTS REPORTED,

	(A)	(B)	(C)	(D)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#	#	#

	(E)	(F)	(G)	(H)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#	#	#

	(I)	(J)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#

NOTE : M = MEETS BUYER'S REQUIREMENT
C = COMMERCIALLY ACCEPTABLE
# = NO COMMENT
NA = NOT APPLICABLE
(s) = THE TEST WAS CONDUCTED BY SUBCONTRACTOR.
F = BELOW BUYER'S REQUIREMENT
U = UNACCEPTABLE
* = NO SUBMITTED INFORMATION

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

10

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

TEST CONDUCTED (AS REQUESTED BY THE APPLICANT)

1. COLOUR FASTNESS TO WASHING

ISO 105-C06:2010; TEST NO.C2S, 30 MINUTES MECHANICAL WASH AT 60°C, 0.4% ECE REFERANCE DETERGENT AND 0.1% SODIUM PERBORATE SOLUTION WITH 25 STEEL BALLS (ADJUST pH=10.5):

		(A)	(B)	(C)	(D)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	4-5	4-5	

		(E)	(F)	(G)	(H)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	4-5	4-5	

		(I)	(J)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	

REMARK:
* = GROUND COLOUR WAS WASHED OFF TOTALLY.

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

TEST REPORT

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

11

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

2. COLOUR FASTNESS TO RUBBING

ISO 105-X12:2016

AS RECEIVED

	(A) LENGTH	(A) WIDTH	(B) LENGTH	(B) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	3-4	4	-
WET	4	4	4	4	-

	(C) LENGTH	(C) WIDTH	(D) LENGTH	(D) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	3-4	4-5	4-5	4-5	-
WET	4	4-5	4-5	4-5	-

	(E) LENGTH	(E) WIDTH	(F) LENGTH	(F) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4-5	4-5	-
WET	4-5	4-5	4	4	-

	(G) LENGTH	(G) WIDTH	(H) LENGTH	(H) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4	4-5	-
WET	4	4	4-5	4-5	-

	(I) LENGTH	(I) WIDTH	(J) LENGTH	(J) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4-5	4-5	-
WET	4-5	4-5	4	4	-

REMARK:
RATING SYSTEM:
CLASS 5 - NO STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 4 - SLIGHTLY STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 3 - NOTICEABLE STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 2 - CONSIDERABLE STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 1 - EXCESSIVE STAINING/COLOUR CHANGE.

END OF THE TEST REPORT

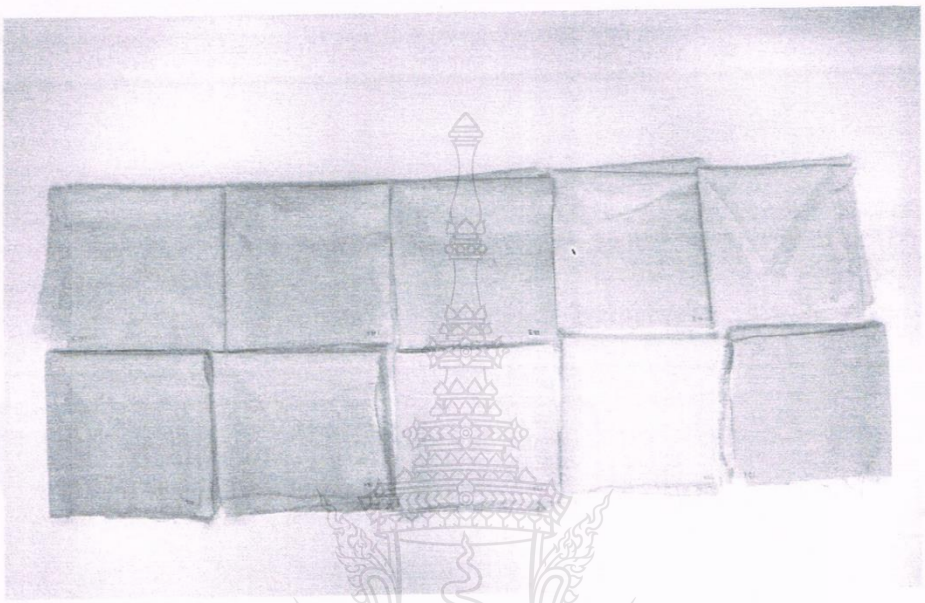
This report (including any enclosures and attachments) are prepared for the exclusive use of the Customer(s) named in the report and solely for the purpose for which it is provided and on the basis of instructions and information and/or materials supplied by Intertek's Customer. The test results relate only to the specific items tested and are not intended to be a recommendation for any particular course of action. Customer is responsible for acting as it sees fit on the basis of such results. Unless Intertek provide express prior written consent, no part of this report should be reproduced, distributed or communicated to any third party. Intertek do not accept any liability if this report is used for an alternative purpose from which it is intended, nor do Intertek owe any duty of care to any third party in respect of this report. Except where explicitly agreed in writing, all work and services performed is governed by Intertek Standard Terms and Conditions of Service which is available on request or can be obtained at http://www.intertek.com/terms.

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800. Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

12

REPORT NUMBER : BKKT20006939



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

13

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

APPLICANT : MR.SUKRIT KRUMSOONGNERN
48/43 MOO 12, T.LUMLUKKA, A.LUMLUKKA,
PATHUMTHANI 12150, THAILAND
ATTN : MR.SUKRIT

SAMPLE DESCRIPTION : TEN (10) PIECES OF SUBMITTED SAMPLE SAID TO BE WOVEN FABRIC IN WHITE
A) E01
B) E101
C) E81
D) E61
E) E41
F) Y101
G) Y81
H) Y61
I) Y41
J) Y01

FIBRE CONTENT : 100% COTTON
STYLE NO. : -
ARTICLE NO. : -
ORDER NO./PO NO. : -
DATE RECEIVED/DATE TEST STARTED : 18 Jun 2020
DATE CONFIRMATION : 19 Jun 2020
TESTING PERIOD : 19 Jun 2020 To 24 Jun 2020

TEST CONDUCTED : AS PER THE REQUEST OF THE APPLICANT. FOR FURTHER DETAILS PLEASE REFER TO ENCLOSED PAGE(S)

AUTHORIZED BY
FOR Intertek Testing Services Ltd. [Bangkok]

THANATE KHONGYAI
LAB MANAGER/SOFTLINES DEPARTMENT

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 789-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

14

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

CONCLUSION :
BASED UPON THE SUBMITTED SAMPLE AND TEST RESULTS REPORTED,

	(A)	(B)	(C)	(D)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#	#	#

	(E)	(F)	(G)	(H)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#	#	#

	(I)	(J)
COLOUR FASTNESS TO WASHING	#	#
COLOUR FASTNESS TO RUBBING	#	#

NOTE : M = MEETS BUYER'S REQUIREMENT
C = COMMERCIALLY ACCEPTABLE
# = NO COMMENT
NA = NOT APPLICABLE
(s) = THE TEST WAS CONDUCTED BY SUBCONTRACTOR.
F = BELOW BUYER'S REQUIREMENT
U = UNACCEPTABLE
* = NO SUBMITTED INFORMATION

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

15

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

TEST CONDUCTED (AS REQUESTED BY THE APPLICANT)

1. COLOUR FASTNESS TO WASHING

ISO 105-C06:2010; TEST NO.C2S, 30 MINUTES MECHANICAL WASH AT 60°C, 0.4% ECE REFERANCE DETERGENT AND 0.1% SODIUM PERBORATE SOLUTION WITH 25 STEEL BALLS (ADJUST pH=10.5) :

		(A)	(B)	(C)	(D)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	4-5	4-5	

		(E)	(F)	(G)	(H)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	4-5	4-5	

		(I)	(J)	REQUIREMENT
COLOUR CHANGE		1*	1*	-
COLOUR STAINING	ACETATE	4-5	4-5	-
	COTTON	4-5	4-5	
	NYLON	4-5	4-5	
	POLYESTER	4-5	4-5	
	ACRYLIC	4-5	4-5	
	WOOL	4-5	4-5	

REMARK:
* = GROUND COLOUR WAS WASHED OFF TOTALLY.

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652903 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

intertek
Total Quality. Assured.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING 0396

16

TEST REPORT

NUMBER : BKKT20006939
DATE : 24-Jun-2020

2. COLOUR FASTNESS TO RUBBING

ISO 105-X12:2016

AS RECEIVED

	(A) LENGTH	(A) WIDTH	(B) LENGTH	(B) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	3-4	4	-
WET	4	4	4	4	-

	(C) LENGTH	(C) WIDTH	(D) LENGTH	(D) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	3-4	4-5	4-5	4-5	-
WET	4	4-5	4-5	4-5	-

	(E) LENGTH	(E) WIDTH	(F) LENGTH	(F) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4-5	4-5	-
WET	4-5	4-5	4	4	-

	(G) LENGTH	(G) WIDTH	(H) LENGTH	(H) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4	4-5	-
WET	4	4	4-5	4-5	-

	(I) LENGTH	(I) WIDTH	(J) LENGTH	(J) WIDTH	REQUIREMENT
DRY	4-5	4-5	4-5	4-5	-
WET	4-5	4-5	4	4	-

REMARK:
RATING SYSTEM:
CLASS 5 - NO STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 4 - SLIGHTLY STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 3 - NOTICEABLE STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 2 - CONSIDERABLE STAINING/COLOUR CHANGE.
CLASS 1 - EXCESSIVE STAINING/COLOUR CHANGE.

END OF THE TEST REPORT

This report (including any enclosures and attachments) are prepared for the exclusive use of the Customer(s) named in the report and solely for the purpose for which it is provided and on the basis of instructions and information and/or materials supplied by Intertek's Customer. The test results relate only to the specific items tested and are not intended to be a recommendation for any particular course of action. Customer is responsible for acting as it sees fit on the basis of such results. Unless Intertek provide express prior written consent, no part of this report should be reproduced, distributed or communicated to any third party. Intertek do not accept any liability if this report is used for an alternative purpose from which it is intended, nor do Intertek owe any duty of care to any third party in respect of this report. Except where explicitly agreed in writing, all work and services performed is governed by Intertek Standard Terms and Conditions of Service which is available on request or can be obtained at http://www.intertek.com/terms.

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
1285/5 Prachachuen Rd., Wong Sawang, Bangsue, Bangkok 10800, Tel: (66) 2 765-2999 Fax:(66) 2 7652003 E-mail: Thailand.softlines@intertek.com, http://www.intertek.com The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory. Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf.

เล่มที่ 001 เลขที่ 0030

ใบเสร็จรับเงิน

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถนนรังสิต - นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0994000153180

วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563

ได้รับเงินจาก นายสิกฤษฎิ์ ศรีมลังเนิน

ที่อยู่ 45/23 ม. 12 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12150

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วยละ	จำนวนเงิน	
1	ค่าวิเคราะห์ตรวจใบเลี้ยงปลายข้าว			12,400	-
	022/2563				
จำนวนเงิน - หนึ่งหมื่นสองพันสี่ร้อยบาทถ้วน -			รวมเป็นเงิน	12,400	-

(ลงชื่อ) ..... ผู้รับเงิน

(นางสาวกมล ธุรีโร)

(ตำแหน่ง) เจ้าหน้าที่การเงิน

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) ธัญบุรี ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ + 66 (0) 2549 3538

รายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ

เลขที่งาน 022/2563

1. ชื่อลูกค้า นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน

ที่อยู่ 48/43 หมู่ 12 ตำบลลำลูกกา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12150

โทรศัพท์ 086-3284965 **โทรสาร** -

2. รายละเอียดลักษณะ สภาพ และการบ่งชี้ ของตัวอย่างที่ทดสอบ

ผ้าผ่านการเคลือบสารยับยั้งเชื้อ ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 48 มิลลิเมตร บรรจุในซองพลาสติกปิดสนิท

3. รับตัวอย่าง วันที่ 21 เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

4. ทำการทดสอบ วันที่ 22 เดือน กันยายน - 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

5. ผลการวิเคราะห์ทดสอบ

รายการที่วิเคราะห์	รายการที่ตรวจวิเคราะห์		หมายเหตุ
	การยับยั้ง *E. coli* (mm)	การยับยั้ง *S. aureus* (mm)	
1. ตัวอย่างผ้า 1 (original)	0	29.2	
2. ตัวอย่างผ้า 2 (DDR)	0	23.2	

ลงนาม.....

(นายณัฐพล ชาวสวน)

ผู้ดำเนินการวิเคราะห์

ลงนาม.....

(ดร.ธัษฎาวุธ อารีสิริสุข)

ผู้ตรวจสอบผลการวิเคราะห์

หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์)

ประธานกรรมการบริหารศูนย์ความเป็นเลิศ

ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

1. รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทดสอบเท่านั้น
2. รายงานผลการทดสอบ ต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับโดยได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ
3. ช่องหมายเหตุ ใช้ระบุ มาตรฐาน ข้อกำหนด detection limit หรือข้อมูลอื่นๆ ตามที่ลูกค้าร้องขอ
4. * เป็นรายการวิเคราะห์ที่ไม่รับรองโดย สมอ. และ/หรือ สรอ.
5. N.D. หมายถึง ตรวจไม่พบ , LOD หมายถึง ขีดจำกัดวิธีการวิเคราะห์

Center of Excellent in Nano-Biotechnology Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Rungsit – Nakornayok (km.13) Rd., Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND.
Tel. + 66 (0) 2549 3538

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) ธัญบุรี ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ + 66 (0) 2549 3538

รายการที่วิเคราะห์	รายการที่ตรวจวิเคราะห์		หมายเหตุ
	การยับยั้ง *E. coli* (mm)	การยับยั้ง *S. aureus* (mm)	
3. ตัวอย่างผ้า 3 (E)	47.7	47.4	
4. ตัวอย่างผ้า 4 (E04)	46.0	46.1	
5. ตัวอย่างผ้า 5 (E06)	45.9	45.4	
6. ตัวอย่างผ้า 6 (E08)	46.8	47.1	
7. ตัวอย่างผ้า 7 (E10)	45.4	45.8	
8. ตัวอย่างผ้า 8 (Y)	45.8	45.2	
9. ตัวอย่างผ้า 9 (Y04)	45.8	45.6	

ลงนาม.....
(นายณัฐพล ชาวสวน)
ผู้ดำเนินการวิเคราะห์

ลงนาม.....
(ดร.อัษฎาวุธ อารีสิริสุข)
ผู้ตรวจสอบผลการวิเคราะห์
หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์)
ประธานกรรมการบริหารศูนย์ความเป็นเลิศ
ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

1. รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทดสอบเท่านั้น
2. รายงานผลการทดสอบ ต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับโดยได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ
3. ช่องหมายเหตุ ใช้ระบุ มาตรฐาน ข้อกำหนด detection limit หรือข้อมูลอื่นๆ ตามที่ลูกค้าร้องขอ
4. * เป็นรายการวิเคราะห์ที่ไม่รับรองโดย สมอ. และ/หรือ สรอ.
5. N.D. หมายถึง ตรวจไม่พบ , LOD หมายถึง ขีดจำกัดวิธีการวิเคราะห์

Center of Excellent in Nano-Biotechnology Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Rungsit – Nakornnayok (km.13) Rd., Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND.
Tel. + 66 (0) 2549 3538

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) ธัญบุรี ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ + 66 (0) 2549 3538

รายการที่วิเคราะห์	รายการที่ตรวจวิเคราะห์		หมายเหตุ
	การยับยั้ง *E. coli* (mm)	การยับยั้ง *S. aureus* (mm)	
10. ตัวอย่างผ้า 10 (Y06)	41.6	45.2	
11. ตัวอย่างผ้า 11 (Y08)	45.7	45.7	
12. ตัวอย่างผ้า 12 (Y10)	45.5	46.3	

6. ออกเอกสารรายงานผลการวิเคราะห์ วันที่ 3 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563

ลงนาม.....

(นายณัฐพล ชาวสวน)
ผู้ดำเนินการวิเคราะห์

ลงนาม.....
(ดร.อัษฎาวุธ อารีสิวิสุข)
ผู้ตรวจสอบผลการวิเคราะห์
หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์)
ประธานกรรมการบริหารศูนย์ความเป็นเลิศ
ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน

1. รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทดสอบเท่านั้น
2. รายงานผลการทดสอบ ต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับโดยได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ
3. ช่องหมายเหตุ ใช้ระบุ มาตรฐาน ข้อกำหนด detection limit หรือข้อมูลอื่นๆ ตามที่ลูกค้าร้องขอ
4. * เป็นรายการวิเคราะห์ที่ไม่รับรองโดย สมอ. และ/หรือ สรอ.
5. N.D. หมายถึง ตรวจไม่พบ , LOD หมายถึง ขีดจำกัดวิธีการวิเคราะห์

Center of Excellent in Nano-Biotechnology Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Rungsit – Nakornnayok (km.13) Rd., Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND.
Tel. + 66 (0) 2549 3538

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ 02 549 4163 โทรสาร 02 549 4119

CENTER OF EXCELLENCE IN NANO-BIOTECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI
KLONG 6 THANYABURI PATUMTHANI 12110
Tel. 02 549 4163 Fax. 02 549 4119

ใบแจ้งหนี้

ชื่อลูกค้า (Customer's Name) นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน
ที่อยู่ (Address) 48/43 หมู่ 12 ตำบลลำลูกกา
อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12150

โทรศัพท์ 086-3284965 โทรสาร -

เลขที่ 022/2563
วันที่ 23 กันยายน 2563
รหัสงาน -
เลขที่ทดสอบ -
ชื่อตัวอย่าง ผ้า

ลำดับ (Item)	รายการ (Description)	จำนวนเงิน (Amount)	
1	ค่าวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* จำนวน 12 ตัวอย่าง	6,000.00	-
2	ค่าวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* จำนวน 12 ตัวอย่าง	6,000.00	-
3	ค่าเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Escherichia coli*	200.00	-
4	ค่าเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Staphylococcus aureus*	200.00	-
	ยอดชำระรวมเป็นเงิน Total Amount หนึ่งหมื่นสองพันสี่ร้อยบาทถ้วน	12,400	-

ลงชื่อ.....
(นางสาวอุบลวรรณา ชาติสำโรง)
เจ้าหน้าที่การเงิน

เงื่อนไขการชำระ :
- ชำระด้วยเงินสดที่ งานการเงิน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ชั้น 2)
- โอนเงินเข้าบัญชี "มทร.ธัญบุรี-ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่บัญชี 453-1-42080-1
พร้อมทั้งส่งหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมายังคณะฯ ทาง FAX หรือส่งอีเมล์ ubonwana2516@gmail.com
เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการออกใบเสร็จรับเงิน

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) ธัญบุรี ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ 025494163 โทรสาร 025494119 Email: cnb@rmutt.ac.th

ใบเสนอราคา

วันที่ 22 กันยายน 2563 **เลขที่** 022/2563

เรียน นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน Tel: 086-3284965

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความประสงค์ขอเสนอราคาค่าสินค้าและบริการ ดังมีรายการต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	ค่าวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*	12	500.00	6,000.00
2	ค่าวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*	12	500.00	6,000.00
3	ค่าเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Escherichia coli*	1	200.00	200.00
4	ค่าเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Staphylococcus aureus*	1	200.00	200.00
หมายเหตุ [ ] เป็นราคารวมค่าขนส่งแล้ว [ ] เป็นราคาที่ไม่รวมค่าขนส่ง				
หนึ่งหมื่นสองพันสี่ร้อยบาทถ้วน			**รวมเป็นเงินทั้งสิ้น**	12,400.00

โดยมีกำหนดยืนราคาภายใน.....-.....วัน นับตั้งแต่วันเสนอราคาเป็นต้นไป

และกำหนดส่งผลวิเคราะห์ทดสอบภายใน.....-.....วัน

หลังการชำระเงินและได้รับตัวอย่าง

ลงชื่อ.....
(ดร.อัษฎาวุธ อารีสิริสุข)
ผู้เสนอราคา
วันที่ 22 ก.ย. 63

ยืนยันการสั่งซื้อสินค้าและบริการ

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้สั่งซื้อสินค้าและบริการ
วันที่ .....

ลงชื่อ.....
(ดร.อัษฎาวุธ อารีสิริสุข)
หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนาโน
วันที่ 22 ก.ย. 63

ข้อมูลดิบของการประเมินความหนา-บางของผ้าชิ้นตัวอย่าง (ความหนาบางมากที่สุด = 10 จนถึงความหนาบางน้อยที่สุด = 1)

คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	AJ13	AJ11	AJ12	AJ05	AJ06	AJ07	AJ08	AJ09	AJ10	AJ01	AJ02	AJ03	AJ04
1	ญ	40	17	1	2	1	9	9	8	8	5	5	10	10	10	10
2	ญ	46	16	2	5	5	8	9	7	7	6	6	9	9	9	9
3	ช	44	10	1	5	5	9	9	9	8	6	6	10	10	10	10
4	ญ	34	13	2	6	6	9	10	10	8	7	5	9	8	9	9
5	ช	42	15	2	6	6	8	9	7	7	6	6	10	10	10	10
6	ญ	48	13	1	6	7	9	9	10	9	5	5	9	10	10	9
7	ญ	39	14	2	3	1	9	8	8	3	3	5	10	10	10	9
8	ญ	28	9	1	5	6	9	8	8	8	6	6	10	9	9	10
9	ช	51	15	2	9	9	10	9	10	8	8	9	9	10	9	9
10	ญ	57	32	2	9	9	7	6	7	7	8	9	7	7	9	9
11	ญ	49	31	2	5	5	9	8	7	7	6	6	10	9	9	10
12	ญ	55	32	1	3	2	8	8	7	7	6	5	9	9	10	9
13	ช	50	24	1	5	5	8	8	5	5	5	5	8	8	9	8
14	ญ	41	20	1	6	7	9	8	8	3	3	5	10	10	10	9
15	ญ	32	12	3	5	6	9	8	8	3	3	5	10	10	10	10
16	ญ	41	10	2	6	6	9	10	10	8	7	5	9	8	9	9
17	ญ	44	12	2	6	6	8	9	7	7	6	6	10	10	10	10
18	ช	42	12	1	6	7	9	9	10	9	5	5	9	10	10	9
19	ญ	34	8	2	9	9	7	6	7	7	8	9	7	7	9	9
20	ช	29	8	2	5	5	9	8	7	7	6	6	10	9	9	10
21	ญ	50	20	1	3	2	8	8	7	7	6	5	9	9	10	9
22	ญ	32	6	1	2	1	9	9	8	8	5	5	10	10	10	10
23	ญ	33	8	2	5	5	8	9	7	7	6	6	9	9	9	9
24	ช	31	9	2	3	1	9	8	8	3	3	5	10	10	10	9
25	ญ	49	15	1	5	6	9	8	8	8	6	6	10	9	9	10
26	ช	44	20	2	9	9	10	9	10	8	8	9	9	10	9	9
27	ช	49	31	2	9	9	7	6	7	7	8	9	7	7	9	9
28	ญ	29	6	2	5	5	9	8	7	7	6	6	10	9	9	10
29	ญ	52	24	1	3	2	8	8	7	7	6	5	9	9	10	9
30	ญ	41	14	1	5	5	8	8	5	5	5	5	10	8	9	8
31	ญ	36	12	1	6	7	9	8	8	3	3	5	10	10	8	9
32	ญ	38	12	3	5	6	9	8	8	3	3	5	10	10	8	10
33	ญ	32	6	2	6	6	9	10	10	8	7	5	9	8	9	9
34	ช	46	20	2	9	9	7	6	7	7	8	9	10	9	9	9
35	ญ	36	8	2	5	5	9	8	7	7	6	6	10	9	9	10
36	ช	36	11	1	3	2	8	8	7	7	6	5	9	9	8	9
37	ญ	28	8	1	6	7	9	8	8	3	3	5	10	10	8	9
38	ญ	31	5	3	5	6	9	8	8	3	3	5	10	10	8	10
39	ญ	36	11	2	3	1	9	8	8	3	3	5	10	10	9	9
40	ช	30	6	1	5	6	9	8	8	8	6	6	9	9	9	8
41	ช	34	7	2	9	9	10	9	10	8	8	9	9	10	9	9
42	ญ	36	7	2	9	9	7	6	7	7	8	9	10	7	9	8
43	ญ	30	8	2	5	5	9	8	7	7	6	6	10	9	9	8
44	ญ	38	15	2	5	5	8	9	7	7	6	6	10	9	9	8
45	ญ	34	8	2	3	1	9	8	8	3	3	5	10	10	9	9
46	ญ	32	7	1	5	6	9	8	8	8	6	6	10	10	9	8
47	ญ	45	15	1	3	2	8	8	7	7	6	5	10	10	9	8
48	ญ	45	14	1	5	5	8	8	5	5	5	5	10	10	9	9
49	ญ	50	20	1	6	7	9	8	8	3	3	5	9	10	9	9
50	ญ	55	30	2	9	9	10	9	10	8	8	9	9	10	9	9
AVEARGE		40.08	14.12	1.64	5.46	5.42	8.62	8.2	7.8	6.36	5.62	6.02	9.44	9.24	9.18	9.12
SD		8.11	7.47	0.6	2.01	2.52	0.78	0.95	1.29	1.97	1.68	1.48	0.81	0.94	0.6	0.66

AJ13 คือไม่ได้ตกแต่ง

AJ11-12 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 8 และ 10

AJ09-10 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 8 และ 10

AJ05-08 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 4 6 8 และ 10

AJ01-04 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 4 6 8 และ 10

ข้อมูลดิบของการประเมินความนุ่มนวล-ความกระด้างของผ้าชิ้นตัวอย่าง (ความนุ่มนวลมากที่สุด = 10 จนถึงความกระด้างน้อยที่สุด = 1)

คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	AJ13	AJ11	AJ12	AJ05	AJ06	AJ07	AJ08	AJ09	AJ10	AJ01	AJ02	AJ03	AJ04
1	ญ	40	17	10	10	9	3	4	5	6	9	10	1	1	1	1
2	ญ	46	16	10	10	9	4	4	4	5	8	10	1	1	1	1
3	ช	44	10	10	9	10	3	5	4	5	6	10	1	1	1	1
4	ญ	34	13	10	10	10	3	4	3	4	9	10	3	3	3	4
5	ช	42	15	10	9	10	4	4	4	5	7	9	1	1	1	1
6	ญ	48	13	10	10	10	3	4	4	5	8	10	1	1	1	1
7	ญ	39	14	10	10	10	3	4	4	5	8	10	1	1	1	1
8	ญ	28	9	10	10	10	4	4	4	6	6	10	1	1	1	1
9	ช	51	15	10	10	10	4	4	5	7	7	10	1	1	1	1
10	ญ	57	32	10	10	10	3	4	5	6	8	9	1	1	1	1
11	ญ	49	31	9	9	9	3	2	2	5	8	8	1	1	1	1
12	ญ	55	32	10	9	10	2	2	4	3	6	6	1	1	1	1
13	ช	50	24	10	9	10	4	5	4	4	6	6	1	3	1	3
14	ญ	41	20	10	10	10	3	4	5	6	9	10	1	1	1	1
15	ญ	32	12	10	9	9	3	3	4	5	9	9	1	1	1	1
16	ญ	41	10	10	10	9	3	4	5	6	6	9	1	1	1	1
17	ญ	44	12	10	10	10	4	4	4	5	8	10	1	1	1	1
18	ช	42	12	10	9	10	3	5	4	5	9	9	1	1	1	1
19	ญ	34	8	10	10	10	3	4	4	5	8	9	1	1	1	1
20	ช	29	8	10	10	10	3	4	4	5	8	10	1	1	1	1
21	ญ	50	20	10	10	10	4	4	4	6	6	8	1	1	2	1
22	ญ	32	6	10	10	10	4	4	5	7	9	9	1	1	1	1
23	ญ	33	8	10	10	10	3	4	5	6	8	9	1	1	2	1
24	ช	31	9	10	9	10	3	2	2	5	8	8	1	1	1	1
25	ญ	49	15	10	9	10	2	2	4	3	6	6	1	1	1	1
26	ช	44	20	9	9	9	4	5	4	4	6	6	1	3	1	3
27	ช	49	31	10	10	10	3	4	5	6	9	10	1	1	2	1
28	ญ	29	6	10	10	9	3	4	5	6	6	10	1	1	1	1
29	ญ	52	24	10	10	10	4	4	4	5	8	10	1	1	1	1
30	ญ	41	14	10	9	9	3	5	4	5	9	10	1	1	1	1
31	ญ	36	12	10	10	10	3	4	4	5	8	10	1	1	1	1
32	ญ	38	12	10	10	9	3	4	4	5	8	8	1	1	1	1
33	ญ	32	6	10	10	9	4	4	4	6	7	10	1	1	1	1
34	ช	46	20	10	10	9	4	4	4	6	7	8	1	1	1	1
35	ญ	36	8	10	10	10	4	4	5	7	7	10	1	1	1	1
36	ช	36	11	10	10	10	3	4	5	6	9	9	1	1	1	2
37	ญ	28	8	10	9	9	3	2	2	5	9	8	1	1	1	2
38	ญ	31	5	10	9	9	4	4	4	5	8	9	1	1	1	2
39	ญ	36	11	10	9	9	3	5	4	5	9	8	1	1	1	2
40	ช	30	6	10	9	9	3	4	4	5	9	8	1	1	2	2
41	ช	34	7	9	9	9	3	4	4	5	8	9	1	1	1	2
42	ญ	36	7	9	9	9	3	4	4	5	8	9	1	1	2	2
43	ญ	30	8	9	9	9	4	4	4	6	9	9	1	1	1	2
44	ญ	38	15	10	9	10	4	4	5	7	9	10	1	1	1	2
45	ญ	34	8	10	9	10	3	4	5	6	9	9	1	1	1	2
46	ญ	32	7	9	9	9	3	5	4	5	9	9	1	1	1	2
47	ญ	45	15	10	10	10	3	4	3	4	9	9	3	3	3	2
48	ญ	45	14	10	9	10	4	4	4	5	9	9	1	2	2	2
49	ญ	50	20	10	10	10	3	4	4	5	8	8	1	1	1	2
50	ญ	55	30	9	9	9	3	4	4	5	8	8	1	1	1	2
AVERAGE		40.08	14.12	9.86	9.54	9.6	3.3	3.92	4.1	5.28	7.9	8.94	1.08	1.18	1.2	1.44
SD		8.108543	7.47	0.35	0.5	0.49	0.54	0.75	0.74	0.88	1.09	1.15	0.4	0.56	0.49	0.67

AJ13 คือไม่ได้ตกแต่ง

AJ11-12 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 8 และ 10

AJ09-10 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 8 และ 10

AJ05-08 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 4 6 8 และ 10

AJ01-04 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 4 6 8 และ 10

ข้อมูลดิบของการประเมินความเรียบ-ขรุขระของผ้าชิ้นตัวอย่าง (ความขรุขระมากที่สุด = 10 จนถึงความขรุขระน้อยที่สุด = 1)

คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	AJ13	AJ11	AJ12	AJ05	AJ06	AJ07	AJ08	AJ09	AJ10	AJ01	AJ02	AJ03	AJ04
1	ญ	40	17	1	2	4	9	9	8	8	3	4	10	10	10	10
2	ญ	46	16	2	2	2	8	9	7	9	3	4	9	9	9	9
3	ช	44	10	1	2	3	9	9	9	8	3	4	10	10	10	10
4	ญ	34	13	2	2	2	9	10	10	8	3	4	9	8	9	9
5	ช	42	15	2	2	2	8	9	7	9	3	4	10	10	10	10
6	ญ	48	13	1	2	3	9	9	10	9	3	2	9	10	10	9
7	ญ	39	14	2	3	2	9	8	8	9	3	2	10	10	10	9
8	ญ	28	9	1	2	1	9	8	8	9	3	4	10	9	9	10
9	ช	51	15	2	2	2	10	9	10	8	2	2	9	10	9	9
10	ญ	57	32	2	2	2	7	6	7	9	3	4	7	7	9	9
11	ญ	49	31	2	2	2	9	8	7	9	3	3	10	9	9	10
12	ญ	55	32	1	3	4	8	8	7	9	3	3	9	9	10	9
13	ช	50	24	1	2	2	8	8	5	9	3	4	8	8	9	8
14	ญ	41	20	1	2	2	9	8	8	9	2	2	10	10	10	9
15	ญ	32	12	3	3	3	9	8	8	9	2	2	10	10	10	10
16	ญ	41	10	2	2	2	9	10	10	8	3	3	9	8	9	9
17	ญ	44	12	2	2	2	8	9	7	9	2	2	10	10	10	10
18	ช	42	12	1	2	2	9	9	10	9	2	2	9	10	10	9
19	ญ	34	8	2	2	2	7	6	7	7	2	2	7	7	9	9
20	ช	29	8	2	2	2	9	8	7	7	3	3	10	9	9	9
21	ญ	50	20	1	3	2	8	8	10	10	3	3	9	9	10	9
22	ญ	32	6	1	3	3	9	9	8	8	3	3	10	10	10	10
23	ญ	33	8	2	3	3	8	9	10	10	3	3	9	9	9	9
24	ช	31	9	2	3	2	9	8	8	9	3	3	10	10	10	9
25	ญ	49	15	1	3	3	9	8	8	10	3	3	10	9	9	9
26	ช	44	20	2	3	2	8	9	10	10	3	3	9	10	9	9
27	ช	49	31	2	3	2	7	6	10	10	3	3	7	7	9	9
28	ญ	29	6	2	3	2	9	10	10	10	3	3	10	9	9	10
29	ญ	52	24	1	3	3	8	8	10	10	2	3	9	9	10	9
30	ญ	41	14	1	3	3	8	8	10	10	2	3	10	8	9	8
31	ญ	36	12	1	3	3	8	8	8	10	3	4	10	10	8	9
32	ญ	38	12	3	3	3	8	8	8	9	3	3	10	10	8	10
33	ญ	32	6	2	3	3	8	10	10	10	2	2	9	8	9	9
34	ช	46	20	2	3	4	8	6	8	10	2	2	10	9	9	9
35	ญ	36	8	2	3	4	8	8	8	9	2	2	10	9	9	10
36	ช	36	11	1	3	4	8	8	9	10	1	4	9	9	8	9
37	ญ	28	8	1	3	4	9	8	9	10	1	4	10	10	8	9
38	ญ	31	5	3	3	4	9	8	8	10	3	4	10	10	8	10
39	ญ	36	11	2	3	2	9	9	10	10	2	2	10	10	9	9
40	ช	30	6	1	3	2	9	9	10	10	1	1	9	9	9	9
41	ช	34	7	2	3	4	9	9	10	10	2	2	9	10	9	9
42	ญ	36	7	2	2	2	7	10	10	10	2	2	8	7	9	9
43	ญ	30	8	2	3	4	9	10	10	10	2	2	8	9	9	10
44	ญ	38	15	2	3	3	8	10	9	10	2	2	8	9	9	10
45	ญ	34	8	2	3	3	8	10	10	10	2	4	10	10	9	9
46	ญ	32	7	1	3	4	8	10	9	8	2	4	8	10	9	9
47	ญ	45	15	1	2	3	8	10	10	8	2	4	8	10	9	9
48	ญ	45	14	1	2	4	8	10	10	9	2	4	8	10	9	9
49	ญ	50	20	1	2	3	9	10	10	9	2	4	9	10	9	9
50	ญ	55	30	2	2	4	9	10	10	10	2	2	9	10	9	9
AVEARGE		40.08	14.12	1.64	2.56	2.76	8.44	8.64	8.8	9.2	2.44	2.96	9.2	9.24	9.18	9.24
SD		8.11	7.47	0.6	0.5	0.85	0.67	1.12	1.29	0.86	0.61	0.88	0.9	0.94	0.6	0.52

AJ13 คือไม่ได้ตกแต่ง

AJ11-12 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 8 และ 10

AJ09-10 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 8 และ 10

AJ05-08 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 4 6 8 และ 10

ข้อมูลดิบของการประเมินความอบอุ่น-เย็นของผ้าชิ้นตัวอย่าง (ความอบอุ่นมากที่สุด = 10 จนถึงความอบอุ่นน้อยที่สุด = 1)

คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	AJ13	AJ11	AJ12	AJ05	AJ06	AJ07	AJ08	AJ09	AJ10	AJ01	AJ02	AJ03	AJ04
1	ญ	40	17	10	10	10	4	7	8	9	9	10	2	2	2	3
2	ญ	46	16	9	6	7	4	4	4	5	6	6	3	3	3	3
3	ช	44	10	9	6	7	3	4	4	5	6	6	2	1	1	3
4	ญ	34	13	9	5	5	7	7	7	5	5	7	2	4	3	2
5	ช	42	15	9	6	7	1	8	9	5	5	5	2	2	5	3
6	ญ	48	13	9	6	7	4	8	9	5	5	5	2	2	5	3
7	ญ	39	14	10	10	10	5	5	9	7	9	10	2	2	2	4
8	ญ	28	9	9	10	8	6	8	8	7	6	8	2	3	2	3
9	ช	51	15	10	9	10	5	5	8	8	8	9	3	3	3	4
10	ญ	57	32	10	10	10	5	7	7	8	9	9	2	2	2	4
11	ญ	49	31	10	10	9	5	5	6	6	7	8	2	2	3	3
12	ญ	55	32	10	10	10	4	4	8	7	7	6	3	3	2	2
13	ช	50	24	10	9	10	3	5	3	7	8	8	3	3	2	2
14	ญ	41	20	10	9	8	5	5	8	8	8	9	2	2	3	3
15	ญ	32	12	10	10	10	5	8	8	7	6	8	2	2	2	3
16	ญ	41	10	9	6	7	4	8	9	5	5	5	3	2	5	3
17	ญ	44	12	10	10	10	5	5	9	7	9	10	1	2	2	2
18	ช	42	12	10	9	10	4	5	3	7	10	10	3	3	2	2
19	ญ	34	8	10	10	10	5	8	8	7	10	10	2	2	2	3
20	ช	29	8	10	9	10	5	5	8	8	8	9	3	3	3	3
21	ญ	50	20	10	10	10	5	7	7	8	9	9	2	2	2	3
22	ญ	32	6	9	6	7	2	4	4	5	6	6	2	1	1	2
23	ญ	33	8	9	5	5	7	7	7	5	5	7	2	4	5	2
24	ช	31	9	10	10	9	5	5	6	6	7	8	2	2	3	3
25	ญ	49	15	10	10	10	4	4	8	7	8	9	3	3	2	2
26	ช	44	20	10	9	10	3	5	3	7	8	8	3	3	2	3
27	ช	49	31	10	9	8	5	5	8	8	8	9	2	2	3	3
28	ญ	29	6	10	10	10	5	8	8	7	6	8	1	2	2	3
29	ญ	52	24	9	6	7	7	8	9	5	5	5	3	2	3	3
30	ญ	41	14	10	10	10	5	5	9	7	9	10	1	2	2	2
31	ญ	36	12	10	9	10	3	5	3	7	8	8	3	3	2	2
32	ญ	38	12	10	10	10	2	7	8	9	9	10	2	2	2	2
33	ญ	32	6	9	6	7	4	4	4	6	6	6	3	3	3	3
34	ช	46	20	9	6	9	5	4	4	7	6	6	2	1	3	3
35	ญ	36	8	9	5	5	6	7	7	6	5	7	2	4	3	2
36	ช	36	11	9	6	9	5	4	4	5	6	6	2	1	3	3
37	ญ	28	8	9	5	5	7	7	7	5	5	7	2	4	5	2
38	ญ	31	5	9	6	7	4	8	7	5	8	8	3	2	5	3
39	ญ	36	11	9	6	7	4	8	7	5	5	5	3	2	5	5
40	ช	30	6	10	9	9	5	5	8	8	8	9	3	3	3	5
41	ช	34	7	10	9	9	5	7	7	8	9	9	3	3	3	5
42	ญ	36	7	10	9	9	5	5	6	6	7	8	3	3	3	5
43	ญ	30	8	10	9	9	4	5	3	6	8	8	3	3	2	2
44	ญ	38	15	10	9	8	5	5	7	8	10	10	3	3	3	3
45	ญ	34	8	10	9	9	5	8	7	7	10	10	2	3	3	3
46	ญ	32	7	9	6	7	5	8	7	6	8	8	3	3	3	5
47	ญ	45	15	10	9	9	5	5	9	7	9	10	2	2	3	4
48	ญ	45	14	10	9	10	5	5	3	7	8	8	3	3	3	5
49	ญ	50	20	9	6	7	4	5	4	7	6	6	3	3	3	5
50	ญ	55	30	9	6	7	4	5	4	7	6	6	2	2	2	5
AVERAGE		40.08	14.12	9.6	8.08	8.46	4.58	5.92	6.56	6.6	7.28	7.84	2.38	2.48	2.82	3.12
SD		8.11	7.47	0.49	1.87	1.52	1.21	1.5	2.05	1.18	1.62	1.65	0.6	0.76	1.04	1

AJ13 คือไม่ได้ตกแต่ง

AJ11-12 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 8 และ 10

AJ09-10 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 8 และ 10

AJ05-08 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 4 6 8 และ 10

AJ01-04 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 4 6 8 และ 10

ข้อมูลดิบของการประเมินความพึงพอใจมาก-ความพึงพอใจน้อยของผ้าชิ้นตัวอย่าง (ความพึงพอใจมาก = 10 จนถึงความพึงพอใจน้อยที่สุด = 1)

คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ (ปี)	AJ13	AJ11	AJ12	AJ05	AJ06	AJ07	AJ08	AJ09	AJ10	AJ01	AJ02	AJ03	AJ04
1	ญ	40	17	10	10	10	2	2	2	7	5	5	2	2	2	2
2	ญ	46	16	9	8	8	3	3	3	3	8	8	3	3	3	3
3	ช	44	10	10	10	10	2	2	2	7	5	5	2	2	2	2
4	ญ	34	13	9	8	8	4	4	6	7	8	8	4	4	4	6
5	ช	42	15	10	9	9	3	4	3	7	5	5	3	3	4	3
6	ญ	48	13	10	9	9	3	4	3	7	5	5	3	3	4	3
7	ญ	39	14	10	9	9	2	3	2	7	5	5	2	2	3	2
8	ญ	28	9	10	9	8	3	4	5	3	7	8	1	1	1	1
9	ช	51	15	10	9	9	4	5	5	5	8	8	1	1	1	1
10	ญ	57	32	10	9	9	4	4	6	6	8	8	1	1	1	1
11	ญ	49	31	10	8	9	3	5	3	4	5	7	1	1	1	1
12	ญ	55	32	10	8	10	4	4	5	6	6	7	1	2	1	1
13	ช	50	24	10	9	10	2	5	3	5	6	9	1	2	2	2
14	ญ	41	20	10	9	9	3	2	3	5	8	8	1	1	2	1
15	ญ	32	12	10	10	10	2	4	2	6	5	5	1	2	2	1
16	ญ	41	10	10	10	10	2	4	2	6	5	5	2	1	2	1
17	ญ	44	12	9	8	8	3	3	3	3	8	8	1	1	2	3
18	ช	42	12	10	9	10	2	3	4	4	7	7	1	2	2	3
19	ญ	34	8	9	8	8	7	4	6	5	8	8	2	4	2	3
20	ช	29	8	10	9	9	3	4	4	5	5	5	1	4	2	3
21	ญ	50	20	10	9	9	3	4	4	4	8	8	1	4	2	3
22	ญ	32	6	10	9	9	2	4	4	4	7	8	2	1	1	3
23	ญ	33	8	10	9	8	3	4	5	4	7	8	2	1	2	3
24	ช	31	9	10	9	9	4	4	5	5	8	8	1	2	3	3
25	ญ	49	15	10	9	9	4	4	6	6	8	8	1	1	1	3
26	ช	44	20	10	9	9	3	2	3	2	8	8	1	1	1	3
27	ช	49	31	10	10	10	2	4	2	2	5	5	1	2	2	3
28	ญ	29	6	9	8	8	5	4	6	2	8	8	2	1	1	3
29	ญ	52	24	10	9	9	3	4	3	2	5	5	2	2	2	2
30	ญ	41	14	10	9	10	2	3	4	4	7	7	2	2	2	1
31	ญ	36	12	9	8	8	5	4	6	5	8	8	2	2	2	2
32	ญ	38	12	9	8	8	5	4	6	5	8	8	2	2	2	2
33	ญ	32	6	10	9	9	3	4	3	5	5	5	2	3	3	3
34	ช	46	20	10	9	9	3	4	4	2	5	5	2	3	3	3
35	ญ	36	8	10	9	9	3	4	4	4	8	8	2	2	2	2
36	ช	36	11	10	10	10	6	2	2	5	5	5	2	2	5	6
37	ญ	28	8	9	8	8	5	4	6	5	8	8	2	4	1	1
38	ญ	31	5	9	8	8	3	3	3	3	8	8	2	2	2	1
39	ญ	36	11	10	9	10	6	3	4	4	7	7	2	2	2	1
40	ช	30	6	10	10	10	2	2	2	2	5	5	2	3	3	3
41	ช	34	7	9	8	8	3	3	3	5	8	8	2	3	3	3
42	ญ	36	7	10	9	10	5	3	4	4	7	7	2	2	2	4
43	ญ	30	8	9	8	8	3	3	3	5	8	8	2	2	2	3
44	ญ	38	15	9	8	8	5	4	6	5	8	8	2	3	3	5
45	ญ	34	8	10	10	10	5	2	2	5	5	5	2	3	3	3
46	ญ	32	7	10	9	9	3	4	4	4	8	8	3	2	3	3
47	ญ	45	15	10	9	9	5	4	4	4	7	8	2	1	3	3
48	ญ	45	14	9	8	8	5	4	6	2	8	8	3	2	3	3
49	ญ	50	20	10	9	10	5	3	4	4	7	7	2	2	2	2
50	ญ	55	30	10	9	9	5	4	4	4	7	8	2	1	1	1
AVERAGE		40.08	14.12	9.74	8.86	9	3.54	3.56	3.88	4.5	6.76	6.98	1.82	2.1	2.2	2.48
SD		8.11	7.47	0.44	0.67	0.78	1.28	0.81	1.38	1.49	1.32	1.36	0.69	0.93	0.93	1.2

AJ13 คือไม่ได้ตกแต่ง

AJ11-12 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 8 และ 10

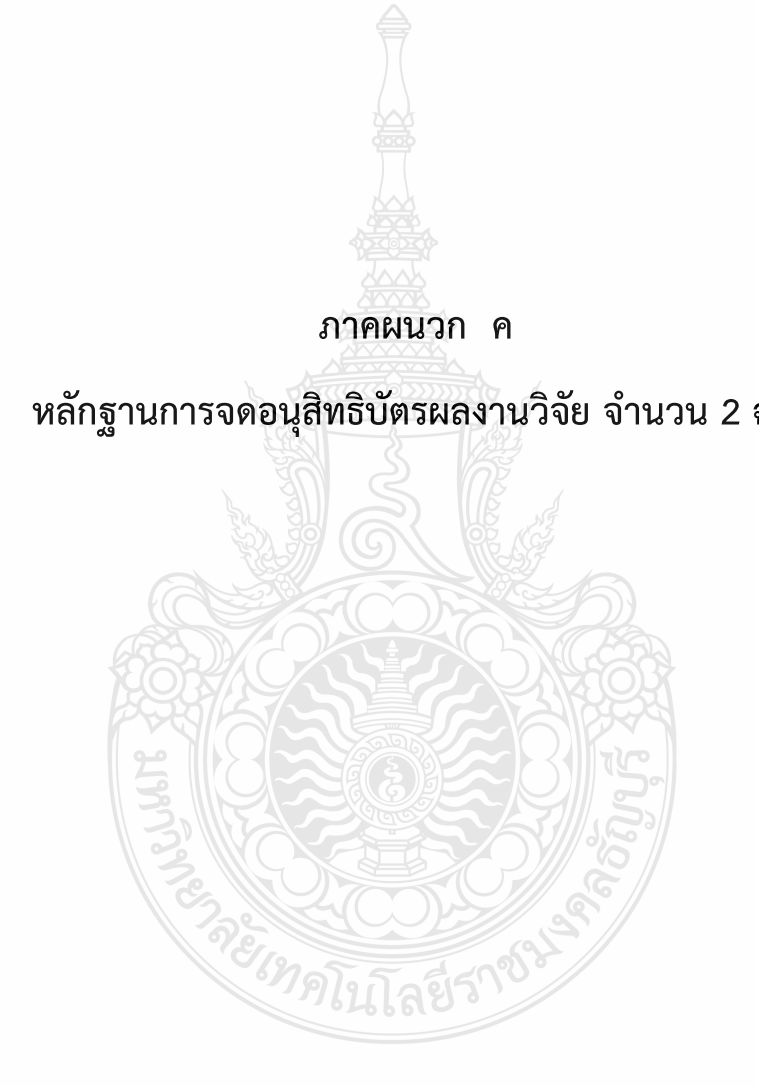
AJ09-10 คือพ่นด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 8 และ 10

AJ05-08 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมไทยร้อยละ 4 6 8 และ 10

AJ01-04 คือพ่นด้วยสารละลายสารยึดติด แล้วพ่นทับด้วยสารละลายไมโครซิลค์ไหมอีรี่ร้อยละ 4 6 8 และ 10

ภาคผนวก ค

หลักฐานการจดอนุสิทธิบัตรผลงานวิจัย จำนวน 2 ฉบับ



แบบ สป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้
ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535
และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่	
วันรับคำขอ 1 ธ ก.พ. 2564	เลขที่คำขอ 2103000498
วันยื่นคำขอ 1 3 ก.พ. 2564	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีคุณธรรมสูงสุดเป็นครั้งแรก

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☑ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ
ชื่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก
ตำบล/แขวง คลองหก อำเภอ/เขต ธัญบุรี จังหวัด ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศ ไทย
อีเมล mayuree_j@rmutt.ac.th
☐ เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☑ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 9 9 4 0 0 0 4 2 5 3 1 8 0 ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)
ในกรณีที่กรมฯ สื่อสารกับท่าน ท่านสะดวกใช้ทาง ☑ อีเมลฉบับ ☐ ยื่นให้ตัวแทน

3.1 สัญชาติ ไทย
3.2 โทรศัพท์ 0 2549 4493
3.3 โทรสาร 0 2549 4680

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่นนอกจากข้อ 1 และข้อ 2

5. ตัวแทน (ถ้ามี)
ชื่อ
ที่อยู่
ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด รหัสไปรษณีย์ ประเทศ
อีเมล
เลขประจำตัวประชาชน ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

5.1 ตัวแทนเลขที่
5.2 โทรศัพท์
5.3 โทรสาร

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกันกับผู้ขอ
ชื่อ นายอภิชาติ สนธิสมบัติ
ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก)
ตำบล/แขวง คลองหก อำเภอ/เขต ธัญบุรี จังหวัด ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศ ไทย
อีเมล apichart.s@en.rmutt.ac.th มือถือ [redacted]
เลขประจำตัวประชาชน [redacted] ☑ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

สำหรับเจ้าหน้าที่

จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ กลุ่มวิศวกรรม	☐ กลุ่มเคมี	สิทธิบัตรการออกแบบ	อนุสิทธิบัตร
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม)	สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมีเทคนิค)	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1)	☐ อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า)	สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ปิโตรเคมี)	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2)	☐ อนุสิทธิบัตร (เคมี)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ฟิสิกส์)	สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ)	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3)	
	สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)		

8. การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง ..... วันเปิดงานแสดง ..... ผู้จัด .....

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ .....

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ .....
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเรียนหมายเลข ..... ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	3	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	5	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	3	หน้า
ง. รูปเขียน	..... รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	..... รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	..... รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☑ เอกสารอื่นๆ .....

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก .....

16. ลายมือชื่อ
☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ตัวแทน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด)

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ใบต่อแบบท้าย แบบ สป/สผ/อสป/001-ก

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

2) นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน
ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เลขที่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
เลขบัตรประจำตัวประชาชน [redacted]

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิทยาการทางชีวเคมี และสิ่งทอ ที่เกี่ยวข้องกับสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

จากการสืบค้นสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร วารสารวิชาการ สื่อออนไลน์ ทั้งฐานข้อมูลประเทศไทยและต่างประเทศ พบสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร วารสารวิชาการ สื่อออนไลน์ ที่มีความใกล้เคียงกับสิ่งประดิษฐ์ ดังนี้

อนุสิทธิบัตรประเทศไทยเลขที่ 9418 (2558) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง มีขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วยการละลายเส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมด้วยสารละลายโซดาไฟเข้มข้นที่อุณหภูมิเดือด เป็นเวลา 5-10 นาที จนวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำให้เป็นกลางด้วยกรดเจือจาง นำสารละลายเส้นใยไหมมาอบแห้งในเครื่องอบแห้ง อุณหภูมิไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป จนกลายเป็นแผ่นเส้นใยไหม นำแผ่นเส้นใยไหมแห้งพร้อมลูกบอลทังสเตนบรรจุใส่ในโถบด นำโถบดต่อเข้ากับเครื่องบดบอลมิลล์ ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาได้ผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) ที่มีความละเอียด 300-500 ไมโครเมตร สามารถใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอด้านการแพทย์ และการผสมในเครื่องสำอาง เพื่อทำให้ผิวหนังชุ่มชื้นดูดความชื้นได้ดี ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) และลดริ้วรอยบนใบหน้าและผิวหนังได้

สิทธิบัตรประเทศไทยเลขที่ประกาศโฆษณา 1501003917A (2562) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผงโปรตีนจากเส้นผมมนุษย์ เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง ประกอบด้วยขั้นตอนการทำความสะอาดเส้นผมมนุษย์ การฟอกขาวและละลายเส้นผมมนุษย์โดยใช้สารละลายโซดาไฟในการทำละลายพร้อมกับการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การทำให้สารละลายโปรตีนเป็นกลางด้วยกรด และการทำแห้งและทำให้เป็นผงโปรตีนด้วยกระบวนการอบและบดด้วยเครื่องบอลมิลล์ ได้ผงโปรตีนที่มีความละเอียดระหว่าง 7-20 ไมครอน (ไมโครเมตร) โดยผงโปรตีนจากเส้นผมมนุษย์ที่ได้สามารถละลายน้ำ สีครีม มีความบริสุทธิ์สูง ต้นทุนต่ำ และใช้ในเชิงพาณิชย์ได้หลายอุตสาหกรรม

อนุสิทธิบัตรไทยเลขที่ 16509 (2563) ได้กล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตผงอนุภาคไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่ เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ เครื่องสำอาง และ การเกษตร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมหอยเชอรี่ การละลายโปรตีนจากเนื้อหอยเชอรี่ การทำแห้ง และทำให้เป็น ผงโปรตีน การกรองอนุภาคผงโปรตีนจากหอยเชอรี่ และการตรวจสอบความละเอียดของผงอนุภาค ไมโครโปรตีน โดยกรรมวิธีการนำไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การพ่นสเปรย์เคลือบวัสดุด้าน สิ่งทอ การผสมในสูตรการผลิตเครื่องสำอาง ปุ๋ยเสริมธาตุอาหารในการเกษตร และผสมอาหารสัตว์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทีมผู้ประดิษฐ์จึงมีแนวคิดปรับปรุงและพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ นอกจากนี้รายละเอียดตามการประดิษฐ์เพิ่มเติมนี้ได้เปิดเผยเกี่ยวกับกระบวนการพ่นเคลือบด้วยอุปกรณ์พ่นสเปรย์เคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ และด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานของวัสดุสิ่งทอ และสิ่งทอทางการแพทย์ ให้หลากหลายและตอบสนองกับผู้ใช้งานมากขึ้นกว่าสินค้าที่มีปรากฏอยู่ในท้องตลาด

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย สารละลายสารยึดติด สารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์ไทย และน้ำสะอาด โดยมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย และการอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์

ความมุ่งหมายของสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ เพื่อทำให้เกิดวัสดุสิ่งทอดังกล่าวช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนังผู้สวมใส่ สามารถดูดความชื้นได้ดี ทำให้วัสดุสิ่งทอสามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) และความเข้มข้นที่เหมาะสมที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

- ผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 4-10 กรัม
- สารยึดติด 8-10 กรัม
- เติมน้ำสะอาดให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ที่ซึ่ง สารยึดติด สามารถเลือกได้จาก สารโคพอลิเมอร์ของอะคริลิค (Acrylic copolymer) หรือสารโคพอลิเมอร์ของไวนิลอะซีเตต (Vinyl acetate copolymer) หรือสารพอลิยูริเทน (Polyurethane) หรือสารพอลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน

กรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ มีขั้นตอนดังนี้

ก. การเตรียมผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย

เริ่มต้นเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ในสภาวะด่าง เตรียมจากสารไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Disodium Hydrogen Phosphate: Na_2HPO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วเติมสารโซเดียม-

ไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide: NaOH) จนค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 12.0-13.0 นำเส้นใยไหมพันธุ์ไทย ที่ซึ่ง เส้นใยไหมพันธุ์ไทย สามารถเลือกได้จาก เส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมดิบ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน หนึ่งส่วนโดยน้ำหนัก แช่ในสารละลายบัฟเฟอร์ในสภาวะด่าง ปริมาณ 10-30 ส่วน โดยน้ำหนัก ลงในภาชนะ แล้วกวนข้าๆ ให้เข้ากัน แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 98-100 องศาเซลเซียส โดยจับเวลา 30-60 นาที หรือจนกว่าวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมเย็นตัวแล้ว นำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมมาผ่านผ้ากรอง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและวัสดุที่ไม่ละลายน้ำออกไป แล้วนำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมที่ผ่านการกรอง ไปปรับสภาพความเป็นด่างทำให้เป็นกลาง (pH) ด้วยสารละลายกรดเข้มข้น เลือกได้จากกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid: HCl) หรือกรดซัลฟุริก (Sulfuric acid: H_2SO_4) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือสารดังกล่าวผสมกัน แล้วกวนข้าๆ ให้เข้ากัน แล้วปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120-130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จนได้ผงไหม เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดแบบใบมีด (Blender Machine) หรือเครื่องบดบอลมิลล์ (Ball Mill Grinding Machine) นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 รูต่อตารางนิ้ว แล้วนำไปบดซ้ำและผ่านตะแกรงกรองอีกอย่างน้อย 3 รอบ จะได้ผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย แล้วเก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ที่ 20 กิโลโวลต์ (kV) กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) พบว่ามีขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยเดี่ยวเล็กที่สุด มีความกว้าง 2.25 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.32 ไมโครเมตร จึงจัดว่าเป็น "อนุภาคไมโครซิลค์"

ข. การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ทำให้แห้ง เริ่มจากการนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่ซึ่ง วัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุสิ่งทอทางการแพทย์ สามารถเลือกได้จาก เส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน มาทำความสะอาด ด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ ปริมาณ 0.5-1.0 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นวัสดุดังกล่าวไปซักในน้ำสะอาด จำนวน 1-2 ครั้ง แล้วนำไปสลัดน้ำ และทำให้ผ้าแห้ง

ค. การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย ประกอบด้วย การชั่งผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 4-10 กรัม ชั่งสารยึดติด 8-10 กรัม แล้วเติมน้ำสะอาดให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ง. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย โดยนำน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย อัตราส่วนของน้ำยา 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ น้ำหนักวัสดุ 1 กรัม พ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยอุปกรณ์พ่นสเปรย์ ให้มีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นน้ำยาที่มี

ส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้เอียงทำมุม 45-55 องศากับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

จ. การอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่เตรียมได้ในข้อ ง. เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120-135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-10 นาที หรือจนวัสดุแห้งสนิท

วัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ที่ตกแต่งแล้วสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุที่รักษาความชุ่มชื้นของผิวหนังผู้สวมใส่ ทำให้ผิวหนังนุ่มนวล สมานรอยแผลเป็นของผิวหนังผู้สวมใส่ และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) มาตรฐานเลขที่ มอก.121 เล่ม 29-2554 ซึ่งจากการวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้า ตามมาตรฐานดังกล่าว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นผ้า เฉลี่ย 45.4 – 47.2 มิลลิเมตร พบว่าวัสดุสิ่งทอมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) และ แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus qureus*) แสดงผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยของระยะเขตวงรอบชิ้นทดสอบที่ยับยั้งแบคทีเรีย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรีย *E.coli*
ผ้าทอลายขัดฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ (ผ้าดิบ)	-47.1	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบสารยึดติด 10 เปอร์เซ็นต์	-46.7	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบอนุภาคไหมไทย 10 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบน้ำยา 4 เปอร์เซ็นต์	-0.3	จำกัด
ผ้าเคลือบน้ำยา 6 เปอร์เซ็นต์	-3.8	จำกัด
ผ้าเคลือบน้ำยา 8 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบน้ำยา 10 เปอร์เซ็นต์	-0.9	จำกัด

หมายเหตุ ผ้าเคลือบน้ำยา หมายถึง ผ้าที่เคลือบน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยของระยะเขตวงรอบชิ้นทดสอบที่ยับยั้งแบคทีเรีย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรีย *S.aureus*
ผ้าทอลายขัดฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ (ผ้าดิบ)	-18	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบสารยึดติด 10 เปอร์เซ็นต์	-23.5	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบอนุภาคไหมไทย 10 เปอร์เซ็นต์	-0.7	จำกัด
ผ้าเคลือบน้ำยา 4 เปอร์เซ็นต์	-0.6	จำกัด
ผ้าเคลือบน้ำยา 6 เปอร์เซ็นต์	-0.3	จำกัด
ผ้าเคลือบน้ำยา 8 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบน้ำยา 10 เปอร์เซ็นต์	-0.1	จำกัด

หมายเหตุ ผ้าเคลือบน้ำยา หมายถึง ผ้าที่เคลือบน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย

จากผลการทดลองการประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) พบว่าผ้าที่พ่นน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 8 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล และ แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี สามารถนำสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งดังกล่าวมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ต้องการสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย เช่น ผ้าชุดเครื่องนอน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าม่าน เป็นต้น

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ที่ 20 กิโลโวลต์ (kV) กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) พบว่ามีขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทยเดี่ยวเล็กที่สุด มีความกว้าง 2.25 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.32 ไมโครเมตร จึงจัดว่าเป็น “อนุภาคไมโครซิลค์”

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

เหมือนกับที่บรรยายในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

- ผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 4-10 กรัม
- สารยึดติด 8-10 กรัม
- เติมน้ำสะอาดให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. สูตรการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่ง สารยึดติด สามารถเลือกได้จาก สารโคพอลิเมอร์ของอะคริลิค (Acrylic copolymer) หรือสารโคพอลิเมอร์ของไวนิลอะซีเตต (Vinyl acetate copolymer) หรือสารพอลิยูริเทน (Polyurethane) หรือสารพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน

3. กรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ที่มีสูตรตามข้อถือสิทธิ 1 หรือ 2 ที่ซึ่ง มีขั้นตอนดังนี้

ก. การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง เริ่มจากการนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ มาทำความสะอาด ด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ ปริมาณ 0.5-1.0 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นวัสดุดังกล่าวไปซักในน้ำสะอาด จำนวน 1-2 ครั้ง แล้วนำไปสลัดน้ำ และทำให้ผ้าแห้ง

ข. การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย ประกอบด้วยการชั่งสารยึดติด 8-10 กรัม ชั่งผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 4-10 กรัม แล้วเติมน้ำสะอาดให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ค. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย โดยนำน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย พ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยอุปกรณ์พ่นสเปรย์ ให้มีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้ตรงหรือเอียงทำมุม 45-55 องศากับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

ง. การอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่เตรียมได้ในข้อ ค. เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120-135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-10 นาที หรือจนวัสดุแห้งสนิท

4. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1-3 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง วัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุสิ่งทอทางการแพทย์ สามารถเลือกได้จาก เส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน

5. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1-4 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง น้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย ใช้อัตราส่วนของน้ำยา 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ น้ำหนักวัสดุ 1 กรัม

6. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1-5 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง อนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด มีความกว้าง 2.25 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.32 ไมโครเมตร

7. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1-6 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย 8 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบและแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี

บทสรุปการประดิษฐ์

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย สารยึดติด อนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์ไทย และน้ำสะอาด โดยมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมผงอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทย และการอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถ.รังสิต - นครนายก คลองหก
อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

วันที่ 31 มกราคม 2564

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ นายอภิชาติ สนธิสมบัติ และนายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิตนครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย และผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด ตำแหน่งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสำเนาประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่องแต่งตั้งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลงวันที่ 10 มีนาคม 2563 ที่อยู่เลขที่ 39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์ไทยที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอน และผู้รับโอน ได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ).....ผู้โอน
(นายอภิชาติ สนธิสมบัติ)

(ลงชื่อ) สุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน .....ผู้โอน
(นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน)

(ลงชื่อ).....ผู้รับโอน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด)

(ลงชื่อ).....พยาน
(นางมยุรี จอยเอกา)

(ลงชื่อ).....พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วารุณี อริยวิริยะนันท์)

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
19 กพ. 2564	2103000499
วันยื่นคำขอ 19 กพ. 2564	

สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ

ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์

วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันรู้อีรีที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☑ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ

ชื่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ที่อยู่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก 12110

ตำบล/แขวง คลองหก อำเภอ/เขต ธัญบุรี จังหวัด ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศ ไทย

อีเมล mayuree_j@rmutt.ac.th

3.1 สัญชาติ ไทย
3.2 โทรศัพท์ 0 2549 4493
3.3 โทรสาร 0 2549 4680

☐ เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☑ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 1 9 4 0 0 0 1 5 3 1 8 0 ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

ในกรณีที่กรมฯ สื่อสารกับท่าน ท่านสะดวกใช้ทาง ☑ อีเมลผู้ขอ ☐ อีเมลตัวแทน

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี)

ชื่อ

ที่อยู่

ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด รหัสไปรษณีย์ ประเทศ

อีเมล

เลขประจำตัวประชาชน

5.1 ตัวแทนเลขที่
5.2 โทรศัพท์
5.3 โทรสาร

☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกันกับผู้ขอ

ชื่อ นายอภิชาติ สนธิสมปติ

ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก)

ตำบล/แขวง คลองหก อำเภอ/เขต ธัญบุรี จังหวัด ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศ ไทย

อีเมล apichart.s@en.rmutt.ac.th มือถือ [redacted]

เลขประจำตัวประชาชน [redacted]

☑ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้มีอำว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแบบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

สำหรับเจ้าหน้าที่

จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ กลุ่มวิศวกรรม
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ฟิสิกส์)

☐ กลุ่มเคมี
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมีเทคนิค)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ปิโตรเคมี)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)

สิทธิบัตรการออกแบบ
☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1)
☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2)
☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3)

อนุสิทธิบัตร
☐ อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม)
☐ อนุสิทธิบัตร (เคมี)

8. การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง ..... วันเปิดงานแสดง ..... ผู้จัด .....

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้
โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ .....

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ .....
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ..... ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
ก. แบบพิมพ์คำขอ 3 หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 6 หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ 3 หน้า
ง. รูปเขียน ..... รูป ..... หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเขียน ..... รูป ..... หน้า
☐ ภาพถ่าย ..... รูป ..... หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☑ เอกสารอื่นๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก .....

16. ลายมือชื่อ
☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ตัวแทน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย ผิวสอาด)

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ใบต่อแนบท้าย แบบ สป/สผ/อสป/001-ก

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

2) นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน
ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เลขที่ 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
เลขบัตรประจำตัวประชาชน [redacted]

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิทยาการทางชีวเคมี และสิ่งทอ ที่เกี่ยวข้องกับสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

จากการสืบค้นสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร วารสารวิชาการ สื่อออนไลน์ ทั้งฐานข้อมูลประเทศไทยและต่างประเทศ พบสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร วารสารวิชาการ สื่อออนไลน์ ที่มีความใกล้เคียงกับสิ่งประดิษฐ์ ดังนี้

อนุสิทธิบัตรประเทศไทยเลขที่ 9418 (2558) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง มีขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วยการละลายเส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมด้วยสารละลายโซดาไฟเข้มข้นที่อุณหภูมิเดือด เป็นเวลา 5-10 นาที จนวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำให้เป็นกลางด้วยกรดเจือจาง นำสารละลายเส้นใยไหมมาอบแห้งในเครื่องอบแห้ง อุณหภูมิไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป จนกลายเป็นแผ่นเส้นใยไหม นำแผ่นเส้นใยไหมแห้งพร้อมลูกบอลทังสเตนบรรจุใส่ในโถบด นำโถบดต่อเข้ากับเครื่องบดบอลมิลล์ ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาได้ผงไหม (ไฟโบรอินและเซริซิน) ที่มีความละเอียด 300-500 ไมโครเมตร สามารถใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอด้านการแพทย์ และการผสมในเครื่องสำอาง เพื่อทำให้ผิวหนังชุ่มชื้นดูดความชื้นได้ดี ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Protecting) และลดริ้วรอยบนใบหน้าและผิวหนังได้

สิทธิบัตรประเทศไทยเลขที่ประกาศโฆษณา 1501003917A (2562) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผงโปรตีนจากเส้นผมมนุษย์ เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ การแพทย์ และเครื่องสำอาง ประกอบด้วยขั้นตอนการทำความสะอาดเส้นผมมนุษย์ การฟอกขาวและละลายเส้นผมมนุษย์โดยใช้สารละลายโซดาไฟในการทำละลายพร้อมกับการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การทำให้สารละลายโปรตีนเป็นกลางด้วยกรด และการทำแห้งและทำให้เป็นผงโปรตีนด้วยกระบวนการอบและบดด้วยเครื่องบอลมิลล์ ได้ผงโปรตีนที่มีความละเอียดระหว่าง 7-20 ไมครอน (ไมโครเมตร) โดยผงโปรตีนจากเส้นผมมนุษย์ที่ได้สามารถละลายน้ำ สีครีม มีความบริสุทธิ์สูง ต้นทุนต่ำ และใช้ในเชิงพาณิชย์ได้หลายอุตสาหกรรม

อนุสิทธิบัตรไทยเลขที่ 16509 (2563) ได้กล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตผงอนุภาคไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่ เพื่อใช้ในงานด้านสิ่งทอ เครื่องสำอาง และ การเกษตร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมหอยเชอรี่ การละลายโปรตีนจากเนื้อหอยเชอรี่ การทำแห้ง และทำให้เป็น ผงโปรตีน การกรองอนุภาคผงโปรตีนจากหอยเชอรี่ และการตรวจสอบความละเอียดของผงอนุภาค ไมโครโปรตีน โดยกรรมวิธีการนำไมโครโปรตีนจากหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การพ่นสเปรย์เคลือบวัสดุด้าน สิ่งทอ การผสมในสูตรการผลิตเครื่องสำอาง ปุ๋ยเสริมธาตุอาหารในการเกษตร และผสมอาหารสัตว์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทีมผู้ประดิษฐ์จึงมีแนวคิดปรับปรุงและพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ นอกจากนี้รายละเอียดตามการประดิษฐ์เพิ่มเติมนี้ได้เปิดเผยเกี่ยวกับกระบวนการพ่นเคลือบด้วยอุปกรณ์พ่นสเปรย์เคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ และด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานของวัสดุสิ่งทอ และสิ่งทอทางการแพทย์ ให้หลากหลายและตอบสนองกับผู้ใช้งานมากขึ้นกว่าสินค้าที่มีปรากฏอยู่ในท้องตลาด

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย สารยึดติด อนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่และน้ำสะอาด โดยมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอและ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง ต่อจากนั้นเตรียมน้ำยาสารยึดติด พ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด การเตรียมน้ำยาอนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ และการอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์

ความมุ่งหมายของสูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ เพื่อทำให้เกิดวัสดุสิ่งทอดังกล่าวช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนังผู้สวมใส่ สามารถดูดความชื้นได้ดี ทำให้วัสดุสิ่งทอสามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (*UV Protecting*) และความเข้มข้นที่เหมาะสมที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติด ประกอบด้วย

- สารยึดติด 8-10 เปอร์เซ็นต์
- น้ำสะอาด 90-92 เปอร์เซ็นต์

สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

- อนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ 4-10 เปอร์เซ็นต์
- น้ำสะอาด 90-96 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดและสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วยกระบวนการพ่นบนวัสดุสิ่งทอแบบสองขั้นตอนของสารยึดติดพอลิยูริเทนพ่นทับด้วยที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากหนอนไหมพันธุ์อีรี่ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ มีขั้นตอนดังนี้

ก. การเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ (เส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมดิบ)

เริ่มต้นเตรียมสารละลายสภาวะด่าง เตรียมจากสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (*Sodium Hydroxide: NaOH*) ความเข้มข้น 7-9% หรือทำให้สารละลายมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 13-14 นำเส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมดิบ หนึ่งส่วนโดยน้ำหนัก แช่ในสารละลายสภาวะด่าง ปริมาณ 10-30 ส่วน โดยน้ำหนัก ลงในภาชนะ แล้วกวนช้าๆ ให้เข้ากัน แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 98-100 องศาเซลเซียส โดยจับเวลา 60-90 นาที หรือจนกว่าวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมพันธุ์อีรี่เย็นตัวแล้ว นำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่มาผ่านผ้ากรองจำนวน 2 ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและวัสดุที่ไม่ละลายน้ำออกไป แล้วนำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่ผ่านการกรอง ไปปรับสภาพความเป็นด่างทำให้เป็นกลาง (pH) ด้วยสารละลายกรดเข้มข้น เลือกได้จากกรดไฮโดรคลอริก (*Hydrochloric acid: HCl*) หรือกรดซัลฟุริก (*Sulfuric acid: H_2SO_4*) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือสารดังกล่าวผสมกัน แล้วกวนช้าๆ ให้เข้ากัน แล้วปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120-130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จนได้ผงไหม เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดแบบใบมีด (*Blender Machine*) หรือเครื่องบดบอลมิลล์ (*Ball Mill Grinding Machine*) นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 รูต่อตารางนิ้ว แล้วนำไปบดซ้ำและผ่านตะแกรงกรองอีกอย่างน้อย 5 รอบ เก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ที่ 20 กิโลโวลต์ (kV) กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) พบว่ามีขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่เดี่ยวเล็กที่สุดมีความกว้าง 1.08 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.14 ไมโครเมตร จึงจัดว่าเป็น “อนุภาคไมโครซิลค์”

ข. การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์ทำความสะอาด ด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ ปริมาณ 0.5-1.0 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นวัสดุดังกล่าวไปซักในน้ำสะอาด จำนวน 1-2 ครั้ง แล้วนำไปสลัดน้ำ และทำให้ผ้าแห้ง

ค. การเตรียมน้ำยาสารยึดติดความเข้มข้น ร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยนำน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดประเภทเรซิน (*Resin*) สารพอลิยูริเทน (*Polyurethane*) หรือสารพอลิไวนิลคลอไรด์ (*Polyvinyl chloride*) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน ความเข้มข้นสารละลายสารยึดติดร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ละลายในน้ำสะอาด ร้อยละ 90-92 โดยปริมาตรต่อปริมาตร

ง. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด โดยนำน้ำยาสารยึดติดจากข้อ ค. โดยใช้อัตราส่วนของสารละลายสารยึดติดพอลิยูริเทน จำนวน 0.5-2 กรัม ต่อ น้ำหนัก

วัสดุ 1 กรัม แล้วใช้อุปกรณ์พ่นสเปรย์พ่นสารละลายสารยึดติด ซึ่งมีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นสารละลายสารยึดติดออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้ตรงหรือเอียงได้ 45-55 องศา กับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

จ. การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของผงอนุภาคเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ ร้อยละ 4-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด การเตรียมน้ำยาอนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การเตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ โดยชั่งผงอนุภาคเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ 4-10 กรัม ละลายในน้ำสะอาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร กวนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ฉ. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ โดยนำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ จ. โดยใช้อัตราส่วนของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ จำนวน 0.5-2 กรัม ต่อน้ำหนักวัสดุ 1 กรัม แล้วใช้อุปกรณ์พ่นสเปรย์พ่นสารละลายสารยึดติด ซึ่งมีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นสารละลายสารยึดติดออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้ตรงหรือเอียงได้ 45-55 องศา กับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

ช. การอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่เตรียมได้ในข้อ ฉ. เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120-135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-10 นาที หรือจนวัสดุแห้งสนิท

วัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ที่ตกแต่งแล้วสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุที่รักษาความชุ่มชื้นของผิวหนังผู้สวมใส่ ทำให้ผิวหนังนุ่มนวล สมานรอยแผลเป็นของผิวหนังผู้สวมใส่ และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 29 การประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) มาตรฐานเลขที่ มอก.121 เล่ม 29-2554 ซึ่งจากการวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผ้า ตามมาตรฐานดังกล่าว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผ้า เฉลี่ย 45.8 – 47.7 มิลลิเมตร พบว่าวัสดุสิ่งทอมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) และ แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) แสดงผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยของระยะเขตวงรอบชิ้นทดสอบที่ยับยั้งแบคทีเรีย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรีย (แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล)
ผ้าทอลายขัดฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ (ผ้าดิบ)	-47.1	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบสารยึดติด 10 เปอร์เซ็นต์	-46.7	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ 10 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 4 เปอร์เซ็นต์	-0.2	จำกัด
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 6 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 8 เปอร์เซ็นต์	-0.2	จำกัด
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 10 เปอร์เซ็นต์	-0.4	จำกัด

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยของระยะเขตวงรอบชิ้นทดสอบที่ยับยั้งแบคทีเรีย (มม.)	การประเมินประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรีย (แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส)
ผ้าทอลายขัดฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ (ผ้าดิบ)	-18	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบสารยึดติด 10 เปอร์เซ็นต์	-23.5	ไม่เพียงพอ
ผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ 10 เปอร์เซ็นต์	-0.3	จำกัด
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 4 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 6 เปอร์เซ็นต์	-0.6	จำกัด
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 8 เปอร์เซ็นต์	0	ดี
ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคไหมอีรี่ 10เปอร์เซ็นต์	0	ดี

จากผลการทดลองการประเมินการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ) พบว่าผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ 10 เปอร์เซ็นต์ (ไม่มีสารยึดติด) และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ 6 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล ได้ดีและ ผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ 4, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส.ได้ดี สามารถนำสูตรดังกล่าวและกรรมวิธีการตกแต่งมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ต้องการสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย เช่น ผ้าชุดเครื่องนอน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าม่าน เป็นต้น

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ที่ 20 กิโลไวลต์ (kV) กำลังขยาย 1,000-5,000 เท่า จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning

Electron Microscope) พบว่ามีขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี่เดี่ยวเล็กที่สุด มีความกว้าง 1.08 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.14 ไมโครเมตร จึงจัดว่าเป็น "อนุภาคไมโครซิลค์"

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

เหมือนกับที่บรรยายในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ข้อถือสิทธิ

1. สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติด และสูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติด ประกอบด้วย

- สารยึดติด 8-10 เปอร์เซ็นต์
- น้ำสะอาด 90-92 เปอร์เซ็นต์

สูตรน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

- อนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ 4-10 เปอร์เซ็นต์
- น้ำสะอาด 90-96 เปอร์เซ็นต์

2. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดและสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ที่มีสูตรตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่ง มีขั้นตอนดังนี้

ก. การเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ (เส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมดิบ)

เริ่มต้นเตรียมสารละลายสภาวะด่าง เตรียมจากสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (*Sodium Hydroxide: NaOH*) ความเข้มข้น 7-9 เปอร์เซ็นต์ หรือทำให้สารละลายมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 13-14 นำเส้นใยไหม เศษเส้นใยไหม หรือรังไหมดิบ หนึ่งส่วนโดยน้ำหนัก แช่ในสารละลายสภาวะด่าง ปริมาณ 10-30 ส่วน โดยน้ำหนัก ลงในภาชนะ แล้วกวนช้าๆ ให้เข้ากัน แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 98-100 องศาเซลเซียส โดยจับเวลา 60-90 นาที หรือจนกว่าวัสดุละลายอย่างสมบูรณ์ ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิปกติ เมื่อสารละลายไหมพันธุ์อีรี่เย็นตัวแล้ว นำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่มาผ่านผ้ากรองจำนวน 2 ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและวัสดุที่ไม่ละลายน้ำออกไป แล้วนำสารละลายโปรตีนเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่ผ่านการกรอง ไปปรับสภาพความเป็นด่างทำให้เป็นกลาง (pH) ด้วยสารละลายกรดเข้มข้น เลือกได้จากกรดไฮโดรคลอริก (*Hydrochloric acid: HCl*) หรือกรดซัลฟุริก (*Sulfuric acid: H_2SO_4*) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือสารดังกล่าวผสมกัน แล้วกวนช้าๆ ให้เข้ากัน แล้วปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาเข้าตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 120-130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จนได้ผงไหม เมื่อแห้งสนิท นำไปบดด้วยเครื่องบดแบบใบมีด (*Blender Machine*) หรือเครื่องบดบอลมิลล์ (*Ball Mill Grinding Machine*) นำอนุภาคที่ผ่านการบดแล้ว มาผ่านตะแกรงกรองขนาด 180-200 รูต่อตารางนิ้ว แล้วนำไปบดซ้ำและผ่านตะแกรงกรองอีกอย่างน้อย 5 รอบ เก็บเฉพาะผงที่ละเอียดใส่ถุงพลาสติกซีลด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ

ก. 2. การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ทำความสะอาด ด้วยน้ำสบู่สังเคราะห์ ปริมาณ 0.5-1.0 กรัมต่อลิตร

ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นวัสดุดังกล่าวไปซักในน้ำสะอาด จำนวน 1-2 ครั้ง แล้วนำไปสลัดน้ำ และทำให้ผ้าแห้ง

ข. การเตรียมน้ำยาสารยึดติดความเข้มข้น ร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยนำน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดประเภทเรซิน (*Resin*) สารพอลิยูริเทน (*Polyurethane*) หรือสารพอลิไวนิลคลอไรด์ (*Polyvinyl chloride*) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกัน ความเข้มข้นสารละลายสารยึดติดร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ละลายในน้ำสะอาด ร้อยละ 90-92 โดยปริมาตรต่อปริมาตร

ค. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด โดยนำน้ำยาสารยึดติดจากข้อ ค. โดยใช้อัตราส่วนของสารละลายสารยึดติดพอลิยูริเทน จำนวน 0.5-2 กรัม ต่อ น้ำหนักวัสดุ 1 กรัม แล้วใช้อุปกรณ์พ่นสเปรย์พ่นสารละลายสารยึดติด ซึ่งมีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นสารละลายสารยึดติดออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้ตรงหรือเอียงได้ 45-55 องศา กับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

ง. การเตรียมน้ำยาที่มีส่วนผสมของผงอนุภาคเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ ร้อยละ 4-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด การเตรียมน้ำยาอนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การเตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ โดยชั่งผงอนุภาคเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ 4-10 กรัม ละลายในน้ำสะอาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร กวนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

จ. การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ โดยนำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ จ. โดยใช้อัตราส่วนของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ จำนวน 0.5-2 กรัม ต่อน้ำหนักวัสดุ 1 กรัม แล้วใช้อุปกรณ์พ่นสเปรย์พ่นสารละลายสารยึดติด ซึ่งมีระยะห่างจากหัวพ่นกับวัสดุอยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ขึงวัสดุกับเฟรมไม้ หรือโลหะให้ปราศจากรอยยับ ก่อนพ่นควรพ่นสารละลายสารยึดติดออกเป็นละอองฝอยเล็กน้อย จึงพ่นโดยตั้งปากพ่นให้ตรงหรือเอียงได้ 45-55 องศา กับการวางเฟรมไม้ หรือโลหะขนานกับพื้นห้อง ใช้ทิศทางการพ่นไปในทิศทางเดียว (ทิศทางจากด้านซ้ายไปด้านขวา พ่นไล่จากบนลงล่าง แล้วพ่นทิศทางจากด้านบนไปด้านล่าง พ่นไล่จากบนลงล่าง) อย่างสม่ำเสมอ พักทิ้งไว้ 5 นาที

ฉ. การอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ โดยนำวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ ที่เตรียมได้ในข้อ ฉ. เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120-135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-10 นาที หรือจนวัสดุแห้งสนิท

3. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดและสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1 หรือ 2 ที่ซึ่ง อนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด มีความกว้าง 1.08 ไมโครเมตร และมีความยาว 2.14 ไมโครเมตร

4. สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดและสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ตามข้อถือสิทธิ 1-3 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ผ้าเคลือบอนุภาคไหมอีรี่ 10 เปอร์เซ็นต์ (ไม่มีสารยึดติด) และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ 6 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคไล ได้ดีและ ผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรี่ 4, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทสรุปการประดิษฐ์

สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารยึดติดและสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ประกอบด้วย สารยึดติด อนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ และน้ำสะอาด โดยมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การทำความสะอาดวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้แห้ง ต่อจากนั้นเตรียมน้ำยาสารยึดติด พ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารยึดติด การเตรียมน้ำยาอนุภาคไมโครซิลค์ของเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ การพ่นเคลือบวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์ด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ และการอบแห้งวัสดุสิ่งทอ และ/หรือวัสดุด้านสิ่งทอทางการแพทย์

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถ.รังสิต - นครนายก คลองหก
อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

วันที่ 31 มกราคม 2564

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ นายอภิชาติ สนธิสมบัติ และนายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิตนครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย และผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด ตำแหน่งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสำเนาประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี เรื่องแต่งตั้งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลงวันที่ 10 มีนาคม 2563 ที่อยู่เลขที่ 39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ สูตรและกรรมวิธีการตกแต่งด้วยน้ำยาที่มีส่วนผสมของสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จากเส้นใยไหมพันธุ์อีรี่ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอน และผู้รับโอน ได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ).....ผู้โอน
(นายอภิชาติ สนธิสมบัติ)

(ลงชื่อ) สุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน ผู้โอน
(นายสุกฤษฎิ์ กรีมสูงเนิน)

(ลงชื่อ).....ผู้รับโอน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด)

(ลงชื่อ).....พยาน
(นางมยุรี จอยเอกา)

(ลงชื่อ).....พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วารุณี อริยวิริยะนันท์)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสุกฤษฎ์ กรึมสูงเนิน
วัน เดือน ปีเกิด	29 กรกฎาคม 2536
ที่อยู่	48/43 ม.12 หมู่บ้านชาล็อตเพลส ตำบลลำลูกกา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12150
การศึกษา	ปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์ทำงาน	ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง 2560-2563 ธุรกิจส่วนตัว
เบอร์โทรศัพท์	086-3284965
อีเมล์	jame_dm@hotmail.com