

การศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองชั้นตอนของ สารยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย และ อนุภาคไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี บนผ้าฝ้ายทอหลายชนิด

สุกฤษฎี กริมสูงเนิน^{1*} และอภิชาติ สนธิสมบัติ¹
sukrit_k@mail.mutt.ac.th^{1*}, apichart.s@en.mutt.ac.th¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received	: 23-Mar-2021
Revised	: 24-May-2021
Accepted	: 25-May-2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นบนผ้าแบบสองชั้นตอน ชั้นตอนแรก พ่นผ้าด้วยสารยึดติดพอลิยูรีเทน พ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย และอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี (ขนาดอนุภาค เดียวเล็กที่สุด 2,250 x 2,320 และ 1,080 x 2,140 นาโนเมตร ตามลำดับ) บนผ้าฝ้ายทอหลายชนิด ผ้าถูกทดสอบความคงทนต่อการ ซีดถูแบบแห้งและเปียก การทดสอบความคงทนต่อการซักล้าง การทดสอบการซึมน้ำ และการทดสอบต่อต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย ร้อยละ 10 พบว่ามีการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาคือผ้าที่พ่นสารยึด ติดและพ่นสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี ร้อยละ 10 สำหรับการทดสอบต่อต้านแบคทีเรีย ผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่น สารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย ร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ (เอสเชอริเชีย โคลิ) และ แบคทีเรียแกรมบวก (สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส) ได้ ในทางกลับกันผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคใหม่อิตาลี ร้อยละ 6 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบได้ และผ้าที่พ่นสารยึดติดและพ่นสารละลายอนุภาคใหม่อิตาลี ร้อยละ 4 8 และ 10 สามารถ ต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ สรุปว่าผลลัพธ์ของสูตรที่กล่าวข้างต้นเหมาะสำหรับการตกแต่งบนผ้าทอฝ้ายหรือผ้าที่ต้องการ ต้านทานแบคทีเรียอื่น ๆ ที่เช่น ผ้าสำหรับเฟอร์นิเจอร์ เครื่องนอน ผ้าปูที่นอน เป็นต้น

คำสำคัญ: อนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย อนุภาคไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี ผ้าฝ้ายทอหลายชนิด 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 Sonthisombat¹
sukrit_k@mail.mutt.ac.th^{1*}, apichart.s@en.mutt.ac.th¹

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

Received	: 23-Mar-2021
Revised	: 24-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 ชนิดหนึ่งที่ได้รับ การยอมรับเป็น “ราชินีของเส้นใย” ผลิตมาจากตัว หนอนไหม ซึ่งเพาะเลี้ยง หรือเจริญเติบโตตามธรรมชาติ เส้นไหมประกอบด้วยกรดอะมิโน ซึ่งไหมจัดเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ (ตามสภาพการเพาะเลี้ยง) คือ ไหมเลี้ยง (Mulberry Silk: ไหมบอมบิกซ์ มอริ (Bombyx mori) ซึ่งเป็นไหมที่กิน ใบหม่อน และไหมป่า (Wild Silk) ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ โดยมีแหล่งกำเนิดอยู่ที่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และประเทศอินเดีย ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงไหมป่าอีก ชนิดหนึ่ง ที่มีชื่อว่าไหมเอรี่ (Eri Silk) ไหมเอรี่เป็นพันธุ์ไหมป่า ชนิดหนึ่งที่มีกระจายอยู่บริเวณภาคเหนือของประเทศ อินเดีย เนปาล จีน และญี่ปุ่น ถูกนำมาทดลองเลี้ยงในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2517 โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ศึกษาวิจัย จนถึงปี พ.ศ. 2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีการส่งเสริมการเลี้ยง ไหมเอรี่ให้กับเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปลูก ต้นมันสำปะหลังจำนวนมาก เพื่อให้เกษตรกรนำเอาใบมัน สำปะหลังมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงตัวหนอนไหมเอรี่ แทนการตัด ใบทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ โดยตัวหนอนไหมเอรี่ สามารถกินใบ มันสำปะหลัง หรือใบละหุ่งได้ สภาพของเส้นใยจากหนอน ไหมเอรี่ มีสีขาวนวล ให้ผลผลิตที่มีความยาวมากกว่าหนอน ไหมไทย (สีเหลือง) เนื่องจากตัวหนอนไหมเอรี่มีขนาดใหญ่ (บางแห่งเรียกว่าจับใบรังไหม) เมื่อเทียบกับหนอนไหมไทย (สีเหลือง) ที่มีขนาดเล็กกว่า นอกจากนี้ตัวดักแด้ของไหมเอรี่ มีโปรตีนร้อยละ 66-67 เมื่อเทียบกับตัวดักแด้ของไหมบ้าน จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 54-55 [1-3]

คณะนักวิจัย [4-6] พบว่าไหมไทย (สีเหลืองทอง) มีส่วนประกอบที่เป็นกาไหมปริมาณสูงสุดร้อยละ 38 ซึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับไหมเลี้ยงชนิดอื่นๆ มักมีปริมาณกาไหม ร้อยละ 20-25 เท่านั้น กระบวนการปั่นเส้นไหมจากตัว หนอนไหมที่โตเต็มวัย จะกลายเป็นตัวดักแด้ จะเริ่มพัน ของเหลวที่มีความหนืดจากต่อมขนาดใหญ่สองต่อมภายใน ตัวหนอนไหม สารละลายนี้จะถูกอัดผ่านท่อสองท่อในหัว ของตัวหนอนไหมไปสู่บริเวณที่เป็นแว่นกดเส้นใย สารที่ ออกมานั้นมีความหนืดสูง เรียกว่าเส้นใย หรือ ไฟโบรอิน (Fibroin) จำนวน 2 เส้น แล้วถูกห่อหรือเคลือบด้วยกาไหม

หรือเซริซิน (Sericin) เมื่อสัมผัสกับอากาศจะเกิดฟอร์มตัว เป็นของแข็ง ยึดติดกัน ก่อให้เกิดเส้นใยยาวต่อเนื่อง

ส่วนประกอบเส้นไหมจะประกอบด้วยกรด อะมิ โนอย่างน้อย 18 ชนิด มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และมีสารกำจัดเชื้อจุลินทรีย์บางอย่าง (สารต่อต้านไวรัส (โรคริม และงูสวัด) ที่เป็นเหตุให้เกิดโรคผิวหนังของมนุษย์ ได้ และมีสมบัติที่สำคัญ เช่น เป็นสารควบคุมระดับ คอเลสเตอรอล เป็นสลายแอลกอฮอล์ในร่างกาย เป็นสารทำให้แผลหายเร็วขึ้น เป็นสารรักษาปริมาณน้ำในผิวหนัง สาร กำจัดสิ่งสกปรกในเซลล์ และสารยืดอายุเซลล์ผิวหนัง เป็นต้น [7-8]

ในประเทศไทย มีคณะนักวิจัย [9] ได้รับ อนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับนำเอาเส้นไหมดิบ เศษเส้นไหมดิบ หรือ รังไหมดิบ มาผลิตเป็นอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ที่ผลิตได้มี สมบัติเป็นสารทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น (Moisturizing agent) สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV Protecting) หรือการ นำเอาอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์มาเคลือบวัสดุด้านสิ่งทอ เพื่อทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น ดูดความชื้นในอากาศได้ดี ป้องกัน รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV Protecting) และลดริ้วรอยบน ผิวหนังผู้สวมใส่ได้ อีกทั้งนำไปผสมในเครื่องสำอางทำให้ ผิวหนังนุ่มนวลชุ่มชื้น ลดรอยเหี่ยวย่นบนผิวหนัง

จากเอกสารอ้างอิง [10] เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ อิทธิพลของการพ่นเคลือบสเปรย์บนผิวหนังผ้ากระบวนการ พ่นเคลือบผ้าแบบขั้นตอนเดียว (One Step Spraying Method) (พ่นสารยึดติดพอลิยูรีเทนผสมกับสารละลาย อนุภาคไมโคร/ นาโนซิลค์) พ่นบนผิวหนังผ้าฝ้ายทอหลายชุด เปรียบเทียบกับกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน (Two Steps Spraying Method) (ครั้งแรกเป็นการพ่น เคลือบด้วยสารยึดติดก่อน จากนั้นพ่นครั้งที่สองด้วย สารละลายอนุภาคไมโคร/นาโนซิลค์ บนผิวหนังผ้าฝ้ายทอ หลายชุด) พบว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่น เคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน แสดงให้เห็นว่ามีการยึดติดที่ ดีกว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้า แบบขั้นตอนเดียว จึงเลือกใช้กระบวนการตกแต่ง กระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ในงานวิจัยครั้งนี้ กระบวนการตกแต่งสำเร็จสามารถทำได้ด้วยวิธีการดูดซึม การ จุ่มและบีบอัด หรือการพ่นเคลือบ อย่างไรก็ตามการพ่น เคลือบอาจมีปัญหาเรื่องของความไม่สม่ำเสมอของการพ่น

สเปรย์ ดังนั้นจึงต้องควบคุมขั้นตอนการพ่นสเปรย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ลดการสูญเสียสารเคมีเนื่องจากละอองกระจายตัว แล้วสะท้อนออกไป โดยไม่สัมผัสกับผิวหน้าสิ่งทอมีน้อยที่สุดเท่าที่จะควบคุมได้ [11-14]

2. วัตถุประสงค์

ศึกษากรรมวิธีการผลิตอนุภาคไมโครซิลค์เส้นไหมไทย (พันธุ์พื้นบ้านนางน้อยศรีสะเกษ-1) และ ไมโครซิลค์เส้นไหมอีรี่ (พันธุ์ไทย) ด้วยสภาวะที่เหมาะสม และตกแต่งเชิงเคมี ด้วยการพ่นเคลือบด้วยกระบวนการพ่นเคลือบผ้าแบบสองขั้นตอน ของอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมไทย กับอนุภาคไมโครซิลค์จากไหมอีรี่ บนผ้าฝ้ายทอหลายชุด เปรียบเทียบผลการตรวจสอบขนาดอนุภาคและสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง การทดสอบการขจัดรูปแบบแห้งและเปียก การทดสอบการซักล้าง การทดสอบเวลาในการซึมซับน้ำ (Wicking Test) การประเมินผลการต้านแบคทีเรีย(แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคลิ และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟีโลค็อกคัส 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 ผ้าซิงกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำมาอบด้วยตู้อบลมร้อน บดด้วยเครื่องบดจากนั้นนำอนุภาคไมโครซิลค์ของไหมทั้ง 2 ชนิด และ สารยึดติดพอลิยูรีเทน (บริษัท Performance Science Company Limited) ผสมน้ำกลั่น แยกแต่ละตัวอย่าง เพื่อเตรียมพ่นกระบวนการเตรียมผ้าฝ้าย ซักผ้าด้วยน้ำยาซักผ้า แบบไม่มีประจุ กระบวนการพ่นบนผ้าฝ้ายทอหลายชุด (เบอร์เส้นด้าย

40 (ด้ายยืน) เบอร์เส้นด้าย 40 (ด้ายพุ่ง) แบบ 2 ชั้นตอน (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 จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองสิ่งสกปรกออกด้วยผ้าซิงกรีนขนาด 180-200 Mesh (รู/นิ้ว) นำสารละลายที่เป็นน้ำใสที่ผ่านการกรองมาลงในภาชนะเบี่ยง 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 กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM

กรรมวิธีการตรวจสอบสัณฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM เตรียมตัวอย่าง และดำเนินการที่บริษัทธาราปิ สตีเนส จำกัด (Do SEM: ดู เซ็ม) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ด้วยกล้อง SEM JSM-5410LV ที่ 20 KV

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

3.3 กระบวนการตกแต่งด้วยการพ่นเคลือบสาร ยึดติดพอลิยูรีเทนพ่นทับด้วยสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย บนผ้าฝ้ายทอลายขัด (ผ้าฝ้าย)

3.3.1 วิธีการเตรียมผ้าตัวอย่าง

ตัดผ้าฝ้าย ขนาด 40 x 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 วิธีเตรียมสารละลายสารยึดติด พอลิยูรีเทนความเข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

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

3.3.3 วิธีเตรียมสารละลายอนุภาค ไมโครซิลค์ใหม่ไทย และ ไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี ความเข้มข้นร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร)

เตรียมสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย และ ไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี ความเข้มข้น ร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยชั่งอนุภาคไมโครซิลค์เส้นใหม่ไทย และอิตาลี น้ำหนัก 12, 18, 24 และ 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกตามบีกเกอร์ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวม 8 บีกเกอร์ (ตามลำดับ) คนให้เข้ากัน รอพ่นเคลือบขั้นตอนต่อไป

3.3.4 วิธีพ่นเคลือบสารละลายสาร ยึดติดพอลิยูรีเทน ความเข้มข้นร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี (กระป๋องพ่น) ปริมาณการพ่นสูงสุด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ที่ความดันลมอัดไม่เกิน 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หัวพ่นขนาด 1.8 มม. (เหมาะกับงานพ่นทั่วไป) พ่นสารด้วยระยะห่างจากผ้า

30 ซม. โดยมีแท่นยึดผ้าฝ้ายให้ตั้ง ตั้งมุม 125-130 องศา (เฉียงกับพื้น) และมุมในการพ่นขนานกับพื้น โดยพ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืนด้านหน้า

สำหรับด้านหลัง นำสารละลายที่เตรียมจากกระบวนการ 3.3.2 จำนวน 25 กรัมมาพ่นด้วยกาพ่นสี ดังกล่าวข้างต้น พ่นจากซ้ายไปขวา บริเวณด้านบนไล่ลงมาข้างล่าง จนทั่วทั้งผืน

เมื่อพ่นเคลือบเสร็จ นำผ้าฝ้าย ที่เปียกมาชั่ง น้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง

3.3.5 วิธีพ่นเคลือบสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย และใหม่อิตาลี ความเข้มข้นร้อยละ 4 6 8 และ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร)

นำสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทย และ ไมโครซิลค์ใหม่อิตาลี 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 นำผ้าฝ้ายที่เปียกมาชั่ง น้ำหนักบนเครื่องชั่งละเอียด บันทึกผลการทดลอง จากนั้นดำเนินการพ่นสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 6 8 และ 10 (ตามลำดับ) เรียงกันตามที่อยู่ข้างต้น ครั้งละความเข้มข้นจนครบทุกตัวอย่าง (หมายเหตุ สารละลายอนุภาคไมโครซิลค์จะต้องเป็นชนิดเดียวกัน และความเข้มข้นด้านหน้า และหลังผ้า ต้องเป็นความเข้มข้นเดียวกัน ในแต่ละตัวอย่างผ้า ตามลำดับ)

3.3.6 กระบวนการอบแห้ง/ทำปฏิกิริยาร่างแห

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

การทดลอง ทำเช่นนี้จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง เก็บผ้าฝ้าย ใส่ถุงพลาสติกแล้ว ซีลปากถุง รอทดสอบขั้นตอนต่อไป

3.4 กระบวนการทดสอบสมบัติผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง

3.4.1 การทดสอบการขัดถูแบบแห้ง และเปียก (ISO 105-X12:2016) ดำเนินการที่บริษัท อินเทอร์เน็ต 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 ดำเนินการที่บริษัท อินเทอร์เน็ต เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ ด้วยเครื่อง DURAWASH

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

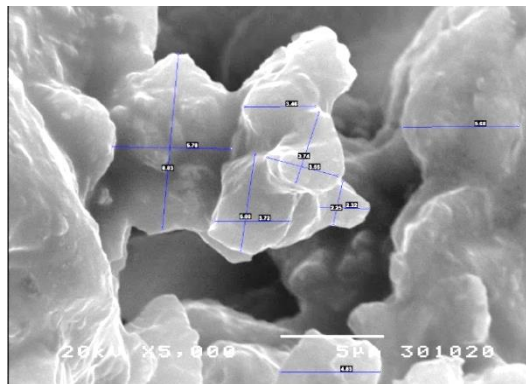
3.4.4 การทดสอบความคงทนต่อเหงื่อ ISO 105-E04:2013) ดำเนินการที่บริษัท อินเทอร์เน็ต เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด จ.กรุงเทพฯ

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

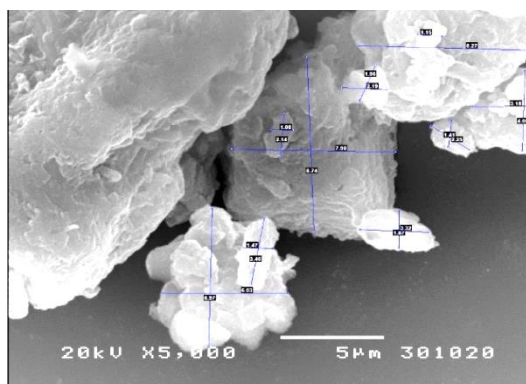
3.4.6 กรรมวิธีการตรวจสอบสีมาตรฐาน และขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกล้อง SEM การตรวจสอบสีมาตรฐาน และขนาดอนุภาคบนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่ง ด้วยกล้อง SEM ตามที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.2.2

4. ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผล

4.1 การตรวจสอบสีมาตรฐาน และขนาดอนุภาคด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 1 สีฐานและขนาดของอนุภาคไมโครซิลิกาใหม่ไทย ด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 2 สีฐานและขนาดของอนุภาคไมโครซิลิกาใหม่อีรี ด้วยกล้อง SEM

ตารางที่ 1 ขนาดอนุภาคของไมโครซิลิกาใหม่ไทย และ ไมโครซิลิกาใหม่อีรี ด้วยกล้อง SEM

ตัวอย่าง	ขนาดอนุภาคเล็กสุด (ไมโครเมตร)	ขนาดอนุภาคใหญ่ (ไมโครเมตร)
อนุภาคใหม่ไทย	2.25 × 2.32	5.78 × 8.83
อนุภาคใหม่อีรี	1.08 × 2.14	6.03 × 6.97

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

ที่สูงสุดในช่วงกว้าง 5,780 นาโนเมตร และยาว 8,830 นาโนเมตร (เนื่องจากอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด เมื่อถูกความชื้นในอากาศจะจับตัวเป็นก้อน)

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

4.2 ความแตกต่างของน้ำหนักผ้าที่ผ่าน

กระบวนการตกแต่งทั้งสองแบบ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้าก่อนตกแต่ง (กรัม) และร้อยละค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้า (เพิ่มขึ้น) หลัง ฟันเคลือบ สำหรับผ้าที่ตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย และตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ผ้าก่อนตกแต่ง (กรัม)	ร้อยละ ค่าเฉลี่ย น้ำหนัก ผ้า (เพิ่มขึ้น) หลัง ฟัน เคลือบ
ผ้าตกแต่งด้วย อนุภาคไหมไทย 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
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 4	20.64	17.51
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 6	20.47	18.90
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 8	20.14	19.72
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10	20.40	20.81

จากตารางที่ 2 พบว่าผ้าตัวอย่างที่ฟันมีปริมาณสารเพิ่มขึ้นมาทุกผืน แสดงว่าผ้าตัวอย่างมีการซึมซับสารที่ฟันเข้าไปในเนื้อผ้า เมื่อวิเคราะห์จากข้อมูลดิบ (น้ำหนักผ้าก่อน-หลังตกแต่ง) พบว่าความแปรปรวนของการฟันสเปรย์สารละลายสารยัดติด และสารละลายอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด ซึ่งเป็นข้อเสียของกระบวนการตกแต่งด้วยการฟันสเปรย์ เนื่องจากการฟุ้งกระจาย หรือสะท้อนของสารละลายเมื่อฟันกระทบกับผ้า

4.3 ทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียก (ISO 105-X12: 2016)

ตารางที่ 3 การประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน

ตัวอย่าง	แนวตั้ง		แนวนอน	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยัดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารยัดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารยัดติด)	4	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารยัดติด)	3-4	4	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยัดติด)	3-4	4	4	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยัดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 4 (มีสารยัดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 6 (มีสารยัดติด)	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 8 (มีสารยัดติด)	4-5	4	4-5	4
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10 (มีสารยัดติด)	4-5	4	4-5	4

จากตารางที่ 3 การทดสอบการขัดถูแบบแห้งและเปียกพบว่าผ้าเคลือบสารยัดติดและอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 และ 10 มีค่าเปื้อนสีแบบแห้งต่ำที่สุด (3-4) กว่าค่าเปื้อนสีแบบเปียก (4) เมื่อเทียบกับผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี มีค่าเปื้อนสีแบบแห้ง และแบบเปียกค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้งหมด

4.4 ผลการทดสอบหลังการซักล้าง (ISO 105 C06) Test No.C2S

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของสี และการประเมินการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังซักล้าง (20 ครั้ง)

ตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงของสี	อะซีด	ฝ้าย	ไนลอน	พอลิเอสเตอร์	อะคริลิก	ขนสัตว์
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6% (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารย้อมติด)	1*	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

หมายเหตุ * คือ Ground Colour was Washed off Totally.

ตารางที่ 4 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสีพบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทย 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
ผ้าตกแต่งสารย้อมติดอย่างเดียว	11	15
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารย้อมติด)	87	79
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 4 (มีสารย้อมติด)	0.3	0.3
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 6 (มีสารย้อมติด)	0.7	0.8
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 8 (มีสารย้อมติด)	0.3	0.2
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารย้อมติด)	10	0.5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (ไม่มีสารย้อมติด)	83	74
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 4 (มีสารย้อมติด)	0.9	0.5
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 6 (มีสารย้อมติด)	1.3	1.0
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 8 (มีสารย้อมติด)	0.5	0.3
ผ้าตกแต่งด้วยอนุภาคไหมอีรี่ ร้อยละ 10 (มีสารย้อมติด)	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) แต่เมื่อนำสารย้อมติด

มาพันบนผ้า จะพบว่าระยะทางการซึมน้ำน้อยลง (เหลือเพียงด้านแนวตั้ง 11 มิลลิเมตร ด้านแนวนอน 15 มิลลิเมตร) แสดงว่าสารยึดติดทำให้ระยะทางการซึมน้ำ (มิลลิเมตร) ลดลง อย่างไรก็ตามหากใช้ผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคใหม่ไทย ความเข้มข้นร้อยละ 10 หรือผ้าเคลือบสารยึดติดและอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 ทำให้ผ้าที่ผ่านการตกแต่งมีความสามารถในการ ระยะทางการซึมน้ำลดลง เนื่องจากสารยึดติดเคลือบบริเวณผิวหน้าผ้า จึงทำให้ความสามารถซึมน้ำลดลงมาก

4.6 การประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ (วิธีเชิงคุณภาพ)

4.6.1 แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli)

ตารางที่ 6 การประเมินผลการต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมลบ บนผ้าตัวอย่าง

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

ตารางที่ 6 พบว่า ผ้าเคลือบอนุภาคใหม่ไทย ความเข้มข้นร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเชอริเชีย โคลิ ได้ดี เมื่อนำผ้าที่พันสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่ไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 และผ้าที่พันสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 6 ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

4.6.2 แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)

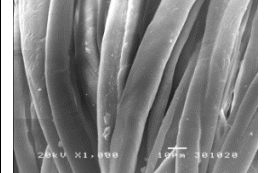
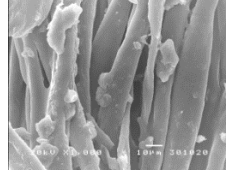
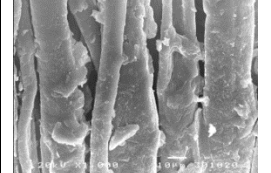
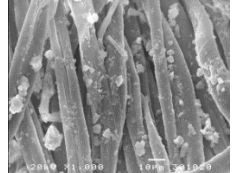
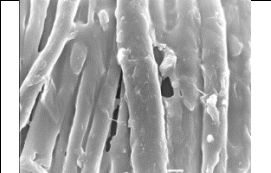
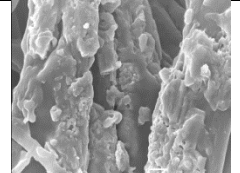
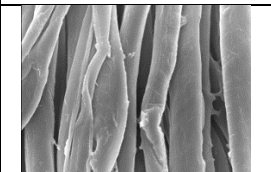
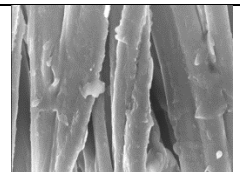
ตารางที่ 7 การต้านแบคทีเรียของสิ่งทอ ต่อแบคทีเรียแกรมบวก บนผ้าตัวอย่าง

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

ตารางที่ 7 พบว่า ผ้าเคลือบอนุภาคใหม่ไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 และผ้าเคลือบอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรียแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส จำกัด แต่เมื่อนำผ้าที่พันสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่ไทยความ

เข้มข้นร้อยละ 8 และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรีความเข้มข้นร้อยละ 4.8 และ 10 ตามลำดับ ให้ผลการต่อต้านแบคทีเรียชนิดนี้ดี

4.7 ผลตรวจสอบขนาดอนุภาค และสัณฐานที่ปรากฏด้วยกล้อง SEM

	
ผ้า Original	ผ้าตกแต่งด้วยสารยึดติด ก่อนช้กัล้าง
	
ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด) ก่อนช้กัล้าง	ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10 (ไม่มีสารยึดติด) ก่อนช้กัล้าง
	
ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) ก่อนช้กัล้าง	ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) ก่อนช้กัล้าง
	
ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมไทย ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง	ผ้าตกแต่งอนุภาคไหมอีรี ร้อยละ 10 (มีสารยึดติด) หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง

รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าตัวอย่าง

รูปที่ 3 พบว่าภาพจากกล้อง SEM แสดงให้เห็นว่า เมื่อเคลือบด้วยสารยึดติด ลักษณะของผ้าจะมีลักษณะเหมือนกาวเคลือบบนเส้นใย และเมื่อผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 (ก่อนช้กัล้าง)

และผ้าที่พ่นสารยึดติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคไหมอีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 (ก่อนช้กัล้าง) พบว่ามีอนุภาคไมโครซิลค์เกาะติดบนเส้นใยจำนวนมาก อย่างไรก็ตามภาพถ่ายจากกล้อง SEM ของผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 (หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง) และผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมอีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 (หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง) พบว่าอนุภาคเล็กๆ ที่เกาะบนผิวหน้าผ้าหายไปเกือบหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจากตารางที่ 5 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทย และผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมอีรีทุกตัวอย่าง ถูกช้กัล้างออกหมด ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมาก (ค่าเท่ากับ 1 จาก 5)

5. บทสรุป

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปว่า

5.1 ภาพถ่ายจากกล้อง SEM ขนาดอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย พบว่ามีขนาดอนุภาคเดี่ยวเล็กที่สุด (กว้าง 2,250 ยาว 2,320 นาโนเมตร) และขนาดของอนุภาคไมโครซิลค์ไหมอีรี 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 แล้วจึงพ่นอนุภาคไมโครซิลค์ไหมไทย) จึงทำให้อนุภาคไหมไทย (ซึ่งใหญ่กว่าอนุภาคไหมอีรี) ไพล่อกมามากกว่า จึงทำให้อนุภาคไหมไทยหลุดออกได้ง่ายกว่า เนื่องจากผ้าเคลือบสารยึดติด และอนุภาคไหมไทยมีสีเหลืองเข้ม ทำให้ค่าการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกล หลังการทดลองการขัดถูแบบแห้ง/เปียก ตามแนวตั้ง/แนวนอน จึงมีค่าประเมินที่ต่ำกว่า ผ้าเคลือบสารยึดติด และผงไหมอีรี ซึ่งมีสีขาวนวล (สีจางกว่า)

5.3 การประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผ้าเคลือบด้วยอนุภาคไหมไทย และอนุภาคไหมอีรีทุกตัวอย่าง ถูกช้กัล้างออกหมด (หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง) พบว่ามีการเปื้อนสีน้อยมาก (4-5) อาจเป็นเพราะสารยึดติดไม่สามารถยึดอนุภาคไมโครซิลค์ทั้งสองชนิด (หลังช้กัล้าง 20 ครั้ง) ในการ

วิจัยครั้งต่อไปควรเลือกสารย้อมติดใหม่ที่ย้อมติดได้ดีกว่าสารย้อมติดตัวเดิมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

5.4 จากผลการทดลองพบว่าผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่ไทยความเข้มข้นร้อยละ 10 มีระยะทางการซึมน้ำสูงสุด รองลงมาเป็นผ้าตัวอย่างที่เคลือบด้วยอนุภาคไมโครซิลค์ใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 10 ซึ่งตรงกับสมบัติของไหมสามารถดูดความชื้นได้ดี แต่เมื่อนำสารย้อมติดมาพ่นบนผ้า จะพบว่ามียุทธศาสตร์การซึมน้ำน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารย้อมติดเข้าไปปิดช่องว่างระหว่างเส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งบนผืนผ้า หรือเคลือบเส้นใยจนทำให้เส้นใยฝ้ายไม่สามารถส่งผ่านน้ำได้

5.5 ผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่ไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเซอริเซีย โคลไล และแบคทีเรียแกรมบวก สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี และผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่อีรี ความเข้มข้นร้อยละ 6 มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมลบ เอสเซอริเซีย โคลไล และผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 4 8 และ 10 ตามลำดับ มีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ได้ดี

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

สำหรับผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่ไทยความเข้มข้นร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ดี ส่วนผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 6 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบ และสำหรับผ้าที่พ่นสารย้อมติดแล้วเคลือบด้วยอนุภาคใหม่อีรีความเข้มข้นร้อยละ 8 สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี จึงควรเลือกสูตรดังกล่าวมาตกแต่งบนผ้าฝ้าย หรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ต้องการสมบัติการต่อต้านแบคทีเรีย เช่น ผ้าชุดเครื่องนอน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าปูที่นอน เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุนวิจัยโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประจำปีงบประมาณ 2550 (สำหรับทุนวิจัยขั้นต้นการศึกษากระบวนการผลิตอนุภาคนาโนเซรีซินและไฟโบรอิน) 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/956936879f66f5cf4ffbf3aeffd56ca/_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] Sonthisombat A, Sungnoo, 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 Feb 19]. Available From:[http:// anestiwata.com/wp-content/uploads/2011/12/manual-catalog.pdf](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/>