

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของไกลออกซอลและโคโทซาน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิในการอบแห้ง อบนึ่ง และความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาในการนำไปใช้ตกแต่งผ้าฝ้ายให้ทนต่อการยับย่น ด้านเชื้อราและแบคทีเรีย การศึกษาในขั้นตอนที่ 1 แบ่งเป็นขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาประสิทธิภาพของไกลออกซอลที่ใช้เป็นสารตกแต่งกันยับก่อนว่าอยู่ในระดับใด ตัวแปรที่จะต้องศึกษาในขั้นนี้ คือ ความเข้มข้นของไกลออกซอล 8 10 12 และ 14% ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 1 2 3 และ 4% และอุณหภูมิในการอบแห้งอบนึ่ง 130 140 และ 150°C รวมทั้งศึกษาผลของตัวแปรทั้งสามต่อ สมบัติ ด้านความแข็งแรง ความขาว และองศาในการคืนตัวต่อการยับย่นของผ้าที่ตกแต่งด้วยไกลออกซอล

3.1.2 ศึกษาประสิทธิภาพของโคโทซานที่ใช้เป็นสารต้านเชื้อราและแบคทีเรีย ว่าอยู่ในระดับใด ตัวแปรที่จะต้องศึกษาในขั้นนี้ คือ ความเข้มข้นของโคโทซาน 0.5 และ 0.8%

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของไกลออกซอลและโคโทซานต่อสมบัติด้านความแข็งแรง ความขาว และองศาในการคืนตัวต่อการยับย่น การต้านเชื้อราและแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยสารทั้งสองในเวลาเดียวกัน จากผลการทดลองในขั้นนี้อาจสามารถตอบได้ว่าโคโทซานมีผลกระทบต่อความสามารถของไกลออกซอล ซึ่งเป็นสารตกแต่งกันการยับสำหรับผ้าฝ้าย นอกจากนี้ยังสามารถตอบประเด็นคำถามในการวิจัยได้ว่า มีความเป็นไปได้หรือไม่ในการตกแต่งผ้าฝ้ายให้ทนต่อการยับย่น ด้านเชื้อราและแบคทีเรีย ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จขั้นตอนเดียว ตัวแปรที่จะต้องศึกษาในขั้นนี้ คือ ความเข้มข้นของโคโทซาน 0.5 และ 0.8% ความเข้มข้นของไกลออกซอล 4 6 และ 8% ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 1 และ 2% และอุณหภูมิในการอบแห้งอบนึ่ง 130 140 และ 150°C

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบการตกแต่งด้วยไกลออกซอลและโคโทซานในขั้นตอนเดียว กับการตกแต่งด้วยสารดังกล่าวแบบ 2 ขั้นตอน ว่าจะมีผลต่อสมบัติด้านความแข็งแรง ความขาว และองศาในการคืนตัวต่อการยับย่น การต้านต่อเชื้อราและแบคทีเรีย แตกต่างกันอย่างไรร่าง ตัวแปรที่จะต้องศึกษาในขั้นนี้ คือ ความเข้มข้นของโคโทซาน 0.5 และ 0.8% ความ

เข้มข้นของไกลออกซอล 4 6 และ 8% ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 1% และอุณหภูมิในการอบแห้ง 130 140 และ 150°C จากผลการทดลองที่ได้ในขั้นตอนนี้จะสามารถสรุปได้ถึงผลของการตกแต่งด้วยไกลออกซอลและโคโซซาน แบบ 2 ขั้นตอนที่มีต่อสมบัติที่ทดสอบ

3.2 สมบัติของผ้าฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง

ผ้าฝ้ายที่ใช้ในการทดลองเป็นผ้าฝ้ายทอลายขัด (plain weave cotton fabric) เป็นผ้าที่ผ่านขั้นตอนการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก (scouring) รวมทั้งขั้นตอนการฟอกขาว (bleaching) แล้ว น้ำหนักของผ้าเท่ากับ 137 กรัม/ตารางเมตร และมีจำนวนเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อตารางนิ้วเท่ากับ 65x60

3.3 การทดสอบสมบัติของผ้าฝ้าย

ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งแล้ว จะนำมาทดสอบสมบัติดังต่อไปนี้

3.3.1 การทดสอบสมบัติด้านความทนแรงดึง (Tensile Strength) เป็นการวัดความแข็งแรงของผ้าโดยการวัดแรงที่ใช้ในการดึงผ้าให้ขาดตามแนวเส้นด้ายยืนหรือเส้นด้ายพุ่ง เครื่องมือและมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ ASTM Designation : D5035-95 Standard Test Method for Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method)

3.3.2 การทดสอบสมบัติด้านความขาว (Whiteness Index) เป็นการวัดความขาวของผ้า โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ซึ่งจะทำการวัดแสงที่สะท้อนออกมาจากผ้า แหล่งกำเนิดแสงและองศาที่ใช้ในการทดสอบ คือ Daylight 65 (D65) ณ ที่ 10° แล้วคำนวณค่าความขาวออกมาในระบบของ CIE Whiteness ตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ AATCC Test Method 110-1989-Whiteness of Textiles

3.3.3 การทดสอบสมบัติด้านองศาการคืนตัวต่อการยับ (Wrinkle Recovery Angle) เป็นการวัดองศาการคืนตัวของผ้าหลังจากผ้าถูกพับและทับด้วยตุ้มน้ำหนักภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด ตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ คือ Seven Station Crease Recovery Tester และมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ AATCC Method 66-1998-Wrinkle Recovery of Woven Fabrics : Recovery Angle

3.3.4 การทดสอบระดับการยับของผ้าหลังผ่านการซัก (Appearance of Fabric after Repeated Home Laundering) ตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ AATCC Test Method 124-1989-Appearance of Fabric after Repeated Home Laundering การทดสอบนี้จะเป็นการวัดระดับหรือเกรดการยับของผ้าว่าอยู่ในเกรดใดระหว่าง 1-5 โดยจะทำการเปรียบเทียบปริมาณการยับ ลักษณะรอยยับ และจำนวนรอยยับที่เกิดขึ้นบนผ้าหลังผ้าผ่านการซักตามจำนวน

ครั้งที่กำหนดกับลักษณะและจำนวนรอยยับบนผ้ามาตรฐาน ซึ่งแบ่งเป็นเกณฑ์ต่างๆ ได้ 5 เกรด ในการประเมินใช้ผู้ประเมิน 3 คนแล้วนำผลมาเฉลี่ย เกรดยิ่งสูงแสดงว่าผ้าจะมีรอยยับน้อยลง หมายความว่าผ้ามีความต้านต่อการยับได้ดีหลังผ่านการซักล้าง

3.3.5 การทดสอบความต้านเชื้อจุลินทรีย์ การทดสอบสมบัติทางด้านนี้ได้ใช้มาตรฐานการทดสอบ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานการทดสอบของ AATCC Test Method 147-1998-Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials : Parallel Streak Method ซึ่งมีหลักการคือ ตัดชิ้นผ้าทดสอบเป็นรูปวงรีที่มีขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 50 มิลลิเมตร หลังจากนั้นวางชิ้นผ้าทดสอบให้แนบที่สุดลงบนเชื้อจุลินทรีย์ที่ถูกลากเป็นเส้นยาว 60 มิลลิเมตร จำนวน 5 เส้น ซึ่งเส้นแต่ละเส้นห่างกัน 10 มิลลิเมตรลงบนแผ่นวุ้นที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อของจุลินทรีย์ในจานแก้ว หลังจากนั้นเพาะเชื้อที่ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วสังเกตว่ามีขอบเขตที่ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ที่เรียกว่า clear zone หรือไม่ ถ้ามีก็ทำการวัดระยะของ clear zone ที่เกิดขึ้นแล้วนำมาคำนวณหาความกว้างของ clear zone ที่เป็นขอบเขตในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญเติบโต

และอีกมาตรฐานหนึ่งในการทดสอบ คือ Shake Flask Method หลักการคือ ตัดผ้าชิ้นทดสอบจำนวน 1 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วที่มีเชื้อจุลินทรีย์ ก่อนจะเริ่มเขย่าจะดูสูตรในขวดแก้วขึ้นมาแล้วทำการเจือจางสารตามความเหมาะสม ก่อนนำเอาเชื้อที่เจือจางแล้วจำนวนเล็กน้อยมาหยดในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ ทำการเพาะเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นก่อนเขย่าขวดแก้ว ให้ค่านี้แทนด้วย A หลังจากนั้นทำการเขย่าขวดแก้วเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการดูเชื้อจากขวดแก้วมาทำการเพาะเชื้ออีกเช่นเดียวกัน แล้วนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น ให้ค่านี้แทนด้วย B หลังจากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ ตามสูตรการคำนวณดังนี้ $100(A-B)/A$

3.4 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

3.4.1 ไกลออกซอล (glyoxal solution) ซึ่งเป็นสารละลายไกลออกซอล 40% เกรดที่ใช้เป็นเกรดสำหรับห้องทดลอง ซื้อมาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.ซี.เอส.ซินอน

3.4.2 ไคโทซาน น้ำหนักโมเลกุล 111,000 และมี % Deacetylation degree อยู่ที่ 95% ซื้อมาจากบริษัท ซีเฟรชไคโทซาน (แล็บ) จำกัด

3.4.3 ตัวเร่งอะลูมิเนียมซัลเฟต (aluminium sulfate $16\text{H}_2\text{O}$) เกรดที่ใช้เป็นเกรดสำหรับห้องทดลอง ซื้อมาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.ซี.เอส.ซินอน

3.4.4 กรดแอซติกเข้มข้น (acetic acid) เกรดที่ใช้เป็นเกรดสำหรับห้องทดลอง ชื้อจาก บริษัท เมอร์ค จำกัด

3.4.5 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบความต้านเชื้อจุลินทรีย์มีดังนี้

3.4.5.1 *Candida albicans* เป็นยีสต์ที่เป็นสายพันธุ์ก่อโรค Candidiasis

3.4.5.2 *Klebsiella pneumoniae* เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (gram negative bacterium)

3.4.5.3 *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (gram positive bacterium)

3.4.6 อาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

3.4.6.1 Sabouraud Dextrose Broth สำหรับใช้เลี้ยงเชื้อ *Candida albicans*

3.4.6.2 TGE Broth สำหรับใช้เลี้ยงเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* และ *Staphylococcus aureus*

3.5 ขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จบนผ้าฝ้ายด้วยไกลออกซอลที่ใช้เป็นสารกันยับบนผ้าฝ้าย ขั้นตอนการตกแต่งไกลออกซอลที่ใช้เป็นสารกันยับบนผ้าฝ้าย ทำได้ดังนี้

1. ตัดผ้าขนาด 11x14 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการตกแต่งสารกันยับด้วย เครื่องรีดอัด (padder machine) ที่ใช้สำหรับงานวิจัย

2. เตรียมสารละลายที่ใช้ในการตกแต่งสารกันยับ ประกอบด้วยไกลออกซอลและตัวเร่ง อะลูมิเนียมซัลเฟต ซึ่งความเข้มข้นของสารทั้งสองจะเปลี่ยนไปในแต่ละการทดลอง

3. นำผ้าที่ตัดได้ตามขนาดที่เหมาะสมมาตกแต่งด้วยสารกันยับที่เตรียมไว้ การตกแต่งสารกันยับดังกล่าวลงบนผ้าจะใช้วิธีจุ่มอัด-อบแห้ง-อบผนึก (pad-dry-cure) วิธีการ คือ นำผ้าจุ่มลงในสารเคมีแล้วรีดผ่านลูกกลิ้ง 2 ตัว ที่ตั้งแรงอัดลูกกลิ้งไว้ที่ความดันลมเท่ากับ 6 บาร์ (bar) เพื่อรีดเอาสารเคมีส่วนเกินที่ผ้าไม่สามารถดูดซับไว้ออกไป ปริมาณสารที่ผ้าดูดซับเอาไว้สามารถคำนวณได้เป็นค่าของ % pick up ซึ่งการควบคุมค่าดังกล่าวสามารถควบคุมได้จากแรงที่ใช้อัดของลูกกลิ้ง

4. หลังจากผ้าผ่านลูกกลิ้งออกมาแล้ว นำผ้าไปขึงบนกรอบตะปู (pin frame) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2 นาที และอบผนึกที่อุณหภูมิสูง อุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึก 130 140 และ 150°C เป็นเวลา 3 นาที

5. เมื่อผ้าผ่านการอบผนึกแล้ว นำผ้ามาล้างด้วยน้ำประปา เพื่อกำจัดสารเคมีที่ตกค้าง หลังจากการทำปฏิกิริยาเคมีบนพื้นผิวผ้าออกไป แล้วนำผ้ามาอบแห้งอีกครั้งที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2 นาที ขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการตกแต่งสำเร็จบนผ้า ก่อนนำผ้าไปทดสอบหา

สมบัติต่างๆ เช่น การทดสอบสมบัติด้านความแข็งแรง ด้านความขาว และด้านองศาการคืนตัวต่อการยับเป็นต้น

3.6 ขั้นตอนการตกแต่งสารต้านเชื้อราและแบคทีเรียบนผ้าฝ้าย ทำได้ดังนี้

ขั้นตอนในการตกแต่งทำเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว จะแตกต่างกันตรงที่ในขั้นตอนที่ 2 จะเตรียมโคโทซานแทนไกลออกซอล ซึ่งจะทำการละลายโคโทซานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.8 ในสารละลายกรดแอซิดิก 1% แล้วจึงนำสารที่เตรียมได้มาตกแต่งลงบนผ้าตามขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

3.7 ขั้นตอนการตกแต่งสารกันยับและสารต้านเชื้อราและแบคทีเรียบนผ้าฝ้าย แบบขั้นตอนเดียว ทำได้ดังนี้

ขั้นตอนโดยทั่วไปจะเหมือนกับขั้นตอนที่กล่าวแล้วข้างต้นแต่ต่างกันตรงที่ขั้นตอนที่ 2 สารละลายที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จในส่วนนี้จะประกอบด้วยไกลออกซอล โคโทซานและตัวเร่งอะลูมิเนียมซัลเฟต ในความเข้มข้นที่แตกต่างกันตามที่กำหนดในแต่ละการทดลอง โดยทำการผสมไกลออกซอล และโคโทซานที่ละลายในกรดแอซิดิกที่ความเข้มข้น 1% แล้ว มาผสมเข้าด้วยกันก่อน แล้วค่อยเติมตัวเร่งเข้าไปในสารละลายผสมนั้น คนสารทุกตัวในเข้ากันแล้วนำมาตกแต่งลงบนผ้าตามขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

3.8 ขั้นตอนการตกแต่งสารกันยับและสารต้านเชื้อราและแบคทีเรียบนผ้าฝ้าย แบบ 2 ขั้นตอน ทำได้ดังนี้

ขั้นตอนแรกในส่วนนี้ก็คือ การเตรียมผ้าตามขั้นตอนที่ 1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว หลังจากเตรียมผ้าเสร็จแล้ว จะทำการตกแต่งด้วยโคโทซานก่อน โดยเตรียมโคโทซานที่ความเข้มข้นต่างๆที่ละลายในสารละลายกรดแอซิดิกที่ความเข้มข้น 1% ขั้นตอนนี้เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 แต่สารที่ใช้ตกแต่งสำเร็จเป็นโคโทซาน หลังจากนั้นนำมาทำขั้นตอนที่ 3 และ 4 ซึ่งในขั้นตอนที่ 4 จะไม่ทำการอบผืนแต่จะทำการอบแห้งเท่านั้น หลังจากนั้นนำผ้าที่อบแห้งที่มีโคโทซานอยู่บนผ้าแล้วนำมาตกแต่งด้วยไกลออกซอลตามขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง และทำขั้นตอนที่เหลือต่อไปก็จะเสร็จสิ้นการตกแต่งสารกันยับและสารต้านเชื้อราและแบคทีเรีย แบบ 2 ขั้นตอน