บทที่ 3
การทดลอง

3.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1 ผ้าตัวอย่าง

ผ้าฝ้ายดิบ 2 ชุดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นผ้าฝ้ายทอลายขัด ประกอบด้วยผ้าที่มีแป้งสังเคราะห์ (พีวีเอ) และผ้าที่มีแป้งธรรมชาติ (แป้งมัน) โดยที่ผ้าเหล่านี้มีน้ำหนักผ้า 1.4 กรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตรและ 1.5 กรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 71 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายยืน 103 เส้นต่อนิ้ว สำหรับผ้าที่มีแป้งสังเคราะห์ และจำนวนเส้นด้ายพุ่ง 73 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายยืน 132 เส้นต่อนิ้ว สำหรับผ้าที่มีแป้งธรรมชาติ

3.1.2 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ซึ่งมี 6 ชนิด ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในงานวิจัย

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	แหล่งที่มา
ชนิดเสถียร Maxstab-T	บริษัท ไทยเปอร์อ๊อกไซด์ จำกัด
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	บริษัท ไทยเปอร์อ๊อกไซด์ จำกัด
เกรดมาตรฐาน	บริษัท ไทยเปอร์อ๊อกไซด์ จำกัด
เกรดเทคนิค	บริษัท พีเอ็กซ์ที จำกัด
จากจีน	ประเทศจีน
จากเกาหลี	ประเทศเกาหลี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

รูปที่ 3.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ทั้ง 6 ชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3 สารเคมีอื่นๆ

สารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

สารเคมี	แหล่งที่มา
Kollasol CDA (Non-ionic wetting agent)	V.P.C. Group, Thailand
Sodium hydroxide	T.C. Sathaporn Group, Thailand
Sodium sulphate	BHD Laboratory Supplies, England
Sodium carbonate	Riedel-de haën ag seelze-hannover
Remazol® Navy RGB 150% gran (reactive dye)	DyStar Thai Ltd., Germany

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

ตารางที่ 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์	รุ่น / ขนาด	แหล่งที่มา
1. เครื่องวัด pH	Model 215	Denver Instrument
2. เครื่องย้อมและกระบอกย้อม	Labtec Model H-24M No.1224	Newave Lab equipments Co.,Ltd.,Taiwan
3. เครื่องวัดสี	Color –Eye® 7000	MacBeth®
4. อ่างน้ำร้อน (water bath)	W 850	Memmert
5. นาฬิกาจับเวลา	DX9019-A 071	Citizen
6. เครื่องทดสอบความทนแรงดึงขาด	Lloyd LR 100K	Universal Testing Machine
7. แถบวัดระดับแป้ง	-	Violettskala
8. กระดาษกรอง	เบอร์ 40	Whatman®
9. เครื่องชั่งสาร	300C	Precisa
10. ตู้แสงมาตรฐาน	VeriVide CAC 60	Leslie Hubble Limited, England
11. เครื่องจุ่มอัด (padder)	Model PBO No. 9028	Newave Lab equipments Co.,Ltd.,Taiwan
12. เครื่องอบไอน้ำ (steamer)	Model H-TS-3 No. 743	Labortex Co.,Ltd.
13. เครื่องแก้วต่างๆ	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

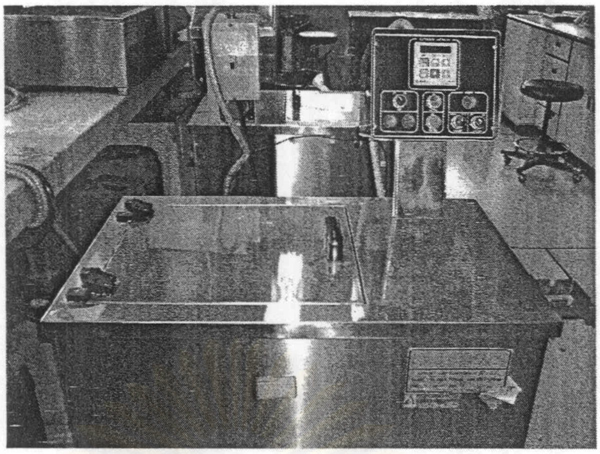
3.3 การลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอในขั้นตอนเดียว

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเสถียรในการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวบนผ้าฝ้ายทอทั้ง 2 ชนิด คือ ผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์และผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติ โดยเริ่มจากการลองใช้สูตรการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวที่แสดงในรายงานผลการดำเนินการวิจัยที่ผ่านมา[25] ดังที่แสดงในตารางที่ 3.4

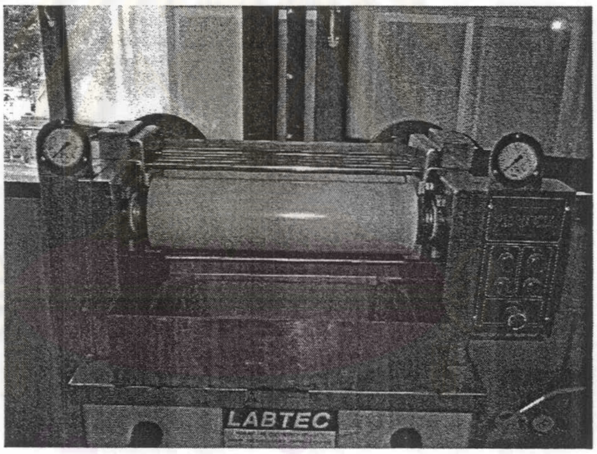
ตารางที่ 3.4 สูตรเบื้องต้นสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวบนผ้าฝ้ายทอ [25]

สารเคมีและภาวะ	ความเข้มข้นและภาวะที่ใช้
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	8
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	3.75
สารช่วยเปียก (กรัมต่อลิตร)	1
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	100
pH	12
เวลา (นาที)	60
อัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อปริมาณของเหลว	1:20

สำหรับงานวิจัยนี้จะมีการปรับสูตรดังกล่าว โดยจะใช้ความเข้มข้นของสารเคมี(ใช้สารเคมีน้อยที่สุด) และภาวะที่เหมาะสม (ใช้อุณหภูมิและปริมาณการใช้น้ำหรืออัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อปริมาณของเหลวหรือ liquor ratio ที่ต่ำที่สุด) ให้สามารถเตรียมผ้าได้ผลดีคือ ได้ผ้าที่มีแป้งและสิ่งสกปรกเหลืออยู่น้อยจนสามารถดูดซึมน้ำและสีย้อมดีสม่ำเสมอ มีความขาวตามต้องการและคงความแข็งแรงอยู่ในระดับที่ยอมรับ ซึ่งการปรับสูตรการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวนี้จะมีการทดลอง 2 ระบบด้วยกัน กล่าวคือใช้ระบบแช่ (exhaustion) ด้วยเครื่องย้อม Labtec ดังรูปที่ 3.2 และระบบจุ่มอัด-อบไอน้ำ (pad-steam) ด้วยเครื่อง padder และ steamer ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.3 และ 3.4 ซึ่งมีการแปรค่าความเข้มข้นของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อุณหภูมิและ liquor ratio ที่ใช้ในกระบวนการทั้งสองระบบ ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์และ สารช่วยเปียกและค่า pH นั้นคงไว้เท่าเดิมตามตารางที่ 3.4 จากนั้นนำผ้าที่ได้หลังผ่านกระบวนการมาต้มล้างและตากแห้ง แล้วทดสอบหาสมบัติต่างๆ ของผ้าตามวิธีการทดสอบที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.4 การทดสอบผ้า รายละเอียดของการทดลองและการทดสอบผ้ามีดังต่อไปนี้



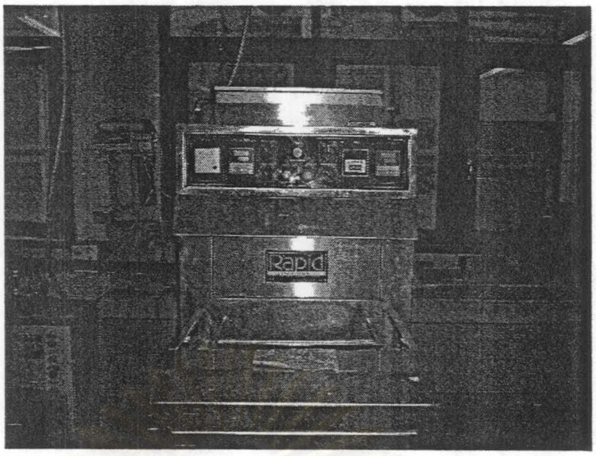
รูปที่ 3.2 เครื่องย้อม Labtec



ศูนย์วิทยทรัพยากร

รูปที่ 3.3 เครื่อง padder

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 เครื่อง steamer

3.3.1 การลอกแป้ง การกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวผ้าฝ้ายทอในขั้นตอนเดียวด้วยระบบแช่

ตัดผ้าฝ้ายดิบทั้งสองชนิดให้มีขนาด 15 ซม. x 15 ซม. แล้วนำไปใส่ในกระบอกโลหะสแตนเลสกันสนิมของเครื่องย้อมขนาดเล็ก Labtec เพื่อลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวในสารละลายที่ประกอบด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร สารช่วยเปียก Kollasol CDA ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร และสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ชนิดใดชนิดหนึ่งดังนี้ คือ ชนิดเสถียร Maxstab-T ชนิดเสถียร Maxstab-TW ชนิดเกรดมาตรฐาน ชนิดเกรดเทคนิค ชนิดที่ได้จากจีนและจากเกาหลี ตามความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ pH 12 เวลา 60 นาที ใช้อุณหภูมิ และอัตราส่วนระหว่างผ้าต่อสารละลาย (liquor ratio,L/R) ต่างๆกัน เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอทั้ง 2 ชนิดในขั้นตอนเดียวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้ง 6 ชนิดข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ จากนั้นบีบสารละลายส่วนเกินออกจากผ้า ต้มล้างผ้าในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที และตากแห้ง ก่อนนำผ้าไปทดสอบหาสมบัติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 Liquor ratio และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่เหมาะสมสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรก และฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติในขั้นตอนเดียว ที่ pH 12 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมต่อลิตรและสารช่วยเปียก Kollasol CDA 1 กรัมต่อลิตร

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	Liquor ratio	ความเข้มข้น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ชนิดเสถียร Maxstab-T	1:15	7 กรัมต่อลิตร
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	1:10	8 กรัมต่อลิตร
เกรดมาตรฐาน	1:15	8 กรัมต่อลิตร
เกรดเทคนิค	1:15	7 กรัมต่อลิตร
จากจีน	1:15	7 กรัมต่อลิตร
จากเกาหลี	1:15	7 กรัมต่อลิตร

ตารางที่ 3.6 Liquor ratio และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่เหมาะสมสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรก และฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ในขั้นตอนเดียว ที่ pH 12 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมต่อลิตรและสารช่วยเปียก Kollasol CDA 1 กรัมต่อลิตร

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	Liquor ratio	ความเข้มข้น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ชนิดเสถียร Maxstab-T	1:10	5 กรัมต่อลิตร
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	1:10	6 กรัมต่อลิตร
เกรดมาตรฐาน	1:10	6 กรัมต่อลิตร
เกรดเทคนิค	1:10	8 กรัมต่อลิตร
จากจีน	1:10	7 กรัมต่อลิตร
จากเกาหลี	1:10	7 กรัมต่อลิตร

จากข้อมูลในตารางที่ 3.5 และ 3.6 แสดงให้เห็นว่าสามารถปรับลด liquor ratio และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงจากที่แสดงในตารางที่ 3.4 คือ liquor ratio เดิมมีค่า 1:20 สามารถลดลงเป็น 1:10 และ 1:15 และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากเดิม 8 กรัมต่อลิตร สามารถใช้ความเข้มข้นระหว่าง 5-8 กรัมต่อลิตรได้ ที่ liquor ratio และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ใหม่นี้สามารถใช้ลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอทั้งสองชนิดในขั้นตอนเดียวให้มีความขาวตั้งแต่ 70 ขึ้นไป ผ้าดูดซึมน้ำได้ทันทีและสม่ำเสมอ อีกทั้งยังมีแป้งหลงเหลืออยู่บนผ้าน้อยมากหรืออาจไม่เหลือ ซึ่งสมบัติผ้าเหล่านี้เป็นสมบัติของผ้าที่ผ่านการเตรียมอย่างเหมาะสม ดังแสดงในผลการทดลองบทที่ 4

เมื่อทราบค่า liquor ratio และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมแล้วได้ทดลองปรับค่าอุณหภูมิของกระบวนการจากเดิม 100 องศาเซลเซียส เป็น 80-100 องศาเซลเซียส สำหรับผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติ และ 70-100 องศาเซลเซียส สำหรับผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ และปรับความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เหมาะสมจนได้อุณหภูมิและความเข้มข้นดังแสดงในตารางที่ 3.7 และ 3.8 ซึ่ง ณ ที่ liquor ratio และความเข้มข้นนี้สามารถใช้ลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอทั้งสองชนิดในขั้นตอนเดียวให้ผ้ามีสมบัติตามต้องการดังแสดงในผลการทดลองบทที่ 4 อนึ่ง ได้ทดลองใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 70 และ 80 องศาเซลเซียส สำหรับการเตรียมผ้าทั้งสองชนิด แต่ได้ผลไม่ดีคือ ผ้าไม่ขาวตามเกณฑ์ที่ต้องการและผ้ายังมีแป้งหลงเหลืออยู่มากจนทำให้ผ้าดูดซึมน้ำไม่ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 อุณหภูมิและความเข้มข้นต่ำสุดของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติในขั้นตอนเดียวที่ pH 12 เป็นเวลา 60 นาที โดยใช้ liquor ratio แสดงในตารางที่ 3.5 ใช้ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมต่อลิตร และสารช่วยเปียก Kollasol CDA 1 กรัมต่อลิตร

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่อุณหภูมิต่างๆ (กรัมต่อลิตร)				
	100 °C	95 °C	90 °C	85 °C	80 °C
ชนิดเสถียร Maxstab-T	7	8	9	9	10
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	8	9	10	9	11
เกรดมาตรฐาน	8	9	10	9	11
เกรดเทคนิค	7	8	9	9	10
จากจีน	7	9	9	9	10
จากเกาหลี	7	9	9	10	10

ตารางที่ 3.8 อุณหภูมิและความเข้มข้นต่ำสุดของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ในขั้นตอนเดียวที่ pH 12 เป็นเวลา 60 นาที โดยใช้ liquor ratio แสดงในตารางที่ 3.6 ใช้ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมต่อลิตร และสารช่วยเปียก Kollasol CDA 1 กรัมต่อลิตร

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่อุณหภูมิต่างๆ (กรัมต่อลิตร)			
	100 °C	80 °C	75 °C	70 °C
ชนิดเสถียร Maxstab-T	5	5	6	9
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	6	6	7	10
เกรดมาตรฐาน	6	6	7	10
เกรดเทคนิค	8	8	9	12
จากจีน	7	7	8	11
จากเกาหลี	7	7	8	11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลในตารางที่ 3.7 และ 3.8 แสดงให้เห็นว่า การลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอทั้งสองชนิดในขั้นตอนเดียวที่อุณหภูมิต่ำจะต้องใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นกว่าเมื่อกระทำที่อุณหภูมิสูง ฉะนั้นถ้าต้องการประหยัดพลังงานในกระบวนการดังกล่าว อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผ้าทั้งสองชนิดควรเป็น 70-80 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการประหยัดสารเคมี อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติควรเป็น 100 องศาเซลเซียส ขณะที่สำหรับผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ควรเป็น 80-100 องศาเซลเซียส ดังนั้นผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งธรรมชาติได้ผ่านการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับที่ 100 องศาเซลเซียส และสำหรับผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ได้ผ่านกระบวนการนี้ที่อุณหภูมิระหว่าง 70 เปรียบเทียบกับ 80 และ 100 องศาเซลเซียสที่ความเข้มข้นสารเคมี และภาวะตามที่แสดงในตารางที่ 3.7 และ 3.8 และได้รับการทดสอบหาสมบัติของผ้าแสดงไว้ในผลการทดลองบทที่ 4

3.3.2 การลอกแป้ง การกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวผ้าฝ้ายทอในขั้นตอนเดียวด้วยระบบจุ่มอัด-อบไอน้ำ

การทดลองในส่วนนี้ได้ทดลองกับผ้าฝ้ายดิบที่มีแป้งสังเคราะห์โดยตัดให้มีขนาด 15 ซม. x 15 ซม. แล้วนำไปลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวด้วยระบบจุ่มอัด-อบไอน้ำ โดยแช่ผ้าในสารเคมีต่างๆ แล้วนำผ้าไปผ่านลูกกลิ้งอัดให้สารเคมีเข้าผ้าพร้อมกับไล่สารเคมีส่วนเกินออกไป จากนั้นนำไปอบไอน้ำร้อน แล้วจึงล้างผ้าและตากแห้งก่อนนำผ้าไปทดสอบสมบัติต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ เริ่มจากนำผ้าไปแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายประกอบด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร สารช่วยเปียก Kollasol CDA ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร และสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ชนิดใดชนิดหนึ่งดังนี้ คือ ชนิดเสถียร Maxstab-T ชนิดเสถียร Maxstab-TW ชนิดเกรดมาตรฐาน ชนิดเกรดเทคนิค ชนิดที่ได้จากจีนและจากเกาหลี ด้วยความเข้มข้นระหว่าง 10-14 กรัมต่อลิตร โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 12 liquor ratio เท่ากับ 1:10 เป็นเวลา 15, 30 และ 60 นาที และอุณหภูมิการแช่ตั้งแต่ 60-100 องศาเซลเซียส เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ในขั้นตอนเดียวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้ง 6 ชนิดข้างต้น โดยที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เวลาและอุณหภูมิการแช่ผ้าที่เหมาะสมมีแสดงในตารางที่ 3.9 หลังการแช่ผ้า นำผ้าชุ่มสารเคมีไปผ่านลูกกลิ้งบีบอัดด้วยเครื่อง Padder ด้วย ความดัน 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อให้ผ้ามีร้อยละการดูดซับสารเคมีเท่ากับ 80 และ อบผ้าด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ด้วยเครื่อง Steamer จากนั้นต้มล้างผ้าด้วยน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และตากแห้ง

ตารางที่ 3.9 ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเวลาการแช่ผ้าในสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าฝ้ายทอที่มีแป้งสังเคราะห์ในขั้นตอนเดียวด้วยระบบจุ่มอัด-อบไอน้ำ โดยการแช่ผ้าในสารเคมีที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ที่ pH 12, liquor ratio 1:10 อัดรีดและอบไอน้ำ

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	เวลาสำหรับแช่ผ้าลงในสารเคมีที่อุณหภูมิต่างๆ (นาที)		
		$90^{o}C$	$80^{o}C$	$70^{o}C$
ชนิดเสถียร Maxstab-T	10	15	30	30
ชนิดเสถียร Maxstab-TW	11	15	30	30
เกรดมาตรฐาน	12	15	30	30
เกรดเทคนิค	14	15	30	30
จากจีน	13	15	30	30
จากเกาหลี	13	15	30	30

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ชนิดต่างๆ ที่แสดงในตาราง 3.9 เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถใช้ลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวผ้าอย่างได้ผลดี นอกจากนี้พบว่าการแช่ผ้าในสารเคมีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นภาวะที่รุนแรงเกินไปสำหรับระบบ จุ่มอัด-อบไอน้ำทำให้ผ้าเปื่อยและขาดง่ายมากแม้ว่าจะได้ลองลดเวลาในการแช่ผ้าลงแล้วก็ตาม เมื่อแช่ผ้าในสารเคมีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าต้องใช้เวลาในการแช่ผ้าลงในสารเคมีเป็นเวลาถึง 60 นาทีจึงจะสามารถกำจัดแป้งและทำให้ผ้ามีความขาวผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างได้ผลดี ซึ่งเป็นเวลาเท่ากับที่ใช้ในระบบแช่ นอกจากจะใช้เวลานานถึง 60 นาทีในการแช่ผ้าในสารเคมีแล้วยังต้องนำผ้าไปอบไอน้ำอีกเป็นเวลา 5 นาที ถ้าลดอุณหภูมิการแช่ผ้าในสารเคมีลงมากกว่านี้ เวลาที่ใช้ในกระบวนการก็จะมากขึ้นด้วย

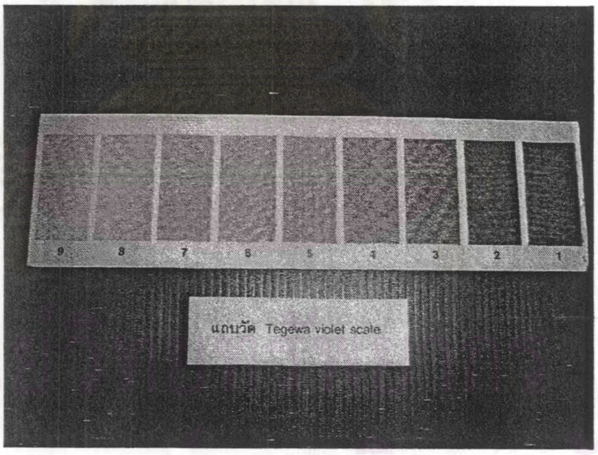
การทดลองนี้ได้เลือกอุณหภูมิและเวลาในการแช่ผ้าลงในสารเคมีที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที เปรียบเทียบกับที่ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำผ้าไปผ่านการอัดรีดอบไอน้ำ ซักล้างและตากแห้ง ก่อนนำผ้าไปทดสอบหาสมบัติต่อไป

3.4 การทดสอบผ้า

ผ้าฝ้ายดิบและผ้าฝ้ายที่ผ่านการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้ง 6 ชนิด จะถูกนำมาทดสอบหาสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้ง 6 ชนิด ต่อกระบวนการข้างต้น

3.4.1 ระดับของแป้งบนผ้า

ผ้าฝ้ายถูกทดสอบหาระดับของแป้งบนผ้าตามมาตรฐานการทดสอบ Tegewa Violet Scale โดยการแช่ผ้าลงในสารละลายไอโอดีนความเข้มข้น 0.6 กรัมต่อลิตร และโปแตสเซียมไอโอไดด์ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ล้างน้ำและซับหมาดๆ แล้วจึงเทียบสีผ้ากับสีบนสเกลทั้ง 9 ระดับของ Tegewa ดังรูปที่ 3.5 ถ้าเทียบสีได้ระดับ 1 แสดงว่าผ้ามีแป้งมาก ในขณะที่ระดับ 9 แสดงว่าไม่มีแป้งเหลืออยู่บนผ้าหรืออาจมีเหลืออยู่น้อยมาก ซึ่งผ้าที่ผ่านกระบวนการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวอย่างสมบูรณ์แบบควรวัดสเกลของ Tegewa ได้ระดับ 9 ตัวอย่างทดสอบแต่ละตัวอย่างในการทดสอบนี้ถูกทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง



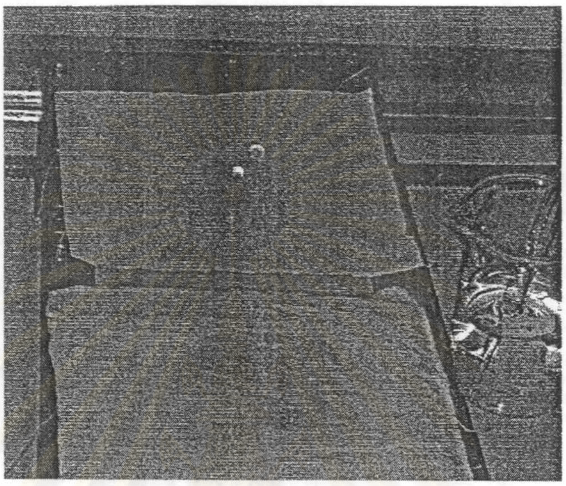
รูปที่ 3.5 Tegewa Violet Scale

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2 การดูดซึมน้ำของผ้า

ผ้าฝ้ายถูกทดสอบหาความสามารถในการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานการทดสอบ AATCC Test Method 79-2000 “Absorbency of Bleached Textiles” โดยการหยดน้ำทีละหยดลงบนผ้าหลายๆ ตำแหน่งทั่วผ้าและสังเกตเวลาที่ใช้ให้น้ำซึมหายไปในผ้า ถ้าน้ำหายไปทันทีที่หยดน้ำลงบน

ผ้าแสดงว่าผ้าสามารถดูดซึมน้ำได้ทันที นอกจากนี้จะสังเกตด้วยว่าผ้าสามารถดูดซึมน้ำได้สม่ำเสมอตลอดทั้งผืนผ้าหรือไม่ ซึ่งผ้าที่ผ่านกระบวนการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวอย่างสมบูรณ์แบบควรสามารถดูดซึมน้ำได้ทันที ดังรูปที่ 3.6 ตัวอย่างทดสอบแต่ละตัวอย่างในการทดสอบนี้ถูกทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง



ดังรูปที่ 3.6 การทดสอบการดูดซึมน้ำของผ้า

3.4.3 ความแข็งแรงของผ้า

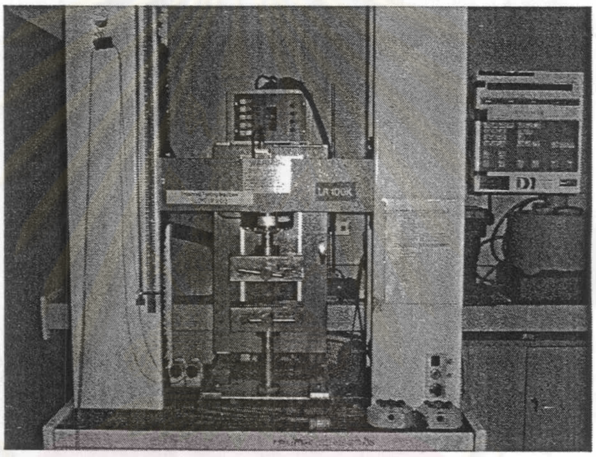
ผ้าฝ้ายทอถูกทดสอบหาค่าความแข็งแรงที่จุดขาด ค่าแรงดึงขาดและค่าร้อยละของการยืดตัว ณ จุดขาด ในแนวด้ายยืน 5 ผืนและแนวด้ายพุ่ง 8 ผืนต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบน (ค่าแรงดึงขาดและค่าร้อยละของการยืดตัว ณ จุดขาด มีแสดงอยู่ในภาคผนวก) ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5034 โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine รุ่น LR 100K ดังรูปที่ 3.7 โดยใช้ load cell ขนาด 100 กิโลนิวตัน ความเร็วในการดึง 300 มิลลิเมตรต่อนาที และระยะดึงหรือ gauge length เท่ากับ 75 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบมีขนาดกว้าง 4 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว ซึ่งผ้าที่ผ่านการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวน่าจะมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของความแข็งแรงเดิม

สำหรับวิธีการคำนวณหาค่าความแข็งแรงที่จุดขาดจะนำค่างานที่จุดขาดและระยะยืดของผ้า ณ จุดขาดมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ คือ

$$\text{ความแข็งแรงที่จุดขาด (นิวตัน)} = \frac{2 \times \text{งานที่จุดขาด (นิวตัน·เมตร)}}{\text{ระยะยืดของผ้า ณ จุดขาด (เมตร)}} \qquad \text{สมการที่ 3.1}$$

โดยงานที่จุดขาดเป็นค่าที่วัดได้จากเครื่อง Universal Testing Machine ส่วนระยะยืดของผ้า ณ จุดขาดสามารถคำนวณจากค่าร้อยละของการยืดตัว ณ จุดขาดของผ้า ดังนี้

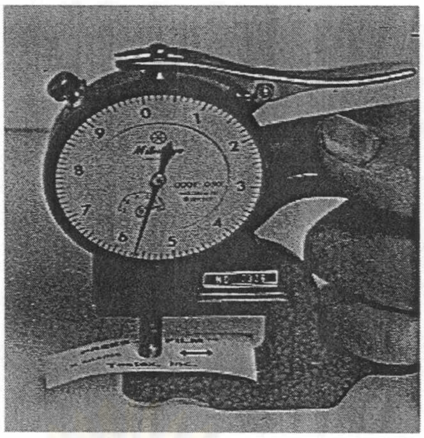
$$\text{ร้อยละของการยืดตัว ณ จุดขาด} = \frac{\text{ระยะยืดของผ้า ณ จุดขาด (เมตร)}}{\text{ความยาวของผ้าเริ่มต้น (เมตร)}} \times 100 \qquad \text{สมการที่ 3.2}$$



รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

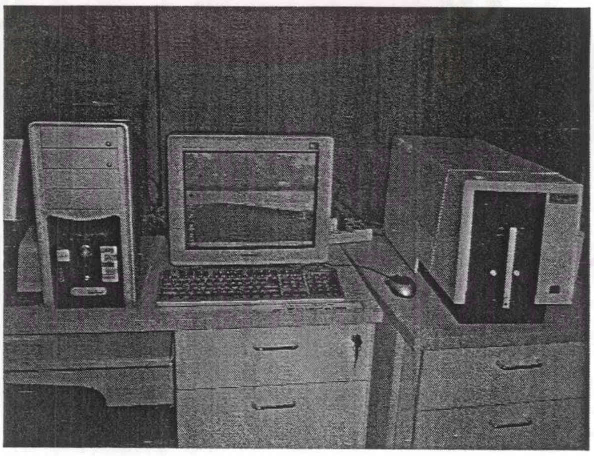
ทั้งนี้การวัดความหนาของผ้าตัวอย่างทดสอบในการหาค่าความแข็งแรงจะใช้ไมโครมิเตอร์ดังรูปที่ 3.8 โดยวัด 3 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.8 ไมโครมิเตอร์

3.4.4 ความขาวของผ้า

ผ้าฝ้ายถูกนำไปทดสอบด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น MACBETH Color-Eye 7000 ดังรูปที่ 3.9 เพื่อวัดหาค่าดัชนีความขาวและความเหลืองของผ้าตามมาตรฐาน CIE โดยพับผ้าซ้อนกัน 4 ชั้นแล้วนำประกอบกับเครื่องวัดสี ทำการวัดตำแหน่งละ 3 ครั้งเป็นจำนวน 3 ตำแหน่งต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบน ซึ่งผ้าที่ผ่านการลอกแป้ง กำจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวอย่างสมบูรณ์แบบควรมีค่าความขาวไม่ต่ำกว่า 70 ตัวอย่างทดสอบแต่ละตัวอย่างในการทดสอบนี้ถูกทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง



รูปที่ 3.9 เครื่อง Spectrophotometer

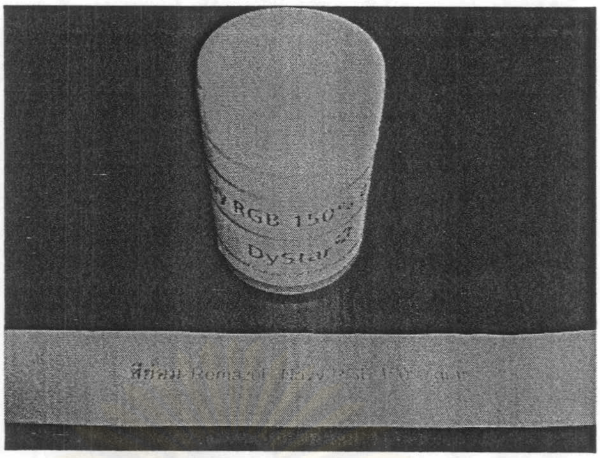
3.4.5 การย้อมติดสีของผ้า

ผ้าฝ้ายถูกย้อมด้วยสีรีแอคทีฟ คือ Remazol® Navy RGB 150% gran ดังรูปที่ 3.10 ด้วยความเข้มข้นสีร้อยละ 1 ของน้ำหนักผ้า และมีสารช่วยย้อม คือ โซเดียมซัลเฟตและโซเดียมคาร์บอเนต ดังรูปที่ 3.11 ในเครื่องย้อมแบบกระบอก Labtec โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อสารละลาย 1:20 ที่อุณหภูมิห้องแล้วทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 80 องศาเซลเซียส (2 องศาเซลเซียสต่อนาที) และคงไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 30 นาที หลังจากการย้อมเสร็จแล้วนำผ้าออกจากสารละลายสีออกมาตากแห้งแล้วนำไปวัดหาค่าความเข้มของสีผ้า (color strength หรือ K/S) โดยอาศัยเครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น MACBETH Color-Eye 7000 ซึ่งในการทดสอบจะวัดที่ความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงสุดคือ 620 นาโนเมตร โดยบันทึกค่า K/S ก่อนการซักล้าง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร จากนั้นจึงนำผ้าไปต้มล้างในน้ำสบู่ที่เตรียมไว้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำผ้าไปล้างน้ำเย็นอีกครั้งและตากให้แห้ง (ขั้นตอนการย้อมแสดงได้ดังแผนภาพที่ 3.1) จากนั้นนำผ้าไปวัดหาค่า K/S หลังการซักล้าง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรอีกครั้ง เพื่อหาร้อยละของการผนึกสี (fixation) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบค่า K/S ของผ้าย้อมก่อนและหลังซักล้าง ดังแสดงในสมการ

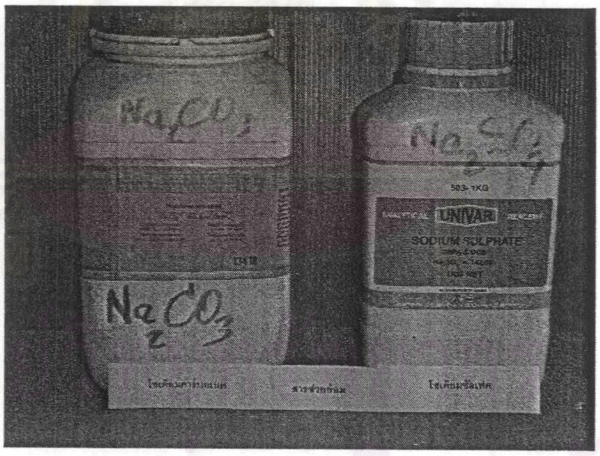
$$\text{ร้อยละของการผนึกสี} = \frac{\text{K/S ของผ้าหลังซักล้าง} \times 100}{\text{K/S ของผ้าก่อนซักล้าง}} \qquad \text{สมการที่ 3.3}$$

ผ้าที่มีค่าร้อยละของการผนึกสีสูงแสดงว่ามีปริมาณสีย้อมผนึกติดบนผ้ามากหรือผ้าสามารถดูดซับสีย้อมได้มากนั่นเอง นอกจากนี้มีการตรวจดูความสม่ำเสมอของสีบนผ้าในตู้แสงมาตรฐาน Veri Vide ดังรูปที่ 3.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

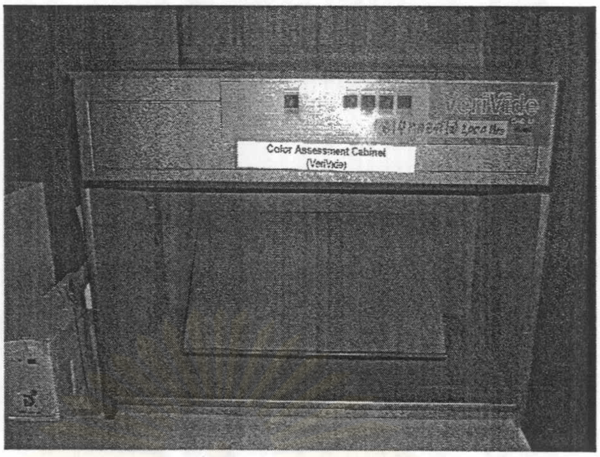


รูปที่ 3.10 สีย้อม Remazol® Navy RGB 150% gran

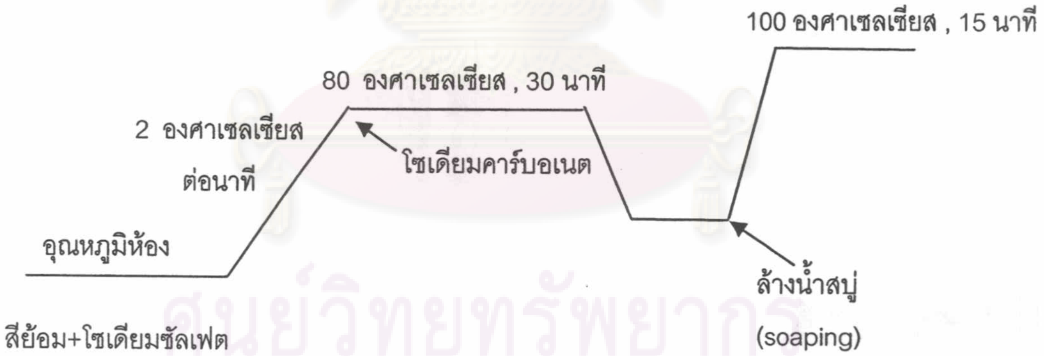


รูปที่ 3.11 สารช่วยย้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.12 ตู้แสงมาตรฐาน Veri Vide



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสี Remazol® Navy RGB 150% gran