ผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จแบบชอบน้ำด้วยพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ ต่อสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์

นางสาวสุฑาสิณี พลอยมาลี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF HYDROPHILIC FINISHING PROCESS WITH POLYETHYLENE GLYCOLATED BIS-PHENOL-A ON PROPERTIES OF POLYESTER FABRIC

Miss Suthasinee Ploymalee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Materials Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จแบบชอบน้ำด้วยพอลิเอทิลีนไกลโคเลต บิสฟีนอลเอต่อสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์
โดย	นางสาวสุฑาสิณี พลอยมาลี
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.กาวี ศรีกูลกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรีรัตน์ จารุจินดา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.กาวี ศรีกูลกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรีรัตน์ จารุจินดา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มัณฑนา โอภาประกาสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุฑาสิณี พลอยมาลี : ผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จแบบชอบน้ำด้วยพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอต่อสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์. (EFFECTS OF HYDROPHLIC FINISHING PROCESS WITH POLYETHYLENE GLYCOLATED BIS-PHENOL A ON PROPERTIES OF POLYESTER FABRIC) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร.กาวี ศรีกูลกิจ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สิรีรัตน์ จารุจินดา, 97 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ให้มีความชอบน้ำด้วยพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์ประเภทกึ่งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ ด้วยเทคนิคการจุ่มอัด-อบความร้อน (pad-dry-cure) โดยทำการประยุกต์สารตกแต่งสำเร็จพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ ทั้งในกระบวนการก่อนการย้อม พร้อมกระบวนการย้อม และหลังกระบวนการย้อม ที่ปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และอบผนึกผ้าที่อุณหภูมิ 150,160,170 และ 180 องศาเซลเซียส จากนั้นนำผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จไปทดสอบหาค่าร้อยละการดูดความชื้น ความสามารถในการดูดซึมน้ำ มุมสัมผัสของน้ำ และความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซักล้าง จากนั้นศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนผิวผ้าด้วยเทคนิค SEM และศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR จากผลการทดลองพบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีความชอบน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จและอุณหภูมิในการอบผนึกผ้า และจากผลการศึกษาพฤติกรรมการเกาะติดของสารด้วยเทคนิค SEM และ ATR-FTIR แสดงให้เห็นว่าสารตกแต่งสำเร็จดังกล่าวสามารถ ยึดเกาะกับผิวเส้นใยได้ดี จากผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างและการกดทับด้วยความร้อน พบว่ากระบวนตกแต่งสำเร็จส่งผลต่อสมบัติความคงทนของสีผ้าเพียงเล็กน้อย และจากการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วยเทคนิค DSC พบว่าอุณหภูมิกลาสแทรนซิชันของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความคงทนของสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวัสดุศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4872514023 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
KEY WORD: POLYESTER / HYDROPHILIC/ FINISHING PROCESS

SUTHASINEE PLOYMALEE : (EFFECTS OF HYDROPHILIC FINISHING PROCESS WITH POLYETHYLENE GLYCOLATED BIS-PHENOL-A ON PROPERTIES OF POLYESTER FABRIC) THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KAWEE SRIKULKIT, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASST. PROF. SIREERAT CHARUCHINDA, Ph.D., 97 pp.

This research was concerned with the study of hydrophilicity finishing of polyester fabric using polyethylene glycolated bis-phenol A, a hydrophilic-hydrophobic copolymer. The applications on undyed fabric, dyed fabric and with dyeing of PET fabric were carried out by pad-dry-cure method. The padding concentrations were varied from 5, 10, 15, and 20 g/L. Then, padded fabrics were thermofixed (cured) at the temperatures of 150, 160, 170, and 180 °C. The finished polyester fabrics were subjected to the evaluations of moisture regain, wettability, water contact angle as well as durability of the finish by surface examination using scanning electron microscopy (SEM) and ATR-FTIR. From SEM evidence and ATR FT-IR, the copolymer found on the fiber surface after repeated washings indicated its strong adhesion performance. The strong adhesion was associated with the hydrophobic segment of the copolymer capable of anchoring into PET surface. Wettability test showed that wetness of treated fabric with the copolymer improved significantly when compared to untreated polyester fabric. Finally, it was found that treatment process had slight effect on color fastness properties. In accordance, DSC analysis provided supportive data by demonstrating a slight decrease in the glass transition temperatures of treated polyester sample.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Materials Science Student's signature Suthasinee Ploymalee
Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology Advisor's signature Srikulkit
Academic year 2007 Co-advisor's signature Sireerat Charu

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์อย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของท่านผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านคือ รศ.ดร.กาวี ศรีกูลกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาอย่างดียิ่งตลอดการทำงานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงแนะแนวทางในการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และ ผศ.ดร.สิรีรัตน์ จารุจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้คำแนะนำ แนะแนวทางในการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณ รศ. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์ และอาจารย์ ดร.มัณฑนา โอภาประกาศิต คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ประสิทธ์ประสาทความรู้ต่าง ๆ อันมีค่าให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณหน่วยงานต่าง ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี และการทดสอบ ดังรายนามต่อไปนี้

1. บริษัท ปากน้ำเท็กซ์ไทล์ จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์ผ้าพอลิเอสเทอร์
2. บริษัท ไทยนำศิริ อินเตอร์เท็กซ์ จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์ผ้าพอลิเอสเทอร์
3. บริษัท ไดสตาร์ไทย จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์สีดิสเพิร์ส
4. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบุคลากรทุกท่าน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ญาติ-พี่น้อง ผู้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ นิสิตภาควิชาวัสดุศาสตร์ทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือและความปรารถนาดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 วารสารปริทัศน์..... 3

2.1 พอลิเอสเทอร์ (Polyester)..... 3

2.1.1 กระบวนการผลิต 3

2.1.1.1 การเกิดพอลิเมอร์ (polymerization)..... 4

2.1.1.2 การปั่นเส้นใย (fiber spinning)..... 5

2.1.1.3 การดึงยืด (fiber drawing)..... 6

2.1.2 สมบัติของเส้นใย 6

2.1.2.1 สมบัติทางกายภาพ..... 6

2.1.2.2 สมบัติทางเคมี..... 8

2.1.2.3 สมบัติทางชีวภาพ..... 9

2.1.3 ปัญหาและอุปสรรคในการนำพอลิเอสเทอร์ไปใช้งาน 9

2.2 การปรับปรุงสมบัติการดูดความชื้นของพอลิเอสเทอร์..... 10

2.2.1 การผลิตเส้นใยซีท/คอร์..... 10

2.2.2 การปรับปรุงโดยการทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส 10

บทที่		หน้า
	2.2.3 การปรับปรุงโดยวิธีการกราฟต์	11
	2.2.4 การปรับปรุงโดยวิธีการตกแต่งสำเร็จ	13
	2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
3	วิธีดำเนินการวิจัย	19
	3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	19
	3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	20
	3.3 การตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA	21
	3.3.1 การเตรียมผ้าพอลิเอสเทอร์	21
	3.3.2 การศึกษาผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จและภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์	21
	3.3.2.1 การตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม	22
	3.3.2.2 การตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม	22
	3.3.2.3 การตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม	22
	3.4 การทดสอบและวิเคราะห์สมบัติ	24
	3.4.1 การทดสอบความสามารถในการดูดความชื้น	24
	3.4.2 การทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำ	24
	3.4.3 มุมสัมผัสของน้ำ	24
	3.4.4 การทดสอบระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่	26
	3.4.5 การทดสอบความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซักล้าง	26
	3.4.6 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก	27
	3.4.7 การทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน	29
	3.4.8 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนพื้นผิวผ้า	30
	3.4.9 การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ตกแต่งด้วย PEG-BA โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR	30
	3.4.10 การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC	31
4	ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	32

บทที่ หน้า

4.1 สมบัติการดูดความชื้นของผ้า..... 32

4.2 ความสามารถในการดูดซึมน้ำ..... 37

4.3 มุมสัมผัสของน้ำบนผ้า..... 43

4.4 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่..... 44

4.5 ความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซัก..... 46

4.6 ความคงทนของสีต่อการซัก..... 51

4.7 ความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน..... 56

4.8 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนพื้นผิวผ้า..... 58

4.9 การตรวจหาคุณลักษณะเฉพาะของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ด้วย PEG-BA โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR..... 63

4.10 การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC..... 65

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 69

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 69

รายการอ้างอิง..... 71

ภาคผนวก..... 74

ภาคผนวก ก..... 75

ภาคผนวก ข..... 78

ภาคผนวก ค..... 83

ภาคผนวก ง..... 84

ภาคผนวก จ..... 88

ภาคผนวก ฉ..... 92

ภาคผนวก ช..... 95

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 97

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 2.1	การเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด PET กับชนิดPCDT.....	5
ตารางที่ 2.2	ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งโดยวิธีแบบจุ่มอัด.....	15
ตารางที่ 2.3	ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งโดยวิธีแบบดูดซึม.....	15
ตารางที่ 3.1	สมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	19
ตารางที่ 4.1	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน.....	37
ตารางที่ 4.2	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส.....	38
ตารางที่ 4.3	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน.....	39
ตารางที่ 4.4	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน.....	40
ตารางที่ 4.5	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน.....	41
ตารางที่ 4.6	มุมสัมผัสน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์.....	43
ตารางที่ 4.7	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม.....	52

ตาราง หน้า

ตารางที่ 4.8 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง)..... 53
ตารางที่ 4.9 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง)..... 54
ตารางที่ 4.10 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน)..... 55
ตารางที่ 4.11 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมหลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน..... 56
ตารางที่ 4.12 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมหลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน..... 57
ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA กับผ้าพอลิเสอเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ..... 67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปประกอบ		หน้า
รูปที่ 2.1	ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดเทเรฟทาลิกกับเอทิลีนไกลคอล	4
รูปที่ 2.2	ภาคตัดขวางของเส้นใยพอลิเอสเทอร์	6
รูปที่ 2.3	ลักษณะตามความยาวของเส้นใยพอลิเอสเทอร์.....	7
รูปที่ 2.4	เส้นใยซีท/คอร์.....	10
รูปที่ 2.5	ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของผ้าพอลิเอสเทอร์.....	11
รูปที่ 2.6	โครงสร้างทั่วไปของกราฟท์โคพอลิเมอร์.....	12
รูปที่ 2.7	โครงสร้างทางเคมีของสารปรับผ้านุ่มกลุ่มซิลิโคน.....	14
รูปที่ 2.8	โครงสร้างทางเคมีของสารตกแต่งสำเร็จพอลิออกซิเอทิลีนเทเรฟทาเลต.....	15
รูปที่ 3.1	สูตรโครงสร้างของพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ.....	20
รูปที่ 3.2	การตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA.....	23
รูปที่ 3.3	เครื่องวัดมุมสัมผัสของน้ำ (contact angle meter).....	25
รูปที่ 3.4	ไดอะแกรมแสดงวิธีการวัดมุมสัมผัสแบบ sessile drop.....	25
รูปที่ 3.5	การวัดหามุมสัมผัสโดยใช้ protactor	26
รูปที่ 3.6	เครื่องซักผ้า (gyrowash).....	27
รูปที่ 3.7	เครื่องวัดสี (spectrophotometer).....	29
รูปที่ 3.8	เครื่อง scorch tester	29
รูปที่ 3.9	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM).....	30
รูปที่ 3.10	เครื่องวิเคราะห์ทางสเปกโทรสโกปีด้วยรังสีอินฟาเรด (ATR-FTIR).....	30
รูปที่ 3.11	เครื่องวิเคราะห์ทางความร้อน (DSC).....	31
รูปที่ 4.1	ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน.....	32

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.2 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส..... 33
รูปที่ 4.3 ค่าการดูดความชื้นผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 34
รูปที่ 4.4 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 34
รูปที่ 4.5 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 35
รูปที่ 4.6 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ สภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 44
รูปที่ 4.7 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 46
รูปที่ 4.8 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 47
รูปที่ 4.9 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 15 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 48
รูปที่ 4.10 .ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน..... 49

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.11 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ..... 58

รูปที่ 4.12 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมที่ใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่180 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณสารตกแต่งโคพอลิเมอร์ (a) 5 กรัม/ลิตร (b) 10 กรัม/ลิตร (c) 15 กรัม/ลิตร (d) 20 กรัม/ลิตร 59

รูปที่ 4.13 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ (a) 150 องศาเซลเซียส (b) 160 องศาเซลเซียส (c) 170 องศาเซลเซียส (d) 180 องศาเซลเซียส..... 60

รูปที่ 4.14 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง..... 61

รูปที่ 4.15 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 160 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง..... 61

รูปที่ 4.16 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 170 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง..... 62

รูปที่ 4.17 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง..... 62

รูปที่ 4.18 อินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ..... 63

รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส..... 64

รูปที่ 4.20 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ..... 65

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.21 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 150 องศาเซลเซียส..... 65
รูปที่ 4.22 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 160 องศาเซลเซียส..... 66
รูปที่ 4.23 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 170 องศาเซลเซียส..... 66
รูปที่ 4.24 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 180 องศาเซลเซียส..... 67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

เส้นใยพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นใยสังเคราะห์ชนิดเทอร์โมพลาสติกที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งในประเทศไทยมีปริมาณการผลิตและการบริโภคสูงที่สุดในบรรดาเส้นใยประดิษฐ์ทั้งหมด จากสถิติสิ่งทอไทยในปี 2542-2548 [1] การผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 558.8 พันตัน เป็น 709.1 พันตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.9-78.7 ของเส้นใยประดิษฐ์ที่ผลิต โดยส่วนใหญ่จะนำมาทำเป็นเสื้อผ้าและประยุกต์ในโรงงาน เนื่องจากพอลิเอสเทอร์มีสมบัติเชิงกลที่ดี ทนต่อสารเคมีและมีความคงตัวต่อความร้อนได้ดี แต่พอลิเอสเทอร์ยังมีข้อเสียในด้านการดูดซับความชื้น ทำให้ระบายเหงื่อได้ไม่ดี และเกิดการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิต ในการใช้งานผ้าพอลิเอสเทอร์ส่วนใหญ่จะมีการสัมผัสโดยตรงหรือใกล้ชิดกับผิวหนังเช่น ชุดชั้นใน ผ้าซับใน หรือชุดกีฬา ซึ่งจะด้อยกว่าผ้าจากเส้นใยธรรมชาติในด้านของความสบายในการสวมใส่ เนื่องจากไม่สามารถระบายเหงื่อออกจากผิวหนังได้ดี ส่งผลให้ผู้สวมใส่รู้สึกไม่สบายตัว อึดอัดและเหนียวตัวจากความชื้นของเหงื่อ นอกจากนี้ยังเกิดการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิตซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเส้นใยที่มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์แนบติดกับลำตัว ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้สวมใส่ และยังเกิดปัญหาการเกาะติดของสิ่งสกปรกจากคราบน้ำมัน ทำให้ยากต่อการกำจัดออกไป

ในทางการค้าได้มีการพยายามปรับปรุงสมบัติของพอลิเอสเทอร์หลายวิธี อาทิเช่น การผสมกับเส้นใยอื่น ไม่ว่าจะเป็นเส้นใยธรรมชาติ หรือเส้นใยสังเคราะห์ แต่ที่ประสบความสำเร็จสูงสุดก็คือการผสมกับเส้นใยฝ้าย หรือนำมาผสมกับเส้นใยเรยอน หรือเปลี่ยนรูปร่างผิวเส้นใยให้มีความขรุขระมากขึ้น เช่น การผลิตเส้นใยในรูปเทกซ์เจอร์ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ต่างมีข้อจำกัดในกระบวนการย้อม นอกจากนี้ยังมีการควบคุมการเกิดไฟฟ้าสถิตบนผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยการเคลือบพื้นผิวของเส้นใยด้วยสารเคมีบางชนิด ยกตัวอย่างเช่น สารประกอบควอเทอร์นารี่แอมโมเนีย ที่เป็นสารปรับผ้านุ่มในทางการค้า ซึ่งทำให้เส้นใยดูดความชื้นได้ดีขึ้น เพื่อทำหน้าที่ช่วยลดการสะสมของประจุไฟฟ้าที่ผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ ถึงแม้วิธีการปรับปรุงดังกล่าวจะง่ายไม่ซับซ้อน เหมาะแก่การผลิตในเชิงพาณิชย์ แต่ผลที่ได้จากวิธีนี้ไม่ค่อยจะทนทานเท่าที่ควร

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการค้นคว้าวิจัยเพื่อปรับปรุงสมบัติของพอลิเอสเทอร์ให้ดีขึ้น อาทิเช่น การผลิตเส้นใยมัลติคอมโพนนซ์หรือเส้นใยชีทคอร์ (multicomponent fibers or sheath/core fibers) เส้นใยซีไอส์แลนด์ (sea/island) ซึ่งเป็นเส้นใยที่มีลักษณะภาคตัดขวางเป็นสองชั้น ชั้นนอกจะทำหน้าที่ดูดซับความชื้นและกระจายประจุไฟฟ้าสถิต ส่วนบริเวณแกนกลางของเส้นใยจะมี

เฉพาะพอลิเอสเทอร์เท่านั้น โดยการผลิตเส้นใยประเภทนี้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย และอาจทำให้เส้นใยมีผลการย้อมสีที่ไม่สม่ำเสมอ ต่อมาได้มีการใช้วิธีการกราฟต์โคพอลิเมอร์ โดยนำพอลิเมอร์ที่มีสมบัติชอบน้ำกราฟต์ลงบนผิวพอลิเอสเทอร์ เช่น การกราฟต์กรดอะคริลิก (acrylic acid) ลงบนผิวของพอลิเอสเทอร์ โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) เป็นสารเริ่มต้น และเพื่อให้การกราฟต์เป็นไปอย่างสมบูรณ์อาจต้องดัดแปรพื้นผิวของพอลิเอสเทอร์ก่อน โดยการอาบพลาสมา (glow discharge plasma) หรือการทำให้บวมตัว (swelling assisted treatment) แต่ข้อเสียของการกราฟต์โคพอลิเมอร์คือในบางเทคนิคอาจจะต้องใช้เวลานานและไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับพอลิเอสเทอร์ที่อยู่ในรูปของผ้าผืน การทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของผ้าพอลิเอสเทอร์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะทำให้พอลิเอสเทอร์มีความสามารถในการดูดซับความชื้นมากขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มจำนวนของหมู่คาร์บอกซิลที่ผิว การทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือเอนไซม์ เช่น เอนไซม์ ไลเปสในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงโดยใช้วิธีการตกแต่งสำเร็จ โดยใช้สารตกแต่งสำเร็จที่เป็นโคพอลิเมอร์ประเภทกึ่งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ (hydrophilic-hydrophobic copolymer) เคลือบลงบนผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ เช่น การนำโคพอลิเมอร์ของ พอลิ(2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต-โค-2-เบนโซอิลเอทิลเมทาคริเลต) : poly(2-hydroxyethyl methacrylate-co-2-benzoyl ethyl methacrylate) มาตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์ ซึ่งจะทำให้พอลิเอสเทอร์มีความสามารถในการดูดความชื้นเพิ่มขึ้น และโดยส่วนมากแล้วการตกแต่งสำเร็จจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากผ่านกระบวนการต่างๆ มาแล้ว ดังนั้นการปรับปรุงสมบัติในด้านการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์โดยใช้สารตกแต่งที่เป็นโคพอลิเมอร์ จะทำให้การนำผ้าพอลิเอสเทอร์ผ่านขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการทางสิ่งทอกระทำได้ง่ายขึ้น และยังสามารถนำสารตกแต่งสำเร็จไปใช้ได้ทันทีกับเครื่องย้อมหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่มีพร้อมอยู่แล้วในโรงงานอุตสาหกรรม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะนำพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ (polyethylene glycolated bis-phenol A) ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์ประเภทกึ่งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ (hydrophilic–hydrophobic copolymer) มาปรับปรุงสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยใช้เทคนิคการจุ่มอัด-อบความร้อน (pad-dry-cure) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการประยุกต์สารดังกล่าวลงบนผ้าพอลิเอสเทอร์ ศึกษาพฤติกรรมการเกาะติดของสาร และผลของสารตัวนี้ต่อสมบัติของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งคาดว่าพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอจะยึดเกาะติดกับผิวพอลิเอสเทอร์ได้ดี ทำให้พอลิเอสเทอร์มีสมบัติในการชอบน้ำแบบคงทน และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 พอลิเอสเทอร์ (Polyester) [2-4]

พอลิเอสเทอร์ค้นพบเมื่อ ค.ศ.1930 โดย Carothers ศึกษาปฏิกิริยาการควบแน่น (condensation polymerization) ของไดออล (diol) กับกรดไดเบสิค (dibasic acid) ซึ่งได้อะลิฟาติกพอลิเอสเทอร์ (aliphatic polyester) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง แต่มีจุดหลอมตัวที่ต่ำและละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด ดังนั้นจึงได้มีการพยายามพัฒนาสมบัติต่าง ๆ ให้ดีขึ้น โดยในปี ค.ศ. 1941 Whinfield และ Dickson ได้เปลี่ยนมาใช้สารตั้งต้นที่มีหมู่วงแหวนอะโรมาติก (aromatic group) ทำให้ได้พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate)ที่มีสมบัติเหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นเส้นใยสังเคราะห์

การผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ในเชิงการค้าได้เริ่มขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1946 ซึ่งใช้เทคโนโลยีของ Whinfield และ Dickson โดยบริษัทอิมพีเรียลเคมีคอลอินดัสตรี ในอังกฤษใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ทางการค้าว่า “เทอรีลีน (Terylene)” และต่อมาบริษัทดูปองท์ ในสหรัฐอเมริกาผลิตพอลิเอสเทอร์ออกมาและใช้ชื่อทางการค้าว่า “ดาครอน (Dacron)” ซึ่งนับเป็นเส้นใยที่รู้จักและใช้กันกว้างขวางมากที่สุดในบรรดาเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด

โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าพอลิเอสเทอร์ที่ผลิตในปัจจุบันมีเพียงสองชนิดใหญ่ ๆ เท่านั้น ชนิดแรกคือ พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต หรือ PET ส่วนชนิดที่สองคือ พอลิ 1,4-ไซโคลเฮกซิลีนไดเมทิลีน เทเรฟทาเลต (poly1,4-cyclohexylene-dimethylene terephthalate) หรือ PCDT เรียกว่า โคเดล (Kodel)

2.1.1 กระบวนการผลิต [3-5]

การผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์มี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ การเกิดพอลิเมอร์ การปั่นเส้นใย และการดึงยืดเส้นใย

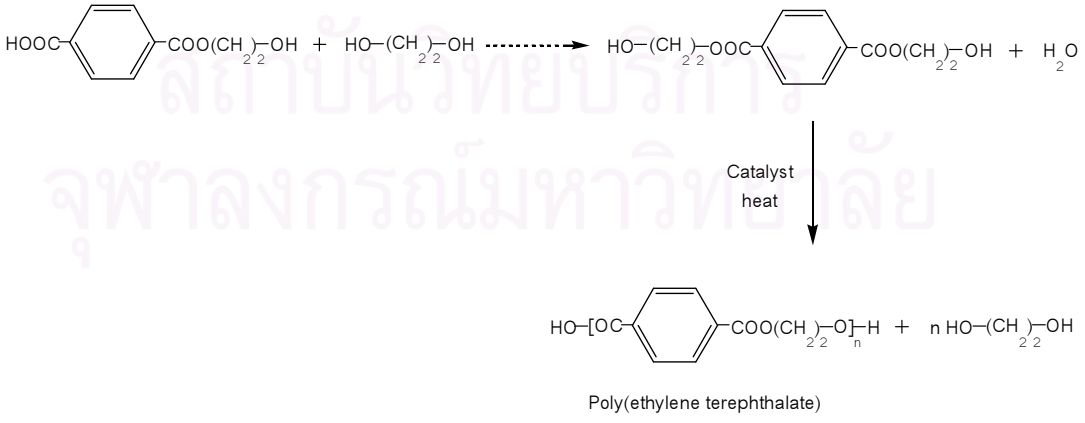
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.1.1 การเกิดพอลิเมอร์ (polymerization)

พอลิเอสเทอร์เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาแบบควบแน่นระหว่างกรดไดคาร์บอกซิลิก (dicarboxylic acid) และไดไฮดริกแอลกอฮอล์ (dihydric alcohol) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตเป็นพอลิเอสเทอร์ชนิดแรกที่ผลิตออกสู่ตลาด โดยใช้กรดเทเรฟทาลิก (terephthalic acid) และเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol) ซึ่งเป็นผลิตผลจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มาทำปฏิกิริยาภายใต้ความดันสูงและอุณหภูมิประมาณ 150-210 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ลงไป ในขั้นนี้จะเกิดสารพอลิเอสเทอร์โมเลกุลเล็ก ๆ (oligomer) ขึ้น จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้สูงถึง 270-285 องศาเซลเซียส ขณะเดียวกันลดความดันให้ต่ำลง (ต่ำกว่า 1 มิลลิเมตรปรอท) สารโมเลกุลเล็กจะควบแน่นเป็นสารโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นจนกระทั่งได้พอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง พอลิเอสเทอร์ที่ผลิตได้จะถูกฉีดออกมาเป็นแถบยาวและตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ (chip) เพื่อเตรียมทำเป็นเส้นใยต่อไป โดยปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นดังนี้

<u>ขั้นที่ 1</u>

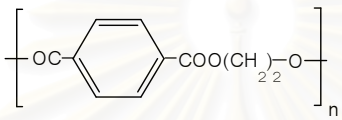
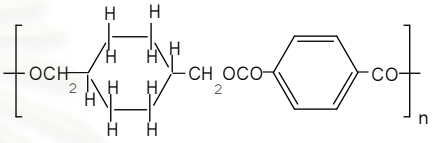
<u>ขั้นที่ 2</u>



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดเทเรฟทาลิกกับเอทิลีนไกลคอล [4]

กระบวนการผลิตพอลิเอสเทอร์ประเภทที่เป็นพอลิ 1,4-ไซโคลเฮกซิลีนไดเมทิลีน เทเรฟทาเลต หรือ PCDT ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดเทเรฟทาลิก (terephthalic acid) กับ 1,4-ไซโคลเฮกเซน ไดเมทานอล (1,4-cyclohexane-dimethanol) โดยสามารถเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ทั้งสองชนิดได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด PET กับชนิด PCDT [4]

ชนิดของเส้นใย	**PET**	**PCDT**
สูตรโครงสร้าง	 PET polyester	 PCDT polyester
ชื่อทางการค้า	Avlin, Dacron, Fortrel, Trevira	Kodel II
กระบวนการผลิต	เส้นใยยาวผ่านการยืดดึงร้อน	อุณหภูมิยืดดึงสูงกว่า
ชนิดของ ผลิตภัณฑ์เส้นใย	มีทั้งเส้นใยยาวและเส้นใยสั้น เส้นด้ายเทกซ์เจอร์	เส้นใยสั้น ปัญหาการเกิดขนน้อยกว่า
สมบัติทางกายภาพ	ความแข็งแรงสูงกว่า และทนต่อการขัดถูดีกว่า ความถ่วงจำเพาะสูงกว่า (1.38) จุดหลอมเหลวต่ำ (249 °C)	การยืดตัวดีกว่า มีความฟูมากกว่า และการคืนตัวดีกว่า ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า (1.22) จุดหลอมเหลวสูง (282 °C)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.1.2 การปั่นเส้นใย (fiber spinning)

การปั่นเส้นใยพอลิเอสเทอร์เป็นแบบปั่นหลอม (melt spinning) โดยการหลอมชิ้นพอลิเอสเทอร์ที่แห้งในหม้อหลอม กรองและอัดฉีดเป็นเส้นใยผ่านหัวฉีด (spinneret) เมื่อเส้นใยกระทบอากาศที่เย็นภายนอกจะแข็งตัว จากนั้นเส้นใยจะถูกม้วนเก็บเข้าหลอดเพื่อจะส่งต่อไปยังเครื่องดึงยืด

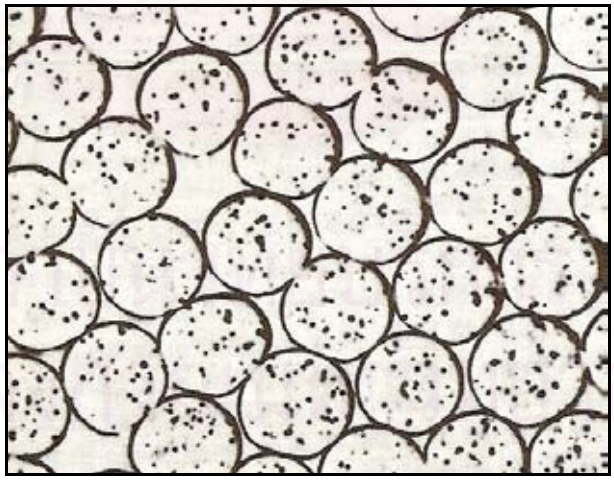
2.1.1.3 **การดึงยืด** (fiber drawing)

การดึงยืดเส้นใยเป็นการปรับปรุงเส้นใยให้มีสมบัติที่ดีขึ้น เช่น มีความเหนียวมากขึ้น มีความแข็งแรงและความละเอียดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในแนวแกนของเส้นใยด้วย โดยเส้นใยจะถูกดึงในขณะร้อนหรือที่เรียกว่า การดึงยืดร้อน (hot drawing) ขณะเดียวกันเส้นใยอาจถูกทำเทกซ์เจอร์ไปในเวลาเดียวกัน (draw-texturing) ซึ่งช่วยลดขั้นตอนการทำงาน ประหยัดเวลา ลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งสามารถควบคุมคุณภาพได้อย่างดีอีกด้วย และเมื่อเส้นใยเย็นลงก็จะนำไปผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไป เช่น นำไปบิดเกลียวเป็นเส้นด้าย หรือถ้าต้องการเส้นใยสั้นก็นำไปตัดให้ได้ความยาวตามต้องการ

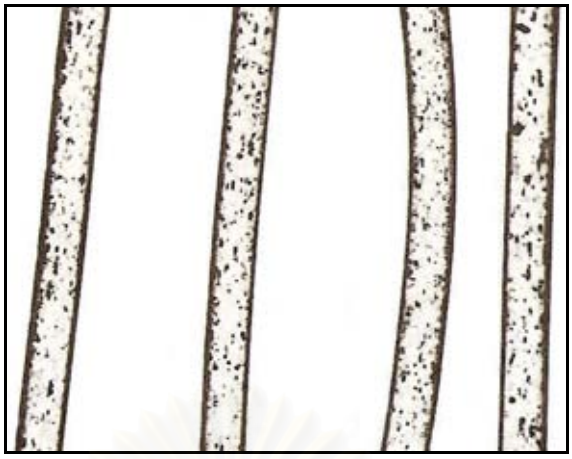
2.1.2 **สมบัติของเส้นใย** [2,4-5]

2.1.2.1 **สมบัติทางกายภาพ**

ลักษณะภายนอก เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นเส้นใยผิวเรียบ พื้นที่หน้าตัดมีหลายแบบแต่ส่วนมากเป็นวงกลม ดังนั้นจึงดูเป็นแท่งยาวโดยมีความยาวแตกต่างกันไปตามความต้องการของการใช้งาน โดยทั่วไปมีสีขาวและมีความมันหลายระดับตั้งแต่มัน (bright) กึ่งขุน (semi-dull) และขุ่น (dull)



รูปที่ 2.2 ภาคตัดขวางของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ [2]



รูปที่ 2.3 ลักษณะตามความยาวของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ [2]

ความแข็งแรง จัดได้ว่าเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อการขัดถูดี ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพแห้งหรือเปียกก็ตาม พอลิเอสเทอร์ชนิด PET โดยทั่วไปมีความแข็งแรงดีกว่าชนิด PCDT ซึ่งการดึงยืดร้อนจะทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโครงสร้างภายในที่เป็นผลึกมีความเป็นระเบียบมากขึ้นส่งผลให้เส้นใยมีความแข็งแรงมากขึ้น ค่าความทนแรงดึง ณ จุดขาด สำหรับเส้นใยยาวชนิดทั่วไปอยู่ในช่วง 4.0-5.5 กรัมต่อดีเนียร์ ในเส้นใยยาวชนิดความแข็งแรงสูงอยู่ในช่วง 6.3-9.5 กรัมต่อดีเนียร์ และในเส้นใยสั้นอยู่ในช่วง 2.5-5.5 กรัมต่อดีเนียร์

ความยืดหยุ่น อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงดี โดยทั่วไปพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นใยที่ไม่มีสภาพยืดหยุ่นหรือการยืดตัวดีนัก โดยเฉพาะร้อยละการยืดตัวสูง จะคืนกลับสภาพไม่ดี ในขณะที่ถ้ามีการยืดตัวเพียงเล็กน้อยจะสามารถคืนตัวกลับได้ดีกว่า

การคืนตัวจากแรงอัด อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ทนทานต่อการยับทั้งในสภาพแห้งและสภาพเปียก นับเป็นสมบัติเด่นที่เหมาะกับการนำเส้นใยพอลิเอสเทอร์ไปใช้บรรจุภายในหมอนและผ้าห่มที่ต้องการรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูปทรง หรือสามารถคืนตัวกลับอยู่ในสภาพเดิมได้ดีภายหลังการใช้งาน

ความสามารถในการดูดความชื้น ค่อนข้างต่ำมาก โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ASTM, Annual Book of ASTM Standards (1983), หน้า 46 ทดสอบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 พบว่ามีร้อยละการดูดความชื้นเท่ากับ 0.4 [2] จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการให้น้ำเกาะซึมได้มาก และจับคราบต่าง ๆ ได้ยาก โดยเฉพาะคราบที่มากับน้ำสามารถกำจัดออกได้ง่ายเพียงเช็ดออกเท่านั้น มีปัญหาการสะสมประจุไฟฟ้าและมีการจับเกาะของคราบที่มากับน้ำมันได้ง่าย ปัญหาจุดอ่อนตรงนี้มักแก้ด้วยการผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ เช่น ฝ้าย เป็นต้น

ผลจากความร้อน ขึ้นกับชนิดของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งเริ่มจากการเหนียวหรืออ่อนตัวลงที่อุณหภูมิ 227-242 องศาเซลเซียส ดังนั้นหากต้องการรีดต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าระดับนี้เสมอ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 249-290 องศาเซลเซียส พอลิเอสเทอร์จะหลอมตัวและติดไฟแต่สามารถดับได้ด้วยตัวมันเอง เนื่องจากพอลิเอสเทอร์เป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถทำให้อยู่ตัวด้วยความร้อนได้เช่นกัน เช่นการทำจีบถาวรทำให้ได้เสื้อผ้าที่มีรูปทรงสวยงามและทนทาน

การติดไฟ พอลิเอสเทอร์เมื่อเข้าใกล้เปลวไฟจะเกิดการหดตัว หลอมและจับตัวเป็นหยด จากนั้นจะติดไฟช้า ๆ และดับเอง ขี้เถ้ามีลักษณะแข็งเป็นเม็ดดำ ในขณะที่ติดไฟจะมีกลิ่นคล้ายน้ำมันเบนซินและมีเขม่าดำเป็นผงเกิดขึ้นด้วย

ความถ่วงจำเพาะ แล้วแต่ชนิดของพอลิเอสเทอร์ โดยทั่วไปมีค่าอยู่ในช่วง 1.22-1.38

2.1.2.2 **สมบัติทางเคมี**

กรดและด่าง โดยทั่วไปทนต่อสารเคมีทั้งกรดและด่างได้ แต่ในภาวะที่อุณหภูมิสูงขึ้นความทนทานจะลดลง เช่น ในกรดกำมะถัน ที่อุณหภูมิสูงเส้นใยจะเสื่อมสภาพลงได้ มีความทนทานต่อด่างเพียงพอ ส่งผลให้เหงื่อไม่มีผลต่อเส้นใย โดยสามารถนำไปซักแห้งได้ด้วย

สารซักฟอก สามารถใช้สารซักฟอกทั้งชนิดออกซิไดซ์และชนิดรีดิวซ์ที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดได้ทุกชนิด โดยไม่มีผลเสียต่อเส้นใย

แสงแดด ภายใต้ภาวะปกติพอลิเอสเทอร์ทนต่อแสงได้ดี แต่ถ้าหากถูกแสงโดยตรงเป็นเวลานาน ๆ เส้นใยอาจเสื่อมสภาพได้ ในกรณีที่รับแสงผ่านกระจก ความสามารถในการทนต่อแสงจะยืดยาวออกไป

การย้อมสี สีที่สามารถใช้ย้อมติดเส้นใยพอลิเอสเทอร์คือ สีดิสเพอร์ส โดยย้อมที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง นอกจากนั้นก็มีความพยายามในการดัดแปรเพื่อให้พอลิเอสเทอร์สามารถย้อมติดสีประเภทเบสิก หรือ สีไดเรกท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2.3 **สมบัติทางชีวภาพ**

ราและแมลง เส้นใยพอลิเอสเทอร์มีความต้านทานต่อราและแมลงได้ดี อาจมีปัญหาบ้างเนื่องมาจากการใช้สารตกแต่งสำเร็จมากกว่าปัญหาจากตัวเส้นใยเอง

2.1.3 ปัญหาและอุปสรรคในการนำพอลิเอสเทอร์ไปใช้งาน [4,6]

ลักษณะที่เป็นอุปสรรคสำคัญได้แก่

2.1.3.1 **การดูดซับความชื้นต่ำ** (low moisture absorption) พอลิเอสเทอร์เป็นพอลิเมอร์ที่ดูดความชื้นได้ต่ำ เมื่อนำมาตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าจะไม่ดูดซับเหงื่อ จึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกมาสู่ภายนอกเพื่อให้เหงื่อระบายออกไปได้ โดยเฉพาะผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ทอเนื้อแน่น ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องทอหรือถักให้มีโครงสร้างหลวมหรืออาจผสมกับเส้นใยชนิดอื่นก็ได้ เช่นการผลิตเส้นด้ายผสมระหว่างเส้นใยพอลิเอสเทอร์กับเส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 65/35 ทำให้ผ้าที่ได้มีความสบายในการสวมใส่เพิ่มขึ้น

2.1.3.2 **การเกิดไฟฟ้าสถิต** (electrostatic charges) การสะสมของประจุไฟฟ้าสถิตส่งผลให้ผ้าพอลิเอสเทอร์แนบติดลำตัวในระหว่างการสวมใส่ เกิดการเกาะติดของฝุ่นได้ง่าย และยังเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตอีกด้วย โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตคือการที่พอลิเอสเทอร์เป็นสารที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic material) และนำไฟฟ้าได้ต่ำ

2.1.3.3 **การเกิดขน** (pilling) ปัญหาที่เกิดจากการนำเส้นใยสังเคราะห์มาใช้ในงานสิ่งทอคือ การเกิดขน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่สามารถแก้ปัญหานี้ให้หมดไปอย่างสมบูรณ์ สาเหตุของการเกิดขนเกิดจากการเคลื่อนย้ายของปลายเส้นใยออกมาภายนอกซึ่งมักเกิดกับเส้นใยสั้น ส่วนเส้นใยยาวมีการเกิดขึ้นได้ยาก นอกจากนี้เส้นใยสังเคราะห์จะมีความคงทนต่อการขัดถูสูงกว่าเส้นใยธรรมชาติ ดังนั้นขนจึงยึดเกาะกับผ้าได้แข็งแรงกว่าจึงทำให้หลุดออกได้ยากกว่าเส้นใยธรรมชาติ

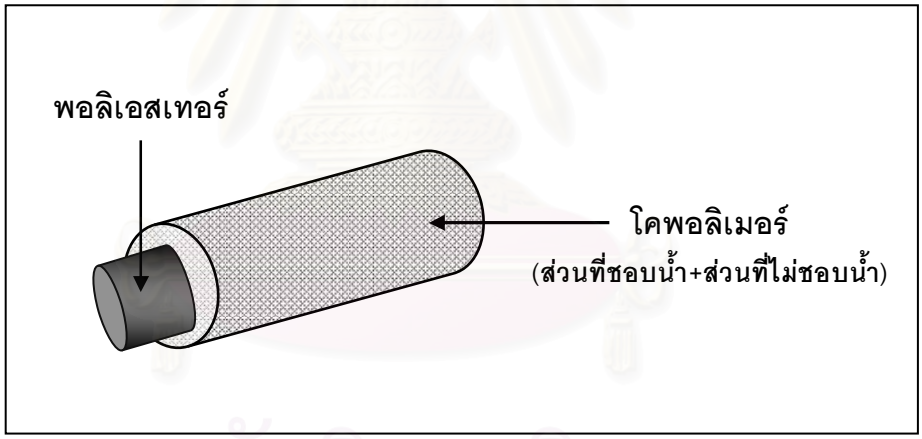
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การปรับปรุงสมบัติการดูดความชื้นของพอลิเอสเทอร์

การปรับปรุงสมบัติการดูดความชื้นของพอลิเอสเทอร์มีแนวทางในการปรับปรุงดังนี้

2.2.1 การผลิตเส้นใยชีท/คอร์ (sheath/core fibers) [7-10]

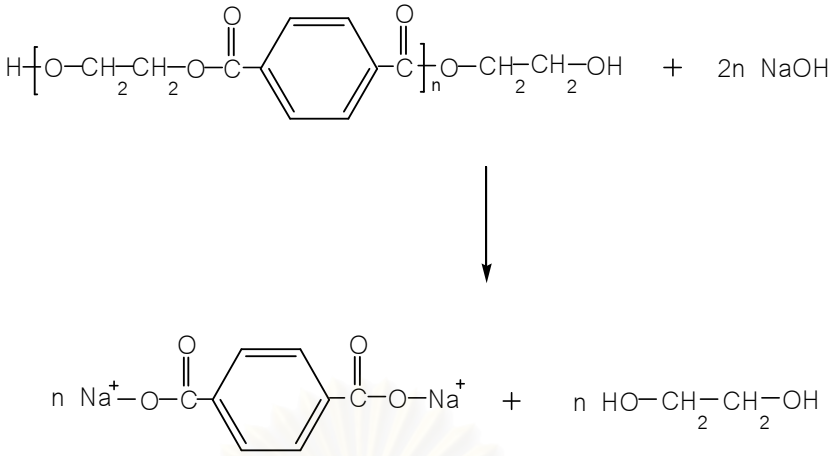
การผลิตเส้นใยชีท/คอร์จะทำให้ได้เส้นใยที่มีสมบัติช่วยกระจายประจุไฟฟ้าสถิตได้ดี ภาคตัดขวางของเส้นใยประเภทนี้มีลักษณะเป็นสองชั้น ชั้นนอก (sheath) จะเป็นโคพอลิเมอร์ประเภทกึ่งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ (hydrophilic hydrophobic copolymer) โดยมีปริมาณของส่วนที่ชอบน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่า เพื่อทำหน้าที่ดูดความชื้นและกระจายประจุไฟฟ้าสถิต ส่วนบริเวณแกนกลาง (core) ของเส้นใยจะมีเฉพาะพอลิเอสเทอร์ ซึ่งการผลิตเส้นใยประเภทนี้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและกระบวนการย้อมสีเส้นใยก็จะทำได้ยาก เนื่องจากสีดิสเพอร์สซึ่งเป็นสีที่ใช้ย้อมพอลิเอสเทอร์นั้นอาจจะติดตามส่วนที่เป็นโคพอลิเมอร์ได้ไม่ดี ทำให้ได้ผลการย้อมที่ไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.4 เส้นใยชีท/คอร์

2.2.2 การปรับปรุงโดยการทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) [11-12]

การทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของผ้าพอลิเอสเทอร์เป็นวิธีการเพิ่มจำนวนหมู่คาร์บอกซิลที่ผิวของพอลิเอสเทอร์ โดยทำให้ผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ถูกกัดเซาะด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือเอนไซม์ เช่น เอนไซม์ไลเปส โดยปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังนี้



รูปที่ 2.5 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของผ้าพอลิเอสเทอร์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสคือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือเอนไซม์ เวลา และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์ภายหลังจากการทำปฏิกิริยา เช่น สมบัติในด้านการติดสี การดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์

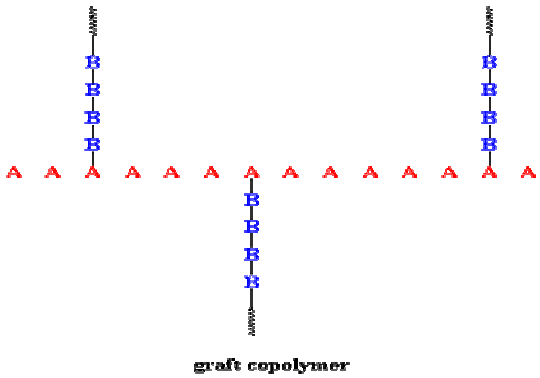
ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจะมีน้ำหนักบางส่วนหายไปในระหว่างการทำปฏิกิริยาและมีมุมสัมผัสของน้ำลดลงซึ่งแสดงสมบัติที่ชอบน้ำของพอลิเอสเทอร์เนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิลเพิ่มขึ้น

2.2.3 การปรับปรุงโดยวิธีการกราฟต์ (grafting) [13-15]

การกราฟต์เป็นวิธีที่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ได้สมบัติที่ดีตามต้องการ การกราฟต์ไวนิลมอนอเมอร์ไปบนพอลิเอสเทอร์ช่วยให้พอลิเอสเทอร์มีความสามารถในการดูดความชื้นที่ดีขึ้น เนื่องจากสมบัติชอบน้ำของไวนิลมอนอเมอร์

2.2.3.1 องค์ประกอบที่สำคัญต่อการกราฟต์

องค์ประกอบที่สำคัญต่อการกราฟต์ คือ พอลิเมอร์ (พอลิเอสเทอร์) ไวนิลมอนอเมอร์และสารเริ่มปฏิกิริยา โดยสารเริ่มปฏิกิริยาจะทำปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ทำให้เกิดฟรีแรดิคอลบนสายโซ่เป็นการริเริ่มให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์ โครงสร้างทั่วไปของกราฟต์โคพอลิเมอร์มีลักษณะดังนี้



A = สายโซ่หลักของพอลิเมอร์ (host polymer)

B = โซ่กิ่งของกราฟต์ (grafted chains)

รูปที่ 2.6 โครงสร้างทั่วไปของกราฟต์โคพอลิเมอร์

2.2.3.2 ระบบของปฏิกิริยา

ในระบบของปฏิกิริยาที่มีการเลือกใช้น้ำเป็นตัวกลางของปฏิกิริยา (เพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดี) โดยเลือกใช้มอนอเมอร์ที่ละลายน้ำได้และใช้สารเริ่มปฏิกิริยาที่ไม่ละลายน้ำ การกราฟต์จะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของพอลิเอสเทอร์ เนื่องจากสมบัติที่ไม่ชอบน้ำของพอลิเอสเทอร์ และเพื่อให้การกราฟต์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์อาจจะต้องทำการดัดแปรผิวของพอลิเอสเทอร์ก่อนโดยเลือกใช้วิธีดังต่อไปนี้

1. การทำให้บวมตัว (swelling assisted treatment) เป็นการทำให้เส้นใยเกิดการบวมตัว ซึ่งวิธีนี้จะทำให้การกระจายของมอนอเมอร์และสารเริ่มปฏิกิริยาเข้าไปในเส้นใยได้ดี ช่วยให้ประสิทธิภาพการกราฟต์สูงขึ้น โดยการทำให้เส้นใยเกิดการบวมตัวนั้นจะต้องเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีความเหมาะสม เช่น การใช้เตตระคลอโรอีเทน (tetrachloroethane : TCE) เป็นสารทำให้เส้นใยพองตัว (swelling agent) สำหรับพอลิเอสเทอร์

2. การอาบพลาสมา (glow discharge plasma) เป็นวิธีที่ใช้ปรับปรุงพื้นผิวของพอลิเมอร์ ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมใช้กับฟิล์มและวัสดุสิ่งทอมากขึ้น โดยหลังจากผ่านกระบวนการนี้เส้นใย พอลิเอสเทอร์จะมีหมู่ฟังก์ชันที่มีความชอบน้ำเพิ่มขึ้นและมีตำแหน่งที่สามารถช่วยกระตุ้นการเกิดการกราฟต์ของพวก ไวนิลมอนอเมอร์เพิ่มขึ้นอีกด้วย

การกราฟต์ไวนิลมอนอเมอร์ลงบนพอลิเอสเทอร์ทำให้เส้นใยพอลิเอสเทอร์ดูดความชื้นได้เพิ่มขึ้น แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือจะมีการสูญเสียมอนอเมอร์ไปในรูปของโฮโมพอลิเมอร์ในระหว่างการดำเนินไปของปฏิกิริยา นอกจากนี้ในบางเทคนิคจะต้องมีการดัดแปรพื้นผิวของพอลิเอสเทอร์ก่อนการทำปฏิกิริยาเพื่อให้การกราฟต์เกิดได้ดีขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลานานและไม่เหมาะสมกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2.2.4 การปรับปรุงโดยวิธีการตกแต่งสำเร็จ (finishing) [5,16-17]

การตกแต่งสำเร็จเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ โดยทำให้สิ่งทอมีสมบัติตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้บริโภค หรือเพิ่มสมบัติที่ดีบางประการให้แก่ผลิตภัณฑ์ การตกแต่งสำเร็จมักเป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำความสะอาด (scouring) การฟอกขาว (bleaching) หรือการย้อม (dyeing)

2.2.4.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตกแต่งสำเร็จ

1. ชนิดของเส้นใยและวิธีการเตรียมเป็นเส้นด้ายและผืนผ้า

2. สมบัติทางกายภาพของเส้นใย โดยเฉพาะความสามารถในการบวมตัวเมื่อได้รับความดันและอุณหภูมิ

3. ความว่องไวของผืนผ้าต่อการดูดซึมสารตกแต่งสำเร็จ

4. ความยากง่ายในการดัดแปรสารเคมีเพื่อใช้ในการตกแต่งสำเร็จ

2.2.4.2 ประเภทของการตกแต่งสำเร็จ

การตกแต่งสำเร็จอาจทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้เครื่องจักรในการผลิต หรือใช้สารเคมีเข้าช่วย สามารถจำแนกประเภทของการตกแต่งสำเร็จได้ดังนี้

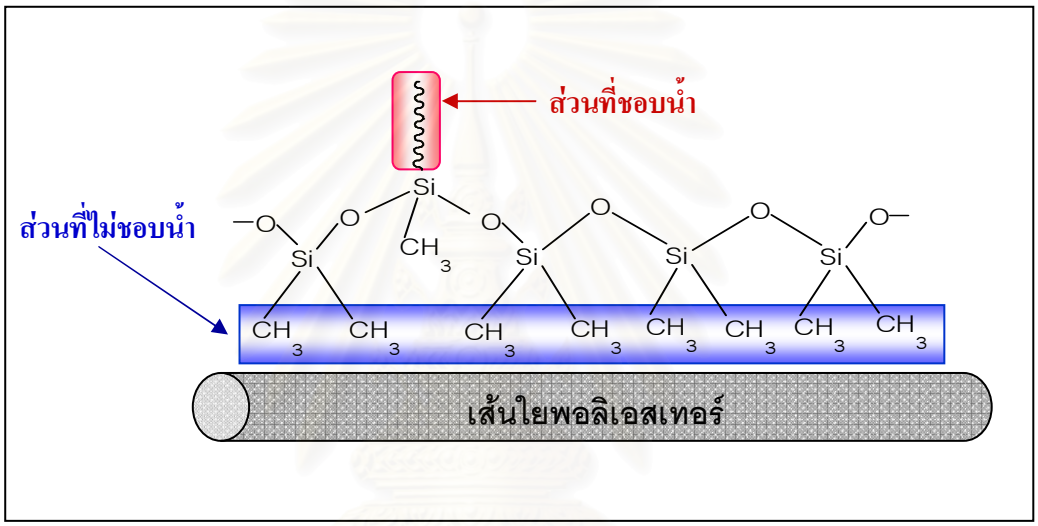
1. กระบวนการตกแต่งสำเร็จทางกายภาพ (physical or mechanical process) เป็นการตกแต่งสิ่งทอโดยการใช้เครื่องจักรในการผลิต สมบัติที่ได้จากการตกแต่งเกิดจากผลของเครื่องจักร เช่น การตัดขน (shearing) การตะกุยขน (raising) การทำให้ผ้าหดตัว (sanforized) การตกแต่งผ้านุ่ม (decatizing) เป็นต้น

2. กระบวนการตกแต่งสำเร็จทางเคมี (chemical finishing process) เป็นการตกแต่งสิ่งทอโดยการใช้สารเคมีตกแต่งลงบนผืนผ้าหรือทำให้สารเคมีเกิดปฏิกิริยากับผืนผ้าโดยตรง ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันออกไปตามที่ต้องการ เช่น การทำให้ผ้านุ่ม-ลื่น รักษาขนาดและรูปทรง ทนยับ ทนไฟ ทนสารเคมี กันน้ำ ป้องกันสิ่งสกปรกแทรกซึมเข้าไปภายในผ้า เป็นต้น โดยในกระบวนการตกแต่งมักใช้วิธีทางกายภาพร่วมด้วย เช่น การอัดรีด (calendering), การจุ่มอัด (padding) และการพ่น (spraying)

2.2.4.3 สารตกแต่งสำเร็จทางการค้า

ในปัจจุบันมีสารตกแต่งสำเร็จเพื่อเพิ่มสมบัติชอบน้ำให้กับพอลิเอสเทอร์ที่มีขายในทางการค้า ซึ่งลักษณะของสารตกแต่งประเภทนี้จะประกอบด้วยส่วนประกอบระหว่างส่วนชอบน้ำและส่วนไม่ชอบน้ำอยู่ในโมเลกุลเดียวกัน ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของสารซิลิโคน และพอลิออกซิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyoxyethylene terephthalate) มีทั้งแบบไม่ติดทน (semi-durable) และติดทนสูง (durable) ตัวอย่างของสารตกแต่งที่เปิดเผยโครงสร้างเคมีมีดังนี้

1. สารปรับผ้านุ่ม (softener) ในกลุ่มซิลิโคน

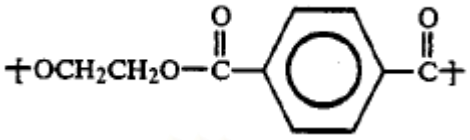


รูปที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของสารปรับผ้านุ่มกลุ่มซิลิโคน

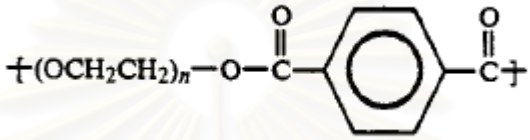
สารตกแต่งนี้ออกแบบมาเพื่อเพิ่มสมบัติความนุ่มและสมบัติชอบน้ำให้กับผ้าพอลิเอสเทอร์หรือผ้าพอลิเอสเทอร์ผสมผ้าฝ้าย กรรมวิธีการตกแต่งอาศัยเทคนิคจุ่มอัด โดยใช้สารตกแต่งสำเร็จที่มีความเข้มข้นประมาณ 20 กรัม/ลิตร เพื่อเพิ่มความคงทนต่อการซักล้าง จึงควรทำการอบผนึกที่อุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ซึ่งภายหลังการตกแต่งแล้วทำให้ผ้าดูดซับน้ำได้ดีขึ้น แต่ความคงทนของสารตกแต่งยังไม่ดีเท่าที่ควรจึงจัดเป็นสารตกแต่งสำเร็จในกลุ่มไม่ติดทน

2. สารตกแต่งสำเร็จชนิดบล็อกโคพอลิเมอร์ (block copolymer)

ตัวอย่างเช่น พอลิออกซิเอทิลีนเทเรฟทาเลต มีสูตรโครงสร้างเคมีดังรูปที่ 2.8



หรือ



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของสารตกแต่งสำเร็จพอลิออกซิเอทิลีนเทเรฟทาเลต [17]

สารตกแต่งประเภทนี้มีโครงสร้างคล้ายพอลิเอสเทอร์โดยมีทั้งส่วนไม่ชอบน้ำ คือ เทเรฟทาเลต (terephthalate) และส่วนที่ชอบน้ำคือ ออกซิเอทิลีน (oxyethylene) มีวิธีการสังเคราะห์คล้าย ๆ กับการสังเคราะห์พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต พอลิออกซิเอทิลีนเทเรฟทาเลตมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ในน้ำ การตกแต่งอาศัยวิธีการคล้ายกับสารในกลุ่มซิลิโคน ใช้อุณหภูมิสูงในการอบผนึกเพื่อให้ส่วนไม่ชอบน้ำยึดติดกับพอลิเอสเทอร์ ดังนั้นภายหลังการตกแต่งสำเร็จทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติชอบน้ำที่ถาวรมากกว่าแบบแรก และการตกแต่งด้วยสารประเภทนี้จะไม่ค่อยพบปัญหาผ้าเหลือง (yellowing) เหมือนกับสารกลุ่มซิลิโคนเนื่องจากไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hsieh, Miler และ Thompson [11] ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงสมบัติผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วยการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยอาศัยด่าง และศึกษาสมบัติการเปียกน้ำ โครงสร้างของรู (pore structure) และความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในรู (water retention) โดยใช้ผ้าจากเส้นใยพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตแบบธรรมดาและแบบไมโครดีเนียร์ พบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 N และใช้เวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจะทำให้น้ำหนักของเส้นใยหายไปในอัตราเร็วขึ้น พื้นผิวมีความเป็นรูเพิ่มมากขึ้น และมีความหนาของผ้าลดลง และพบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีรูปแบบที่ไม่เหมือนกันในผ้าทั้ง 2 แบบ แต่การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวเส้นใยที่เกิดขึ้นมีผลต่อสมบัติการเปียกน้ำ และปริมาณน้ำที่กักเก็บของผ้าทั้ง 2 ชนิด เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสก็แสดงผลในลักษณะคล้ายกันกับอุณหภูมิ และเมื่อพิจารณามุมสัมผัสของน้ำและโครงสร้างรูพรุนที่วัดได้ที่ค่าต่างๆ พบว่าการกักเก็บน้ำของผ้าจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับค่ามุมสัมผัสของน้ำ(ปริมาณการกักเก็บน้ำมากขึ้นผ้าจะมีมุมสัมผัสของน้ำต่ำกว่า) ในขณะที่โครงสร้างของรูเป็นปัจจัยที่แสดงผลยังไม่ชัดเจนและมีผลแบบจำกัด (limiting factors)

Hsieh และ Cram [12] ศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เอนไซม์และการใช้ด่างในการทำไฮโดรลิซิสของผ้าพอลิเอสเทอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถในการเปียกน้ำและการดูดซับน้ำ โดยทำการศึกษาเอนไซม์ไลเปส 6 ชนิด กับผ้าพอลิเอสเทอร์ชนิดทั่วไป ผ้าไมโครไฟเบอร์ และผ้าพอลิเอสเทอร์สำหรับย้อมสีเบสิกหรือ ซัลโฟเนตพอลิเอสเทอร์ (sulfonated polyester) โดยพบว่ามีเอนไซม์ไลเปส 5 ชนิด ที่สามารถปรับปรุงสมบัติการเปียกน้ำและการดูดซับน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ชนิดทั่วไปได้ดีกว่าการใช้ด่าง (ความเข้มข้น 3 N ที่ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง) และยังพบว่าปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสด้วยเอนไซม์ใช้ภาวะที่รุนแรงน้อยกว่า ใช้ความเข้มข้นต่ำกว่าและเวลาน้อยกว่า (10 นาที) ผลจากการปรับปรุงความสามารถในการเปียกน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์พบว่าความแข็งแรงของผ้าไม่เปลี่ยนไปมากเมื่อเทียบกับการไฮโดรลิซิสด้วยด่างซึ่งทำให้ความแข็งแรงและน้ำหนักลดลงอย่างชัดเจน ในทำนองเดียวกันการใช้เอนไซม์ไลเปสกับผ้าซัลโฟเนตพอลิเอสเทอร์ และผ้าไมโครดีเนียร์ก็ได้สมบัติการเปียกน้ำและการดูดซับน้ำที่ดีขึ้นเช่นเดียวกันกับผ้าพอลิเอสเทอร์ชนิดทั่วไป

Sacak และ Oflaz [18] ศึกษาการกราฟต์พอลิเมอร์ไรเซชันเส้นใยพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตด้วยกรดอะคริลิก (acrylic acid) และใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา โดยมีจุดประสงค์ในการเพิ่มหมู่คาร์บอกซิลิก (COOH) ซึ่งเป็นหมู่ดูดซับความชื้น

คล้ายกับหมู่คาร์บอกซิเลต (COO^-)บนเส้นใยพอลิเอสเทอร์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส โดยทำการกราฟต์กรดอะคริลิกลงบนเส้นใยพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตโดยตรง ซึ่งยังไม่ผ่านการทำให้เกิดการบวมตัวมาก่อน (การทำให้เส้นใยบวมตัวเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซึมของมอนอเมอร์เข้าไปภายในผิวของเส้นใย) พบว่าอุณหภูมิของการกราฟต์มีผลต่อประสิทธิภาพการกราฟต์ที่ได้ และพบว่าที่ความเข้มข้นของเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 4.0×10^{-3} โมล/ลิตร จะได้ประสิทธิภาพการกราฟต์ที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังศึกษา ผลของตัวทำละลาย เช่น ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (dimethylformamide), ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethylsulfoxide), ไพริดิน (pyridine) แอลกอฮอล์ (alcohol) และตัวละลายผสม พบว่ามีเพียงไพริดินที่เป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาการกราฟต์ จากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านการกราฟต์มาทดสอบสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความหนาแน่น เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสามารถในการย้อมติดสี และร้อยละของการดูดความชื้น

Buchenska [19] ได้เสนอการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ด้วยการกราฟต์พอลิเมอร์ไรเซชันด้วยกรดอะคริลิกเช่นกัน โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา โดยมีการเติมสารตัวเติมอื่น ๆ ลงไปในขณะที่ทำการกราฟต์ เช่น สารแอนตี้ไบโอติก พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการกราฟต์ คือ การเติมสารตัวอื่นลงไปมีผลต่อ degree of grafting และปริมาณของโฮโมพอลิเมอร์ที่ได้ และได้ทำการศึกษาผลของ degree of grafting ต่อความสามารถในการดูดความชื้น (moisture sorption) และการบวมตัวของเส้นใยที่ผ่านการดัดแปร

Sacak และ Celik [13] ศึกษาการกราฟต์พอลิเมอร์ไรเซชันเมททาคริลิกแอสิดลงบน เส้นใยพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตโดยอาศัย azobisisobutyronitrile (AIBN) เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา พบว่าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของมอนอเมอร์ 3×10^{-3} โมล/ลิตร ได้ยีลด์ของกราฟต์พอลิเมอร์ประมาณร้อยละ 32 ผลจากการทำกราฟต์พอลิเมอร์ไรเซชันทำให้เส้นใยมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหนาแน่นลดลง มีการดูดความชื้นที่เพิ่มขึ้น (moisture regain) และย้อมติดด้วยสีเบสิกเนื่องจากเส้นใยมีหมู่คาร์บอซิลิก (COOH) ที่มาจากมอนอเมอร์ จากการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงให้เห็นว่าผิวของเส้นใยมีลักษณะถูกห่อหุ้ม (shell-like appearance)

บุญศรี คู่สุขธรรม [20] ศึกษาการสังเคราะห์สารตกแต่งสำเร็จประเภทโคพอลิเมอร์จาก 2-ไฮดรอกซีเอททิล เมททาคริเลต และ 2-เบนโซอิลเอททิล เมททาคริเลต เพื่อใช้ปรับปรุงสมบัติการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ ภายหลังการตกแต่งสำเร็จพบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติความสามารถในการดูดความชื้นและระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการตกแต่ง ผ้ามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม แสดงว่าสารตกแต่งโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์

ได้ช่วยปรับปรุงความสามารถในการดูดความชื้นให้กับผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ในระดับหนึ่ง แต่พบว่าความคงทนของสารตกแต่งบนผ้ายังไม่ดี

ดวงกมล วิบูลย์รัตนศรี [21] ศึกษาการดัดแปรไคโตซานเพื่อนำไปประยุกต์กับผ้าพอลิเอสเทอร์ให้มีสมบัติดูดซับความชื้น โดยทำการดัดแปรไคโตซานให้มีหมู่ที่ไม่ชอบน้ำเพื่อทำหน้าที่ช่วยติดยึดบนผิวพอลิเอสเทอร์ ไคโตซานที่ผ่านการดัดแปรเรียกว่า ฟทาลออิลไคโตซาน หลังจากนั้นได้นำไปตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์ แล้วนำผ้าที่ผ่านการตกแต่งไปทดสอบหาความสามารถในการดูดความชื้น ความสามารถในการเปียกน้ำ และดูลักษณะพื้นผิวของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด พบว่าฟทาลออิลไคโตซานสามารถยึดติดพอลิเอสเทอร์ได้ดีกว่าไคโตซานที่ไม่ผ่านการดัดแปร เป็นผลทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งด้วยไคโตซานดัดแปรมีสมบัติการดูดความชื้นดีขึ้นในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่เทียบเท่ากับสารตกแต่งทางการค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1) ผ้าพอลิเอสเทอร์

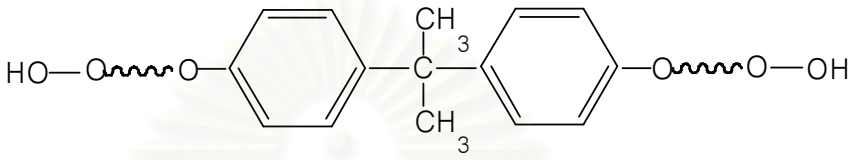
ผ้าพอลิเอสเทอร์ทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองผลิตจากใยพอลิเอสเทอร์ล้วน ประกอบด้วยผ้าที่ไม่ได้ย้อมสำหรับใช้ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมและการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม ส่วนการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนย้อมจะใช้ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการย้อมสีจากโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งหมดสามสี ได้แก่ สีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน โดยมีสมบัติดังนี้

ตารางที่ 3.1 สมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดของผ้าพอลิเอสเทอร์	**น้ำหนักผ้าต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร)**	**ความหนาแน่นของผ้า (เส้น/ตารางนิ้ว)**	
		ด้ายพุ่ง	**ด้ายยืน**
ผ้าที่ไม่ได้ย้อม	193.36	80	100
ผ้าสีเหลือง	151.50	80	105
ผ้าสีแดง	154.49	80	110
ผ้าสีน้ำเงิน	151.50	80	105

โดย : ผ้าที่ไม่ได้ย้อมได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ไทยนำศิริ อินเตอร์เท็กซ์ จำกัด
ผ้าสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน เป็นผ้าพอลิเอสเทอร์ตามท้องตลาด

2) พอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ (polyethylene glycolated bis-phenol A) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า PEG-BA สารพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ มีชื่อทางการค้า Moderphil ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท แม็กซ์ดีวีลอปเม้นท์ จำกัด มีโครงสร้างเคมีดังรูปที่ 3.1 ในโครงสร้างเคมีประกอบด้วยส่วนที่ไม่ชอบน้ำคือ หมู่ bis-phenol A และส่วนที่ชอบน้ำ คือ polyethylene glycolated ที่เกาะอยู่ในตำแหน่ง para ของวงแหวนอะโรมาติกของหมู่ bis-phenol A



รูปที่ 3.1 สูตรโครงสร้างของพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ

3) สีดิสเพิร์ส ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ไดสตาร์ไทย จำกัด

- สีเหลือง (Dianix ® Yellow UN-SE 200% new)
- สีแดง (Dianix ® Red UN-SE)
- สีน้ำเงิน (Dianix ® Blue UN-SE)

4) กรดอะซิติกเข้มข้น (lab grade) จาก Merck ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี

5) สบู่มาตรฐาน (standard soap) ที่ปราศจากสารฟอกนวล (optical brightening agent)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) เครื่องจุ่มอัด (padder mangle) ของบริษัท Labtec

2) เครื่องอบไอน้ำและไอร้อนแห้ง ของบริษัท Rapid Labortex

3) เครื่องวัดมุมสัมผัสของน้ำ (contact angle meter) ของบริษัท Tantec รุ่น CAM-PLUS

4) เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ของบริษัท Macbeth (ปัจจุบันคือ X-rite) รุ่น Color-Eye 7000

5) เครื่องวิเคราะห์ทางสเปกโทรสโกปีด้วยรังสีอินฟราเรด (Attenuated total reflectance-fourier transform infrared spectroscopy, ATR-FTIR) ของบริษัท Perkin Elmer รุ่น Spectrum One

6) เครื่องวิเคราะห์ทางความร้อน (Differential scanning calorimeter, DSC) ของบริษัท NETZSCH รุ่น DAC-204 F1

7) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ของบริษัท Joel รุ่น JSM-5800 LV

8) เครื่อง scorch tester ของบริษัท SDL รุ่น M247A

9) เครื่องตัดผ้าเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.3 เซนติเมตร ของบริษัท Jen-Haur

10) เครื่องซักผ้า (gyrowash)

11) ตู้ดูดความชื้น

12) กระดาษลิตมัส

3.3 การตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA

3.3.1 การเตรียมผ้าพอลิเอสเทอร์

เนื่องจากผ้าพอลิเอสเทอร์ที่นำมาใช้ในการทดลองยังคงมีสารเคมีตกค้างอยู่บนผ้าจากกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องขจัดสารเคมีและสารปนเปื้อนเหล่านี้ออกไป เพื่อลดปัจจัยภายนอกที่จะมีผลต่อสมบัติของผ้าตัวอย่าง และเพื่อให้การปรับปรุงสมบัติของผ้าพอลิเอสเทอร์มีประสิทธิภาพเพียงพอ

นำผ้าพอลิเอสเทอร์มาทำความสะอาด โดยการซักด้วยผงซักฟอกที่ใช้ทั่วไป (มีสารฟอกนวล) ที่อุณหภูมิห้อง โดยนำผ้าใส่ลงในถังซักจากนั้นล้างผ้าด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง อบผ้าให้แห้ง แล้วผึ่งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

3.3.2 การศึกษาผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จและภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์

การศึกษาผลของกระบวนการตกแต่งสำเร็จเป็นการศึกษาพฤติกรรมการเกาะติดของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA และผลของสารตัวนี้ต่อสมบัติของสีย้อมซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการคือ การตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม การตกแต่งสำเร็จพร้อมกับกระบวนการย้อม และการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม โดยในแต่ละกระบวนการจะทำการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่ง ทั้งความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA และอุณหภูมิในการผนึกสารตกแต่งสำเร็จลงบนผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

3.3.2.1 การตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม

นำผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการย้อมขนาด 20×30 เซนติเมตร มาทำให้เปียกน้ำก่อนด้วยเครื่องจุ่มอัด (padder mangle) โดยตั้งความดันไว้เพื่อให้ได้ร้อยละของผ้าเปียกเท่ากับ 80-85 จากนั้นนำผ้าที่ได้ไปจุ่มอัดอีกครั้งด้วยสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยปรับให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 3-4 ด้วยกรดอะซิติก แล้วนำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดไปอบให้แห้งด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

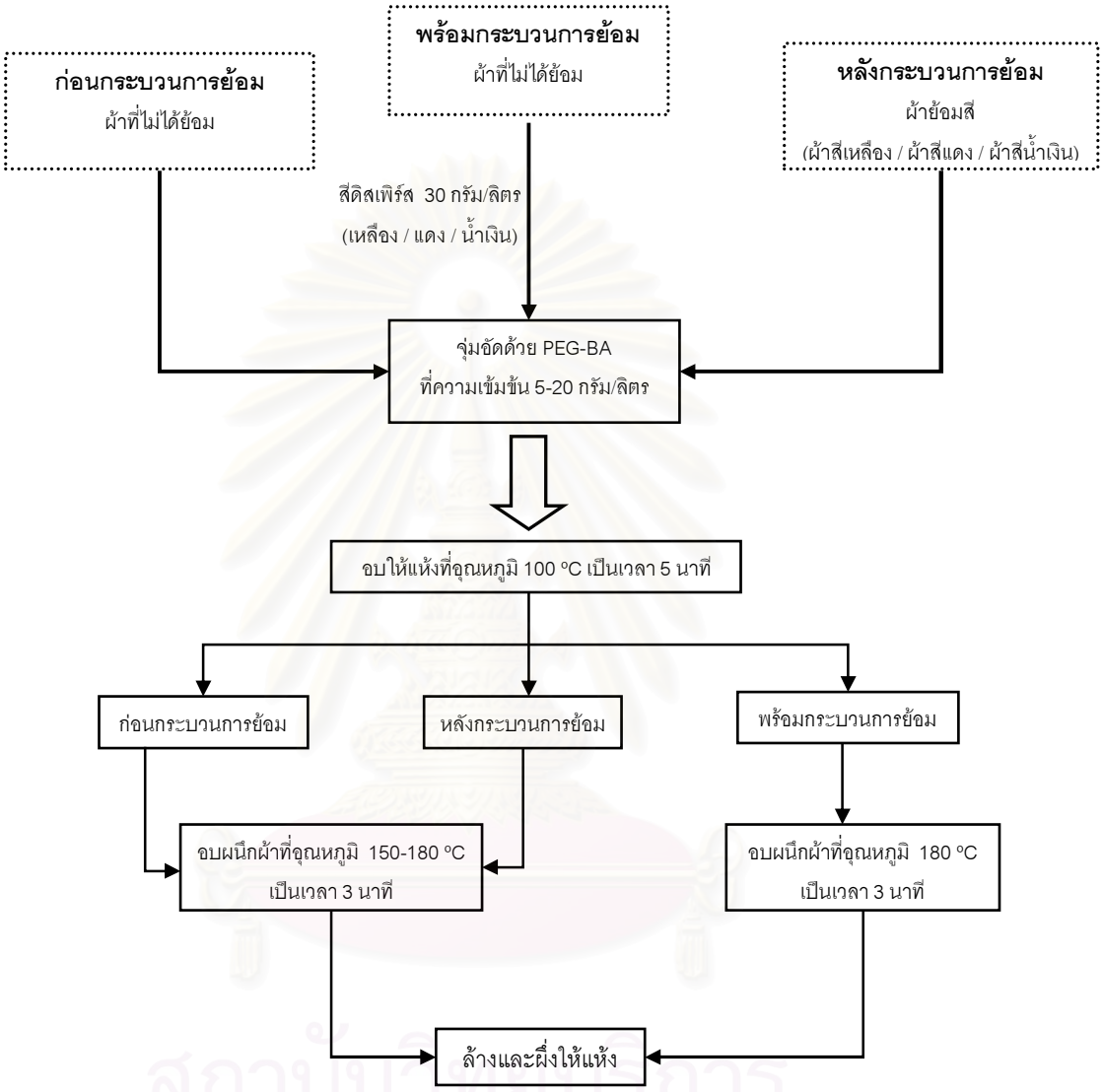
ผ้าพอลิเอสเทอร์แต่ละความเข้มข้นที่ผ่านการอบให้แห้งแล้วนั้น จะนำมาเข้าเครื่องอบไอร้อนแห้งอีกครั้งเพื่อผนึกสารตกแต่งสำเร็จให้ติดอยู่บนผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำผ้าดังกล่าวไปล้างสารส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด ตากให้แห้ง แล้วนำเข้าตู้ดูดความชื้นเก็บไว้ทดสอบต่อไป

3.3.2.2 การตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม

ในกระบวนการนี้จะทำการตกแต่งสำเร็จไปพร้อมกับการย้อมผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยในขั้นตอนการตกแต่งจะคล้ายกับการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม แต่สารละลายที่ใช้จะประกอบด้วยสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ปริมาณ 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และสีย้อมดิสเพิร์ส (สีเหลือง หรือสีแดง หรือสีน้ำเงิน) ในปริมาณคงที่ 30 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียสเท่านั้น

3.3.2.3 การตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม

การตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมจะใช้ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านกระบวนการย้อมมาแล้วทั้ง 3 สี ได้แก่ ผ้าสีเหลือง ผ้าสีแดง และผ้าสีน้ำเงิน มาตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ซึ่งมีขั้นตอนในการตกแต่งเหมือนกับการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม



รูปที่ 3.2 การตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การทดสอบและวิเคราะห์สมบัติ

3.4.1 การทดสอบความสามารถในการดูดความชื้น

การวัดค่าความสามารถในการดูดความชื้นจะใช้วิธีตามมาตรฐาน ASTM D 2654-899 : 1997 โดยนำผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA มาทดสอบเปรียบเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จ ซึ่งภาวะมาตรฐานที่ใช้คือ ที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65±2

$$\text{ร้อยละของการดูดความชื้น (\% moisture regain)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

โดยที่ W_0 = น้ำหนักแห้งของผ้าพอลิเอสเทอร์เริ่มต้น

W = น้ำหนักของผ้าพอลิเอสเทอร์ภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.4.2 การทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำ

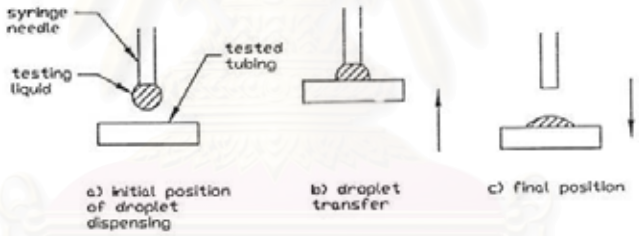
มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำคือ มาตรฐาน AATCC 79-2000 absorbency of bleached textiles โดยนำผ้าตัวอย่างมาขึงให้ตึง จากนั้นหยดน้ำจากบิวเรตลงบนผ้า 1 หยด ซึ่งปลายของบิวเรตจะอยู่ห่างจากผ้าเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร จับเวลาจนกระทั่งหยดน้ำซึมหายไปหมด แล้วบันทึกค่าที่ได้ โดยทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ได้ออกมา

3.4.3 มุมสัมผัสของน้ำ

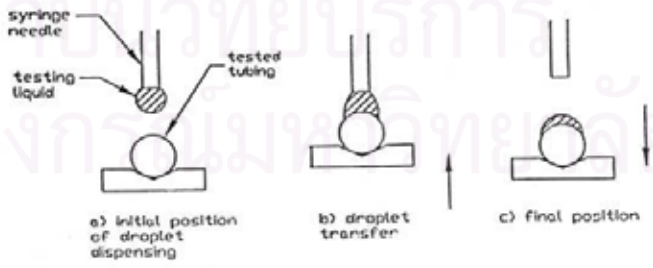
การวัดมุมสัมผัสของน้ำจะใช้เครื่อง contact angle meter (goniometer) รุ่น CAM-PLUS Tantec ดังรูปที่ 3.3 การทดสอบมุมสัมผัสจะใช้วิธีที่เรียกว่า sessile drop ดังรูปที่ 3.4 โดยฉีดของเหลวออกมาจากหลอดฉีดยาขนาดเล็กปริมาณ 1 หยด เท่ากับ 4 ไมโครลิตร จากนั้นดันพื้นผิวตัวอย่างผ้าขึ้นไปสัมผัสกับหยดของเหลวที่ปลายเข็มฉีดยา แล้วเลื่อนตัวอย่างผ้าลงมาที่ระดับตั้งต้น จากนั้นแสงจะถูกส่องผ่านด้านหน้าของหยดของเหลว และปรากฏภาพของหยดของเหลวบนฉากรับภาพ (protractor) ซึ่งอยู่ด้านหลัง วัดมุมสัมผัสที่ฉากรับภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยการวัดมุมสัมผัสของน้ำบนวัสดุสิ่งทอ จะวัดหลังจากที่หยดของเหลวสัมผัสพื้นผิวของผ้าผ่านไปแล้ว 20 วินาที แต่ถ้าหยดของเหลวซึมหายไปภายใน 20 วินาที แสดงว่าพื้นผิวนั้นไม่สามารถวัดมุมสัมผัสได้ โดยวัสดุที่มีค่ามุมสัมผัสของน้ำต่ำ จะสามารถดูดซึมน้ำได้ดี แต่ถ้ามุม

สัมผัสของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดซึมน้ำจะลดลง และถ้ามุมสัมผัสของน้ำมีค่ามากกว่า 120 องศา จะถือว่าวัสดุชนิดนั้นเป็นวัสดุที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic)

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดมุมสัมผัสของน้ำ (contact angle meter)

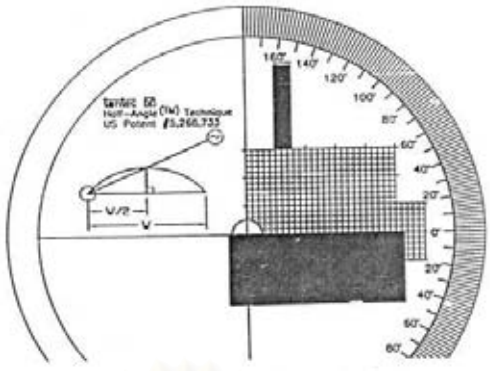


(ก) ชิ้นตัวอย่างที่เป็นแผ่น



(ข) ชิ้นตัวอย่างที่เป็นทรงกลม

รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมแสดงวิธีการวัดมุมสัมผัสแบบ sessile drop



รูปที่ 3.5 การวัดหามุมสัมผัสโดยใช้ protactor

3.4.4 การทดสอบระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่

วิธีการทดสอบระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่จะใช้วิธีการทดสอบที่ประยุกต์จาก IHTM 017 โดยตัดผ้าตัวอย่างให้มีขนาด 2.5×17.5 เซนติเมตร จากนั้นนำผ้าตัวอย่างที่เตรียมไว้จุ่มลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำสีมาตรฐาน (สีรีแอคทีฟ) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาณ 400 มิลลิลิตร โดยจุ่มในแนวตั้งให้ปลายของผ้าตัวอย่างจุ่มลงในน้ำสีเป็นระยะ 0.6 เซนติเมตร จากระดับผิวหน้าของน้ำสีมาตรฐาน จากนั้นวัดระยะทางที่น้ำสีถูกดูดขึ้นไปบนผ้าตัวอย่างที่เวลา 3 นาที โดยถ้าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าสูงขึ้น แสดงว่าผ้าพอลิเอสเทอร์สามารถดูดซึมน้ำสีได้มากขึ้น ทำให้สามารถดูดซึมน้ำได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นผลมาจากสมบัติความชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง

3.4.5 การทดสอบความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซักล้าง

การทดสอบความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซักล้างจะศึกษาโดยการวัดระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าหลังจากที่ผ่านการซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง โดยวิธีการซักจะประยุกต์จากมาตรฐาน AATCC 61-2003 colour fastness to laundering, home and commercial : accelerated และใช้เครื่อง gyrowash ในการทดสอบ

นำผ้าตัวอย่างไปซักด้วยน้ำสบู่มาตรฐาน ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหนักผ้า (กรัม) ต่อปริมาณน้ำสบู่ (มิลลิลิตร) 1 : 50 ที่อุณหภูมิ 40±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำผ้าตัวอย่างไปล้างในน้ำกลั่น 2 ครั้ง แล้วนำไปซะล้างด้วยน้ำซึ่งไหลตลอดเวลาเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส นำผ้าตัวอย่างที่แห้งไปวัดระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ดังหัวข้อ 3.4.4 ต่อไป โดยถ้าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าตัวอย่างมีค่าคงที่ หลังจากเพิ่มจำนวนครั้งในการซักล้าง แสดงว่าสารตกแต่งสำเร็จ

PEG-BA ที่ใช้ตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์สามารถยึดติดกับผิวผ้าได้อย่างคงทน แต่ถ้าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลง แสดงว่าสารตกแต่งสำเร็จที่เคลือบอยู่บนผิวผ้ามีบางส่วนหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการซักล้าง ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติชอบน้ำลดลง

รูปที่ 3.6 เครื่องซักผ้า (gyrowash)

3.4.6 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

การทดสอบนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ที่มีต่อความคงทนของสีต่อการซักของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกับกระบวนการย้อมและผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม วิธีทดสอบเป็นการประยุกต์จากมาตรฐาน ISO 105-C01 : 1989 (E) colour fastness to washing : Test 1 และมาตรฐาน AATCC 61-2003 colour fastness to laundering, home and commercial : accelerated โดยตัดผ้าตัวอย่างที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จและผ้าขาวที่ใช้ประกบสองชนิดคือ ผ้าพอลิเอสเทอร์และผ้าฝ้ายให้มีขนาดเท่ากับ 40×100 มิลลิเมตร จากนั้นนำผ้าขาวทั้งสองชนิดมาเย็บประกบติดกับผ้าตัวอย่าง นำชิ้นทดสอบ (ผ้าตัวอย่างที่เย็บประกบติดกับผ้าขาวสองชนิด) มาซักในน้ำสบู่มาตรฐานความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักผ้าต่อปริมาณน้ำสบู่ 1 : 50 บรรจุลูกเหล็กกลม (steel ball) 10 ลูก ไว้ภายในภาชนะบรรจุ และใช้อุณหภูมิในการซักที่ 40±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้เครื่องทดสอบ gyrowash เมื่อซักเสร็จแล้วนำชิ้นทดสอบไปล้างในน้ำกลั่น 2 ครั้ง แล้วนำไปชะล้างด้วยน้ำซึ่งไหลตลอดเวลาเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นผึ่งชิ้นทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส นำชิ้นทดสอบซึ่งประกอบด้วยผ้าสีและผ้าขาวทั้งสองชนิดที่แห้งไปประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (colour change) และค่าการเปื้อนติดสี (colour staining) ตามลำดับด้วยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) และสายตาโดยใช้เกรย์สเกล (gray scale)

โดยที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าที่ประเมินด้วยเกรย์สเกลตามมาตรฐาน AATCC 61-2003 : Evaluation Procedure 1 “Gray Scale for Colour Change” แบ่งระดับออกเป็นดังนี้

ระดับ 5.0	เฉดสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง
ระดับ 4.5	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย
ระดับ 4.0	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงน้อย
ระดับ 3.5	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยถึงปานกลาง
ระดับ 3.0	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงปานกลาง
ระดับ 2.5	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงปานกลางถึงมาก
ระดับ 2.0	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงมาก
ระดับ 1.5	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงมากถึงมากที่สุด
ระดับ 1.0	เฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

และระดับการเปื้อนติดสีบนผ้าที่ประกบตามมาตรฐาน AATCC 61-2003 : Evaluation Procedure 2 “Gray Scale for Colour Stainning” แบ่งระดับออกเป็นดังนี้

ระดับ 5.0	ไม่มีการเปื้อนติดสี
ระดับ 4.5	มีการเปื้อนติดสีเล็กน้อย
ระดับ 4.0	มีการเปื้อนติดสีน้อย
ระดับ 3.5	มีการเปื้อนติดสีน้อยถึงปานกลาง
ระดับ 3.0	มีการเปื้อนติดสีปานกลาง
ระดับ 2.5	มีการเปื้อนติดสีปานกลางถึงมาก
ระดับ 2.0	มีการเปื้อนติดสีมาก
ระดับ 1.5	มีการเปื้อนติดสีมากถึงมากที่สุด
ระดับ 1.0	มีการเปื้อนติดสีมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.7 เครื่องวัดสี (spectrophotometer)

3.4.7 การทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน

การทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อนเป็นวิธีที่ใช้ทดสอบความคงทนของสีบนวัสดุสิ่งทอที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีและเกิดการถ่ายโอนสี (colour transfer) เมื่อวัสดุสิ่งทอถูกกดทับด้วยความร้อน โดยใช้มาตรฐาน AATCC 133-2004 colour fastness to heat : hot pressing ในการทดสอบ ซึ่งการทดสอบนี้จะใช้ผ้าตัวอย่างที่อยู่ในภาวะแห้ง (dry pressing) โดยใช้ผ้าตัวอย่างที่มีขนาด 4×12 เซนติเมตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65±2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ

ขั้นตอนในการทดสอบเริ่มจากวางผ้าตัวอย่างลงบนแผ่นโลหะร้อนอุณหภูมิ 150±2 องศาเซลเซียส ที่ส่วนฐานของเครื่อง แล้วกดทับนาน 15 วินาที จากนั้นประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าตัวอย่าง และประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าตัวอย่างอีกครั้งหลังจากทิ้งไว้เป็นเวลา 4 ชั่วโมงโดยใช้เครื่องวัดสี

รูปที่ 3.8 เครื่อง scorch tester

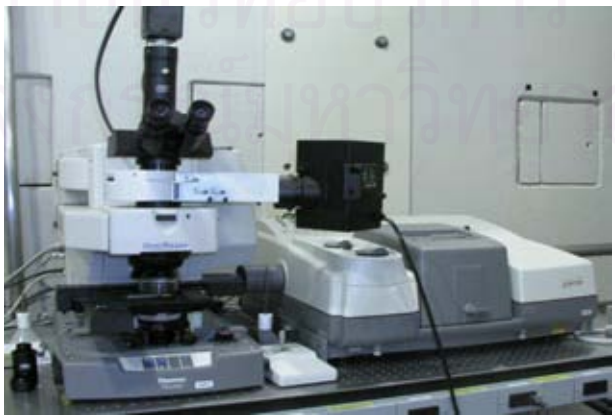
3.4.8 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนพื้นผิวผ้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะแสดงให้เห็นลักษณะของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จและศึกษาลักษณะการยึดติดของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA บนผ้าพอลิเอสเทอร์ทั้งก่อนและหลังการซัก โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) ของบริษัท Jeol รุ่น JSM-5800-LV

รูปที่ 3.9 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

3.4.9 การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR

งานวิจัยนี้เลือกใช้เทคนิคเอทีอาร์-เอฟทีไออาร์ (Attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy, ATR-FTIR) ในการศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของพื้นผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA โดยใช้เครื่อง ATR-FTIR ของบริษัท Perkin Elmer รุ่น Spectrum One



รูปที่ 3.10 เครื่องวิเคราะห์ทางสเปกโทรสโกปีด้วยรังสีอินฟราเรด (ATR-FTIR)

3.4.10 การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านและไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จจะนำมาวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC (Differential scanning calorimetry) เป็นการศึกษาผลของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA และภาวะในการตกแต่งสำเร็จที่ส่งผลต่อสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยใช้เครื่อง DSC ของบริษัท NETZSCH รุ่น DAC-204 F1 ซึ่งให้ความร้อนตั้งแต่ 25 องศาเซลเซียสถึง 300 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจนเหลว ด้วยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส/นาที

รูปที่ 3.11 เครื่องวิเคราะห์ทางความร้อน (DSC)

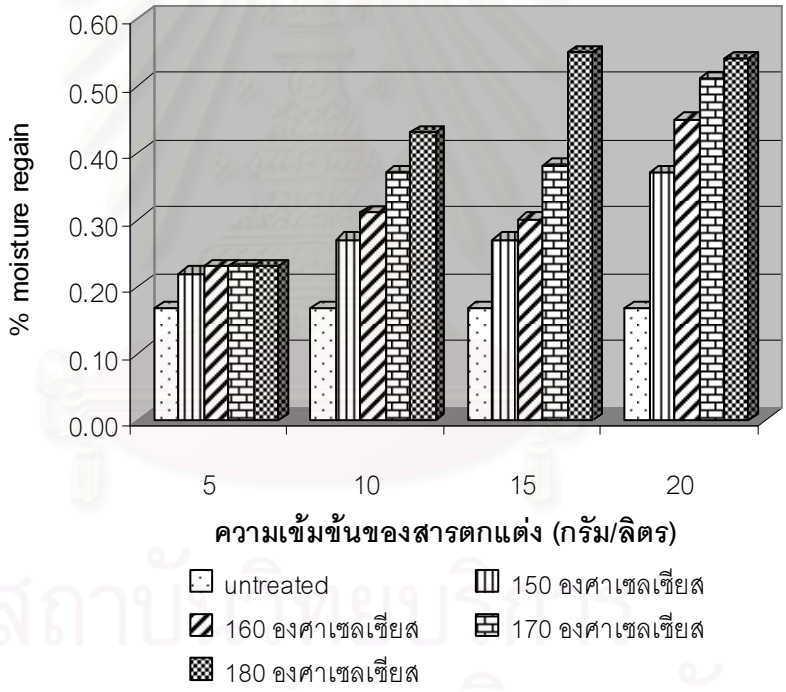
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 สมบัติการดูดความชื้นของผ้า

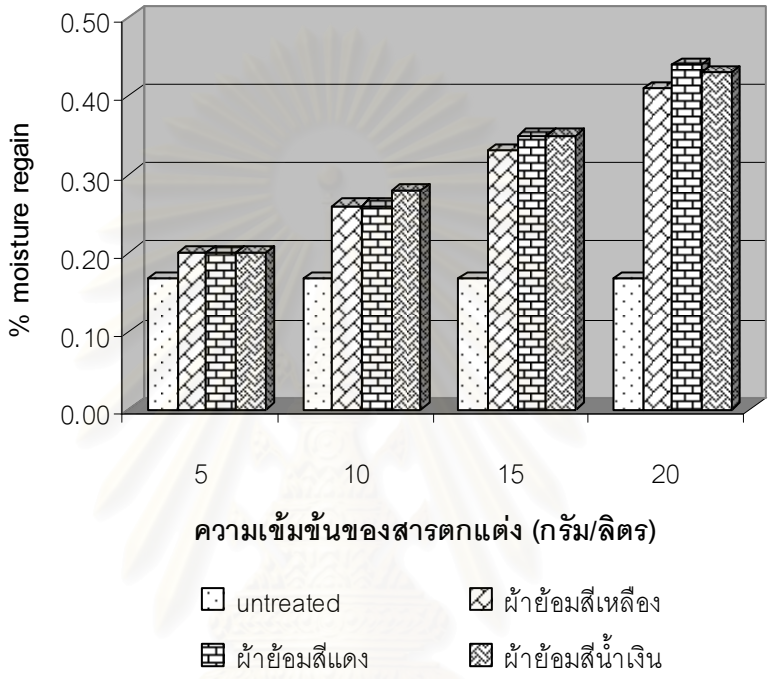
ร้อยละการดูดความชื้น (% moisture regain) ของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกันที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม พร้อมกระบวนการย้อม และหลังกระบวนการย้อม แสดงดังรูปที่ 4.1-4.5



รูปที่ 4.1 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

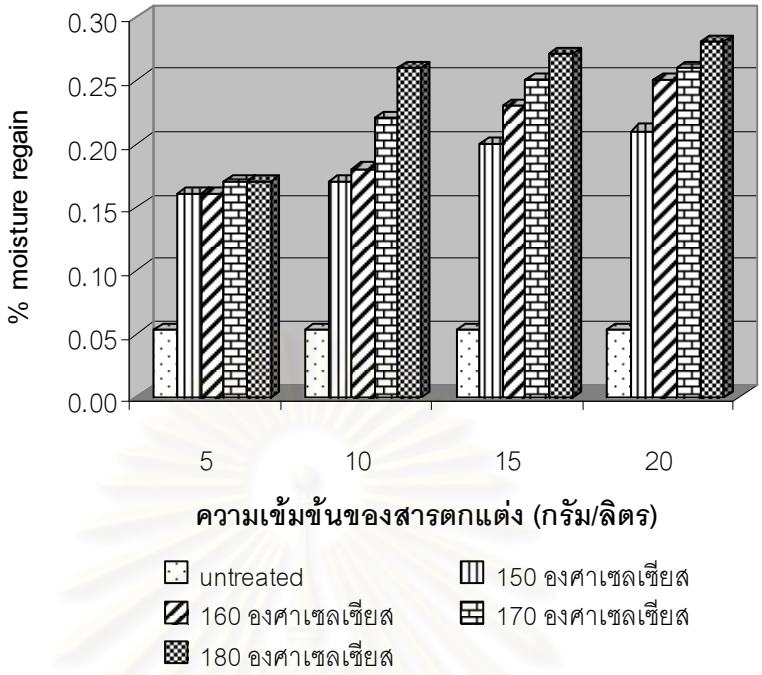
จากค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม ดังรูปที่ 4.1 พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีร้อยละการดูดความชื้นเท่ากับ 0.17 แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และใช้

อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าร้อยละการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ (PEG-BA) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.22-0.55 และเมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นแต่ละค่า พบว่าร้อยละการดูดความชื้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าให้สูงขึ้น

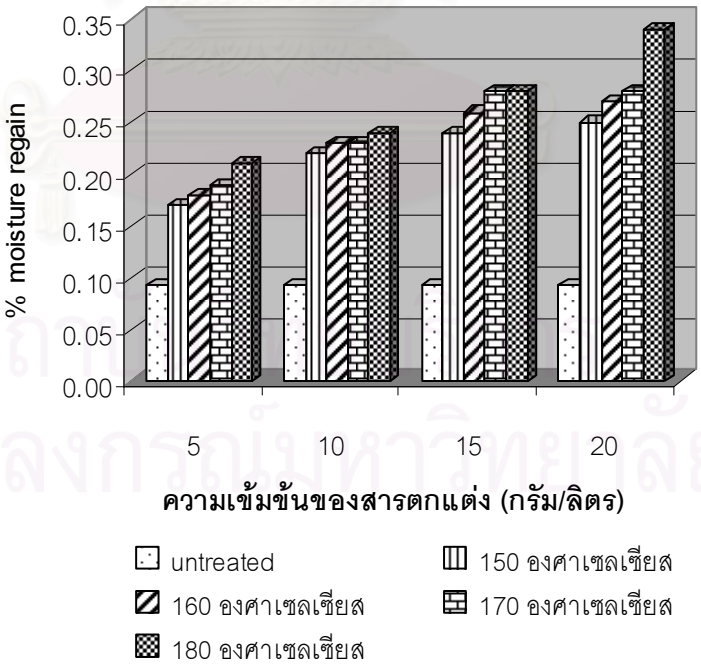


รูปที่ 4.2 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส

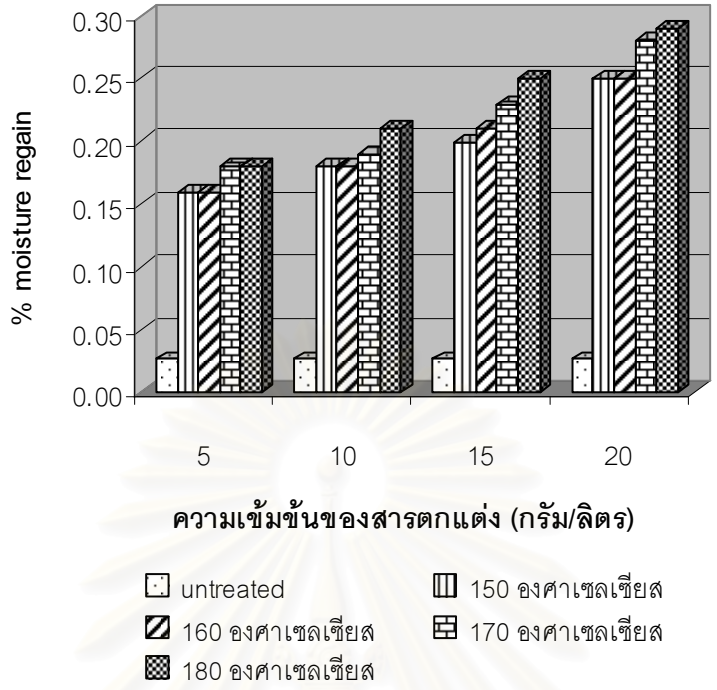
รูปที่ 4.2 แสดงค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จจะมีร้อยละการดูดความชื้นเท่ากับ 0.17 แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส พบว่าร้อยละการดูดความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.41 สำหรับผ้าย้อมสีเหลือง และมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.44 และ 0.20-0.43 สำหรับผ้าย้อมสีแดงและสีน้ำเงิน ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน



รูปที่ 4.4 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน



รูปที่ 4.5 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมของผ้าสีเหลือง ผ้าสีแดง ผ้าสีน้ำเงิน แสดงดังรูปที่ 4.3-4.5 ตามลำดับ โดยผ้าพอลิเอสเทอร์สีเหลืองที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีร้อยละการดูดความชื้นเท่ากับ 0.05 เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าร้อยละการดูดความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.16-0.28 ในกรณีของผ้าพอลิเอสเทอร์สีแดงและสีน้ำเงินที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีร้อยละการดูดความชื้นเท่ากับ 0.09 และ 0.03 เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA พบว่าร้อยละการดูดความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.17-0.34 และ 0.16-0.29 การเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าให้สูงขึ้นจะส่งผลผ้าให้พอลิเอสเทอร์มีร้อยละการดูดความชื้นเพิ่มขึ้นเช่นกัน

จากรูปที่ 4.1-4.5 แสดงให้เห็นว่าสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA สามารถทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีความสามารถในการดูดความชื้นได้ดีขึ้น โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จมีร้อยละการดูดความชื้นต่ำมากเมื่อเทียบกับผ้าชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ของพอลิเอสเทอร์นั่นเอง แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์มีร้อยละของการดูดความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ เนื่องจากสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ที่ใช้มีส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic segment) อยู่ภายในโมเลกุล ซึ่งเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA เป็น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร พบว่าร้อยละการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของสารตกแต่งสำเร็จบนผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้น และส่วนที่ชอบน้ำในสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้มีปริมาณมากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าเป็น 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าร้อยละการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่สูงขึ้นช่วยให้สารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ยึดติดกับผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ดีขึ้น

ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA คือ ความเข้มข้นของ PEG-BA และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึกผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ความสามารถในการดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน ได้แก่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการการย้อม พร้อมกระบวนการย้อม และหลังกระบวนการย้อม แสดงดังตารางที่ 4.1-4.5

ตารางที่ 4.1 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผ้า (องศาเซลเซียส)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	93
5	150	68
	160	56
	170	54
	180	54
10	150	41
	160	27
	170	21
	180	20
15	150	30
	160	20
	170	15
	180	12
20	150	24
	160	17
	170	10
	180	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จใช้เวลาในการดูดซึมน้ำ 93 วินาที แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ใช้เวลาในการดูดซึมน้ำน้อยลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5-68 วินาที และเมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นแต่ละค่า พบว่าเวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำมีค่าลดลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าให้สูงขึ้น

ตารางที่ 4.2 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า ที่ 180 องศาเซลเซียส

ภาวะของผ้า	**ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)**	**เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	93
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	59
	10	49
	15	45
	20	32
ผ้าย้อมสีแดง	5	269
	10	162
	15	85
	20	53
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	36
	10	27
	15	20
	20	17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ในการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จใช้เวลาในการดูดซึมน้ำ 93 วินาที แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ใช้เวลาในการดูดซึมน้ำน้อยลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32-59 วินาที สำหรับผ้าย้อมสีเหลือง และมีค่าอยู่ในช่วง 53- 269 วินาที และ 17-36 วินาที สำหรับผ้าย้อมสีแดงและสีน้ำเงินตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผ้า (องศาเซลเซียส)**	**เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	68
5	150	9
	160	8
	170	7
	180	7
10	150	6
	160	5
	170	4
	180	4
15	150	4
	160	3
	170	3
	180	3
20	150	4
	160	3
	170	3
	180	3

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม(ผ้าสีแดง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผ้า (องศาเซลเซียส)**	**เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	51
5	150	7
	160	7
	170	6
	180	6
10	150	4
	160	3
	170	3
	180	3
15	150	4
	160	3
	170	3
	180	3
20	150	3
	160	3
	170	3
	180	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม(ผ้าสีน้ำเงิน) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผ้า (องศาเซลเซียส)**	**เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	84
5	150	6
	160	5
	170	4
	180	3
10	150	4
	160	3
	170	3
	180	2
15	150	3
	160	2
	170	2
	180	2
20	150	2
	160	2
	170	2
	180	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมของผ้าสีเหลือง ผ้าสีแดง ผ้าสีน้ำเงิน แสดงดังตารางที่ 4.3-4.5 โดยผ้าพอลิเอสเทอร์สีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จใช้เวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 68, 51 และ 84 วินาที ตามลำดับ แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าเวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3-9 วินาที สำหรับผ้าพอลิเอสเทอร์สีเหลือง ส่วนผ้าพอลิเอสเทอร์สีแดงและสีน้ำเงิน ใช้เวลาในการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 2-7 วินาที และ 2-6 วินาที ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าจะทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์ใช้เวลาในการดูดซึมน้ำลดลงเล็กน้อย

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1-4.5 แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ เนื่องจาก PEG-BA ที่ใช้ตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในโมเลกุล ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์สามารถดูดซึมน้ำได้เร็วขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ เป็นการเพิ่มปริมาณ PEG-BA บนผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยส่วนที่ชอบน้ำที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นองค์ประกอบจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผ้าพอลิเอสเทอร์ใช้เวลาในการดูดซึมน้ำน้อยลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึกผ้า เวลาในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์จะมีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่สูงขึ้นทำให้สารตกแต่งสำเร็จยึดเกาะกับผิวผ้าได้ดีขึ้น ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีความชอบน้ำเพิ่มขึ้น

ดังนั้นความสามารถในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ PEG-BA และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึกผ้า ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับสมบัติการดูดความชื้นของผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 มุมสัมผัสของน้ำบนผ้า

ผลการวัดมุมสัมผัสของน้ำบนผ้าพอลิเอสเทอร์แสดงดังตารางที่ 4.6 โดยจะพบว่าก่อนกระบวนการตกแต่งสำเร็จ ผ้าพอลิเอสเทอร์สีขาวที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมและการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมมีมุมสัมผัสของน้ำเท่ากับ 133.0 องศา ส่วนผ้าย้อมสีที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมมีค่ามุมสัมผัสของน้ำเท่ากับ 135.2, 126.8 และ 128.4 องศา สำหรับผ้าพอลิเอสเทอร์สีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน ตามลำดับ

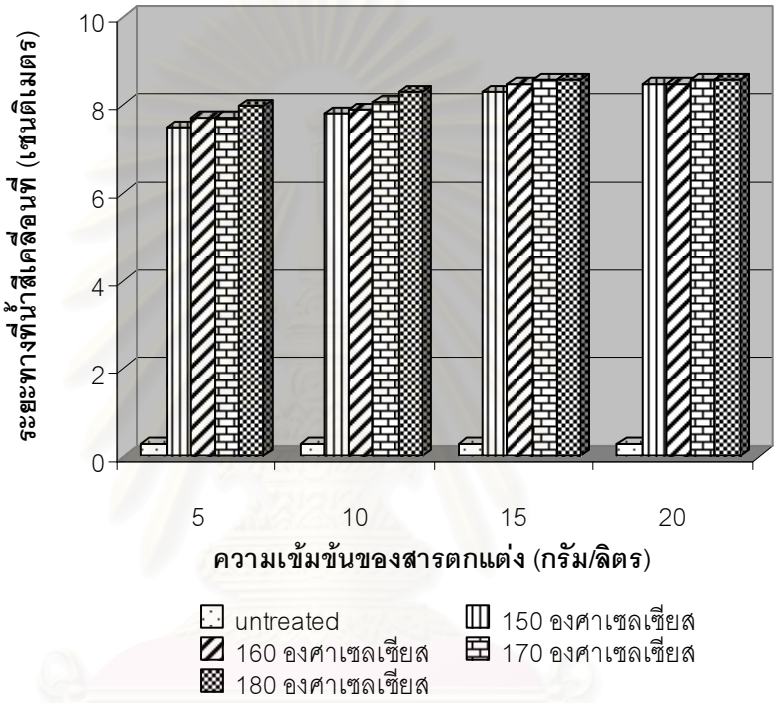
ตารางที่ 4.6 มุมสัมผัสน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์

จำนวนครั้งทดสอบ	มุมสัมผัสของน้ำ (องศา)				
	ก่อนการตกแต่งสำเร็จ				หลังการตกแต่งสำเร็จ
	ผ้าที่ไม่ได้ย้อม	ผ้าสีเหลือง	ผ้าสีแดง	ผ้าสีน้ำเงิน	
ครั้งที่ 1	132.00	136.00	128.00	128.00	ไม่สามารถวัดได้
ครั้งที่ 2	132.00	136.00	130.00	128.00	ไม่สามารถวัดได้
ครั้งที่ 3	133.00	136.00	120.00	128.00	ไม่สามารถวัดได้
ครั้งที่ 4	136.00	134.00	128.00	128.00	ไม่สามารถวัดได้
ครั้งที่ 5	132.00	134.00	128.00	130.00	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย	133.00	135.20	126.80	128.40	ไม่สามารถวัดได้

เนื่องจากวัสดุสิ่งทอที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จะมีค่ามุมสัมผัสของน้ำมากกว่า 120 องศา ดังนั้นผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้จึงถือว่าเป็นวัสดุสิ่งทอที่ไม่ชอบน้ำ แต่เมื่อตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA แล้ว พบว่าไม่สามารถวัดมุมสัมผัสของน้ำได้ เนื่องจากเมื่อหยดน้ำสัมผัสกับผิวผ้า หยดน้ำจะเริ่มซึมหายไปในช่วงเวลา 20 วินาที จึงไม่สามารถวัดมุมสัมผัสที่แท้จริงได้ แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จนั้น ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์ดูดซึมน้ำได้เร็วขึ้น เนื่องจากส่วนที่ชอบน้ำที่เป็นองค์ประกอบของ PEG-BA เคลือบอยู่บนผิวผ้า ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีความชอบน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ ที่พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA จะใช้เวลาในการดูดซึมน้ำน้อยลง เมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ

4.4 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกันที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ได้ถูกนำมาทดสอบหาระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้า โดยผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

จากรูปที่ 4.6 พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA นั้น สามารถดูดซับน้ำสีให้เคลื่อนที่ไปบนผ้าได้มากกว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ซึ่งเป็นผลมาจากส่วนที่ชอบน้ำของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ที่เคลือบอยู่บนผิวผ้าสามารถดูดซับน้ำสีได้ดีกว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่มีโครงสร้างเป็นสารที่ไม่ชอบน้ำ จึงทำให้ดูดซับน้ำสีได้น้อยกว่า โดยมีระยะทางการเคลื่อนที่ของน้ำสีเพียง 0.3 เซนติเมตร แต่เมื่อทำการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7.5-8.0 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA เป็น 10,15 และ

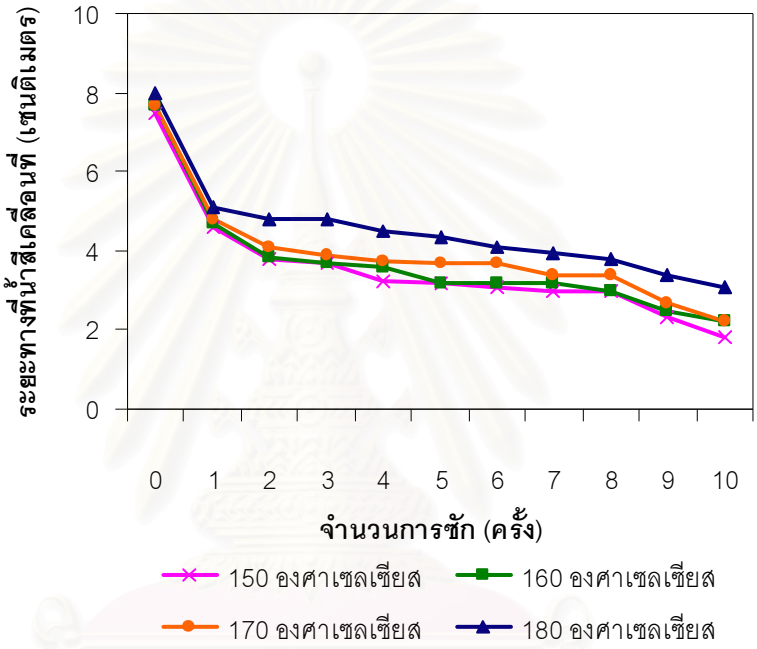
20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าในช่วงเดียวกัน ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ 7.8-8.3, 8.3-8.6 และ 8.5-8.6 เซนติเมตร ตามลำดับ จะเห็นว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จและอุณหภูมิในการอบผนึกผ้า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ นั้น ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการซักล้าง ทำให้สารที่เคลือบอยู่บนผิวผ้ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ดังนั้นระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ของผ้าพอลิเอสเทอร์จะมีค่าไม่แตกต่างกัน

จากการทดสอบสมบัติความชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ไม่ว่าจะเป็นค่าการดูดความชื้น ความสามารถในการดูดซึมน้ำ มุมสัมผัสของน้ำบนผ้าและระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ ล้วนแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA มีประสิทธิภาพเพียงพอในการทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีความชอบน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากส่วนที่ชอบน้ำของสารตกแต่งสำเร็จที่เคลือบอยู่บนผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติความชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ได้แก่ ปริมาณความเข้มข้นของ PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึกผ้า โดยเมื่อความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA เพิ่มขึ้น ปริมาณสารตกแต่งสำเร็จบนผ้าพอลิเอสเทอร์จะเพิ่มขึ้น และส่วนที่ชอบน้ำในสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้จะมีปริมาณสูงขึ้น ส่งผลให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติชอบน้ำเพิ่มขึ้น ในกรณีของอุณหภูมิในการอบผนึก เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าจะทำให้สารตกแต่งสำเร็จยึดเกาะติดกับผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ดีขึ้น ส่งผลให้สมบัติการชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 ความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซัก

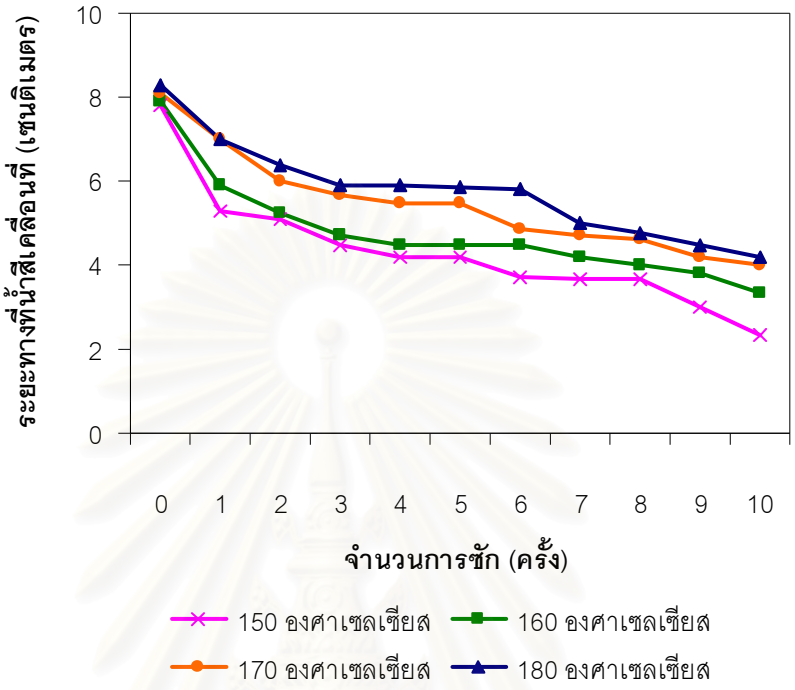
การทดสอบความคงทนของสารตกแต่งสำเร็จต่อการซักล้างได้ทำการศึกษาจากระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าหลังจากที่ผ่านการซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง โดยผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.7-4.15 ซึ่งเป็นระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.7 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

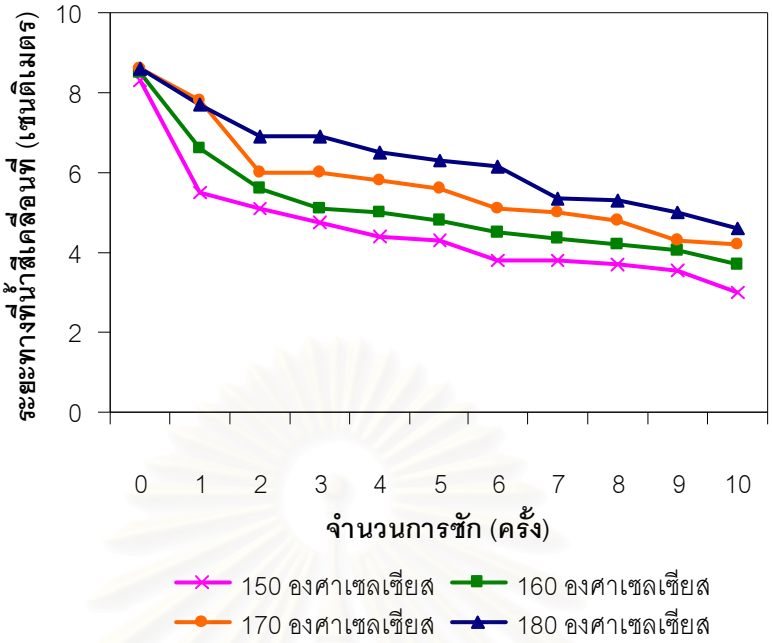
จากรูปที่ 4.7 แสดงระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 7.50 เซนติเมตร แต่เมื่อนำไปซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง พบว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.60-1.80 เซนติเมตร ส่วนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 7.70, 7.70 และ 8.00 เซนติเมตร และมีค่าลดลงไปในช่วง 4.70-2.20, 4.80-2.20 และ 5.10-3.10 เซนติเมตร

ตามลำดับ โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิสูง มีการลดลงของระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่น้อยกว่าผ้าที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิต่ำ



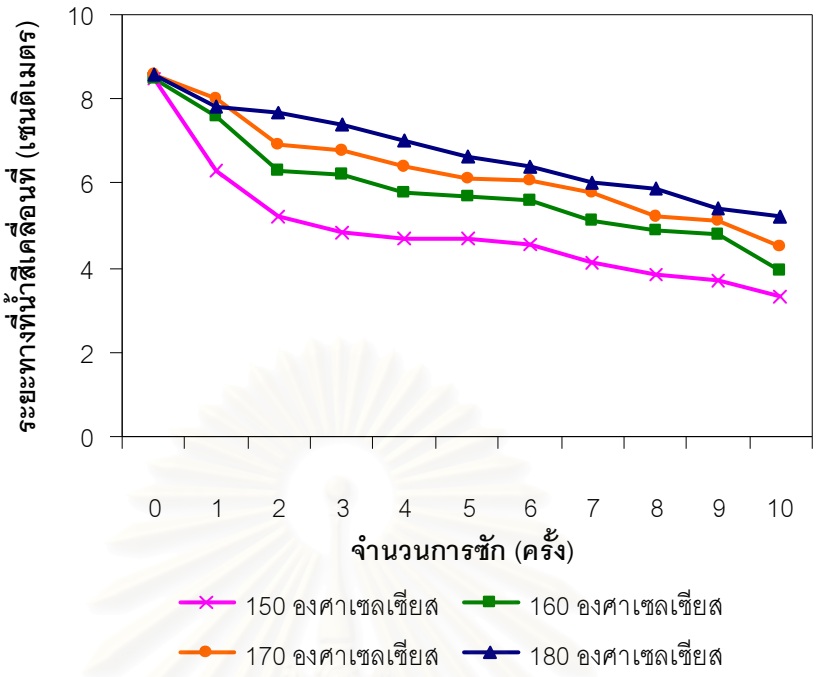
รูปที่ 4.8 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

รูปที่ 4.8 แสดงระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 7.80 เซนติเมตร แต่เมื่อนำไปซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง พบว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.30-2.35 เซนติเมตร ส่วนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 7.90, 8.10 และ 8.30 เซนติเมตร และมีค่าลดลงไปในช่วง 5.90-3.35, 7.00-4.00 และ 7.00-4.20 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิสูง มีการลดลงของระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่น้อยกว่าผ้าที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 4.9 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 15 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 15 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 4.9 พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 8.30 เซนติเมตร แต่เมื่อนำไปซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง พบว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.50-3.00 เซนติเมตร ส่วนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 8.50, 8.60 และ 8.60 เซนติเมตร และมีค่าลดลงไปในช่วง 6.60-3.70, 7.80-4.20 และ 7.70-4.60 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิสูง มีการลดลงของระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่น้อยกว่าผ้าที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 4.10 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

จากรูปที่ 4.10 แสดงระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผึกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 8.50 เซนติเมตร แต่เมื่อนำไปซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง พบว่าระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.30-3.30 เซนติเมตร ส่วนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผึกที่อุณหภูมิ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ก่อนการซักล้างเท่ากับ 8.50, 8.60 และ 8.60 เซนติเมตร และมีค่าลดลงไปในช่วง 7.60-3.95, 8.00-4.50 และ 7.80-5.20 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผึกที่อุณหภูมิสูง มีการลดลงของระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่น้อยกว่าผ้าที่ผ่านการอบผึกที่อุณหภูมิต่ำ

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.7-4.10 แสดงให้เห็นว่าเมื่อผ่านกระบวนการซักล้างผ้าพอลิเอสเทอร์มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ลดลง และเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการซักล้าง ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่จะมีค่าลดน้อยลงไปอีก ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีสารตกแต่งสำเร็จบางส่วนหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการซักล้าง จึงส่งผลให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีความชอบน้ำลดลง โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิสูงมีการลดลงของระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่น้อยกว่าผ้าที่ผ่านการอบผนึกที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องมาจากการอบผนึกผ้าที่อุณหภูมิสูงจะช่วยให้สารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ยึดเกาะติดกับผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ดี เป็นผลให้สารตกแต่งสำเร็จหลุดออกได้ยากกว่า เมื่อผ่านกระบวนการซักล้าง 10 ครั้ง ผ้าพอลิเอสเทอร์มีระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่มีค่าลดลงไปโดยเฉลี่ย 3 เท่า แต่ยังมีค่ามากกว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จโดยเฉลี่ยถึง 12 เท่า แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์มีความคงทนต่อกระบวนการซักล้าง แต่ก็ยังมีสารตกแต่งสำเร็จบางส่วนหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการซักล้างได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 ความคงทนของสีต่อการซัก

การศึกษาผลของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ต่อความคงทนของสีต่อการซัก แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.7-4.10 โดยค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าหลังการซักของผ้าย้อมสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน มีค่าอยู่ในช่วง 3.5-4.5 ซึ่งถือว่าเฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยถึงปานกลาง แสดงให้เห็นว่าการตกแต่งสำเร็จพร้อมกับกระบวนการย้อม สารตกแต่งสำเร็จที่ใช้อาจไปขัดขวางการแทรกซึมของอนุภาคสีเข้าไปในผ้า ส่งผลให้เมื่อผ่านกระบวนการซักล้าง อนุภาคของสีจะหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเฉดสี และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA การเปลี่ยนแปลงของสีมีแนวโน้มคงที่ ส่วนการเปื้อนติดสีบนผ้าพอลิเอสเทอร์และผ้าฝ้ายพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4.0-5.0 คือมีการเปื้อนติดสีน้อยจนไม่มีการเปื้อนติดเลย ซึ่งการเปื้อนติดสีของผ้าฝ้ายและผ้าพอลิเอสเทอร์นั้น เป็นผลมาจากอนุภาคของสีที่หลุดออกมาจากผ้าตัวเอย่าง โดยค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีที่ได้จากผู้ประเมินและเครื่องวัดสีมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.8-4.10 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกะบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าหลังการซัก ทั้งในกรณีของผ้าสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน อยู่ในช่วง 4.0-5.0 ซึ่งถือว่าเฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีไปบ้างเล็กน้อย และสำหรับการการเปื้อนติดสีบนผ้าพอลิเอสเทอร์และผ้าฝ้ายจะมีการเปื้อนติดสีเล็กน้อยจนไม่มีการเปื้อนติดของสีเลย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.0-5.0 และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA และอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีที่ได้จากผู้ประเมินและเครื่องวัดสีมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.7 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม

ภาวะของผ้า	ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี		ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปื้อนติดสี			
				ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	4.0	3.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	10	4.0	3.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	15	4.0	3.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	20	4.0	3.5	4.0	4.5	4.0	5.0
ผ้าย้อมสีแดง	5	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	5.0
	10	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	5.0
	15	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	5.0
	20	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	5.0
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	4.0	4.0	4.5	5.0	4.5	5.0
	10	4.0	4.0	4.5	5.0	4.5	5.0
	15	4.0	3.5	4.5	5.0	4.5	5.0
	20	4.0	3.5	4.5	5.0	4.5	5.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี		ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปื้อนติดสี			
				ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
5	150	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0
10	150	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
15	150	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.0	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0

ตารางที่ 4.9 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี		ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปื้อนติดสี			
				ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
5	150	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
	180	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
10	150	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
	160	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
	170	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
	180	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0
15	150	4.5	4.5	4.5	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	4.5	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	4.5	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.5	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	4.0	4.5	4.0	5.0

ตารางที่ 4.10 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี		ระดับของเกรย์สเกล สำหรับประเมินค่าการเปื้อนติดสี			
				ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
5	150	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
10	150	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
15	150	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.5	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 ความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมและหลังกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ถูกนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน ซึ่งเป็นการทดสอบความคงทนของสีบนวัสดุสิ่งทอที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีและเกิดการถ่ายโอนสี (colour transfer) เมื่อวัสดุสิ่งทอถูกกดทับด้วยความร้อน โดยผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.11-4.12

ตารางที่ 4.11 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมหลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

ภาวะของผ้า	ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี	
		ทันที	หลังจาก 4 ชั่วโมง
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	4.5	4.5
	10	4.5	4.5
	15	4.5	4.5
	20	4.5	4.5
ผ้าย้อมสีแดง	5	4.5	4.5
	10	4.5	4.5
	15	4.5	4.5
	20	4.5	4.5
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	4.5	4.5
	10	4.5	4.5
	15	4.5	4.5
	20	4.5	4.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมหลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

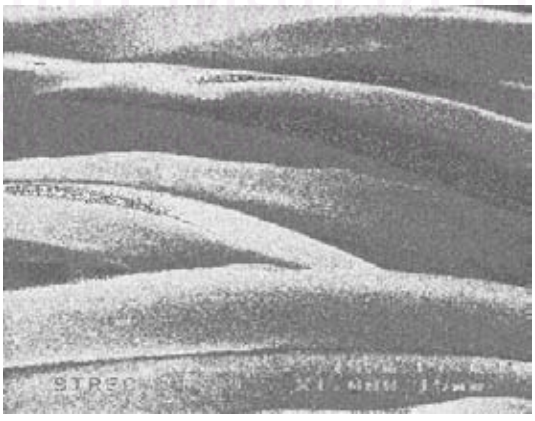
ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ระดับของเกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี					
		ทันที			หลังจาก 4 ชั่วโมง		
		ผ้าสีเหลือง	ผ้าสีแดง	ผ้าสีน้ำเงิน	ผ้าสีเหลือง	ผ้าสีแดง	ผ้าสีน้ำเงิน
5	150	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	160	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	170	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	180	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
10	150	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	160	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	170	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	180	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
15	150	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	160	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	170	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	180	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
20	150	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	160	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	170	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	180	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

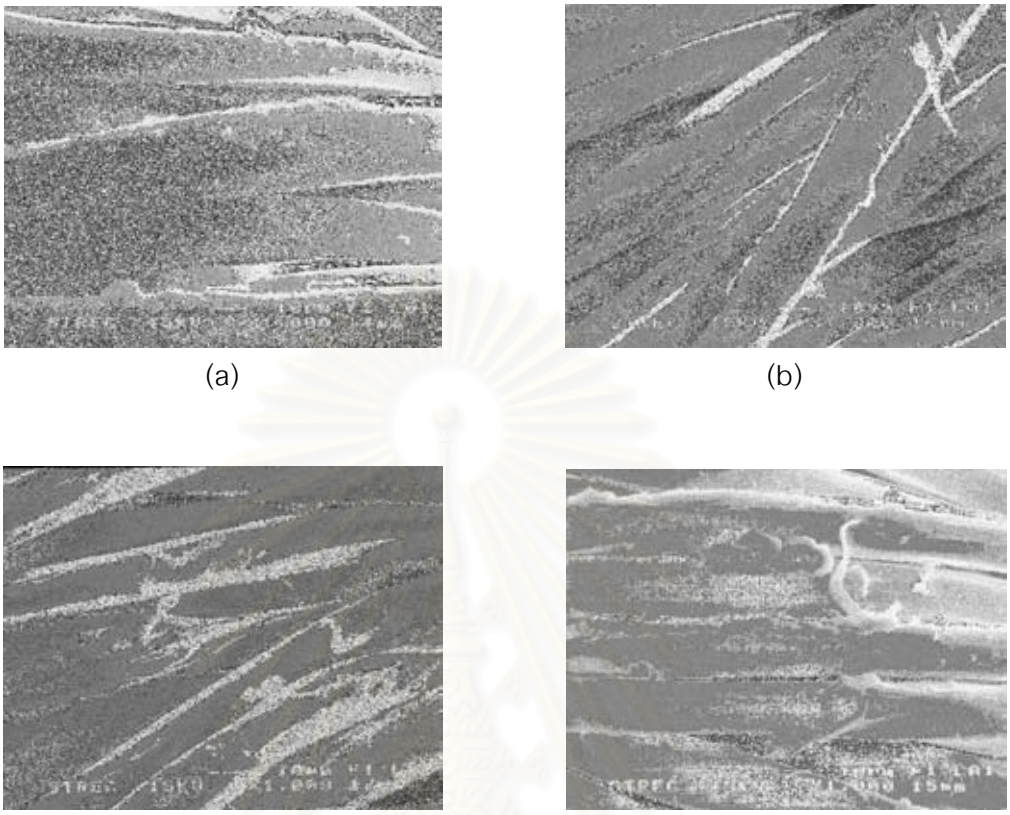
จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าหลังจากถูกกดทับด้วยความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าย้อมสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน มีค่าเท่ากับ 4.5 ทั้งการวัดแบบทันทีและหลังจากทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงเฉดสีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจากตารางที่ 4.12 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม โดยการเปลี่ยนแปลงของสีแบบทันทีมีค่าเท่ากับ 4.5 สำหรับผ้าสีแดง ซึ่งถือว่าเฉดสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และสำหรับผ้าสีเหลืองและสีน้ำเงิน พบว่าเฉดสีไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ส่วนการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าหลังจากทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง พบว่าผ้าสีทั้ง 3 สี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีเลย แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ไม่ส่งผลต่อความคงทนของสีต่อความร้อน และจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผนึกผ้าพบว่าปัจจัยเหล่านี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเฉดสีต่อการกดทับด้วยความร้อน

4.8 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนพื้นผิวผ้า

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพื้นผิวผ้าพอลิเอสเทอร์พบว่า พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ (ดังรูปที่ 4.11) มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ ลื่น แต่เมื่อทำการตกแต่งด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร) ในการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อม ดังแสดงในรูปที่ 4.12 พบว่าพื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์มีความขรุขระมากขึ้น เนื่องจากการเกาะติดของสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้เคลือบ และเมื่อทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งโคพอลิเมอร์ โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าคงที่ที่ 180 องศาเซลเซียส พบว่าส่วนที่เกาะอยู่บนพื้นผิวผ้ามีปริมาณมากขึ้นและมีบางส่วนแทรกลงไปในระหว่างเส้นใยของผ้าพอลิเอสเทอร์



รูปที่ 4.11 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ

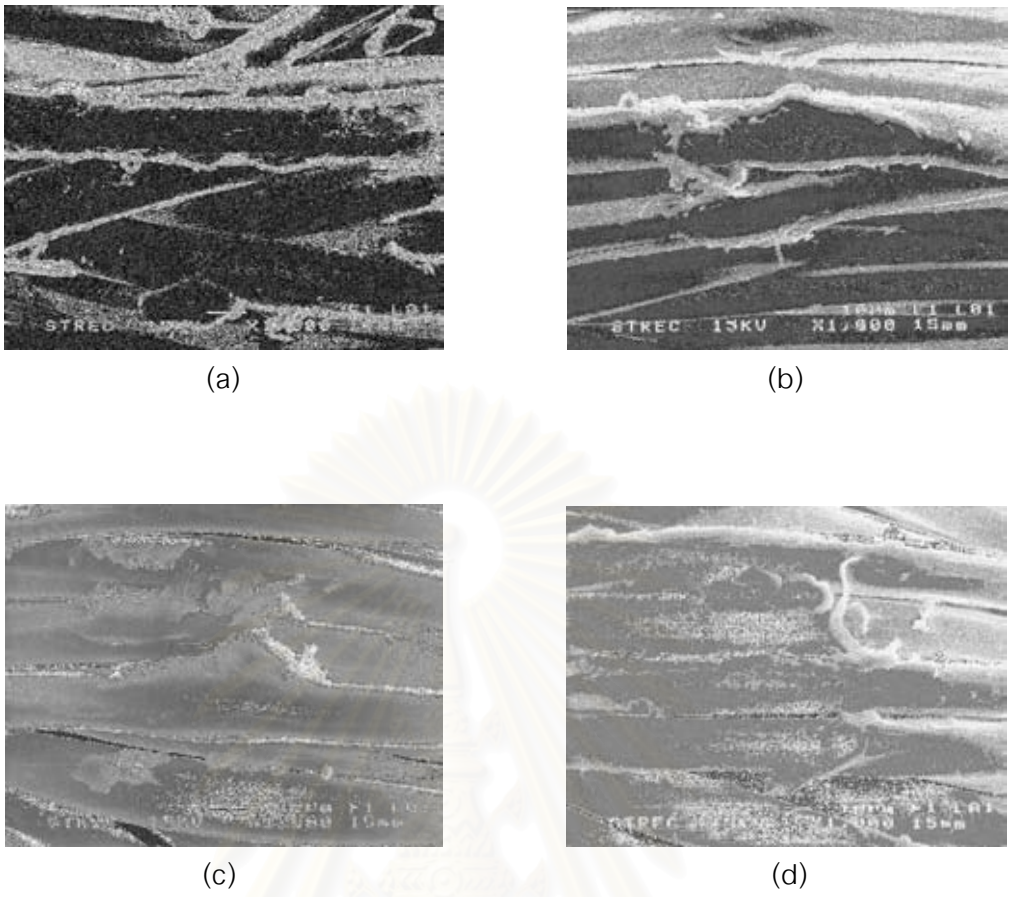


(a) (b)

(c) (d)

รูปที่ 4.12 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมที่ใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณของ PEG-BA เท่ากับ
(a) 5 กรัม/ลิตร (b) 10 กรัม/ลิตร
(c) 15 กรัม/ลิตร (d) 20 กรัม/ลิตร

รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะพื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่แตกต่างกัน (150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส) จากรูปพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าให้สูงขึ้น พื้นผิวของเส้นใยที่ถูกเคลือบด้วยสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

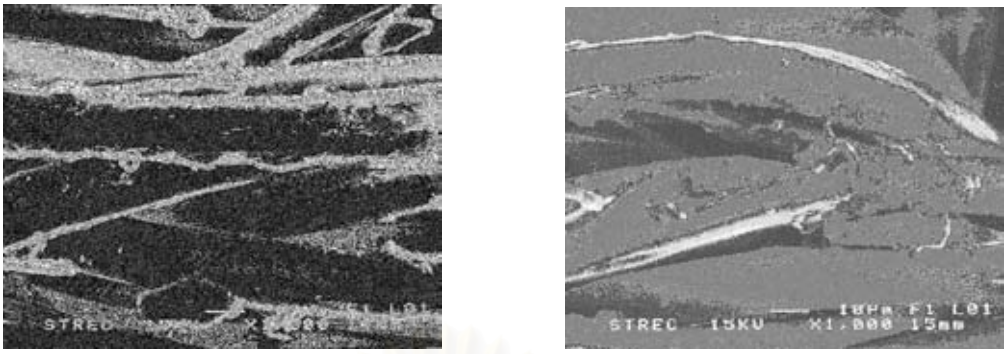


(a) (b)

(c) (d)

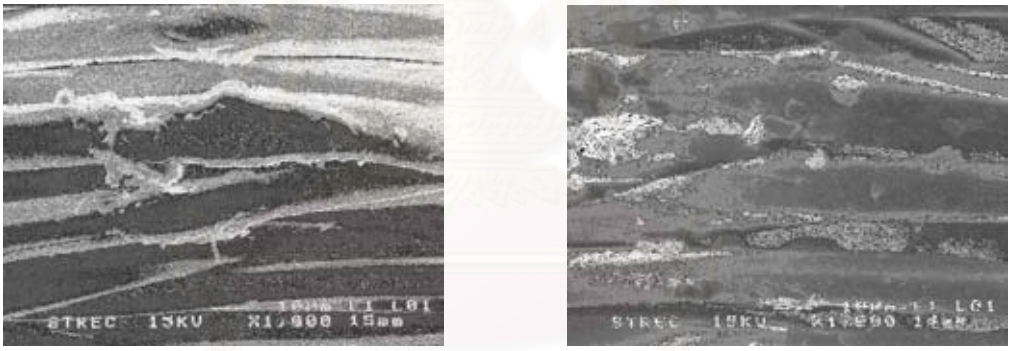
รูปที่ 4.13 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่
(a) 150 องศาเซลเซียส (b) 160 องศาเซลเซียส
(c) 170 องศาเซลเซียส (d) 180 องศาเซลเซียส

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ถูกนำไปผ่านกระบวนการซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการซักล้าง พบว่าลักษณะพื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ก่อนการซักและหลังการซักล้าง ไม่มีความแตกต่างกันมาก โดยผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านกระบวนการซักล้าง ยังคงมีสารตกแต่งสำเร็จเคลือบอยู่บนพื้นผิวของผ้าอยู่ ดังรูปที่ 4.14-4.17



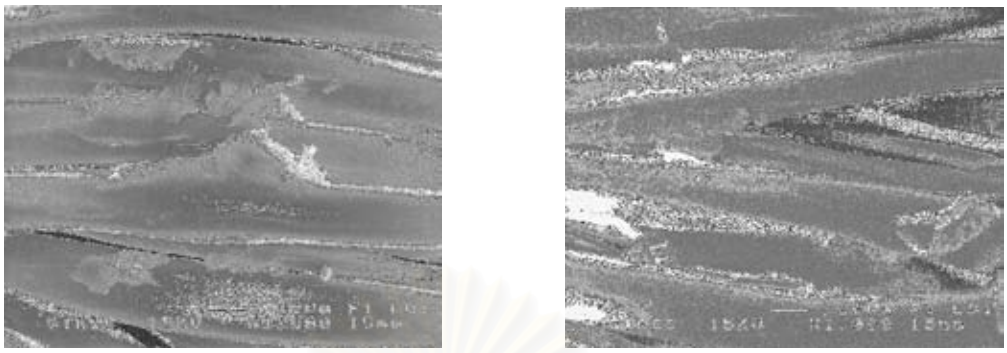
(a) (b)

รูปที่ 4.14 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง



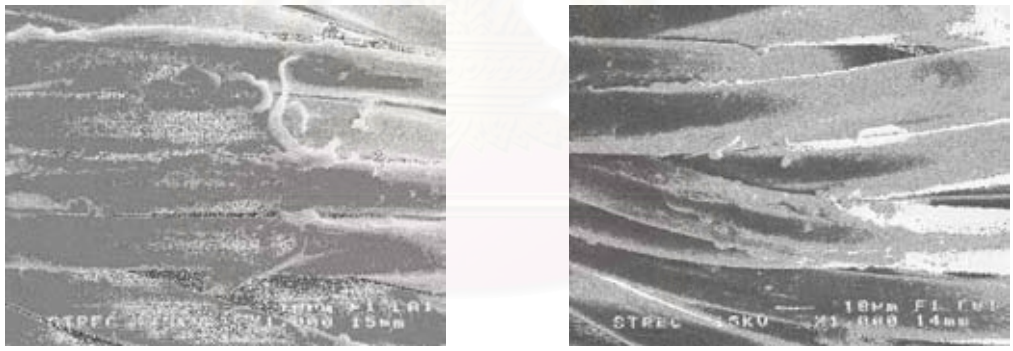
(a) (b)

รูปที่ 4.15 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 160 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง



(a) (b)

รูปที่ 4.16 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 170 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง

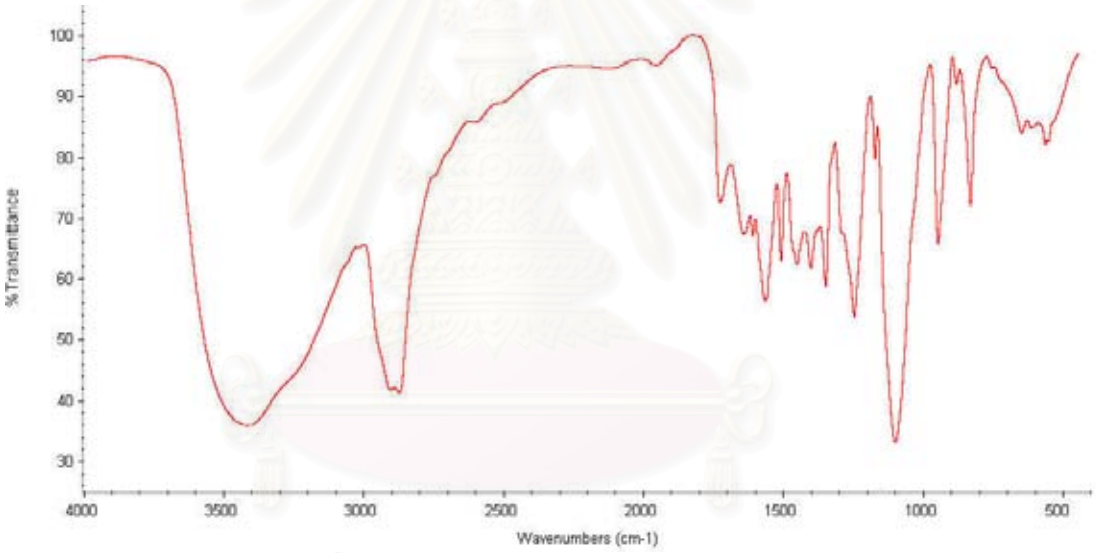


(a) (b)

รูปที่ 4.17 พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส (a) ก่อนการซัก (b) หลังการซัก 10 ครั้ง

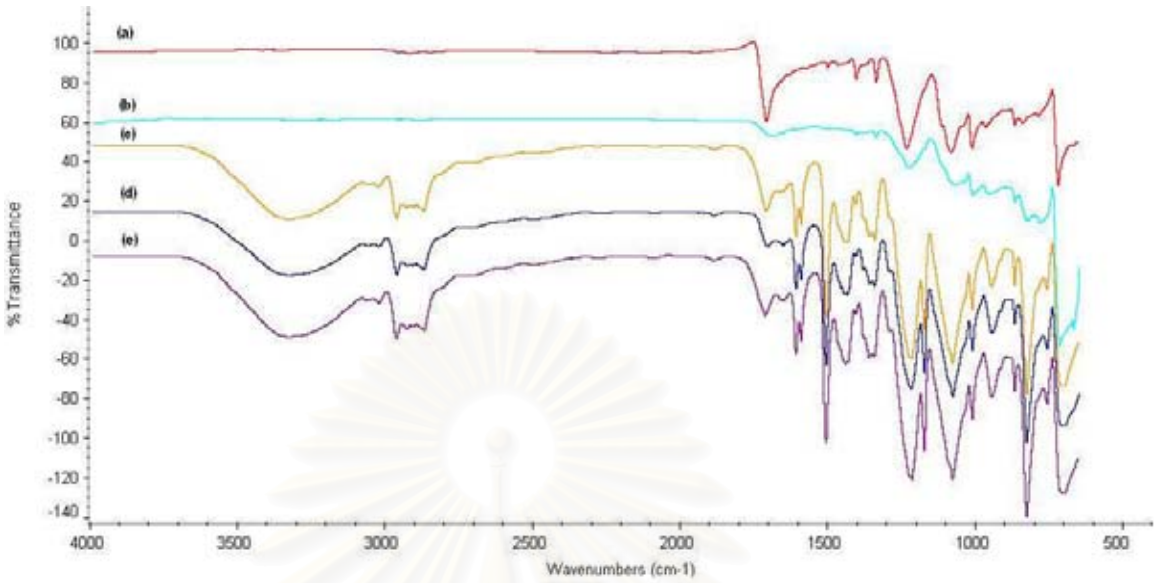
4.9 การตรวจหาคุณลักษณะเฉพาะของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR

อินฟราเรดสเปกตรัมของสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้ คือ พอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ (PEG-BA) แสดงดังรูปที่ 4.18 พบว่าสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA จะมีสเปกตรัมของส่วนที่ชอบน้ำอยู่ที่ตำแหน่งความถี่ประมาณ 3250-3550 cm^{-1} ซึ่งเป็นสเปกตรัมของพันธะ O-H (หมู่ไฮดรอกซิล) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำคือวงแหวนเบนซีนอยู่ที่ตำแหน่งความถี่ประมาณ 1500-1600 cm^{-1} ซึ่งเป็นสเปกตรัมของพันธะ C=C และที่ตำแหน่งความถี่ประมาณ 3000-3100 cm^{-1} ซึ่งเป็นสเปกตรัมของพันธะ C-H นอกจากนี้ยังมีสเปกตรัมของ C-O ที่ตำแหน่งความถี่ประมาณ 1050-1300 cm^{-1}



รูปที่ 4.18 อินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส

(a) ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ

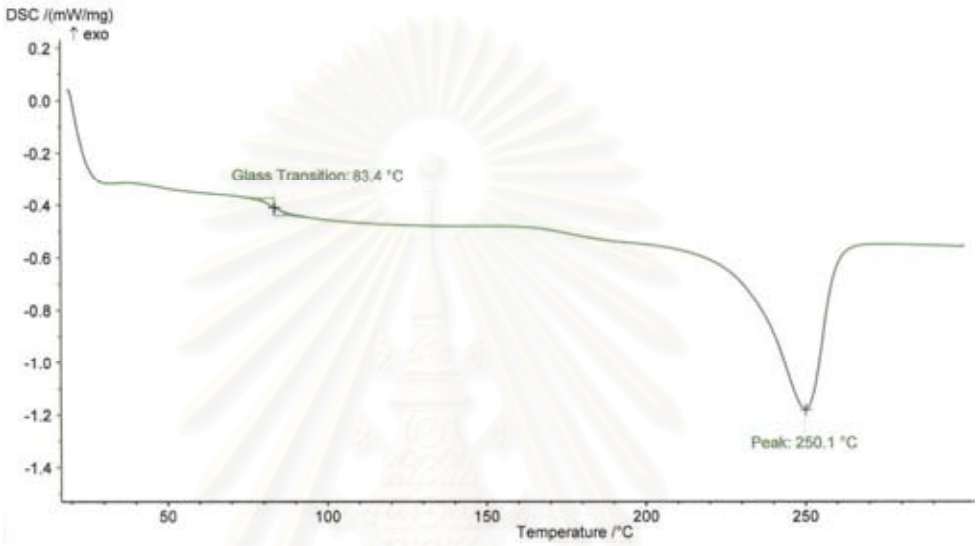
(b) สารตกแต่ง 5 กรัม/ลิตร (c) สารตกแต่ง 10 กรัม/ลิตร

(d) สารตกแต่ง 15 กรัม/ลิตร (e) สารตกแต่ง 20 กรัม/ลิตร

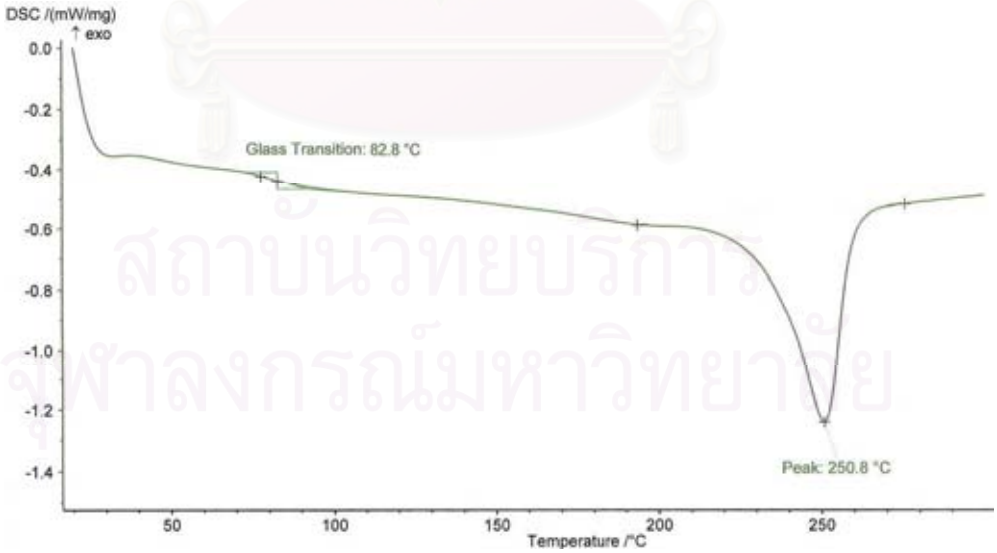
รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส เทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ โดยเมื่อทำการตกแต่งผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA ที่มีส่วนที่ชอบน้ำอยู่ภายในโมเลกุล จะพบว่าอินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์จะมีสเปกตรัมของส่วนที่ชอบน้ำอยู่ที่ตำแหน่งความถี่ประมาณ 3100-3500 cm^{-1} ซึ่งเป็นสเปกตรัมของพันธะ O-H และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA จะทำให้สเปกตรัมของพันธะ O-H ชัดเจนขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์สามารถยึดเกาะกับพื้นผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ ทำให้พอลิเอสเทอร์มีสมบัติชอบน้ำเพิ่มขึ้น

4.10 การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC

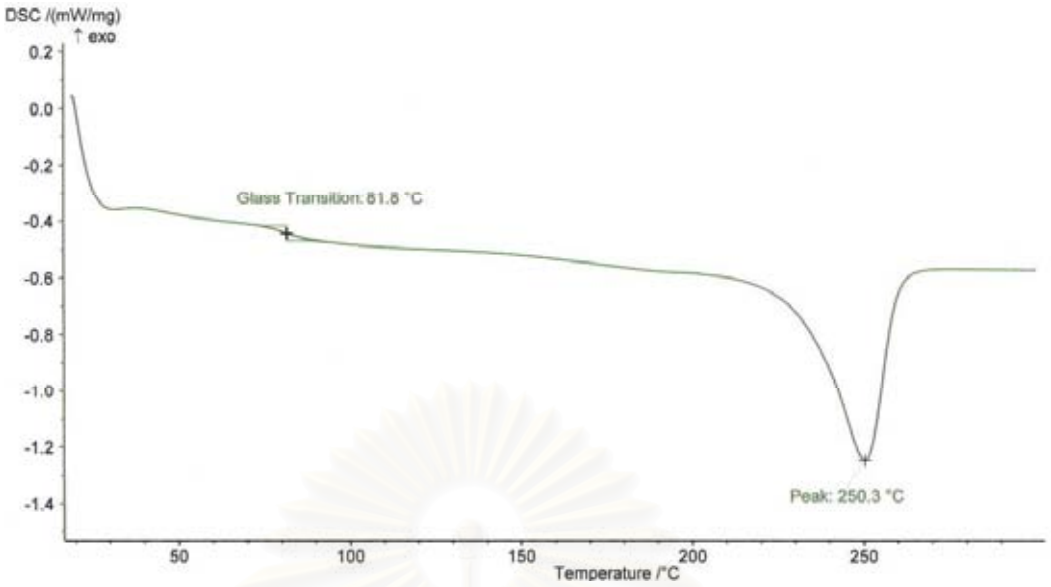
จากการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส เทียบกับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.20-4.24



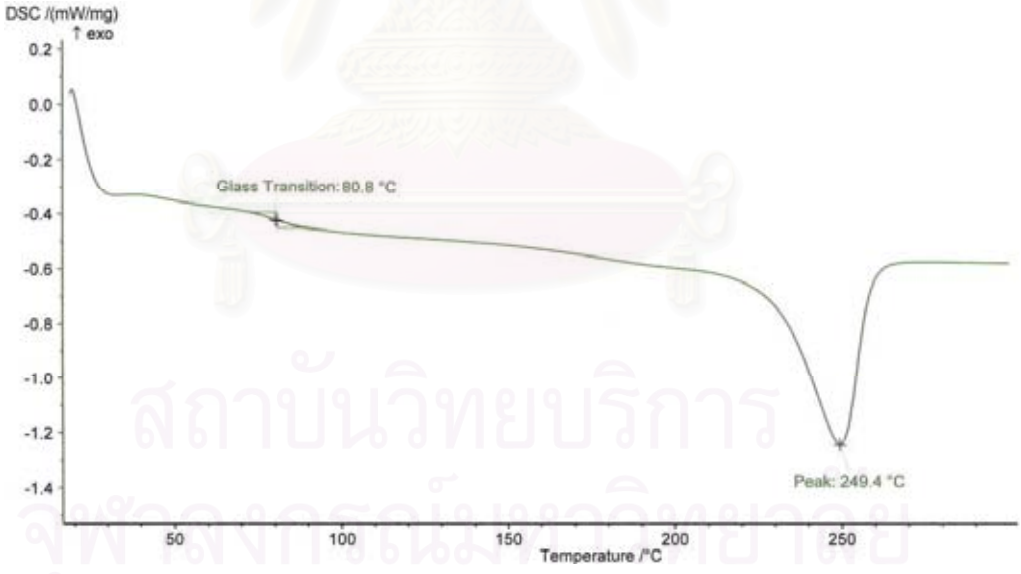
รูปที่ 4.20 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ



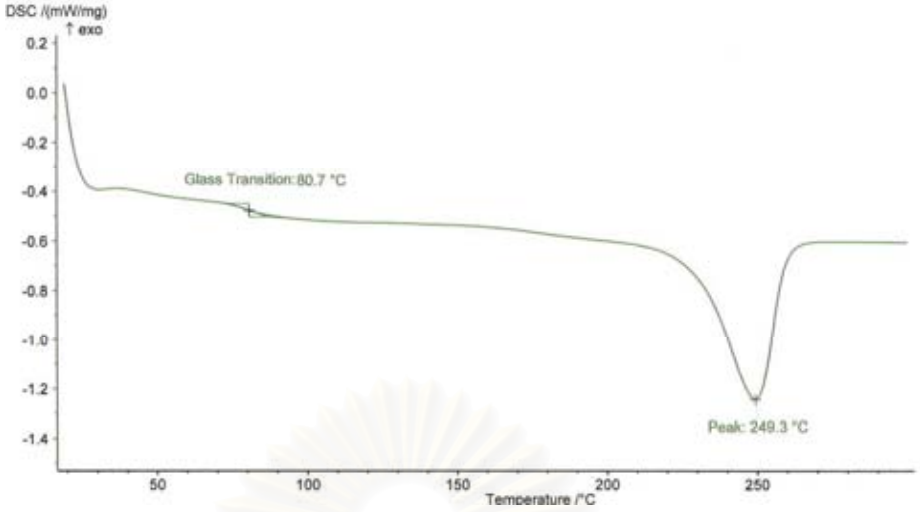
รูปที่ 4.21 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 150 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.22 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 160 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.23 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 170 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.24 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร โดยใช้อุณหภูมิในการอบผึกที่ 180 องศาเซลเซียส

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร และทำการอบผึกที่อุณหภูมิ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ถูกนำมาวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนเปรียบเทียบผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ซึ่งได้มีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน ในระยะเวลาที่เท่ากัน เพื่อศึกษาถึงผลของ PEG-BA และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบผึกที่มีต่อสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA กับผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ

ภาวะของผ้า	อุณหภูมิที่ใช้อบผึก (องศาเซลเซียส)	สมบัติทางความร้อน	
		อุณหภูมิกลาสแทรนซิชัน (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิหลอมตัวของผลึก (องศาเซลเซียส)
ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ	-	83.4	250.1
	150	83.8	250.5
	160	83.8	250.1
	170	83.6	249.7
	180	83.8	249.8
ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA 20 กรัม/ลิตร	150	82.8	250.8
	160	81.8	250.3
	170	80.8	249.4
	180	80.7	249.3

จากการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์ดังตารางที่ 4.13 ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จและไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนมีอุณหภูมิกลาสแทรนซิชัน (glass transition temperature) เท่ากับ 83.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลอมตัวของผลึก (melting temperature) เท่ากับ 250.1 องศาเซลเซียส แต่เมื่อตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร และทำการอบผนึกที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน พบว่าผ้าพอลิเอสเทอร์มีอุณหภูมิกลาสแทรนซิชันเท่ากับ 82.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลอมตัวของผลึกเท่ากับ 250.1 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้าให้สูงขึ้นจาก 150 องศาเซลเซียส เป็น 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิกลาสแทรนซิชันมีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 81.8, 80.8 และ 80.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิหลอมตัวของผลึกมีแนวโน้มการลดลงที่ไม่ชัดเจน

ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จและมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150, 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ถูกนำมาวิเคราะห์หาสมบัติทางความร้อน โดยพบว่าอุณหภูมิกลาสแทรนซิชันและอุณหภูมิหลอมตัวของผลึกมีค่าไม่แตกต่างจากผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จและไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกให้สูงขึ้น อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันและอุณหภูมิหลอมตัวของผลึกของผ้าพอลิเอสเทอร์จะมีแนวโน้มที่คงที่ ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันที่ลดลงไม่ได้มีสาเหตุมาจากการเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้า แต่มีสาเหตุมาจากการใช้ PEG-BA เป็นสารตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์พร้อมกับการเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกผ้า ซึ่งโดยหลักการแล้ว ถ้าอุณหภูมิกลาสแทรนซิชันมีค่าที่เปลี่ยนไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าโมเลกุลของสารตกแต่งสำเร็จเกิดการแทรกซึมเข้าไปในโครงสร้างของพอลิเอสเทอร์ ส่งผลให้สายโซ่โมเลกุลเกิดการสั่นตัวที่อุณหภูมิต่ำลง แต่จากผลการทดลองพบว่าสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้ไม่ได้ทำให้อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันมีค่าลดลงอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้ไม่ได้แทรกซึมเข้าไปทำลายโครงสร้างความเป็นระเบียบของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง ที่พบว่ากระบวนการตกแต่งสำเร็จที่ใช้จะส่งผลต่อความคงทนของสีย้อมต่อการซักเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วยพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วย PEG-BA ทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติในการชอบน้ำเพิ่มขึ้น ทั้งค่าการดูดความชื้น ความสามารถในการดูดซึมน้ำ มุมสัมผัสของน้ำ และระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นผลมาจากสารตกแต่งสำเร็จ PEG-BA ที่ใช้มีส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic segment) อยู่ภายในโมเลกุล

2. เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์จะทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติความชอบน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารตกแต่งสำเร็จเป็นการเพิ่มปริมาณของสารตกแต่งสำเร็จบนผ้าพอลิเอสเทอร์ให้มีค่าเพิ่มขึ้น และส่วนที่ชอบน้ำในสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้ก็มีปริมาณมากขึ้น

3. การเพิ่มอุณหภูมิในการอบผนึกสารตกแต่สำเร็จ PEG-BA จะช่วยให้สารตกแต่งสำเร็จยึดติดกับผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ได้ดีขึ้น ซึ่งจะทำให้ผ้าพอลิเอสเทอร์มีสมบัติความชอบน้ำเพิ่มขึ้น

4. เมื่อผ่านกระบวนการซักล้างเป็นจำนวน 10 ครั้ง ผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA ยังคงมีสมบัติความชอบน้ำอยู่ แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์มีความคงทนต่อการซักล้าง

5. การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อความร้อน พบว่าการใช้ PEG-BA ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์จะทำให้สีผ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย

6. ผลการทดลองจากเทคนิค ATR-FTIR และ SEM แสดงให้เห็นว่า PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ สามารถยึดเกาะติดกับผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ได้

7. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์พบว่า PEG-BA ที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์จะส่งต่อสมบัติทางความร้อนของผ้าพอลิเอสเทอร์เพียงเล็กน้อย โดยมีการลดลงของอุณหภูมิกลาสแทรนซิชัน ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการความคงทนของสีต่อการซัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารที่ยึดเกาะติดอยู่กับพื้นผิวของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วย PEG-BA เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อความชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. สถิติสิ่งทอไทย ปี 2548. กรุงเทพมหานคร : 2548.

[2] Joseph, M. L. Introductory Textile Science. Fifth edition. United States of America : Holt, Rinehart and Winston, 1986.

[3] ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. เคมีโพลิเมอร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2527.

[4] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[5] มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพมหานคร : 2541.

[6] ณัฐยา พรรณรัตนศิลป์ และอำพวรรณ จันทร์เงิน. การดัดแปรสมบัติการเปียกน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ด้วยสารตกแต่งสำเร็จแบบกึ่งไม่ชอบน้ำ. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[7] Bolon, et al. United States Patent No. 4388371. Self-bonding acrylic polymer overcoat for coated metal substrates. 14(1983).

[8] Brayford, J. R., Fisher, I. S., and Robertson, M. M., United States Patent No. 3616183. Polyester sheath-core conjugate filaments. 26(1971).

[9] Reinehr, U., et al. United States Patent No. 425799. Process for the production cross-sectionally fibers and filaments having a core-jacket structure. 24(1980).

[10] Reinehr, U. and Druschke, F. United States Patent No. 4257999. Process for the production of hydrophilic filaments and fibers by the dry jet wet-spinning method. 24(1981).

[11] Hsieh, Y. L., Miller, A., and Thomson, J. Wetting, Pore structure, and liquid retention of hydrolyzed polyester fabrics. Textile Research Journal. 66(1996) : 1-10.

[12] Hsieh, Y. L., and Cram, L.A. Enzymatic hydrolysis to improve wetting and absorbency of polyester fabrics. Textile Research Journal. 68(1998) : 311-319.

[13] Sacak, M., and Celik, M. Hydrogen peroxide initiated grafting of acrylamide onto poly(ethylene-terephthalate) fibers in benzyl alcohol. Journal of Apply Polymer Science. 59(1996) : 1191-1194.

[14] Thelen, H., Kaufmann, R., Klee, D., and Hocker, H. Development and characterization of a wettable surface-modified aromatic polyethersulfone using glow-discharge induced HEMA-graft copolymerisation. Fresenius Journal of Analytical Chemistry. 353(1995) : 290-296.

[15] Unal, H. I., and Sanli, O. Swelling-assisted graft copolymerization of 4-vinylpyridine on poly(ethylene-terephthalate) films using a benzoyl peroxide initiator. Journal of Apply Polymer Science. 62(1996) : 1161-1165.

[16] ลิลี่ โกศัยยานนท์และคณะ. คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ทีทีไอเอส จำกัด และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541.

[17] Colonia, N. J. United States Patent No. 4569772. Stabilization of polyethylene terephthalate-polyoxethylene terephthalate soil release promoting polymers. 11(1986).

[18] Sacak, M., and Oflaz, F. Benzoyl-peroxide-initiated graft-copolymerization of poly(ethyleneterephthalate) fibers with acrylic-acid. Journal of Apply Polymer Science. 50(1993) : 1909-1916.

[19] Buchenska, J. Modification of polyester fibers by grafting with poly(acrylic acid). Journal of Apply Polymer Science. 65(1997) : 967-977.

[20] บุญศรี คู่สุขธรรม และ กาวี ศรีกูลกิจ. โครงการการสังเคราะห์สารตกแต่งสำเร็จสำหรับปรับปรุงสมบัติการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์.
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2544.

[21] ดวงกมล วิบูลย์รัตนศรี. การตกแต่งสำเร็จผ้าพอลิเอสเทอร์ให้มีสมบัติซอบน้ำด้วยไคโตซานดัดแปร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก-1 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)**	% moisture regain
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	0.17
5	150	0.22
	160	0.23
	170	0.23
	180	0.23
10	150	0.27
	160	0.31
	170	0.37
	180	0.43
15	150	0.27
	160	0.30
	170	0.38
	180	0.55
20	150	0.37
	160	0.45
	170	0.51
	180	0.54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส

ภาวะของผ้า	**ความเข้มข้นของ** PEG-BA **(กรัม/ลิตร)**	% moisture regain
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	0.17
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	0.20
	10	0.26
	15	0.33
	20	0.41
ผ้าย้อมสีแดง	5	0.20
	10	0.26
	15	0.35
	20	0.44
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	0.20
	10	0.28
	15	0.35
	20	0.43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ค่าการดูดความชื้นของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)**	% moisture regain		
		ผ้าสีเหลือง	**ผ้าสีแดง**	**ผ้าสีน้ำเงิน**
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	0.05	0.09	0.03
5	150	0.16	0.17	0.16
	160	0.16	0.18	0.16
	170	0.17	0.19	0.18
	180	0.17	0.21	0.18
10	150	0.17	0.22	0.18
	160	0.18	0.23	0.18
	170	0.22	0.23	0.19
	180	0.26	0.24	0.21
15	150	0.20	0.24	0.20
	160	0.23	0.26	0.21
	170	0.25	0.28	0.23
	180	0.27	0.28	0.25
20	150	0.21	0.25	0.25
	160	0.25	0.27	0.25
	170	0.26	0.28	0.28
	180	0.28	0.34	0.29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-1 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผนึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที) ครั้งที่ทำการทดสอบ					ค่าเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	95	100	95	89	87	93
5	150	68	75	63	69	65	68
	160	55	60	59	51	53	56
	170	46	67	63	52	44	54
	180	56	50	60	44	58	54
10	150	41	43	39	37	47	41
	160	26	28	26	29	27	27
	170	20	21	24	20	21	21
	180	21	19	21	20	20	20
15	150	29	29	29	31	30	30
	160	19	18	20	21	20	20
	170	14	12	14	17	16	15
	180	15	9	9	18	7	12
20	150	25	22	21	30	24	24
	160	17	17	17	17	15	17
	170	10	10	11	12	8	10
	180	4	5	6	5	6	5

ตารางที่ ข-2 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ อุณหภูมิในการอบผนึกผ้าที่ 180 องศาเซลเซียส

ภาวะของผ้า	ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)					ค่าเฉลี่ย (วินาที)
		ครั้งที่ทำการทดสอบ					
		1	2	3	4	5	
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	95	100	95	89	87	93
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	58	62	65	54	54	59
	10	49	48	48	48	50	49
	15	48	50	47	41	41	45
	20	33	28	31	34	35	32
ผ้าย้อมสีแดง	5	268	265	286	268	260	269
	10	169	164	146	142	190	162
	15	86	91	78	76	92	85
	20	54	53	54	54	49	53
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	49	41	44	23	25	36
	10	28	22	27	20	38	27
	15	19	19	20	23	21	20
	20	15	19	27	13	10	17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)**	**เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**					**ค่าเฉลี่ย (วินาที)**
		ครั้งที่ทำการทดสอบ					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	68	70	66	66	68	68
5	150	11	9	8	8	8	9
	160	8	8	7	7	10	8
	170	7	8	7	7	7	7
	180	6	7	8	7	6	7
10	150	7	5	7	7	6	6
	160	4	5	5	4	5	5
	170	4	4	4	4	4	4
	180	4	3	3	4	4	4
15	150	5	4	3	3	3	4
	160	4	4	3	3	3	3
	170	4	4	3	3	3	3
	180	3	3	3	4	4	3
20	150	4	3	4	3	4	4
	160	4	4	3	3	3	3
	170	4	3	3	3	3	3
	180	3	3	4	3	3	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-4 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที) ครั้งที่ทำการทดสอบ					ค่าเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	57	56	49	47	45	51
5	150	6	6	6	8	7	7
	160	6	6	6	7	8	7
	170	7	6	7	6	6	6
	180	6	7	5	7	6	6
10	150	4	4	4	4	4	4
	160	3	4	4	3	3	3
	170	3	3	3	3	3	3
	180	3	3	3	3	3	3
15	150	4	3	4	4	4	4
	160	4	2	3	3	3	3
	170	2	3	3	3	3	3
	180	2	2	3	3	3	3
20	150	3	3	3	3	4	3
	160	3	3	3	3	2	3
	170	3	3	3	3	2	3
	180	2	2	3	3	2	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-5 เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน) ด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	**อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)**	**เวลาที่ใช้ในการดูดซึมน้ำ (วินาที)**					**ค่าเฉลี่ย (วินาที)**
		ครั้งที่ทำการทดสอบ					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	98	83	78	73	87	84
5	150	6	6	6	8	5	6
	160	5	5	4	4	5	5
	170	4	4	4	4	4	4
	180	3	3	3	4	4	3
10	150	4	3	4	4	3	4
	160	3	3	3	3	3	3
	170	3	3	3	2	2	3
	180	3	3	2	2	2	2
15	150	3	3	3	3	2	3
	160	3	2	2	2	3	2
	170	2	2	2	3	2	2
	180	2	2	3	2	2	2
20	150	2	2	3	2	3	2
	160	2	3	2	2	2	2
	170	2	3	2	2	2	2
	180	2	2	2	2	2	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค-1 ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่บนผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ ภาวะของอุณหภูมิในการอบผึกที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)										
		จำนวนครั้งในการซัก										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ	-	0.3										
5	150	7.5	4.6	3.8	3.7	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0	2.3	1.8
	160	7.7	4.7	3.9	3.7	3.6	3.2	3.2	3.2	3.0	2.5	2.2
	170	7.7	4.8	4.1	3.9	3.8	3.7	3.7	3.4	3.4	2.7	2.2
	180	8.0	5.1	4.8	4.8	4.5	4.4	4.1	4.0	3.8	3.4	3.1
10	150	7.8	5.3	5.1	4.5	4.2	4.2	3.7	3.7	3.7	3.0	2.4
	160	7.9	5.9	5.3	4.7	4.5	4.5	4.5	4.2	4.0	3.8	3.4
	170	8.1	7.0	6.0	5.7	5.5	5.5	4.9	4.7	4.6	4.2	4.0
	180	8.3	7.0	6.4	5.9	5.9	5.9	5.8	5.0	4.8	4.5	4.2
15	150	8.3	5.5	5.1	4.8	4.4	4.3	3.8	3.8	3.7	3.6	3.0
	160	8.5	6.6	5.6	5.1	5.0	4.8	4.5	4.4	4.2	4.1	3.7
	170	8.6	7.8	6.0	6.0	5.8	5.6	5.1	5.0	4.8	4.3	4.2
	180	8.6	7.7	6.9	6.9	6.5	6.3	6.2	5.4	5.3	5.0	4.6
20	150	8.5	6.3	5.2	4.9	4.7	4.7	4.6	4.1	3.9	3.7	3.3
	160	8.5	7.6	6.3	6.2	5.8	5.7	5.6	5.1	4.9	4.8	4.0
	170	8.6	8.0	6.9	6.8	6.4	6.1	6.1	5.8	5.2	5.1	4.5
	180	8.6	7.8	7.7	7.4	7.0	6.7	6.4	6.0	5.9	5.4	5.2

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง-1 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม

ลักษณะของผ้า	ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)					ค่าการเปื้อนติดสี (Colour staining)				
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี				ผ้าพลาสติเซสเกรย์		ผ้าฝ้าย		
		เกรย์สเกล	เกรย์สเกล	ΔE	K/S		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	
							เกรย์สเกล		เกรย์สเกล		
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	4.0	3.5	4.42	17.74		4.0	4.5	4.0	5.0	
	10	4.0	3.5	4.11	17.00		4.0	4.5	4.0	5.0	
	15	4.0	3.5	4.24	16.50		4.0	4.5	4.0	5.0	
	20	4.0	3.5	3.75	14.89		4.0	4.5	4.0	5.0	
ผ้าย้อมสีแดง	5	4.0	4.5	1.53	14.69		4.5	5.0	4.5	5.0	
	10	4.0	4.5	0.51	12.91		4.5	5.0	4.5	5.0	
	15	4.0	4.5	1.40	14.03		4.5	5.0	4.5	5.0	
	20	4.0	4.5	0.48	13.18		4.5	5.0	4.5	5.0	
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	4.0	4.0	1.82	16.62		4.5	5.0	4.5	5.0	
	10	4.0	4.0	1.89	15.36		4.5	5.0	4.5	5.0	
	15	4.0	3.5	2.34	13.72		4.5	5.0	4.5	5.0	
	20	4.0	3.5	2.57	12.14		4.5	5.0	4.5	5.0	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-2 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผนึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)				ค่าการเปื้อนติดสี (Colour staining)			
						ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี			ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
		เกรย์สเกล	เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล		เกรย์สเกล	
5	150	4.0	5.0	0.35	11.37	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	5.0	0.29	11.31	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	5.0	0.28	11.28	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	5.0	0.38	11.55	4.0	5.0	4.0	5.0
10	150	4.0	4.5	0.75	11.04	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	0.60	11.13	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	0.88	11.19	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	0.61	11.07	4.0	5.0	4.0	5.0
15	150	4.0	4.5	0.91	10.49	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	0.57	11.04	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	1.08	10.68	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	0.82	10.93	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.0	4.5	1.06	10.70	4.0	4.5	4.0	5.0
	160	4.0	4.5	0.75	10.26	4.0	4.5	4.0	5.0
	170	4.0	4.5	1.11	10.68	4.0	4.5	4.0	5.0
	180	4.0	4.5	1.35	10.57	4.0	4.5	4.0	5.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-3 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)				ค่าการเปื้อนติดสี (Colour staining)			
						ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	เครื่องวัดสี		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
		เกรย์สเกล	เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล		เกรย์สเกล	
5	150	4.5	5.0	0.47	22.49	4.5	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	5.0	0.33	22.60	4.5	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	5.0	0.40	22.71	4.0	5.0	4.5	5.0
	180	4.5	5.0	0.32	22.71	4.0	5.0	4.5	5.0
10	150	4.5	5.0	0.49	21.95	4.0	5.0	4.5	5.0
	160	4.5	5.0	0.63	22.60	4.0	5.0	4.5	5.0
	170	4.5	5.0	0.63	23.05	4.0	5.0	4.5	5.0
	180	4.5	5.0	0.76	22.60	4.0	5.0	4.5	5.0
15	150	4.5	4.5	0.85	22.16	4.5	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	0.76	21.84	4.5	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	0.97	22.05	4.5	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	1.24	22.27	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.5	4.5	1.32	22.38	4.0	4.5	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	1.41	22.16	4.0	4.5	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	0.87	22.05	4.0	4.5	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	0.93	21.84	4.0	4.5	4.0	5.0

ตารางที่ ง-4 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและค่าการเปื้อนติดสีหลังกระบวนการซักของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน)

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)				ค่าการเปื้อนติดสี (Colour staining)			
						ผ้าพอลิเอสเทอร์		ผ้าฝ้าย	
		ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี			ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี	ผู้ประเมิน	เครื่องวัดสี
		เกรย์สเกล	เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล		เกรย์สเกล	
5	150	4.5	4.5	0.62	16.26	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	0.61	16.14	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	0.56	16.14	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	0.47	16.32	4.0	5.0	4.0	5.0
10	150	4.5	4.5	0.77	15.85	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	0.71	15.91	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	1.10	16.08	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	0.89	15.96	4.0	5.0	4.0	5.0
15	150	4.5	4.5	0.93	15.96	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.5	0.74	15.52	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.5	0.80	15.68	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.5	1.24	15.68	4.0	5.0	4.0	5.0
20	150	4.5	4.0	1.83	15.91	4.0	5.0	4.0	5.0
	160	4.5	4.0	1.85	15.85	4.0	5.0	4.0	5.0
	170	4.5	4.0	1.81	15.79	4.0	5.0	4.0	5.0
	180	4.5	4.0	1.82	15.52	4.0	5.0	4.0	5.0

ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ-1 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จพร้อมกระบวนการย้อม หลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

ภาวะของผ้า	ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)					
		ทันที			หลังจาก 4 ชั่วโมง		
		เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล	ΔE	K/S
ผ้าย้อมสีเหลือง	5	4.5	1.41	18.03	4.5	1.39	18.24
	10	4.5	0.73	16.44	4.5	0.68	16.50
	15	4.5	1.34	17.60	4.5	1.39	17.74
	20	4.5	0.89	17.13	4.5	0.89	17.20
ผ้าย้อมสีแดง	5	4.5	2.36	14.45	4.5	1.30	14.54
	10	4.5	2.34	13.64	4.5	1.86	13.85
	15	4.5	0.76	14.89	4.5	0.75	15.30
	20	4.5	1.60	14.03	4.5	0.55	13.39
ผ้าย้อมสีน้ำเงิน	5	4.5	0.76	16.56	4.5	0.71	16.68
	10	4.5	0.50	15.85	4.5	0.51	15.79
	15	4.5	1.79	15.04	4.5	1.83	14.99
	20	4.5	0.67	14.08	4.5	0.67	14.03

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-2 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีเหลือง) หลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)					
		ทันที			หลังจาก 4 ชั่วโมง		
		เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล	ΔE	K/S
5	150	5.0	0.26	11.46	5.0	0.13	11.43
	160	5.0	0.09	11.40	5.0	0.20	11.55
	170	5.0	0.17	11.52	5.0	0.20	11.46
	180	5.0	0.25	11.65	5.0	0.16	11.71
10	150	5.0	0.20	11.10	5.0	0.25	11.28
	160	5.0	0.29	11.40	5.0	0.29	11.49
	170	5.0	0.28	11.68	5.0	0.33	11.71
	180	5.0	0.31	11.55	5.0	0.28	11.55
15	150	5.0	0.61	10.98	5.0	0.61	10.93
	160	5.0	0.17	11.25	5.0	0.32	11.34
	170	5.0	0.28	11.31	5.0	0.33	11.34
	180	5.0	0.32	11.49	5.0	0.42	11.58
20	150	5.0	0.77	11.71	5.0	0.91	11.81
	160	5.0	0.21	10.54	5.0	0.28	10.60
	170	5.0	0.21	11.28	5.0	0.42	11.37
	180	5.0	0.40	11.10	5.0	0.55	11.28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-3 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีแดง) หลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)					
		ทันที			หลังจาก 4 ชั่วโมง		
		เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล	ΔE	K/S
5	150	4.5	1.41	22.71	5.0	0.48	22.16
	160	4.5	0.69	22.49	5.0	0.12	22.49
	170	4.5	0.53	22.49	5.0	0.18	22.93
	180	4.5	0.46	22.49	5.0	0.21	22.27
10	150	4.5	0.41	22.27	5.0	0.17	21.95
	160	4.5	0.59	22.38	5.0	0.33	22.60
	170	4.5	0.43	22.60	5.0	0.23	22.49
	180	4.5	0.67	22.05	5.0	0.29	22.27
15	150	4.5	0.80	22.05	5.0	0.25	22.27
	160	4.5	0.81	22.05	5.0	0.24	22.05
	170	4.5	0.62	21.95	5.0	0.20	21.95
	180	4.5	0.71	22.16	5.0	0.37	21.84
20	150	4.5	3.25	22.27	5.0	2.69	22.38
	160	4.5	1.05	21.74	5.0	0.56	21.84
	170	4.5	0.62	21.64	5.0	0.27	21.43
	180	4.5	1.13	21.64	5.0	0.28	22.16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

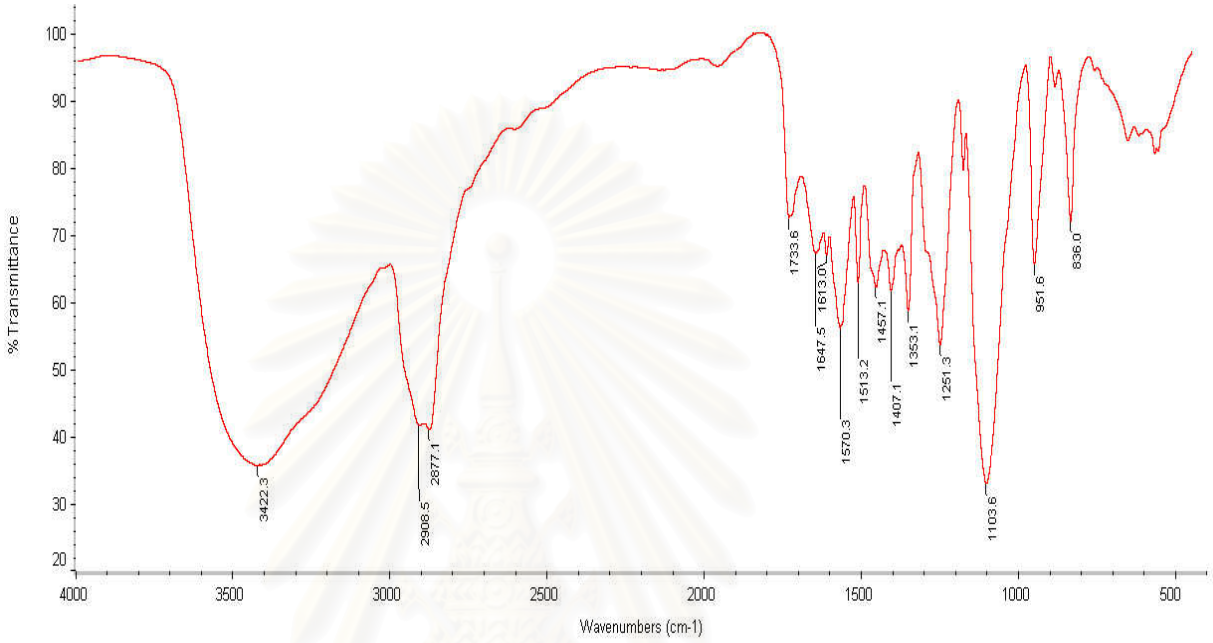
ตารางที่ จ-4 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จหลังกระบวนการย้อม (ผ้าสีน้ำเงิน) หลังจากถูกกดทับด้วยความร้อน

ความเข้มข้นของ PEG-BA (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิในการอบผึกผ้า (องศาเซลเซียส)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Colour change)					
		ทันที			หลังจาก 4 ชั่วโมง		
		เกรย์สเกล	ΔE	K/S	เกรย์สเกล	ΔE	K/S
5	150	5.0	0.11	15.85	5.0	0.08	16.14
	160	5.0	0.34	16.38	5.0	0.22	16.38
	170	5.0	0.19	16.20	5.0	0.14	16.14
	180	5.0	0.19	16.20	5.0	0.18	16.14
10	150	5.0	0.23	16.08	5.0	0.20	16.26
	160	5.0	0.24	15.96	5.0	0.19	16.38
	170	5.0	0.12	16.14	5.0	0.07	16.38
	180	5.0	0.17	16.08	5.0	0.16	16.32
15	150	5.0	0.22	16.14	5.0	0.19	16.20
	160	5.0	0.27	15.63	5.0	0.24	15.68
	170	5.0	0.23	15.91	5.0	0.14	15.85
	180	5.0	0.23	16.20	5.0	0.22	16.32
20	150	5.0	0.16	16.20	5.0	0.14	16.14
	160	5.0	0.19	16.02	5.0	0.16	16.14
	170	5.0	0.50	16.02	5.0	0.44	16.08
	180	5.0	0.27	15.96	5.0	0.15	16.02

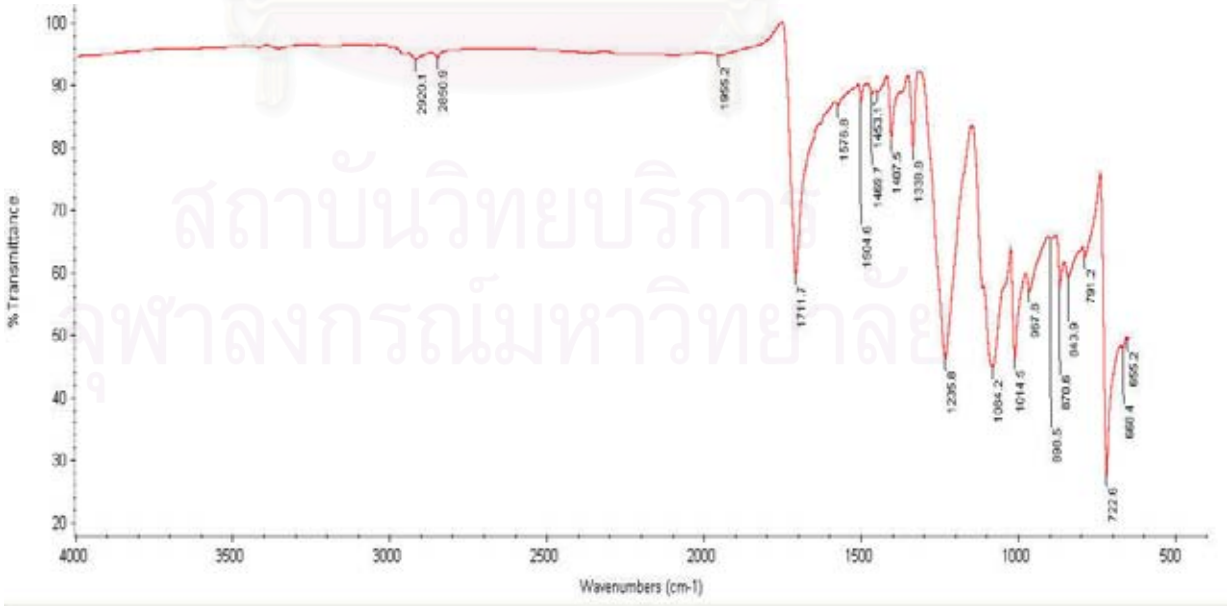
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

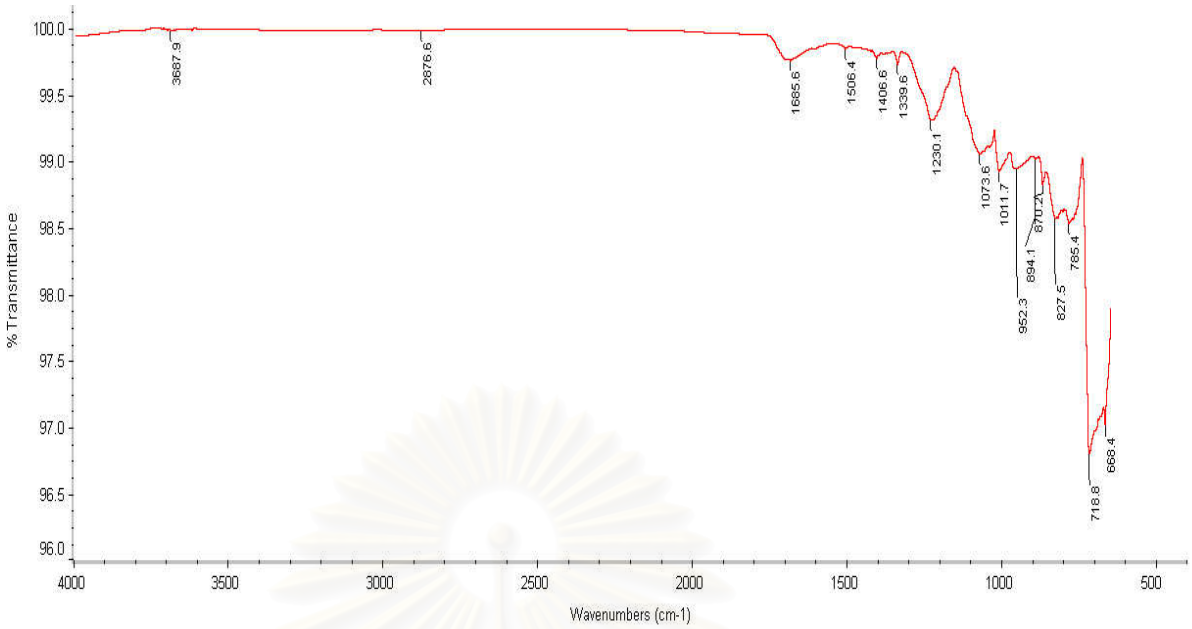
การตรวจหาคุณลักษณะเฉพาะของของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งด้วย PEG-BA โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR



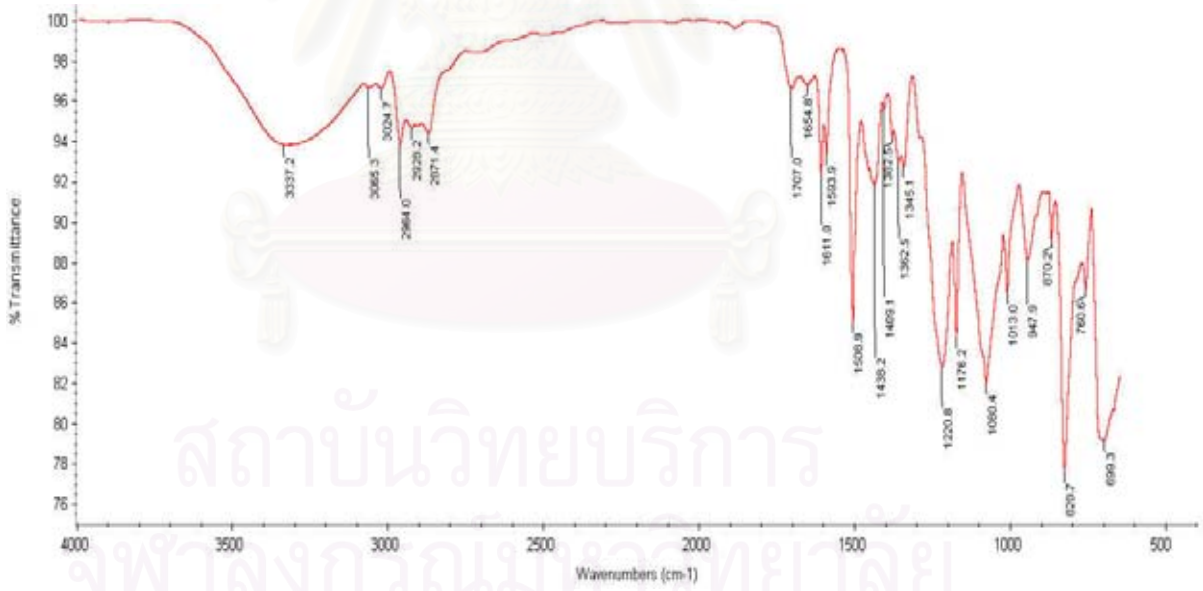
รูปที่ ฉ-1 อินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิเอทิลีนไกลโคเลตบิสฟีนอลเอ



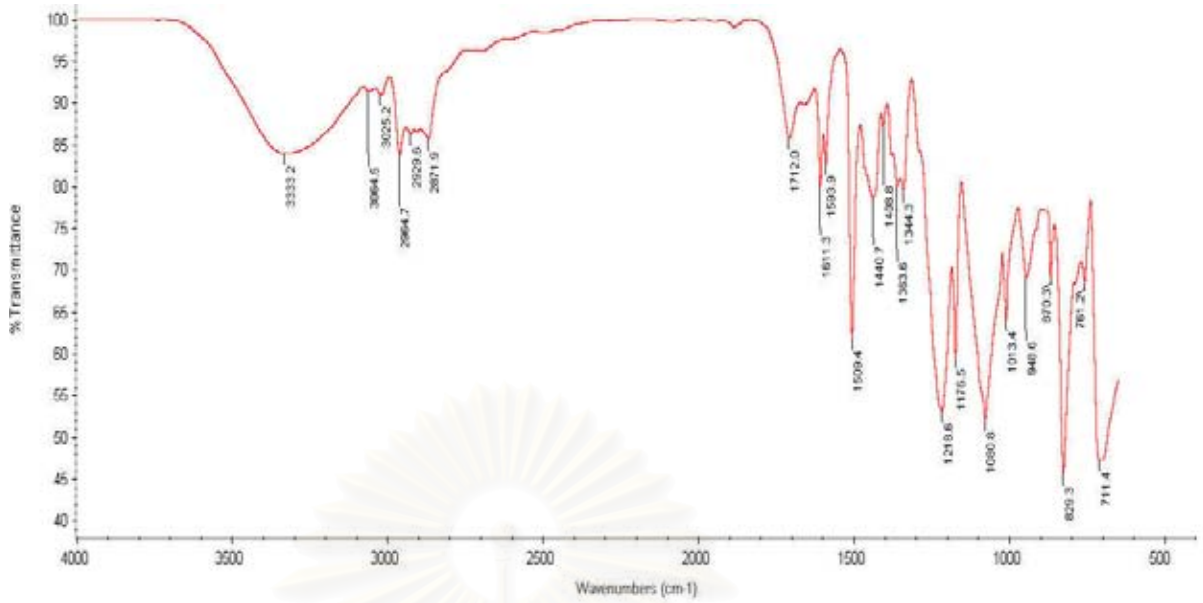
รูปที่ ฉ-2 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จ



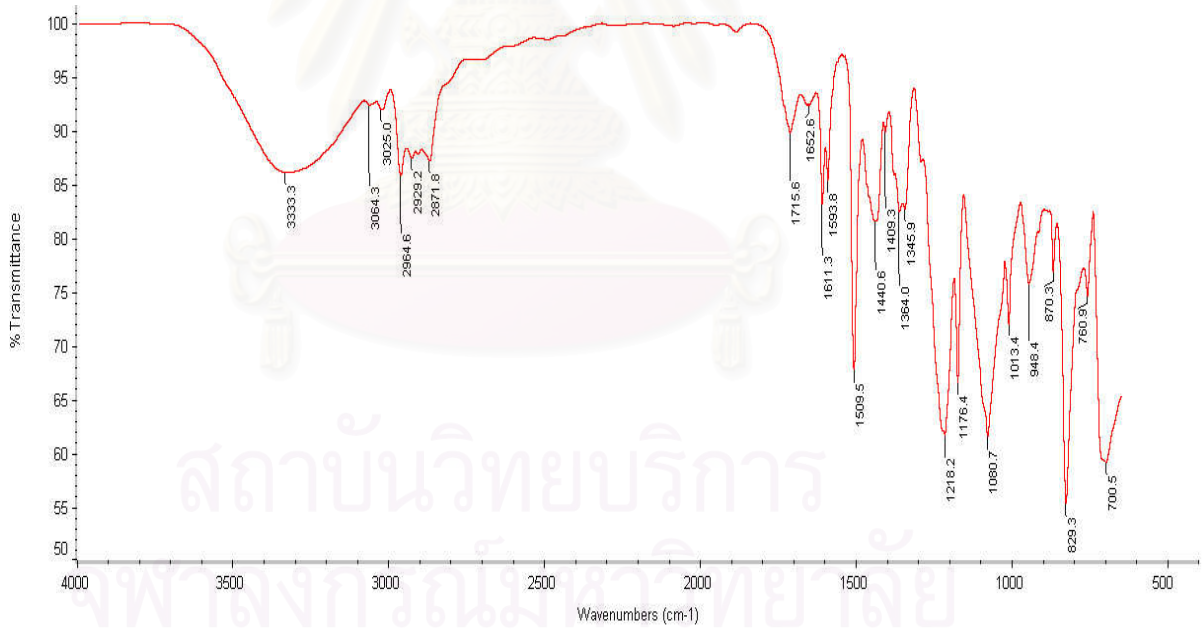
รูปที่ ฉ-3 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA 5 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส



รูปที่ ฉ-4 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA 10 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส



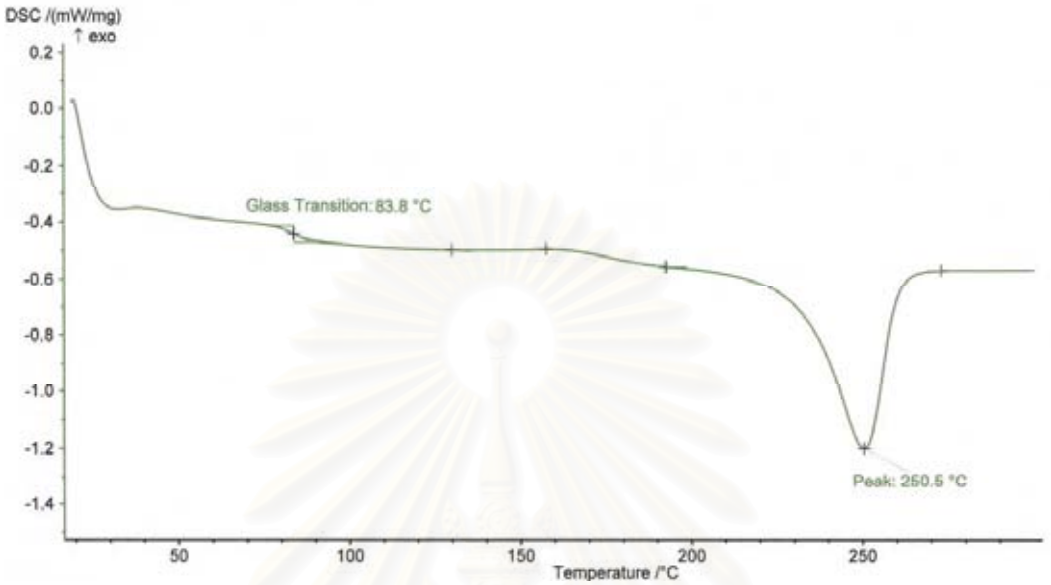
รูปที่ ฉ-5 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA 15 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส



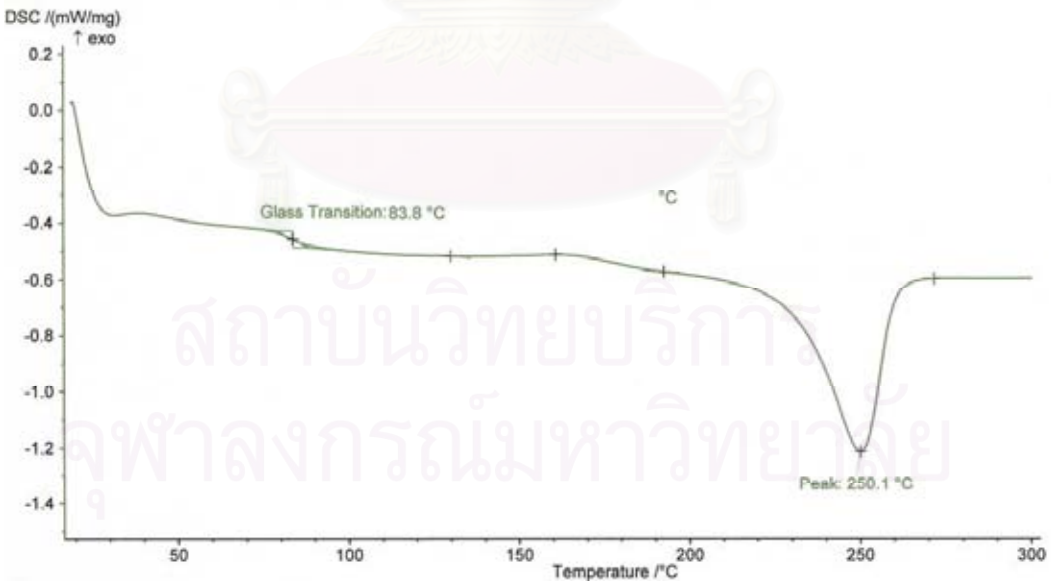
รูปที่ ฉ-6 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จก่อนกระบวนการย้อมด้วย PEG-BA 20 กรัม/ลิตร และใช้อุณหภูมิในการอบผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC

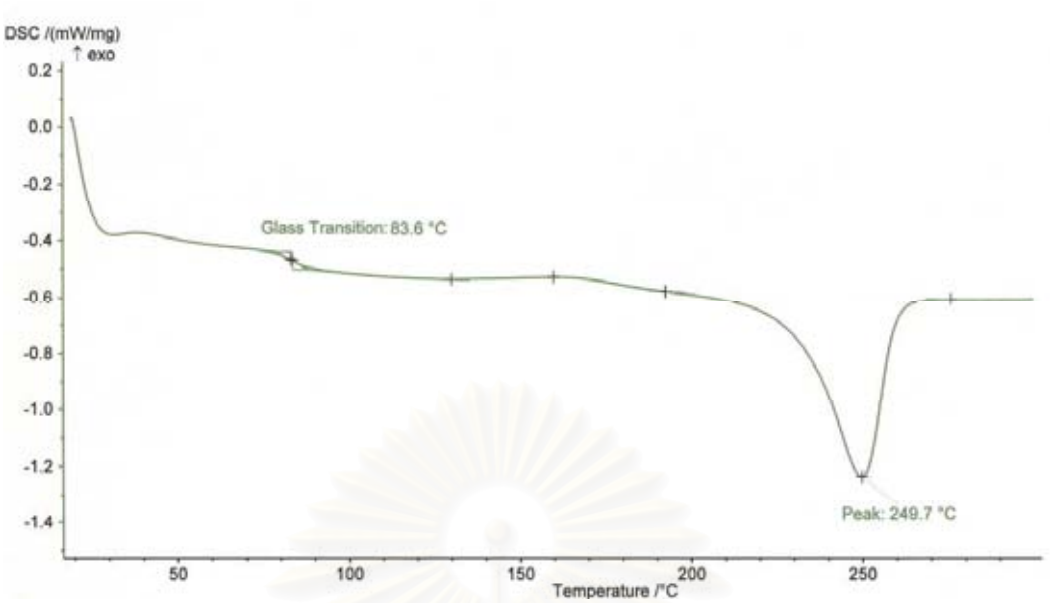


รูปที่ ช-1 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่อุณหภูมิในการอบผนึก 150 องศาเซลเซียส

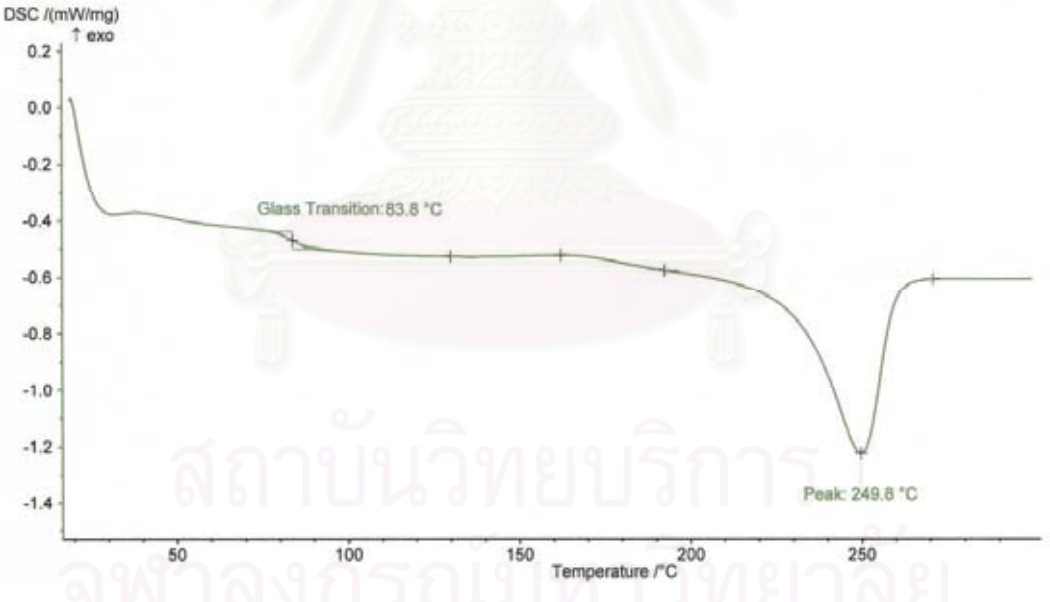


รูปที่ ช-2 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่อุณหภูมิในการอบผนึก 160 องศาเซลเซียส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ช-3 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่อุณหภูมิในการอบผนึก 170 องศาเซลเซียส



รูปที่ ช-4 DSC เทอร์โมแกรมของผ้าพอลิเอสเทอร์ที่ไม่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่อุณหภูมิในการอบผนึก 180 องศาเซลเซียส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุฑาสิณี พลอยมาลี เกิดเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ.2524 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ในปีการศึกษา 2547 หลังจากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2548 และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา พ.ศ.2550

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย