

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง

การตัดแปรพื้นผิวผ้าพอลิเอสเตอร์

ให้มีสมบัติไฮโดรฟิลิก

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. นันทยา ยานูเมศ

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง

การตัดแปรพื้นผิวผ้าพอลิเอสเตอร์
ให้มีสมบัติไฮโดรฟิลิก

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. นันทยา ยานูเมศ
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548

บทคัดย่อ

ผ้าพอลิเอสเตอร์เป็นผ้าที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำน้อยมาก ซึ่งทำให้สวมใส่ไม่สบายตัว งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงคุณสมบัติของผ้าพอลิเอสเตอร์โดยการเคลือบพื้นผิวของผ้าด้วยพอลิเมอร์ที่มีความสามารถในการดูดซับความชื้น ได้คือด้วยวิธีแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว, มอนอเมอร์, ตัวเร่งปฏิกิริยา และสารอิเล็กโทรไลต์ต่อกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน พอลิเมอร์ที่เคลือบบนเส้นใยผ้าถูกตรวจวิเคราะห์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ผลจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและสเปกตรัมจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี แสดงให้เห็นว่าพอลิเมอร์ได้เคลือบลงบนผ้าด้วยวิธีแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับความชื้นพบว่าผ้าที่เคลือบพอลิเมอร์มีความสามารถในการดูดซับความชื้นดีขึ้น

ABSTRACT

Polyester fabric generally has poor moisture absorption leading to the feeling of uncomfortable in wearing. In the present research the property of polyester fabric was modified by coating the fabric surface with high moisture absorbing polymer using the admicellar polymerization technique. The effects of varying monomer, surfactant, initiator and electrolyte concentrations on the polymerization process were studied. The coated polymer was analyzed using Scanning Electron Microscope and Infrared Spectroscopy. The results confirm that the polymer was successfully coated on the fabric by admicellar polymerization. The treated fabric was found to have increased moisture absorption after the treatment.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548 และขอขอบคุณที่ปรึกษาโครงการ ศ.ดร. เอ็ดการ์ เอ. โอเรียร์ แห่งมหาวิทยาลัยโอกลาโฮมา ประเทศสหรัฐอเมริกา และนางสาวอัมพรพรรณ ศิริวิริยานันท์ ผู้ช่วยวิจัย ที่ทำให้งานวิจัยนี้ ดำเนินมาจนเสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	1
2	3
2.1	3
2.2	4
2.3	4
2.4	4
2.5	5
3	6
3.1	6
3.2	6
3.3	7
3.3.1	7
3.3.2	7
3.3.3	7
3.3.4	8
3.3.5	8
3.3.6	8
3.3.7	8
4	9
4.1	9
4.1.1	9
4.1.2	9
4.1.3	10

4.2	การวิเคราะห์พอลิเมอร์ที่เคลือบบนผิวผ้า	11
4.3	ผลของมอนอเมอร์และตัวเร่งปฏิกิริยาต่อลักษณะของฟิล์มพอลิเมอร์ที่เคลือบบนผ้าพอลิเอสเตอร์	13
4.4	ผลของการไฮโดรไลซิสต่อคุณสมบัติการดูดซับน้ำของผ้า	15
5	สรุปผลการทดลอง	16
	เอกสารอ้างอิง	17
	ภาคผนวก	

บทที่ 1

บทนำ

ผ้าพอลิเอสเตอร์เป็นผ้าใยสังเคราะห์ที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำน้อยมาก ความสามารถในการดูดซับความชื้นมาตรฐาน (standard moisture regain) ของผ้าพอลิเอสเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้สวมใส่ไม่สบายตัว ความสบายตัวในการสวมใส่ผ้าพอลิเอสเตอร์สามารถปรับปรุงได้โดยการเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้นให้กับผ้า ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคขึ้นมาหลายอย่างเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าพอลิเอสเตอร์ เช่น การใช้สารเคมี การทำโคโรนาดีสชาร์จ การใช้พลาสมา และการทำพอลิเมอร์โรเซชันแบบกราฟต์บนพื้นผิวผ้า อย่างไรก็ตาม เทคนิคที่กล่าวมาข้างต้นมีข้อเสียเปรียบคือ อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาสูงมาก ทำให้เป็นการเพิ่มราคาในกระบวนการผลิต และทั้งยังมีข้อจำกัดในวิธีการใช้ นอกจากนี้ เทคนิคบางเทคนิคทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของผ้าเปลี่ยนไปชั่วคราวเท่านั้น

เทคนิคแอคโมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันเป็นวิธีที่ใช้ในการเคลือบพอลิเมอร์ฟิล์มที่มีความหนาในระดับ 2-3 นาโนเมตรบนพื้นผิว กระบวนการแอคโมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 คือ

ขั้นตอนที่ 1 การเกิดแอคโมเซลลาร์ โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวจะถูกดูดซับบนพื้นผิวผ้าในรูปแบบไมเซลล์หรือแอคโมเซลลาร์

ขั้นตอนที่ 2 มอนอเมอร์แอคโซลูบิโรเซชันหรือแพร่กระจายเข้าไปในชั้นของแอคโมเซลลาร์ เนื่องจากมอนอเมอร์ส่วนใหญ่เป็นสารออร์แกนิก ซึ่ง ละลายน้ำได้น้อย ดังนั้น มอนอเมอร์จึงแพร่เข้าไปในชั้นแอคโมเซลลาร์ที่มีความเป็นไฮโดรโฟบิกได้ดี

ขั้นตอนที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์ ในขั้นตอนนี้ตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกใส่ลงไปในการละลาย เพื่อเริ่มการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์โรเซชันของมอนอเมอร์ในชั้นแอคโมเซลลาร์

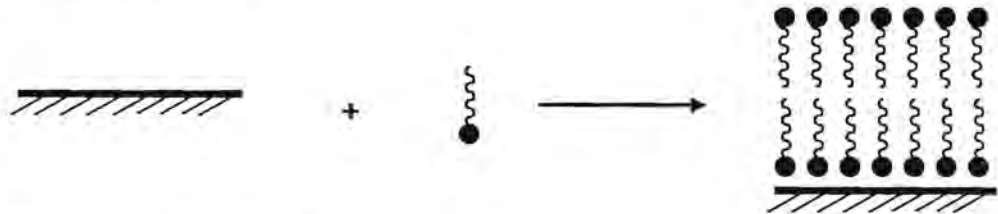
ขั้นตอนที่ 4 การล้างสารลดแรงตึงผิวชั้นนอกออกจากพอลิเมอร์ฟิล์มที่เคลือบบนผ้า ภายหลังจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์โรเซชัน โดยใช้ น้ำ

แอคโมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันได้ถูกนำมาใช้ในการเคลือบพอลิเมอร์ฟิล์มลงบนพื้นผิววัสดุหลายชนิดเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน ตัวอย่างเช่น การเคลือบพอลิเอสไตรีนลงบนผ้าฝ้าย การเคลือบพอลิเมธิลเมธาไครเลตบนเส้นใยฝ้าย การเคลือบพอลิเมธิลเมธาไครเลตและพอลิเอสไตรีนบนอะลูมิเนียม เทคนิคแอคโมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันเป็นเทคนิคที่มีข้อดีคือเป็นเทคนิคที่ใช้ อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่นๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทั้งยังได้ชั้นของสารเคลือบที่มีความบางระดับนาโนเมตร ทำให้ผิวสัมผัสภายหลังจากการเคลือบไม่เปลี่ยนไปมากนัก

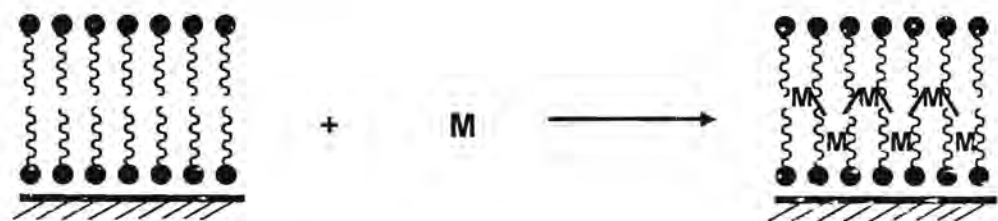
ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเทคนิคใหม่เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้นให้กับผ้าพอลิเอสเตอร์ โดยการเคลือบผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยพอลิเมธิลเมธาไครเลต โดยใช้วิธีแอคโมเซลลาร์

พอลิเมอร์ไรเซชัน หลังจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันผ้าที่เคลือบพอลิเมอร์จะถูกไฮโดรไลซิสด้วยกรดเพื่อเปลี่ยนหมู่คาร์บอกซิเมทิลของพอลิเมธิลเมทาคริเลตให้เป็นหมู่คาร์บอกซิลซึ่งเป็นหมู่ที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดี ทำให้ผ้ามีความสามารถในการดูดซับความชื้นเพิ่มขึ้น

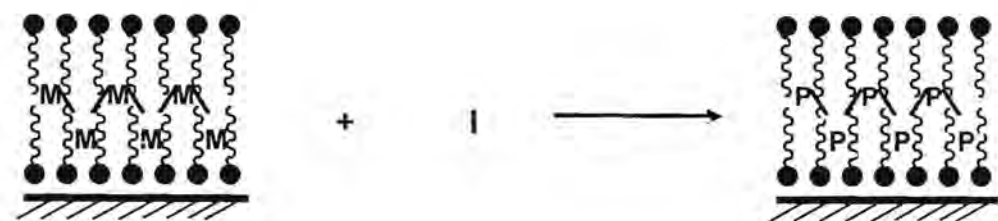
Step 1. Admicelle Formation



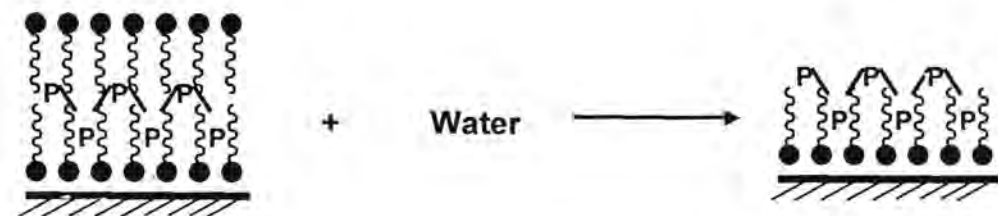
Step 2. Monomer Adsolubilization




Step 3. Polymer Formation



Step 4. Surfactant Removal



 = Surfactant, M = monomer, I = Initiator, P = Polymer

รูปที่ 1. ผังแสดงขั้นตอนของกระบวนการแอคไมเซลลาพอลิเมอร์ไรเซชัน

บทที่ 2

สำรวจเอกสาร

ปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเทคนิคขึ้นมาหลายอย่างเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าพอลิเอสเตอร์ เช่น การใช้สารเคมี การทำโคโรนาดีสชาร์จ การใช้เทคนิคพลาสมา และการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบกราฟต์บนพื้นผิว เป็นต้น

2.1 การใช้สารเคมีในการเพิ่มความสามารถของผ้าพอลิเอสเตอร์ในการดูดซับความชื้น

เส้นใยพอลิเอสเตอร์เป็นเส้นใยที่สามารถถูกไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายเบสได้ง่าย โดยสารละลายเบสจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจะช่วยเพิ่มจำนวนหมู่ที่มีความเป็นขั้วบนพื้นผิวเส้นใยได้ดี โดยปฏิกิริยาของเบสต่อเส้นใยพอลิเอสเตอร์จะทำให้พันธะเอสเทอร์บนพื้นผิวของเส้นใยพอลิเอสเตอร์แตกออกทำให้บนพื้นผิวของเส้นใยมีหมู่ไฮดรอกซีและหมู่คาร์บอกซีซึ่งเป็นหมู่ที่มีความเป็นขั้วสูงและเป็นหมู่ที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดีทำให้เส้นใยมีความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดี

ในปี 1991 Bendak และคณะ (1) ได้ศึกษาถึงผลของสารละลายไดเอทิลเอมีนต่อการแตกตัวของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ โดยนำเอาเส้นใยพอลิเอสเตอร์แช่ในสารละลายตัวกลาง ที่มีไดเอทิลเอมีนที่อุณหภูมิสูง พบว่าสารละลายไดเอทิลเอมีน ทำให้ความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าพอลิเอสเตอร์ดีขึ้น นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงผลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเส้นใยพอลิเอสเตอร์ โดยนำผ้าพอลิเอสเตอร์ใส่ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 5-15 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าความรู้สึกในการสวมใส่ผ้าพอลิเอสเตอร์ดีขึ้น เนื่องจากผ้าพอลิเอสเตอร์มีความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดีขึ้น

ในปี 2001 Dauginet และคณะ (2) ได้ศึกษาถึงผลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์ โดยทำการแช่แผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ผลจาก XPS พบว่าบนพื้นผิวของแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์ มีหมู่ไฮดรอกซีและหมู่คาร์บอกซีซึ่งเป็นผลจากการที่พันธะเอสเทอร์แตกออก ผลจากการวัดค่ามุมสัมผัสของแผ่นฟิล์มพบว่า ค่ามุมสัมผัสของแผ่นฟิล์มที่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายเบสมีค่ามุมสัมผัสเท่ากับ 69.7 องศาและค่ามุมสัมผัสของแผ่นฟิล์มธรรมดา มีค่าเท่ากับ 58.1 องศา ผลของการวัดค่ามุมสัมผัสพบว่า แผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์มีความเป็นไฮโดรฟิลิกมากขึ้น

2.2 เทคนิคโคโรนาดีสชาร์จ

เทคนิคโคโรนาดีสชาร์จเป็นเทคนิคที่ช่วยในการเพิ่มความเป็นไฮโดรฟิลิกให้กับพื้นผิวของพอลิเมอร์ได้ดีเนื่องจากเป็นเทคนิคที่ทำให้พื้นผิวของซบสเตรตมีจำนวนหมู่ไฮโดรฟิลิกมากขึ้น

ในปี 2003 Xu และคณะ (3) ได้ทำการศึกษาถึงผลของค่าศักย์ไฟฟ้าต่อความสามารถในการดูดซับความชื้นและการข้อมสีของผ้าพอลิเอสเตอร์ โดยใช้เทคนิคโคโรนาดีสชาร์จ ผลการทดลองพบว่าค่าศักย์ไฟฟ้าที่สูงกว่า 10 กิโลโวลต์ จะทำให้ผ้าพอลิเอสเตอร์มีความสามารถในการดูดซับความชื้นดีที่สุด เมื่อทำการข้อมผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสีย้อม Blue-HGL พบว่าความสามารถในการดูดซับสีของผ้าพอลิเอสเตอร์ดีขึ้นและเวลาที่ใช้ในการข้อมสีสั้นลง

2.3 พลาสมา

ในปี 2003 Riccardi และคณะ (4) ได้ทำการปรับปรุงคุณสมบัติของผ้าพอลิเอสเตอร์โดยใช้พลาสมา ผลจาก XPS และ AFM แสดงให้เห็นว่า ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการทำพลาสมา จะมีความเป็นไฮโดรฟิลิกมากขึ้น นอกจากนี้ ผลจากการวัดเวลาในการดูดซับน้ำพบว่า ผ้าที่ผ่านการทำพลาสมา หยดน้ำที่หยดไปจะซึมภายในเวลาต่ำกว่า 10 วินาที เมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเตอร์ธรรมดา ซึ่งหยดน้ำจะซึมหมดที่เวลาประมาณ 350 วินาที ผลจาก XPS พบว่า ที่พื้นผิวของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการทำพลาสมา จะมีพันธะ C-O, C=O, C-N เกิดขึ้นบนพื้นผิวผ้า ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ผ้ามีความเป็นไฮโดรฟิลิกมากขึ้น ผลจาก AFM พบว่าบนพื้นผิวของผ้าพอลิเอสเตอร์มีลักษณะ โคนกัศกร่อนซึ่งเกิดจากพลาสมา

2.4 การพอลิเมอร์ไรเซชันแบบกราฟต์บนพื้นผิว

ในปี 1993 Sacak และคณะ (5) ได้ทำการศึกษาถึงผลอุณหภูมิ เวลา ความเข้มข้นของมอนอเมอร์และตัวเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ต่อการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบกราฟต์บนพื้นผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของมอนอเมอร์ ปริมาณของพอลิเมอร์ที่ถูกกราฟบนพื้นผิวผ้าพอลิเอสเตอร์จะเพิ่มขึ้น และปริมาณของพอลิเมอร์ที่ถูกกราฟบนพื้นผิวผ้าจะเพิ่มขึ้นสูงที่สุด เมื่อใช้ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเท่ากับ 9 มิลลิโมลาร์ และปริมาณของพอลิเมอร์ที่ถูกกราฟจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน พอลิเมธิลเมธาคริเลตที่ถูกกราฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์ มีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของผ้าเพิ่มขึ้น

ในปี 1988 Abde!-Bary และคณะ (6) ได้ศึกษาถึงผลของการทำกราฟพอลิเมอร์ไรเซชันของพอลิไฮดรอกซีเอธิลเมธาคริเลตบนผ้าพอลิเอสเตอร์ โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน จากผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าพอลิเอสเตอร์เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าความเป็นไฮโดรฟิลิกของผ้าพอลิเอสเตอร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการกราฟพอลิไฮดรอกซีเอธิลเมธาคริเลตลงบนผ้า ค่าความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าพอลิเอสเตอร์เพิ่มขึ้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์จาก 0.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ

ปริมาณของพอลิไฮดรอกซีเอธิลเมธาคริเลตที่กราฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์มีค่าเท่ากับ 125 เปอร์เซ็นต์

2.5 แอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน

แอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันเป็นเทคนิคที่สามารถใช้ในการเคลือบพอลิเมอร์ลงบนฟิล์มลงบนพื้นผิววัสดุหลากหลายชนิด เพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน มอนอเมอร์จะเกิดการพอลิเมอร์ไรเซชันในชั้นของสารลดแรงตึงผิวที่เกาะอยู่บนพื้นผิว ดังนั้น เทคนิคนี้จึงสามารถใช้ในการเพิ่มความเป็นไฮโดรฟิลิกให้แก่ผ้าพอลิเอสเตอร์ได้

ในปี 2002 Pisuntornsug และคณะ (7) ได้ทำการเคลือบโซเดียมสไตรีนซัลโฟเนตลงบนผ้าฝ้ายโดยใช้เทคนิคแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน และทำการย้อมสีผ้าที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ฟิล์มเพื่อทดสอบลักษณะฟิล์มที่ได้จากการพอลิเมอร์ไรเซชัน ผลการทดสอบพบว่า สีบนผ้าที่ผ่านการย้อมมีลักษณะสม่ำเสมอ แสดงว่าฟิล์มที่เคลือบบนผ้ามีการเคลือบที่สม่ำเสมอด้วย

ในปี 2002 Pongprayoon และคณะ (8) ได้ทำการเคลือบพอลิสไตรีนลงบนผ้าฝ้ายเพื่อเพิ่มความเป็นไฮโดรโฟบิกให้กับผ้าฝ้ายโดยใช้เทคนิคแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน ผลการทดลองจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า มีพอลิสไตรีนฟิล์มเคลือบบนผ้าฝ้ายจริง ซึ่งพอลิสไตรีนฟิล์มนี้ ช่วยทำให้ผ้าฝ้ายมีความเป็นไฮโดรโฟบิกมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการที่หยดน้ำที่หยดลงบนผ้าที่เคลือบด้วยพอลิสไตรีน สามารถคงอยู่บนผ้าได้นานกว่า 30 นาที

ในปี 2002 Boufi และคณะ (9) ได้ศึกษาถึงการเกิดของฟิล์มที่เคลือบบนเส้นใยฝ้ายโดยใช้เทคนิคแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน ในงานวิจัยนี้ เส้นใยฝ้ายถูกแช่ลงในสารลดแรงตึงผิว ก่อน หลังจากนั้นจึงทำการเติมมอนอเมอร์คือ สไตรีนเมธิลเมธาคริเลตและ 2-เอธิลเฮกซิลอะคริเลตลงไปในสารละลาย จากนั้น จึงเติมตัวเร่งปฏิกิริยาและทำการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อทำการพอลิเมอร์ไรเซชัน ผลการทดลองจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า พอลิสไตรีนฟิล์มที่เคลือบผ้าฝ้ายมีลักษณะสม่ำเสมอ ผลจากการวัดค่ามุมสัมผัสพบว่า พอลิสไตรีนฟิล์มที่เคลือบบนผ้าฝ้ายช่วยเพิ่มความเป็นไฮโดรโฟบิกให้กับผ้าฝ้าย

ในปี 2002 Materradona และคณะ (10) ได้เคลือบพอลิสไตรีนและพอลิเมธิลเมธาคริเลตเพื่อเพิ่มความเป็นไฮโดรโฟบิกให้กับผิวอะลูมิเนียม เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของอะลูมิเนียมเกิดการกัดกร่อนโดยน้ำ โดยใช้เทคนิคแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน แผ่นฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นอะลูมิเนียมถูกทดสอบด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการทดลองจากการวัดค่ามุมสัมผัสแบบไดนามิกพบว่า แผ่นอะลูมิเนียมมีความเป็นไฮโดรโฟบิกมากขึ้น และเมื่อนำแผ่นฟิล์มที่ได้ไปทดสอบการกันน้ำ พบว่าแผ่นพอลิเมอร์ฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นอะลูมิเนียมสามารถกันน้ำได้นานมากขึ้นถึงประมาณ 4 ชั่วโมงก่อนที่น้ำจะซึมผ่านแผ่นฟิล์มลงไปบนแผ่นอะลูมิเนียม

บทที่ 3

วิธีทดลอง

3.1 สารเคมี

3.1.1 มอนอเมอร์

เมธิลเมทาคริเลต (MMA) (99%, Merck)

3.1.2 ตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน

2,2' เอโซบิสบิวทีโรไนไตรล์ (AIBN) (99%, Aldrich)

3.1.3 สารลดแรงตึงผิว

โคเคซัลเบนซีนซัลโฟนิกแอซิด (DBSA)

3.1.4 สารละลายสำหรับมอนอเมอร์

เอธิลแอลกอฮอล์

3.1.5 ผ้าพอลิเอสเทอร์

ก่อนทำการทดลองผ้าพอลิเอสเทอร์จะถูกซักด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสด้วยเครื่องซักผ้าเพื่อล้างเอาสารลดแรงตึงผิวที่ยังติดค้างอยู่บนผ้าออกให้หมด

3.1.6 สารเคมีอื่น

กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น, กรดไนตริกเข้มข้น, โซเดียมคลอไรด์, เตตระไฮโดรฟิวแรน

3.2 เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

3.2.1 Hot plate and magnetic stirrer

3.2.1 Air circulating oven

3.2.3 Shaker water bath

3.2.4 Scanning Electron Microscope JEOL, model JSM 2590+ (Joel Ltd., Tokyo, Japan)

3.2.5 UV-spectrophotometer model Shimadzu 2550

3.2.6 DSA10 Contact angle measuring instrument, model DSA10-Mk2 TIC (KRÜSS, Germany)

3.2.7 FTIR-spectroscopy model Nicolet

3.2.8 BET surface area measurement model Quanta chrome Autosorb-1

3.3 วิธีทดลอง

3.3.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์

3.3.1.1 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสารลดแรงตึงผิวที่บนผ้าพอลิเอสเตอร์

ปีเปตสารละลายของสารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 มิลลิโมลาร์และมีค่าความเป็นกรดเบสเท่ากับ 4 จำนวน 60 มิลลิลิตรลงในกระบอกย้อมผ้าที่มีผ้าพอลิเอสเตอร์ขนาด 8×8 ตารางเซนติเมตรจำนวน 1 ผืน ใส่กระบอกย้อมเข้าไปในเครื่องย้อมผ้าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น ปีเปตสารละลายในกระบอกย้อมขึ้นมาในระยะช่วงเวลา 1-40 ชั่วโมง แล้วหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่สมดุล โดยใช้เครื่องอุลตราไวโอเลตสเปกโตรสโคปีที่ค่าความยาวคลื่นเท่ากับ 224 นาโนเมตร

3.3.1.2 การศึกษาถึงผลของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่อการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนผ้าฝ้าย

ปีเปตสารละลายของสารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 มิลลิโมลาร์และมีค่าความเป็นกรดเบสเท่ากับ 4 จำนวน 50 มิลลิลิตรและสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จำนวน 10 มิลลิลิตรลงในกระบอกย้อมผ้าที่มีผ้าพอลิเอสเตอร์ขนาด 8×8 ตารางเซนติเมตรจำนวน 1 ผืน ใส่กระบอกย้อมเข้าไปในเครื่องย้อมผ้าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่สมดุล โดยใช้เครื่องอุลตราไวโอเลต สเปกโตรสโคปีที่ค่าความยาวคลื่นเท่ากับ 224 นาโนเมตร

3.3.2 การหาแอดซอร์ปชันไอโซเทอม (Adsorption isotherm) ของสารลดแรงตึงผิวแบบประจุลบบนผ้าพอลิเอสเตอร์

ปีเปตสารลดแรงตึงผิวที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นในช่วง 10-6,000 ไมโครโมลาร์ลงในกระบอกย้อมผ้าที่มีผ้าพอลิเอสเตอร์ขนาด 8×8 ตารางเซนติเมตรจำนวน 1 ผืน ใส่กระบอกย้อมเข้าไปในเครื่องย้อมผ้าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 ชั่วโมง หลังจากนั้นปีเปตสารละลายในกระบอกย้อมขึ้นมา แล้วหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่สมดุล โดยใช้เครื่องอุลตราไวโอเลตสเปกโตรสโคปี

3.3.3 การเคลือบพอลิเมอร์บนผ้าโดยใช้วิธีแอคไมเซลล์าร์พอลิเมอร์ไรเซชัน

ทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของเมธิลเมทาคริเลตบนผ้าพอลิเอสเตอร์โดยเตรียมสารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.5 มิลลิโมลาร์และมีค่าความเป็นกรดเบสเท่ากับ 4 ปีเปตสารลดแรงตึงผิว, สารละลายอิเล็กโทรไลต์, มอนอเมอร์ และ ตัวเร่งปฏิกิริยาลงในขวดแก้วขนาด 30 มิลลิลิตรที่มีผ้าพอลิเอสเตอร์ขนาด 6.5×6.5 ตารางเซนติเมตร จำนวน 1 ผืน ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ก่อนปิดฝาแล้วพันด้วยพาราฟิล์มทับอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นใส่ลงในเครื่อง

ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน หลังจากนั้นนำผ้าออกจากขวดแก้วแล้วล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที 3 ครั้ง เสร็จแล้วนำผ้าไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

3.3.4 การไฮโดรไลซ์ผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยพอลิเมอร์

ทำการไฮโดรไลซ์ผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยพอลิเมอร์โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 10 โมลาร์ ที่ระยะเวลา 1, 2 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 และ 80 องศาเซลเซียส หลังจากการไฮโดรไลซิส ล้างกรดที่เหลือออกจากผ้าด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที 3 ครั้ง นำผ้าไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

3.3.5 การวิเคราะห์ฟิล์มพอลิเมอร์ที่เคลือบบนผิวผ้า

พอลิเมอร์ที่เคลือบบนผิวพอลิเอสเตอร์จะถูกสกัดออกมาโดยใช้เตตระไฮโดรฟิวเรน พอลิเมอร์ที่ถูกสกัดออกมาจะถูกวิเคราะห์โดยใช้เครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี นอกจากนี้ ผ้าที่ผ่านการเคลือบพอลิเมอร์จะถูกวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

3.3.6 การวัดค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำบนผ้า

วัดค่ามุมสัมผัสของผ้ากับน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนและหลังการทำแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยผ้าแต่ละผืนจะทำการวัดค่ามุมสัมผัส 10 จุด (ด้านหน้าและด้านหลังผ้าอย่างละ 5 จุด) และใช้ไซริงจ์ในการหยดน้ำจำนวน 10 ไมโครลิตรลงบนผ้าเพื่อทำการวัดมุมสัมผัส

3.3.7 การวัดค่าการดูดซับความชื้นของผ้า

วัดค่าการดูดซับความชื้นของผ้าก่อนและหลังการไฮโดรไลซิสตามวิธีมาตรฐาน AATCC วิธีที่ 20A-1995, RA 24 (11) โดยนำผ้าไปวางไว้ในห้องควบคุมที่มีความชื้นเท่ากับ 68 % และมีอุณหภูมิเท่ากับ 24 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมงก่อนชั่งน้ำหนักผ้าโดยใช้เครื่องชั่งแบบละเอียด หลังจากนั้นนำผ้าไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงก่อนชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นนำผ้าไปอบอีกครั้งเป็นเวลา 30 นาทีก่อนชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักของผ้าคงที่ ค่าความสามารถในการดูดซับความชื้นหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าการดูดซับความชื้น} = (A-B)/B \times 100$$

A = น้ำหนักผ้าก่อนอบแห้ง (กรัม)

B = น้ำหนักผ้าหลังอบแห้ง (กรัม)

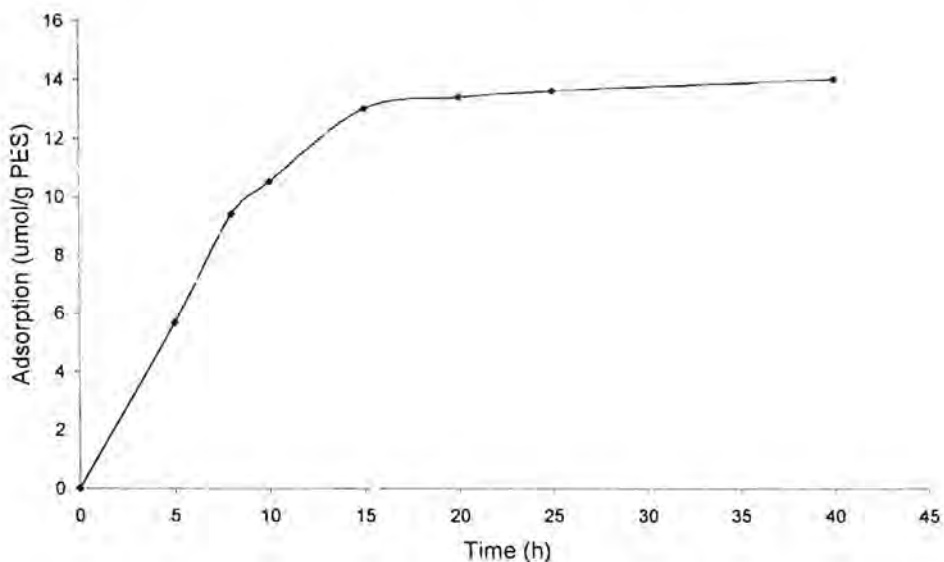
บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 สถานะที่เหมาะสมที่ใช้ในการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์

4.1.1 ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์

สารลดแรงตึงผิวจะถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์อย่างรวดเร็ว จากรูปที่ 4.1 พบว่าปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการดูดซับเพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไป 15 ชั่วโมง จำนวนสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับจะเริ่มคงที่ ดังนั้นในการทดลองในช่วงต่อไป ได้กำหนดเวลาการทดลองไว้ที่ 15 ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์ถึงจุดอิ่มตัวแล้ว

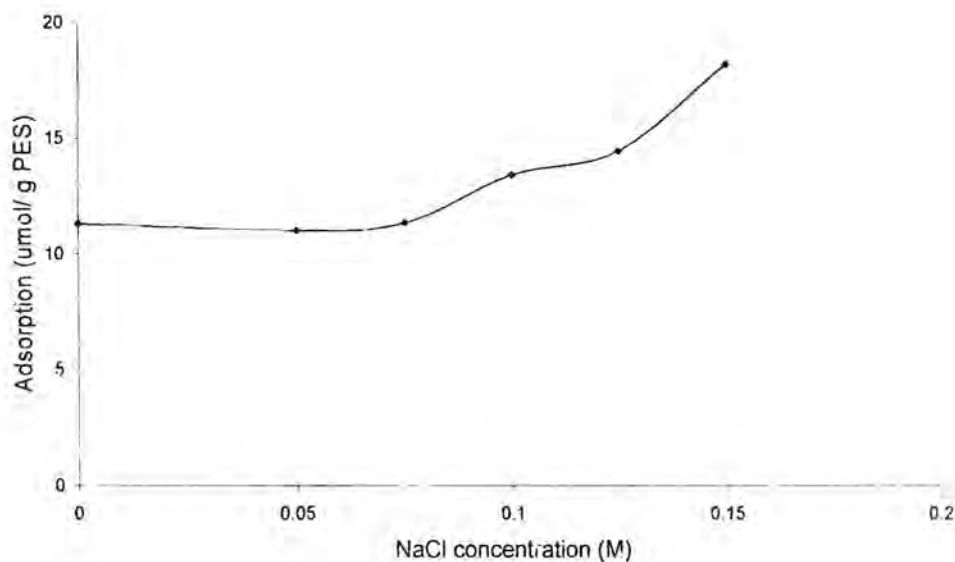


รูปที่ 4.1 แสดงอัตราการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

4.1.2 ผลของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่อการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์

ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์จะเปลี่ยนแปลงที่ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ จากรูปที่ 4.2 เมื่อความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์จะเพิ่มขึ้นด้วย จากรูปที่ 4.2 พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์เป็น 0.15 โมลาร์ ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์จะเพิ่มขึ้นถึง 18.0 ไมโครโมลต่อผ้าพอลิเอสเตอร์ 1 กรัม Pongprayoon และ

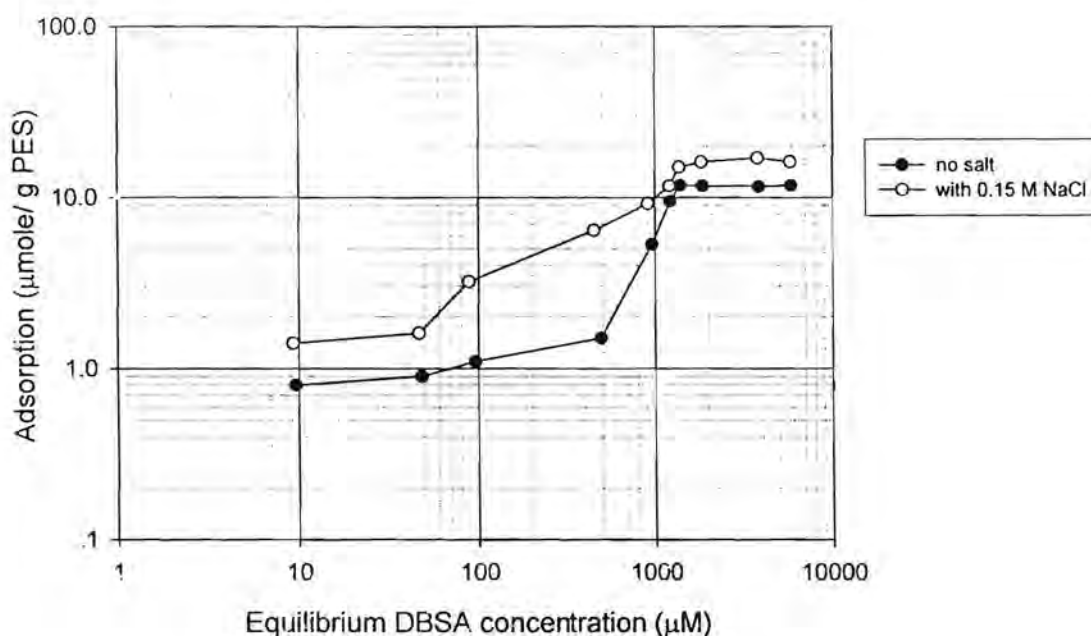
คณะ (8) พบว่าการเติมสารอิเล็กโทรไลต์มีผลทำให้การดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนพื้นผิวผ้าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากการที่โซเดียมไอออนจากสารอิเล็กโทรไลต์ซึ่งมีประจุบวก จะไปลดแรงผลักรันระหว่างประจุลบบนสารลดแรงตึงผิว ทำให้โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวสามารถเข้าใกล้กันได้มากขึ้น ปริมาณที่สามารถดูดซับบนพื้นผิวผ้าจึงเพิ่มมากขึ้นด้วย ในการทดลองต่อไป ได้ใช้สารอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเข้มข้น 0.15 โมลาร์ทุกการทดลอง



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์กับความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเวลา 15 ชั่วโมง

4.1.3 แอดซอร์ปชันไอโซเทอม (Adsorption isotherm) ของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์

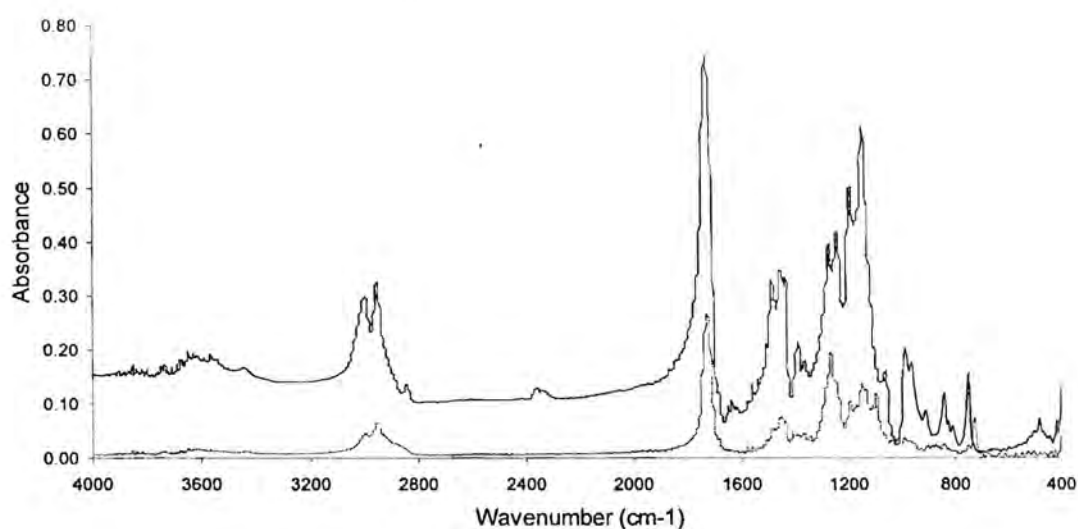
แอดซอร์ปชันไอโซเทอมของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์แบบที่ใส่และไม่ใส่สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แสดงในรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์อยู่ในรูปตัวเอส จากกราฟพบว่าปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าพอลิเอสเตอร์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะเริ่มแรกเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว และหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนที่ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับบนผ้าจะคงที่ ในกระบวนการแอดไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ควรมีค่าความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกับค่า CMC (Critical Micelle Concentration) ซึ่งเป็นจุดที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวเริ่มคงที่ เพื่อป้องกันการเกิดอิมัลชันพอลิเมอร์ไรเซชัน ดังนั้นจากกราฟความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่ใช้ในกระบวนการแอดไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันในงานวิจัยนี้คือ 1.5 มิลลิโมลาร์



รูปที่ 4.3 แอดซอร์บชันไอโซเทอมของสารลดแรงตึงผิวบนผ้าพอลิเอสเตอร์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลา 15 ชั่วโมง

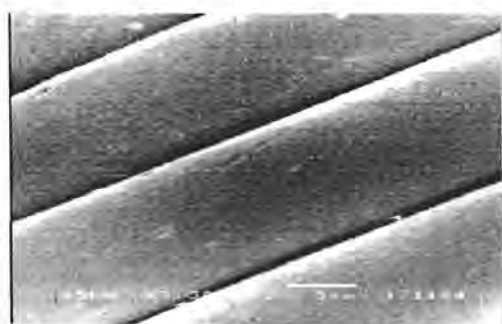
4.2 การวิเคราะห์พอลิเมอร์ที่เคลือบบนผิวผ้า

ผลจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและสเปกตรากจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีแสดงว่า งานวิจัยนี้ สามารถเคลือบพอลิเมอร์ลงบนผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยวิธีแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันได้สำเร็จ รูปที่ 4.4 แสดงสเปกตรากที่ได้จากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีของพอลิเมอร์ที่ถูกสกัดจากผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการเคลือบพอลิเมอร์ด้วยกระบวนการแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชัน เปรียบเทียบกับสเปกตรามาตรฐานของพอลิเมธิลเมทาคริเลต จากสเปกตรากพบว่า มีพีคเกิดขึ้นที่ 1740 cm^{-1} ซึ่งเป็นพีคที่เกิดจากการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของหมู่คาร์บอนิล ($\text{C}=\text{O}$) ของหมู่คาร์บอกซิเมธิล (COOCH_3) ของพอลิเมธิลเมทาคริเลต นอกจากนี้ ยังมีแถบการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเกิดขึ้นในช่วง $1500\text{-}700\text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเป็นการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของ C-O stretching vibration ในช่วง $1270\text{-}990\text{ cm}^{-1}$ ของ C-H bending vibration ในช่วง $1450\text{-}1350\text{ cm}^{-1}$ และของ CH_2 rocking vibration ในช่วง 810 และ 750 cm^{-1} ซึ่งการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดดังกล่าว เป็นลักษณะของพอลิเมธิลเมทาคริเลต จากผลการวิเคราะห์ จึงสรุปได้ว่า พอลิเมธิลเมทาคริเลตถูกเคลือบลงบนผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยวิธีแอตไมเซลลาร์พอลิเมอร์ไรเซชันจริง

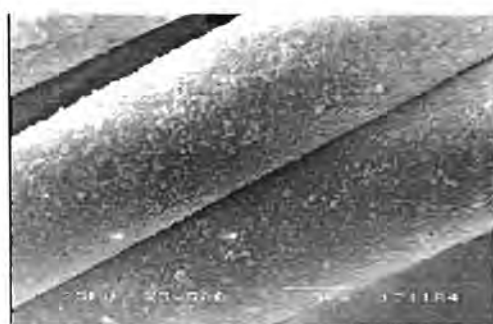


รูปที่ 4.4 สเปกตรัมจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีของ (ก) พอลิเมริตเมธาคริเลตมาตรฐาน (เส้นบน) เปรียบเทียบกับ (ข) พอลิเมอร์ที่สกัดจากผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีแอคไมเซลล์าร์พอลิเมอร์ไรเซชัน (เส้นล่าง)

รูปที่ 4.5 แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนและหลังการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ เมื่อเปรียบเทียบพื้นผิวของผ้าก่อนและหลังการเคลือบพอลิเมอร์ด้วยวิธีแอคไมเซลล์าร์พอลิเมอร์ไรเซชัน พบว่าพื้นผิวผ้าก่อนเคลือบ จะมีพื้นผิวที่สะอาด ราบเรียบ ในขณะที่ภายหลังการเคลือบ สามารถมองเห็นว่าผิวเส้นใย มีสารมาเกาะติดอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่า การเคลือบประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี



(ก)

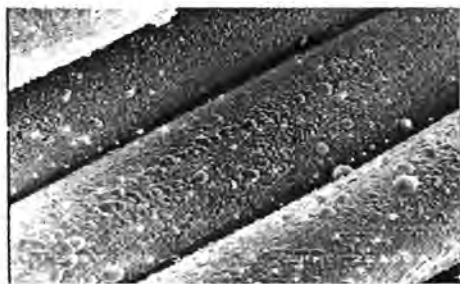


(ข)

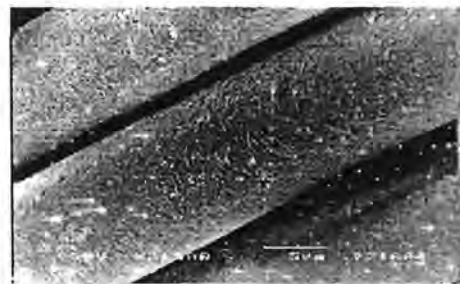
รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) ผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนการเคลือบ และ (ข) ผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีแอคไมเซลล์าร์พอลิเมอร์ไรเซชัน

4.3 ผลของมอนอเมอร์และตัวเร่งปฏิกิริยาต่อลักษณะของฟิล์มพอลิเมอร์ที่เคลือบบนผ้า พอลิเอสเตอร์

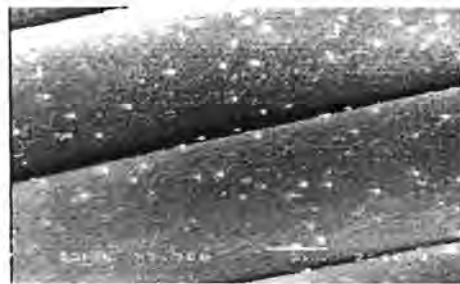
จากการศึกษาผลของปริมาณมอนอเมอร์ต่อกระบวนการพอลิเมอไรเซชันพบว่า ปริมาณมอนอเมอร์มีผลต่อปริมาณการเกาะติดของพอลิเมอร์และความสม่ำเสมอของฟิล์มที่เกาะติด กล่าวคือ เมื่อปริมาณมอนอเมอร์เพิ่มขึ้น ปริมาณของพอลิเมอร์ที่เคลือบลงบนผ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากมอนอเมอร์สามารถเข้าไปในชั้นแอคไมเซลล์ได้มากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน และเมื่อปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอไรเซชันดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ก็มีมอนอเมอร์เข้าไปทำปฏิกิริยาในชั้นของแอคไมเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้พอลิเมอร์ที่เคลือบบนผ้ามีความหนาเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.6)



DBSA:MMA = 1:2



DBSA:MMA = 1:5



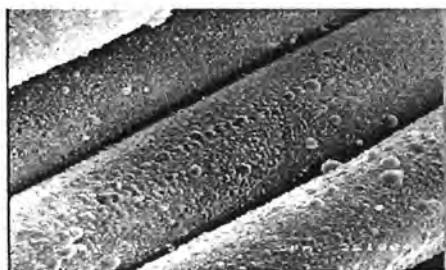
DBSA:MMA = 1:8



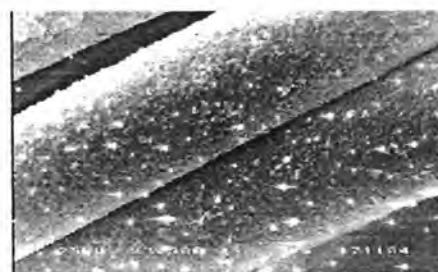
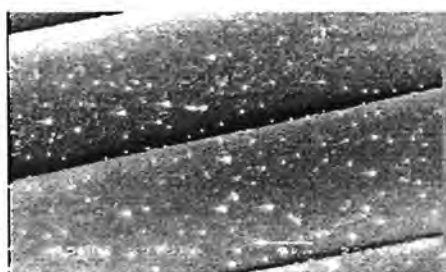
DBSA:MMA = 1:10

รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าที่เคลือบพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นของมอนอเมอร์ต่างๆกัน (ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว, สารอิเล็กโตรไลต์ และ อัตราส่วนของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อมอนอเมอร์เท่ากับ 1.5 มิลลิโมลาร์, 0.15 โมลาร์ และ 1:10 โมลาร์ ตามลำดับ)

จากการศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อกระบวนการพอลิเมอไรเซชันพบว่า ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อลักษณะภายนอกของฟิล์มพอลิเมอร์ รูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าที่อัตราส่วนระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาต่อมอนอเมอร์ที่มากที่สุด (1:20) ฟิล์มพอลิเมอร์ที่เคลือบบนผ้าจะมีลักษณะขรุขระมากที่สุด แต่เมื่อลดอัตราส่วนของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อมอนอเมอร์ลงต่ำสุด (1:5) พอลิเมอร์ฟิล์มที่ได้จะมีลักษณะเรียบสม่ำเสมอ



AIBN:MMA = 1:5



AIBN:MMA = 1:10



AIBN:MMA = 1:20

(ก)

(ข)

รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าที่เคลือบพอลิเมอร์ด้วยวิธีแอตไมเซลลาร์พอลิเมอไรเซชันที่ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆกัน (ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวและสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 1.5 มิลลิโมลาร์, 0.15 โมลาร์ และ อัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวต่อมอนอเมอร์เท่ากับ (ก) 1:8 และ (ข) 1:10 โมลาร์ ตามลำดับ)

4.4 ผลของการไฮโดรไลซิสต่อสมบัติการดูดซับน้ำของผ้า

ตารางที่ 1 แสดงผลที่ได้จากการวัดค่ามัมสัมพัทธ์ของผ้ากับน้ำพบว่า ค่ามัมสัมพัทธ์ของผ้าลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการไฮโดรไลซิสเพิ่มขึ้น โดยที่เมื่อใช้กรดไฮโดรซัลฟอริก ความเข้มข้น 10 โมลาร์ ที่ 80 องศา พบว่า น้ำจะซึมผ่านไปในผ้าทันทีที่สัมผัสกับผิวผ้า แสดงว่า ผ้ามีการดูดซึมน้ำได้ดีมาก โดยการไฮโดรไลซิสด้วยสารละลายกรดจะเป็นการเพิ่มหมู่คาร์บอกซิลิกบนผิวผ้าทำให้ผ้ามีความสามารถในการดูดซับน้ำดีขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงค่ามัมสัมพัทธ์ของผ้าที่ผ่านการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

เวลา (ชม.)	ค่ามัมสัมพัทธ์ (องศา)			
	10 M HCl		10 M H ₂ SO ₄	
	ที่ 30 °C	ที่ 80 °C	ที่ 30 °C	ที่ 80 °C
1	117.3±3.9	113.6±2.1	112.5±4.3	0
2	116.3±3.4	113.2±2.3	111.6±3.6	0
5	113.3±1.7	112.7±2.4	111.3±3.2	0

ตารางที่ 2 แสดงผลที่ได้จากการวัดค่าการดูดซับความชื้นของผ้าที่ผ่านการทำไฮโดรไลซิสที่ภาวะต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิห้อง ค่าการดูดซับความชื้นของผ้าที่ผ่านการไฮโดรไลซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซัลฟอริก ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ที่ 80 องศา ผ้าที่ผ่านการไฮโดรไลซิสด้วยกรดซัลฟอริก มีค่าการดูดซับความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ผลการตรวจวัดสมบัติการดูดซับความชื้นของผ้า เป็นไปในทิศทางเดียวกับค่ามัมสัมพัทธ์ของหยดน้ำบนผ้าที่แสดงในตารางที่ 1 ข้างต้น

ตารางที่ 2 แสดงค่าการดูดซับความชื้นของผ้าที่ผ่านการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

เวลา (ชม.)	การดูดซับความชื้น (%)			
	10 M HCl		10 M H ₂ SO ₄	
	ที่ 30 °C	ที่ 80 °C	ที่ 30 °C	ที่ 80 °C
1	0.63	0.62	0.63	0.70
2	0.64	0.66	0.59	0.72
5	0.60	0.70	0.62	0.87

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

พอลิเมธิลเมธาคริเลตถูกเคลือบลงบนผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยวิธีแอดไมเซลลาร์พอลิเมอไรเซชัน สภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบพอลิเมธิลเมธาคริเลตลงบนผ้าพอลิเอสเตอร์ คือ การใช้สารลดแรงตึงผิวความเข้มข้น 1.5 มิลลิโมลาร์ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.15 โมลาร์ ความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิวต่อมอนอเมอร์เท่ากับ 1:8 โมลาร์ ความเข้มข้นตัวเร่งปฏิกิริยาต่อมอนอเมอร์เท่ากับ 1:10 โมลาร์ ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันกระทำที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลสเปกตรัมจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี และภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผ้าที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีแอดไมเซลลาร์พอลิเมอไรเซชันยืนยันว่า พอลิเมธิลเมธาคริเลตถูกเคลือบลงบนผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยวิธีแอดไมเซลลาร์พอลิเมอไรเซชัน การทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของผ้าที่ผ่านการเคลือบ ด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซัลฟิวริก ทำให้มุมสัมผัสของหยดน้ำบนผ้าลดลงและความสามารถในการดูดซับความชื้นของผ้าเพิ่มขึ้น โดยกรดซัลฟิวริก มีประสิทธิภาพในการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมากกว่ากรดไฮโดรคลอริก

เอกสารอ้างอิง

1. Bendak, A., and El-Marsafi, S.M. (1991) Effect of Chemical Modifications on Polyester fibers. Journal of Islamic Academy Science, 4, 275-284.
2. Dauginet, L., Duwez, A.S., Legras, R., and Demoustier-Champagne, S. (2001) Surface modification of polycarbonate and poly(ethylene terephthalate) films and membranes by polyelectrolyte deposition, Langmuir, 17, 3952.
3. Xu, W., and Liu, X. (2003) Surface modification of polyester fabric by corona discharge irradiation. European Polymer Journal, 39, 199-202.
4. Riccardi, C., Barni, R., Selli, E., Mazzone, G., massafra, M.R., Marcandalli, B., and Poletti, G. (2003) Surface modification of poly(ethylene terephthalate) fibers induced by radio frequency air plasmatreatment. Applied surface Science, 211, 386-397.
5. Sacak, M., Bastug, N., and Taku, M. (1993) Azobisisobutyronitrile-Initiated graft copolymerization of methyl methacrylate onto poly(ethylene terephthalate) fibers. Journal of Applied Polymer Science, 50, 1123-1129.
6. Abdel-Bary, E.M., Sarhan A.A., and Abel-Razik H.H (1988) Effect of graft copolymerization 2-hydroxyethyl methacrylate on the properties of polyester fibers and fabric. Journal of Applied Polymer Science, 35, 439-448.
7. Pisuntornsug, C., Yanumet, N., and O' Rear, E.A. (2002) Surface modification to improve dyeing of cotton fabric with a cationic dye. Coloration Technology, 118, 64-68.
8. Pongprayoon, T., Yanumet, N., and O' Rear, E.A. (2002) Admicellar Polymerization of styrene on Cotton. Journal of Colloid and Interface Science, 249, 227-234.
9. Boufi, S., and Gandini, A. (2002). Formation of polymeric films on cellulosic surfaces by admicellar polymerization. Cellulose, 1-10.
10. Matarredona, O.M., Mach, K., Rieger, M.M., and O' Rear, E.A. (2003) Alteration of wettability and inhibition of corrosion in narrow aluminium 7075 gaps by ultrathin polymer films. Corrosion Science, 45, 2541-2562.
11. American Association of Textile Chemists and Colorists. (1996). AATCC Technical Manual. NC: Research Triangle Park.

ภาคผนวก

(รายละเอียดผลการทดลอง)

APPENDICES

Appendix A Calibration Curve of Standard DBSA

Procedure:

The standard solution of DBSA in distilled water was prepared from stock Solution of 5 mM. in volumetric flask 50 mL. The amounts of MMA in standard Solution was measured by a UV spectrometer at 224 nm.

Calculation of a molar absorbtivity of DBSA from the calibration curve

$$A = \epsilon bc$$

When, A = Absorbance

ϵ = The molar absorbtivity ($L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

c = Concentration of solution (mol/L)

From the equation of calibration curve, the molar extinction coefficient of DBSA is the slope of the calibration curve.

At 224 nm;

$$Y = 11551x + 0.128$$

Therefore, the molar absorbtivity of DBSA at 224 nm is $1.1551 \times 10^4 L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

Table A1 Absorbance values of the standard DBSA

[DBSA](μM)	Absorbance		
	I	II	III
5	0.179	0.185	0.182
15	0.291	0.305	0.298
35	0.545	0.541	0.543
55	0.760	0.770	0.765
75	0.985	0.993	0.989

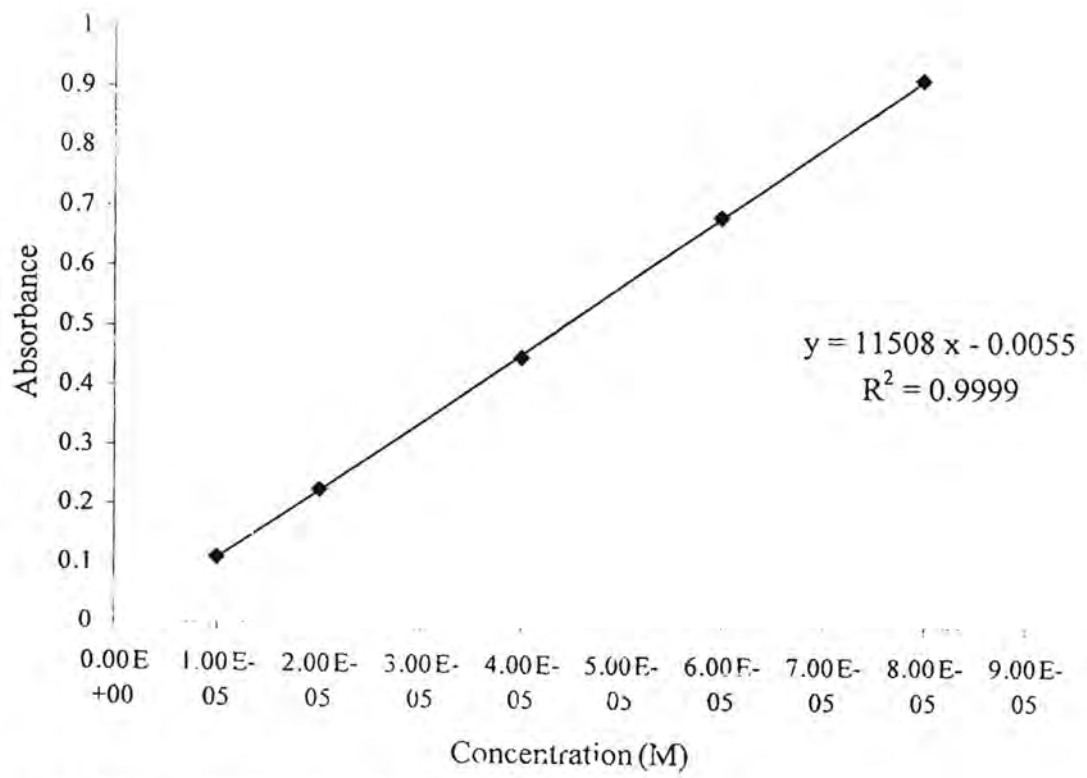


Figure A1 Calibration curve of the standard DBSA.

APPENDIX B Determination of Equilibrium Adsorption Time

The Calculation of $[\text{DBSA}]_{\text{equi}}$ can be calculated following this equation.

$$y = \text{Absorbance}$$

$$x = [\text{DBSA}]$$

$$x = y / 11508 \text{ M}$$

The 0.2 mL supernatant was pipetted and diluted with distilled water pH = 4 in volumetric flask 25 mL so, $[\text{DBSA}]_{\text{equi}}$ can be calculated from

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$x = C_1 = [\text{DBSA}]_{\text{flask}}, V_1 = 25 \text{ mL}$$

$$[\text{DBSA}]_{\text{fl}} = C_2 = [\text{DBSA}]_{\text{dyed pot}}, V_2 = 0.2 \text{ mL}$$

$$C_2 = (x \times 25)/0.2 \text{ M}$$

Calculation of the amount of adsorbed DBSA on polyester fabric

$$[\text{DBSA}]_{\text{ads}} = \{([\text{DBSA}]_{\text{ini}} - [\text{DBSA}]_{\text{fl}}) \times V\}/1000$$

$$\text{Adsorption } \mu\text{mol/g PES} = \{([\text{DBSA}]_{\text{ads}} \times 60)/1000\}/\text{weight of fabric}$$

Table B1 The equilibrium DBSA concentration at various adsorption time

Time (h)	Exp.I.			Exp. II.		
	Absorbance	[DBSA]equi	[DBSA]PES	Absorbance	[DBSA]equi	[DBSA]PES
5	0.694	0.00609	6.03E-06	0.699	0.00614	6.08E-06
8	0.686	0.00601	1.04E-05	0.694	0.00608	8.89E-06
10	0.686	0.00601	1.04E-05	0.691	0.00605	1.05E-05
15	0.678	0.00592	1.47E-05	0.691	0.00605	1.04E-05
20	0.679	0.00593	1.42E-05	0.685	0.00598	1.35E-05
25	0.677	0.00591	1.55E-05	0.685	0.00598	1.38E-05
40	0.678	0.00596	1.50E-05	0.685	0.00598	1.4E-05

Table B2 The amount of adsorbed DBSA at various time

Time (h)	I.	II.	Average	SD
	[DBSA] _{PES} ($\mu\text{mol/g PES}$)	[DBSA] _{PES} ($\mu\text{mol/g PES}$)	[DBSA] _{PES} ($\mu\text{mol/g PES}$)	
5	5.5	6.0	5.5	0.7
8	8.8	10.4	9.6	1.1
10	10.5	10.4	10.4	0.1
15	13.3	14.7	14.0	0.9
20	12.4	14.2	13.3	1.3
25	11.6	15.5	13.5	2.7
40	13.3	15.0	14.1	1.2

APPENDIX C Determination of the Effect of Electrolyte on the Adsorption of DBSA on Polyester Fabric

Table C1 The equilibrium DBSA concentration at various NaCl concentrations

[NaCl] (M)	I.			II.		
	Absorbance	[DBSA]equi	[DBSA]PES	Absorbance	[DBSA]equi	[DBSA]PES
0	0.701	0.00633	6.10E-06	0.689	0.00614	6.27E-06
0.05	0.698	0.00630	7.71E-06	0.694	0.00619	7.95E-06
0.075	0.693	0.00625	1.04E-05	0.684	0.00608	1.09E-05
0.1	0.687	0.00618	1.43E-05	0.685	0.00609	1.38E-05
0.125	0.683	0.00614	1.60E-05	0.683	0.00607	1.65E-05
0.15	0.679	0.00610	1.82E-05	0.666	0.00588	1.89E-05

Table C2 The amount of adsorbed DBSA at various NaCl concentrations

[NaCl] (M)	I. Adsorption ($\mu\text{mol/g PES}$)	II. Adsorption ($\mu\text{mol/g PES}$)	Average Adsorption ($\mu\text{mol/g PES}$)	SD
0	11.6	11.6	11.3	0.4
0.05	11.1	11.3	11	0.5
0.075	10.5	10.6	11.3	1.4
0.1	14.3	14.1	13.4	1.4
0.125	14.9	15.1	14.4	1
0.15	17.7	17.6	17.7	0.1

Appendix D Determination of the Adsorption Isotherm

Table D1 The equilibrium DBSA concentration with 0.15 M NaCl

[DBSA] _{ini} (μ M)	I. [DBSA] _{equi} (μ M)	II. [DBSA] _{equi} (μ M)	Average [DBSA] _{equi} (μ M)	SD
10	9.2	9.4	9.3	0.1
50	46.2	46.6	46.3	0.3
100	89.1	87.8	88.4	0.9
500	445.0	450.5	447.7	3.8
1000	915.9	900.1	908.0	11.1
1300	1212.8	1198.3	1205.6	10.2
1500	1381.5	1356.9	1369.2	17.4
2000	1834.8	1823.0	1829.0	8.3
4000	3779.4	3785.0	3782.2	3.9
6000	5771.9	5801.2	5786.6	20.7

Table D2 The amount of adsorbed DBSA at equilibrium with 0.15 M NaCl

$[\text{DBSA}]_{\text{ini}}$ (μM)	I. $[\text{DBSA}]_{\text{PES}}$ ($\mu\text{mol/g PES}$)	II. $[\text{DBSA}]_{\text{PES}}$ ($\mu\text{mol/g PES}$)	Average $[\text{DBSA}]_{\text{PES}}$ ($\mu\text{mol/g PES}$)	SD
10	1.6	1.2	1.4	0.2
50	1.8	1.6	1.7	0.1
100	3.0	3.4	3.2	0.3
500	6.7	6.1	6.4	0.4
1000	8.5	9.9	9.2	0.9
1300	10.9	12.4	11.2	1.1
1500	13.9	16.2	15.1	1.5
2000	15.6	16.7	16.2	0.7
4000	17.4	16.8	17.1	0.4
6000	15.2	17.3	16.3	1.4

Table D3 The equilibrium DBSA concentration with no salt

[DBSA] _{ini} (μM)	I. [DBSA] _{equi} (μM)	II. [DBSA] _{equi} (μM)	Average [DBSA] _{equi} ($\mu\text{mol/g PES}$)	SD
10	9.7	9.5	9.6	0.1
50	48.0	48.0	48.0	0
100	96.7	95.4	96.0	0.9
500	492.2	487.2	489.7	3.5
1000	958.1	960.9	960.0	1.9
1300	1204.2	1224.3	1214.3	14.2
1500	1393.3	1380.6	1386.9	8.9
2000	1873.3	1847.3	1860.3	18.3
4000	3841.3	3847.3	3844.3	4.2
6000	5838.7	5844.8	5841.8	4.3

Table D4 The amount of adsorbed DBSA at equilibrium with no salt

[DBSA] _{ini} (μM)	I. [DBSA] _{equi} (μM)	II. [DBSA] _{equi} (μM)	Average [DBSA] _{equi} ($\mu\text{mol/g PES}$)	SD
10	0.6	1.1	0.8	0.3
50	0.9	0.9	0.9	0
100	0.9	1.2	1.1	0.2
500	1.1	1.8	1.5	0.5
1000	5.4	5.1	5.3	0.2
1300	10.5	8.5	9.5	1.4
1500	11.1	12.5	11.8	0.9
2000	10.8	12.7	11.7	1.3
4000	11.5	11.8	11.6	0.2
6000	12.1	11.8	11.8	0.2

APPENDIX G Contact Angle Measurement of the hydrolyzed PMMA-coated Polymer Fabric

Table G1 Contact angle of the hydrolyzed PMMA-coated polyester fabric at various conditions

Condition		Contact angle θ , degree											
Reagent	Time (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	
10 M HCl (30°C)	1	116.1	121.6	120.2	117.4	113.5	112.9	118.7	113.5	114.9	113.2	117.3±3.9	
		112.9	125.5	115.3	114.5	115.9	113.5	120.3	116.4	112.9	113.4		
	2	114.1	115.1	115.8	114.4	111.7	123.6	114.1	119.0	118.6	116.5	116.3±3.4	
		115.7	113.5	111.9	115.8	119.7	120.8	113.2	118.4	114.6	116.2		
	5	5	114.4	112.6	111.9	114.6	111.3	111.0	112.6	114.1	113.5	116.6	113.3±1.7
			111.1	111.2	112.8	113.4	119.4	115.2	112.6	114.1	113.5	116.9	
10 M HCl (80°C)	1	112.4	110.7	116.1	115.7	113.1	116.5	111.1	113.2	112.0	114.9	113.6±2.1	
		111.8	110.6	116.9	113.4	115.2	112.7	113.6	114.8	111.0	115.6		
	2	112.0	113.5	113.9	113.2	111.4	111.8	114.0	116.4	116.6	108.8	113.2±2.3	
		109.8	110.0	112.0	113.2	114.3	115.7	114.2	111.6	110.9	110.0		
	5	5	109.5	116.1	111.6	109.3	116.6	114.0	113.0	112.6	112.7	112.0	112.7±2.4
			112.5	115.6	112.3	111.0	109.6	114.3	113.2	112.6	113.5	115.2	

Table G2 Contact angle of the hydrolyzed PMMA-coated polyester fabric at various conditions

Condition		Contact angle θ , degree										
Reagent	Time (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
10 M H ₂ SO ₄ (30°C)	1	109.9	110.9	116.0	110.7	106.5	107.1	117.7	119.4	113.9	112.6	112.5±4.3
		108.2	119.9	110.1	112.6	113.5	118.4	108.6	110.5	111.0	114.2	
	2	115.0	112.0	118.1	114.6	111.7	107.7	106.2	111.8	108.4	110.9	111.6±3.6
		116.2	113.0	110.0	116.7	113.5	112.4	106.2	106.5	107.9	109.8	
	5	110.8	115.7	113.8	112.9	107.9	112.4	110.8	113.2	111.4	104.4	111.3±3.2
		112.3	116.4	111.6	115.2	114.3	112.5	111.3	110.3	110.3	112.4	
10 M H ₂ SO ₄ (80°C)	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

* The contact angle cannot be measured because the water droplet disappeared immediately.

APPENDIX H Moisture Absorption Measurement

Table H1 Moisture absorption of the hydrolyzed PMMA-coated polyester fabric at various conditions

Fabric	Hydrolysis time	No	Weight of Fabric(g)			Moisture Regain (%)	Average Moisture Regain (%)	SD	
			Before Drying	After Drying					
				I	II				III
Cotton	-	1	0.8098	0.7517	0.7516	0.7515	7.64	7.72	0.10
		2	0.8014	0.7435	0.7440	0.7440	7.79		
Polyester	-	1	0.7830	0.7792	0.7788	0.7788	0.54	0.55	0.00
		2	0.7861	0.7814	0.7815	0.7814	0.55		
PMMA-coated fabric	-	1	0.8098	0.8083	0.8049	0.8052	0.61	0.60	0.02
		2	0.8012	0.7971	0.7966	0.7974	0.58		
PMMA-coated fabric hydrolyzed by 10 M HCl at 30°C	1 h.	1	0.8163	0.8119	0.8113	0.8112	0.63	0.63	0.01
		2	0.8258	0.8215	0.8208	0.8207	0.62		
	2 h.	1	0.8145	0.8105	0.8094	0.8092	0.65	0.34	0.02
		2	0.8080	0.8039	0.8034	0.8030	0.62		
	5 h.	1	0.8185	0.8143	0.8138	0.8137	0.59	0.60	0.01
		2	0.8077	0.8036	0.8030	0.8029	0.60		

Table H2 Moisture absorption of the hydrolyzed PMMA-coated polyester fabric at various conditions

Fabric	Hydrolysis time	No.	Weight of Fabric(g)			Moisture Regain (%)	Average Moisture Regain (%)	SD	
			Before Drying	After Drying					
				I	II				III
PMMA-coated fabric hydrolyzed by 10 M HCl at 30°C	1 h.	1	0.8225	0.8175	0.8173	0.8172	0.65	0.63	0.05
		2	0.8174	0.8128	0.8127	0.8127	0.58		
	2 h.	1	0.8182	0.8133	0.8133	0.8127	0.68	0.66	0.03
		2	0.8204	0.8160	0.8153	0.8152	0.64		
	5 h.	1	0.8199	0.8152	0.8145	0.8144	0.68	0.70	0.03
		2	0.8022	0.7974	0.7970	0.7965	0.72		
PMMA-coated fabric hydrolyzed by 10 M HCl at 80 °C	1 h.	1	0.7915	0.7874	0.7868	0.7867	0.61	0.62	0.01
		2	0.8047	0.7999	0.7998	0.7997	0.62		
	2 h.	1	0.7763	0.7710	0.7707	0.7707	0.72	0.72	0.01
		2	0.7820	0.7774	0.7765	0.7765	0.71		
	5 h.	1	*	*	*	*	*	*	*
		2	*	*	*	*	*		

* The fabric was destroyed in these conditions.

Table H3 Moisture absorption of the hydrolyzed PMMA-coated polyester fabric at various conditions

Fabric	Hydrolysis Time	No.	Weight of Fabric(g)			Moisture Regain (%)	Average Moisture Regain (%)	SD	
			Before Drying	After Drying					
				I	II				III
PMMA-coated fabric hydrolyzed by 10 M H ₂ SO ₄ at 30°C	1 h	1	0.7882	0.7833	0.7836	0.7834	0.63	0.63	0.00
		2	0.8030	0.7980	0.7980	0.7984	0.63		
	2 h	1	0.8115	0.8072	0.8069	0.8070	0.57	0.59	0.02
		2	0.7994	0.7947	0.7946	0.7946	0.60		
	5 h	1	0.8088	0.8050	0.8051	0.8052	0.60	0.62	0.01
		2	0.8062	0.8015	0.8012	0.8015	0.62		
PMMA-coated fabric hydrolyzed by 10 M H ₂ SO ₄ at 80°C	1 h	1	0.7768	0.7730	0.7715	0.7716	0.69	0.70	0.01
		2	0.8056	0.8005	0.8003	0.8000	0.70		
	2 h	1	0.7989	0.7935	0.7936	0.7931	0.73	0.72	0.02
		2	0.8040	0.7987	0.7985	0.7984	0.70		
	5 h	1	0.7998	0.7942	0.7932	0.7932	0.83	0.87	0.05
		2	0.7852	0.7786	0.7781	0.7781	0.91		