การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารประกอบที่มีไนโตรเจนสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ต

นางสาวปัญฑ์ธร บูรณะกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRETREATMENT OF POLYESTER FABRIC SURFACE WITH NITROGEN-CONTAINING COMPOUNDS FOR INK JET PRINTING

Miss Punthorn Buranagul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Imaging Technology

Department of Imaging and Printing Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

522293

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารประกอบที่มีไนโตรเจนสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ต
โดย	นางสาวปัญฑ์ธร บูรณะกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลกรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลกรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. เข็มชัย เหมะจันทร)

ปัญฑ์ธร บูรณะกูล : การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารประกอบที่มีไนโตรเจนสำหรับการพิมพ์อิงก์เจ็ต. (PRETREATMENT OF POLYESTER FABRIC SURFACE WITH NITROGEN-CONTAINING COMPOUNDS FOR INK JET PRINTING) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลกรัตน์. 93 หน้า.

การพิมพ์ผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำ ปกติให้ผ้าพิมพ์ที่มีคุณภาพต่ำจากลักษณะผิวผ้าและการแผ่ของหมึกพิมพ์ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสารปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนพิมพ์ด้วยสารละลายไคโทซาน ไกลซีน สารละลายผสมระหว่างไคโทซานกับไกลซีน และไคโทซานดัดแปร เอ็น-2-ไฮดรอกซี-3-ไทรเมทิลแอมโมเนียมพรอพิลไคโทซานคลอไรด์ (*N*-[(2-hydroxyl-3-trimethylammonium) propyl] chitosan chloride; HTACC) และไคโทซานดัดแปร เอ็น-4-ไดเมทิลแอมิโนเบนซิลอิมิโนไคโทซาน (*N*-[(4-dimethyl aminobenzyl) imino] chitosan; DBIC) ต่อคุณภาพผ้าพิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบอิงก์เจ็ต ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายปรับสภาพผิวดังกล่าวด้วยเทคนิคการแพดดิง พิมพ์แผ่นทดสอบบนผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิว และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ปรับสภาพผิวด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตเชิงพาณิชย์ฐานน้ำชนิดสารสี 7 สี หลังการอบด้วยไอน้ำ วัดขอบเขตสี ความอิ่มตัวสี ความคมชัดของตัวอักษรชนิดพอซิทิฟและเนกาทิฟ การผลิตน้ำหนักสี การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์ ความเข้มสี ความแข็งกระด้างของผ้าพิมพ์ ความคงทนของสีพิมพ์ต่อการซัก และความคงทนของสีพิมพ์ต่อการขัดถู วัดค่า zeta-potential ของสารละลายของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้าทุกชนิด และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตที่ใช้พิมพ์ ศึกษาพฤติกรรมการดูดซึมน้ำของผ้าด้วย wicking test ลักษณะพื้นผิวผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารปรับสภาพผิวต่าง ๆ ด้วยเทคนิคของกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด พบว่า สารปรับสภาพทุกชนิดให้คุณภาพผ้าพิมพ์ดีกว่าผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิว ไคโทซานเพิ่มขอบเขตสีในช่วงโทนสีแดงเหลืองเล็กน้อย ขณะที่ไกลซีนเพิ่มขอบเขตสีในช่วงโทนสีเขียวเหลืองและสีส้ม ความเข้มข้นของไคโทซานไม่มีผลต่อการเพิ่มขอบเขตสี ขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นไกลซีนทำให้ขอบเขตสีกว้างขึ้น ความเข้มข้นของไคโทซานและไกลซีนที่เพิ่มขึ้นทำให้ผ้ามีความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้น และความคงทนของสีต่อการขัดถูเพิ่มขึ้น DBIC ไม่ได้ให้ผลที่เด่นชัดนัก ในกลุ่มสารละลายปรับผิวนี้ HTACC ให้คุณภาพผ้าพิมพ์ดีที่สุดในทุกด้านและมีความแข็งกระด้างของผ้าพิมพ์ต่ำมาก แต่ความคงทนของสีพิมพ์ต่อการขัดถูต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่าย
และเทคโนโลยีทางการพิมพ์
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5072353823: MAJOR Imaging Technology

KEYWORDS: CHITOSAN / INK JET PRINTING / POLYESTER

PUNTHORN BURANAGUL: PRETREATMENT OF POLYESTER FABRIC SURFACE WITH NITROGEN-CONTAINING COMPOUNDS FOR INK JET PRINTING. THESIS ADVISOR: PROF. SUDA KIATKAMJORNWONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ASST. PROF. SUPAPORN NOPPAKUNDILOGRAT, Ph.D., 93 pp.

Polyester fabric printed with water-based ink jet inks generally produces low quality images resulting from the characteristic fabric surface and ink spreading. This research aimed to study the effects of pre-treating solutions of chitosan, glycine, mixed chitosan and glycine, modified chitosan: *N*-[(2-hydroxyl-3-trimethyl ammonium) propyl] chitosan chloride (HTACC), and *N*-[(4-dimethyl aminobenzyl) imino] chitosan (DBIC) on qualities of printed polyester fabrics by ink jet printing. The polyester fabrics were pre-treated with the pre-treating solutions using a padding technique. The untreated and padded fabrics were printed with a set of commercial ink jet ink, a seven-color pigmented water-based ink. After steaming, the printed fabric was measured for color gamut, color saturation, color strength, outline sharpness, tone reproduction, inter-color bleeding, stiffness, wash fastness and rub fastness. Zeta-potentials of the pre-treating solutions, the inks, and the fabric solution were measured. Water absorption by a wicking test, and surface morphology of the padded fabrics by scanning electron microscopy were carried out. All the pretreatments improved qualities of the printed fabrics which were better than that of the untreated one. Chitosan slightly improved the color gamut in the orange region, whereas glycine increased the color gamut in the lemon and orange regions and color saturation. The increased chitosan concentrations did not further increase the color gamut but the increasing concentrations of glycine widened the color gamut. Stiffness and rub resistance of the padded fabrics increased with increasing chitosan and glycine concentrations. The DBIC did not produce any pronounced effects. Among these pre-treating solutions, HTACC produced the best qualities of the printed fabrics in all respects with very low fabric stiffness and little inferior rub resistance.

Department of Imaging and Printing Technology Student's Signature Punthorn Buranagul

Field of Study Imaging Technology Advisor's Signature S. Kiatkamjornwong

Academic Year 2009 Co-advisor's Signature S. Noppakundilograt

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองคณบดีฝ่ายวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย จากงบประมาณประจำปี 2551 ในหัวข้อเรื่อง การปรับสภาพพื้นผิวผ้าพอลิเอสเทอร์ก่อนพิมพ์ด้วยสารละลายไคโตซานและไกลซีนเพื่อการพิมพ์อิงก์เจ็ต ของคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ให้แก่คณะวิจัย ซึ่งการสนับสนุนนี้บันดาลให้โครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลกรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำสอน การวางโครงร่างวิทยานิพนธ์ แนะนำช่วยเหลือวิธีการทำวิจัย พร้อมทั้งการวางแนวคิด แนววิจารณ์ การเขียนและการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนวิทยานิพนธ์เสร็จสำเร็จ ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร และรองศาสตราจารย์ ดร. เข็มชัย เหมะจันทร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเนื้อหาวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชญดา เกตุเมฆ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำด้านการวิเคราะห์สี อาจารย์ เขมชาติ สุรกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้แนะนำการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการสิ่งทอ และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีและเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวีร์ โฮเว่น อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้อนุเคราะห์ไคโทซานดัดแปร HTACC ของโครงการเมธีวิจัยอาวุโส รหัสโครงการ RTA 4780004 ขอกราบขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ให้ความอนุเคราะห์เครื่องแพดดิง เครื่องอบ และเครื่องอบไอน้ำ ดร. วิยงค์ กังวานศุภมงคล จากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ผู้อนุเคราะห์สารเคมี Triton X-100

ขอขอบคุณนายกิตติชัย สนใจพาณิชย์ มหาบัณฑิตสาขาปิโตรเคมี นางสาวเต็มสุข แตงหอม นิสิตปริญญาเอกสาขาปิโตรเคมี นายสมเกียรติ ลวะวิบูลย์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีทางภาพ และนางสาวอรุณี สอดสี เจ้าหน้าที่บริการวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาฯ ผู้ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลอง และทดสอบต่าง ๆ ในงานวิทยานิพนธ์นี้

และขอกราบขอบพระคุณคุณแม่และผู้มีอุปการะคุณท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ให้โอกาสและแนะนำแนวทางในการศึกษาจนถึงระดับปริญญามหาบัณฑิต รวมถึงเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 แนวคิดและทฤษฎี..... 4

2.1.1 ระบบพิมพ์อิงก์เจ็ต..... 4

2.1.1.1 เทคโนโลยีพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง (CIJ)..... 4

2.1.1.2 เทคโนโลยีแบบพ่นหมึกตามต้องการ (DOD)..... 5

2.1.2 หมึกพิมพ์อิงก์เจ็ต..... 7

2.1.2.1 ลักษณะและสมบัติของหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ต..... 7

2.1.2.2 องค์ประกอบของหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ต..... 8

2.1.3 ไคทิน-ไคโทซาน..... 9

2.1.3.1 ระดับขั้นการกำจัดหมู่แอซีทิลของไคทิน (degree of deacetylation)..... 10

2.1.3.2 การละลายของไคโทซาน..... 11

2.1.3.3 การใช้ไคโทซานในงานสิ่งทอ..... 11

2.1.3.4 ไคโทซานดัดแปร..... 12

2.1.4 ไกลซีน..... 13

หน้า

2.1.5 ผ้าพอลิเอสเตอร์ 13
2.1.6 ขั้นตอนการเตรียมผ้าใยสังเคราะห์ก่อนการพิมพ์หรือการย้อมสี 15
2.1.6.1 การกำจัดแป้ง (desizing) และการทำความสะอาด (scouring) 15
2.1.6.2 การเซ็ต (setting) 15
2.1.7 การวัดสีระบบซีไออี 15
2.1.8 ปริภูมิสี CIELAB 16
2.1.9 ทฤษฎีคูเบลคา-มังก์ (Kubelka-Munk Theory) 18
2.2 วารสารปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 25
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 25
3.1.1 วัสดุและสารเคมีภัณฑ์ 25
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 26
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 26
1. สังเคราะห์เอ็น-4-ไดเมทิล แอมิโนเบนซิล อิมิโน ไคโทซาน (N-[(4-dimethyl aminobenzyl) imino] chitosan (DBIC)) ด้วยไดเมทิลแอมิโนเบนซัลดีไฮด์ 26
2. สังเคราะห์ เอ็น-2-ไฮดรอกซี-3-ไทรเมทิลแอมโมเนียมพรอพิลไคโทซานคลอไรด์ (N-[(2-hydroxy-3-trimethylammonium) propyl] chitosan chloride, HTACC) 27
3. เตรียมสารปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ 27
4. เตรียมผ้าพอลิเอสเตอร์สำหรับพิมพ์ 28
5. เคลือบสารปรับสภาพผิวแต่ละชนิดลงบนผ้าพอลิเอสเตอร์ 28
6. พิมพ์ผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยระบบพิมพ์อิงก์เจ็ด 28
7. อบไอน้ำ 29
8. วัดคุณภาพงานพิมพ์บนผ้าพอลิเอสเตอร์ 29
9. หาความสัมพันธ์ของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้า และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีต่าง ๆ ต่อคุณภาพงานพิมพ์ 32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 33
4.1 การหาหมู่ฟังก์ชันของไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร 33
4.2 ขอบเขตสี (color gamut) 35

หน้า

4.3 ความอิ่มตัวสี (color saturation)..... 45
4.4 ความคมชัดของงานพิมพ์ (sharpness)..... 47
4.5 การซึมเข้าหากันของสีหมึกพิมพ์ (inter-color bleeding)..... 50
4.6 การผลิตน้ำหนักสีต่อเนื่อง (tone reproduction)..... 52
4.7 ความเข้มสี (color strength, K/S)..... 54
4.8 ความแข็งกระด้าง..... 57
4.9 ความคงทนของสีต่อการซัก..... 58
4.10 ความคงทนของสีต่อการขัดถู..... 60
4.11 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ดสีต่าง ๆ ต่อคุณภาพผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์..... 62
4.11.1 ค่า zeta-potential ของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ดสีต่าง ๆ..... 62
4.11.2 การทดสอบพฤติกรรมการดูดซึมของผ้า..... 63
4.11.3 ตรวจสอบพื้นผิวผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารปรับสภาพผิวผ้าต่าง ๆ ด้วย scanning electron microscopy (SEM)..... 65
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 68
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 68
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 70
รายการอ้างอิง..... 71
ภาคผนวก..... 74
ประวัติผู้เขียน 93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.1	หมู่ฟังก์ชันของไคโทซาน.....	34
ตารางที่ 4.2	ค่าความแตกต่างสีที่ตำแหน่ง D6 ของผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ.....	36
ตารางที่ 4.3	ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความเข้มสี (K/S) สีฟ้าเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสีที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด.....	54
ตารางที่ 4.4	สรุปผลค่าทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวแบบทางเดียว เปรียบเทียบแต่ละสีกับชุดไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า.....	55
ตารางที่ 4.5	ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความคงทนของสีต่อการซักของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี.....	59
ตารางที่ 4.6	ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความคงทนของสีต่อการขัดถูของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี.....	61
ตารางที่ 4.7	ค่า zeta-potential ของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีต่าง ๆ.....	62
ตารางที่ 4.8	อัตราส่วนการดูดซึมของน้ำ (W) และ 2 – ออกทานอล (2-octanol (O)).....	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	75
ตารางที่ 2ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1.....	75
ตารางที่ 3ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 2.....	75
ตารางที่ 4ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 3.....	76
ตารางที่ 5ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 4.....	76
ตารางที่ 6ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5.....	77
ตารางที่ 7ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 10.....	77
ตารางที่ 8ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15.....	77
ตารางที่ 9ภ	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 ไคโทซานร้อยละ 1.....	78

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ ภ10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	78
ตารางที่ ภ11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีฟ้าเขียว ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACCความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	79
ตารางที่ ภ12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	79
ตารางที่ ภ13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1.....	79
ตารางที่ ภ14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 2.....	80
ตารางที่ ภ15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 3.....	80
ตารางที่ ภ16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 4.....	81
ตารางที่ ภ17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5.....	81
ตารางที่ ภ18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 10.....	81
ตารางที่ ภ19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15.....	82

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ ภ20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 ไคโทซานร้อยละ 1..... 82

ตารางที่ ภ21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 83

ตารางที่ ภ22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีม่วงแดง ชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACCความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 83

ตารางที่ ภ23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 83

ตารางที่ ภ24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1..... 84

ตารางที่ ภ25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 2..... 84

ตารางที่ ภ26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 3..... 85

ตารางที่ ภ27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 4..... 85

ตารางที่ ภ28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5..... 85

ตารางที่ ภ29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 10..... 86

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ ภ30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15..... 86

ตารางที่ ภ31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 ไคโทซานร้อยละ 1..... 87

ตารางที่ ภ32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 87

ตารางที่ ภ33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีเหลืองชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACCความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 87

ตารางที่ ภ34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 88

ตารางที่ ภ35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1..... 88

ตารางที่ ภ36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 2..... 89

ตารางที่ ภ37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 3..... 89

ตารางที่ ภ38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 4..... 89

ตารางที่ ภ39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5..... 90

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ ภ40	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 10.....	90
ตารางที่ ภ41	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15.....	91
ตารางที่ ภ42	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 ไคโทซานร้อยละ 1.....	91
ตารางที่ ภ43	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	91
ตารางที่ ภ44	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวของความเข้มสีดำชุดผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACCความเข้มข้นร้อยละ 0.1.....	92

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 2.1	กระบวนการการพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง ชนิด binary-deflection system.....	5
ภาพที่ 2.2	กระบวนการการพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง ชนิด multiple-deflection system.....	5
ภาพที่ 2.3	กระบวนการการพ่นหมึกทีละหยด แบบใช้ความร้อน (thermal ink jet).....	6
ภาพที่ 2.4	Bend-mode piezoelectric.....	7
ภาพที่ 2.5	Push-mode piezoelectric.....	7
ภาพที่ 2.6	Shear-mode piezoelectric.....	7
ภาพที่ 2.7	สูตรโครงสร้างของไคโทซาน.....	10
ภาพที่ 2.8	การกำจัดหมู่แอซีทิลของไคทิน.....	10
ภาพที่ 2.9	โครงสร้างทางเคมีของไคโทซาน เมื่ออยู่ในสารละลายกรด.....	11
ภาพที่ 2.10	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไคโทซานดัดแปร HTACC.....	12
ภาพที่ 2.11	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไคโทซานดัดแปร DBIC.....	13
ภาพที่ 2.12	โครงสร้างทางเคมีของไกลซีน.....	13
ภาพที่ 2.13	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ PET.....	14
ภาพที่ 2.14	แบบจำลองปริภูมิสี CIELAB.....	17
ภาพที่ 2.15	การเดินทางของแสงในชั้นหมึกพิมพ์โปร่งแสง.....	19
ภาพที่ 2.16	การเดินทางของแสงในชั้นหมึกพิมพ์เมื่อแยกกันอยู่อิสระกับชั้นวัสดุรองรับ...	19
ภาพที่ 2.17	การเดินทางของแสงจากอากาศไปยังชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์.....	21
ภาพที่ 3.1	แผ่นทดสอบ.....	29
ภาพที่ 3.2	ขั้นตอนการคำนวณค่า K/S.....	30
ภาพที่ 3.3	เครื่องทดสอบความแข็งกระด้าง (Cantilever type tester).....	31
ภาพที่ 3.4	เครื่องทดสอบการขัดถู (crock meter).....	32
ภาพที่ 4.1	อินฟราเรดสเปกตรัมของไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร ชนิด DBIC และ HTACC.....	33
ภาพที่ 4.2	โครงสร้างทางเคมีของ DBIC.....	35
ภาพที่ 4.3	โครงสร้างทางเคมีของ HTACC.....	35
ภาพที่ 4.4	ลักษณะปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ก) – (ค) ผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลาย.....	37

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.5 ลักษณะของปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ..... 38

ภาพที่ 4.6 ลักษณะปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายไกลซีนผสมไคโทซานและผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ..... 40

ภาพที่ 4.7 ลักษณะปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 และสารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีน สารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ..... 41

ภาพที่ 4.8 ลักษณะปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 สารละลายผสมไกลซีนร้อยละ 15 กับไคโทซานร้อยละ 1 สารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 สารละลาย DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลาย HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ..... 43

ภาพที่ 4.9 ลักษณะปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไคโทซานดัดแปรชนิด DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไคโทซานดัดแปรชนิด HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ..... 44

ภาพที่ 4.10 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ..... 45

ภาพที่ 4.11 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน..... 46

ภาพที่ 4.12 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า และที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซาน ไกลซีน สารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน และสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC..... 46

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.13 ลักษณะของตัวอักษรชนิดพอซิทิฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน..... 48

ภาพที่ 4.14 ลักษณะของตัวอักษรชนิดเนกาทิฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน..... 49

ภาพที่ 4.15 การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์บนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน..... 51

ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้ากับกลุ่มผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ..... 52

ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้ากับกลุ่มผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ..... 52

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าและที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 สารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีน สารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1..... 53

ภาพที่ 4.19 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และความเข้มข้นที่ใช้ต่อระยะเลื่อนไถลของผ้าทดสอบในแนวเส้นยืนและเส้นพุ่ง..... 57

ภาพที่ 4.20 ภาพถ่าย SEM ของ ก. ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่มีสารปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ ข. ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ค. ร้อยละ 2โดยน้ำหนัก ง. ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จ. ร้อยละ 4โดยน้ำหนัก..... 65

ภาพที่ 4.21 ภาพถ่าย SEM ของผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน ก. ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ข. ร้อยละ 10โดยน้ำหนัก ค. ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ง. ผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนร้อยละ 15 กับไคโทซานร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก..... 66

ภาพที่ 4.22 ภาพถ่าย SEM ของผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปรไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ข. ไคโทซานดัดแปร HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก..... 67