

การประยุกต์มอด็มอริลโลไนต์ดัดแปรร่วมกับสารทำให้นุ่มเพื่อใช้เป็นสารตกแต่งสำเร็จสำหรับผ้าฝ้าย



นางสาวนริศรา กุลปรีชานันท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-2006-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

135200264

APPLICATION OF MODIFIED MONMORILLONITE WITH SOFTENER AS A FINISHING AGENT  
FOR COTTON FABRIC

Miss Narissara Koolpreechanan

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 2005

ISBN 974-14-2006-4

**481933**



นริศรา กุลปรีชานันท์ : การประยุกต์มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรร่วมกับสารทำให้นุ่มเพื่อใช้เป็นสารตกแต่งสำเร็จสำหรับผ้าฝ้าย. (APPLICATION OF MODIFIED MONMORILLONITE WITH SOFTENER AS A FINISHING AGENT FOR COTTON FABRIC) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.นันทนา จิรธรรมนุกูล อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์. 76 หน้า. ISBN 974-14-2006-4.

โครงการวิจัยนี้เป็นการนำมอนต์มอริลโลไนต์มาทำการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนประจุบวก กับสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 แล้วทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน พบว่า สารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 ที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สามารถแยกกระยะห่างระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในมอนต์มอริลโลไนต์ได้ ทำให้ได้ออร์กาโนเคลย์ ที่สามารถนำไปผสมในสารตกแต่งสำเร็จที่ใช้สารทำให้นุ่มทั้งชนิดที่เป็นประจุบวก Tego 28 ไม่มีประจุชนิด Lustrex และไม่มีประจุชนิด Silastol แล้วนำมาตกแต่งลงบนผ้าฝ้ายโดยวิธีจุ่มอัด หลังจากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งสำเร็จที่มีการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรไปทดสอบสมบัติต่างๆ คือ ทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยการทดสอบสมบัติการติดไฟ เทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกอะนาไลซิส ทดสอบความขาว ทดสอบความแข็งแรงกระด้าง ทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาด เปรียบเทียบกับผลการทดสอบของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ จากผลการศึกษาสมบัติด้านการทอ พบว่า การผสมมอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรที่ปริมาณ 5.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มที่มีประจุบวกของ Tego 28 สามารถทำให้ผ้าที่ตกแต่งสำเร็จมีเสถียรภาพทางความร้อนสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มอย่างเดียว ส่วนสมบัติทางความแข็งแรงกระด้างของผ้าดีขึ้น ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดมีค่าใกล้เคียงกับผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่ม Tego 28 อย่างเดียว และสมบัติทั้งสองมีค่าดีกว่าของผ้าที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ส่วนสมบัติความขาวของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Tego 28 ทั้งที่มีและไม่มีมอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปร มีค่าความขาวลดลงเพียงเล็กน้อยในระดับที่ยังไม่สามารถสังเกตความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่า

ภาควิชา วัสดุศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ

ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 4772335923 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY

KEY WORD: MODIFIED MONTMORILLONITE / FINISHING

NARISSARA KOOLPREECHANAN: APPLICATION OF MODIFIED  
MONMORILLONITE WITH SOFTENER AS A FINISHING AGENT FOR COTTON  
FABRIC. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.NANTANA JIRATUMNUKUL,Ph.D,  
THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. SIRIWAN KITTINAOVARAT,Ph.D, 76 pp.  
ISBN 974-14-2006-4.

In this research, montmorillonite was prepared by cation exchange with Tego 28. The XRD results indicated that an intercalation was formed with addition of 3.0 % by weight of Tego 28. The modified montmorillonite and softeners both of cationic and nonionic were prepared as finishing solutions to finish cotton fabrics. The physical properties of untreated and treated cotton fabrics were tested for instance flammability, thermal stability, whiteness, stiffness and tear strength. The tested results indicated that thermal stability and flammability of treated cotton fabric with cationic softener of Tego 28 and modified montmorillonite were slightly better than those of untreated fabrics and fabrics treated only with cationic softener of Tego 28 . Tear strength and stiffness were enhanced with addition of modified montmorillonite in the cationic softener. While the whiteness of fabric treated with cationic softener both with and without modified montmorillonite was slightly decreased..

Department of Materials Science

Student's signature.....*Narissara Koolpreechanan*

Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology

Advisor's signature.....*Nantana Jiratumnukul*

Academic year 2005

Co-Advisor's signature.....*Siriwan Kittinaovarat*

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นเพราะได้รับคำแนะนำทางด้านวิชาการ ความเอื้อเฟื้อทางด้านสถานที่เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลหลายๆ ท่าน และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นันทนา จิรธรรมนุกุล ผศ.ดร.สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

นอกจากนี้ขอขอบคุณ รศ.เสาวรจณี ช่วยจุลจิตร รศ.ไพพรรณ สันติสุข และ อาจารย์ ดร.ดุจฤทัย พงษ์เก่า คณะวิชา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำด้านวิชาการและช่วยตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย และคณาจารย์ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ บริษัท ไทยนิปปอน เคมีภัณฑ์ จำกัด และ บริษัท วี พี ซี กรุ๊ป จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอดและอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาการจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เป็นผลสำเร็จตามมุ่งหวังอย่างสมบูรณ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูป.....	ฏ
บทที่	
1      บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2      วารสารปริทัศน์.....	4
2.1 แร่ดิน (Clay minerals).....	4
2.1.1 กลุ่มเคโอไลไนต์ (Kaolinite group).....	4
2.1.2 กลุ่มแวลิลไลต์ (Illite group).....	5
2.1.3 กลุ่มแอสเมคโตท์ (Smectite group).....	5
2.1.4 กลุ่มแรวอร์มิคิวไลต์ (vermiculite).....	7
2.2 ดินเบนโตไนท์.....	7
2.3 มอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillonite) .....	8
2.4 กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุของดิน (Cation Exchange Process) .....	10
2.5 ปัจจัยที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน.....	11
2.6 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (Cation Exchange Capacity:CEC).....	12
2.7 การตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ (Textile Finishing) .....	13

2.8 สารทำให้นุ่ม (Softness Finishes) .....	14
2.8.1 สารทำให้นุ่มที่เป็นประจุลบ (Anionic softener).....	15
2.8.2 สารทำให้นุ่มที่เป็นประจุบวก (Cationic softener).....	16
2.8.3 สารทำให้นุ่มที่ไม่มีประจุ (Nonionic softener) .....	18
2.8.4 สารทำให้นุ่มแบบอิมัลชัน (Emulsion softener) .....	18
2.8.5 สารทำให้นุ่มที่ละลายได้ในตัวทำละลาย(Solvent-soluble softener).....	20
2.8.6 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกและลบในโมเลกุลเดียวกัน (Amphoteric surfactants).....	20
2.9 สารหน่วงไฟ (Flame-retardant Finishes).....	20
2.9.1 ทฤษฎีการเผาไหม้ (Theory of combustion) .....	20
2.9.2 กลไกการเผาไหม้และและยุทธวิธีการหน่วงไฟ.....	21
2.9.3 ประเภทของสารหน่วงไฟ .....	22
2.9.3.1 สารหน่วงไฟประเภทไม่คงทน (Nondurable flame retardants).....	22
2.9.3.2 สารหน่วงไฟประเภทคงทน (Durable flame retardants).....	23
2.9.4 สารหน่วงไฟสำหรับเส้นใยเซลลูโลส.....	24
2.10 การประเมินความสามารถการติดไฟของผ้า (Evaluation of Fabric Flammability) .....	24
2.11 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	28
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	29
3.3 วิธีการวิจัย.....	29



บทที่	หน้า
3.4 การทดสอบ.....	31
3.4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์.....	32
3.4.2 การทดสอบสมบัติการหน่วงไฟของผ้า.....	32
3.4.3 การทดสอบความขาวของผ้า.....	34
3.4.4 การทดสอบความแข็งกระด้างของผ้า.....	34
3.4.5 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า.....	36
3.4.6 การทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกอะนาไลซิส (Thermogravimetric Analysis ; TGA).....	37
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	39
4.1 ผลของเวลาที่ใช้ในการเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรต่อโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่เปลี่ยนแปลงไป.....	39
4.2 ผลของการวิเคราะห์โครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่ม.....	41
4.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้และอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟบนผ้าฝ้าย .....	45
4.4 ผลการทดสอบความขาวของผ้า.....	47
4.5 ผลการทดสอบความแข็งกระด้างของผ้า.....	48
4.6 ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า.....	52
4.7 ผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จและตกแต่งสำเร็จด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกอะนาไลซิส (Thermogravimetric Analysis) .....	55
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	62
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	63
รายการอ้างอิง.....	64

บทที่

หน้า

ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก.....	67
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	71
ภาคผนวก ง.....	72
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	76

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	แสดงชื่อทางการค้าและบริษัทผู้ผลิตของสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก.....	28
ตารางที่ 3.2	แสดงชื่อทางการค้าและบริษัทผู้ผลิตของสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ.....	28
ตารางที่ 4.1	ผลของเวลาที่ใช้ในการเตรียมมอริลโลไนต์ดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ต่อ ระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	39
ตารางที่ 4.2	แสดงผลระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างมอริลโลไนต์ที่ไม่ได้ดัดแปร และมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 และ Tego 28.....	41
ตารางที่ 4.3	แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเผาไหม้และบันทึกลักษณะเขม่าและซีถ้าหลังการเผาไหม้.....	46
ตารางที่ 4.4	แสดงค่าน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ ความยาวที่โค้งงอ และค่าความแข็งแรงกระด้างของผ้าฝ้าย.....	49
ตารางที่ 4.5	แสดงค่าความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มทุกชนิดที่ไม่มีและมีการผสมมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณแตกต่างกัน.....	53
ตารางที่ 4.6	แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส.....	57
ตารางที่ 4.7	แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส.....	59
ตารางที่ 4.8	แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol และมอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส.....	60

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1	โครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ 8
รูปที่ 2.2	การยึดติดกันระหว่างชั้นของดินกับประจุบวกที่อยู่ระหว่างชั้นของดิน..... 9
รูปที่ 2.3	ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนประจุบวกระหว่างแคตไอออนที่อยู่ระหว่างชั้นของดิน กับควอเทอร์นารีแอมโมเนียมไอออน..... 9
รูปที่ 2.4	โครงสร้างของ organoclay..... 10
รูปที่ 2.5	การแลกเปลี่ยนประจุระหว่างแคตไอออนที่อยู่ในดินกับแคตไอออนอื่นๆ..... 11
รูปที่ 2.6	กลไกการเผาไหม้และยุทธวิธีการหน่วงไฟ..... 22
รูปที่ 2.7	กลไกการเผาไหม้เซลลูโลส..... 24
รูปที่ 3.1	เครื่อง Atlas 45 ° Automatic Flammability Tester ..... 33
รูปที่ 3.2	Rack ที่ใช้ในการยึดผ้าก่อนนำไปทดสอบ..... 33
รูปที่ 3.3	เครื่อง MacBeth Color-eye 7000..... 34
รูปที่ 3.4	เครื่องทดสอบความแข็งกระด้าง Shirley Stiffness Tester..... 11
รูปที่ 3.5	เครื่องวัดความแข็งแรงต่อการฉีกขาด..... 36
รูปที่ 3.6	เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก..... 37
รูปที่ 4.1	แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ที่ความ เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 1 และ 2 ชั่วโมง..... 40
รูปที่ 4.2	แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ที่ 0.0, 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก..... 42
รูปที่ 4.3	แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Tego 28 ที่ 0.0, 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก..... 42
รูปที่ 4.4	แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ด้วย Incrosoft DHT-75 และ Tego 28 ที่ ความเข้มข้น 1.0 (a), 2.0 (b), และ 3.0 (c) เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ..... 44

รูปที่ 4.5	ผลของความขาวของผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม และตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	47
รูปที่ 4.6	ผลความแข็งกระด้างของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายพุ่งที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	50
รูปที่ 4.7	ผลความแข็งกระด้างของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายยืนที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	50
รูปที่ 4.8	ผลความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายพุ่งที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	54
รูปที่ 4.9	ผลความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายยืนที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร.....	54
รูปที่ 4.10	TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ.....	56
รูปที่ 4.11	TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์.....	57
รูปที่ 4.12	TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์.....	58
รูปที่ 4.13	แสดงผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์.....	60