สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของเวลาที่ใช้ในการเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรต่อโครงสร้างของมอนต์มอริโลไนต์ที่เปลี่ยนแปลงไป

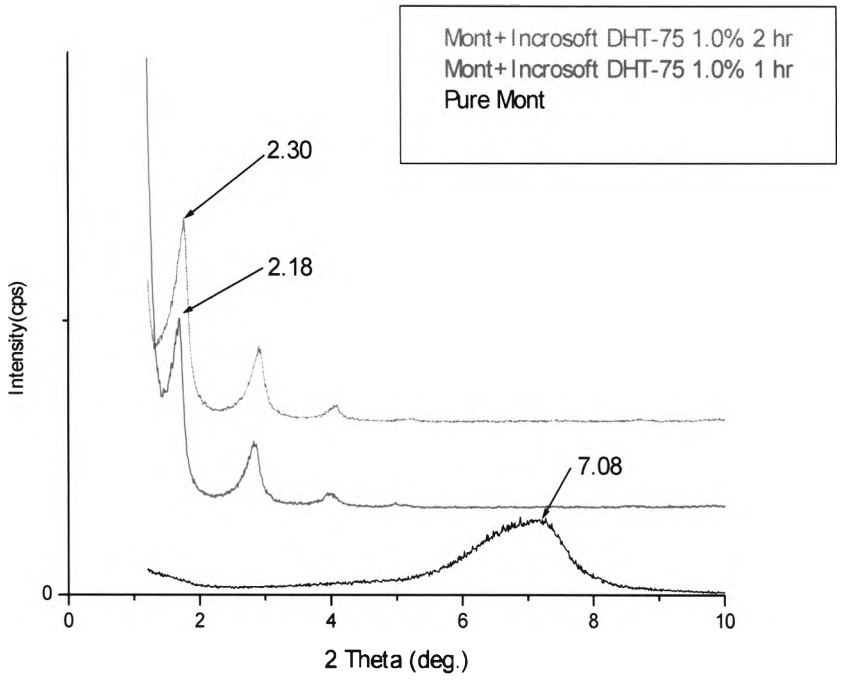
จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรโดยทำการกวนสารละลาย ที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มและมอนต์มอริลโลไนต์ด้วยเครื่อง High Speed Mixing เป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรเปรียบเทียบกับมอนต์มอริโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร โดยใช้เทคนิคของ XRD ซึ่งเทคนิคนี้จะใช้วิเคราะห์หาขนาดหรือระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกต สามารถคำนวณได้จากองศาการเบี่ยงเบนของรังสี X-Ray ซึ่งจะวัดที่มุม 2θ และนำมาคำนวณหาระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรโดยอาศัยสมการของแบรก คือ

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

เพื่อศึกษาว่าเวลาที่ใช้ในกวนจะมีผลกระทบต่อระยะห่างของชั้นอะลูมิเนียมซิลิเกตของมอนต์มอริลโลไนต์มากน้อยอย่างไร ซึ่งในที่นี้ได้เลือกใช้สารทำให้นุ่มของ Incrosoft DHT-75 ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ใช้ในการดัดแปร 1 กรัม ผลของเวลาที่ใช้กวนสารละลายที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มและมอนต์มอริลโลไนต์ต่อระยะห่างของชั้นอะลูมิเนียมซิลิเกตของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ส่วนพีกการเบี่ยงเบนของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ที่เวลา 1 และ 2 ชั่วโมง แสดงไว้ในรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของเวลาที่ใช้ในการเตรียมมอมอริลโลไนต์ดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ต่อระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร

เวลาที่ใช้ในการกวน	basal peak position (2θ)	ค่า d-spacing (A°)
1 ชั่วโมง	2.18	40.49
2 ชั่วโมง	2.30	38.38



รูปที่ 4.1 แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 1 และ 2 ชั่วโมง

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า มอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่ม Incrosoft DHT-75 ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ที่ใช้เวลาในการกวน 1 และ 2 ชั่วโมง ให้พีกการเบี่ยงเบนที่มุม 2θ เท่ากับ 2.18° และ 2.30° ซึ่งสามารถคำนวณหาช่องว่างระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตได้ เท่ากับ 40.49 และ 38.38 อังสตรอม ตามลำดับ จะพบว่าระยะเวลาในการกวนสารทำให้นุ่มกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ 1 ชั่วโมงสามารถทำให้เกิดการแยกชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตได้ดีกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการกวนที่ใช้เวลา 2 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นในการเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์สำหรับศึกษาในขั้นตอนต่อไปจะใช้การกวนสารละลายที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มและมอนต์มอริลโลไนต์จะทำการกวนโดยใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

4.2 ผลของการวิเคราะห์โครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่ม

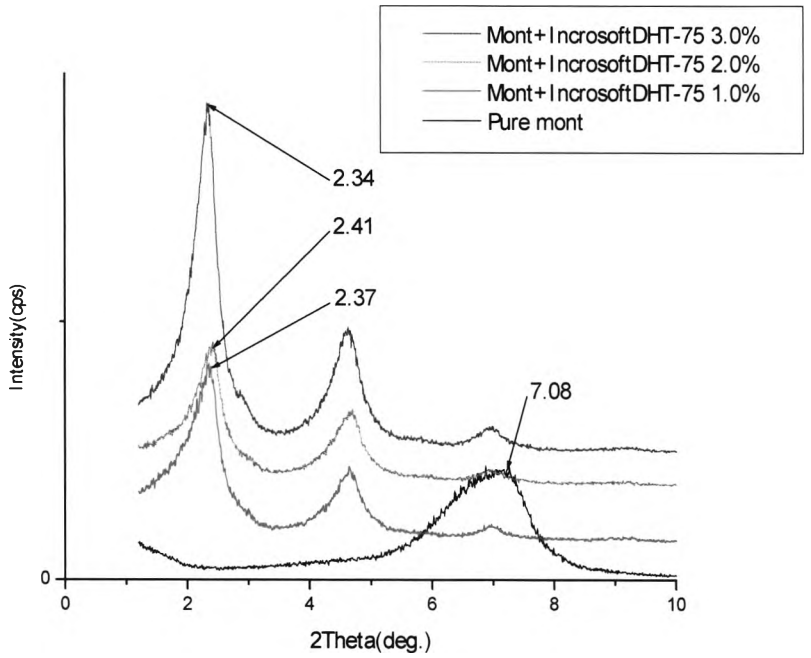
เตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ 1 กรัม มาทำการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก 2 ชนิด คือ Incrosoft DHT-75 และ Tego 28 ที่ความเข้มข้นของสารทำให้นุ่ม 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เวลาที่ใช้ในการเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรใช้เวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรเปรียบเทียบกับมอนต์มอริโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร โดยใช้เทคนิคของ XRD ซึ่งเทคนิคนี้จะใช้วิเคราะห์หาขนาดหรือระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกต ซึ่งสามารถคำนวณได้จากองศาการเบี่ยงเบนของรังสี X-Ray ซึ่งจะวัดที่มุม 2θ และนำมาคำนวณหาระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรโดยอาศัยสมการของแบรก คือ

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

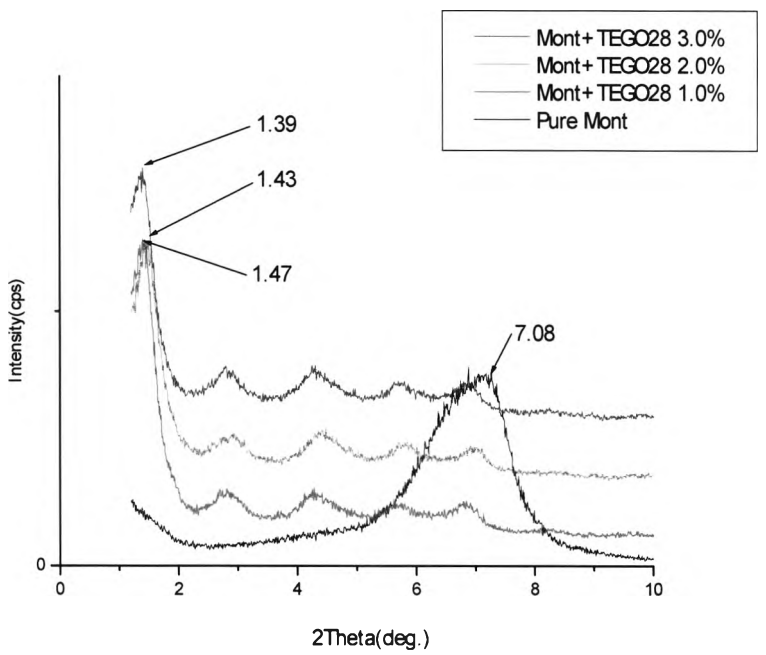
จากรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 แสดงพีกการเบี่ยงเบนของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปรและของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 และ Tego 28 ที่ความเข้มข้น 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลของชนิดและปริมาณความเข้มข้นของสารทำให้นุ่มที่มีผลต่อระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างของมอนต์มอ-ริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ได้สรุปเอาไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลระยะระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในโครงสร้างมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ได้ดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 และ Tego 28

ปริมาณความเข้มข้น ของสารทำให้นุ่ม	Incrosoft DHT-75 (I)		Tego 28 (T)	
	basal peak position (2θ)	ค่า d-spacing (A°)	basal peak position (2θ)	ค่า d-spacing (A°)
0	7.08	12.49	7.08	12.49
1	2.37	37.25	1.47	60.05
2	2.41	36.63	1.43	61.73
3	2.34	37.72	1.39	63.50

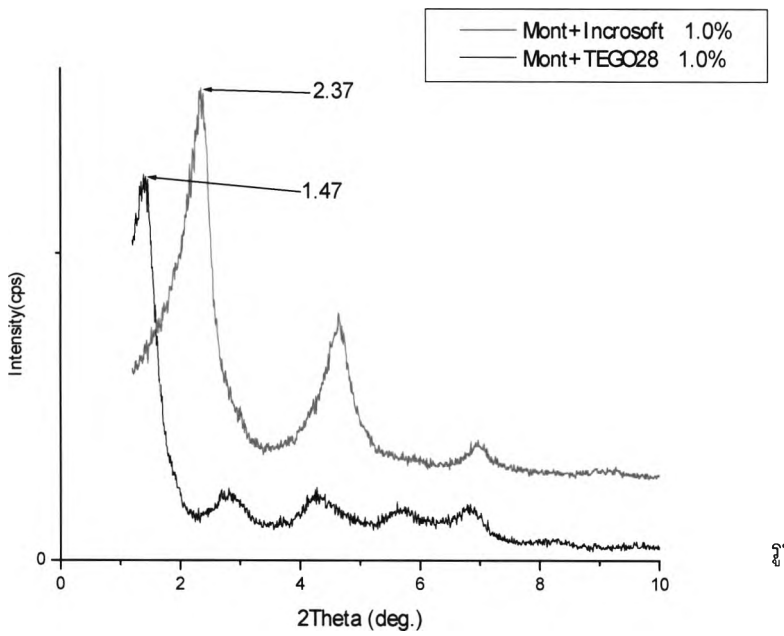


รูปที่ 4.2 แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 ที่ 0.0, 1.0, 2.0, และ 3.0เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

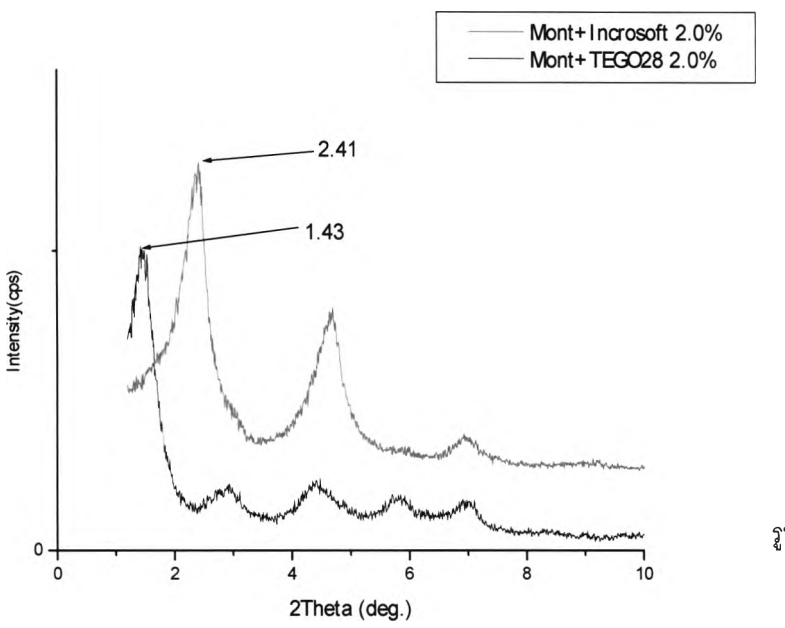


รูปที่ 4.3 แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ไม่ผ่านการดัดแปร และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Tego 28 ที่ 0.0, 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

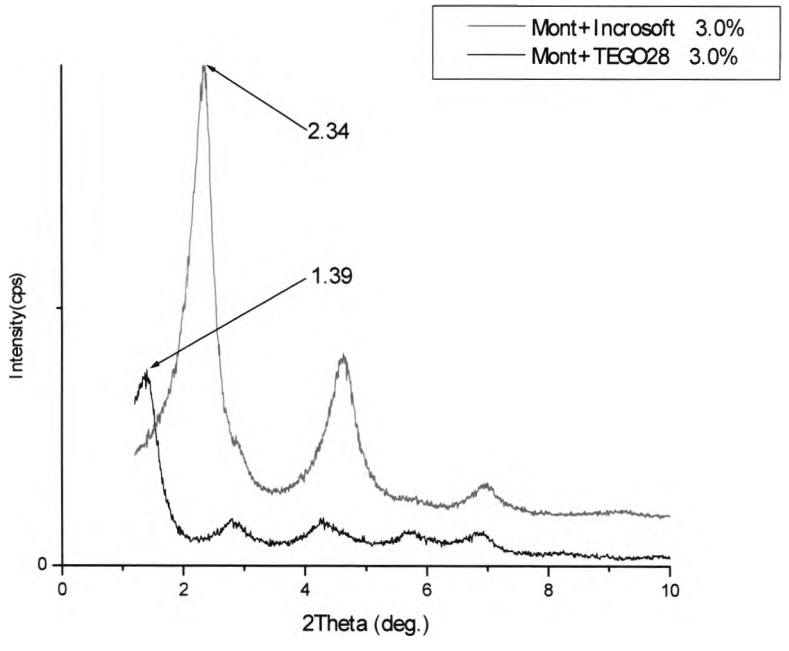
จากผลการดัดแปรมอนต์มอริลโลไนต์ด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก พบว่า ชั้นอะลูมิเนียมซิลิเกตในมอนต์มอริลโลไนต์ สามารถถูกแยกด้วยโมเลกุลของสารทำให้นุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของสารทำให้นุ่มทั้งสอง จะให้ระยะห่างของชั้นอะลูมิเนียมซิลิเกตมากที่สุด และสารทำให้นุ่มที่สามารถแยกระยะห่างระหว่างชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตในมอนต์มอริลโลไนต์ได้มากที่สุด คือ Tego 28 ที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ การเปรียบเทียบพีกของการเบี่ยงเบนของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่ม 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1.0, 2 .0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สามารถแสดงได้ในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 a



รูปที่ 4.4 b



รูปที่ 4.4 c

รูปที่ 4.4 แพทเทิร์นพีคการเบี่ยงเบนรังสีเอกซ์ของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 และ Tego 28 ที่ ความเข้มข้น 1.0 (a), 2.0 (b), และ 3.0 (c) เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

จากผลที่ได้ในรูปที่ 4.4 พบว่ามอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Tego 28 ที่ความเข้มข้น 1.0, 2.0, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแสดงพีกการเบี่ยงเบนมุม 2θ ที่ทำให้เกิดการแยกชั้นของอะลูมิเนียมซิลิเกตได้มากกว่าของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วย Incrosoft DHT-75 แสดงว่า Tego 28 ทำให้เกิดการแยกตัวของชั้นดินได้มากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโครงสร้างของ Tego 28 ซึ่งมีสายโซ่ของคาร์บอนที่ยาวกว่า ทำให้โมเลกุลมีขนาดใหญ่กว่า จึงอาจมีผลทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกชั้นของดินสามารถแยกออกได้มากกว่า

มอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28ที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เตรียมโดยใช้เวลาที่ 1 ชั่วโมงในการกวน เตรียมได้เป็นออร์กาโนเคลย์ที่มีอนุภาคขนาดเล็กระดับนาโนเมตรแล้ว จากนั้นเตรียมสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม โดยการนำมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรมาผสมกับสารทำให้นุ่ม ซึ่งสารทำให้นุ่มที่ใช้ในการศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย สารทำให้นุ่มชนิดประจุบวกที่มีชื่อทางการค้า Tego 28 เป็นสารประเภท Esterquat และสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ 2 ชนิดที่มีชื่อทางการค้า Lustrex และ Silastol เป็นสารประเภท Silicone elastomer แล้วนำสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มที่

เตรียมแล้วมาตกแต่งบนผ้าด้วยวิธีจุ่มอัดอบแห้ง ในการเตรียมสารตกแต่งสำเร็จเพื่อทำให้นุ่ม นำออร์กาโนเคลย์มาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันกับสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มที่ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ โดยอาศัยเครื่อง high speed mixing ซึ่งทำให้ออร์การ์โนเคลย์สามารถกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอ

จากนั้นเตรียมสูตรของสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มที่ประกอบด้วย สารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 ผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทำการเตรียมสูตรของสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยวิธีเดียวกัน หลังจากนั้นนำผ้ามาตกแต่งสำเร็จด้วยสูตรของสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มที่เตรียมขึ้น และทำการตกแต่งผ้าด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวกและสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุที่ไม่มีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยเช่นกัน

นำผ้าที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28และสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุมาทดสอบสมบัติการหน่วงไฟของผ้า สมบัติความขาวของผ้า ความแข็งกระด้างของผ้า ค่าแรงที่ใช้สูงสุดที่ทำให้เกิดการฉีกขาด และสมบัติทางความร้อน ซึ่งผลการทดสอบที่ได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

4.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้และอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟบนผ้าฝ้าย

ผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28และสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุ และที่มีและไม่มีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ถูกนำมาศึกษาพฤติกรรมในการเผาไหม้และอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟในแนว 45 องศา อัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟสามารถคำนวณได้โดยการใช้สูตรการคำนวณ ที่แสดงไว้ข้างล่าง

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟ (เซนติเมตร/วินาที)} = \frac{\text{ระยะทางการเคลื่อนที่ของเปลวไฟ}}{\text{เวลาที่เปลวไฟใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

ระยะเวลาการเคลื่อนที่ของเปลวไฟเป็นระยะที่คงที่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.7 เซนติเมตร และผลของพฤติกรรมการเผาไหม้ และผลของอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟสรุปไว้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเผาไหม้และบันทึกลักษณะเขม่าและขี้เถ้าหลังการเผาไหม้

ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ใส่ในสูตรตกแต่งสำเร็จ (%)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเผาไหม้ (s)	อัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟ (cm/s)	เขม่าและขี้เถ้า
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0.0	20.48	0.61	ลักษณะเขม่าเป็นผงสีดำ
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28	0.0	19.60	0.62	เขม่าที่เผามีลักษณะเป็นแผ่นสีดำ
	1.0	18.98	0.66	
	3.0	20.53	0.61	
	5.0	22.98	0.54	
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex	0.0	20.05	0.62	เขม่าที่เผามีลักษณะเป็นแผ่นสีดำ
	1.0	19.05	0.65	
	3.0	17.97	0.70	
	5.0	19.49	0.64	
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol	0.0	14.53	0.86	ลักษณะเขม่าเป็นแผ่นผ้าสีเทา ไม่เผาไหม้หมดเหลือเป็นลักษณะของเส้นด้ายที่สานกัน
	1.0	14.71	0.85	
	3.0	13.88	0.89	
	5.0	14.52	0.86	

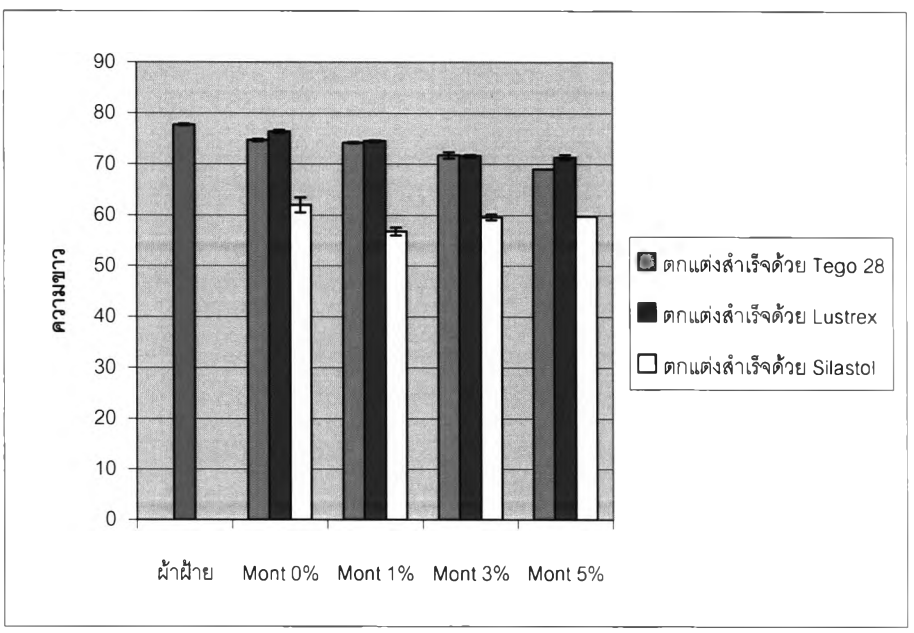
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 พบว่า ผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟ 0.61 เซนติเมตรต่อวินาที และเมื่อนำมาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และ Silastol ที่ยังไม่ได้เติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร พบว่า มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟเพิ่มขึ้น เป็น 0.62, 0.62 และ 0.86 เซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า สารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol ให้อัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟมากที่สุด สารทำให้นุ่มประเภทนี้ทำให้การเผาไหม้ของผ้าฝ้ายเร็วขึ้นกว่าปกติ และเมื่อเติมมอนต์มอริลโลไนต์ลงไปที่ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของมอนต์มอริลโลไนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟลดลงเป็น 0.66, 0.61 และ 0.54 เซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่าการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ 5 เปอร์เซ็นต์ ในสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 มีผลในการหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้ายเล็กน้อย ส่วนในการเติมมอนต์มอริลโล

ไนต์ลงไปที่ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และ Silastol ที่เติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ไม่แสดงสมบัติการหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้าย

จากผลการทดลองดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าในการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ ไม่ได้ช่วยทำให้ผ้ามีสมบัติในการหน่วงไฟให้ดีขึ้น แต่ในการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 สามารถช่วยในการหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้ายได้เพียงเล็กน้อย

4.4 ผลของการทดสอบความขาวของผ้า

ผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 และสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุ ที่ไม่มีและมีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ถูกนำมาวัดค่าความขาวของผ้าด้วยเครื่อง MacBeth Color-eye 7000 ผลของความขาวที่วัดได้ แสดงไว้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผลของความขาวของผ้าที่ไม่ได้ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม และตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.5 พบว่า ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Lustrex ที่มีการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ 0.0, 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ วัดค่าความขาวของผ้าได้ลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะไม่เห็นความแตกต่างของความขาวของผ้า ส่วนผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม

ชนิดไม่มีประจุชนิด Silastol ที่มีการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ 0.0, 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ค่าความขาวที่วัดได้ลดลงมากและสังเกตเห็นความแตกต่างความขาวของผ้าได้อย่างชัดเจนเมื่อมองด้วยตาเปล่า แสดงว่า สารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุของ Silastol อาจไม่ทนต่อความร้อน ซึ่งสมบัติความไม่ทนต่อความร้อนของสารทำให้นุ่มชนิดนี้อาจมีผลทำให้อัตราเร็วเฉลี่ยของการลุกลามของเปลวไฟเร็วขึ้นกว่าสารทำให้นุ่มชนิดอื่นที่ได้ทำการศึกษา

4.5 การทดสอบความแข็งกระด้างของผ้า

ผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28และสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุ ที่ไม่มีและมีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ถูกนำมาทดสอบหาค่าความแข็งกระด้างของผ้า โดยค่าความแข็งกระด้างของผ้าสามารถคำนวณได้ตามสมการที่แสดงไว้ข้างล่าง ดังนี้

$$G = W * c^3$$

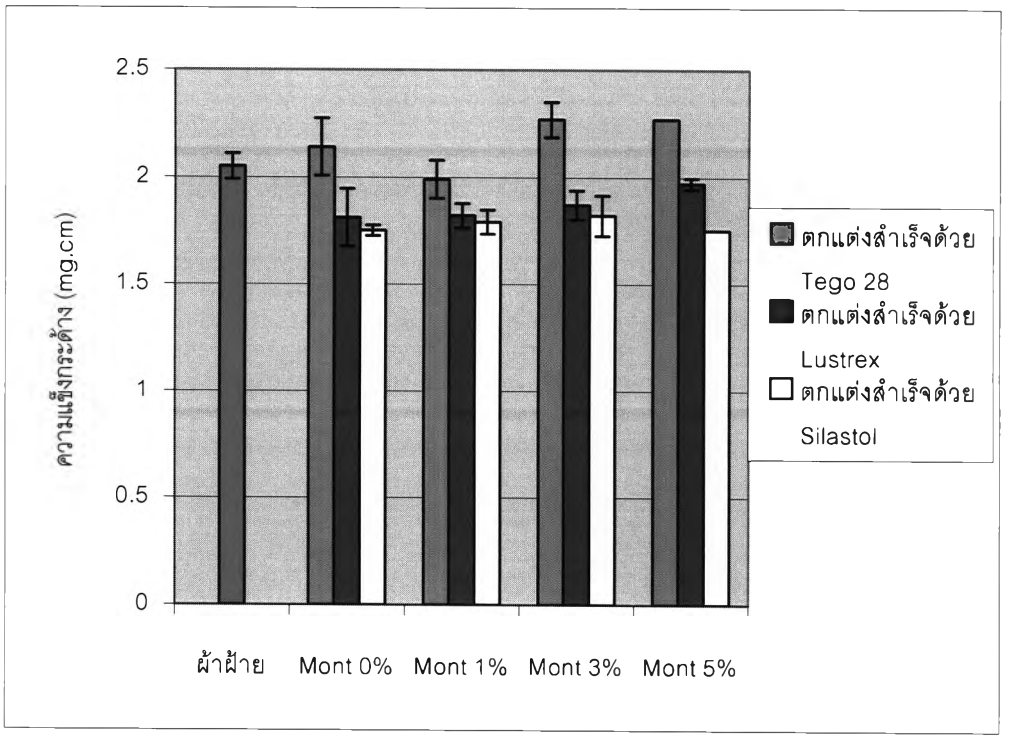
เมื่อ G คือ Flexural rigidity หรือ ความแข็งกระด้างของผ้า, มิลลิกรัม.เซนติเมตร

W คือ น้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ของผ้า, มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

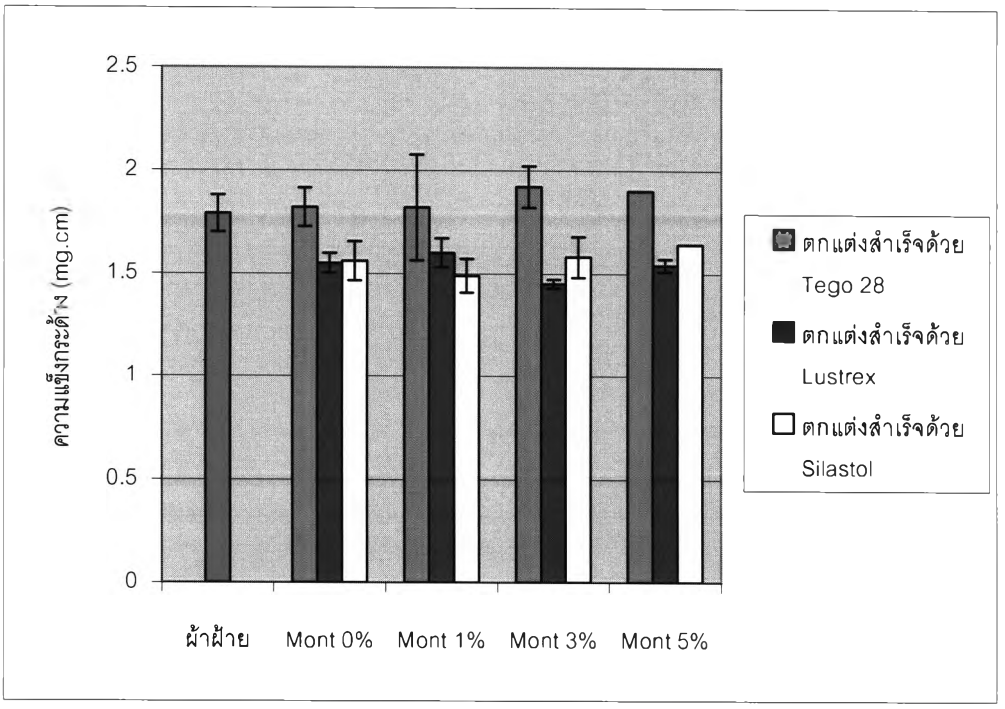
c คือ ค่าความยาวของผ้าที่โค้งงอ (bendind length), เซนติเมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ ความยาวที่โค้งงอ และค่าความแข็งกระด้างของผ้าฝ้าย

ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร (%)	น้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ของผ้า (มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ค่าความยาวฉลี่ยของผ้าที่โค้งงอ (เซนติเมตร)		ความแข็งกระด้างของผ้า (มิลลิกรัม. เซนติเมตร)	
			แนวด้ายพุ่ง	แนวด้ายยืน	แนวด้ายพุ่ง	แนวด้ายยืน
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0.0	0.0136	1.79	2.05	0.07	0.11
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารมำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28	0.0	0.0143	1.82	2.14	0.08	0.14
	1.0	0.0147	1.82	1.99	0.08	0.11
	3.0	0.0146	1.92	2.27	0.10	0.17
	5.0	0.0150	1.90	2.27	0.10	0.17
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex	0.0	0.0145	1.55	1.81	0.05	0.07
	1.0	0.0140	1.60	1.82	0.05	0.07
	3.0	0.0142	1.45	1.87	0.04	0.08
	5.0	0.0142	1.54	1.97	0.05	0.07
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol	0.0	0.0136	1.56	1.75	0.05	0.08
	1.0	0.0139	1.49	1.79	0.04	0.08
	3.0	0.0139	1.58	1.82	0.05	0.09
	5.0	0.0144	1.64	1.75	0.06	0.10



รูปที่ 4.6 ผลความแข็งกระด้างของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายพุ่งที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร



รูปที่ 4.7 ผลความแข็งกระด้างของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายยืนที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร

จากผลการทดลองความแข็งกระด้างในแนวด้ายพุ่งในรูปที่ 4.6 สรุปได้ว่า ผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 8.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่มีมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร มีค่าความกระด้าง 0.08 ซึ่งมากกว่าความกระด้างของผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่มีค่าความกระด้าง 0.07 แสดงว่า สารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 เพิ่มความกระด้างให้ผ้าได้ในระดับหนึ่ง แต่เมื่อนำผ้าฝ้ายมาตกแต่งสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 ผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าความกระด้างเพิ่มมากขึ้น แสดงว่ามอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรช่วยเพิ่มหรือสนับสนุนความแข็งกระด้างของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยเช่นกัน

ส่วนผ้าฝ้ายที่นำมาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุที่ไม่มีมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร มีผลทำให้ผ้ามีความกระด้างน้อยกว่าของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ แสดงว่า สารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุมีผลทำให้ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จมีความนุ่มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อนำผ้าฝ้ายมาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Silastol ชนิดไม่มีประจุผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความแข็งกระด้างของผ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนผ้าฝ้ายที่มาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Lustrex ชนิดไม่มีประจุผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ความกระด้างเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร 1.0 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรเป็น 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ กลับมีแนวโน้มทำให้ความกระด้างของผ้าลดลง

จากผลการทดลองความแข็งกระด้างในแนวด้ายยืนในรูปที่ 4.7 สรุปได้ว่า ผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28ที่ไม่มีมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร มีค่าความกระด้างมากกว่าความกระด้างของผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ แสดงว่า สารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 เพิ่มความกระด้างให้ผ้าได้ในระดับหนึ่ง แต่เมื่อนำผ้าฝ้ายมาตกแต่งสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28ผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความกระด้างของผ้าลดลง และเมื่อนำผ้าฝ้ายมาตกแต่งสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28ผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าความกระด้างมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แสดงว่า มอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรช่วยเพิ่มหรือสนับสนุนความแข็งกระด้างของผ้าที่ตกแต่งสำเร็จที่ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์

ส่วนผ้าฝ้ายที่มาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุที่ไม่มีมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรมีผลทำให้ผ้านุ่มหรือมีความกระด้างน้อยกว่าของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ แสดงว่า สารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุทำให้ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จมีความนุ่ม

เพิ่มขึ้น แต่เมื่อนำผ้าฝ้ายมาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Silastol ชนิดไม่มีประจุผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5. 0 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความแข็งกระด้างของผ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนผ้าฝ้ายที่มาตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Lustrex ชนิดไม่มีประจุผสมกับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ความกระด้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร 1.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความกระด้างของผ้าลดลงเล็กน้อย

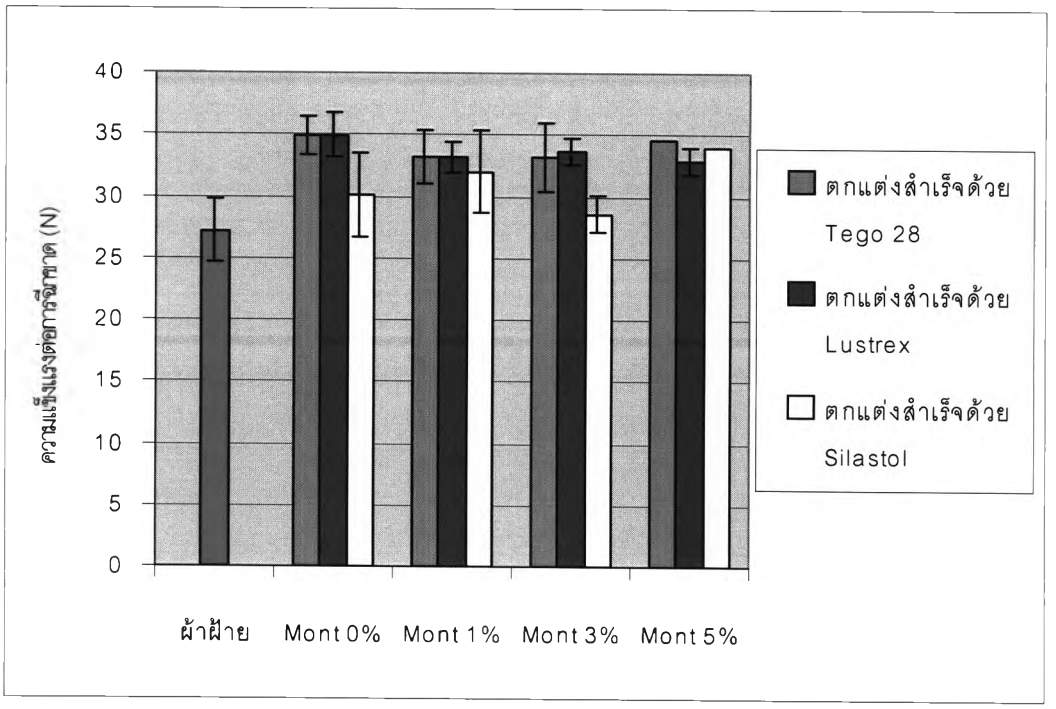
จากผลการทดสอบหาค่าความแข็งกระด้างของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวกและไม่มีประจุ ที่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถสรุปได้ว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวกทำให้ค่าความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ และสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุทั้งสองชนิด เมื่อนำมาตกแต่งลงบนผ้าทำให้มีความนุ่มของผ้ามากกว่าผ้าที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ และเมื่อเติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรลงไปที่ปริมาณเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่าความกระด้างเพิ่มขึ้น เมื่อเติมมอนต์มอริลโลไนต์ลงในสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Silastol มีแนวโน้มทำให้ค่าความกระด้างของผ้าเพิ่มขึ้น แต่สำหรับผ้าที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex เมื่อปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรเพิ่มขึ้นไม่มีผลกระทบต่อความกระด้างของผ้า

4.6 ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า

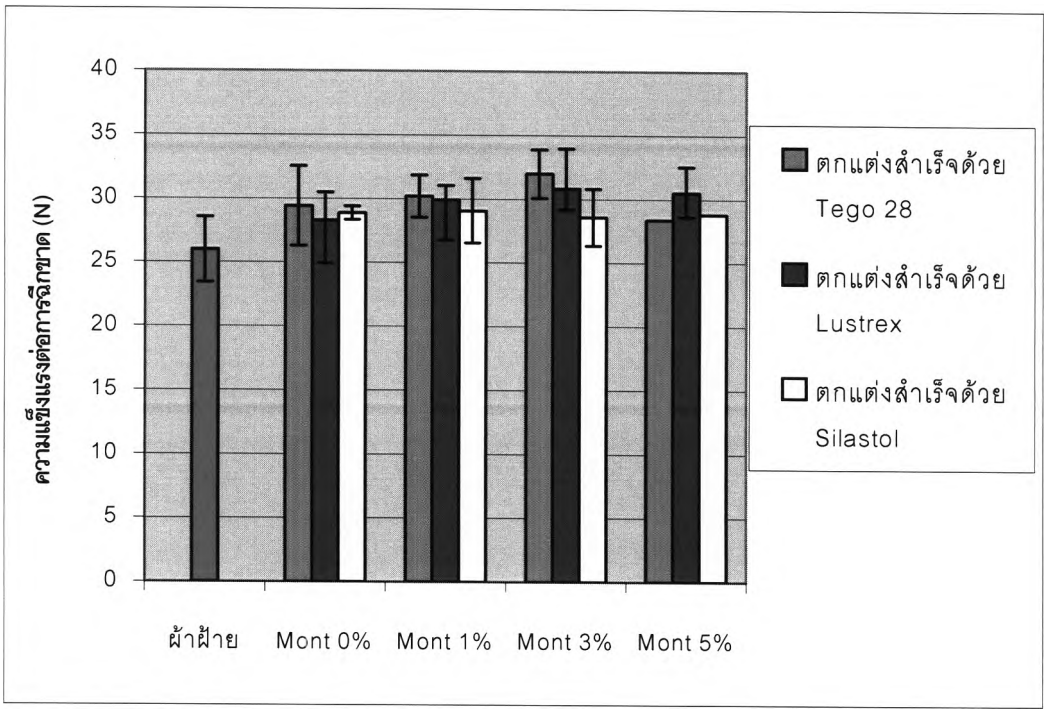
ผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 และสารทำให้นุ่ม Lustrex และ Silastol ชนิดไม่มีประจุ ที่ไม่มีและมีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณแตกต่างกัน นำมาทดสอบเพื่อวัดค่าความแข็งแรงต่อการฉีกขาดที่เปลี่ยนแปลงไปของผ้า ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตาราง ที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มทุกชนิดที่ไม่มีและมีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ปริมาณแตกต่างกัน

ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	ปริมาณมอนต์มอ-ริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ใส่ในสูตรตกแต่งสำเร็จ (%)	ความแข็งแรงต่อการฉีกขาด	
		แนวด้ายยืน(N)	แนวด้ายพุ่ง (N)
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0.0	25.99	27.17
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28	0.0	29.40	34.87
	1.0	30.20	33.22
	3.0	31.96	33.19
	5.0	28.38	34.52
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex	0.0	28.27	33.09
	1.0	29.91	33.25
	3.0	30.82	33.62
	5.0	30.51	32.85
ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol	0.0	28.87	31.35
	1.0	29.07	31.99
	3.0	28.57	28.56
	5.0	28.80	34.03



รูปที่ 4.8 ผลความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายพุ่งที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร



รูปที่ 4.9 ผลความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าฝ้ายในแนวเส้นด้ายยืนที่ตกแต่งด้วยสารทำให้นุ่มที่ผสมและไม่ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร

จากผลการทดลองความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 หรือ ไม่มีประจุ Lustrex และ Silastol มีความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ

จากผลการทดลองความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าในแนวเส้นด้ายพุ่ง พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 จะมีความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ 1.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดจะลดลง เมื่อมีปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Lustrex ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าที่วัดได้จะเพิ่มขึ้น ส่วนผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Silastol เมื่อผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ปริมาณเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้ามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อค่าความแข็งแรงของผ้าที่ตกแต่งตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 และ ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Lustrex ชนิดไม่มีประจุ แต่ไม่ให้ผลที่ชัดเจนกับผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Silastol ชนิดไม่มีประจุ

จากผลการทดลองในแนวด้ายยืนเมื่อเติมมอนต์มอริลโลไนต์ พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้ามีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร และผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Lustrex เมื่อมีการผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าใกล้เคียงกับของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Lustrex อย่างเดียว ส่วนความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Silastol ที่มีมอนต์มอริลโลไนต์ 3.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแข็งแรงต่อการฉีกขาดลดลง แต่เมื่อปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลความแข็งแรงต่อการฉีกขาดดีขึ้นบ้างเล็กน้อย

4.7 ผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จและตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส (Thermogravimetric Analysis ; TGA)

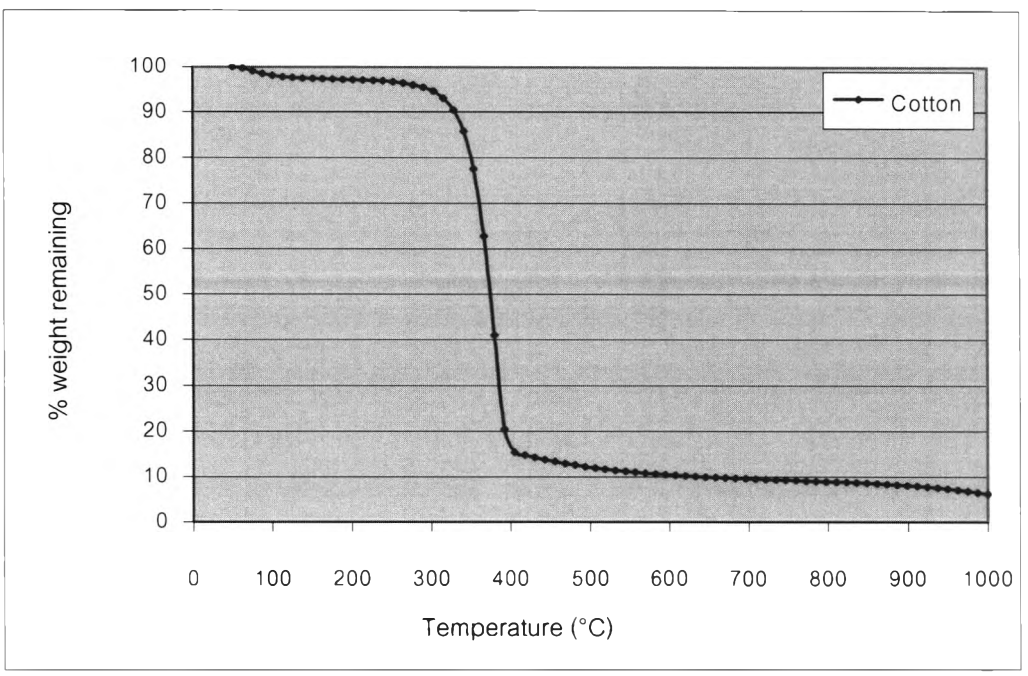
ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จและยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 และสารทำให้นุ่ม Silastol และ Lustrex ชนิดไม่มีประจุ ถูกนำมาวิเคราะห์สมบัติทางความ

ร้อนด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส เพื่อศึกษาถึงเสถียรภาพทางความร้อน (thermal stability) โดยทำการทดสอบภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่มีผลต่อเสถียรภาพทางความร้อนของผ้าฝ้าย โดยเลือกตัวอย่างทดสอบที่มีปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์มาทำการศึกษาเท่านั้น

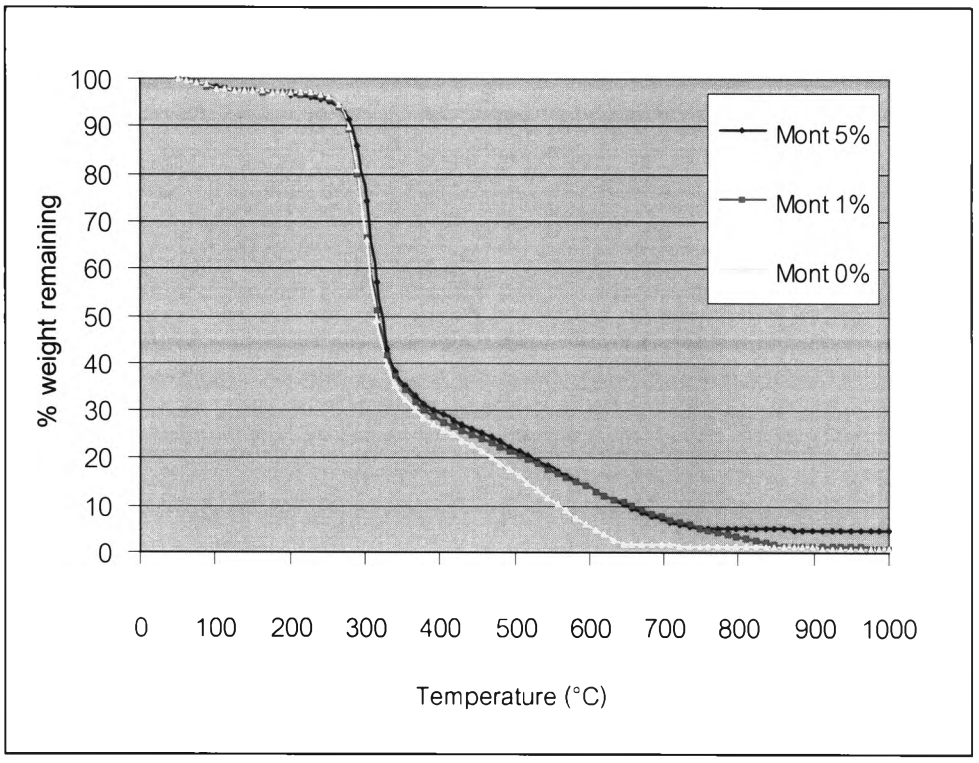
4.7.1 ผลของสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม ชนิดประจุบวก Tego 28 ด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส

สมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่งสำเร็จ ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.10 และผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ดังรูปที่ 4.11

โดยตารางที่ 4.6 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.10 TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จ



รูปที่ 4.11 TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

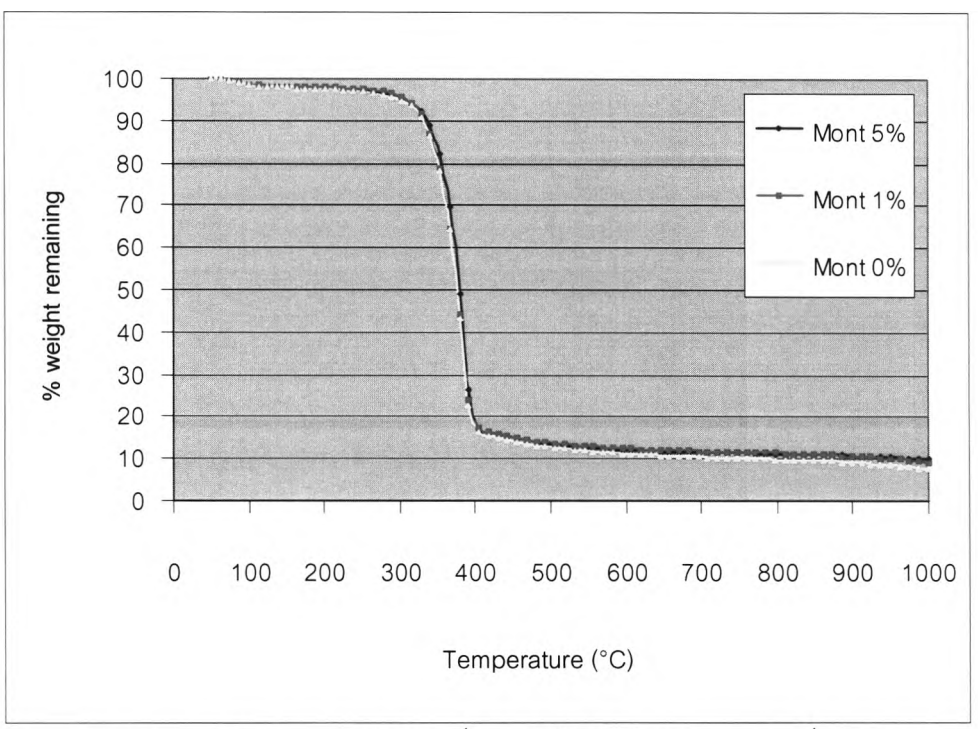
ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	**ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ใส่ในสูตรตกแต่งสำเร็จ (เปอร์เซ็นต์)**	**น้ำหนักที่เหลืออยู่ (เปอร์เซ็นต์)**
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0	15.18
ผ้าที่ตกแต่งด้วย Tego 28	0	25.86
	1	27.64
	5	29.25

จาก TGA เทอร์โมแกรม ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11 ได้ผลสรุปไว้ในตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เริ่มสังเกตเห็นความแตกต่างที่แสดงให้เห็นในรูป พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่ม Tego 28 และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรปริมาณ 5.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละหลังทำการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรมีผลทำให้ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 มีเสถียรภาพทางความร้อนที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการที่มีหมู่ซิลิเกตในแร่อนินทรีย์มอนต์มอริลโลไนต์

4.7.2 ผลของสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จและผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex ด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส

สมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ดังรูปที่ 4.12

โดยตารางที่ 4.7 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.12 TGA เทอร์โมแกรมของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.7 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

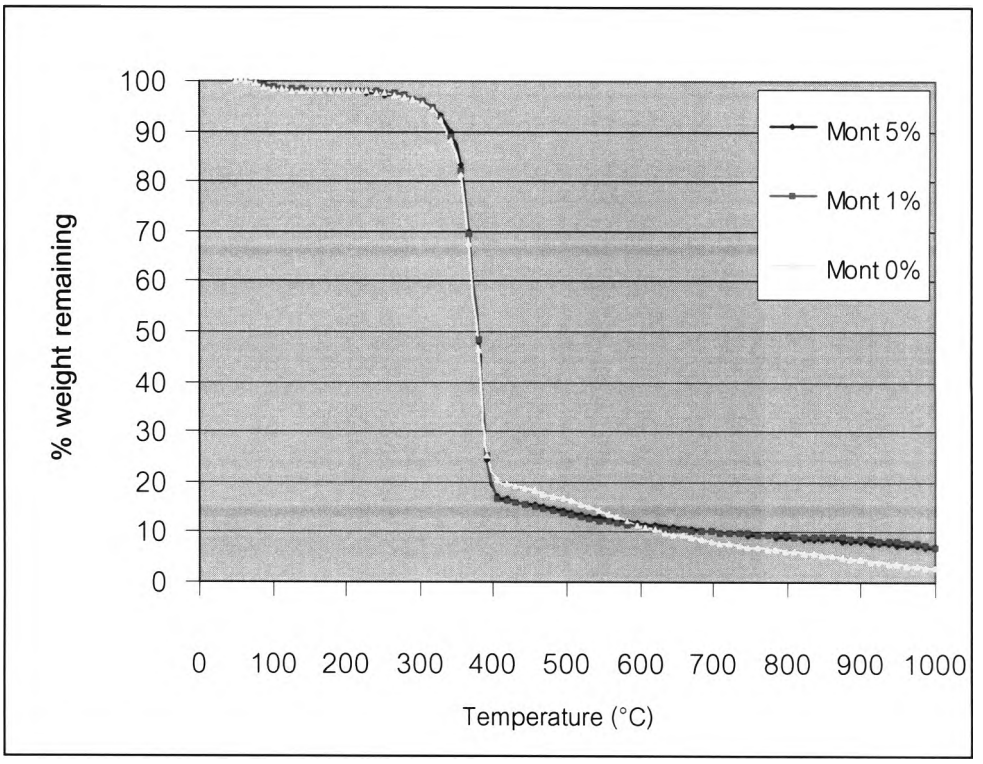
ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ใส่ในสูตรตกแต่งสำเร็จ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักที่เหลืออยู่ (เปอร์เซ็นต์)
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0	15.18
ผ้าที่ตกแต่งด้วย Lustrex	0	16.16
	1	16.86
	5	17.05

จาก TGA เทอร์โมแกรม ดังรูปที่ 4.10 และ 4.12 ได้ผลสรุปไว้ในตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex ที่มีและไม่มีการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร น้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละหลังการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ผสมในสูตรสารตกแต่งสำเร็จจะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่เติมลงในสูตรสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex มีผลกับเสถียรภาพทางความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.7.3 ผลของสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol ด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส

สมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุชนิด Silastol ที่มีปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ดังรูปที่ 4.13

โดยตารางที่ 4.8 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่ม Silastol ชนิดไม่มีประจุ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 แสดงน้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol และมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในปริมาณ 0.0, 1.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

ชิ้นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	**ปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ใส่ในสูตรตกแต่งสำเร็จ (เปอร์เซ็นต์)**	**น้ำหนักที่เหลืออยู่ (เปอร์เซ็นต์)**
ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง	0	15.18
ผ้าที่ตกแต่งด้วย Silastol	0	16.46
	1	17.27
	5	17.32

จาก TGA เทอร์โมแกรม ดังรูปที่ 4.10 และ 4.13 ได้ผลสรุปไว้ในตารางที่ 4.8 พบว่า เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จด้วยสารตกแต่งที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol ที่มีและไม่มีการเ ติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปร น้ำหนักที่เหลืออยู่เป็นร้อยละหลังการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าปริมาณมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่ผสมในสูตรสารตกแต่งสำเร็จจะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรที่เติมลงในสูตรสารตกแต่งสำเร็จด้วยสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Silastol มีผลกับเสถียรภาพทางความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จที่ประกอบด้วยสารทำให้นุ่มชนิดประจุบวก Tego 28 หรือสารทำให้นุ่มชนิดไม่มีประจุ Lustrex และ Silastol ผสมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ผ่านการดัดแปรในสารตกแต่งสำเร็จทำให้นุ่ม ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งสำเร็จช่วยทำให้ผ้าเสถียรภาพทางความร้อนสูงกว่าผ้าที่ยังไม่ได้ตกแต่งสำเร็จเมื่อศึกษาด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส