

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมแผ่นฟิล์มในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากผลผลิตมีการเติบโตทุกปี นอกจากนี้ความต้องการแผ่นฟิล์มของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ในตลาดโลกก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน จากกำลังการผลิตแผ่นฟิล์มชนิดต่างๆ รวม 74,275 ตัน/ปี [1] ซึ่งมีสายการผลิตแผ่นฟิล์มพอลิพรอพิลีนที่มีการจัดเรียงตัวของโมเลกุล 2 ทิศทาง (Biaxially Oriented Polypropylene : BOPP) ประมาณ 36,500 ตัน/ปี สายการผลิตแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์ (Polyester : PET) ประมาณ 28,500 ตัน/ปี และสายการผลิตแผ่นฟิล์มเคลือบโลหะ (Metalized film) ประมาณ 9,275 ตัน/ปี ดังแสดงในรูปที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าสายการผลิตแผ่นฟิล์ม BOPP มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนถึงสำเร็จรูปโดยผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นซองบรรจุอาหาร ขนมอบเคี้ยว ซองบรรจุสิ่งของต่างๆ เช่น เสื้อผ้า แชมพู กระดาษห่อของขวัญ วัสดุเคลือบผิวไม้และเฟอร์นิเจอร์ และฉนวนกันความร้อน เป็นต้น ทั้งนี้การที่แผ่นฟิล์ม BOPP มีความต้องการในตลาดสูง เนื่องจากเป็นฟิล์มที่มีสมบัติหลากหลายกล่าวคือมีความแข็งแรงใน 2 ทิศทางจึงมีความต้านทานต่อแรงดึงและมอดูลัสสูง ทนต่อการฉีกขาด มีความใส และสามารถสกัดกั้นการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี ในภาวะอุตสาหกรรมแผ่นฟิล์มเติบโตอย่างต่อเนื่องได้ทำการขยายสายการผลิตแผ่นฟิล์ม BOPP เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดเรื่อยมา แต่อย่างไรก็ดีการผลิตแผ่นฟิล์ม BOPP มีข้อจำกัดในด้านต้นทุนการผลิต กล่าวคือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มชนิดนี้มีราคาสูงมาก ส่งผลให้แผ่นฟิล์ม BOPP มีราคาสูงตามไปด้วย



รูปที่ 1.1 กำลังการผลิตแผ่นฟิล์มชนิดต่างๆ [1]

นอกจากนี้ฟิล์มพอลิพรอพิลีน (Polypropylene : PP) ก็มีการใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ เช่นเดียวกันเนื่องจากมีความแข็งแรงและทนต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง มีความใสและสามารถขึ้นรูปขึ้นงานได้หลากหลายวิธี ประกอบกับเครื่องจักรที่ใช้ในการขึ้นรูปมีการใช้งานอย่างแพร่หลายและราคาถูก แต่อย่างไรก็ดีฟิล์ม PP ยังคงมีสมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซและสมบัติเชิงกลด้อยกว่าฟิล์ม BOPP

ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมาวงการวิชาการและอุตสาหกรรมนานาประเทศ รวมทั้งประเทศไทยต่างให้ความสนใจเกี่ยวกับนวัตกรรมวัสดุประเภทนาโนคอมโพสิต (Nanocomposites) เนื่องจากสามารถปรับปรุงสมบัติบางประการให้มีสมบัติเด่นกว่าวัสดุพลาสติกเสริมแรงทั่วไป เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซและความเสถียรทางความร้อน โดยใช้ส่วนเสริมแรงที่มีขนาดเล็กในช่วงนาโนเมตร (10^{-9} เมตร) จากการคำนวณตามทฤษฎี Tortuosity [30] พบว่าการเติมออร์กาโนเคลย์ (Organoclay) ปริมาณ 9 % โดยน้ำหนัก โดยที่อนุภาคซิลิเกตมีค่าสัดส่วนระหว่างความยาวต่อความหนา (Aspect ratio) เท่ากับ 100 หรือการเติมออร์กาโนเคลย์ ปริมาณ 3 % โดยน้ำหนัก ลงในฟิล์ม PP/m-MMT และอนุภาคซิลิเกตมีค่า Aspect ratio เท่ากับ 250 จะสามารถลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในฟิล์มนาโนคอมโพสิตได้ใกล้เคียงกับฟิล์ม BOPP ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเตรียมขึ้นงานในรูปฟิล์มนาโนคอมโพสิต เพื่อลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนลง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาฟิล์มพอลิพรอพิลีนนาโนคอมโพสิต (Polypropylene nanocomposites : PP/m-MMT) โดยศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT เช่น ชนิดออร์กาโนเคลย์ ชนิดสารช่วยผสม ปริมาณออร์กาโนเคลย์ที่เหมาะสมและอัตราส่วนการดึง (Draw ratio) เพื่อปรับปรุงสมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและสมบัติเชิงกลให้ใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์ม BOPP เนื่องจากการขึ้นรูปฟิล์ม PP/m-MMT สามารถใช้เครื่องจักรชนิดเดียวกับการขึ้นรูปฟิล์ม PP ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและราคาถูก จึงสามารถขยายฐานการผลิตได้อย่างรวดเร็วและสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้



(a)



(b)

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างการใช้งานของฟิล์ม BOPP (a) บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนกึ่งสำเร็จรูปและ (b) วัสดุยึดติด [40,43]

นอกจากนี้การเพิ่มความสามารถในการเข้ากันได้ระหว่างวัฏภาคของพอลิพรอพิลีนเมตริกซ์และพื้นผิวของอนุภาคเคลย์เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผสม เนื่องจากสมบัติทางเคมีของเคลย์มีความเป็นขั้วจึงไม่สามารถผสมเข้ากับพอลิพรอพิลีนที่ไม่มีความเป็นขั้วได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเติมสารช่วยผสมชนิดพอลิพรอพิลีนกราฟต์มาเลอิกแอนไฮไดรด์ (Polypropylene grafted Maleic Anhydride : PP-g-MA) หรือพอลิพรอพิลีนกราฟต์อะคริลิกแอซิก (Polypropylene grafted Acrylic Acid : PP-g-AA) และเติมออร์กาโนเคลย์เกรดการค้าประเภทอะลูมิเนียม-ซิลิเกต ที่มีโครงสร้างเป็นแผ่นบางเรียงตัวเป็นชั้น ความกว้างหรือยาวของแผ่นออร์กาโนเคลย์มีขนาดประมาณ 1 ไมครอนและหนา 1 นาโนเมตร ทำให้อนุภาคมีค่า Aspect ratio สูงประมาณ 1,000 [2] ซึ่งการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของอนุภาคเคลย์และการเติมสารช่วยผสมจะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงบริเวณรอยต่อระหว่างวัฏภาคของพอลิพรอพิลีนเมตริกซ์และอนุภาคเคลย์ นำไปสู่การปรับปรุงสมบัติหรือสร้างพลาสติกชนิดใหม่ที่มีสมบัติโดดเด่นด้านกายภาพ สมบัติเชิงกล สมบัติการทนความร้อน ความคงรูป และสมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซต่างๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มประโยชน์การใช้งานฟิล์ม PP/m-MMT ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยเทคนิคทั่วไปให้มีสมบัติใกล้เคียงและสามารถใช้ทดแทนฟิล์ม BOPP

1.2 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT ให้มีสมบัติใกล้เคียงกับฟิล์ม BOPP โดยเฉพาะสมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและสมบัติเชิงกล
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT เช่น ชนิดออร์กาโนเคลย์ ชนิดสารช่วยผสม ปริมาณออร์กาโนเคลย์ที่เหมาะสมและอัตราส่วนการดึงเป็นต้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการเตรียม PP/m-MMT ที่อัตราส่วนระหว่างสารช่วยผสมและออร์กาโนเคลย์เท่ากับ 1:1, 1.5:1, 2:1, 2.5:1 และ 3:1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารช่วยผสมและออร์กาโนเคลย์ในฟิล์ม PP/m-MMT
2. ทำการศึกษาค่าผลของออร์กาโนเคลย์เกรด Claytone[®] HY หรือ Cloisite[®] 20A ที่มีต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT
3. ทำการศึกษาค่าผลของสารช่วยผสมชนิด PP-g-MA (เกรด Priex[®] 20093 และ Priex[®] 20095) หรือสารช่วยผสมชนิด PP-g-AA (เกรด Polybond[®] 1001 และ Polybond[®] 1002) ที่มีต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT

4. ทำการศึกษาผลของปริมาณออร์กาโนเคลย์เท่ากับ 3, 6 และ 9 % โดยน้ำหนัก ที่มีต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT
5. ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนการดิ่งเท่ากับ 19, 25 และ 42 ที่มีต่อสมบัติของฟิล์ม PP/m-MMT
6. ทำการขึ้นรูปฟิล์มด้วยเครื่องอัดรีดสำหรับกระบวนการผลิตฟิล์มแบบแผ่น (Flat film)
7. ทำการศึกษาสมบัติต่างๆ ของฟิล์ม PP/m-MMT เช่น สมบัติการด้านการซึมผ่านของก๊าซ ออกซิเจน สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และสัณฐานวิทยา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตฟิล์ม PP/m-MMT ที่มีสมบัติใกล้เคียงกับฟิล์ม BOPP
2. สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เป็นการเพิ่มประโยชน์การใช้งานฟิล์ม PP/m-MMT เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ ให้มีสมบัติและประโยชน์การใช้งานตามความต้องการ