บทที่ 3

การทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างการทดลอง วิเคราะห์และทดสอบ มีดังนี้

	แบบ/รุ่น	ผู้ผลิต
1. Ball mill	-	-
2. Blown Film Extruder	-	Betol
3. Co-rotating Twin Screw Extruder	BTS 40 L)	Betol
4. Counter-rotating Twin Screw Extruder	zk25	Collin
5. Differential Scanning Calorimetry	DSC 200	NETZSHC
6. Fourier Transform Infrared Spectroscopy	-	Impact™
7. Haze-gloss Meter	BYK	Gardner
8. Haze Meter	-	-
9. Universal Tensile Testing Machine	LR100K	LLOYD
10 Melt Indexer	-	Kaynessey
11. Micrometer	-	Mitutoyo
12. Photomicrograph	-	Olympus
13. Punch Die Cutter	-	ats faar

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. Low Density Polyethylene (LDPE) เกรด JJ4324 สมบัติเบื้องต้นแสดงที่ตาราง 3.1
2.. Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) เกรด L2009F สมบัติเบื้องต้นแสดงในตารางที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สาร PPA (Polymer processing aids) ที่ใช้คือ [Poly(vinylidenefluoride hexafluoro-propylene) copolymer] มีชื่อทางการค้าว่า FX-5920 (Technical information , 1989) สมบัติของสาร PPA แสดงในตารางที่ 3.2

4. Antiblocking-agent เป็นสารประเภทซิลิกอนออกไซด์ ที่เตรียมเป็น masterbatch แล้ว มีสีขาว และ น้ำหนักเบา

ตารางที่ 3.1 สมบัติเบื้องต้นของ LDPE และ LLDPE เกรดเป่าฟิล์ม

ชนิดของพอลิเอทิลีน	LDPE	LLDPE
- ดรรชนีการไหล (กรัม/ 10 นาที)	5.50	0.9
- ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.9220	0.920
- ความทนต่อแรงดึง (MPa)		
แนวเครื่อง (MD)	> 11	40.18
แนวขวางเครื่อง (TD)	-	31.36
- ความต้านทานต่อการฉีกขาด(10^4 Pa-m)		
แนวเครื่อง (MD)	-	5.8
แนวขวางเครื่อง (TD)	-	14.8
- การยืดออกที่จุดขาด (%)		
แนวเครื่อง (MD)	> 600	620
แนวขวางเครื่อง (TD)	-	840
- ความต้านทานแรงกระแทก (กรัม)	> 160	150
- ความฝ้า (%)	< 6.5	11
- ความเงามัน (%)	> 95	55
- อุณหภูมิเมื่ออ่อนตัว ($^{\circ}C$)	95	-

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของสาร PPA

สาร PPA	คุณสมบัติ
- รูปลักษณะ	ผงละเอียด
- สี	ขาว
- ส่วนผสมหลัก	97 %
- สารเติมแต่งชนิดอนินทรีย์	3 %
- ขนาดของอนุภาค	< 25 เมื่ช
- ความหนาแน่น (bulk density)	0.7 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ความเข้มที่ใช้อยู่ในระดับ	250 - 1000 ppm

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ขั้นตอนการผสมและการเป่าฟิล์ม จากพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE ที่อัตราส่วนต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ 3.1

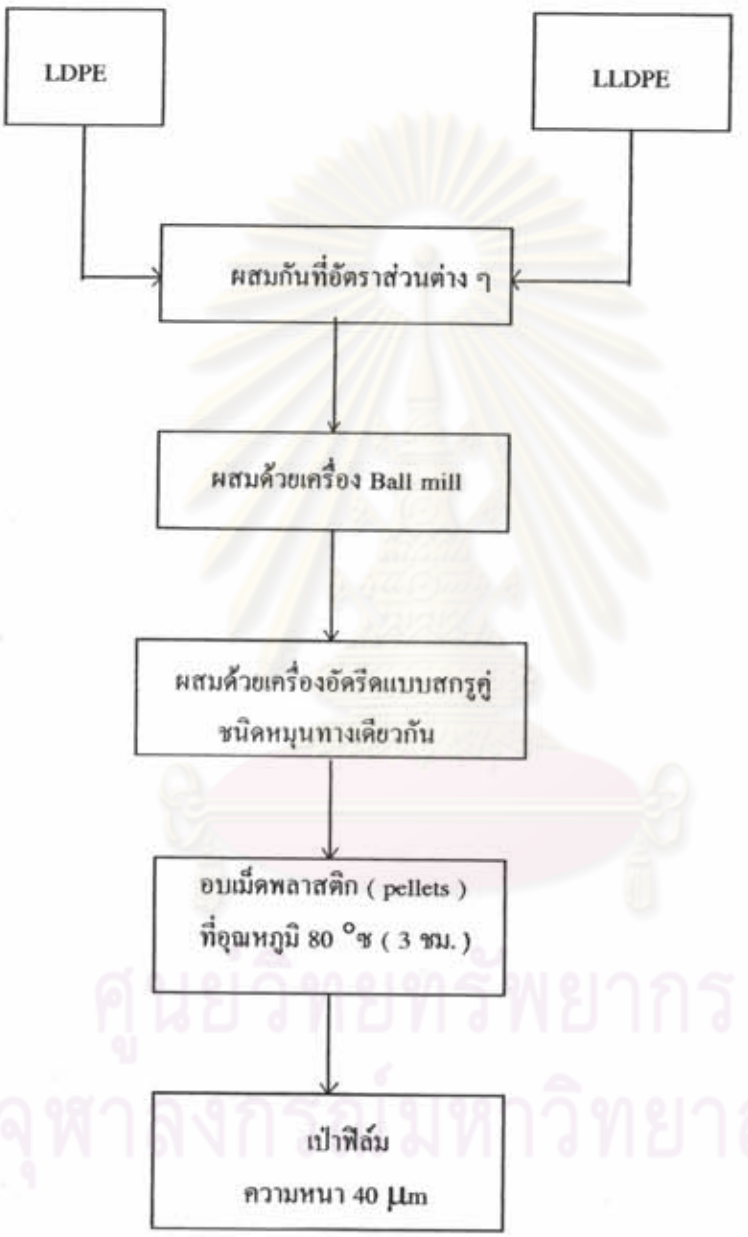
ขั้นตอนต่าง ๆ ในการผสมและเป่าฟิล์มที่อัตราส่วนต่าง ๆ

1. ชั่งน้ำหนักเม็ดพลาสติกทั้งสองชนิดที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตัวอย่างละ 6 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 3.3

2. ผสมเม็ดพลาสติกทั้ง 6 ตัวอย่างด้วยเครื่อง Ball mill เพื่อคลุกเคล้าเม็ดพลาสติกให้เข้ากันได้ดี บรรจุใส่ถุงพลาสติก แล้วเหวี่ยงไปมาเพื่อให้การผสมเป็นไปอย่างทั่วถึงยิ่งขึ้น

3. นำของผสมดังกล่าวมาผสมด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ชนิดหมุนทางเดียวกัน ของผสมที่ได้จะถูกอัดรีดออกมา แล้วตัดให้เป็นเม็ด (pellets) ด้วยเครื่องตัดที่ต่ออยู่กับเครื่องผสม ภาวะที่ใช้ในการผสม แสดงในภาคผนวก ก

4. อบเม็ดพลาสติกที่ได้จากการผสมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่ออกจากเครื่องผสมจะต้องผ่านการทำความเย็นด้วยน้ำก่อนเข้าสู่เครื่องตัด ถึงแม้ว่าบริเวณเครื่องตัดจะมีลมเป่าไล่ความชื้นออกก็ตาม แต่ก็ไม่เพียงพอ จึงต้องนำเม็ดพลาสติกผสมที่ได้ไปอบเสียก่อน



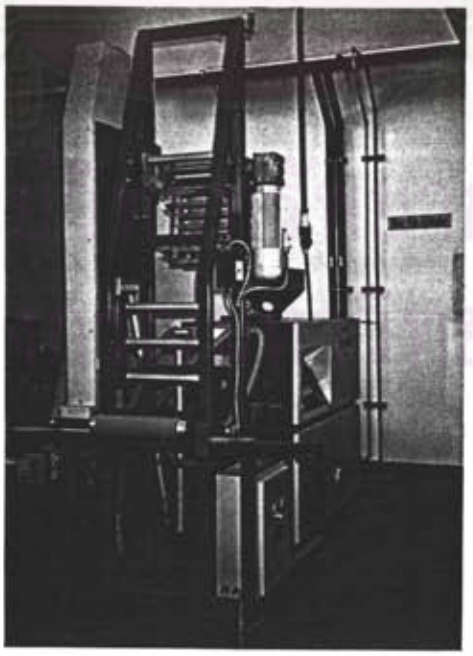
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตฟิล์ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

ตัวอย่างที่	อัตราส่วนระหว่าง (LDPE : LLDPE)	วัตถุดิบ (กรัม)	
		LDPE	LLDPE
1	100 : 0	6000	0
2	80 : 20	4800	1200
3	60 : 40	3600	2400
4	40 : 60	2400	3600
5	20 : 80	1200	4800
6	0 : 100	0	6000

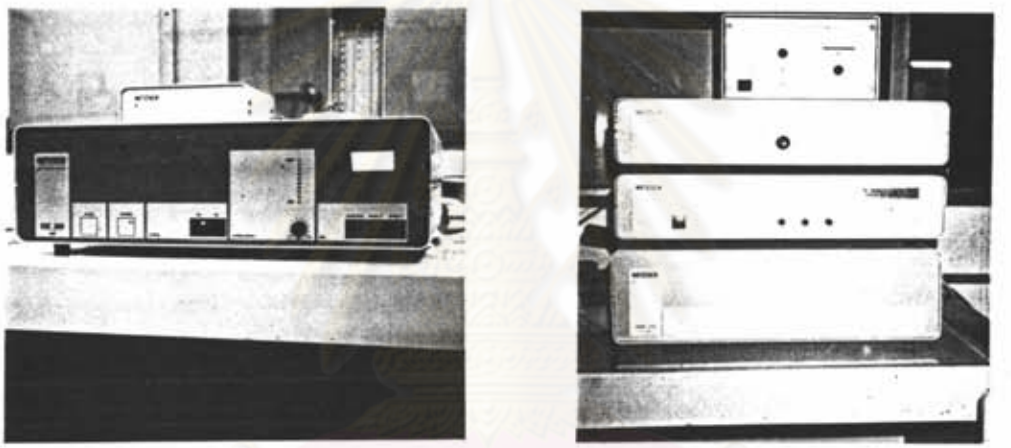
5. การเป่าฟิล์ม นับเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วมาเป่าเป็นฟิล์มด้วยเครื่องเป่าฟิล์ม ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ควบคุมความหนาให้คงที่ประมาณ 40 ไมครอน ภาวะที่ใช้ในการเป่าฟิล์มแสดงในภาคผนวก ก



รูปที่ 3.2 เครื่องเป่าฟิล์ม

3.3.2 การทดสอบสมบัติของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE กับ LLDPE

3.3.2.1 อุณหภูมิการหลอมเหลวและความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D3417 ด้วยเครื่อง DSC ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีน้ำหนักประมาณ 10 มิลลิกรัม อัตราการให้ความร้อน(heating rate) 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จากอุณหภูมิ 0 - 150 องศาเซลเซียสหลังจากนั้นทำให้เย็นตัวลง (cooling) ในอัตรา 2 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 0 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อดูความเข้ากันได้และอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิเมอร์ผสม



รูปที่ 3.3 เครื่อง Differential Scanning Calorimetry (DSC)

3.3.2.2 ความเป็นผลึกของพอลิเมอร์ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลึกของพอลิเมอร์ผสมจากค่าความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลวที่ได้จากเครื่อง DSC ตามความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.12

3.3.2.3 ดรรชนีการไหล ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1238 ด้วยเครื่อง Melt Indexer ดังแสดงในรูปที่ 3.4 เตรียมตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE ที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตั้งอุณหภูมิเครื่องที่ 190 องศาเซลเซียส ใช้แท่งน้ำหนักขนาด 2160 กรัม และตั้งเวลาการตัดตามตารางในภาคผนวก ค ซึ่งขึ้นอยู่กับดรรชนีการไหลของพอลิเมอร์ หลังจากป้อนตัวอย่างเข้าสู่เครื่องแล้ววางแท่งน้ำหนักลง ตัวอย่างจะถูกหลอมออกมา ตัดตัวอย่างตามเวลาที่กำหนดไว้ นำไปชั่งน้ำหนักและป้อนน้ำหนักที่ได้เข้าสู่เครื่องทดสอบ เครื่องจะคำนวณค่าดรรชนีการไหลออกมาทางเครื่องพิมพ์โดยอัตโนมัติ

รูปที่ 3.4 เครื่อง Melt Indexer

3.3.2.4 ความหนาแน่นขณะหลอมเหลว ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1238 ด้วยเครื่อง Melt Indexer การทดลองเช่นเดียวกับ 3.3.2.3 แต่เพิ่มการใช้ flag ซึ่งเป็นแถบสีดำ เพื่อกำหนดช่วงในการคำนวณหาปริมาตรแล้วนำมาคำนวณหาความหนาแน่นขณะหลอมเหลว ช่วงความยาวของ flag แสดงในตารางภาคผนวก ค เมื่อป้อนน้ำหนักของตัวอย่างเครื่องจะคำนวณผลออกมาเป็นค่าความหนาแน่นของพอลิเมอร์ขณะหลอมเหลวภายในช่องทรงกระบอก

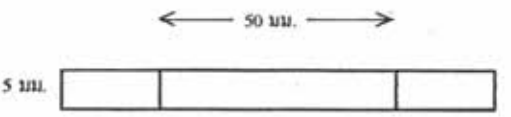
3.3.2.5 ความหนืดขณะหลอมเหลว ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1238 ด้วยเครื่อง Melt Indexer การทดลองทำเช่นเดียวกับ 3.3.2.3 พอลิเมอร์ที่ใช้ต้องทราบความหนาแน่นปรากฏแล้ว เมื่อป้อนวัตถุดิบและวางแท่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว เครื่องจะทำการทดสอบและคำนวณผลออกมาให้โดยอัตโนมัติ

3.3.3 การทดสอบสมบัติของฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE

3.3.3.1 ลักษณะของผิวฟิล์ม นำตัวอย่างฟิล์มที่อัตราส่วนต่าง ๆ มาดูลักษณะของลายที่เกิดขึ้นบนผิวฟิล์มด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.3.3.2 ความทนต่อแรงดึง ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 882 ด้วยเครื่อง LLOYD Universal Testing Machine : LR100K ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ใช้ load cell ขนาด 100 นิวตัน ตัดชิ้นทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งสองแนว คือ ตามแนวเครื่อง (machine- direction: MD) และ แนวขวางเครื่อง (transverse direction : TD) ชิ้นทดสอบมีขนาดกว้าง 5.0 มิลลิเมตร ยาว 110 มิลลิเมตร หนา 40 ไมครอน ระยะ gauge length 50 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการดึง

อัตราเร็วในการดึง 500 มิลลิเมตร/นาที ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกตามค่าตัวเลือกที่เลือกไว้ ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องทดสอบ



รูปที่ 3.5 ลักษณะชิ้นทดสอบความทนต่อแรงดึง

รูปที่ 3.6 ครื่อง LLOYD Universal Testing Machine

3.3.3.3 การยืดออกที่จุดขาด ทดสอบด้วยวิธีเดียวกับการทดสอบความทนต่อแรงดึง ขาดโดยตั้งค่าตัวเลือกเป็น % การยืดออกที่จุดขาด เครื่องจะคำนวณผลให้พร้อมกับค่าความทนต่อแรงดึง

3.3.3.4 ความต้านทานต่อการฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1004 ด้วยเครื่อง LLOYD Universal Testing Machine : LR100K ตัดชิ้นทดสอบดังรูปที่ 2.30 ด้วยเครื่องตัดแบบ Punch die cutter ทดสอบชิ้นงานทั้งแนว MD และ TD อัตราเร็วในการดึง 5.0 มิลลิเมตรต่อนาที

รูปที่ 3.7 ลักษณะชิ้นทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด

3.3.3.5 ความฝ้า (haze) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1003 ด้วยเครื่อง Haze meter ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ค่าความฝ้าสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.13

รูปที่ 3.8 เครื่อง Haze meter

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมตัวอย่างฟิล์ม โดยตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 50 มิลลิเมตร ทั้งหมดสามชิ้น
2. เปิดเครื่อง Haze meter
   -ปรับปุ่ม total transmittance เป็น 100 ± 0.1%
   -ปรับปุ่ม diffuse transmittance เป็น 0 %
3. กดปุ่ม haze
4. ใส่ชิ้นตัวอย่างลงในช่องใส่ตัวอย่าง
5. บันทึกค่าที่อ่านจากเครื่องซึ่งออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ทดสอบตัวอย่างชิ้นต่อไปโดยไม่ต้องปรับปุ่มใด ๆ อีก

3.3.3.6 ความเงามัน ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D523 โดยเครื่อง Haze - gloss meter ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ค่าความเงามันสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.14

รูปที่ 3.9 เครื่อง Haze - Gloss Tester

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างฟิล์มโดยตัดชิ้นงานให้มีขนาดกว้างกว่าช่องใส่ชิ้นตัวอย่าง
2. ปรับมุมที่ต้องการทดสอบ ในการทดลองนี้ใช้มุม 60 °
3. ทดสอบค่าความเงามันของแผ่นมาตรฐาน โดยค่าความเงามันที่ปรากฏที่หน้าจอเครื่องต้องมีค่าเท่ากับความเงามันของแผ่นมาตรฐาน แล้วจึงเอาแผ่นมาตรฐานออก
4. ทดสอบความเงามันของฟิล์ม เครื่องจะบันทึกค่าความเงามันที่ได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

3.3.4 การผสมสารเติมแต่งกับ LDPE และ LLDPE

3.3.4.1 การเตรียม masterbatch ที่ผสมสาร PPA

ขั้นตอนและภาวะที่ใช้ในการเตรียม masterbatch ที่ผสมสาร PPA

1. ในการเตรียม masterbatch ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถเตรียมได้หลายความเข้มข้น และเมื่อนำไปใช้งานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จะเจือจางลงในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดง

ในตารางที่ 3.4 สำหรับในการทดลองนี้เตรียม masterbatch ทั้งหมด 2 กิโลกรัม ที่ความเข้มข้น 2 % โดยชั่งน้ำหนักของสาร PPA 40 กรัม ผสมกับ LLDPE 1960 กรัม

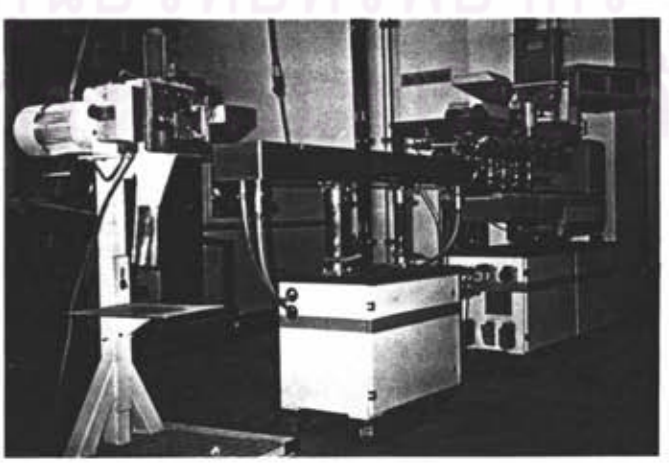
ตารางที่ 3.4 การเตรียมสาร PPA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

masterbatch	อัตราส่วนระหว่าง masterbatch : ผลิตภัณฑ์		
	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm
1 %	1 : 20	1 : 10	1 : 1.67
2 %	1 : 40	1 : 20	1 : 13.33
3 %	1 : 60	1 : 30	1 : 20.00
4 %	1 : 80	1 : 40	1 : 26.67
5 %	1 : 100	1 : 50	1 : 33.33

2. นำของผสมดังกล่าวบรรจุใส่ขวดพลาสติก ผสมให้ทั่วถึงกัน ด้วยเครื่อง Ball mill เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

3. ผสมของผสมในข้อ 2 ด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ชนิดหมุนสวนทางกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.8 เครื่องจะผสมและอัดรีดออกมาเป็นเม็ด ภาวะที่ใช้เตรียม masterbatch แสดงในตารางภาคผนวก ข

4. อบเม็ด masterbatch ให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเก็บไว้ใช้ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.10 เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ชนิดหมุนสวนทางกัน

3.3.4.2 การผสมและการเป่าฟิล์มเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด PPA และ antiblocking-agent

3.3.4.2.1 การผสมสารเติมแต่งชนิด PPA กับ LDPE และ LLDPE โดยวิธีการชั่งน้ำหนักให้มีความเข้มข้นของสาร PPA อยู่ 500 , 1000 และ 1500 ppm ตามลำดับ อัตราส่วนการผสม แสดงในตารางที่ 3.5 ขั้นตอนการผสมทำเช่นเดียวกันกับ 3.3.4.1 (2) - (4) หลังจากนั้นจึงนำเม็ดพลาสติกดังกล่าว มาเป่าเป็นฟิล์ม โดยควบคุมความหนาให้สม่ำเสมอประมาณ 40 ไมครอน ภาวะที่ใช้ในการผสมและเป่าฟิล์มแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.5 อัตราส่วนการผสมระหว่างสาร PPA LDPE และ LLDPE

ความเข้มข้นของสาร PPA (ppm)	masterbatch (กรัม)	LDPE (กรัม)	LLDPE (กรัม)	อัตราส่วนระหว่าง PPA : LDPE : LLDPE (%)
500	200	1599.2	6200.8	0.05 : 19.99 : 79.96
1000	200	799.2	3000.8	0.10 : 19.98 : 79.92
1500	150	399.4	1450.6	0.15 : 19.97 : 79.88

3.3.4.2.2 การผสมสารเติมแต่งชนิด antiblocking-agent ผสม LDPE , LLDPE และสาร antiblocking-agent โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก อัตราส่วนการผสมระหว่าง antiblocking-agent : LDPE : LLDPE คือ 5:9:76 ขั้นตอนและวิธีการในการผสมและเป่าฟิล์ม ทำเช่นเดียวกันกับ 3.3.4.2.1

<u>จากการผสมสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ กำหนดให้</u>

สูตรที่ 1 หมายถึง LDPE ผสมกับ LLDPE ในอัตราส่วน 20 : 80

สูตรที่ 2 หมายถึง สูตรที่ 1 ผสมกับสาร PPA 500 ppm

สูตรที่ 3 หมายถึง สูตรที่ 1 ผสมกับสาร PPA 1000 ppm

สูตรที่ 4 หมายถึง สูตรที่ 1 ผสมกับสาร PPA 1500 ppm

สูตรที่ 5 หมายถึง สูตรที่ 1 ผสมกับสาร antiblocking-agent 5 %

3.3.5 การทดสอบสมบัติของเม็ดพลาสติกผสมระหว่าง LDPE LLDPE และสารเติมแต่ง

3.3.5.1 ลักษณะการกระจายตัวของ masterbatch ที่ผสมสาร PPA โดยนำเม็ด masterbatch มาตัดตามแนวขวาง (cross - sectio :) เป็นชิ้นบาง ๆ ประมาณ 5 ชิ้น วางชิ้นตัวอย่างลงบนเพลท (plate) ให้ความร้อนด้วย heater จนกระทั่ง masterbatch หลอมหมด ปิดด้วยกระจกสไลด์ (cover slide) ใช้แท่งแก้วกดแผ่นสไลด์ ให้ได้ชิ้นตัวอย่างบางที่สุด โดยไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ภายใน หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาตรวจดูลักษณะการกระจายตัวของสาร PPA ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.11 กล้องจุลทรรศน์

3.3.5.2 ดรรชนีการไหล ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.2.3

3.3.5.3 ความหนาแน่นขณะหลอมเหลว ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.2.4

3.3.5.4 ความหนืด ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.2.5

การทดสอบในข้อ 3.3.5.2 , 3.3.5.3 และ 3.3.5.4 เปลี่ยนตัวอย่างทดสอบเป็นพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE LLDPE และสารเติมแต่งชนิด PPA ที่ความเข้มข้น 500 , 1000 และ 1500 ppm และพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE LLDPE และ antiblocking-agent

3.3.6 การทดสอบสมบัติของฟิล์มที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกผสมระหว่าง LDPE LLDPE และ สารเติมแต่ง

3.3.6.1 ความทนต่อแรงดึง ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.3.2

3.3.6.2 การยืดออกที่จุดขาด ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.3.3

3.3.6.3 ความต้านทานต่อการฉีกขาด ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.3.4

3.3.6.4 ความฝ้า ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.3.5

3.3.6.5 ความเงามัน ทดสอบเช่นเดียวกับ 3.3.3.6

3.3.6.6 ลักษณะของผิวฟิล์มที่ใส่สารเติมแต่งชนิด PPA นำฟิล์มที่มีความเข้มข้นของสาร PPA 500 , 1000 และ 1500 ppm มาดูลักษณะของลายบนผิวฟิล์มด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.3.7 การวิเคราะห์การดูดกลืนแสงอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของสารเติมแต่งชนิด PPA และ antiblocking-agent ที่ผสมอยู่กับพอลิเมอร์ผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีรูปแบบแตกต่างกัน คือ มีลักษณะเป็น ผง เม็ดและ ฟิล์ม จึงต้องเตรียมตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นผง ได้แก่ สาร PPA จะต้องเตรียมโดยใช้วิธีการอัด KBr โดยนำผง PPA มาผสมกับผง KBr ในอัตราส่วนประมาณ 1 : 100 เท่า บดให้เข้ากันในโกร่ง เมื่อบดผสมเข้ากันดีแล้ว เอาไปอัดให้แน่น จะได้สารตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นแผ่นใส

2. การเตรียมตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นเม็ด สามารถเตรียมได้โดยวิธีการหลอม โดยนำเม็ดพอลิเมอร์ที่ผสมกับสารเติมแต่งชนิด PPA และ antiblocking - agent มาหลอมบนแผ่นอะลูมิเนียม แล้วใช้แท่งน้ำหนักที่มีผิวเรียบกดทับประมาณ 1 นาที จึงยกแท่งน้ำหนักออก ตั้งทิ้งไว้จนเย็น ลอกแผ่นฟิล์มที่ได้ออก การเตรียมตัวอย่างแต่ละครั้งจะใช้แท่งน้ำหนักที่หนักเท่ากันเพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีความหนาใกล้เคียงกัน

3. การเตรียมตัวอย่างฟิล์ม โดยการตัดเป็นชิ้นมีขนาด กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว ประมาณ 3 เซนติเมตร

นำตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมขึ้น ไปวัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงอินฟราเรดด้วยเครื่อง FT-IR ลักษณะของเครื่อง FT-IR ดังแสดงในรูปที่ 3.10 การเปรียบเทียบสเปกตรัมของฟังก์ชันนัลกรุ๊ปต่าง ๆ ในภาคผนวก จ

รูปที่ 3.12 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrophotometry

3.3.7.1 LDPE และ LLDPE วัดสเปกตรัมของฟิล์ม LDPE และ LLDPE และฟิล์มที่ได้จากการผสมระหว่าง LDPE และ LLDPE ในอัตราส่วน 20: 80

3.3.7.2 สาร PPA วัดสเปกตรัมของสาร PPA เปรียบเทียบระหว่างสเปกตรัมของสาร Poly (vinylidenefluoride - hexafluoropropylene) copolymer เพื่อดูสเปกตรัมของฟลูออรีน จากการทดสอบสเปกตรัมของฟลูออรีนที่ได้จากสาร PPA จะปรากฏหลายสเปกตรัมด้วยกันในช่วงเลขคลื่นประมาณ 840 - 1200 ซม$^{-1}$ นำสาร PPA ที่เตรียมเป็น masterbatch , เม็ดพอลิเมอร์ที่ได้จากการผสมให้เจือจางลงเหลือความเข้มข้น 500 , 1000 และ 1500 ppm และฟิล์ม มาวัดสเปกตรัมของฟลูออรีนที่เลขคลื่นเดียวกันกับสาร PPA

3.3.7.2 antiblocking - agent วัดสเปกตรัมของ antiblocking - agent เปรียบเทียบสเปกตรัมของสาร masterbatch ชนิด antiblocking - agent กับสารประกอบในกลุ่มซิลิกอน เพื่อดูสเปกตรัมของซิลิกอน จากการทดสอบจะพบสเปกตรัมของซิลิกอน ที่เลขคลื่นประมาณ 1092 ซม$^{-1}$ หลังจากนั้นนำเม็ดพอลิเมอร์ผสมความเข้มข้น 5 % antiblocking-agent และฟิล์มมาวัดสเปกตรัมของซิลิกอนที่เลขคลื่นเดียวกันกับสาร masterbatch