การผลิตไม้เทียมจากเศษโฟมพีวีซีกับผงไม้

Production of wood-plastic composite from PVC foam scrap and wood dust

เพ็ญศรี พูลผล[1] ไกรษร ไทยแท้[1] ชัยวัฒน์ สัมฤทธิวณิชชา[2] ชวลิต แสงสวัสดิ์[1] และ อนินท์ มีมนต์[1]

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานการผลิตไม้เทียมจากเศษโฟมพีวีซีผสมกับผงไม้ โดยเศษโฟมที่กล่าวถึงนี้เกิดจากการตัดขอบแผ่นชีทชนิดฟรีโฟม (Freefoam) ในสายการผลิต โครงงานจะเริ่มจากการนำเศษโฟมพีวีซีไปบดและผสมกับผงไม้ รวมทั้งสารเติมแต่งเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตเป็นไม้ระแนงเทียม โดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว หลังจากนั้นจะนำไม้ระแนงเทียมที่ผลิตได้ไปทดสอบสมบัติทางกลเปรียบเทียบกับไม้ระแนงธรรมชาติ ผลปรากฏว่าไม้ระแนงพีวีซีเทียมมีสมบัติทางกลทัดเทียมกับไม้ระแนงจริง พอที่จะผลิตออกไปจำหน่ายในท้องตลาดได้ต่อไป

คำสำคัญ: ไม้เทียม, การรีไซเคิลพีวีซี, เศษพีวีซี, ผงไม้, วัสดุผสม

1. บทนำ

ปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ในเมืองไทยได้ลดน้อยลง เนื่องจากเป็นวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้าง ผลิตเฟอร์นิเจอร์ และด้านอื่นๆ ทำให้ป่าไม้ในเมืองไทยขาดแคลนจำเป็นต้องซื้อไม้จากประเทศเพื่อนบ้าน ทำให้เกิดการเสียดุลทางการค้า

แนวทางในการแก้ไขปัญหาคือการใช้วัสดุทดแทนไม้ ซึ่งไม้เทียมที่นิยมใช้ชนิดหนึ่งคือ ไม้เทียมพีวีซี เนื่องด้วยสมบัติเด่นทางพีวีซีในเรื่องการต้านทานการกัดกร่อนและมีความแข็งแรงสูง ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแต่ต้น ทางบริษัทและผู้ดำเนินการวิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะนำเศษโฟมพีวีซีมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยนำมาผสมกับผงไม้แล้วนำมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยวที่มีอยู่ในโรงงานอยู่แล้วโดยคาดหวังว่าจะได้แท่งไม้ระแนง ซึ่งมีลักษณะเหมือนไม้จากธรรมชาติ แต่มีสมบัติที่เด่นกว่าไม้ คือ มีอายุการใช้งานยาวนานเพราะไม่ดูดซึมน้ำ ไม่ผุกร่อนเหมือนไม้ หรือเป็นสนิมเหมือนเหล็ก ทน สารเคมี ปลวก และแมลงทุกชนิด เป็นฉนวนกันความร้อน และกันเสียงได้ดี ที่สำคัญคือไม่เป็นเชื้อเพลิงติดไฟ การเตรียมและประกอบสามารถทำได้ง่ายด้วยเครื่องมือช่างทั่วๆ ไป

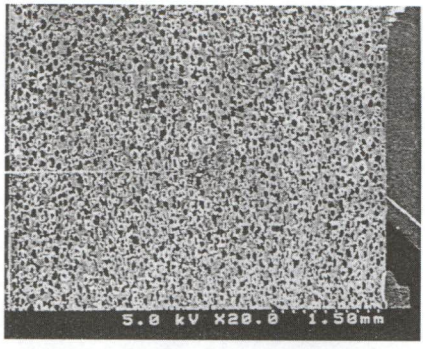
2. วัตถุดิบในการขึ้นรูป

2.1 โฟมพีวีซี [8]

ชนิดของโฟมแบ่งได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับการพิจารณา เช่น พิจารณาตามความแข็งแรงโดยแบ่งได้เป็นโฟมยืดหยุ่น (Flexible foams) และโฟมแข็ง (Rigid foams) ถ้าพิจารณาตามโครงสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดโครงสร้างเซลล์ปิด (Closed-cell structure) และชนิดโครงสร้างเซลล์เปิด (Open-cell structure) ในการทดลองครั้งนี้จะใช้เศษพีวีซีฟรีโฟม ซึ่งมีโครงสร้างแบบเซลล์เปิด

[1] ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

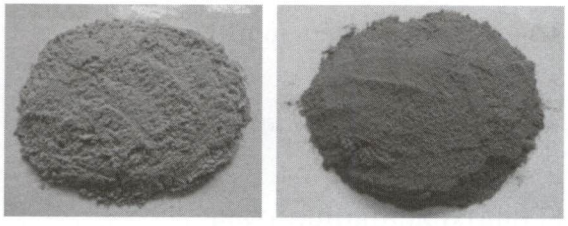
[2] บริษัทสยามพลาสวูด จำกัด



รูปที่ 1. ตัวอย่างของโฟมประเภทเซลล์เปิด

2.2 ผงไม้ [3]

ผงไม้ที่นำมาใช้ผสมกับเศษพีวีซีนั้น ได้มาจากการแปรรูปไม้ของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เพราะเมื่อมีการแปรรูปไม้โดยการตัด ใบเลื่อยจะคายผงขี้เลื่อยออกมา และผงขี้เลื่อยนี้เป็นวัสดุเหลือใช้และมีจำนวนมากพอสมควร จึงเป็นที่มาของการนำผงขี้เลื่อยไม้มาใช้เป็นวัสดุผสมกับเศษพีวีซีเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ และเป็นการลดปริมาณขยะได้อีกด้วย



รูปที่ 2. ตัวอย่างผงไม้ยางพาราสีอ่อนและผงไม้ ยางพาราสีเข้ม

2.3 สารเติมแต่งที่ใช้ [11]

2.3.1 พลาสติไซเซอร์ (Plasticizer) เป็นสารเติมแต่งที่ช่วยลดความแข็งเกร็งของพีวีซีลง ทำให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้มีความยืดหยุ่น และนิ่ม

2.3.2 สารเพิ่มเนื้อ (Fillers) เป็นสารเติมแต่งที่ผสมลงในพีวีซี เพื่อเพิ่มปริมาตรทำให้ลดปริมาณการใช้พีวีซีลง

2.3.3 สารหล่อลื่น (Lubricants) เป็นสารเติมแต่งที่ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างพีวีซีกับเครื่องจักร และไดขณะขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานไม่ติดแม่แบบ และไหลได้ง่ายขึ้น

2.3.4 สารเพิ่มแรงกระแทก (Impact modifiers) เป็นสารเติมแต่ง เพื่อปรับปรุงสมบัติทางความคงทนต่อแรงกระแทก รวมทั้งการคงรูปร่างเมื่อโดนความร้อน

2.3.5 สารพองฟู (Blowing agent) เป็นสารเติมแต่งที่ถูกเติมลงในพีวีซีเพื่อทำให้โครงสร้างเกิดเป็นช่องว่างเล็กๆ (Foam) ในผลิตภัณฑ์

2.3.6 สารช่วยขึ้นรูป (Processing aid) เป็นสารเติมแต่งที่ช่วยให้การขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์พลาสติกทำได้ง่าย สารช่วยการขึ้นรูปนี้เป็นสารที่ทำให้เกิดการลื่นไหล

2.3.7 สารคงสภาพ (Stabilizer) เป็นสารเติมแต่งที่ผสมในพีวีซีเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนในระหว่างกระบวนการขึ้นรูปและระหว่างการใช้งาน

2.3.8 สีผง (Pigment) คือ สารให้สีที่ไม่เกิดพันธะทางเคมีกับพีวีซีจึงถือว่าเป็นสารให้สีที่ไม่ละลายเข้ากับพีวีซี การให้สีจะเป็นการกระจายตัวแทรกอยู่ในเนื้อพลาสติก

3.ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 คัดเลือกสูตร

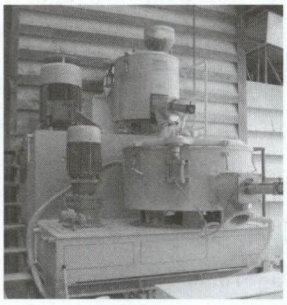
ตารางที่ 1. แสดงสูตรทดลองการขึ้นรูปชิ้นงาน

Materials	phr.			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
Scrap freefoam	100.0	100.0	100.0	100.0
TLS(Stabilizer)	3.0	3.0	3.0	3.0
PA-20(Processing aids)	10.0	10.0	10.0	10.0
CS(Lubricants)	1.0	1.0	1.0	1.0
ac-508(Blowing agent)	1.0	1.0	1.0	1.0
PE-WAX(Lubricants)	0.4	0.4	0.4	0.4
CPE(Impact modifiers)	8.0	8.0	8.0	8.0
$CaCO_3$(Filler)	10.0	10.0	10.0	10.0
DOP(Plasticizer)	4.0	4.0	4.0	4.0
ผงไม้ยางพาราสีเข้ม	0.0	20.0	15.0	0.0
ผงไม้ยางพาราสีอ่อน	30.0	20.0	15.0	0.0
สีเหลือง	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	167.8	177.8	167.8	137.8

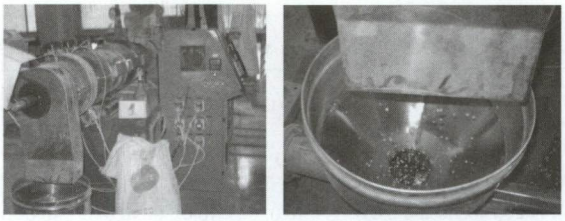
3.2 การทำคอมเปานด์และตัดเม็ด

ตารางที่ 2. แสดงลำดับขั้นตอนการทำคอมเปานด์และเวลาผสม

ลำดับ	ชื่อสาร	อุณหภูมิ(C)	เวลาผสม(นาที)
1	Scrap freefoam, สี	30	15
2	สารเติมแต่งอื่นๆ	80	8
3	ผงไม้	95	3
4	คอมเปานด์กวนร้อน	110	8
5	คอมเปานด์กวนเย็น	45	10
		รวม	44

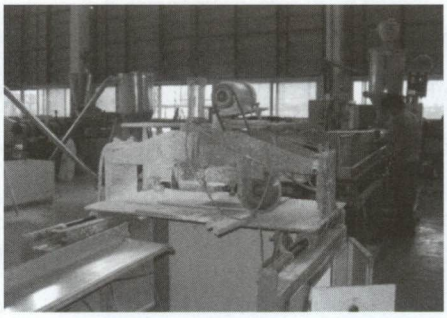


รูปที่ 3. เครื่อง High speed mixer และ Cooling blender



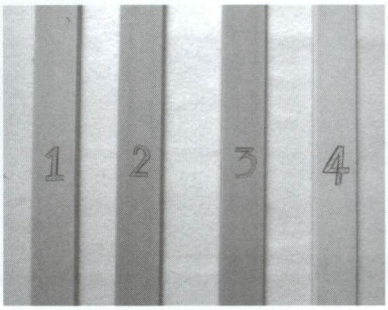
รูปที่ 4. เครื่องตัดเม็ดสกรูคู่

3.3 ขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว



รูปที่ 5. เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว

3.4 ทดสอบชิ้นงาน



รูปที่ 6. ชิ้นงานไม้เทียมที่ได้จากสูตรต่างๆ

4. การทดสอบสมบัติทางกล [11]

เมื่อตัดเม็ดคอมเปานด์ได้แล้วจะนำเม็ดคอมเปานด์ที่ได้ไปทำการอัดขึ้นรูปเพื่อจะนำมาตัดเป็นชิ้นงานทดสอบสมบัติเชิงกล โดยทำการทดสอบดังนี้

4.1 ทดสอบแรงดึง (Tensile strength) ตามมาตรฐาน ASTM D638

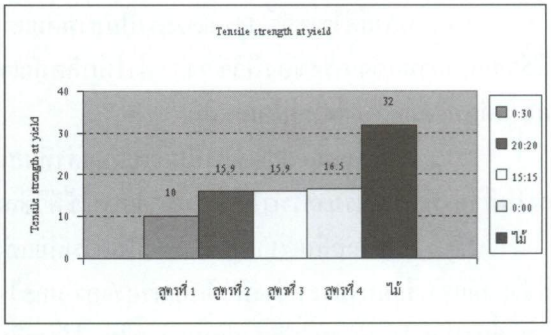
4.2 ทดสอบความต้านแรงกระแทกโดยวิธี Izod ตามมาตรฐาน ASTM D 256

4.3 การทดสอบหาความหนาแน่น (Density) ตามมาตรฐาน ASTM D 792

4.4 การทดสอบความแข็งด้วยวิธี Shore Hardness ตามมาตรฐาน ASTM D 2240

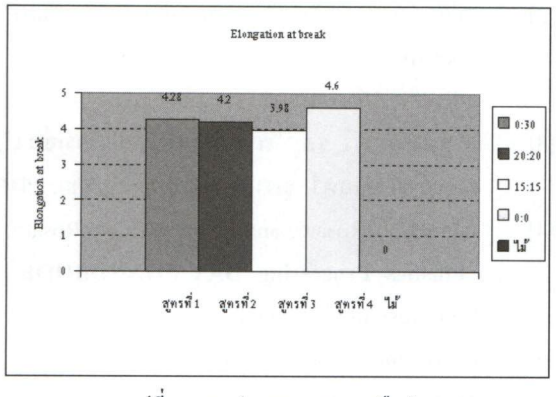
5. ผลการทดสอบสมบัติทางกล

5.1 ผลการทดสอบแรงดึง



รูปที่ 7. กราฟการทดสอบค่าต้านทานแรงดึง

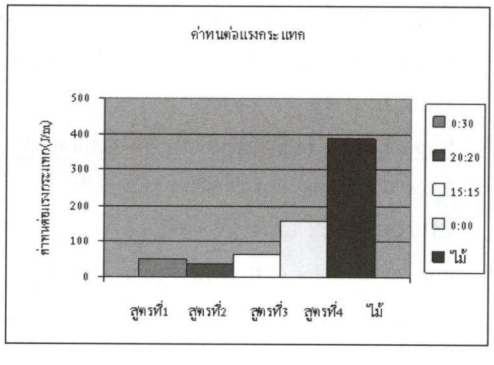
จากผลการทดลองค่าต้านทานแรงดึงพบว่าชิ้นงานที่ใส่ผงไม้ที่ให้ค่าดีที่สุดคือ สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.9 MPa ใกล้เคียงกับสูตรที่ 4 ซึ่งไม่ได้ใส่ผงไม้เลย ทั้งนี้จะพบว่าทั้งสองสูตรจะมีปริมาณผงไม้ของสีเข้มและสีอ่อนในอัตราส่วนเท่ากัน แต่ถ้าใส่เฉพาะผงไม้สีอ่อนค่าการทนแรงดึงจะลดลง อาจเนื่องมาจากผงไม้สีอ่อนจะมีรูปร่างอนุภาคเป็นเหมือนเข็มทำให้ไม่ได้เสริมแรงพีวีซีในการต้านทานแรงดึง



รูปที่ 8. กราฟการทดสอบการยืดตัว

จากผลการทดลองค่าการยืดตัวออกถึงจุดขาด (Elongation at break) พบว่า ชิ้นงานทดสอบที่ให้ค่ามากที่สุดคือสูตรที่ 1 เท่ากับ 42.8% แต่ไม้ไม่มีค่า Elongation at break และสูตรที่มีค่า Elongation at break ต่ำสุดคือสูตรที่ 3 เท่ากับ 4.98 % ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพีวีซีมีสมบัติการยืดตัวออกได้บ้างแต่เมื่อใส่ผงไม้หรือสารเพิ่มเนื้อลงไปในสูตร จะเกิดการเข้าไปแทรกตัวระหว่างสายโซ่โมเลกุลของพีวีซีทำให้สมบัติการยืดออกของพีวีซีลดลง

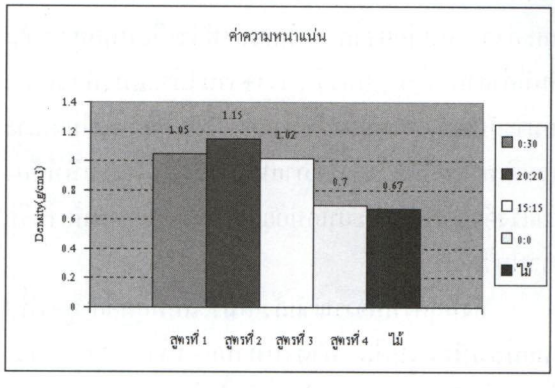
5.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก



รูปที่ 9. กราฟค่าความต้านทานแรงกระแทก

จากผลการทดลองค่าการต้านทานแรงกระแทกพบว่าชิ้นงานทดสอบชนิดใส่ผงไม้ที่ให้ค่าทนต่อแรงกระแทกสูงได้แก่สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 63.75 J/m แต่ยังมีค่าน้อยกว่าไม้มาก แสดงให้เห็นว่ายิ่งใส่ผงไม้สีเข้มมากเท่าใดก็ตามจะทำให้การรับแรงกระแทกลดลงอาจเนื่องมาจากรูปร่างผงไม้สีเข้มเป็นลักษณะทรงกลม ส่งผลให้พีวีซีมีลักษณะเปราะ แต่ถ้าดูโดยทั่วไปแล้วก็อาจจะกล่าวได้ว่าการเติมผงไม้ลงไปทำให้พีวีซีมีแนวโน้มแข็งแต่เปราะ

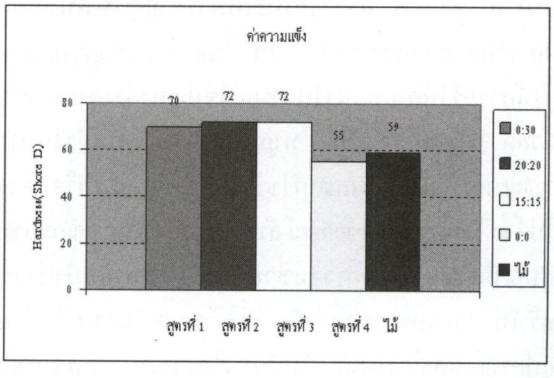
5.3 ผลการทดสอบหาความหนาแน่น



รูปที่ 10. กราฟการทดสอบความหนาแน่น

พบว่าการเติมผงไม้ลงไปทำให้ค่าความหนาแน่นของไม้เทียมสูงขึ้นในทุกกรณี ทั้งนี้เนื่องจากผงไม้จะไปแทรกตัวอยู่ในพีวีซีทำให้ไม้เทียมที่มีปริมาตรเท่ากันจะหนักกว่าทั้งไม้จริงและรวมทั้งชิ้นงานที่ผลิตจากเศษโฟมพีวีซีที่ไม่ได้เติมผงไม้ด้วย

5.4 ผลการทดสอบความแข็ง



รูปที่ 11. กราฟการทดสอบความแข็ง

จากการทดลองพบว่าทุกสูตรที่เติมผงไม้ลงไปจะทำให้ค่าความแข็งของไม้เทียมพีวีซีมากกว่าไม้จริง ทั้งๆที่พีวีซีมีค่าความแข็งน้อยกว่าไม้ทั้งนี้เนื่องจากผงไม้จะกระทำตัวคล้ายกับสารเพิ่มเนื้อที่ช่วยเพิ่มความแข็งให้แก่พีวีซีได้

6. สรุปผลการทดลอง

ผลการทำคอมเปานด์และตัดเม็ด พบว่าสามารถทำได้และสามารถนำไปอัดรีดเป็นแท่งไม้ระแนงเทียมได้จริง สีใกล้เคียงเนื้อไม้มีทั้งสีอ่อนและสีแก่ และพบว่าค่าความแข็ง ค่าความหนาแน่น และค่าการทดสอบการยืดตัวของพีวีซีเกือบทุกสูตรมีค่าสูงกว่าไม้ แต่ค่าการทนต่อแรงดึงและค่าการทนต่อแรงกระแทกของพีวีซีเกือบทุกสูตรเช่นกันมีค่าต่ำกว่าไม้ แสดงว่าการใช้งานไม้ระแนงพีวีซีเทียมเหมาะกับการตกแต่งภายในบ้านและใต้ชายคา แต่ไม่เหมาะและดีเท่ากับไม้จริงถ้าใช้ภายนอกหรือในสถานที่ที่ต้องรับแรงดึงและแรงกระแทกบ่อยๆ ตัวอย่างเช่นพื้นห้องหรือราวบันได

ทั้งนี้สูตรที่พิจารณาแล้วเหมาะสมที่สุดคือ สูตรที่ 3 โดยมีสมบัติดังนี้คือ ค่าต้านทานแรงดึง 15.9 MPa, ค่าการยืดตัว 42.8%, ค่าความต้านทานแรงกระแทก 63.75 J/m, ค่าความหนาแน่น 1.02 g/cm^3 และค่าความแข็ง 72 Shore D ตามลำดับ

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากบุคคลต่างๆ ดังนี้ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้การศึกษา ทุนทรัพย์ และกำลังใจ ซึ่งทำให้การดำเนินงานครั้งนี้เป็นไปอย่างราบรื่น อาจารย์อนินท์ มีมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และ ผศ.ชวลิต แสงสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้ให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ จนสำเร็จด้วยดี อาจารย์ วีรศักดิ์ หมู่เจริญ ให้คำแนะนำในการวางแผนการทำงาน และแก้ไขปัญหาต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอบคุณ คุณชัยวัฒน์ สัมฤทธิวณิชชาและคุณกมลชัย ภูษณปัญญา ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ บริษัท สยามพลาสวูดจำกัด ที่ให้การสนับสนุนในด้านอุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับทำโครงงาน สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรมโครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรีประจำปี 2548 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] ชวลิต แสงสวัสดิ์, ผศ, **"เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องกรรมวิธีสตาร์ทและปิดเครื่องหลอมอัดรีด"**, คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2547

[2] สมศักดิ์ วรมงคลชัย, รศ.ดร, **"สารปรับแต่งพอลิเมอร์"**, คณะวิทยาศาสตร์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547

[3] อรอุษา สรวารี, รศ, **"สารเติมแต่งพอลิเมอร์เล่ม1"**, คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

[4] Lonald V. Rosato, and Dominick V. Rosato, **"Plastics Processing DATA HANDBOOK"**, Van Nostrand Reinhold, New York : USA.

[5] Friedhelm Hensen, **"Plastics Extrusion Technology"**,New York: 1997.

[6] Leonard I. Nass, and Richard F. Grossman, **"Encyclopedia of PVC"**, Marcel Dekker,Inc : New York : 1998

[7] John Scheirs, **"Polymer Recycling Science Technology and Applications"**, Australia : 1998

[8] Mccrum, Buckley,and Bucknall, **"Principles of Polymer Engineering"**, Oxford University Press, USA:1997

[9] Richard C.Progelhof., and James L.Throne, **"Polymer Engineering Principles"**, USA:1993.

[10] Sidney Levy, and James F. Carley, **" Plastics Extrusion Technology Handbook"**, Industrial Press Inc, New York : USA.

[11] http://classroom.psu.ac.th/users/wachirapan/342402/content.htm เข้าค้นหาข้อมูลวันที่ 17 ธันวาคม 2548 เวลา 13.00 น.

[12] http://www.mtec.or.th/th/news/q_a/qa24.html เข้าค้นหาข้อมูลวันที่ 17 ธันวาคม 2548 เวลา 14.30 น.