

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วัสดุคอมพิวเตอร์จากพอลิเอทีลีนชนิดความหนาแน่นสูงและ
พอลิพรอพิลีนกับเส้นใยอ้อย



นางสาวจิรพรรณ หน่ายคอน
นางสาวมารีสา ตันตลิกขณา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33490
วัน, เดือน, ปี 3 ส.ค. 2542

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบลงเผยแพร่หรือทำซ้ำอย่างอื่นถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2541

Composite Material from High-density polyethylene

Polypropylene and Bagasse Fibers



Miss Jirapan Naikhorn

Miss Marisa Tantilakkana

A special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department Of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
! ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ โครงการพิเศษ : วัตถุประสงค์จากพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนา
แน่นสูงกับพอลิพรอพิลีนและเส้นใยอ้อย

นักศึกษา : นางสาว จิรพรรณ หน่ายคอน
นางสาว มารีสา ตันตลัภขณา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. มาลินี ชัยสุภกิจสินธ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต



(ผศ. นงนุช ภาทรานูวัฒน์)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบ โครงการพิเศษ



(ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

ประธานกรรมการ



(ดร. ต๋องจิตต์ คีตชอบ)

กรรมการ



(ผศ.ดร. มาลินี ชัยสุภกิจสินธ์)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	วัสดุคอมพอสิตจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงกับพอลิพรอพิลีนและเส้นใยอ้อย	
นักศึกษา	นางสาวจิรพรรณ	หน้าคอน
	นางสาวมาริสา	ต้นติ๊กขณา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มาลินี	ชัยสุภกิจสินธุ์
ภาควิชา	เคมี	
ปีการศึกษา	2541	

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการนำเส้นใยอ้อยซึ่งเป็นกากเหลือจากการผลิตน้ำตาลมาใช้เป็นสารตัวเติมในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิพรอพิลีนและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง ซึ่งได้จากขวดน้ำพลาสติกที่เหลือใช้ เส้นใยอ้อยจะถูกปรับสภาพผิวเพื่อให้มีสมบัติการยึดติดในพอลิเมอร์ผสม โดยกาฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์ 60 ในปริมาณ 0 10 20 และ 30 กิโลเกรย์ และใช้มัดติฟังก์ซันนัลมอนอเมอร์ช่วยในการต่อกิ่ง แล้วนำมาผสมกับพอลิเมอร์ผสมในเครื่องผสมเกลียวหนอนเดี่ยว จากนั้นจึงขึ้นรูปตัวเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก และ ตรวจสอบสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน สมบัติการดูดซับน้ำและสัณฐานวิทยา

จากการทดลองพบว่าคอมพอสิตที่ทำการฉายรังสีในปริมาณ 10 กิโลเกรย์ มีแนวโน้มที่จะมีสมบัติในด้านต่างๆ ดีที่สุด กล่าวคือ พอลิเมอร์คอมพอสิตสามารถทนทานต่อแรงดึง แรงกระแทกและการขาดได้ดีที่สุด ส่วนสมบัติทางด้านอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักและเมื่อทำการเปรียบเทียบคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่าและเส้นใยใหม่พบว่าคอมพอสิตที่ทำจากเส้นใยใหม่จะให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่า และดูดซับน้ำได้น้อยกว่าคอมพอสิตที่ทำจากเส้นใยเก่าส่วนสมบัติอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Composite Materials from High-density Polyethylene Polypropylene
 And Bagasse Fibers

Name Miss Jirapan Naikhorn
 Miss Marisa Tantilakkana

Special Project Advisor Assist. Prof. Dr. Malinee Chaisupakitsin

Department Chemistry

Academic Year 1998

Abstract

A method for improving properties of polymers is to produce polymeric composites . This special project proposal is proposed to use bagasse fibers as filler in polymer blend between Polypropylene (PP) and High-density Polyethylene(HDPE) . High-density Polyethylene is wasteful materials from plastic bottle and bagasse fibers are wasteful materials from sugar production in Thailand . In this experiment , the interaction of bagasse fibers with polymer blend was improved by gamma irradiation and multifunctional monomer, TMPTM . Modified bagasse fibers were mixed with polymer blend in the extruder ,followed by injection molding machine . The mechanical , thermal , water absorbtion and morphology properties of composites were investigated .

The results showed that the 10 kGy Composites have trended to improve the properties, especially tensile , impact , and abrasion properties more than the other. The composites from new bagasse fiber give the mechanical properties better than the composites from old bagasse fiber.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการดำเนินงาน โครงการพิเศษนี้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย และ ดร.ต้องจิตต์ กิดชอบ อาจารย์คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ ที่ช่วยกรุณาตรวจทาน และแก้ไข โครงการพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ช่วยดำเนินงานในการฉายรังสีสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และขอบพระคุณ พี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้

นอกเหนือจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ซึ่งผู้จัดไม่ได้กล่าวถึง ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

น.ส. จิรพรรณ หน้าคอน

น.ส. มารีสา ต้นตึกกษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ โครงการงานพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อ โครงการงานพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 ความเป็นมาของโครงการ	3
1.3 วัตถุประสงค์	6
1.4 ขอบเขตการวิจัย	6
1.5 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน	6
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 พอลิเมอร์คอมพอสิต	8
2.2 พอลิพรอพิลีน	8
2.3 พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง	9
2.4 พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และพอลิพรอพิลีน	10
2.5 ชานอ้อย	10
2.6 การตกผลึกในพอลิเมอร์	11
2.7 Trimethyl propane trimethylacrylate	14
2.8 กระบวนการฉายรังสี	16
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน	
3.1 วัสดุและสารเคมีที่ใช้	20
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง	21
3.4 การทดสอบ	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การศึกษาสมบัติเชิงกล	25
4.2 การศึกษาสมบัติทางความร้อน	32
4.3 การศึกษาการดูดซับน้ำ	35
4.4 การศึกษาสัณฐานวิทยา	36
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 ผลสรุปที่ได้จากงานวิจัย	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
ภาคผนวก	41
เอกสารอ้างอิง	48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงสูตรผสมพลาสติกที่ใช้ในการศึกษา	21
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความแข็งแรงดึงของคอมพอสิตจากเครื่อง Tensile tester	41
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละ การยืดออก ณ จุดขาดของคอมพอสิต	41
ตารางที่ 4.3 แสดงค่ามอดุลัสของคอมพอสิต	42
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของคอมพอสิต	42
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งของคอมพอสิต	43
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความทนทานต่อการขีดถูของคอมพอสิต	43
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอุณหภูมิหลอมผลึกคอมพอสิต	44
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าอุณหภูมิในการตกผลึกของคอมพอสิต	44
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกของคอมพอสิต	45
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำของคอมพอสิต	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 แสดงสูตร โครงสร้างของเซลลูโลส	11
รูปที่ 2.2 แสดงหน่วยที่ซ้ำกันของลิกนิน	11
รูปที่ 2.3 แสดงสูตร โครงสร้างของ TMPTM	14
รูปที่ 2.4 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของเส้นใยเซลลูโลสที่ทำการปรับสภาพผิวด้วย MAPP	15
รูปที่ 4.1 แสดงค่าความแข็งแรงดึงของคอมพอสิตจากเครื่อง Tensile tester	26
รูปที่ 4.2 แสดงคาร์บอนที่หลุดออก ณ จุดขาดของคอมพอสิต	27
รูปที่ 4.3 แสดงค่ามอดุลัสของคอมพอสิต	28
รูปที่ 4.4 แสดงค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของคอมพอสิต	29
รูปที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งของคอมพอสิต	30
รูปที่ 4.6 แสดงค่าความทนทานต่อการกัดกร่อนของคอมพอสิต	31
รูปที่ 4.7 แสดงค่าอุณหภูมิการหลอมผลึกของคอมพอสิต	32
รูปที่ 4.8 แสดงค่าอุณหภูมิในการตกผลึกของคอมพอสิต	33
รูปที่ 4.9 แสดงค่าพลังงานในการหลอมผลึกของคอมพอสิต	34
รูปที่ 4.10 แสดงคาร์บอนที่หลุดออกจากการดูดซับน้ำของคอมพอสิต	35
รูปที่ 4.11 แสดงภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอสิต ที่ทำการต่อกึ่งด้วย TMPTM 10%	36
รูปที่ 4.12 แสดงภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอสิต ที่ทำการฉายรังสีแกมมา 10 kGy และต่อกึ่งด้วย TMPTM 10%	36
รูปที่ 4.13 แสดงภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอสิต ที่ทำการฉายรังสีแกมมา 20 kGy และต่อกึ่งด้วย TMPTM 10%	37
รูปที่ 4.14 แสดงภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอสิต ที่ทำการฉายรังสีแกมมา 30 kGy และต่อกึ่งด้วย TMPTM 10%	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

พลาสติกจัดเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง จึงมีผู้คิดค้นวิธีการปรับปรุงสมบัติเพื่อให้ได้พลาสติกที่มีคุณภาพดีขึ้นและลดต้นทุนการผลิต วิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้คือการทำพอลิเมอร์คอมพอสิต ซึ่งสามารถนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน เช่น ในงานก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ และบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และ พอลิพรอพิลีน เป็นพลาสติกที่นิยมนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆมากมาย และเพื่อเป็นการพัฒนาสมบัติของพอลิเมอร์นี้ ได้มีผู้ให้ความสนใจศึกษาหาสารตัวเติมที่เหมาะสมและราคาถูก พบว่าเส้นใยลิกโนเซลลูโลสเป็นวัสดุที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากก่อให้เกิดประโยชน์คือ

1. มีความหนาแน่นต่ำ
2. ลดต้นทุนการผลิต
3. ไม่ทำลายธรรมชาติ
4. สามารถใช้เป็นสารตัวเติมในปริมาณมากได้
5. ใช้พลังงานในการผลิตต่ำ
6. สามารถเลือกใช้เส้นใยได้หลายชนิด
7. สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ
8. เป็นการลดกากของเสียวิธีหนึ่ง

ซานอ้อยเป็นเส้นใยลิกโนเซลลูโลสชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นกากที่เหลือจากการบดคั้นอ้อยในการผลิตน้ำตาล ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต กระดาษ ฟู๊ย เชื้อเพลิง และอื่นๆ จึงคิดแปลงนำมาเป็นสารตัวเติมในพอลิเมอร์ โดยต้องมีการปรับปรุงสมบัติพลาสติกหรือเส้นใย ทั้งในด้านเสถียรภาพทางความร้อนระหว่างกระบวนการ การกระจายตัว และการยึดติดของเส้นใยซึ่งเป็นวิฤภาคที่มีข้อจำกัดกับพอลิเมอร์ซึ่งเป็นวิฤภาคที่ไม่มีข้อ

ในการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารเชื่อมโยง การฉายรังสี วิธีการฉายรังสีพลังงานสูง เช่น รังสีแกมมา และรังสีจากลำอิเล็กตรอน จัดเป็นทางเลือกใหม่ที่ น่าสนใจ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ประหยัดและมีมลพิษต่ำ

โรงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาการนำซานอ้อยมาใช้เป็นสารตัวเติมในพอลิเมอร์ผสม

ระหว่างพอลิพรอพิลีน/พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ได้มาจากขวดน้ำพลาสติกที่เหลือใช้ นำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า มาผสมกับพอลิพรอพิลีนเพื่อปรับปรุงสมบัติ จากนั้นนำมาใส่สารตัวเติม(เส้นใยอ้อย)ที่ได้ผ่านการไม่ผ่านการใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉายรังสี โดยที่เส้นใยเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาคลิเธียม และเข้าทำปฏิกิริยากับ มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์แล้วทำการศึกษาหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์คอมพอสิตนี้เพื่อการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความเป็นมาของโครงการงาน

ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านให้ความสนใจในการศึกษาค้นคว้าการนำเส้นใยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ร่วมกับพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ โดยวิธีต่างๆดังนี้

Kessira และ Ricard²¹ ได้ทำการศึกษาถึงผลของการตอ้งด้วยเมทิลเมทาคริเลท (MMA) และอะคริโลไนไตร (AN) ลงบนชานอ้อย และเส้นใยจากต้นยูคาลิปตัส ชานอ้อยที่นำมาศึกษามีส่วนประกอบเป็น เซลลูโลส 95.81 % ลิกนิน 2.64% Pentosan-c 0.99 % โขเคียมไฮดรอกไซด์ 0.56 % และน้ำ จากการศึกษาสมบัติทางความร้อนของการตอ้งด้วยอะคริโลไนไตร ลงบนพื้นผิวของเส้นใยที่สภาวะต่างๆ กันพบว่าสามารถใช้ได้ทั้งน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์เป็นตัวกลางในการทำปฏิกิริยา ส่วนการตอ้งด้วย เมทิลเมทาคริเลท ลงบนเส้นใยอ้อย และเส้นใยยูคาลิปตัส ศึกษาถึงการบวมตัวของเส้นใย และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาของมอนอเมอร์ สามารถตรวจสอบการตอ้ง จากการศึกษาเสถียรภาพทางความร้อนของเส้นใย โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่สูญเสียไป นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาเส้นใยที่ทำการตอ้งและไม่ตอ้งด้วยเครื่อง ทดสอบสมบัติทางความร้อน(DSC) และเครื่องทดสอบสมบัติทางความร้อน (TGA) พบว่าการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตช่วยทำให้เส้น ใยอ้อยมีเสถียรภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้น

Bashar และคณะ³ ได้เตรียมพลาสติกคอมพอสิตจากไม้ไผ่ และ Methyl methacrylate (MMA) โดยทำการฉายรังสีแกมมาที่ได้จาก Co-60 ที่ความเข้ม 1 Mrad ลงบนเส้นใยไผ่ที่ผ่านการขัดแล้วจุ่มลงในสารละลายของ MMA และเมทานอล นอกจากนี้มีการเติมสารเติมแต่งชนิดต่างๆ เช่น N-Vinyl pyrrolidone (NVP) ,Tripropylene glycol diacrylate (TPGDA) ,Trimethyl propane triacrylate (TMPTA) , LiNO₃ ,และยูเรีย ลงในมอนอเมอร์เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความแข็งแรงดึง (Tensile strength) แล้วทำการหาเปอร์เซ็นต์ของพอลิเมอร์ที่บรรจุ (Polymer loading) อยู่ในคอมพอสิต พบว่าสารเติมแต่งที่ส่งผลในการเพิ่มค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดคือ ลิเทียม ซึ่งเพิ่มค่าความแข็งแรงดึงสูงถึง 43 % และค่าความแข็งแรงดึง 59% รองลงมาคือ TMPTA ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงดึง 38 % ที่ส่วนผิวของ ไม้ไผ่และ 31% ที่ส่วนกลางของ ไม้ไผ่ และเมื่อใช้ TMPTAผสมกับลิเทียม เป็นสารเติมแต่งร่วม (Coadditive) จะให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดคือ 48 %

Mubarak , Khan และ Idriss Ali⁴ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การตอ้งของ MMA บนเส้นใยปอกระเจา โดยการทำให้พลาสติกคอมพอสิตจากปอกระเจา ปรับปรุงพื้นผิวด้วยการฉายรังสีแกมมาบนปอกระเจาและเมทิลเมทาคริเลท (MMA) ที่ละลายอยู่ในเมทานอลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การตอ้งจะสูงสุดเมื่อความเข้มข้นของ MMA 70% ด้วยอัตราการฉายรังสี 500 krad/h. และปริมาณรังสีทั้งหมด 1000 krad นอกจากนี้พบว่า การใส่สารเติมแต่งคือ N-vinyl pyrrolidone (NVP), Urea, Tripropylene glycol diacrylate (TPGDA) ลงไปเพียง 1% ทำให้เปอร์เซ็นต์

ไม่มีการฉีกใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อกิ่งเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อเปอร์เซ็นต์การต่อกิ่งมากกว่า 17 % ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงและการยืดตัวน้อยกว่าเส้นใยปอกระเจาที่ไม่ได้ต่อกิ่ง ส่วนค่าการดูดซับน้ำ (Water absorption) ลดลงเมื่อค่า % grafting เพิ่มขึ้น และเมื่อนำพลาสติกคอมพอสิตไปทดสอบด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่า MMA ต่อกิ่งบนเส้นใยปอกระเจาที่หมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) ของโซ่หลักเซลลูโลส

Dilli และ Garnett ศึกษาการทำการต่อกิ่งโดยการฉายรังสีพร้อมกัน (Simultaneous grafting) ของ มอนอเมอร์ บนเส้นใยเซลลูโลส พบว่าปริมาณรังสีที่น้อยกว่า 1 Mrad มีผลทำให้เกิดการต่อกิ่ง 52-100 % W/W ซึ่งการทำการต่อกิ่งด้วยการฉายรังสีก่อน (Preirradiation grafting) ใช้ปริมาณรังสี น้อยกว่า 1 Mrad มีผลทำให้เกิดการต่อกิ่งมากกว่า 25% W/W การเกิดอนุมูลบนตัวทำละลาย และมอนอเมอร์ จะเพิ่มการต่อกิ่งโดยปฏิกิริยาการส่งผ่าน ของสายโซ่โดยเกิดปลายเริ่มต้นหรือโดยปฏิกิริยาการรวมตัวเกิดเป็นสายโซ่พอลิเมอร์ การทำการฉายรังสีก่อน (Preirradiation) ในอากาศที่มีออกซิเจน จะทำให้เกิดหมู่เปอร์ออกไซด์ และ ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ โดยที่หมู่เปอร์ออกไซด์ จะสลายตัวเกิดเป็นอนุมูลอิสระบนโซ่หลักทำให้เกิดการต่อกิ่งที่บริเวณนั้น ส่วนหมู่ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เมื่อเกิดการสลายตัวจะให้หมู่ไฮ-ดรอกซิลที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระซึ่งสามารถทำให้เกิดไฮโมพอลิเมอร์ได้

Agarwal และ Sreenivasan ศึกษาเกี่ยวกับการต่อกิ่งมอนอเมอร์ ไวนิลด้วยการเหนี่ยวนำการแผ่รังสี โดยใช้โคบอลต์-60 เป็นแหล่งให้พลังงานบนเส้นใยปอกระเจาซึ่งเป็นเส้นใยติกโนเซลลูโลส โดยซึ่งมีน้ำและเมทานอลเป็นสารช่วยในการบวมตัว (Swelling agent) ภายใต้บรรยากาศ ที่ปราศจากออกซิเจน ในการทดลองใช้ไวนิลอะซิเตต สไตรีน อะคริโลไนไตรด์ และเมทิลเมทาคริเลตเป็นมอนอ-เมอร์ ผสมกับเส้นใยปอกระเจา พบว่า อัตราการใช้ปริมาณรังสีขึ้นกับคีกรีของพอลิเมอร์ที่ใช้ (polymer loading) บนเส้นใย ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละมอนอเมอร์ โดยปริมาณรังสีที่ต้องการของ ไวนิลอะซิเตต < สไตรีน < อะคริโลไนไตรด์ < สไตรีนที่ผสมกับอะคริโลไนไตรด์ < สไตรีนที่ผสมกับเมทิลเมทาอะคริเลต < เมทิลเมทาอะคริเลต และเมื่อนำสไตรีนผสมกับมอนอเมอร์ตัวอื่นเช่น เมทิลเมทาอะคริเลต และอะคริโลไนไตรด์จะทำให้ปริมาณความต้องการรังสีลดลง

เป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Das Gupta พบว่าเปอร์เซ็นต์พอลิเมอร์ไรเซชันของมอนอเมอร์ตัวอื่นๆ จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการฉายรังสีจนถึงแค่ 0.7 Mrad และความต้องการ 0 ปริมาณรังสีจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกิด ไฮโมพอลิเมอร์ ขึ้น จนถึงค่าสูงสุดปริมาณหนึ่ง ค่าจะคงที่ ในกรณีไวนิลอะซิเตต เมื่อเพิ่มปริมาณการฉายรังสีจาก 2.5-4.0 Mrad ปริมาณการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันจะเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อเพิ่มพอลิเมอร์ที่ใช้ การต่อกิ่งสูงสุดของแต่ละมอนอเมอร์เป็นดังนี้ ไวนิลอะซิเตต 33 % สไตรีน 53 % สไตรีนที่ผสมกับอะคริโลไนไตรด์ 73 % เมทิลเมทาคริเลต 86 % และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงงานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สไตรีนที่ผสมกับมทิลเมทาคริเลต 93 %

Mazumder และ Rapson ศึกษาการทำการต่อกิ่งพอลิเมอร์ของ Styrene บนเส้นใยปอกระเจา ที่ทำการฟอกขาวแล้ว โดยใช้เทคนิคการฉายรังสีพร้อมกันและ เทคนิคการฉายรังสีก่อน ในเทคนิค แรก พอลิสไตรีนจะต่อกิ่งบนเส้นใยโดยฉายรังสีไปที่ของผสมระหว่างเส้นใยปอกระเจาและสไตรีน ด้วยรังสีแกมมา โดยใช้ เอทานอล เมทานอล กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก ไดเมทิลฟอมาไมด์ และ ไดเม ทิลซัลฟอกไซด์ เป็น สารช่วยในการบวมตัว ช่วยในการต่อกิ่ง ถ้าไม่เติม สารช่วยในการบวมตัวจะ ไม่เกิดการต่อกิ่ง และการต่อกิ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ สารละลาย/สารช่วยในการบวมตัว จนถึง ปริมาณหนึ่งแล้วการต่อกิ่งจะลดลง พบว่าการเพิ่มปริมาณการฉายรังสีจะเพิ่มปริมาณ % การต่อกิ่ง อย่างช้าๆ จนถึง 2 Mrad แล้วเพิ่มอย่างต่อเนื่องเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มปริมาณการต่อกิ่ง เมื่อให้ความร้อนเกิดเนื่องจาก เมื่อให้ความร้อน เกิดการริเริ่มที่ต่อเนื่องของปฏิกิริยาการเกิดพอลิ เมอร์ โดยอนุมูลอิสระบนเส้นใย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเส้นใยอ้อย มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ นอกจากการทำเยื่อกระดาษ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับสภาพผิวเส้นใยด้วยการฉายรังสีในปริมาณ 10 20 และ 30 kGy พร้อมทั้งใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์
3. เพื่อศึกษาหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการผลิตพอลิเมอร์คอมพอสิตจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงและพอลิพรอพิลีนกับเส้นใยอ้อย
4. เพื่อศึกษาผลของชนิดเส้นใยอ้อยที่มีต่อคุณสมบัติของคอมพอสิต

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติของคอมพอสิตจากพอลิเมอร์ผสมระหว่าง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงและพอลิพรอพิลีนกับเส้นใยอ้อย เมื่อไม่ปรับสภาพผิวเส้นใยและปรับสภาพผิวเส้นใยโดยการฉายรังสีพร้อมทั้งใช้ มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ 10 % โดยน้ำหนักของเส้นใยอ้อย
2. ศึกษาความแตกต่างของคอมพอสิตที่ทำจากเส้นใยที่ผ่านการฟอกจาก โรงงานน้ำตาลและเส้นใยที่ได้จากร้านค้าที่หีบทำน้ำอ้อย

1.5 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

1. นำขานอ้อยมาทำการปรับสภาพผิวโดยการฉายรังสีพร้อมทั้งใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ (ไตรเมทิลโพรเพน ไตรเมทิลอะคริเลท :TMPTM)
2. นำ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และ เม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีน มาผสมในเครื่องผสมแบบเกลียวหนอนเดี่ยว (Single screw extruder)
3. นำพอลิเมอร์ผสม(พอลิเมอร์เบสตันด์) มาบดคัดเป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้เครื่องตัดชิ้นงาน
5. นำขานอ้อยและพอลิเมอร์ผสมที่ได้ในข้อ 3 มาผสมกันในเครื่องผสมแบบเกลียวหนอนเดี่ยว
4. นำคอมพอสิตที่ได้มาบดคัดเป็นชิ้นเล็กๆ
5. นำไปขึ้นรูปเป็นคัมเบลล์และ Izod โดยใช้เครื่อง ฉีดขึ้นรูปพลาสติก(Injection molding machine)
6. นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และการดูดซับน้ำ
7. สรุปผลการวิจัยเพื่อนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ทราบถึงความสามารถในการใช้สารเคมี และปริมาณรังสีในการช่วยปรับสภาพผิวเส้นใย ในการปรับปรุงสมบัติการยึดติดกับพอลิเมอร์
- 2.ทราบถึงปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติการยึดติดและการกระจายระหว่าง เส้นใยกับพอลิเมอร์
- 3.ทราบถึงชนิดเส้นใยย่อยที่เหมาะสมที่สุดในการทำพอลิเมอร์คอมพอสิตระหว่างเส้นใยที่ ได้จากโรงงานน้ำตาลและเส้นใยที่ได้จากร้านค้า
- 4.ทราบถึงความเป็นไปได้ที่จะนำพอลิเมอร์คอมพอสิตที่เตรียมได้ไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 พอลิเมอร์คอมพอสิต

พอลิเมอร์คอมพอสิต เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปโดยแยกเป็นคนคนละวัฏภาค โดยที่พอลิเมอร์คอมพอสิตนั้นจะต้องมีส่วนประกอบอย่างน้อยหนึ่งส่วนเป็นพอลิเมอร์ ซึ่งเรียกว่า แมตริกซ์ และอีกส่วนเป็นวัสดุอื่นเรียกว่า วัฏภาคกระจายตัว (Disperse phase) ซึ่งเป้าหมายในการทำคอมพอสิตคือ เพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกล เช่น ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียว เป็นต้น รวมทั้งการลดต้นทุนในการผลิต

สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์คอมพอสิตขึ้นกับปริมาณสารตัวเติม รูปร่างของวัสดุ และพื้นผิวสัมผัส การจัดเรียงของวัฏภาคที่เป็นแอนไอโซโทรปิก (Anisotropic phase) ให้อยู่ในทิศทางที่เหมาะสมและแน่นอนนั้นเป็นสิ่งสำคัญ และวัสดุที่มีความเป็นแอนไอโซโทรปิกมากจะยิ่งส่งผลกระทบต่อสมบัติของคอมพอสิตมากด้วย สารเสริมแรงประเภทเส้นใยและเป็นเกร็ดจะส่งผลกระทบต่อคอมพอสิตมากกว่าสารเสริมแรงที่เป็นทรงกลม กล่าวคือทรงกลมจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปร่างของช่องว่างภายในคอมพอสิต ที่สามารถลดการผ่านแรงในการเคลื่อนไหวที่ส่งผ่านไปยังอนุภาคที่เป็นแอนไอโซโทรปิกได้

สำหรับคอมพอสิตระหว่างพอลิเมอร์กับไม้ได้มีการศึกษาพบว่า ไม้ที่ผ่านกระบวนการทางวิธีเชิงกลจะยังคงมีลิกนิน และ ไชธรรมชาติที่เหลืออยู่ทำให้ช่วยในการกระจายตัวภายในพอลิเมอร์ที่ไม่มีขั้ว แต่ในขณะเดียวกัน ไม้ที่ประกอบด้วยลิกนินและสารประกอบอื่นๆ อาจจะไปลดการเกิดพอลิเมอร์และกระบวนการต่อกิ่งโดยวิธีการฉายรังสี เนื่องจากสารประกอบเหล่านี้จะเป็นตัวจับอนุมูลอิสระ ดังนั้น ไม้ที่ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักจะส่งผลดีสำหรับการต่อกิ่งโดยวิธีการฉายรังสี

2.2 พอลิพรอพิลีน (PP)⁶

พอลิพรอพิลีน (PP) เป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักเบา มีจุดหลอมเหลวปานกลาง ใช้ในการผลิตท่อ แผ่นพลาสติก ภาชนะเป่าขึ้นรูปและเส้นใย ปกติไม่สามารถสังเคราะห์พอลิเมอร์ของแอลฟา-โอเลฟิน โดยตัวเร่งอนุมูลอิสระหรือตัวเร่งไอออนิก อะแทกติกพอลิพรอพิลีน (aPP) สามารถสังเคราะห์จากกรดทิวอิสและสารประกอบออร์กาโนเมทัลลิก แต่มีโซ่กิ่งมาก มี T_g ต่ำกว่าอุณหภูมิห้องคือ -20 องศาเซลเซียส จึงไม่มีประโยชน์เชิงพาณิชย์ ต่อมาพบว่าตัวเร่งชนิด Ziegler สามารถผลิตพอลิพรอพิลีนที่มีสเตอริโอเคมีได้ พอลิเมอร์ที่มีความเป็นผลึกสูง เรียกว่า ไอโซแทกติกพอลิพรอพิลีน (iPP) อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับ HDPE พบว่าการสังเคราะห์แอลฟา-โอเลฟินด้วยสารประกอบโคออร์ดิเน-

ชั้นเกิดช้าและซับซ้อนกว่า ไอโซเทกติกพอลิพรอพิลีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (150,000-1,500,000) สังเคราะห์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแบบ heterogeneous ของ Titanium(III) chloride กับตัวเร่งร่วม สารประกอบ organoaluminium เช่น diethylaluminium chloride ตัวเร่งปฏิกิริยาแขวนลอยอยู่ในสารไฮโดรคาร์บอน ช่วยส่งผ่านความร้อน อุณหภูมิของปฏิกิริยา 50-80 องศาเซลเซียส และความดัน 25 บรรยากาศ อาจใช้ไฮโดรเจนเป็นตัวถ่ายโอนโซ่เพื่อควบคุมน้ำหนักโมเลกุล สำหรับซินไดโอเทกติกพอลิพรอพิลีน (sPP) สังเคราะห์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาแบบ homogeneous Ziegler-Natta ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ ไอโซเทกติกพอลิพรอพิลีน ซิน ไดโอเทกติกพอลิพรอพิลีนมีจุดหลอมเหลวต่ำและละลายในตัวทำละลาย หากเปรียบเทียบกับ HDPE พบว่า iPP ที่ขายอยู่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า HDPE มีความเป็นผลึกต่ำกว่าเล็กน้อยและทนต่อการแตกร้าวมากกว่า

2.3 พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE)

ผลิตขึ้นในเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ปี ค.ศ.1955

การเตรียมพอลิเมอร์ วิธีการเตรียมพอลิเมอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีหลายวิธีที่สำคัญ ได้แก่

ก. กระบวนการ Ziegler

ตัวเร่งที่ใช้ได้แก่ ไทเทเนียมเตตระคลอไรด์-อะลูมิเนียมอัลคิล ($TiCl_4-R_3Al$) ที่ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศเพียงเล็กน้อย (2-4 บรรยากาศ) และอุณหภูมิ 50-75 องศาเซลเซียส ในตัวกลางเฉื่อย เช่น เฮปเทน โทลูอิน และในบรรยากาศไนโตรเจน เนื่องจากพอลิเอทิลีนไม่ละลายในตัวกลางเฉื่อย ดังนั้นเมื่อเกิดเป็นพอลิเมอร์แล้วจะตกตะกอนออกมา หลังจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันสิ้นสุด ตัวเร่งจะถูกทำลายลงโดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล เอทานอล สารทั้งหมดที่เกิดขึ้น (ยกเว้นพอลิเมอร์) สามารถถูกสกัดออกไปโดยกรดไฮโดรคลอริกในแอลกอฮอล์ แล้วนำพอลิเมอร์ที่ได้ไปเหวี่ยง แล้วทำให้แห้ง

ข. กระบวนการฟิลลิปส์ (Phillips process)

กระบวนการนี้ใช้โครเมียมออกไซด์ (CrO_3) ที่มีตัวพวงเช่นซิติกาหรืออะลูมินาเป็นตัวเร่งในตัวกลางเฉื่อย เช่น ไซโคลเฮกเซน ภาวะของปฏิกิริยาอยู่ระหว่างกลางของกระบวนการความดันสูงที่ใช้เตรียมพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำและกระบวนการ Ziegler ความดันที่ใช้ทั่วไป 30-40 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 90-160 องศาเซลเซียส

ค. กระบวนการสแตนคาร์คอยด์ (Standard Oil process)

กระบวนการนี้คล้ายคลึงกับกระบวนการฟิลลิปส์มาก ตัวเร่งที่ใช้ได้แก่ออกไซด์ของโลหะ เช่น โมลิบดีนัมไดออกไซด์ (MoO_3) บนตัวพวง เช่น อะลูมินา (Al_2O_3) ไทเทเนียมไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นเป็นประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(TiO₂) หรือเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (ZrO₂) ความดันที่ใช้ 40-100 บรรยากาศและอุณหภูมิของปฏิกิริยาอยู่ในช่วง 200-300 องศาเซลเซียส

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง มากกว่าร้อยละ 40 ใช้ในการผลิตขวดพลาสติกและภาชนะบรรจุของอื่นๆ เช่น ภาชนะบรรจุกรดและเบส เคมีภัณฑ์ สารชำระล้าง อีกประมาณร้อยละ 20 ใช้ทำของใช้ในครัวและของเด็ก ส่วนที่เหลือใช้ทำฟิล์มเพื่อห่อหุ้มของและอาหาร ถุงพลาสติก (ถุงร้อน) ทำสายยาง ใช้หุ้มสายไฟ และอื่นๆ

2.4 พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงและพอลิพรอพิลีน (HDPE/PP blend)

การผสมพอลิเมอร์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน (polymer blend) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ได้เป็นอย่างดี นอกเหนือจากการปรับปรุงสมบัติโดยใช้กระบวนการตัดแปลงโครงสร้างทางเคมี (chemical modification) หรือการปรับปรุงสมบัติโดยใช้สารเคมี การผสมพอลิเมอร์เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง โดยการนำพอลิเมอร์ที่มีสมบัติเด่นมาผสมกับพอลิเมอร์ที่ต้องการ

สำหรับกระบวนการผสมพอลิเมอร์นั้นพบว่า การผสมพอลิเมอร์แบบเชิงกลมีการใช้กันมากในอุตสาหกรรม เพราะว่าการผสมวิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด และสามารถผสมได้ในปริมาณมาก นอกจากนี้การผสมแบบเชิงกลยังช่วยให้การผสมเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ผสมเป็นไปค่อนข้างดีด้วย ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมแบบเชิงกลในอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ ได้แก่ เครื่องอัดรีด (Extruder) เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two rolls mill) และเครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer)

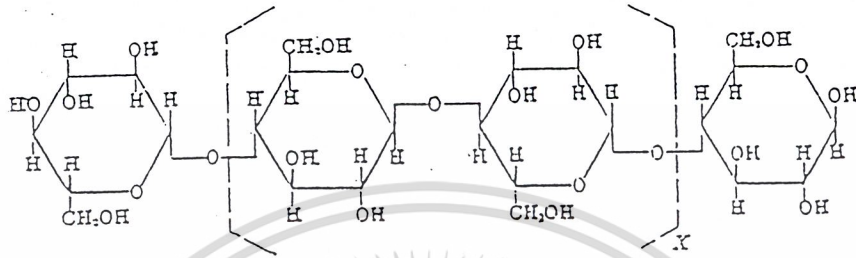
การนำพอลิพรอพิลีนมาผสมกับพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงในเครื่องอัดรีด (Extruder) ทำให้มีการปรับปรุงสมบัติของพอลิพรอพิลีนเพื่อให้ทนทานต่อแรงกระแทกได้ดีขึ้น เมื่อผสมกับพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง

2.5 ชานอ้อย

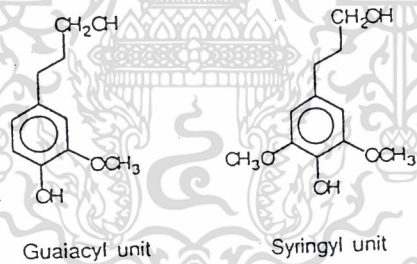
ชานอ้อยเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากการบดต้นอ้อยในลูกกลิ้ง เพื่อให้ได้น้ำตาล ซึ่งชานอ้อยเป็นสารที่ประกอบด้วย ลิกนินและเซลลูโลส ซึ่งรวมเรียกว่า ลิกโนเซลลูลิก

เส้นใยอ้อยมีลักษณะ โครงสร้างขดเป็นวง มีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 1.0-4.0 mm. และกว้าง 0.010-0.04 mm. ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือเซลลูโลส เนื่องจากเซลลูโลสมีหมู่ไฮดรอกซิลถึง 3 หมู่ซึ่งสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสจึงมากประกอบกับการจัดตัวอย่างเป็นระเบียบของหน่วยที่ซ้ำๆ กันในโมเลกุล เซลลูโลสจึงมีความเป็นผลึกสูงมาก เป็นเหตุให้เซลลูโลสมีอุณหภูมิการหลอมตัวสูงมาก เกิดการสลายตัวก่อนอุณหภูมิหลอมตัว และมีความสามารถในการละลายต่ำมาก เมื่อพยายามละลายเซลลูโลสในตัวทำละลายที่มีสภาพขั้วสูง รวมทั้งน้ำ

เซลล์ulosปรากฏเพียงขยายตัวออกหรือบวม(Swell) ขึ้นเล็กน้อยเท่านั้นในแหล่งของโมเลกุลที่เป็นอ
 ัตถฐาน



รูปที่ 2.1 แสดงสูตร โครงสร้างของเซลล์ulos⁸



รูปที่ 2.2 แสดงหน่วยที่ซ้ำกันของลิกนิน³

2.6 การตกผลึกในพอลิเมอร์

การตกผลึก (Crystallization) ในพอลิเมอร์เป็นกระบวนการจัดเรียงตัวของโครงสร้างส่วนที่
 ไม่เป็นระเบียบ (Disordered phase) โดยปกติจะอยู่ในรูปภาวะที่หลอมเหลว หรือสารละลายเจือจาง
 ให้เป็นโครงสร้างที่เป็นระเบียบ ขั้นตอนการตกผลึกในพอลิเมอร์โดยทั่วไปมี 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ได้แก่

1. การเกิดนิวเคลียส (Nucleation) ขั้นตอนนี้เกิดเนื่องจากการหลอมเหลวของพอลิเมอร์ซึ่งจะ
 เกิดแนวโน้มน้ำที่ทำให้โมเลกุลที่พันกันอย่างอิสระในพอลิเมอร์หลอมเหลว เริ่มจัดตัวเป็นบริเวณที่มี
 ความเป็นระเบียบเล็กๆ ขึ้น ซึ่งเรียกว่า นิวเคลียส (Nuclei) สำหรับการเกิดนิวเคลียสสามารถแบ่งได้

ออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แนวโน้มสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1. การเกิดนิวเคลียสจากโซ่โมเลกุลของตัวเอง (Homogenous nucleation) เกิดจากการที่โซ่โมเลกุลมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา จนกระทั่งโซ่โมเลกุลเข้ามาใกล้กันระยะหนึ่ง จะเกิดแรงดึงดูดกัน เกิดเป็นนิวเคลียสพร้อมกับคายพลังงานออกมา

1.2. การเกิดนิวเคลียสโดยอาศัยสารภายนอก (Heterogeneous nucleation) พบมากในพอลิเมอร์ทั่วไป ขั้นตอนการเกิดนิวเคลียสจะใช้สารแปลกปลอม เช่น สารก่อนิวเคลียส (Nucleating agent) สารปนเปื้อน (Impurity) เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นนิวเคลียสให้โซ่พอลิเมอร์มายึดเกาะ การเกิดนิวเคลียสแบบนี้เกิดได้ง่ายกว่า เนื่องจากการใช้ซูเปอร์คูลิ่ง (Supercooling) ที่ลดน้อยลง ซึ่งซูเปอร์คูลิ่ง หมายถึง ช่วงการให้ความเย็นของพอลิเมอร์หลอมเหลวให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลว โดยปราศจากการเกิดผลึกและในบางครั้งจะเรียกว่าอันเดอร์คูลิ่ง (Undercooling) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างจุดหลอมเหลวกับอุณหภูมิในการตกผลึก

2. การเติบโต (Growth) ขั้นนี้นิวเคลียสจะมีการขยายตัวเนื่องจากการรวมตัวของสายโซ่โมเลกุล ซึ่งการขยายตัวจะทำใน 1, 2, 3 มิติก็ได้ ผลึกสามารถเกิดรูป Rods, Disc หรือ Sphere การขยายตัวเนื่องจากการรวมตัวของโซ่โมเลกุลขนาดใหญ่มาจัดเรียงตัวในผลึก ซึ่งเรียกว่าลามลลา (Lamellar) จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงรัศมีของสเฟียรูไลต์ (Spherulite) สัมพันธ์กับเวลาในเชิงเส้นตรงดังสมการ

$$R = Vt$$

เมื่อ V เป็นอัตราการเติบโต (Growth step)

R เป็นรัศมีของสเฟียรูไลต์

t เป็นเวลา

สำหรับอัตราการเติบโตขึ้นกับอุณหภูมิในการตกผลึก พบว่าอัตราการเติบโตจะมีค่าต่ำเมื่ออุณหภูมิการตกผลึกใกล้เคียงกับอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิเมอร์นั้น เมื่อซูเปอร์คูลิ่งสูงขึ้น อัตราการเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าสูงสุด จากนั้นก็ลดลงมาอีกครั้งต่างๆ ที่อุณหภูมิการตกผลึกห่างจากอุณหภูมิการหลอมเหลวมากขึ้นที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ความหนืดที่เพิ่มขึ้นทำให้โซ่โมเลกุลเคลื่อนที่มารวมตัวทำให้เกิดการขยายตัวของผลึกลดน้อยลง จึงส่งผลให้อัตราการเติบโตลดลง

การตรวจสอบสเฟียรูไลต์ของพอลิพรอพิลีน โดยใช้ X-ray diffraction พบว่าในผลึกนั้นประกอบด้วย 2 ยูนิตเซลล์ ได้แก่ ยูนิตเซลล์แบบเฮกซะโกนอล (Hexagonal unite cell) และยูนิตเซลล์แบบโมโนคลีนิก (Monoclinic unite cell) ซึ่งสเฟียรูไลต์ที่สว่างจะเป็นยูนิตเซลล์แบบเฮกซะโกนอล ส่วนสเฟียรูไลต์ที่มีมืดมักจะเป็นยูนิตเซลล์แบบ โมโนคลีนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ประเภทและลักษณะสารก่อนิวเคลียส

สารก่อนิวเคลียส เป็นสารเติมแต่งชนิดหนึ่ง que เติมลงไป เพื่อทำให้เกิดนิวเคลียสในการตกผลึกแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Heterogeneous nucleation) สารประเภทนี้เพิ่มอัตราการตกผลึกให้สูงขึ้น ส่งผลให้สเฟียรูไลต์ที่มีขนาดเล็กลงแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปพอลิเมอร์จะเกิดการตกผลึกจากสภาวะการหลอม โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ต้องมีโครงสร้าง โมเลกุลเอื้ออำนวยในการก่อให้เกิดบริเวณผลึก ถ้าโซ่โมเลกุลหลักมีการเคลื่อนที่ไม่เพียงพอ มีหมู่ข้างเคียงขนาดใหญ่ หรือมีกิ่งก้านสาขามาก จะเป็นการขัดขวางการตกผลึก
2. อุณหภูมิการตกผลึกต้องต่ำกว่าจุดหลอมเหลว แต่ต้องไม่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิการไหลตัวคล้ายแก้ว (T_g) เพราะช่วงนี้โซ่โมเลกุลมีการเคลื่อนที่เพียงพอสำหรับการก่อให้เกิดผลึก
3. การตกผลึกจะต้องเริ่มจากการเกิดนิวเคลียส เพื่อทำให้เกิดบริเวณที่เป็นระเบียบ แล้วจึงขยายตัวให้เป็นสเฟียรูไลต์

สารก่อนิวเคลียสโดยทั่วไปจะต้องมีสมบัติต่างๆ ดังนี้

- ถูกดูดซับเข้าไปในเนื้อพอลิเมอร์ได้
- ไม่ละลายในพอลิเมอร์
- มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าพอลิเมอร์ที่นำมาผสม
- มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพอลิเมอร์หลอมเหลว

อย่างไรก็ตามสารก่อนิวเคลียสที่มีประโยชน์คือพอลิเมอร์ประเภทพอลิโอะเลฟิน คือสารประเภท Organocboxylic acid salt หรือสารที่มีโครงสร้างที่เรียกว่า Alternative layer ซึ่งโครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

- กลุ่มสารมีขั้ว ทำหน้าที่เพิ่มแรงดึงดูดของผลึกเกลือ ทำให้สารก่อนิวเคลียสไม่ละลายในพอลิเมอร์หลอมเหลว
- กลุ่มไม่มีขั้ว ทำหน้าที่เป็นส่วนที่ละลายในพอลิเมอร์หลอมเหลว โดยส่วนใหญ่สารกลุ่มนี้มักเป็นสารทางอินทรีย์

สารกลุ่มนี้มักเป็นสารทางอินทรีย์

สารก่อนิวเคลียสสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. สารเติมแต่งอนินทรีย์ เช่น ดินสอพอง ซิลิกา เป็นต้น
2. สารประกอบทงอินทรีย์ เช่น เกลือของโมโน หรือพอลิของกรดคาร์บอกซิลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (Mono, Poly carboxylic acid) รวมถึงสี (Pigment) ด้วย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

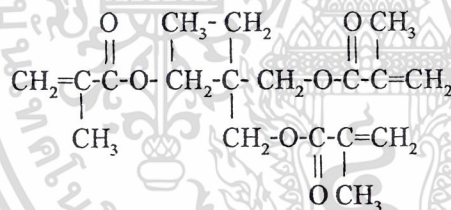
3. สารพอลิเมอร์ เช่น เอทิลีน/อะคริลิก เอสเทอร์ โคลพอลิเมอร์ เป็นต้น

2.7 การปรับสภาพผิวเส้นใย

การปรับสภาพผิวเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ใช้ในโครงการพิเศษนี้คือการใช้ TMPTM

2.7.1 Trimethyl propane trimethacrylate (TMPTM)

เป็นสารประเภท มัลติฟังก์ชัน มีลักษณะ โครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา เป็นสารส่งเสริม และเร่งการเกิดพอลิเมอร์ การเชื่อมโยงของสายโซ่พอลิเมอร์กับเซลลูโลสได้ในหลายๆ ตำแหน่ง ซึ่งกลไกการเชื่อมโยงของ TMPTM กับมอนอเมอร์ในการฉายรังสี จะเป็นการต่อกิ่งของโซ่สาขาที่เป็นหมู่ฟังก์ชันหนึ่งของ TMPTM และจะสร้างพันธะกับมอนอเมอร์โดยการยึดครีงไว้ ต่อมาจะเกิดการแผ่ขยายของสายโซ่ในส่วนปลายด้านอื่นที่ไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นอิสระในการริเริ่มสายโซ่ใหม่โดยผ่าน Scavenging reaction และทำให้เกิดการเชื่อมโยง และเกิดพอลิเมอร์ที่เป็นโซ่สาขาใหม่มากขึ้น โดยสามารถหยุดการเกิดโซ่สาขาใหม่ของพอลิเมอร์ผ่านการเชื่อมโยงของพอลิเมอร์ชนิดเดียวกันในสายโซ่อื่น หรือถูกยึดไว้กับอนุมูลอิสระของ TMPTM สูตรโครงสร้างของ TMPTM มีดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงสูตร โครงสร้างของ TMPTM

และจะขอกกล่าวเพิ่มเติมในวิธีอื่นๆ ดังนี้

2.7.2 Maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) หรือ Epolene wax

มาเลอิก แอนไฮไดรด์ ที่อยู่ในสารเติมแต่ง MAPP เป็นสารปรับปรุงการยึดติดและกระจายของพอลิเมอร์คอมพอสิต ระหว่างพอลิพรอพิลีนที่ไม่มีขั้ว (Hydrophobic phase) กับเส้นใยเซลลูโลสที่มีขั้ว (Hydrophilic phase) สมบัติดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดสมบัติของคอมพอสิต MAPP เป็นสารที่ไม่เพียงแต่จะทำให้ผิวของพอลิพรอพิลีนมีความแข็งมากขึ้น แต่ยังสามารถเกิดการเชื่อมโยงด้วยพันธะโควาเลนต์กับหมู่ไฮดรอกซิลที่อยู่บนผิวของเส้นใยเซลลูโลส

การเกิดพันธะ โควาเลนต์ระหว่างมาเลอิกแอนไฮไดรด์และหมู่ไฮดรอกซิลของเส้นใยเซลลูโลส ได้ถูกวิเคราะห์โดย IR และ ESCA ซึ่งปฏิกิริยาการเกิดพันธะ โควาเลนต์นี้ สามารถแบ่ง

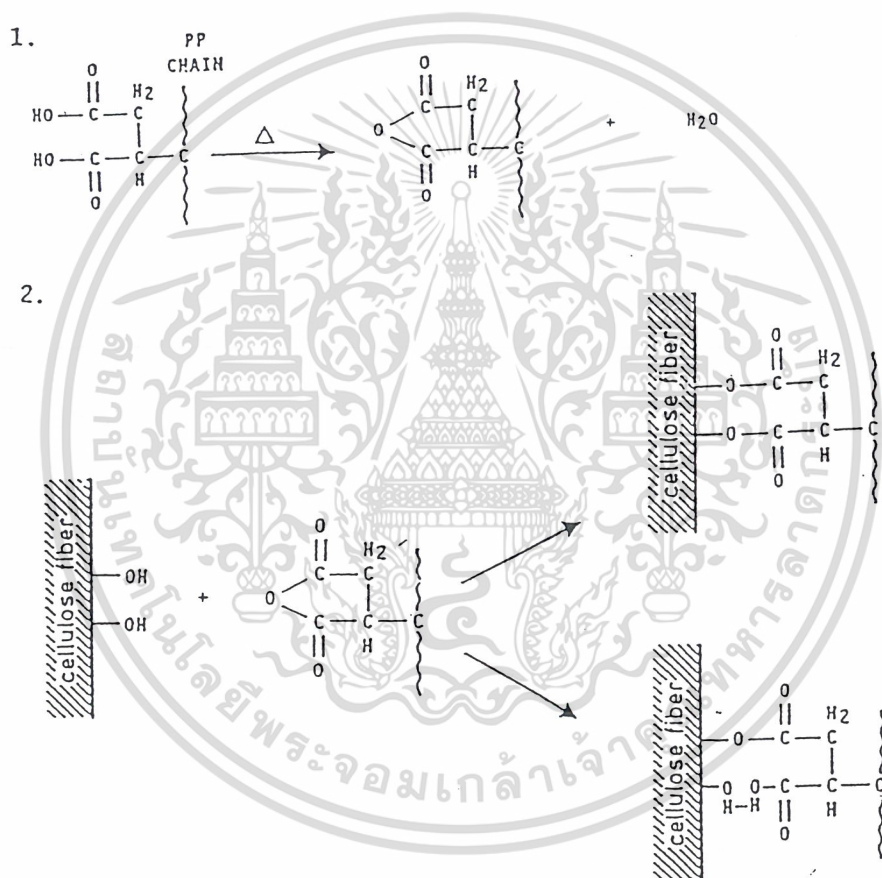
ออกได้ 2 ชั้น คือ 1. การรวมไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 2. ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 Activation of the copolymer

โคพอลิเมอร์จะเปลี่ยนรูปไปเป็นแบบ แอนไฮไดรด์ ซึ่งว่องไวกว่า

ขั้นที่ 2 Esterification of fiber

ทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันกับเส้นใยดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของเส้นใยเซลลูโลสที่ทำการปรับสภาพผิวด้วย MAPP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กระบวนการฉายรังสี

รังสีสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. รังสีที่ทำให้เกิดไอออน

ธาตุ Cobalt-60 , Strontium-90 และ Cesium-137 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่ผลิตรังสีที่ทำให้เกิดไอออน ซึ่งถูกนำมาใช้เพราะสามารถหาได้ง่าย มีครึ่งชีวิตที่ยาวและมีราคาที่เหมาะสม

รังสีแกมมาซึ่งได้จาก Co-60 มีอำนาจทะลุทะลวงสูงแต่รังสีเคลื่อนที่ได้ช้า ควบคุมการเกิดไอโซโทปยาก ไม่สามารถควบคุมการปลดปล่อยของรังสีได้ ต้องการผู้ทำงานที่มีประสบการณ์และได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดี จึงไม่ใช่แหล่งที่สำคัญของรังสีที่ทำให้เกิดไอออน

2. รังสีที่ไม่ทำให้เกิดไอออน

ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีอินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟ แหล่งนี้ถูกควบคุมได้ และสามารถหยุดได้เมื่อไม่ต้องการใช้รังสี สามารถแผ่ไปยังผลิตภัณฑ์ในอัตราเร็วมาก แต่มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ

2.8.1 การฉายรังสีในพอลิเมอร์

การฉายรังสีในพอลิเมอร์มีผลกระทบแบ่งได้เป็น 4 ชนิด

1. การทำลายโดยรังสี

การทำลายพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน ทำให้พอลิเมอร์มีมวลโมเลกุลต่ำลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสมบัติของพอลิเมอร์ เช่น ทำให้ความแข็งแรงลดลง มีการแตกที่ผิว เกิดการเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น รวมทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักโมเลกุล การกระจายของน้ำหนักโมเลกุล กิ่งก้านสาขา ความเปราะและการเชื่อม โยง

2. การปรับปรุงโดยการฉายรังสี

ตัวอย่างเช่น การเกิดการเชื่อม โยง การเกิดการต่อกิ่ง และการเกิดกิ่งก้านสาขาของเทอร์โมพลาสติกซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการ

3. การเกิดพอลิเมอร์และการเชื่อมโยงโดยการฉายรังสี

รังสีช่วยให้มอนอเมอร์เกิดเป็นพอลิเมอร์และทำให้สารเกิดการเชื่อม โยงซึ่งนำไปใช้ในด้านการเคลือบผิวและสารยึดติด

4. การต่อกิ่งโดยการฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำได้โดยการฉายรังสีลงไปบนมอนอเมอร์ชนิดหนึ่งเพื่อให้เกิดพอลิเมอร์ ก่อน จากนั้นจึงนำพอลิเมอร์ที่ได้นั้นมาเติมมอนอเมอร์อีกชนิดหนึ่งลงไป และนำมาทำการฉายรังสีอีกครั้ง

2.8.2 ข้อดีของการฉายรังสี

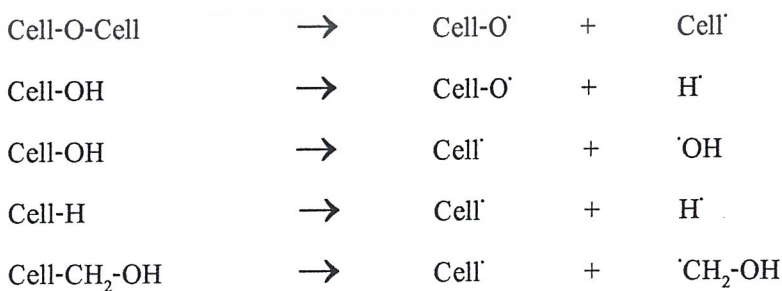
1. เกิดปฏิกิริยาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าในกระบวนการเคมีทั่วไป
2. สามารถทะลุทะลวงได้อย่างดี
3. เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันได้โดยปราศจากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
4. ไม่ทำให้เกิดสิ่งเจือปนในพอลิเมอร์
5. การเชื่อมโยงและการต่อกิ่งอาจใช้กับส่วนที่มีรูปร่างมาก่อน เช่น ฟิล์ม เป็นต้น และการเคลือบในรูปแบบของมอนอเมอร์ หรืออาจนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการฉายรังสีได้ ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาในการใช้สารละลาย
6. เป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากการผสม และการเก็บสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ
7. เกิดปฏิกิริยาต่อรังสีควัตถุ สารเติมแต่ง ในพอลิเมอร์ เพียงเล็กน้อย

2.8.3 ข้อเสียของการฉายรังสี

1. ต้องการบุคลากรที่มีความชำนาญในการดูแลรักษา
2. การติดตั้งเครื่องฉายรังสีมีราคาแพง

2.8.4 เทคนิคการผลิตวัสดุคอมพอลิโตโดยการฉายรังสีแกมมา

เมื่อทำการฉายรังสีลงบนเส้นใยเซลลูโลส อาจเกิดปฏิกิริยาดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคที่ใช้ในการฉายรังสีมี 3 เทคนิค ได้แก่

1. กระบวนการฉายรังสีก่อน (Preirradiation process) เป็นเทคนิคที่ฉายรังสีแกมมาไปที่ สารตั้งต้น(Substrate)ก่อนในสุญญากาศหรือใน ก๊าซเฉื่อย(Inert gas) เพื่อให้เกิดอนุมูลอิสระที่เสถียรพอที่จะทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่อุณหภูมิห้อง ข้อดีของวิธีนี้ คือ เกิดไฮโปพอลิเมอร์น้อย

2. กระบวนการเปอร์ออกซิเดชัน (Peroxidation process) เป็นเทคนิคที่ฉายรังสีแกมมาในอากาศหรือในออกซิเจน ทำให้เกิดเป็นเปอร์ออกไซด์ หรือ ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ แล้วควบคุมรักษาให้อยู่ในสภาพนี้ เพื่อทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือไม่ใช้ตัวทำละลาย โดยทำปฏิกิริยาขณะที่มีออกซิเจนหรือทำปฏิกิริยาในสุญญากาศ แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้นทีละน้อยเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการต่อกิ่ง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ

ถ้ามีออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยา



ซึ่งทำให้เกิดการออกซิเดชันต่อไปอีก



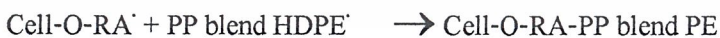
ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ที่เกิดขึ้น จะเกิดการแตกตัวที่อุณหภูมิของเครื่อง อัดรีดที่มีช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ 150-200 องศาเซลเซียส เกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการ



อนุมูลอิสระที่ได้จะทำปฏิกิริยากับมัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ หรือ หมู่ที่ว่องไวต่อการรวมตัว (Reactive addition, RA) ดังสมการ



จากนั้นจะทำปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ต่อไป ได้ดังสมการ



ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถเก็บ สารมัธยันต์(Intermediate) ของ พอลิเมอร์เปอร์ออกซิ (Peroxypolymer) ไว้ได้นานก่อนนำไปทำการต่อกิ่ง

3. กระบวนการฉายรังสีพร้อมกัน(Simultaneous method) เป็นเทคนิคที่ฉายรังสีแกมมาบนสารตั้งต้น พร้อมๆ กับการสัมผัสกับมอนอเมอร์ซึ่งอยู่ในสภาพไอ ของเหลว หรือ สารละลายโดยตรงด้วยขบวนการต่อกิ่งที่ผ่านกลไกของอนุมูลอิสระ การต่อกิ่งโดยวิธีนี้ พบเอกสารนี้ว่าเกิดไฮโปพอลิเมอร์ แต่มีการค้นพบว่าการเติม สไตรีน ลงไปจะเป็นการลดการเกิด ไฮโปพอลิเมอร์ได้ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของวิธีนี้คือ สารตั้งต้นและมอนอเมอร์ถูกฉายรังสีพร้อมๆ กัน นั่นคือทำให้เกิด ส่วนที่ว่องไว(Active Site) บนทั้งสองส่วน สำหรับ 2 วิธีแรกนั้นจะเกิดการแตกของพันธะ ซึ่งก่อให้เกิดส่วนของเรดิคัล(Radical site) ขึ้นก่อนแล้วจึงตามด้วยการต่อกิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิจัยและการดำเนินงาน

3.1 วัสดุและสารเคมีที่ใช้

1. เม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนของ บริษัท TPI LOT NO. 9606064,2300 K
2. ชานอ้อย : โรงงานผลิตกระดาษ
3. Trimethylol propane trimethylacrylate(TMPTM) :Merck
4. อะซิโตน : Merck
5. พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง : ขวดพลาสติกบรรจุน้ำที่เหลือใช้

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องผสม single screw extruder
2. เครื่องผสมแห้ง (High speed mixer)
3. เครื่องตัดชิ้นงาน CREST6052
4. เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกลด้วยคอมพิวเตอร์ และ โปรแกรม WINDAP :
LLOYD INSTRUMENTS LTD.
5. เครื่องทดสอบสมบัติทางความร้อน (Differential scanning calorimeter,DSC)
:Shimadzu Co.,LTD.
6. เครื่องฉายรังสีแกมมา (Gamma cell 220) : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
7. เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection molding machine) ‘‘ Cosmo’’ รุ่น TTI
220/80 : บริษัท ประทานเจริญ จำกัด
8. เครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (Scanning electron microscope ,SEM)
รุ่น SEM JSM-6400 SCANNING MICROSCOPE :ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. เครื่องชั่ง
10. ไมโครมิเตอร์
11. เวอร์เนีย
12. ตู้อบแบบร้อนยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UM400
13. แม่แบบอัดร้อน
14. อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบการดูดซับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีทดลอง

3.3.1 การเตรียมเส้นใยอ้อย

นำขานอ้อยที่ผ่านเครื่องบดรีดเอาน้ำอ้อยออกแล้ว มาทำความสะอาด และตากแดด ไล่ความชื้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วทำการคัดแยกโดยใช้ตะแกรงขนาด 10 mesh จะได้เส้นใยอ้อยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.0 mm. แล้วนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งหยาบใน ปริมาณ 10 % ของน้ำหนักคอมพอสิต

3.3.2 การปรับสภาพผิวของเส้นใยโดยการฉายรังสีพร้อมทั้งทำการต่อกิ่งด้วย

multifunctional monomer

1. นำเส้นใยอ้อยที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปทำการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้ม 10 kGy ใน อากาศ
2. หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ นำเส้นใยอ้อยมาสเปรย์ด้วย TMPTM 10 % ของน้ำหนัก เส้นใยในตัวทำละลาย อะซิโตน 100 ml.
3. นำขานอ้อยที่ได้มาผสมด้วยเครื่อง High speed mixer ด้วยความเร็ว 1500 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

3.3.3 การผสมพอลิเมอร์เบลนดกับเส้นใย

ในทุกสูตรมีขั้นตอนการผสมและการขึ้นรูปดังตารางที่ 3.1
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสูตรผสมพลาสติกที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่าง ที่	สูตร	%PP	%HDPE	%FIBER	%TMPTM	ปริมาณการฉายรังสี		
						10 kGy	20 kGy	30 kGy
1	PE		100					
2	PP	100						
3	PE/PP	50	50					
4	0 kGy	50	50	10	10			
5	10 kGy	50	50	10	10	*		
6	20 kGy	50	50	10	10		*	
7	30 kGy	50	50	10	10			*
8	5%NEW	50	50	5	10	*		
9	5%OLD	50	50	5	10	*		

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ถ้าหากมีใครคัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจะดำเนินการฟ้องร้องและดำเนินคดีตามกฎหมายต่อไป

1. นำพอลิเมอร์ผสมและเส้นใยอ้อยในสูตรต่างๆ ดังตารางที่ 3.1 มาผสมกันในเครื่อง High speed mixer ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อ นาที
2. นำพลาสติกที่ผสมแล้ว มาทำการผสมในเครื่องผสม Single screw extruder โดยสภาวะที่ใช้มีดังนี้
 - อุณหภูมิที่ใช้ในการผสมเป็น 140 150 160 170 องศาเซลเซียส
 - ความเร็วรอบในการผสม 10 รอบ ต่อ นาที
3. นำพลาสติกที่ผ่านการผสมแล้วไปเข้าเครื่องบดตัดพลาสติก
4. นำเม็ดพลาสติกที่ผ่านการบดตัดแล้วมาเข้าเครื่อง Injection molding machine ในแม่พิมพ์รูปดัมเบลล์ และ Izod โดยสภาวะที่ใช้แสดงในภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดสอบ

3.4.1 สมบัติเชิงกล

1. สมบัติของแรงดึง (Tensile Properties)

สมบัติที่ทำการศึกษาได้แก่ ความแข็งแรงดึง (Tensile strength), ร้อยละการยืดออก ณ จุดขาด (%Elongation at break) , มอดุลัส โดยใช้เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล และ โปรแกรม WINDAP ในการคำนวณ ตามมาตรฐาน ASTM D 638¹⁰ เตรียมชิ้นงาน โดยวิธีการฉีดขึ้นรูป ใช้ชิ้นงานจำนวน 8 ชิ้น สภาวะที่ใช้ในการทดลองคือ

Load cell	30 kN
Test speed	25 mm/min
Grammage	1.0 g/m ²
Cell class	0.5
Guage length	70 mm

2. ความทนทานต่อแรงกระแทก (Impact resistance)

ทำการทดสอบ โดยเครื่อง Yazuda 199311 ตาม ASTM D 256 Method a (Izod type) เตรียมชิ้นงาน โดยวิธีการฉีดขึ้นรูป ใช้ชิ้นงานจำนวน 8 ชิ้น

3. ค่าความแข็ง (Hardness)

ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Rockwell Hardness Tester ของ Matsuzawa รุ่น DXT ตาม ASTM D 785¹¹ Procedure A วัด โดย Shore D ลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่นำมาทดสอบต้องเรียบ มีความหนาไม่ต่ำกว่า 6 mm โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง ต่อหนึ่งตัวอย่าง

4. ความทนทานต่อการขัดถู (Abrasion resistance)

ทำการทดสอบ โดยเครื่อง 5130 Abraser ของ Taber ตาม ASTM D 1242¹² Method A ใช้หินขัดละเอียดเบอร์ H-18 น้ำหนัก 500 กรัม ทำการขัดถู 1000 รอบ เตรียมชิ้นงานให้เป็นแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.15 cm. ใช้ชิ้นงานจำนวน 1 ชิ้น ซึ่งสามารถคำนวณหาได้จาก

$$\% \text{Weight loss} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนขัดถู} - \text{น้ำหนักหลังขัดถู}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนขัดถู}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 สมบัติทางความร้อน

Differential scanning calorimeter (DSC)

ชั่งพลาสติกใส่ Pan สำหรับทดสอบด้วยเครื่อง DSC จำนวน 5 - 10 mg ให้ทราบปริมาณสารที่แน่นอน แล้วนำไปทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง DSC โดยใช้อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียส ต่อนาที อุณหภูมิสูงสุด 200 องศาเซลเซียส

จากนั้นนำมาทำการศึกษาอุณหภูมิตกผลึก (Tc) อุณหภูมิการหลอมผลึก (Tm) และ พลังงานความร้อนในการหลอมผลึก (ΔH_f) คำนวณน้ำหนักสารตัวอย่างดังนี้

$$\Delta H = \text{พ.ท. ใต้กราฟ (mJ)} / \text{น.น. สารตัวอย่าง (mg)}$$

3.4.3 สมบัติการดูดซับน้ำ (Water Absorbtion)¹³

1. นำชิ้นงานขนาด 1.2 x 2.1 x 1.25 cm.³ จำนวน 4 ชิ้นมาอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. นำชิ้นงานมาชั่งน้ำหนัก ก่อนการดูดซับน้ำ
3. นำชิ้นงานมาแช่ในน้ำ ที่อุณหภูมิห้อง
4. หลังจากนั้น 1 วัน นำมาชั่งน้ำหนักหลังการดูดซับน้ำ ทำเช่นนี้ทุกวันเป็นเวลา 5 วัน
5. หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักทุกๆ 5 วัน
6. นำผลการทดลองที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ

$$W_a = ((W_e - W_o) / W_o) \times 100$$

เมื่อ $W_a = \% \text{ การดูดซับน้ำ}$

$W_e = \text{น้ำหนักหลังการดูดซับน้ำ}$

$W_o = \text{น้ำหนักก่อนการดูดซับน้ำ}$

3.4.4 ลักษณะทางวิทยา (Morphology)

Scanning Electron Microscope (SEM)

ทำการศึกษาโดยใช้ SEM JSM -6400 ศึกษาจากภาพตัดขวางลักษณะของพื้นผิวพอลิเมอร์ที่เกิดจากการแตกหัก โดยการกระแทก เตรียมตัวอย่างโดยนำพอลิเมอร์ที่ได้จากการแตกหักมาเคลือบด้วยทองคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาสมบัติเชิงกล

1.ความแข็งแรงดึง (Tensile Strength)

หมายเหตุ

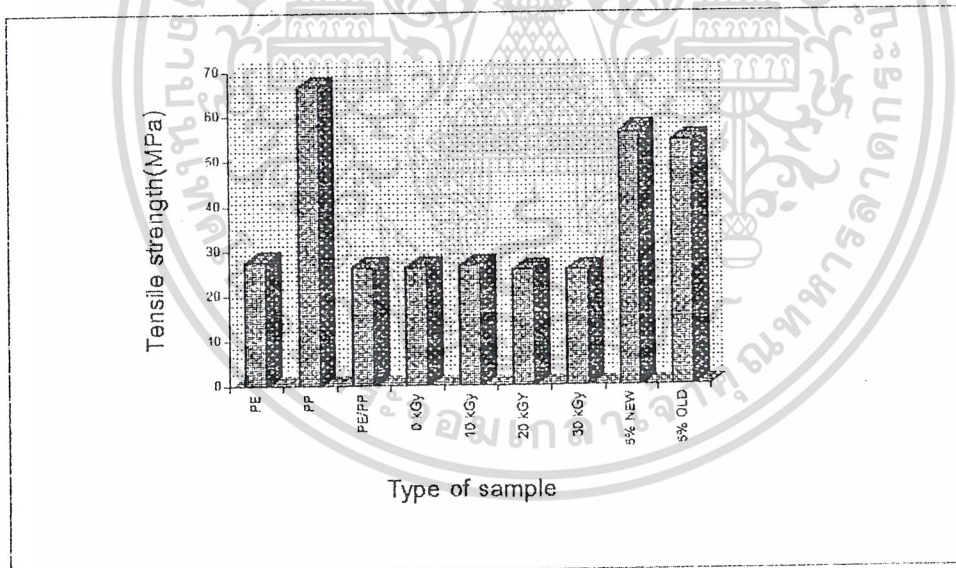
PE	: High-density polyethylene
PP	: Polypropylene
PE/PP	: Polypropylene/High-density polyethylene
0 kGy	: Polypropylene/High-density polyethylene ที่เติมขานอ้อย 10 % และ TMPTM 10 % (คอมพอลิเมอร์)
10 kGy	: คอมพอลิเมอร์ที่ทำการฉายรังสี 10 kGy
20 kGy	: คอมพอลิเมอร์ที่ทำการฉายรังสี 20 kGy
30 kGy	: คอมพอลิเมอร์ที่ทำการฉายรังสี 30 kGy
5% NEW	: คอมพอลิเมอร์ที่ใช้เส้นใยอ้อยใหม่ 5% และ TMPTM 10% และทำการฉายรังสี 10 kGy
5% OLD	: คอมพอลิเมอร์ที่ใช้เส้นใยอ้อยเก่า 5% และ TMPTM 10% และทำการฉายรังสี 10 kGy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ความแข็งแรงดึง (Tensile Strength)

จากรูปที่ 4.1 พบว่าความแข็งแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PE กับ PP ลดลงเมื่อเทียบกับ PE และ PP ก่อนผสม เมื่อเติมขานอ้อย 10 % พบว่าไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงเปลี่ยนแปลงไป จากก่อนเติมขานอ้อย และเมื่อนำขานอ้อยผ่านการฉายรังสีและเคลือบด้วย TMPTM ผสมลงในพอลิเมอร์ผสมของ PE และ PP พบว่า ค่าความแข็งแรงดึงของชิ้นงานเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่มีพอลิเมอร์ผสมของ PE และ PP ผสมกับขานอ้อยที่ไม่ได้ฉายรังสี

เมื่อพิจารณาชนิดของขานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า ค่าความแข็งแรงดึงของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยใหม่มีค่าสูงกว่าของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่า เนื่องจากเส้นใยเก่าเป็นเส้นใยที่ผ่านการทียบและฟอก ส่วนเส้นใยใหม่จะไม่ผ่านการฟอก จึงทำให้เส้นใยใหม่มีความสมบูรณ์กว่าเส้นใยเก่า ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงกว่าเส้นใยเก่า



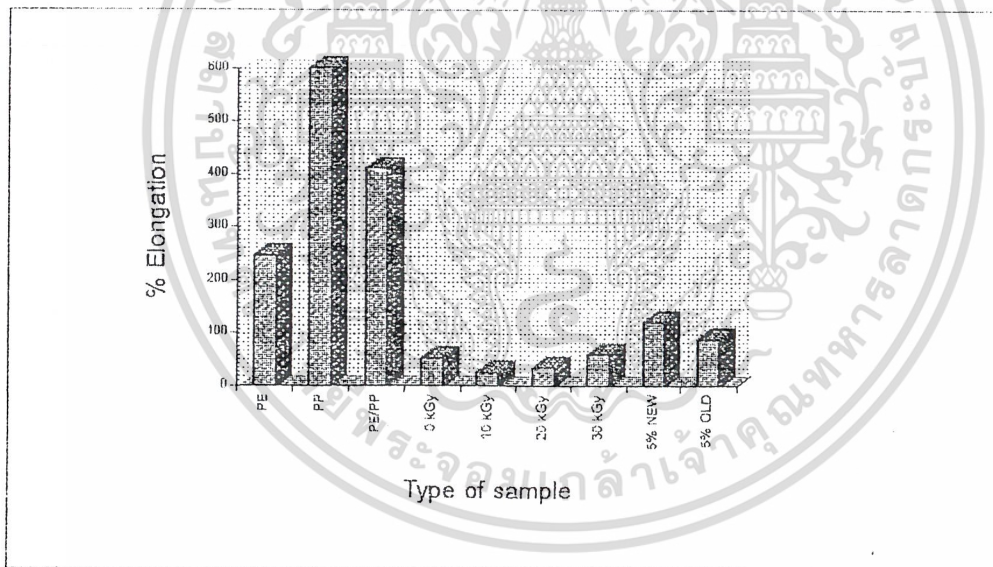
รูปที่ 4.1 แสดงค่าความแข็งแรงดึงของคอมพอสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าร้อยละการยืดออก ณ จุดขาด (% Elongation at break)

จากรูปที่ 4.2 เมื่อพิจารณาการยืดออก ณ จุดขาด พบว่า เมื่อผสมชานอ้อยลงในพอลิเมอร์ผสม ความยาว ณ จุดขาดลดลงอย่างมาก แสดงว่าชานอ้อยทำให้พอลิเมอร์ผสมแข็งกระด้างขึ้น ความเป็นอีลาสโตเมอร์ลดลง แต่เมื่อนำชานอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีและเคลือบด้วย TMPTM ผสมลงในพอลิเมอร์ผสมของ PE และ PP พบว่าที่ความเข้มรังสี 10 kGy ให้การยืดออก ณ จุดขาดน้อยกว่า 20 kGy และ 30 kGy ตามลำดับ เนื่องจากรังสีทำให้เกิดอนุมูลอิสระบนเส้นใยส่งผลให้เกิดพันธะเชื่อมโยงได้มากขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นแต่เป็นการเชื่อมโยงแบบไม่เป็นระเบียบ

เมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า ค่าความยาว ณ จุดขาด ของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยใหม่มีค่าสูงกว่าของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่า ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับค่าความแข็งแรงดึง



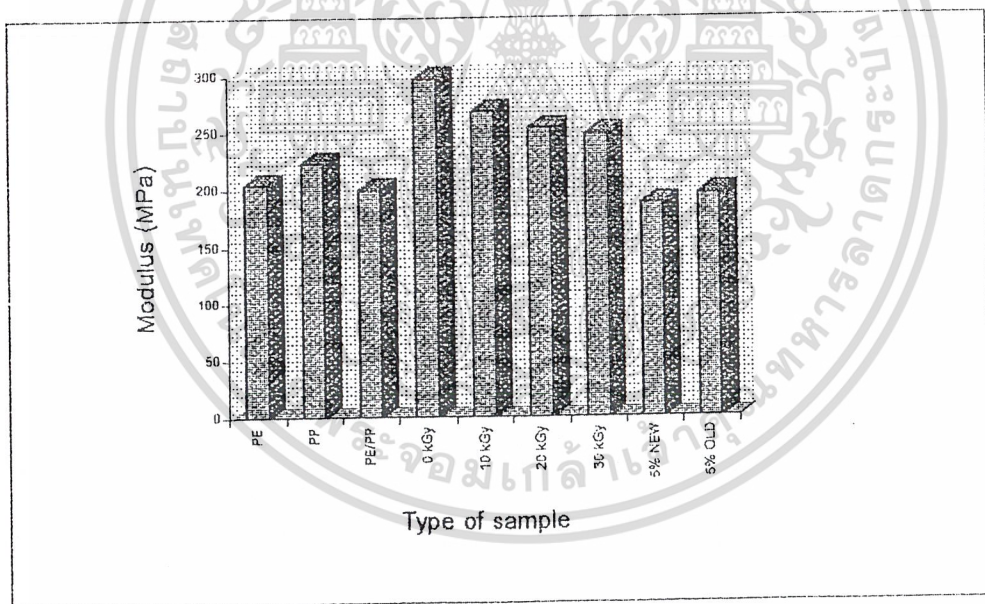
รูปที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละการยืดออก ณ จุดขาดของคอมพอสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.มอดุลัส (Modulus)

จากรูปที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสพบว่า การใส่ชานอ้อยลงในพอลิเมอร์ผสมทำให้ค่ามอดุลัสเพิ่มขึ้นเพราะการใส่ชานอ้อยเป็นเพิ่มความแข็งตึง(Stiffness)ให้กับพอลิเมอร์จึงทำให้มอดุลัสเพิ่มขึ้น ในกรณีนำชานอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีและเคลือบด้วย TMPTM ผสมลงในพอลิเมอร์ผสมพบว่า มอดุลัสลดลงตามความเข้มข้นของรังสีที่เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า ค่ามอดุลัสของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยใหม่มีค่าต่ำกว่าของคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่าซึ่งอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกับค่าความแข็งแรงตึงและค่าร้อยละความยาว ณ จุดขาด



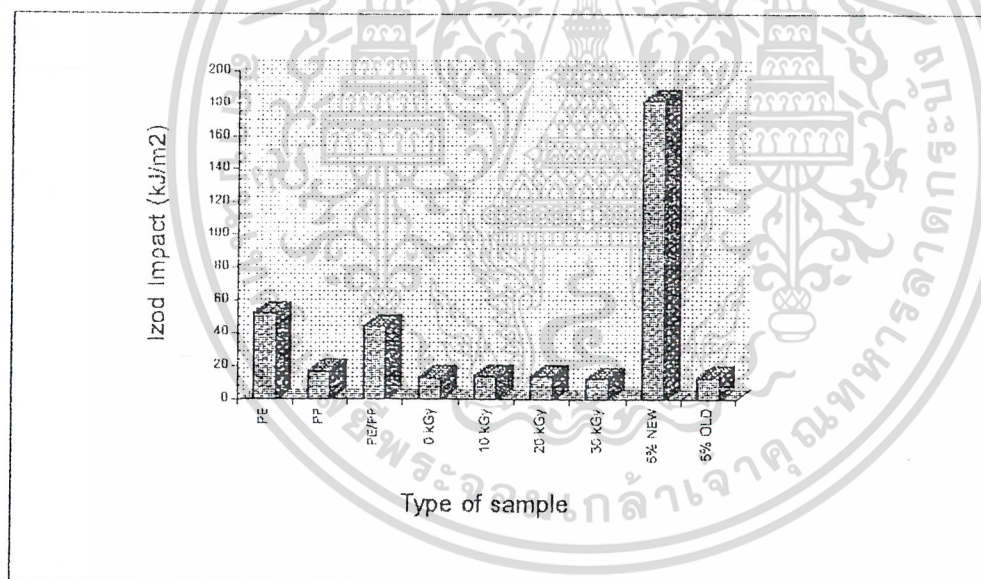
รูปที่ 4.3 แสดงค่ามอดุลัสของคอมพอสิต

สรุป ชานอ้อยทำให้พอลิเมอร์แข็งกระด้างขึ้น (Stiffness) ยืดได้น้อยลงแต่รังสีและ TMPTM เองทำให้เกิดพันธะบนชานอ้อยเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของรังสีที่เพิ่มขึ้น ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความทนทานต่อแรงกระแทก (Izod Impact)

จากรูปที่ 4.4 เมื่อพิจารณาค่าความทนทานต่อแรงกระแทก พบว่าค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PE และ PP มีค่ามาก แต่เมื่อเติมชานอ้อยพบว่า ชานอ้อยทำให้พอลิเมอร์ผสมแข็งกระด้างขึ้น เพราะและแตกหักได้ง่าย รับแรงกระแทกได้น้อยกว่าพอลิเมอร์ผสมที่ไม่เติมชานอ้อย และเมื่อผสมชานอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีและเคลือบด้วย TMPTM ลงในพอลิเมอร์ผสมพบว่า ความทนทานต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ความเข้มข้นรังสีต่ำ และลดลงที่ความเข้มข้นรังสีสูง ทั้งนี้เนื่องจากรังสีมีส่วนช่วยให้เกิดพันธะเชื่อมโยงได้มากขึ้น

เมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า ค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของคอมพอลิตที่ใช้เส้นใยใหม่มีค่าสูงกว่าคอมพอลิตที่ใช้เส้นใยเก่าเช่นเดียวกับสมบัติอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 4.4 แสดงค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของคอมพอลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

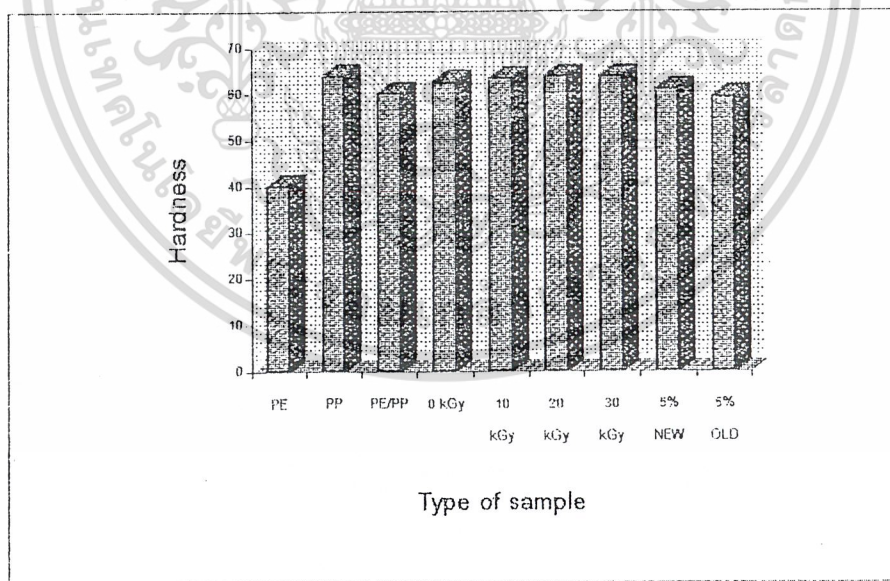
5.ความแข็ง (Hardness)

จากรูปที่ 4.5 พบว่า ค่าความแข็ง ของคอมพอลิสมีค่าสูงกว่าพอลิเมอร์ผสมทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยอ้อยก่อกำให้เกิดผลึกและทำให้ตกผลึกได้เร็วขึ้นที่บริเวณผิวด้านนอกของชิ้นงาน ผลึกมีขนาดเล็กแต่มีปริมาณมากจึงทำให้ผิวของชิ้นงานมีความแข็ง

เมื่อเปรียบเทียบคอมพอลิสม์ที่ทำการฉายรังสีจนอ้อยกับที่ไม่ฉายรังสีจนอ้อยพบว่าคอมพอลิสม์มีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาถึงชนิดของชานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า ค่าความแข็งของคอมพอลิสม์ที่ใช้เส้นใยใหม่สูงกว่าคอมพอลิสม์ที่ใช้เส้นใยเก่า เนื่องจากเส้นใยใหม่มีความสมบูรณ์กว่าเส้นใยเก่า

ดังนั้น สรุปได้ว่า เส้นใยอ้อยทำให้คอมพอลิสม์มีค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้น ส่วนการฉายรังสีไม่มีผลต่อค่าความแข็ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งของคอมพอลิสม์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

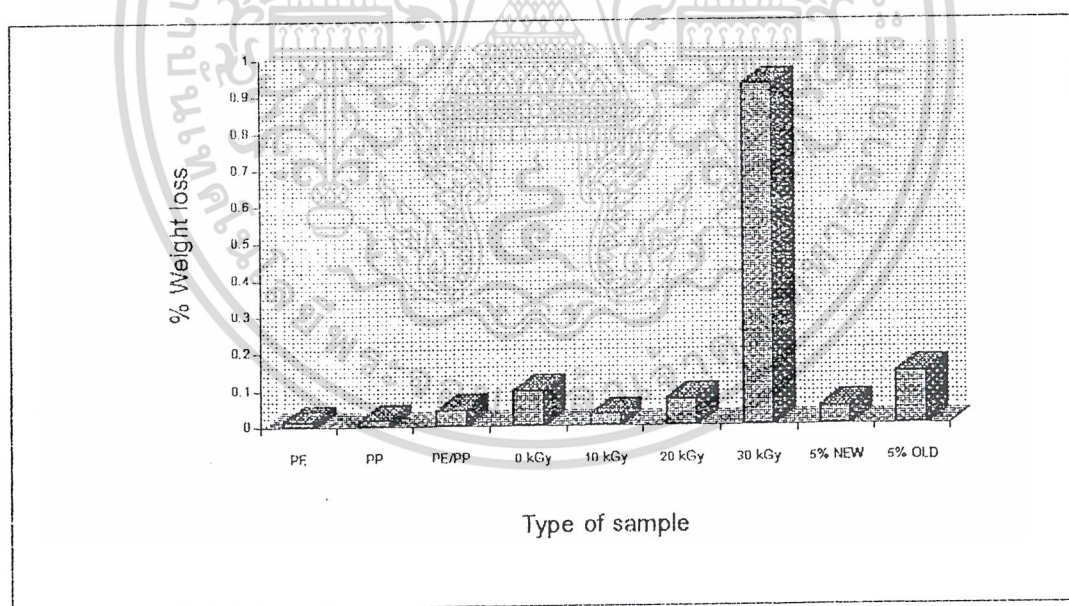
6. ความทนทานต่อการขัดถู (Abrasion)

จากรูปที่ 4.6 พบว่าพบว่า PP มีความทนทานต่อการขัดถูน้อยกว่า PE และพอลิเมอร์ผสมมีความทนทานต่อการขัดถูน้อยกว่า PP และ PE

เมื่อทำการผสมขานอ้อยลงในพอลิเมอร์ผสม ทำให้ความทนทานต่อการขัดถูน้อยลงเนื่องจากเส้นใยอ้อยเป็นตัวขัดขวางการเข้ากันได้ดีของพอลิเมอร์ผสม

เมื่อเปรียบเทียบคอมพอสิตที่ทำการฉายรังสีขานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าความทนทานต่อการขัดถูจะน้อยลงตามปริมาณรังสี โดยที่ 10 kGy มีความทนทานต่อการขัดถูมากที่สุด แสดงว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสม จะช่วยทำให้คอมพอสิตทนทานต่อการขัดถู และเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นเกินความพอดี จะเป็นการทำลายเส้นใย ส่งผลให้ความทนทานต่อการขัดถูลดลง

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของเส้นใย พบว่าคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่าจะมีความทนทานต่อการขัดถูน้อยกว่าเส้นใยใหม่เนื่องจากเส้นใยเก่าผ่านการฟอกทำให้เส้นใยใหม่มีความสมบูรณ์ของเส้นใยมากกว่าเส้นใยเก่า



รูปที่ 4.6 แสดงค่าความทนทานต่อการขัดถูของคอมพอสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

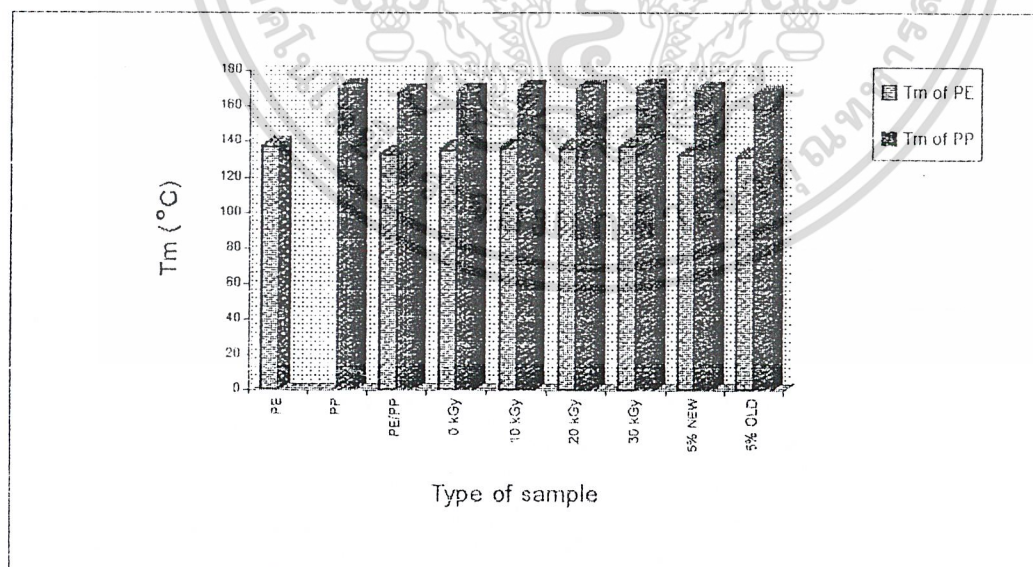
4.2 การวิเคราะห์ทางความร้อนด้วย DSC

1. การศึกษาอุณหภูมิหลอมผลึก (T_m)

จากรูปที่ 4.7 เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิการหลอมผลึก(T_m)ในส่วนของ PE พบว่าในพอลิเมอร์ผสมมีอุณหภูมิการหลอมผลึกต่ำกว่าก่อนการผสม และเมื่อผสมชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM ลงในพอลิเมอร์ผสม พบว่าชานอ้อยไม่มีผลต่อค่าอุณหภูมิหลอมผลึก และเมื่อพิจารณาคอมพอสิต์ที่ทำการฉายรังสีชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าการฉายรังสีไม่ได้ทำให้อุณหภูมิหลอมผลึกเปลี่ยนแปลง และเมื่อพิจารณาคอมพอสิต์ที่ทำจากเส้นใยใหม่และคอมพอสิต์ที่ทำจากเส้นเก่าพบว่าอุณหภูมิหลอมผลึกไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิหลอมผลึกในส่วนของ PP ในตัวอย่างต่างๆ พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับอุณหภูมิหลอมผลึกในส่วนของ PE

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทำพอลิเมอร์ผสมทำให้อุณหภูมิหลอมผลึกในส่วนของ PE และ PP ต่ำกว่าก่อนการผสมเนื่องจากทั้ง PE และ PP ต่างรบกวนการตกผลึกของระบบซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ชานอ้อย การฉายรังสี และชนิดของชานอ้อยไม่มีผลต่ออุณหภูมิหลอมผลึก



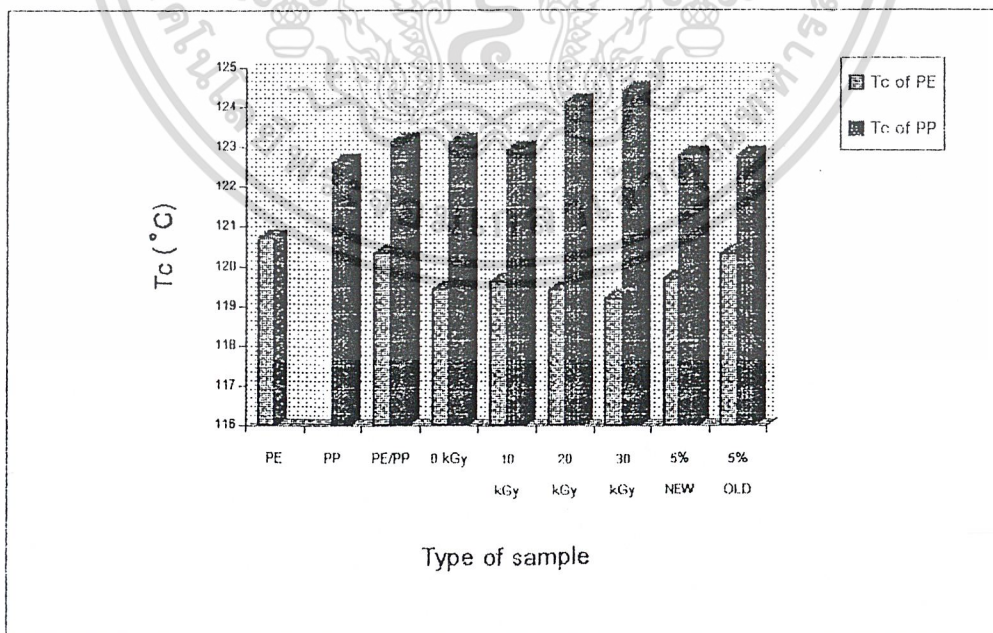
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.7 แสดงค่าอุณหภูมิการหลอมผลึกของคอมพอสิต์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาอุณหภูมิในการตกผลึก (T_c)

จากรูปที่ 4.8 เมื่อพิจารณาอุณหภูมิในการตกผลึก (T_c) ในส่วนของ PE พบว่า ในพอลิเมอร์ผสมมีอุณหภูมิในการตกผลึกต่ำกว่าก่อนการผสมเล็กน้อย และเมื่อผสมชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่า ชานอ้อยทำให้อุณหภูมิในการตกผลึกต่ำกว่าพอลิเมอร์ผสม และเมื่อพิจารณาคอมพอลิซิตที่ทำการฉายรังสีชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าการฉายรังสีไม่ได้ทำให้อุณหภูมิในการตกผลึกเปลี่ยนแปลง และเมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อย พบว่าคอมพอลิซิตที่ทำจากเส้นใยใหม่และคอมพอลิซิตที่ทำจากเส้นใยเก่ามีอุณหภูมิหลอมผลึกไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิในการตกผลึกในส่วนของ PP พบว่า ในพอลิเมอร์ผสมมีอุณหภูมิในการตกผลึกสูงกว่าก่อนผสมเล็กน้อย และเมื่อผสมชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าชานอ้อยไม่มีผลต่ออุณหภูมิในการตกผลึก และเมื่อพิจารณาคอมพอลิซิตที่ทำการฉายรังสีชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าการฉายรังสีทำให้อุณหภูมิในการตกผลึกสูงขึ้น (ตกผลึกได้เร็วขึ้น) และเมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อยพบว่าไม่มีผลต่ออุณหภูมิในการตกผลึก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทำพอลิเมอร์ผสมทำให้ PE ตกผลึกช้าลง แต่ทำให้ PP ตกผลึกเร็วขึ้นกว่าก่อนผสม และพบว่าชานอ้อยทำให้ PE ตกผลึกช้าลงแต่ไม่มีผลต่อ PP ส่วนการฉายรังสีทำให้ PP ตกผลึกเร็วขึ้นแต่ไม่มีผลต่อ PE



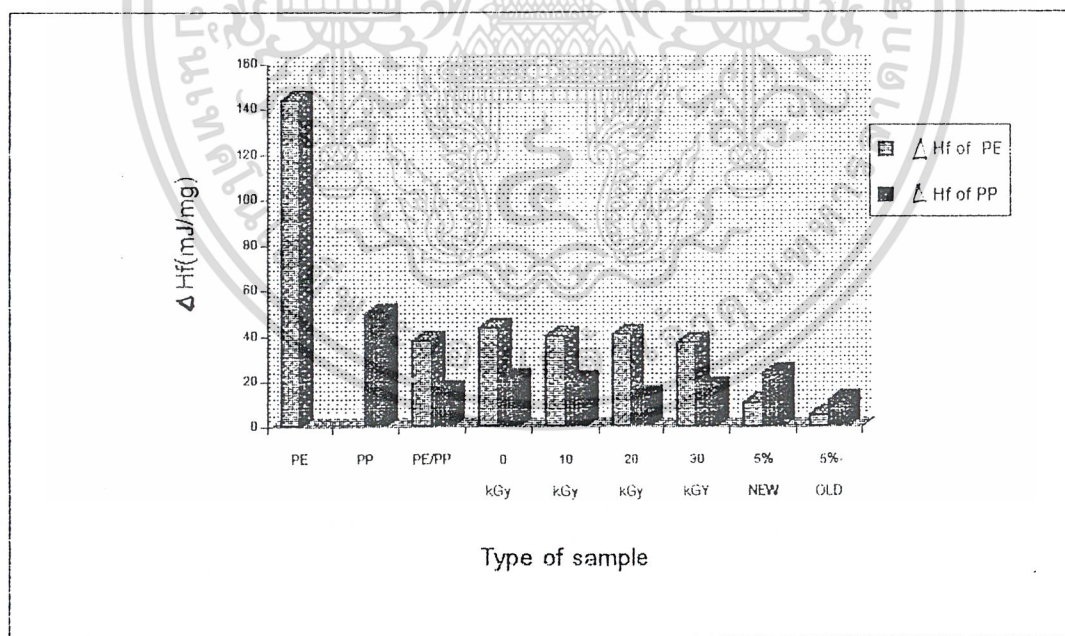
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด รูปที่ 4.8 แสดงค่าอุณหภูมิในการตกผลึกของคอมพอลิซิตจำของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาพลังงานความร้อนในการหลอมผลึก (ΔH_f)

จากรูปที่ 4.9 เมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกในส่วนของ PE พบว่าในพอลิเมอร์ผสมมีพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกต่ำกว่าก่อนผสม และเมื่อผสมชานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าชานอ้อยไม่มีผลต่อพลังงานความร้อนในการหลอมผลึก และเมื่อพิจารณาคอมพอลิเมอร์ที่ทำการฉายรังสีและเคลือบด้วย TMPTM พบว่าการฉายรังสีไม่ได้ทำให้พลังงานความร้อนในการหลอมผลึกเปลี่ยนแปลง และเมื่อพิจารณาชนิดของชานอ้อย พบว่าคอมพอลิเมอร์ที่ทำจากเส้นใยใหม่มีพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกสูงกว่าคอมพอลิเมอร์ที่ทำจากเส้นใยเก่า

เมื่อพิจารณาพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกในส่วนของ PP พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกในส่วนของ PE

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกมีแนวโน้มเช่นเดียวกับอุณหภูมิในการหลอมผลึก



รูปที่ 4.9 แสดงค่าพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกของคอมพอลิเมอร์

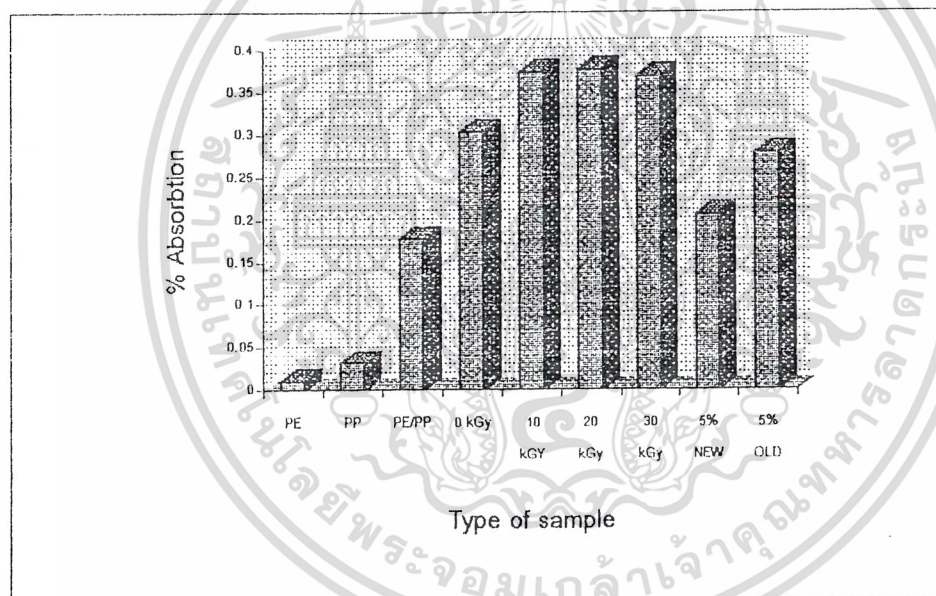
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สมบัติการดูดซับน้ำ (Water Absorbtion)

จากรูปที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคอมพอสิตและพอลิเมอร์ผสม พบว่าคอมพอสิตดูดซับน้ำได้มากกว่า เพราะคอมพอสิตมีเส้นใยอ้อยเป็นส่วนประกอบ

เมื่อพิจารณาพอลิเมอร์ผสมที่ทำการฉายรังสีซานอ้อยและเคลือบด้วย TMPTM จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฉายรังสีทำให้ชิ้นงานมีขี้วมมากขึ้น ทำให้คอมพอสิตสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงชนิดของซานอ้อยที่นำมาใช้พบว่า คอมพอสิตจากเส้นใยเก่าจะดูดซับน้ำได้มากกว่า เนื่องจากเส้นใยเก่าเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่าเส้นใยใหม่ และเส้นใยเก่าทิ้งไว้หลังการหีบนานกว่า ทำให้คอมพอสิตจากเส้นใยเก่ามีขี้วมสูงกว่า จึงดูดซับน้ำได้ดีกว่า



รูปที่ 4.10 แสดงค่าร้อยละของการดูดซับน้ำของคอมพอสิต

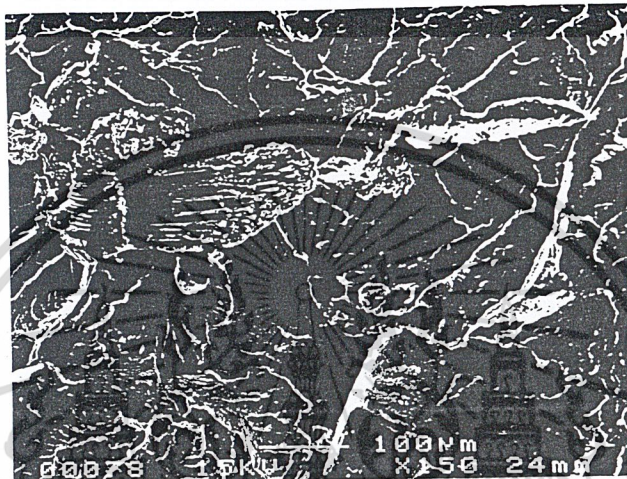
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาพื้นฐานวิทยา

การศึกษาลักษณะพื้นผิวของคอมพอลิตที่ทำการฉายรังสีชานอ้อยที่ความเข้มรังสี

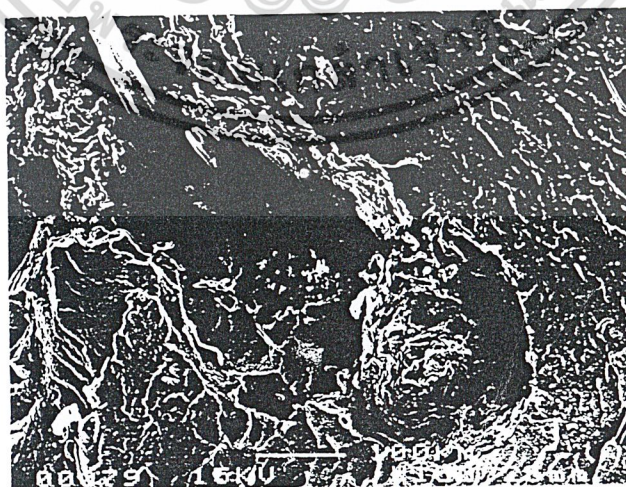
0 10 20 30 kGy และตอกิ่งด้วย TMPTM โดยใช้เครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป

จากรูปที่ 4.11 พบว่า เกิดการแยกเป็นสองภูมิภาคอย่างเด่นชัด แทบจะไม่มี การเชื่อม โยงเกิดขึ้น



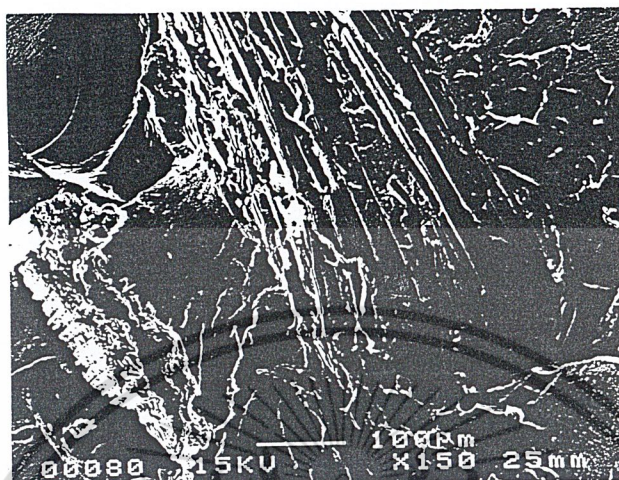
รูปที่ 4.11 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอลิตที่ทำการตอกิ่ง ด้วย TMPTM 10%

จากรูปที่ 4.12 พบว่า เกิดการเชื่อม โยงกันระหว่างทั้งสองภูมิภาคเพิ่มขึ้นเพราะมีการ ฉายรังสีที่ชานอ้อยก่อนทำพอลิเมอร์คอมพอลิต



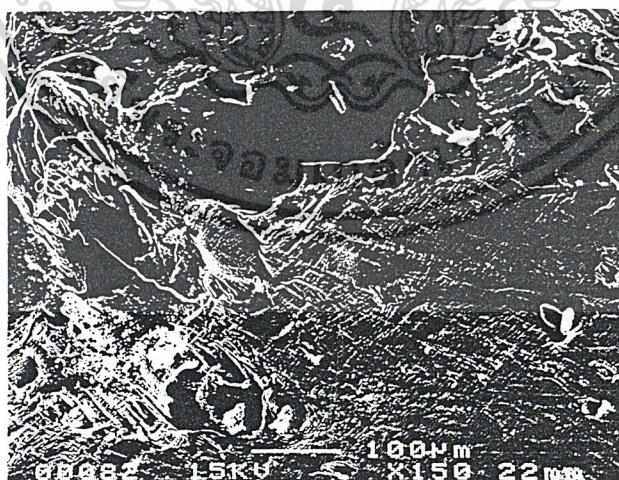
เอกสารนี้รูปที่ 4.12 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอลิตที่ทำการฉายรังสีชานอ้อยก่อนทำพอลิเมอร์คอมพอลิต การค้า ไม่ว่าการค้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 พบว่า ในส่วนของเส้นใยจะมีพอลิเมอร์แทรกอยู่



รูปที่ 4.13 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอลิตที่ทำการฉายรังสีขานอ้อย 20 kGy และตอกิ่งด้วย TMPTM 10%

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ทั้งสองวัสดุเข้ากันได้มากขึ้น



เอกสารนี้รูปที่ 4.14 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 150 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวคอมพอลิตที่ทำการฉายรังสีขานอ้อย 30 kGy และตอกิ่งด้วย TMPTM 10% อย่างไรก็ตามการค้าไม่ว่าการรังสีขานอ้อย 30 kGy และตอกิ่งด้วย TMPTM 10% อาจถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาฐานวิชาสามารถสรุปได้ว่า พอลิเมอร์คอมพอสิตทุกสูตรมีลักษณะพื้นผิวคล้ายกัน แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลสรุปที่ได้จากงานวิจัย

โครงการพิเศษนี้เป็นการทำพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงและพอลิพรอพิลีน โดยใช้เส้นใยอ้อยเป็นสารตัวเติมและมีการปรับสภาพผิวเส้นใยโดยการฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์ 60 ในปริมาณ 0 10 20 และ 30 กิโลเกรย์ พร้อมทั้งใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ ในการต่อกิ่ง เพื่อให้เส้นใยเข้ากับพอลิเมอร์ได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำไปทำการศึกษาสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน การดูดซับน้ำ และสถานะวิทยา

จากการทดสอบสมบัติต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า คอมพอสิตที่ทำจากฉายรังสีในปริมาณ 10 กิโลเกรย์ มีแนวโน้มที่จะ มีสมบัติในด้านต่างๆ ดีที่สุด กล่าวคือ พอลิเมอร์คอมพอสิตสามารถทนทานต่อแรงดึงยืด แรงกระแทก การขูดถู ได้ดีที่สุดใน

เมื่อทำการเปรียบเทียบคอมพอสิตที่ใช้เส้นใยเก่า และเส้นใยใหม่ พบว่า คอมพอสิตที่ทำจากเส้นใยใหม่ จะให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่าคอมพอสิตที่ทำจากเส้นใยเก่า และมีค่าการดูดซับน้ำน้อยกว่าเส้นใยเก่า

และสามารถสรุปปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคอมพอสิตได้ ดังนี้

1. ผลของชานอ้อย

1.1 ชานอ้อยช่วยให้พอลิเมอร์แข็งแรงขึ้น เนื่องจากชานอ้อยมีสมบัติในการเหนียวทำให้เกิดผลึกจึง ทำให้คอมพอสิตมีผลึกที่ผิวหน้ามากขึ้น ส่งผลให้ ค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่ ค่าร้อยละการยืดออก ณ จุดขาด และ Izod Impact ลดลง

1.2 การทำคอมพอสิต โดยมีเส้นใยเป็นส่วนประกอบมีผลทำให้การดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากเส้นใยมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส ซึ่งจะช่วยให้การดูดซับน้ำ

2. ผลของการฉายรังสีพร้อมทั้งใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์

2.1 เมื่อทำการฉายรังสีพร้อมทั้งใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ พบว่ามีส่วนช่วยในการยึดติดระหว่างชานอ้อยและพลาสติก ทำให้ค่าความแข็งแรง และความทนทานต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้นกว่าที่ไม่ได้ทำการฉายรังสีและใช้มัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์

2.2 พบว่า ไม่ควรฉายรังสีเกิน 30 กิโลเกรย์ เพราะจะทำให้ค่า ความทนทานต่อแรงกระแทก ลดลง และความทนทานต่อการขูดถูน้อยลง เนื่องจากการใช้ปริมาณรังสีที่มากเกินไปมีส่วนในการทำลายเส้นใย และทำให้ความเป็นผลึกของพอลิเมอร์ทั้งในส่วนของพอลิพรอพิลีนและพอลิเอทิลีน

ชนิดความหนาแน่นสูง ลดลง เมื่อผสมชานอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีและมีมัลติฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า TMPTM พบว่า TMPTM มีส่วนช่วยให้เกิดพันธะเชื่อม โยงระหว่างชานอ้อยกับพอลิเมอร์ทำให้ความไม่วาร์ณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผลึกลดลง และการเชื่อมโยงนี้มีผลทำให้การยืดออก ณ จุดขาดเพิ่มขึ้น ตามปริมาณความเป็นผลึกที่ลดลง

3. ผลของชนิดเส้นใยอ้อย

การทำคอมพอสิตโดยใช้เส้นใยอ้อยแบบเก่า(เส้นใยที่ผ่านการฟอก)และเส้นใยใหม่(เส้นใยที่ไม่ผ่านการฟอก) พบว่า คอมพอสิตจากเส้นใยใหม่ ให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่าเพราะเส้นใยไม่ได้ผ่านการฟอก ทำให้เส้นใยมีขนาดเส้นใยยาวและมีพื้นผิวของเส้นใยสมบูรณ์กว่าเส้นใยที่ผ่านการฟอกจาก โรงงานน้ำตาลแล้ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงพอลิเมอร์คอมพอสิตโดยการฉายรังสีขานอ้อย ไม่ควรทำการฉายรังสีเกิน 10 กิโลเกรย์
2. พอลิเมอร์คอมพอสิตจากการทดลองนี้เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ต้องการ

-สมบัติการดูดซับน้ำ อาจก่อให้เกิดการย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ

-ความแข็งแรงดึง

-ความทนทานต่อแรงกระแทก

-ความแข็ง

-ความทนทานต่อการขีดข่วน

โดยเฉพาะคอมพอสิตที่ได้จากการฉายรังสีขานอ้อย 10 กิโลเกรย์ จะให้สมบัติที่ดีที่

สุด

3. การพัฒนาคุณสมบัติของคอมพอสิตนี้อาจทำได้โดย
 - การเปลี่ยนมัดติฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์ชนิดใหม่
 - การใช้เส้นใยชนิดอื่น
 - การศึกษาถึงผลของขนาดอนุภาคของเส้นใยขานอ้อยที่เหมาะสม
 - การศึกษาผลของสารเติมแต่งเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต แวกซ์ หรือกรดสเตียริก
 - การศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่าง PE:PP:ขานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความแข็งแรงดึงของคอมพอลิตจากเครื่อง Tensile tester

ชนิดของตัวอย่าง	ความแข็งแรงดึง (MPa)
PE	27.35
PP	66.44
PE/PP	26.12
0 kGy	26.14
10 kGy	26.35
20 kGy	25.45
30 kGy	25.42
5% NEW	56.33
5%OLD	54.21

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละการยืดออก ณ จุดขาดของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	การยืดออก ณ จุดขาด (%)
PE	243.83
PP	>600
PE/PP	409.18
0 kGy	51.38
10 kGy	24.32
20 kGy	33.49
30 kGy	57.82
5% NEW	118.8
5% OLD	86.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่ามอดุลัสของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	มอดุลัส (MPa)
PE	203.92
PP	222.67
PE/PP	199.28
0 kGy	297.00
10 kGy	267.90
20 kGy	253.16
30 kGy	247.88
5% NEW	186.90
5% OLD	195.90

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	ค่าความทนทานต่อแรงกระแทก (kJ/m ²)
PE	51.69
PP	16.63
PE/PP	43.80
0 kGy	12.80
10 kGy	13.80
20 kGy	13.20
30 kGy	11.80
5% NEW	181.80
5% OLD	12.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	ค่าความแข็ง
PE	40.00
PP	64.00
PE/PP	60.00
0 kGy	62.63
10 kGy	63.31
20 kGy	63.62
30 kGy	63.75
5% NEW	61.00
5% OLD	59.25

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความทนทานต่อการชำรุดของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	น้ำหนักก่อนการชำรุด (g)	น้ำหนักหลังการชำรุด (g)	น้ำหนักที่ถูกรื้อ (g)	%การชำรุด
PE	21.1687	21.1657	0.0030	0.0140
PP	23.2711	23.2669	0.0042	0.0180
PE/PP	26.2474	26.2359	0.0115	0.0440
0 kGy	13.1396	13.1269	0.0127	0.0970
10 kGy	22.0161	22.0097	0.0064	0.0290
20 kGy	20.8800	20.8649	0.0151	0.0720
30 kGy	22.6244	22.4149	0.2095	0.9260
5% NEW	21.9319	21.9212	0.0107	0.0490
5% OLD	16.9246	16.9002	0.0244	0.1440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอุณหภูมิหลอมผลึกของคอมพอลิเมอร์

ชนิดของตัวอย่าง	อุณหภูมิหลอมผลึกของ PE (°C)	อุณหภูมิหลอมผลึกของ PP (°C)
PE	137.0	
PP		170.5
PE/PP	132.3	167.6
0 kGy	135.1	168.1
10 kGy	135.8	169.8
20 kGy	136.3	170.0
30 kGy	136.9	170.4
5% NEW	131.9	168.3
5% OLD	131.5	166.1

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าอุณหภูมิในการตกผลึกของคอมพอลิเมอร์

ชนิดของตัวอย่าง	อุณหภูมิตกผลึกของ PE (°C)	อุณหภูมิตกผลึกของ PP (°C)
PE	120.7	
PP		122.6
PE/PP	120.3	123.1
0 kGy	119.4	123.1
10 kGy	119.6	122.9
20 kGy	119.4	124.1
30 kGy	119.2	124.4
5% NEW	119.7	122.8
5% OLD	120.3	122.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าพลังงานความร้อนในการหลอมผลึกของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	พลังงานความร้อนในการหลอมผลึก	
	ของ PE (mJ/mg)	ของ PP (mJ/mg)
PE	143.8	
PP		49.9
PE/PP	37.7	16.2
0 kGy	43.4	21.4
10 kGY	40.4	20.6
20 kGY	40.5	14.0
30 kGY	37.1	17.7
5% NEW	10.8	23.6
5% OLD	5.3	11.7

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าร้อยละของการดูดซับน้ำของคอมพอลิต

ชนิดของตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ
PE	0.0103
PP	0.0310
PE/PP	0.1770
0 kGy	0.3030
10 kGY	0.3732
20 kGy	0.3769
30 kGy	0.3693
5% NEW	0.2050
5% OLD	0.2780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะที่ใช้ในการผลิตชิ้นรูปด้วยเครื่อง Injection molding machine

TIME PROGRAMMING

DIECLS/OPN TIME	:	60	MELTING TIME	:	120
SID ACT TIME	:	0	DECOMPRS TIME	:	2
1 ST STG INJ TIME	:	20	COOLING TIME	:	200
2 ND STG INJ TIME	:	15	EJECTOR COUNT	:	1
3 RD STG INJ TIME	:	10	SCW FWD COUNT	:	0
EJECT FWD DELAY	:	0	SCW BWD COUNT1	:	0
MELTING DELAY	:	10	SCW BWD COUNT2	:	0
EJECT BWD DELAY	:	0	ALARM TIME	:	300

PRESSURE PROGRAMMING

DIE CLS PRESR	:	40	DECOMP PRESR	:	25
CLS LOW PRESR	:	60	PLUNGER PRESR	:	30
CLS HI PRESR	:	100	EJECTOR PRESR	:	50
DIE OPN PRESR	:	80	SCW-IN PRESR	:	0
1 ST INJ PRESR	:	60	DIE ADJ PRESR	:	80
2 ST INJ PRESR	:	55			
3 RD INJ PRESR	:	45			
MELTING PRESR	:	70			

PROGRAMMING FLOW SPEED

RAPID CLS SPD	:	30	1 ST STG INJ SPD	:	55
HIGH CLS SPD	:	25	2 ND STG INJ SPD	:	45
CLAMPING SPD	:	15	3 RD STG INJ SPD	:	35
DIE OPN SPD	:	10	MELTING SPD	:	60
RAPID OPN SPD	:	25	DECOMP SPD	:	20
DIE OPN SPD	:	15	EJECTOR SPD	:	20
PLUNGER SPD	:	20	SCREW-IN SPD	:	0
DIE ADJ SPD	:	25	DIE SPD	:	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAMMING TEMPERATURES

PROGRAMED TEMP	CURRENT	TEMP
NOZZLE	:	190 (168)
ZONE 1	:	180 (163)
ZONE 2	:	170 (160)
ZONE 3	:	0
ZONE 4	:	0
ZONE 5	:	0
ZONE 6	:	0

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บเป็นอุณหภูมิของพอลิเมอร์คอมพอสิต

PROGRAMME OPTIONS

DIE CLS SPD	:	1	1 = HI SPD	2 = FAST SPD	
PLUNGER SPD	:	2	1 = USE	2 = NO USE	
ROBOTS	:	2	1 = USE	2 = NO USE	
SCRW	:	2	1 = USE	2 = NO USE	
EJECTOR	:	1	1 = STAL	2 = MULTI	3 = SLD-COR
SID-COR	:	2	1 = TIME	2 = TRAVEL	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Sanadi,A.R; Caulfield,D. F; Jacobson,R.E; Rowell,R.M.”Renewable agricultural Fibers as Reinforcing Fillers in Plastic :Mechanical Properties of Kenaf Fiber-Polypropylene Composite” Ind. Eng. Chem. Res. 34. (1995) :1889-1896.
2. Kessira,L.;Ricard, A. “Thermal Behavior of Ungrafted and Grafted Bagasse and Wood Pulps” J.App.Polym.Sci.49. (1993):1603-1614..
3. Bashar,A.S.;Khan,M.A.;Idriss Ali,K.M.” Bamboo-Plastic Composite with MMA” Polym.Technol. Eng.35(4). (1996):581-590.
4. Mubarak,A.;Khan;Idriss Ali,K.M.” Radiation Induced Jute Plastic Composite Preparation and IR Study “ Polym.Plast. Technol.Eng.36(1). (1997):89-104.
5. Amar K.Mohanty;Singh,B.C.”Radiation-Induced and Photoinduced Grafting onto Cellulose and Cellulosic Material” Polym. – Plast. Technol.Eng.27(4). (1988):435-466.
6. ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์ ”เคมีพอลิเมอร์” ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. ดร.ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ “ โพลิเมอร์เชิงพาณิชย์” สำนักพิมพ์ โอ เอส พรินท์ริง เฮาส์ 2526
8. ฌภัทรพงษ์ สุวรรณชัย และ ฌฐพร เค่นนินนาท “ การใช้ประโยชน์จากเส้นใยสลาบลวงเป็นสารตัวเติมในพอลิพรอพิลีน” โครงการพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2538
9. นันทพร พันธุ์ภักดี และ เรวดี สกกุลอาริยะ “วัสดุคอมพอสิตจากพอลิพรอพิลีนและเส้นใยอ้อย” โครงการพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2540
10. Banks,W.B; Lawther,J.M. “Derivatization of wood in composite “ in Cellulosic Polymer,Blend and Composite . (Gillbert,R.D.ed.) pp.131-153, Hanser Publishers,New York,1994.
11. ASTM Committee on standard “ Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (Metric)” Philadelphia : American Society for Testing for Materials,1993.
12. ASTM Committee on standard “ Standard Test Method for Rockwell Hardness of plastics and Electrical Insulating Materials” Philadelphia : American Society for Testing for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Mubarak ,A.;Khan; Idriss Ali,K.M.”Swelling Behavior of Wood and Wood-plastic Composite

“ Polym.-Plast.Technol.Eng,31(3&4) (1992) ,299-307.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้