รหัสโครงการ [SUT7-710-50-24-74]

รายงานการวิจัย

โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว

(The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ [SUT7-710-50-24-74]

รายงานการวิจัย

โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว

(The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิธินาถ ศุภกาญจน์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2550

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน/2554

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินการวิจัยโครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว ครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย

บทคัดย่อ

วัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีนถูกเตรียมด้วยเครื่องบดผสมภายใน ชิ้นงานทดสอบถูกขึ้นรูปโดยใช้เครื่องฉีด วัสดุเชิงประกอบที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์สมบัติทางวิทยากระแส สมบัติทางกล และสัณฐานวิทยา โดยศึกษาผลของชนิดของยางและปริมาณต่อสมบัติต่างๆ รวมถึงอิทธิพลของปริมาณเส้นใย ซึ่งผลการวิเคราะห์บ่งชี้ว่า การใส่เส้นใยปอแก้วในพอลิโพรพิลีนมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความหนืด ค่าความต้านทานแรงดึง และค่ามอดุลัสอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความต้านทานการกระแทกของพอลิโพรพิลีนจะมีค่าลดลง เมื่อใส่ยางธรรมชาติ และ ยาง EPDM ในวัสดุเชิงประกอบระหว่างเส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีน พบว่า ค่าความต้านทานแรงดึง และค่ามอดุลัส ของวัสดุเชิงประกอบลดลงตามปริมาณยาง แต่ก็ยังสูงกว่าพบว่าค่าความต้านทานแรงดึง และค่ามอดุลัส ของพอลิโพรพิลีนที่ปริมาณยางไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหักและค่าความต้านทานการกระแทกของพอลิโพรพิลีนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณยางและจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่ปริมาณยางเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยาง EPDM จะให้ค่าความต้านทานการกระแทกของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีนที่สูงกว่ายางธรรมชาติ

Abstract

The composites between natural fiber (NR), ethylene propylene diene monomer (EPDM), jute fiber and polypropylene (PP) were mixed by using an internal mixer. The test specimens were prepared by injection molding machine. The effect of content and type of rubber on the rheological , mechanical, and morphological properties of composites was studied. The results indicated that by adding jute fiber into PP, the viscosity, tensile strength, and Young's modulus of the composite increased but the elongation at break and impact strength decreased. With the addition of NR or EPDM in jute fiber-PP composite, tensile strength and Young's modulus decreased with increasing rubber content. However, the tensile strength and Young's modulus of the composites with rubber content less than 10% were still higher than those of PP. The elongation at break and impact strength of jute fiber-PP composites increased with the rubber content, especially at 30 % rubber content. EPDM rubber led to higher impact strength of the composites than NR rubber.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มีของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	
2.1 วัสดุและสารเคมี	5
2.2 การเตรียมเส้นใยปอแก้ว	5
2.3 การเตรียมวัสดุเชิงประกอบ	6
2.3.1 การผสมวัสดุด้วยเครื่องบดผสมภายใน	6
2.3.2 การบดของผสม	8
2.3.3 การเตรียมชิ้นงานโดยการขึ้นรูปแบบฉีด	8
2.4 การตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของวัสดุ	8
2.4.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ	8
2.4.2 การตรวจสอบสมบัติทางวิทยากระแส	8
2.4.3 การตรวจสอบสมบัติทางกล	9
บทที่ 3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	
3.1 การวัดขนาดของเส้นใยปอแก้ว	10
3.2 สมบัติทางกระแสวิทยาของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน	10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 ผลกระทบของอัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติต่อสมบัติทางวิทยากระแสของวัสดุเชิงประกอบ 10
3.2.2 ผลกระทบของอัตราส่วนผสมของยาง EPDM ต่อสมบัติทางวิทยากระแสของวัสดุเชิงประกอบ 11
3.3 สมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติและยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน 12
3.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบระหว่างระหว่างยาง เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน 18
บทที่ 4 บทสรุป
สรุปผลการวิจัย 23
บรรณานุกรม 24
ประวัติผู้วิจัย 26

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อัตราส่วนผสมระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน.....	6
2.2	อัตราส่วนผสมระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน	7
2.3	อัตราส่วนของสารเคมีที่ผสมกับยางธรรมชาติ และ ยาง EPDM.....	7
2.4	ลำดับการผสมยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน.....	7
3.1	ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และอัตราส่วนระหว่างความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยปอแก้วที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น และเส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน	10

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ชิ้นทดสอบการต้านทานแรงดึง และ ความต้านทานการกระแทก	8
3.1	กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆ ณ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติ ต่างกัน	11
3.2	กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆ ณ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยาง EPDM ต่างกัน	12
3.3	ความต้านทานแรงดึง (tensile strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน	13
3.4	ค่ามอดุลัสของยังก์ (Young's modulus) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน	14
3.5	ความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหัก (elongation at break) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน	15
3.6	ค่าความต้านทานการกระแทก (impact strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน	16
3.7	ความต้านทานแรงดัด (flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน	17
3.8	ค่ามอดุลัสแรงดัด (flexural modulus) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน.	18

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.9	SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีนที่ปริมาณยางธรรมชาติต่างๆ ที่กำลังขยาย 100 เท่า	19
3.10	SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน ที่ปริมาณยางธรรมชาติต่างๆ ที่กำลังขยาย 750 เท่า.....	20
3.11	SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน ที่ปริมาณยาง EPDM ต่างๆ ที่กำลังขยาย 100 เท่า	21
3.12	SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน ที่ปริมาณยาง EPDM ต่างๆ ที่กำลังขยาย 750 เท่า	22

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ในหลายทศวรรษที่ผ่านมาพอลิเมอร์เชิงประกอบ (polymer composites) ได้มีบทบาทสำคัญในการใช้งานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ทั้งในรูปของพอลิเมอร์เชิงประกอบแบบเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต วัสดุเสริมแรงที่สำคัญที่ใช้ในพอลิเมอร์เชิงประกอบสำหรับงานทางด้านวัสดุวิศวกรรมที่สำคัญได้แก่ เส้นใยแก้ว เนื่องจากมีข้อดี คือ ประสิทธิภาพเชิงกลต่อน้ำหนักสูง เวลาที่ใช้ในการผลิตสั้น และใช้พลังงานในการผลิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องมือขึ้นรูปและไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม [1]

ปัจจุบันได้มีความพยายามในการนำเส้นใยธรรมชาติ (cellulose fibers) มาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เส้นใยธรรมชาติที่มีการศึกษาวิจัย ได้แก่ เส้นใยจาก ป่าน ปอกระเจา ปอดำ ไม้ไผ่ และ กาบมะพร้าว [1-6] ข้อดีของการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นสารเสริมแรง คือ ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยแก้วและเส้นใยคาร์บอน (เส้นใยธรรมชาติ $0.36/kg เส้นใยแก้ว $3.25/kg เส้นใยคาร์บอน $500/kg) [7] ทำให้ต้นทุนการผลิตพอลิเมอร์เชิงประกอบลดลงและได้วัสดุเชิงประกอบที่มีค่ามอดุลัสต่อน้ำหนักต่อหน่วยราคา (specific strength/unit price) สูงกว่าการใช้เส้นใยแก้วและเส้นใยคาร์บอน [1, 8] ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของเครื่องมือขึ้นรูป ไม่มีปัญหาต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อพนักงานในสถานประกอบการ อีกทั้งหาได้ง่าย และมีความหนาแน่นต่ำทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา

ด้วยวัสดุพอลิเมอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งในรูปของอุปกรณ์ในยานยนต์ อุปกรณ์ส่งถ่ายข้อมูลข่าวสาร วัสดุการก่อสร้าง รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสี่ได้แก่ เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม บรรจุภัณฑ์อาหาร และ บรรจุภัณฑ์ยารักษาโรค หรือแม้แต่การใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ [9-13] ขยะจากพลาสติกจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะจากพลาสติกที่อายุการใช้งานสั้น ปัญหาของขยะพลาสติก คือ ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หรือ ความสามารถในการย่อยสลายต่ำ [14] ซึ่งต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกำจัด และถ้าตกค้างในสภาพธรรมชาติเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การใช้เส้นใยธรรมชาติในวัสดุพอลิเมอร์เชิงประกอบจะมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายตามธรรมชาติ เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymers) ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยไม่มีสารพิษตกค้าง จึงเป็นการช่วยลดมลภาวะจากขยะพลาสติกได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีต่อการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นสารตัวเติมในพอลิ-เมอร์เชิงประกอบ

จากการตัดไม้ทำลายป่าทำให้ประเทศไทยประสบปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดินลดลง ในพื้นที่ลาดชันเมื่อเกิดการไหลบ่าของน้ำเนื่องจากฝนตกหนักทำให้เกิดการพังทลายของหน้าดินได้ง่าย จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ได้พระราชทานพระราชดำริให้มีการปลูกเส้นใยปอแก้วเพื่ออนุรักษ์หน้าดินและน้ำ เนื่องจากเส้นใยปอแก้วเป็นพืชที่มีระบบรากลึกเจริญเติบโตในแนวดิ่งมากกว่าเจริญเติบโตออกทางด้านข้างและระบบรากประสานติดต่อกันแน่นเสมือนม่านหรือกำแพงใต้ดิน ทำให้สามารถเก็บกักน้ำช่วยให้ดินมีความชื้นและรักษาหน้าดินไว้ได้ [15, 16]

จากแนวพระราชดำริเรื่องเส้นใยปอแก้ว ได้มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันสนองพระราชดำริทั้งด้านการศึกษาวิจัยและปฏิบัติในพื้นที่จริง มากกว่า 30 หน่วยงาน และมีผลงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเส้นใยปอแก้วมากกว่า 100 เรื่อง [17] อย่างไรก็ตาม การศึกษาและวิจัยในเรื่องเส้นใยปอแก้วที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการเน้นในด้านการปรับปรุงพันธ์และการปลูก ด้านสภาพแวดล้อมในการปลูก ลักษณะพื้นที่ที่นำไปปลูก ตลอดจนการนำเส้นใยปอแก้วไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ เช่น การสาน การทอ และ การทำเยื่อกระดาษ [18] สำหรับความรู้ ความเข้าใจเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากเส้นใยปอแก้วในพอลิเมอร์เชิงประกอบยังมีน้อยมาก จากการวิจัยเรื่องการนำเส้นใยปอแก้วมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์คอม โพสิทของระหว่างเส้นใยปอแก้วกับพอลิโพรพีลีนของคณะผู้วิจัย [19, 20] พบว่า เส้นใยปอแก้วสามารถใช้เป็นสารตัวเติมในพอลิเมอร์เชิงประกอบได้ โดยสามารถปรับปรุงสมบัติเชิงกลบางประการ เช่น ความทนต่อแรงดึงของพอลิเมอร์ให้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสมบัติความทนต่อแรงกระแทกยังไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน โดยเฉพาะในชิ้นส่วนยานยนต์ แนวทางในการปรับปรุงสมบัติความทนต่อแรงกระแทกสามารถทำได้โดยการใส่ impact modifier คือ อิลาสโตเมอร์ (elastomer) [21] เช่น ยางธรรมชาติและเทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์

จากการที่ประเทศไทยได้ประสบปัญหาเศรษฐกิจอย่างรุนแรงเมื่อหลายปีที่ผ่านมาทำให้รัฐบาลมีความตื่นตัวในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ แนวทางประการหนึ่งก็คือ การพยายามลดอัตราการนำสินค้าเข้าจากต่างประเทศ และการส่งเสริมให้มีการผลิตสินค้าใช้เองภายในประเทศมากขึ้นและเนื่องจากอุตสาหกรรมรถยนต์กำลังเป็นอุตสาหกรรมที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทั้งของโลกและของประเทศไทย โดยประเทศไทยมีแผนพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศให้เป็น “Detroit of Asia”

เนื่องด้วยประเทศไทยมีโรงงานผลิตชิ้นส่วนและประกอบรถยนต์อยู่หลายแห่ง แต่อย่างไรก็ตาม วัตถุดิบจำพวกเทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์ซึ่งนิยมใช้กันมากในชิ้นส่วนยานยนต์ยังไม่มีการผลิตใช้ได้ภายในประเทศ ต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะ ส่วนกันชนด้วยคุณสมบัติที่ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อความร้อนได้ดี และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) และเนื่องจากประเทศไทยมีการผลิตยางธรรมชาติและเม็ดพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีนเป็น

จำนวนมาก พอลิโพรพิลีนเป็นเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้กันทั่วไปมากที่สุดชนิดหนึ่ง มีความหนาแน่นต่ำ มีจุดอ่อนตัว (vicat softening point) สูง มีความแข็งที่พื้นผิว (surface hardness) ดี มีความต้านทานต่อการขูดขีดและขัดสีดี มีสมบัติทางไฟฟ้าที่ดี และมีราคาถูก [1, 8] พอลิเมอร์ชนิดนี้จึงถูกเลือกมาใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เชิงประกอบชนิดใหม่ที่มีเส้นใยปอแก้วเป็นสารตัวเติม จากปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้ประเทศไทย น่าจะมีความสามารถในการผลิตวัสดุสำหรับใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เองจากวัตถุดิบภายในประเทศ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยปอแก้วและยางพาราของไทย โดยมีกลุ่มเป้าหมายหลักของผู้ใช้ คือ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ อย่างไรก็ตาม การใช้ยางธรรมชาติอาจจุดด้อยบางประการเมื่อเทียบกับเทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์ เช่น การทนต่อสภาพอากาศ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำยางธรรมชาติมาใช้ในการผสมกับเส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีนเพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้เทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์คือ ethylene propylene monomer (EPDM) ด้วย

วัตถุประสงค์การของการวิจัย

ศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างวัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และปอแก้วกับยางธรรมชาติที่ใช้เป็นสารเพิ่มความทนต่อแรงกระแทกต่อสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์เชิงประกอบ

ขอบเขตของการวิจัย

หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมยางธรรมชาติกับพอลิเมอร์เชิงประกอบของพอลิโพรพิลีนและปอแก้ว

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์เชิงประกอบชนิดใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยมีการปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นใยปอแก้ว โดยมีผลต่อเนื่องในการส่งเสริมให้มีการปลูกอย่างแพร่หลายมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อการรักษาและฟื้นฟูสภาพดินและน้ำของประเทศ
3. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับยางธรรมชาติ
4. เป็นการส่งเสริมการพึ่งพาตนเองภายในประเทศจากการผลิตพอลิเมอร์เชิงประกอบชนิดใหม่โดยใช้วัตถุดิบจากทรัพยากรภายในประเทศ
5. เป็นการพัฒนาความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุของประเทศอย่างต่อเนื่อง

6. เป็นการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ให้สามารถเริ่มการวิจัยและพัฒนาได้ และดำเนินการวิจัยต่อไปได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว

7. นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

บทที่ 2
วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุและสารเคมี

วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ พอลิโพรพิลีน เกรด 700J ที่ใช้ในการค้า ผลิตโดยบริษัทไทยโพลิโพรพิลีน จำกัด ยางธรรมชาติ (NR) เกรด STR 5L จากบริษัทไทยฮั้วรับเบอร์ สาขาสงขลา จำกัด ยาง ethylene propylene diene monomer (EPDM) จากบริษัท Chemical rubber จำกัด เส้นใยปอแก้วได้รับการสนับสนุนจากบริษัท เอ็นอีพีอสังหาริมทรัพย์และอุตสาหกรรม จำกัด (NEP Realty and Industry Public Company Limited) จังหวัดนครราชสีมา สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมเส้นใยได้แก่ เมทิลแอลกอฮอล์ เบนซีน โซเดียมไฮดรอกไซค์ จากบริษัท คาร์โร เกรดแลป สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของยางได้แก่ Sulfur, Tetramethylthiuramdisulphide (TMTD), Mercaptobenzothaizole (MBT), ZnO และ Stearic acid

2.2 การเตรียมเส้นใยปอแก้ว

การล้างเส้นใยด้วยน้ำสะอาด

ก่อนที่จะเริ่มต้นขั้นตอนต่างๆ นั้น เส้นใยปอแก้วที่อยู่ในรูปปอต้นประมาณ 2 เมตรจะถูกนำมาตัดให้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ รวมไปถึงเปลือกและส่วนที่แข็ง โดยจะแช่ในน้ำเปล่า 1 สัปดาห์ ในอัตราส่วนน้ำ 15 ส่วนต่อปอ 1 ส่วน (liquor ratio 15:1) หลังจากนั้นนำมาล้างและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน และนำไปสางเพื่อให้เส้นใยแยกเป็นเส้นเดี่ยวๆ ขั้นตอนต่อไปคือ การตัดให้ได้ขนาดความยาว 2 มิลลิเมตร โดยใช้แรงงานคน เส้นใยปอแก้วที่ได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น (nonpretreated; **NP**) ขั้นตอนต่อไปจะนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายผสมโดยวิธีการต้ม (boiling method) ซึ่งจะเป็นการกำจัดองค์ประกอบพวกไขมัน (wax) และสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอื่นๆ

การสกัดด้วยตัวทำละลายผสม

การสกัดด้วยตัวทำละลายผสมจะใช้วิธีการต้ม (boiling method) ตัวทำละลายที่ใช้คือ เมทานอล (methanol) กับเบนซีน (benzene) ที่อัตราส่วน 1:1 อัตราส่วนตัวทำละลายและเส้นใยคือ ตัวทำละลาย 10 ลิตร ต่อเส้นใย 700 กรัม (liquor ratio 15:1) ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง เส้นใยปอที่ต้มเสร็จแล้วจะนำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อกำจัดน้ำและตัวทำละลาย เส้นใยปอ

แก้วในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น (pretreated; **PT**) หลังจากนั้นก็จะนำไปทำอัลคาไลน์เซชันในขั้นตอนต่อไป

การทำอัลคาไลน์เซชัน (alkalization)

สารที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนัก ขั้นตอนการทำอัลคาไลน์เซชันเริ่มจาก เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนัก 10 ลิตร เส้นใยปอที่ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดเบื้องต้น 700 กรัม (liquor ratio 15:1) นำเส้นใยปอแช่ในสารละลายโซเดียมและกวนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เสร็จแล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้ได้ค่า pH ประมาณ 7 และนำไปอบให้แห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ข้ามคืนแล้วเก็บในเดสิเคเตอร์ไว้ เส้นใยปอแก้วที่ได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน (cleaned; **CL)**

2.3 การเตรียมวัสดุเชิงประกอบ

2.3.1 การผสมวัสดุด้วยเครื่องบดผสมภายใน

การผสมวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM สารเคมีต่างๆ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีนทำโดยใช้เครื่องบดผสมภายใน รุ่น Roller 3000 p ของบริษัท HAAKE ขนาดของการผสมเท่ากับ 180 กรัม โดยทำการผสมยางธรรมชาติในอัตราส่วนที่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของยางธรรมชาติแตกต่างกันจำนวน 6 ตัวอย่าง และทำการผสมยาง EPDM ในอัตราส่วนที่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของยาง EPDM แตกต่างกัน อัตราส่วนการผสมของวัสดุเชิงประกอบระหว่าง ยางธรรมชาติและยาง EPDM แสดงดังตารางที่ 2.1และ 2.2 ตามลำดับ และอัตราส่วนของสารเคมีที่ผสมกับยางธรรมชาติและยาง EPDM แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนผสมระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

ยางธรรมชาติ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	เส้นใยปอแก้ว (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	พอลิโพรพิลีน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
0	20	80
5	19	76
10	18	72
20	16	64
30	14	56
50	10	40

ตารางที่ 2.2 อัตราส่วนผสมระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

ยาง EPDM (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	**เส้นใยปอแก้ว (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)**	**พอลิโพรพิลีน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)**
0	20	80
5	19	76
10	18	72
20	16	64
30	14	56
50	10	40

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนของสารเคมีที่ผสมกับยางธรรมชาติ และ ยาง EPDM

สารเคมี	**ปริมาณ (หน่วย : phr)**	
	ยางธรรมชาติ (NR)	**ยาง EPDM**
ยางธรรมชาติ	100	100
Sulfur	0.25	1.00
TMTD	0.25	0.80
ZnO	0.50	5.00
Stearic acid	0.50	1.00
MBT	0.375	3.00

สภาวะที่ใช้ในการผสมได้แก่ ความเร็วรอบ ที่ 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิที่ใช้ในการบดผสมแต่ละแผ่นโดยที่ แผ่นหน้า/แผ่นกลาง/แผ่นหลัง เท่ากับ 165/170/165 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยลำดับและระยะเวลาในการผสมทั้งหมดจะแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ลำดับการผสมยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

เวลา (นาที)	**ลำดับการใส่ส่วนประกอบ**
0-5	พอลิโพรพิลีน
5-7	ยาง (ยางธรรมชาติ หรือ ยาง EPDM)
7-8	ซัลเฟอร์
8-10	สารเคมีที่เหลือ
10-15	เส้นใยปอแก้ว และไซเลน

2.3.2 การบดของผสม

ของผสมที่ได้จากเครื่องบดผสมภายในจะถูกบดด้วยเครื่องบดทางกลเพื่อลดขนาดของผสมให้เล็กเหมาะที่จะนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดต่อไป

2.3.3 การเตรียมชิ้นงานโดยการขึ้นรูปแบบฉีด

การเตรียมชิ้นทดสอบการดึงยืด และการตกกระแทกจะขึ้นรูปโดยใช้เครื่องฉีดของบริษัท Chuan Lih Fa Machinery Works co., Ltd. รุ่น CLF-80T แม่พิมพ์ที่ใช้มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.1 การขึ้นรูปชิ้นทดสอบจะนำเม็ดที่ได้จากการบดของผสมมาขึ้นรูปโดยอุณหภูมิในการฉีดในแต่ละโซน เป็น 170 175 175 และ 180 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิแม่พิมพ์เท่ากับ 20 องศาเซลเซียส โดยน้ำมันเป็นตัวหล่อเย็น ความเร็วของสกรูเท่า 80 เปอร์เซ็นต์ ความดันที่ใช้ในการฉีด เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ความดันคงค้าง เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 2.1 ชิ้นทดสอบการต้านทานแรงดึง และ ความต้านทานการกระแทก

2.4 การตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของวัสดุ

2.4.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

การวัดความยาวของเส้นใยปอแก้ว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Nikon polarizing optical microscope (model Eclipse E600 POL) โดยได้ความยาวเฉลี่ยประมาณ 200 ไมครอน โดยทำการวัดเส้นใยจำนวน 300 เส้นและนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.4.2 การตรวจสอบสมบัติทางวิทยากระแส

ทดสอบหาค่าความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆด้วยเครื่อง Capillary rheometer รุ่น K-Machine 6052DM ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการหลอม 300 วินาที ใช้แรงกด (Packing force) 1500 นิวตัน

2.4.3 การตรวจสอบสมบัติทางกล

ชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปแบบฉีด จะถูกนำไปทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Testing) และความแข็งแรงดัด (Flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine ของบริษัท Instron ที่ความเร็วในการดึงเท่ากับ 50 มิลลิเมตรต่อนาที ที่ระยะความยาวเกจ (gage length) 80 มิลลิเมตร และทำการทดสอบความแข็งแรงดัด (Flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine ของบริษัท Instron ที่ความเร็วในการกดเท่ากับ 15 มิลลิเมตรต่อนาทีและระยะค้ำ (support span) ชิ้นงานกว้าง 56 มิลลิเมตร โดยแต่ละการทดสอบจะใช้ชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้น

การทดสอบสมบัติการทนต่อแรงกระแทก (Impact Properties) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีน ใช้เครื่องต้านทานแรงตกกระแทก (Impact Testing Machine) ที่ผลิตจากบริษัท Atlas Electric Devices Company รุ่น BPE โดยแต่ละการทดสอบจะใช้ชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้น

บทที่ 3
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวัดขนาดของเส้นใยปอแก้ว

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นใยกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D) ของเส้นใยปอแก้วทั้งชนิดที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น (NP) และชนิดที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน (CL) จากค่าที่ได้พบว่าเส้นใยที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้นจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยสูงกว่าเส้นใยที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน แสดงว่าการทำอัลคาไลน์เซชันมีผลทำให้เส้นใยปอแก้วมีขนาดเล็กลง

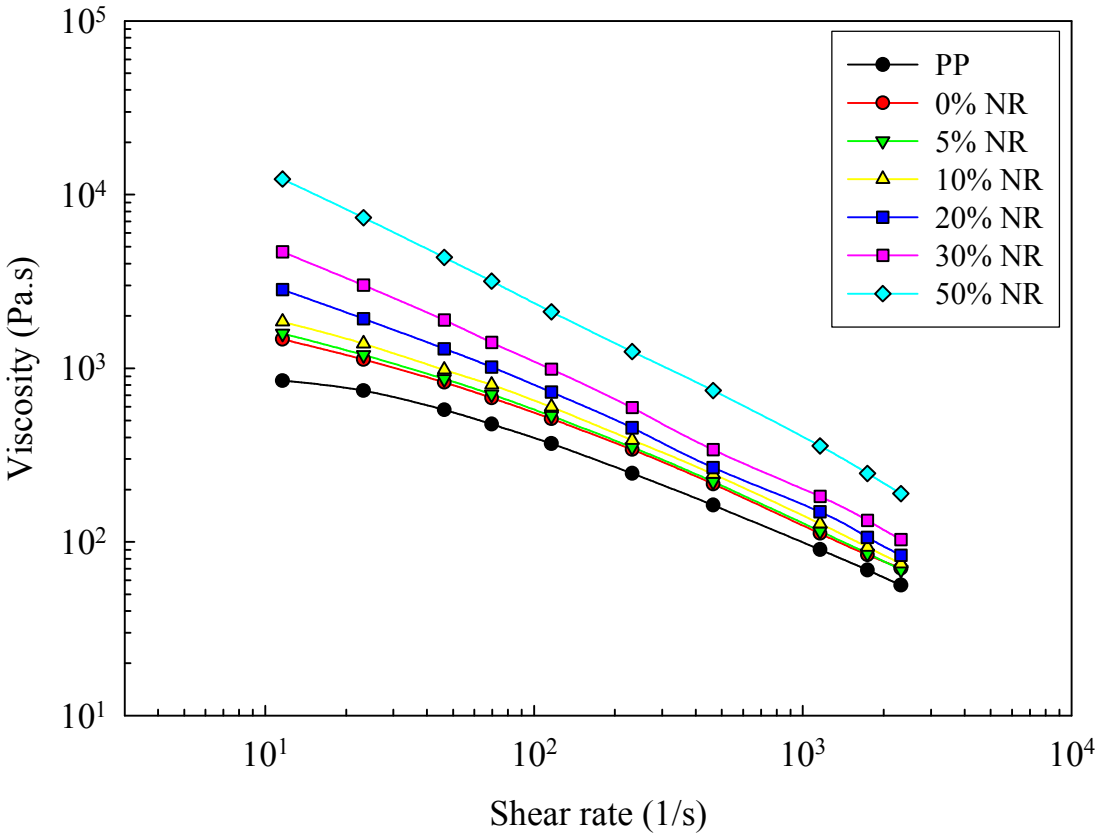
ตารางที่ 3.1 ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และอัตราส่วนระหว่างความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยปอแก้วที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น และเส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำอัล-คาไลน์เซชัน

ชนิดเส้นใย	ความยาว (มม.)		เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		L/D
	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	
NP	0.71-3.92	1.86±0.71	27.2-166.0	71.6±27.2	26.69
CL	0.60-2.54	1.26±0.60	30.5-190.0	55.1±30.3	27.98

3.2 สมบัติทางกระแสวิทยาของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

3.2.1 ผลกระทบของอัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติต่อสมบัติทางกระแสวิทยาของวัสดุเชิงประกอบ

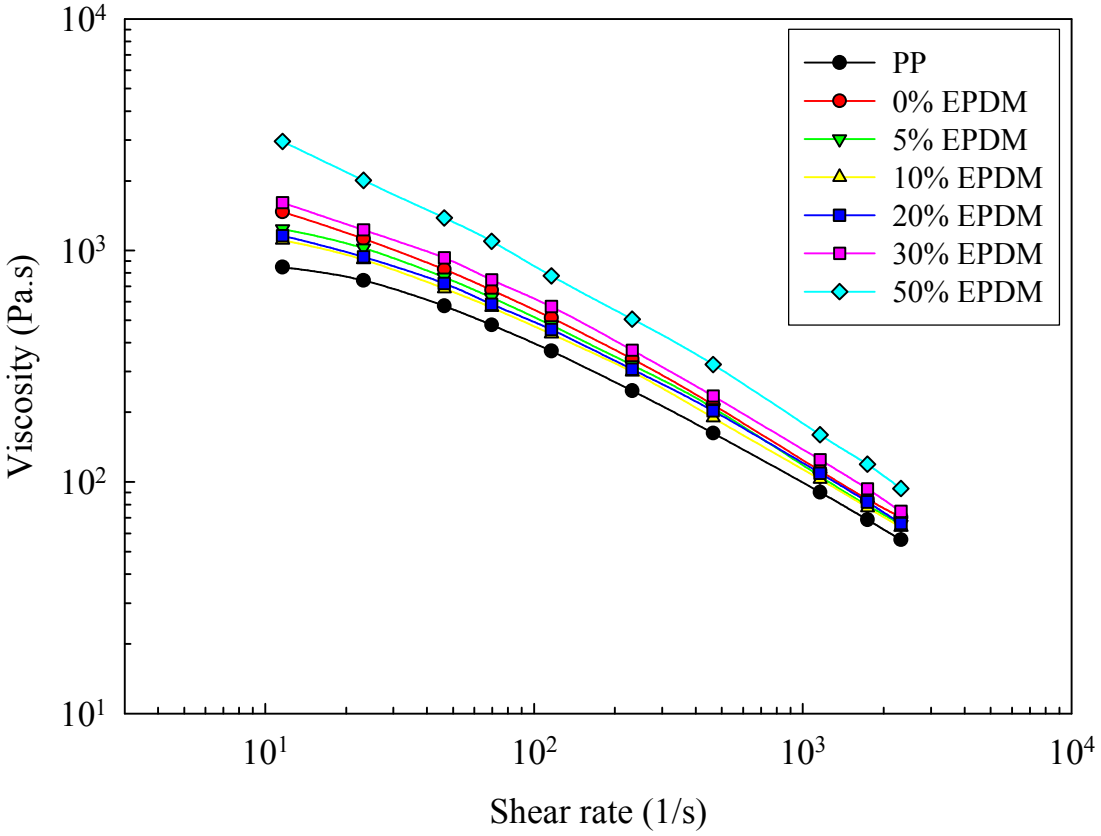
กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆ ของพอลิโพรพิลีนและวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 3.1 ผลการทดลองพบว่าค่าความหนืดของพอลิโพรพิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่เส้นใยปอแก้ว ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษาวัสดุเชิงประกอบระหว่างพอลิโอเลฟินกับเส้นใยธรรมชาติ [22, 23] และวัสดุเชิงประกอบระหว่างพอลิโพรพิลีนกับเส้นใยแก้ว [24] ส่วนค่าความหนืดของวัสดุเชิงประกอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ เนื่องจากยางธรรมชาติมีความหนืดที่สูงมากเมื่อเทียบกับพอลิโพรพิลีน



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆ ณ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติ ต่างกัน

3.2.2 ผลกระทบของอัตราส่วนผสมของยาง EPDM ต่อสมบัติทางกระแสวิทยาของวัสดุเชิงประกอบ

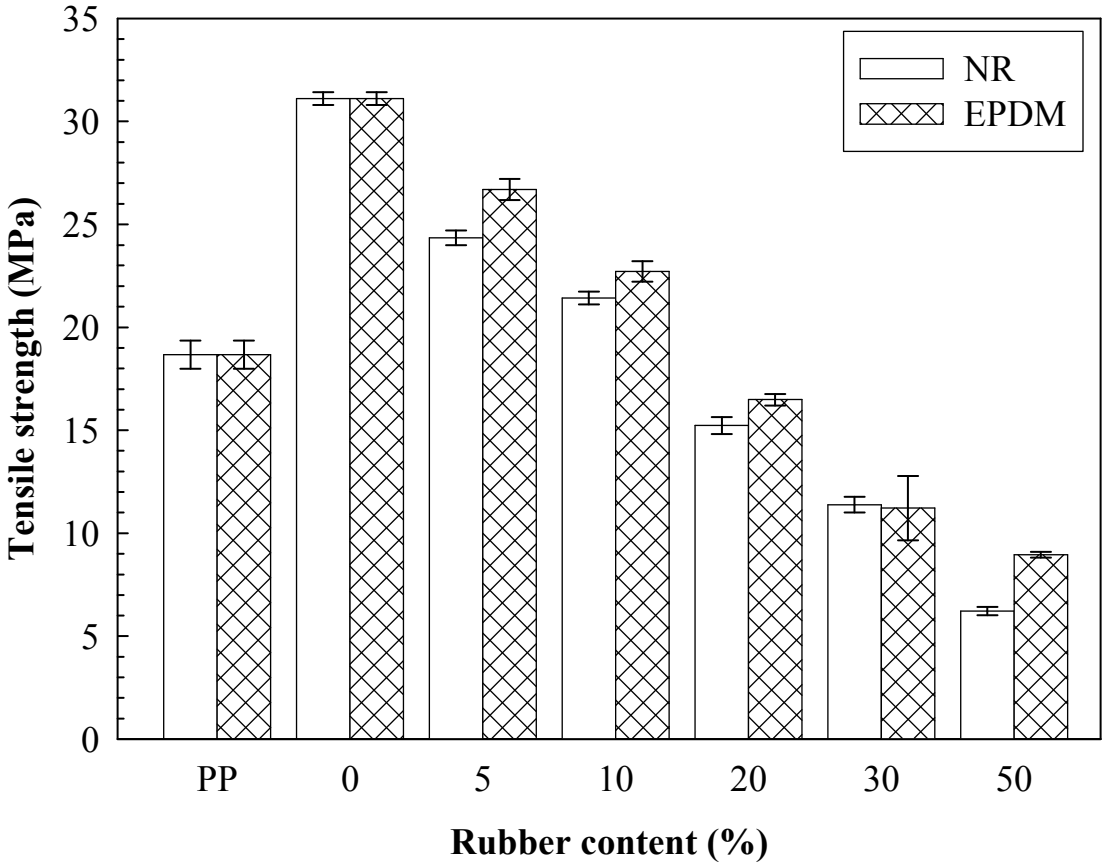
กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆของพอลิโพรพิลีนและวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยาง EPDM ที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 3.2 พบว่าวัสดุเชิงประกอบที่มีอัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติ เพิ่มขึ้นจะมีค่าความหนืดสูงขึ้น โดยที่อัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะมีค่าความหนืดสูงที่สุด เช่นเดียวกับกรณีวัสดุเชิงประกอบจากยางธรรมชาติ แต่ยาง EPDM ที่ใช้เนื่องจากมีความหนืดน้อยกว่ายางธรรมชาติจึงทำให้ความหนืดของวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้นน้อยกว่าที่ผสมกับยางธรรมชาติ



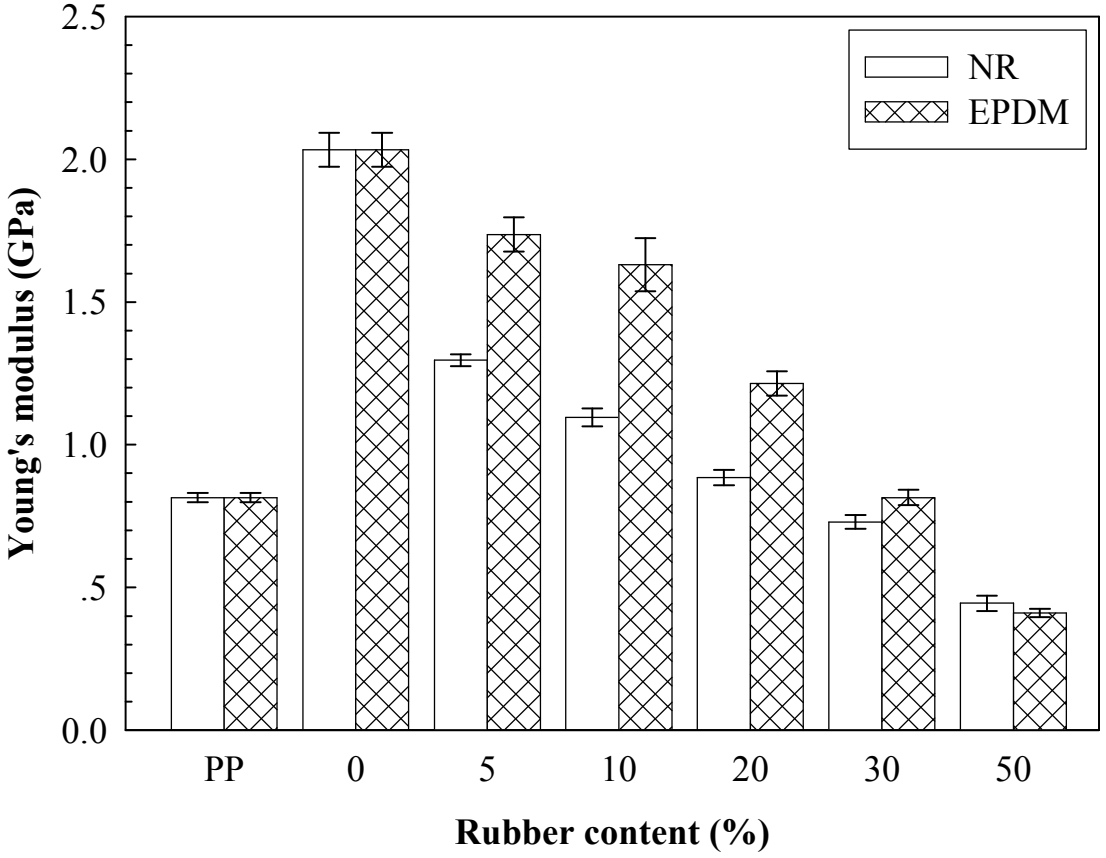
รูปที่ 3.2 กราฟแสดงความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆ ณ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยาง EPDM ต่างกัน

3.3 สมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติและยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

ผลการทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบที่อัตราส่วนผสมของยางธรรมชาติและยาง EPDM ต่างๆ กัน แสดงในรูปที่ 3.3-3.8 ค่าความต้านทานแรงดึง และค่ามอดุลัสของยังก์ของพอลิโพรพิลีจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่เส้นใยปอแก้ว เนื่องจากค่าความต้านทานแรงดึงและค่ามอดุลัสของยังก์ของเส้นใยปอแก้วมีค่าที่สูงกว่าพอลิโพรพิลีนมาก เมื่อเติมยางธรรมชาติและยาง EPDM ลงในพอลิเมอร์เชิงประกอบค่าความต้านทานแรงดึงและค่ามอดุลัสของยังก์ของวัสดุเชิงประกอบจะลดลงเมื่อปริมาณยางเพิ่มขึ้น ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษาสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบที่มีการปรับปรุงความแข็งเหนียว (toughness) ระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) กับเส้นใยไม้ไผ่ (bamboo fiber) [25] อย่างไรก็ตามค่าความต้านทานแรงดึงและค่ามอดุลัสของยังก์ของวัสดุเชิงประกอบจะมีค่าสูงกว่าพอลิโพรพิลีนที่ปริมาณยาง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

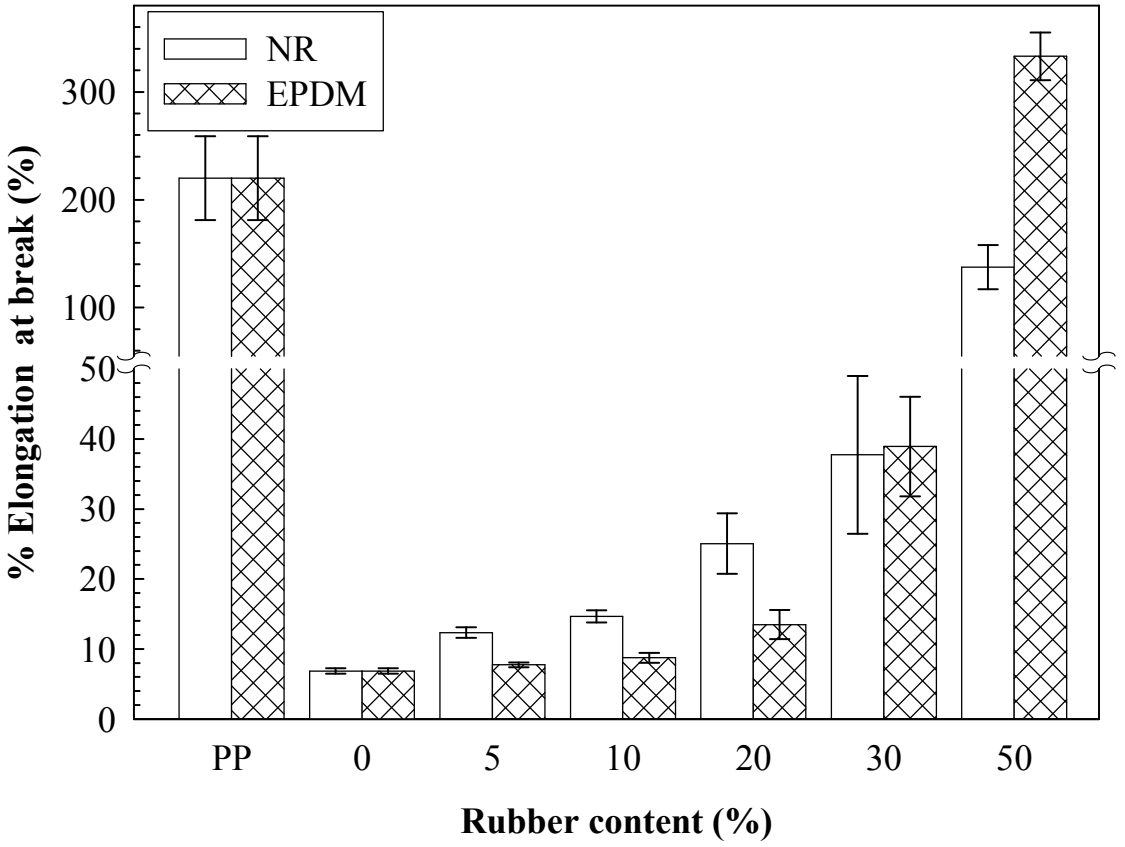


รูปที่ 3.3 ความต้านทานแรงดึง (tensile strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน

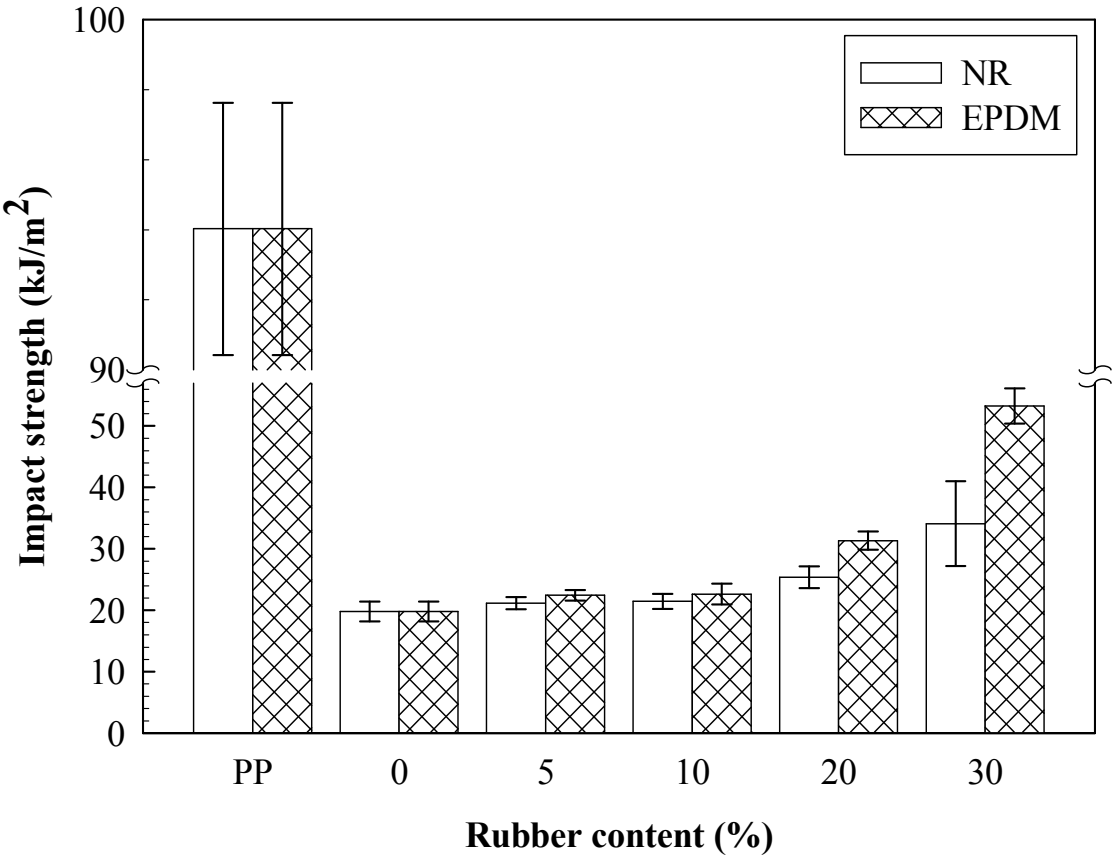


รูปที่ 3.4 ค่ามอดุลัสของยังก์ (Young's modulus) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน

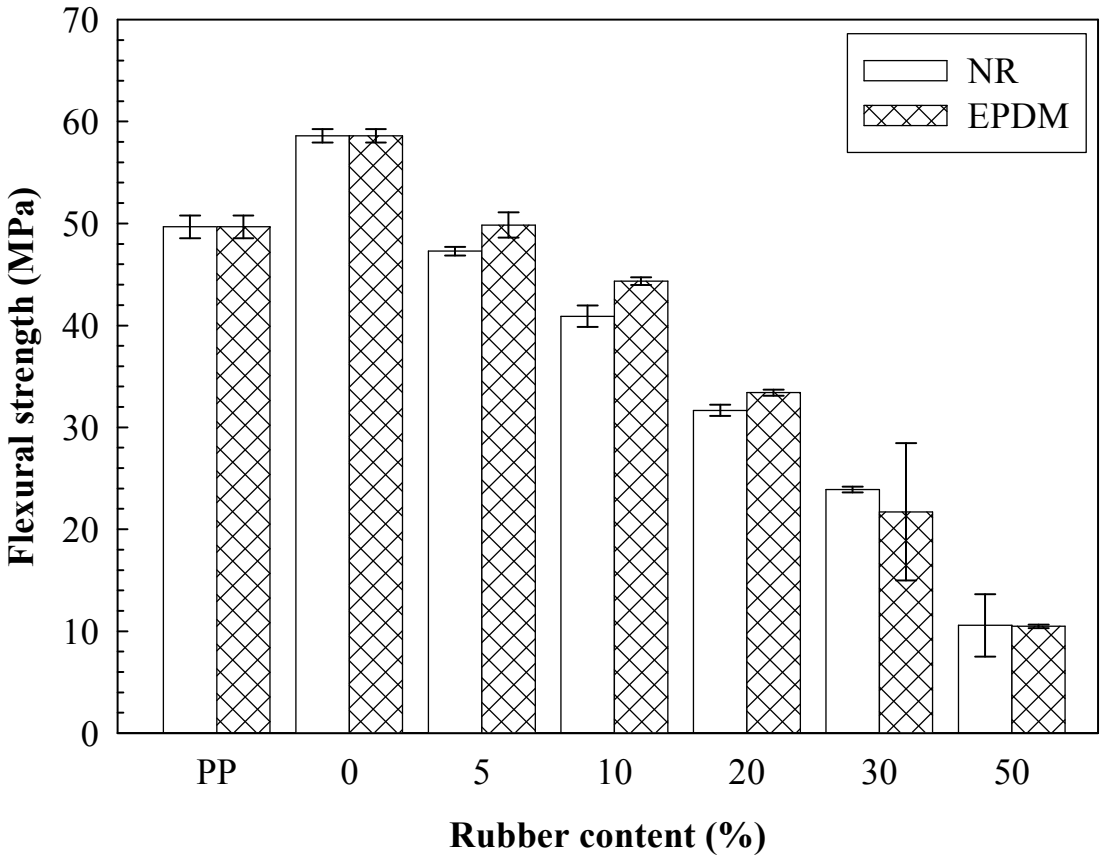
ค่าความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหักและค่าความต้านทานการกระแทกของวัสดุเชิงประกอบที่ไม่เติมยางธรรมชาติกับยางEPDM จะต่ำกว่าพอลิโพรพิลีน อย่างไรก็ตามค่าความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหักและค่าความต้านทานการกระแทกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณยางเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Lui et al. และ Yang et al. [25, 26] กรณียางธรรมชาติและยาง EPDM ที่ปริมาณ 50 % ไม่สามารถทดสอบค่าความทนต่อแรงกระแทกได้เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ไม่สามารถตีให้ชิ้นงานแตกได้



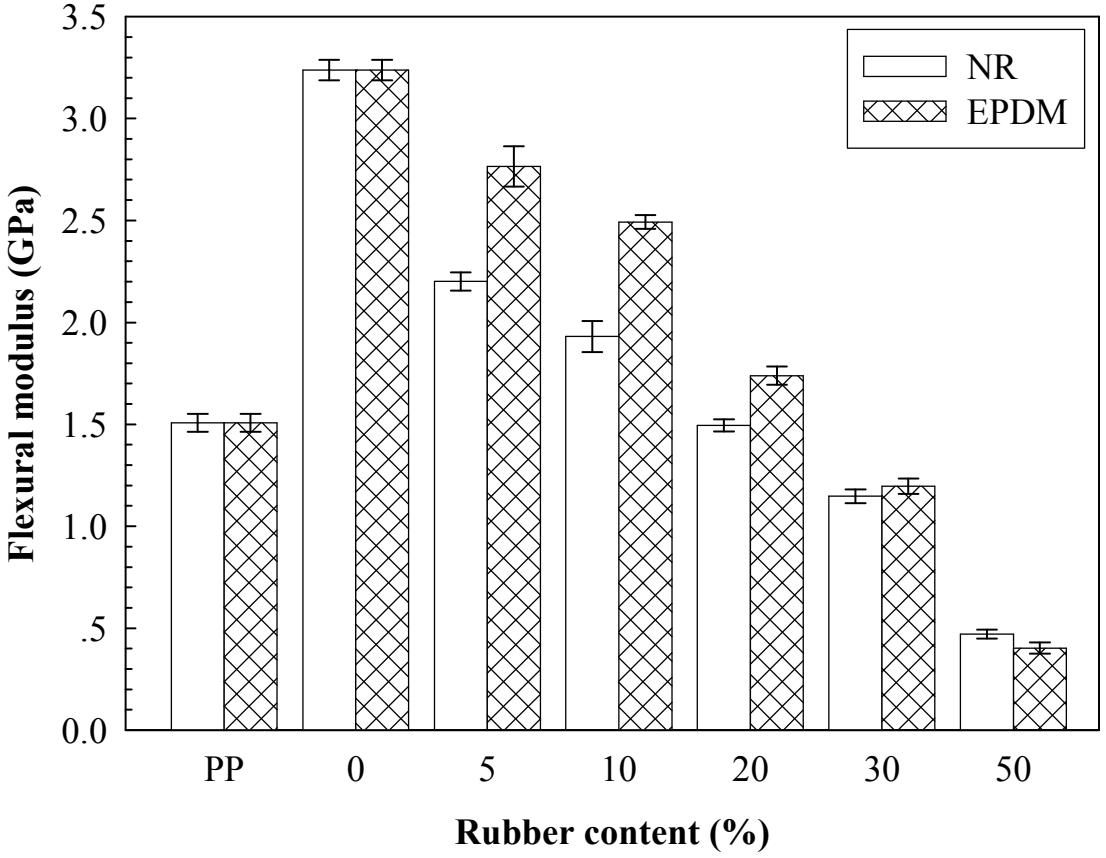
รูปที่ 3.5 ความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหัก (elongation at break) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน



รูปที่ 3.6 ค่าความต้านทานการกระแทก (impact strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน



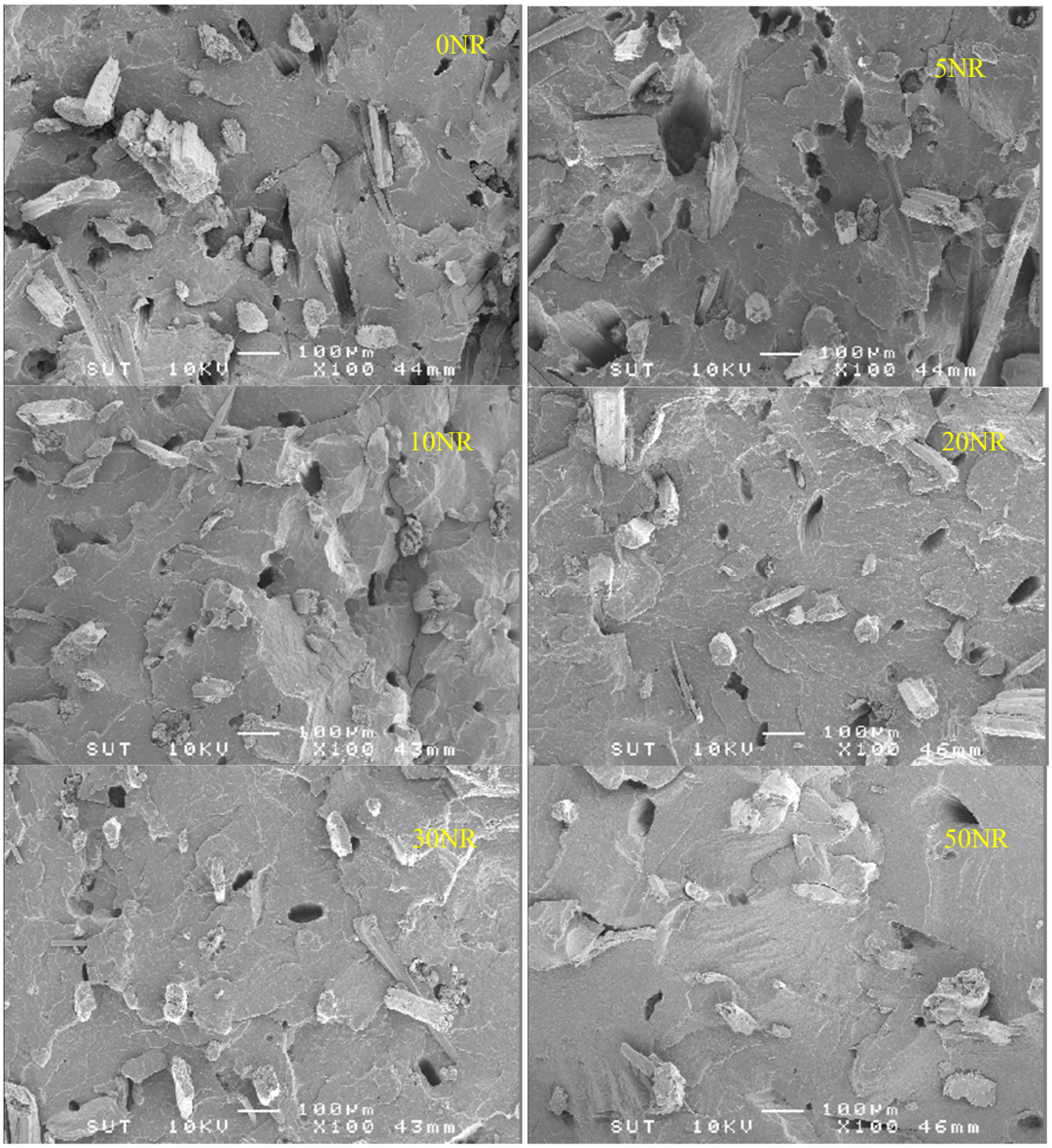
รูปที่ 3.7 ความต้านทานแรงดัด (flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน



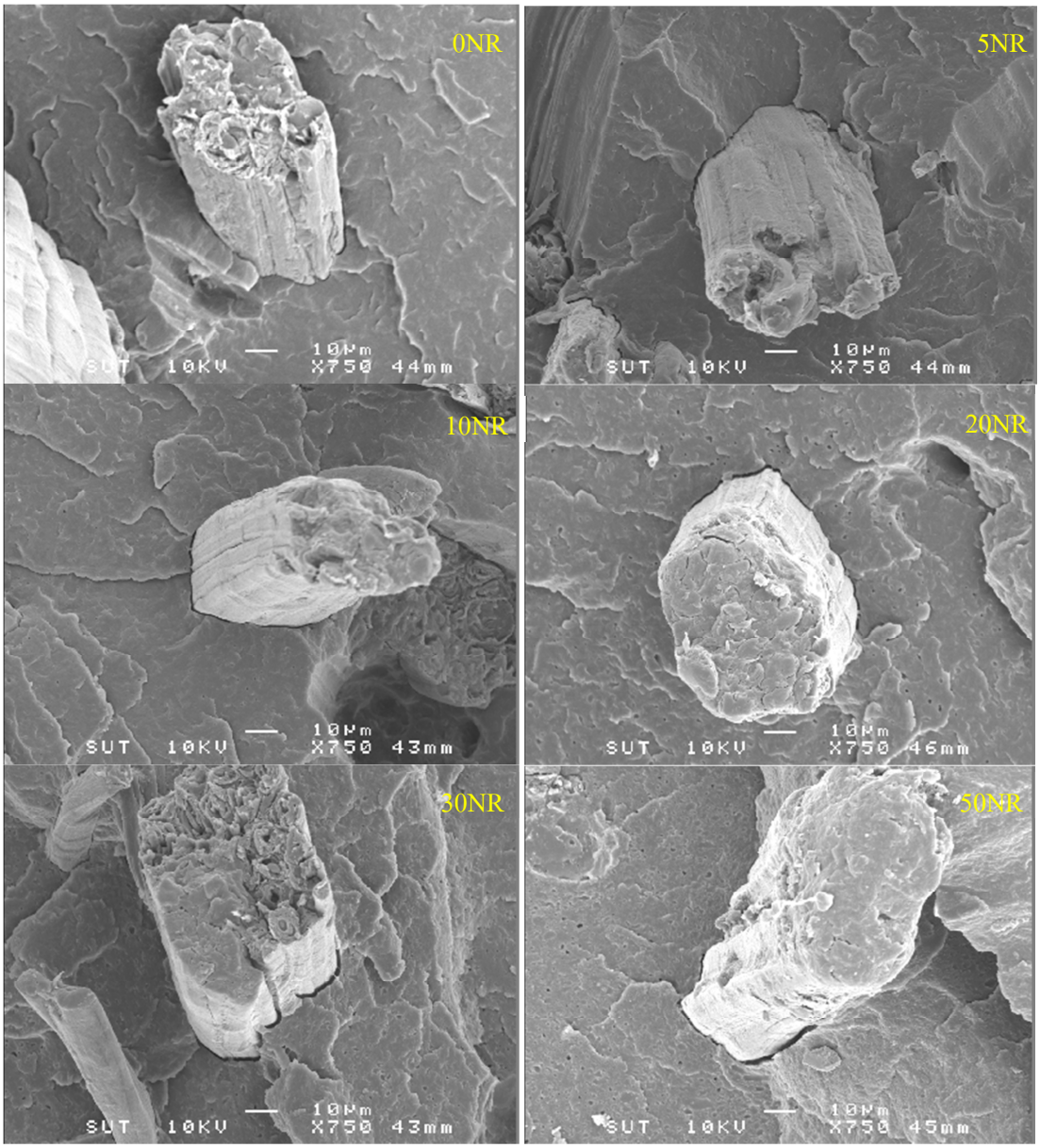
รูปที่ 3.8 ค่ามอดุลัสแรงดัด (flexural modulus) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่อัตราส่วนผสมของยางต่างๆ กัน

3.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบระหว่างระหว่างยาง เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิ-ลีน

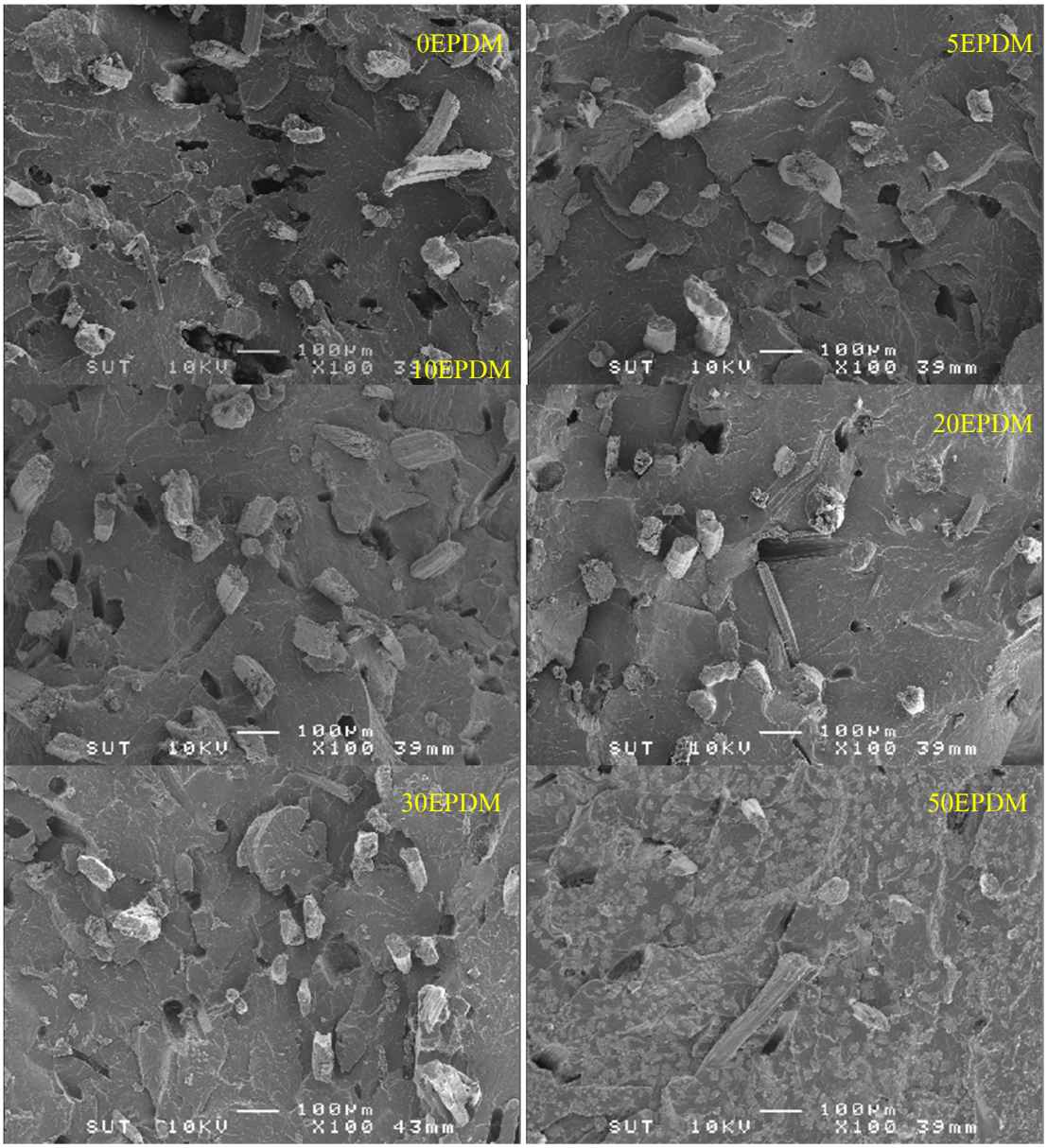
จากรูปที่ 3.9-3.12 พบว่าลักษณะการยึดติดระหว่างเนื้อพอลิเมอร์และเส้นใยปอแก้วยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากช่องว่างระหว่างเนื้อพอลิเมอร์และเส้นใยยังปรากฏให้เห็นอยู่ [25] ส่งผลให้ค่าความทนแรงดึงของวัสดุเชิงประกอบไม่ดีดังกล่าวไปข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างยางธรรมชาติและยาง EPDM จะเห็นว่าลักษณะการยึดติดของเนื้อพอลิเมอร์และเส้นใยปอแก้วไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งกรณีผสมยางธรรมชาติและยาง EPDM



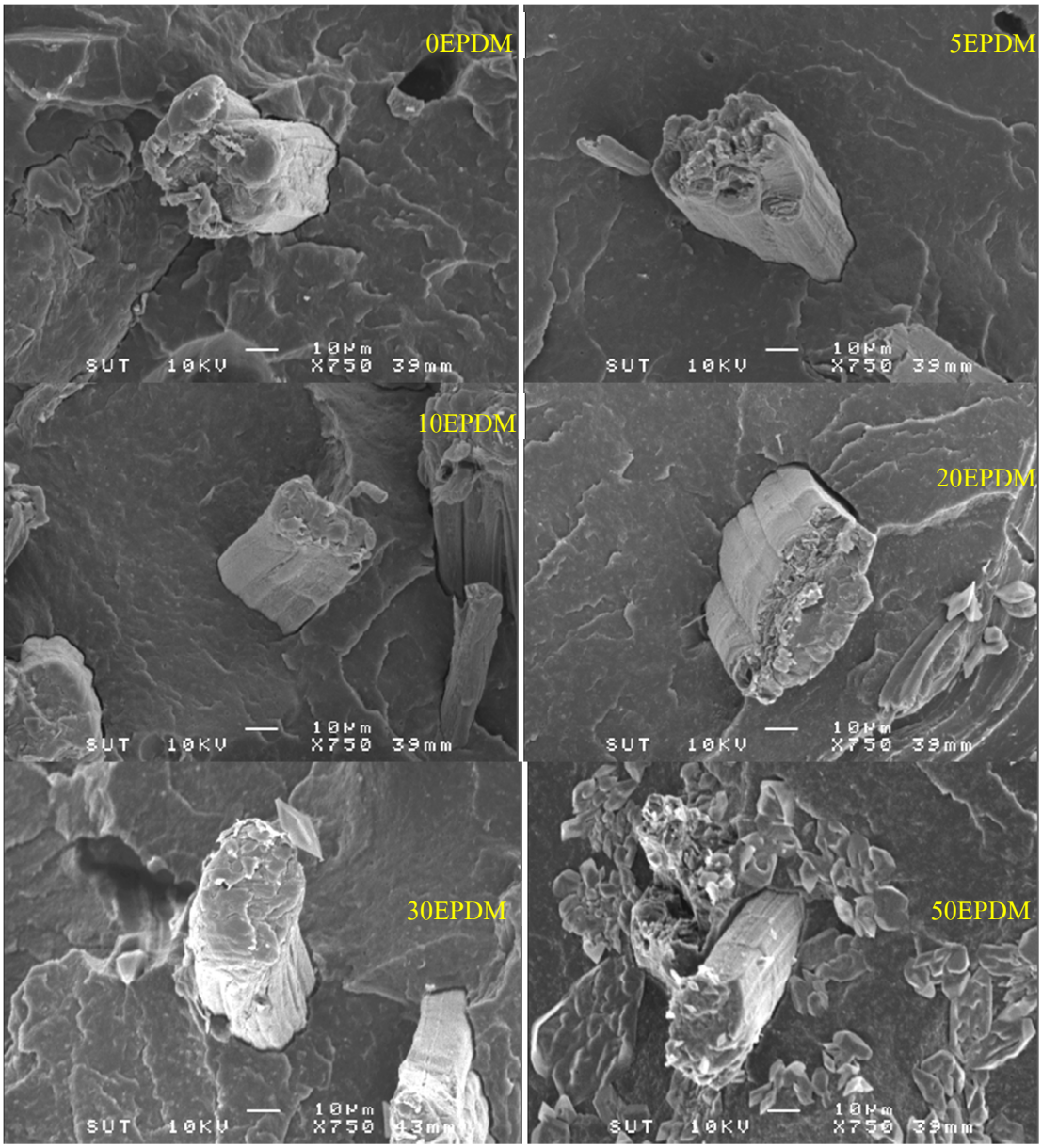
รูปที่ 3.9 SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และ พอลิ-โพรพิลีนที่ปริมาณยางธรรมชาติต่างๆ ที่กำลังขยาย 100 เท่า



รูปที่ 3.10 SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และ พอลิโพรพิลีน ที่ปริมาณยางธรรมชาติต่างๆ ที่กำลังขยาย 750 เท่า



รูปที่ 3.11 SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพร-พิลีน ที่ปริมาณยาง EPDM ต่างๆ ที่กำลังขยาย 100 เท่า



รูปที่ 3.12 SEM micrographs ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพร-พิลีน ที่ปริมาณยาง EPDM ต่างๆ ที่กำลังขยาย 750 เท่า

บทที่ 4
บทสรุป

ความหนืดของพอลิโพรพิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อใส่เส้นใยปอแก้ว และเพิ่มขึ้นตามปริมาณยาง เช่นเดียวกันกับกรณี EPDM ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณยางเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงดึงและมอดุลัสของยังค์ของพอลิโพรพิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อใส่เส้นใยปอแก้ว กรณีการเติมยางทั้งยางธรรมชาติและ EPDM ที่ปริมาณยาง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์จะให้ค่าความต้านทานแรงดึงและมอดุลัสของยังค์สูงกว่าพอลิโพรพิลีน ที่ปริมาณยางสูงกว่านี้จะมีแนวโน้มลดลง ค่าความยืดหยุ่น ณ จุดแตกหักและค่าความต้านทานการกระแทกของพอลิโพรพิลีนจะมีค่าลดลงอย่างชัดเจนเมื่อใส่เส้นใยปอแก้ว แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณยางทั้งกรณียางธรรมชาติและ EPDM โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ปริมาณยางเท่ากับ 30 % โดยน้ำหนัก ยาง EPDM จะให้ค่าความต้านทานการกระแทกของวัสดุเชิงประกอบที่สูงกว่ายางธรรมชาติ

บรรณานุกรม

1. S. K. Garkhai, R. W. H. Heijenrath, and T. Peijs, *Appl. Compos. Mater.*, **7**, 351, 2000.
2. J. C. M. De Bruijn, *Appl. Compos. Mater.*, **7**, 415, 2000.
3. A. R. Sanadi and D. F. Caulfied, *Compos. Interf.*, **7**, 31, 2000.
4. J. Bayer, *Chem. Fibers Int.*, **50**, 575, 2000.
5. D. S. Varma, M. Varma, and I. K. Varma, *Text. Res. J.*, **54**, 827, 1984.
6. K. Joseph, S. Thomas, and C. Pavithran, *Polymer*, **37**, 5139, 1996.
7. Y. Li, Y. –W. Mai, and L. Ye, *Compos. Sci. Technol.*, **60**, 2037, 2000.
8. C. Chuai, K. Almdal, L. Poulsen, and D. Plackett, *J. Appl. Polym. Sci*., **80**, 2833, 2001.
9. W. Chetanachan, N. Chantasatrasamee, and R. Sinsermsuksakul, *Proceedings of The First Thailand Materials Science and Technology Conference*, Thailand, 102, 2000.
10. F. M. B. Coutinho, T. H. S. Costa, D. L. Carvalho, M. M. Gorelova and L. Maria, *Polym. Testing*, **17**, 299, 1998.
11. E. Jakab, G. Varhegyi, and O. Faix*, J. Anal. Appl. Pyrolysis*, **56**, 273, 2000.
12. X. Chen, Q. Guo, and Y. Mi*, J. Appl. Polym. Sci*., **69**, 1891, 1998.
13. M. Kazayawoko, J. J. BalatineCZ, and L. M. Matuana, *J. Mater. Sci*., **34**, 6189, 1999.
14. เอกสารทางวิชาการ หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม 2540.
15. L. D. Mever, S. M. Dabney, and W. C. Harmon, *Trans. ASAE*, **38**, 809, 1995.
16. P. A. Dalton and R. J. Smith, *National Conference Publication-Institution of Engineers*, Australia, N 94 pt 1, 199, 1994.
17. http://www.chaipat.or.th/vetiver/vetiver_t.html.
18. ข้อมูลจากกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544.
19. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun and W. Thomthong, *SPE Tech Paper*, 2004 (submitted).
20. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and N. Suppakarn, *the 8th Pacific Polymer Conference (PPC8)*, Bangkok, Thailand, 118, 2003.
21. C. Kaynak, A. Arikan and T. Tincer, Polymer, 44, 2433, 2003.
22. C. Chuai, K. Almdal, L. Poulsen, and D. Plackett, *J Appl Polym Sci*, **80**, 2833, 2000.

23. J. George, R. Janardhan, J. S. Anand, S. S. Bhagawan, and S. Thimas, *Polym*., **37,** 5421, 1996.

24. J. Thomasset, P. J. Carreau, B. Sanschagrin, and G. Ausias*, J Non-Newtonian Fluid Mech*, **125,** 25, 2005.

25. H. Liu et al., *Comp: Part A*, **39**, 1891, 2008.

26. H. Yang et. al., *Polym.*, **48**, 860, 2007.

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ (ภาษาไทย): ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์

(ภาษาอังกฤษ): Assistant Professor Yupaporn Ruksakulpiwat

2. รหัสประจำตัวประชาชน: 5-4299-00001-572

3. ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ (044) 22-4433 โทรสาร (044) 22-4605
E-mail: yupa@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

2542 Ph.D.(Polymer Engineering), The University of Akron, USA

2537 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) วัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- Polymer Processing and Characterization
- Polymer Crystallization and Morphology

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยและงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

1. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC
2. ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของโพลีเอทธีลีนที่สังเคราะห์ด้วยสารเร่งปฏิกิริยาซีเกอร์-นัตตาและเมททอลโลซีน โดยผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด (Comparative Study of Microstructure and Properties of Ziegler-Natta and Metallocene Based

Polyethylenes in Injection Molding) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC

2. การศึกษาเปรียบเทียบพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับโพลีโพรไพลีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน (Comparative Study of Polymer Blends between Natural Rubber and Isotactic Polypropylene at Various Molecular Weights) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
3. การศึกษาการใช้เถ้าดำจากแกลบเปลือกข้าวเป็นสารตัวเติมในวัสดุวิศวกรรมพอลิเมอร์ (The Study of Using the Rice Husk Ash as an Additive in Engineering Polymer) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
4. โครงการการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างหญ้าแฝกกับพอลิโพรพีลีน (Manufacture of Product from Polymer Composite between Vetiver Grass and Polypropylene) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
5. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)
6. ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)
7. โครงการการศึกษาการใช้หญ้าแฝกเป็นสารตัวเติมในพอลิโพรพิลีนระยะที่ 2: การปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ (The Second Stage of The Study of Using Vetiver Grass as a Filler in Polypropylene: The Improvement of Impact Resistant for Automotive Parts) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
8. โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว (The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. Quiescent and Shear-induced Crystallization of Ziegler-Natta and Metallocene Based Isotactic Polypropylene (สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้ร่วมโครงการ)
2. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของโพลีเอทธีลีนที่สังเคราะห์ด้วยสารเร่งปฏิกิริยาซีเกอร์-นัตตาและเมททอลโลซีน โดยผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด (Comparative Study of Microstructure and Properties of Ziegler-Natta and Metallocene Based

Polyethylenes in Injection Molding) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC) (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)

3. การศึกษาเปรียบเทียบพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับโพลีโพรไพลีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน (Comparative Study of Polymer Blends between Natural Rubber and Isotactic Polypropylene at Various Molecular Weights) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
4. การศึกษาการใช้เถ้าดำจากแกลบเปลือกข้าวเป็นสารตัวเติมในวัสดุวิศวกรรมพอลิเมอร์ (The Study of Using the Rice Husk Ash as an Additive in Engineering Polymer) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
5. โครงการการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างหญ้าแฝกกับพอลิโพรพีลีน (Manufacture of Product from Polymer Composite between Vetiver Grass and Polypropylene) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
6. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย)

7.4 งานวิจัยอยู่ระหว่างดำเนินการ

1. โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว (The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)
2. ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
3. โครงการการศึกษาการใช้หญ้าแฝกเป็นสารตัวเติมในพอลิโพรพิลีนระยะที่ 2: การปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
4. ผลของขนาดผงไฮดรอกซีอะปาไทต์และผลของการใช้สารประสานต่อสมบัติเชิงกลของพอลิโพรพิลีนคอมโพสิต (Effect of Hydroxyapatite Particle Size and Effect of Coupling Agents on Mechanical Properties of Polypropylene Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ: ผู้ร่วมวิจัย)

5. การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเปลือกไข่ไก่ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ: ผู้ร่วมวิจัย)
6. การศึกษาการใช้เส้นไหมแบบต่อเนื่องสำหรับเสริมแรงวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)
7. การเตรียมไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์และการนำไปใช้ในพอลิแลกติกคอมโพสิท (Preparation of Cattle Bone Based Hydroxyapatite and Its Application in Poly(lactic acid) Composites) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)

7.5 ผลงานทางวิชาการ

1. S. Sanmunag, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, *Chicken Eggshell as A filler for Polymer Composites: Preparation and Characterizations*., **Advanced Material Researchs**, **47-50** (2008), 490-493.
2. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, and U. Somnuk, **"***Quiescent Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*", **J. Appl. Polym. Sci., 106**(2007), 2997-3006.
3. K. Jarukumjorn, W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, and J. Kluengsamrong, **"***Effect of Sinlane Coupling Agent and Compatibilizer on Properties of Rossells Fiber/PP Composites*" **The 2nd International Conference on Advances in Petrochemicals and Polymers**, Bangkok, Thailand, BC-P16, 2007.
4. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, W. Thomthong. *Vetiver - Polypropylene Composites: Physical and Mechanical Properties*. **Composites Part A**. 38 (2007), 590-601.
5. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun, P. Phinyocheep and Y. Ruksakulpiwat**. "***Effect of processing conditions on crystallization of vetiver grass-polypropylene composites*". **The 4th East Asian Polymer Conference**. China. pp.168-170. 2006.
6. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit. "*Mechanical Properties of Natural Hydroxyapatite/PP Composites*" **Annual Technical Conference 2006**. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 325. 2006.
7. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, J. Kleungsumrong, P. Phinyocheep, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *Shear-Induced Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*.

Annual Technical Conference 2006. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 1225. 2006.

8. K. Jarukumjorn, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and J. Kluengsamrong. *Compatibilization of Natural Fibers/PP Composites*. **Annual Technical Conference 2006**. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 330. 2006.
9. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun, and Y. Ruksakulpiwat. *Injection Molding of Vetiver Grass-Polypropylene Composites: Effect of Particle Sizes on Rheological. Thermal. and Mechanical Properties.* **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 8. 2006.
10. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, P. Phinyocheep, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *Effect of Particle Sizes of Vetiver Grass on Shear-Induced Crystallization of Injection Molded Vetiver Grass-Polypropylene Composites*. **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 9. 2006.
11. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit. *Effect of Water Absorption and Silane coupling agent on Tensile Properties of Hydroxyapatite/PP Composites*. **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 27. 2006.
12. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong. *Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of Pretreated and Silane-Treated Rossell Fibers*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 241. 2005
13. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, U. Somnuk, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Comparison of Rheology Properties and Mechanical Properties of Polypropylene Composites from Various Types of Natural Fibers*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 221. 2005.
14. U. Somnuk, W. Sutapun, N. Suppakarn, P. Phinyocheep, and Y. Ruksakulpiwat. *Effect of Processing Conditions on Shear-induced Crystallization of Vetiver Grass-Polypropylene /Composites*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 221. 2005.
15. K. Jarukumjorn, W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, and J. Kluengsamrong. *Short Rossells Fiber/Polypropylene Composites: Effect of Compatibilizer on Mechanical and*

Rheological Properties. and Heat Distortion Temperature. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 227. 2005.

16. Y. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Injection Molding of Rossells-Polypropylene Composites: Effect of Processing Parameters on Mechanical Properties*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 227. 2005.
17. P. Chumsamrong, W. Sutapun, Suriya Kiaw-on, and W. Tonukoon. *Influence of Alkali-Treated Rossells Fibers on The Tensile Properties of Unsaturated Polyester*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 234. 2005.
18. N. Suppakarn, W. Sutapun, Suriya Kiaw-on, and W. Tonukoon. *Effect of Fiber Content and Fiber Treatment on Mechanical Properties of Rossells Fiber-Epoxy Composite*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 237. 2005.
19. N. Suppakarn, M. Baru, S. Sanmuang, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit, "*Effect of Filler Content on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-Polypropylene Composite*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.242, 2005.
20. N. Suppakarn, J. Rittita, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and C. Lorprayoon. *Effect of Filler Particle size on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-Polypropylene Composite*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 242. 2005.
21. Y. Ruksakulpiwat, W. Thomthong, A. Thitichaisri, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Natural Rubber: an Impact Modifier for Vetiver Grass-Polypropylene Composites*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 243. 2005.
22. ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์, กษมา จารุกำจร, จันทิมา ดีประเสริฐกุล, นิธินาถ ศุภกาญจน์, ปราณี ชุมสำโรง, วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์. "*เส้นใยธรรมชาติ...ทางเลือกใหม่สำหรับพอลิเมอร์เชิงประกอบ*". **วิศวกรรมสาร**. 57. 44. 2547.
23. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong. "*Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of*

Pretreated Jute Fibers by Boiling and Soxhlet Extraction". **The 30th Congress on Science and Technology of Thailand**. Bangkok. Thailand. p. 175. 2004

24. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, and W. Thomthong. "*The Study of Using Vetiver Grass as a Filler in Polypropylene Composites*". **Annual Technical Conference 2004**. The Society of Plastics Engineers. Chicago. Illinois. USA. p. 1641. 2004.
25. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *"Effect of Vetiver Contents and Vetiver Lengths on Mechanical and Morphological Properties of Vetiver-Polypropylene Composites"*. **The Third Thailand Materials Science and Technology Conference**. Bangkok. Thailand. p. 167. 2004.
26. U. Somnuk, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *"Characterization of Chemical Treated Vetiver Grass"*. **The Third Thailand Materials Science and Technology Conference**. Bangkok. Thailand. p. 420. 2004.
27. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and N. Suppakarn, *The 8th Pacific Polymer Conference (PPC8)*, Bangkok, Thailand, 118, 2003.
28. Y. Ruksakulpiwat and C. Ruksakulpiwat , *The 8th Pacific Polymer Conference (PPC8)*, Bangkok, Thailand, 134, 2003.
29. Y. Ruksakulpiwat and A.I. Isayev, *Proceedings of the First Thailand Materials Science and Technology Conference*, Thailand, 116, 2000.
30. Y. Churdpunt and A.I. Isayev, "Crystallization Kinetic and Growth Rate Behaviour of Ziegler-Natta and Metallocene Based Isotactic Polypropylenes", *J. Polym. Sci. Polym. Phys. Ed*., (submitted).
31. Y. Ruksakulpiwat, "Comparative Study of Structure and Property of Ziegler-Natta and Metallocene Based Linear Low Density Polyethylene in Injection Moldings", *SPE Tech. Papers*, 582, 2001.
32. Y. Churdpunt and A.I. Isayev, "Comparison of Birefringence and Mechanical Properties of Injection Molded Metallocene and Ziegler-Natta Based Isotactic Polypropylenes", *J. Polym. Eng.*, **20**, 76, 2000.
33. A.I. Isayev, Y. Churdpunt, and X.Guo, "Comparative Study of Ziegler-Natta and Metallocene Based Isotactic Polypropylenes in Injection Molding", *Intern. Polym. Process.*, **15**, 72, 2000.

34. Y. Ruksakulpiwat and A.I. Isayev, " Shear-Induced Crystallization in Injection Moldings of Ziegler-Natta and Metallocene Based Isotactic Polypropylenes", *SPE Tech. Papers*, 486, 2000.

35. Y. Churdpunt and A.I. Isayev, "Crystallization and Microstructure of Ziegler-Natta and Metallocene Based Isotactic Polypropylenes: Simulation and Experiment", *SPE Tech. Papers*, 2527, 1999.

36. A.I. Isayev, Y. Churdpunt and X. Guo, *Proceeding of the 15th PPS Meeting*, Netherlands, paper no. 289, 1999.

37. Y. Churdpunt and A.I. Isayev, *Metallocene Technology and Modern Catalytic Methods in Commercial Applications*, Edited by George M. Benedikt and B. L. Goodall, ChemTec Publishing, Ontario, 1999.

8. การปฏิบัติงานวิจัย ณ ต่างประเทศ

1. ปฏิบัติงานวิจัย ณ University of Linz ประเทศออสเตรีย ด้วยทุนแลกเปลี่ยนนักวิทยาศาสตร์ตามโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศไทยและประเทศออสเตรีย ทบวงมหาวิทยาลัย ในระหว่างเดือนกันยายน 2544

9. รางวัลที่ได้รับ

- Certificates of Excellence for the King of Thailand Vetiver Awards 2006/ An investigation of using vetiver grass in polypropylene composites

---

ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ (ภาษาไทย): นางสาวนิธินาถ ศุภกาญจน์

(ภาษาอังกฤษ): Miss Nitinat Suppakarn

2. รหัสประจำตัวประชาชน: 5-1014-00016-649

3. ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ (044) 22-4439 โทรสาร (044) 22-4605
E-mail: nitinat@sut.ac.th

6. ประวัติการศึกษา

2542 Ph.D. (Macromolecular Science and Engineering), Case Western Reserve University, USA

2538 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พอลิเมอร์),วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2536 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- Polymer Characterization
- Polymer Composites and Polymer Blends

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยและงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1. การเตรียมไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์และการนำไปใช้ในพอลิแลกติกคอมโพสิท (Preparation of Cattle Bone Based Hydroxyapatite and Its Application in Poly(lactic acid) Composites) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารตัวเติม เพื่อผลิตเป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายตัวได้ (Preliminary Study for Using Starch as Filler for Biodegradable Polymer) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. การผลิตพอลิโพรพิลีนคอมโพสิตโดยใช้ไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์เป็น สารตัวเติมเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนกระดูก (Production of Polypropylene Composites with Cattle Bone Based-Hydroxyapatite as a Filler: a Possible Bone Replacement Material) แหล่งทุนสนับสนุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
4. ผลของขนาดผงไฮดรอกซีอะปาไทต์และผลของการใช้สารประสานต่อสมบัติเชิงกลของพอลิโพรพิลีนคอมโพสิต (Effect of Hydroxyapatite Particle Size and Effect of Coupling Agents on Mechanical Properties of Polypropylene Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
5. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)

7.3 งานวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

1. Characterization and Thermal Study of Propargylamine Based Benzoxazin, (สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย)
2. Phase Distribution within the Organic Constituents of Ceramic Green Organic Constituents of ceramic green tape (สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย)
3. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารตัวเติม เพื่อผลิตเป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายตัวได้ (Preliminary Study for Using Starch as Filler for Biodegradable Polymer) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
5. โครงการการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างหญ้าแฝกกับพอลิโพรพีลีน (Manufacture of Product from Polymer Composite between Vetiver Grass and Polypropylene) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย)
6. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)
7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกอบแต่งทนการติดไฟจากพอลิเบนซอกซาซีนอัลลอยด์และผงไม้ (Development of Fire Resistant Wood-substituted Composites from Polybenzoxazine

Alloys and Hevea brasiliensis Wood Flour) แหล่งทุนสนับสนุน: ศูนย์เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีอนุภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สถานภาพ :ผู้ร่วมวิจัย)

8. การผลิตพอลิโพรพิลีนคอมโพสิตโดยใช้ไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์เป็น สารตัวเติมเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนกระดูก (Production of Polypropylene Composites with Cattle Bone Based-Hydroxyapatite as a Filler: a Possible Bone Replacement Material) แหล่งทุนสนับสนุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)

7.4 งานวิจัยอยู่ระหว่างดำเนินการ

1. การเตรียมไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์และการนำไปใช้ในพอลิแลกติกคอมโพสิท (Preparation of Cattle Bone Based Hydroxyapatite and Its Application in Poly(lactic acid) Composites) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)
2. ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการย่อย)
3. ผลของขนาดผงไฮดรอกซีอะปาไทต์และผลของการใช้สารประสานต่อสมบัติเชิงกลของพอลิโพรพิลีนคอมโพสิต (Effect of Hydroxyapatite Particle Size and Effect of Coupling Agents on Mechanical Properties of Polypropylene Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)
4. โครงการการศึกษาการใช้หญ้าแฝกเป็นสารตัวเติมในพอลิโพรพิลีนระยะที่ 2 : การปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ (The Second Stage of The Study of Using Vetiver Grass as a Filler in Polypropylene: The Improvement of Impact Resistant for Automotive Parts) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ :ผู้ร่วมวิจัย)
5. การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเปลือกไข่ไก่ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)
6. การศึกษาการใช้เส้นไหมแบบต่อเนื่องสำหรับเสริมแรงวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)
7. โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว (The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)

7.5 ผลงานทางวิชาการ

1. S. Sanmunag, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, *Chicken Eggshell as A filler for Polymer Composites: Preparation and Characterizations*., **Advanced Material Researchs**, **47-50** (2008), 490-493.
2. S. Rimdusit, N. Kampangsaeree, W. Tanthapanichakoon, T. Takeichi, and N. Suppakarn, *"Development of Wood-Substituted Composites from Highly Filled Polybenzoxazine-Phenolic Novolac Alloys*," **Polym. Eng. Sci.**, **47**, 140-149**,** 2007.
3. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, and U. Somnuk, **"***Quiescent Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*", **J. Appl. Polym. Sci., 106**, 2997-3006, 2007.
4. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, W. Thomthong, *"Vetiver - Polypropylene Composites: Physical and Mechanical Properties*," **Composites Part A**, **38**, pp. 590-601, 2007.
5. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun, P. Phinyocheep and Y. Ruksakulpiwat**, "***Effect of processing conditions on crystallization of vetiver grass-polypropylene composites*," **The 4th East Asian Polymer Conference**, China, pp.168-170, 2006.
6. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun,C. Lorprayoon, and S. Ekgasit, "*Mechanical Properties of Natural Hydroxyapatite/PP Composites*" **Annual Technical Conference 2006**, the Society of Plastics Engineers, Charlotte, North Carolina USA, p. 325, 2006.
7. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, J. Kleungsumrong, P. Phinyocheep, N. Suppakarn, and W. Sutapun, "*Shear-Induced Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*," **Annual Technical Conference 2006**, the Society of Plastics Engineers, Charlotte, North Carolina USA, p. 1225, 2006.
8. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun and Y. Ruksakulpiwat, "*Injection Molding of Vetiver Grass-Polypropylene Composites: Effect of Particle Sizes on Rheological, Thermal, and Mechanical Properties,*" **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**, Rotorua, New Zealand, P8, 2006.
9. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, P. Phinyocheep, N. Suppakarn and W. Sutapun, "*Effect of Particle Sizes of Vetiver Grass on Shear-Induced Crystallization of Injection Molded Vetiver Grass-Polypropylene Composites*," **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**, Rotorua, New Zealand, P9, 2006.

10. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, C. Lorprayoon and S. Ekgasit, "*Effect of Water Absorption and Silane coupling agent on Tensile Properties of Hydroxyapatite/PP Composites*," **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**, Rotorua, New Zealand, P27, 2006.
11. Y. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, U. Somnuk, W. Sutapun, and N. Suppakarn, *"Comparison of Rheology Properties and Mechanical Properties of Polypropylene Composites from Various Types of Natural Fibers*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p. 221, 2005.
12. U. Somnuk, W. Sutapun, and N. Suppakarn, P. Phinyocheep, and Y. Ruksakulpiwat, *"Effect of Processing Conditions on Shear-induced Crystallization of Vetiver Grass-Polypropylene /Composites*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.221, 2005.
13. Y. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, W. Sutapun, and N. Suppakarn, "*Injection Molding of Rossells-Polypropylene Composites: Effect of Processing Parameters on Mechanical Properties*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.227, 2005.
14. N. Suppakarn,W. Sutapun, S. Kiaw-on, and W. Tonukoon, "*Effect of Fiber Content and Fiber Treatment on Mechanical Properties of Rossells Fiber-Epoxy Composite*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.237, 2005.
15. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong, "*Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of Pretreated and Silane-Treated Rossell Fibers*", **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.241, 2005
16. N. Suppakarn, M. Baru, S. Sanmuang, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit, "*Effect of Filler Content on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-Polypropylene Composite*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.242, 2005.
17. N. Suppakarn, J. Rittita, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and C. Lorprayoon, *"Effect of Filler Particle size on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-*

PolyPropylene Composite," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.242, 2005.

18. Y. Ruksakulpiwat, W. Thomthong, A. Thitichaisri, W. Sutapun, and N. Suppakarn, *"Natural Rubber: an Impact Modifier for Vetiver Grass-Polypropylene Composites*," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p. 243, 2005.
19. ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์, กษมา จารุกำจร, จันทิมา ดีประเสริฐกุล, นิธินาถ ศุภกาญจน์, ปราณี ชุมสำโรง, วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์, เส้นใยธรรมชาติ...ทางเลือกใหม่สำหรับโพลิเมอร์เชิงประกอบ, **วิศวกรรมสาร**, 57 (683), p.44, 2547.
20. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun and W. Thomthong, "*The Study of Using Vetiver Grass as a Filler in Polypropylene Composites,*" **Annual Technical Conference 2004**, the Society of Plastics Engineers, Chicago, USA, p.1641, 2004.
21. N. Kampangsaree, N. Suppakarn, and S. Rimdusit, "*Development of Fire Resistant Wood-Substituted Composites from Polybenzoxazine Alloys*," **The 3rd Thailand Materials Science and Technology Conference**, Bangkok,Thailand, p.161, 2004.
22. W. Thuamthong, Y.Ruksakulpiwat, N. Suppakan, and W. Sutapan, "*Effect of Vetiver Contents and Vetiver Lengths on Mechanical and Morphological Properties of Vetiver-Polypropylene Composites*," **The 3rd Thailand Materials Science and Technology Conference**, Bangkok, Thailand, p.167, 2004.
23. U. Somnuk, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn and W. Sutapun, "*Characterization of Chemical Treated Vetiver Grass*," **The 3rd Thailand Materials Science and Technology Conference**, Bangkok, Thailand, p. 420, 2004.
24. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong, *"Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of Pretreated Jute Fibers by Boiling and Soxhlet extraction*," **The 30th Congress on Science and Technology of Thailand**, Bangkok, Thailand, p. 175, 2004.
25. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutaphan, and N. Suppakarn, "*Thermal, Rheological, Mechanical, and Morphological Properties of Vetiver-Polypropylene Composites*," The **8th Pacific Polymer Conference (PPC8)**, the Pacific Polymer Federation (PPF), Bangkok, Thailand, p.118, 2003.

26. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารตัวเติมเพื่อผลิตเป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลาย *รายงานการวิจัย* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2546

27. N. Suppakarn, H. Ishida, and J.D. Cawley, "*Roles of Poly(propylene glycol) During Solvent- based Lamination of Ceramic Green Tape*," **J. Am. Ceram. Soc.**, **84**(2), pp. 289-296, 2001.

28. N. Suppakarn, Z. Liu, and J.D. Cawley, "*Polymer Assisted Lamination of Ceramic Green Tape*," **The First Thailand Materials Science and Technology Proceedings, MTEC**, Thailand, p. 364, 2000.

29. Z. Liu, N. Suppakarn, and J.D. Cawley, *"Coated Feedstock for Fabrication of Ceramic Parts by CAM-LEM*," **Solid Freeform Fabrication Symposium Proceedings**, Edited by D. Bourell, J. J. Beaman, R. Crawford, H. L. Marcus, and J. W. Barlow, University of Texas, Austin, TX, pp. 393-401, 1999.

8. รางวัลที่ได้รับ

- Certificates of Excellence for the King of Thailand Vetiver Awards 2006/ An investigation of using vetiver grass in polypropylene composites

ผู้ร่วมโครงการ

1. **ชื่อ (ภาษาไทย):** นาง วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์

   (ภาษาอังกฤษ): Mrs Wimonlak Sutapun

2. **รหัสประจำตัวประชาชน:** 3-1020-02628-053

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์
   สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร**

   สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง นครราชสีมา 30000
   โทรศัพท์ (044) 22-4435 โทรสาร (044) 22-4605
   E-mail: wimonlak@sut.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

   2542 Ph.D. (Macromolecular Science and Engineering), Case Western Reserve University, USA
   2535 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   2532 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   - Composite Interface/Interphase
   - Spectroscopy of Polymers

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยและงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:**

   7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

   1. การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเปลือกไข่ไก่ (Preparation of Chicken Eggshell-Polymer Composites) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   2. การศึกษาการใช้เส้นไหมแบบต่อเนื่องสำหรับเสริมแรงวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี (Study of Using Silk as a Continuous Fiber for Reinforcing Epoxy Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   3. การเตรียมเส้นใยป่านศรนารายณ์สำหรับพอลิเมอร์คอมโพสิท: พอลิโพรพิลีนคอมโพสิท อีพอกซีคอนโพ สิทและคอมโพสิทจากพอลิเอสเตอร์เรซินแบบไม่อิ่มตัว (Preparation of Sisal Fiber for Polymer Composites: Polypropylene, Epoxy, and Unsaturated Polyester Composites) ใน

ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การใช้เส้นใยจากตัวไหมเป็นวัสดุเสริมแรงสำหรับวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี (Silkworm Fiber for Reinforcing Epoxy Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
5. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)
6. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนศึกษาอินเทอร์เฟสของวัสดุพอลิเมอร์เชิงประกอบและเฟสองค์ประกอบของระบบพอลิเมอร์ผสม(Infrared Synchrotron Radiation for Investigating Interphase of Polymer Composites and Phase Separation of Multiphase Polymer Systems: Feasibility Study) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. การใช้เส้นใยจากตัวไหมเป็นวัสดุเสริมแรงสำหรับวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี (Silkworm Fiber for Reinforcing Epoxy Composite) แหล่งทุนสนับสนุน: มทส (สถานภาพ :หัวหน้าโครงการ)
2. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนศึกษาอินเทอร์เฟสของวัสดุพอลิเมอร์เชิงประกอบและเฟสองค์ประกอบของระบบพอลิเมอร์ผสม(Infrared Synchrotron Radiation for Investigating Interphase of Polymer Composites and Phase Separation of Multiphase Polymer Systems: Feasibility Study) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการ)
3. การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิทเชิงพาณิชย์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย (Development of Commercialized Polymer Composites Using Natural Fiber in Thailand) แหล่งทุนสนับสนุน: National Metal and Materials Technology Center, MTEC (สถานภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการย่อย)
4. โครงการการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างหญ้าแฝกกับพอลิโพรพีลีน (Manufacture of Product from Polymer Composite between Vetiver Grass and Polypropylene) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ((สถานภาพในการทำวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย)

7.3 งานวิจัยอยู่ระหว่างดำเนินการ

1. การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเปลือกไข่ไก่ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)
2. การศึกษาการใช้เส้นไหมแบบต่อเนื่องสำหรับเสริมแรงวัสดุเชิงประกอบอีพอกซี แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : หัวหน้าโครงการ)
3. ชุดโครงการการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิทจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ :ผู้ร่วมวิจัย)
4. โครงการการศึกษาการใช้หญ้าแฝกเป็นสารตัวเติมในพอลิโพรพิลีนระยะที่ 2: การปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ :ผู้ร่วมวิจัย)
5. ผลของขนาดไฮดรอกซีอะปาไทต์และผลของการใช้สารประสานต่อสมบัติเชิงกลของพอลิโพรพิลีนคอมโพสิต แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ :ผู้ร่วมวิจัย)
6. การเตรียมไฮดรอกซีอะปาไทต์จากกระดูกสัตว์และการนำไปใช้ในพอลิแลกติกคอมโพสิท (Preparation of Cattle Bone Based Hydroxyapatite and Its Application in Poly(lactic acid) Composites) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)
7. โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิทจากปอแก้ว (The Study of Using Natural Rubber to Improve Impact Strength of Polymer Composites from Rossells) แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย)

7.4 ผลงานทางวิชาการ

1. S. Sanmunag, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, *Chicken Eggshell as A filler for Polymer Composites: Preparation and Characterizations*., **Advanced Material Researchs**, **47-50** (2008), 490-493
2. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, and U. Somnuk, **"***Quiescent Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*", **J. Appl. Polym. Sci., 106**(2007), 2997-3006.
3. W. Sutapun, P. Rossapol, S. Kiaw-on, and D. Kittilertkul, **"***Silkworm Fiber for Reinforcing Epoxy Composite*" The 2nd International Conference Advances in Petrochemicals and Polymers, Bangkok, Thailand, BC-P22, 2007.
4. K. Jarukumjorn, W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, and J. Kluengsamrong, **"***Effect of Sinlane Coupling Agent and Compatibilizer on Properties of Rossells Fiber/PP Composites*" The

2nd International Conference Advances in Petrochemicals and Polymers, Bangkok, Thailand, BC-P16, 2007

5. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, W. Thomthong. *Vetiver - Polypropylene Composites: Physical and Mechanical Properties*. **Composites Part A**. 38 (2007), 590-601.
6. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun, P. Phinyocheep and Y. Ruksakulpiwat**. "***Effect of processing conditions on crystallization of vetiver grass-polypropylene composites*". **The 4th East Asian Polymer Conference**. China. pp.168-170. 2006.
7. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit. "*Mechanical Properties of Natural Hydroxyapatite/PP Composites*" **Annual Technical Conference 2006**. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 325. 2006.
8. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, J. Kleungsumrong, P. Phinyocheep, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *Shear-Induced Crystallization of Natural Fiber-Polypropylene Composites*. **Annual Technical Conference 2006**. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 1225. 2006.
9. K. Jarukumjorn, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and J. Kluengsamrong. *Compatibilization of Natural Fibers/PP Composites*. **Annual Technical Conference 2006**. The Society of Plastics Engineers. Charlotte. North Carolina USA. p. 330. 2006.
10. U. Somnuk, N. Suppakarn, W. Sutapun, and Y. Ruksakulpiwat. *Injection Molding of Vetiver Grass-Polypropylene Composites: Effect of Particle Sizes on Rheological. Thermal. and Mechanical Properties.* **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 8. 2006.
11. Y. Ruksakulpiwat, U. Somnuk, P. Phinyocheep, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *Effect of Particle Sizes of Vetiver Grass on Shear-Induced Crystallization of Injection Molded Vetiver Grass-Polypropylene Composites*. **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 9. 2006.
12. N. Suppakarn, S. Sanmaung, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, C. Lorprayoon, and S. Ekgasit. *Effect of Water Absorption and Silane coupling agent on Tensile Properties of Hydroxyapatite/PP Composites*. **The 28th Australasian Polymer Symposium (APS2006)**. Rotorua. New Zealand. p. 27. 2006.

13. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong. *Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of Pretreated and Silane-Treated Rossell Fibers*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 241. 2005

14. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, U. Somnuk, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Comparison of Rheology Properties and Mechanical Properties of Polypropylene Composites from Various Types of Natural Fibers*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 221. 2005.

15. U. Somnuk, W. Sutapun, N. Suppakarn, P. Phinyocheep, and Y. Ruksakulpiwat. *Effect of Processing Conditions on Shear-induced Crystallization of Vetiver Grass-Polypropylene /Composites*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 221. 2005.

16. K. Jarukumjorn, W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, and J. Kluengsamrong. *Short Rossells Fiber/Polypropylene Composites: Effect of Compatibilizer on Mechanical and Rheological Properties. and Heat Distortion Temperature*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 227. 2005.

17. Y. Ruksakulpiwat, J. Kluengsamrong, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Injection Molding of Rossells-Polypropylene Composites: Effect of Processing Parameters on Mechanical Properties*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 227. 2005.

18. P. Chumsamrong, W. Sutapun, Suriya Kiaw-on, and W. Tonukoon. *Influence of Alkali-Treated Rossells Fibers on The Tensile Properties of Unsaturated Polyester*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 234. 2005.

19. N. Suppakarn, W. Sutapun, Suriya Kiaw-on, and W. Tonukoon. *Effect of Fiber Content and Fiber Treatment on Mechanical Properties of Rossells Fiber-Epoxy Composite*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 237. 2005.

20. N. Suppakarn, J. Rittita, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and C. Lorprayoon, *"Effect of Filler Particle size on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-*

PolyPropylene Composite," **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**, Nakhon Ratchasima, Thailand, p.242, 2005.

21. N. Suppakarn, J. Rittita, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and C. Lorprayoon. *Effect of Filler Particle size on Mechanical Properties of Cattle Bone Based Hydroxyapatite-Polypropylene Composite*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 242. 2005.
22. Y. Ruksakulpiwat, W. Thomthong, A. Thitichaisri, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *Natural Rubber: an Impact Modifier for Vetiver Grass-Polypropylene Composites*. **The 31st Congress on Science and Technology of Thailand**. Nakhon Ratchasima. Thailand. p. 243. 2005.
23. ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์, กษมา จารุกำจร, จันทิมา ดีประเสริฐกุล, นิธินาถ ศุภกาญจน์, ปราณี ชุมสำโรง, วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์. "*เส้นใยธรรมชาติ...ทางเลือกใหม่สำหรับพอลิเมอร์เชิงประกอบ*". **วิศวกรรมสาร**. 57. 44. 2547.
24. W. Sutapun, Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn, N. Supakarn, P. Chumsamrong, and J. Kluengsamrong. "*Studies of Thermal Properties and Surface Characteristics of Pretreated Jute Fibers by Boiling and Soxhlet Extraction*". **The 30th Congress on Science and Technology of Thailand**. Bangkok. Thailand. p. 175. 2004
25. Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, W. Sutapun, and W. Thomthong. "*The Study of Using Vetiver Grass as a Filler in Polypropylene Composites*". **Annual Technical Conference 2004**. The Society of Plastics Engineers. Chicago. Illinois. USA. p. 1641. 2004.
26. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *"Effect of Vetiver Contents and Vetiver Lengths on Mechanical and Morphological Properties of Vetiver-Polypropylene Composites"*. **The Third Thailand Materials Science and Technology Conference**. Bangkok. Thailand. p. 167. 2004.
27. U. Somnuk, Y. Ruksakulpiwat, N. Suppakarn, and W. Sutapun. *"Characterization of Chemical Treated Vetiver Grass"*. **The Third Thailand Materials Science and Technology Conference**. Bangkok. Thailand. p. 420. 2004.
28. W. Thuamthong, Y. Ruksakulpiwat, W. Sutapun, and N. Suppakarn. *"Thermal. Rheological. Mechanical. and Morphological Properties of Vetiver-Polypropylene Composites"* **The 8th Pacific Polymer Conference (PPC8)**. Bangkok. Thailand. p. 118. 2003.

29.W. Noobut and J. L. Koenig. *Interfacial Behavior of Epoxy/E-glass Fiber Composites under Wet-Dry Cycles by FTIR Microspectroscopy*. **Polymer Composite**. 20. 38. 1999.

8. รางวัลที่ได้รับ

- Certificates of Excellence for the King of Thailand Vetiver Awards 2006/ An investigation of using vetiver grass in polypropylene composites