

การเตรียมพอลิเมอร์ผสมของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวกับน้ำยางธรรมชาติ
โดยใช้สารช่วยกระจายตัว



นางสาวสมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-5442-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PREPARATION OF POLYMER BLENDS OF UNSATURATED POLYESTER RESIN AND
NATURAL RUBBER LATEX USING DISPERSION AIDS



Miss Somjit Tungchaiwattana

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Science in Applied Polymer and Textile Technology

Department of Materials Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-5442-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเตรียมพอลิเมอร์ผสมของพอลิเอสเตอร์เรซินชนิด ไม่อิ่มตัวกับน้ำยางธรรมชาติโดยใช้สารช่วยกระจายตัว
โดย	นางสาว สมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพพันธ์ุ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชนา ศิริสุข

คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพพันธ์ุ)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชนา ศิริสุข)

.....
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณัฐ โพธิยะราช)

สมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา: การเตรียมพอลิเมอร์ผสมของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวกับ
 น้ำยางธรรมชาติโดยใช้สารช่วยกระจายตัว. (PREPARATION OF POLYMER BLENDS
 OF UNSATURATED POLYESTER RESIN AND NATURAL RUBBER LATEX USING
 DISPERSION AIDS) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์. อ.ที่ปรึกษาร่วม:
 ผศ.รัจนา ศิริสุข, 86 หน้า. ISBN 974-17-5442-6.

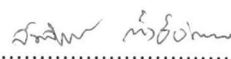
พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวและน้ำยางธรรมชาติในปริมาณ
 5 – 25 phr สามารถเตรียมได้ในภาวะที่มีสารช่วยกระจายตัว ซึ่งสารช่วยกระจายตัวที่ใช้ ได้แก่
 โทลูอีน และโซเดียมลอริลซัลเฟตในปริมาณ 5 – 30 phr และ 15 – 25 phr ตามลำดับ นำของผสม
 ที่ได้มาขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เมทิลเอทิลคีโตนเปอร์ออกไซด์เป็นตัวริเริ่ม
 และโคบอลต์ออกโทเอตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดสอบสมบัติเชิงกลของตัวอย่างที่ได้พบว่า
 ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมมีค่าสูงกว่า ในขณะที่ความทนแรงดึง ความทนแรงดัดโค้ง
 และความทนทานต่อการขีดถูของพอลิเมอร์ผสมมีค่าต่ำกว่าของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว
 นอกจากนี้ อุณหภูมิการบิดงอเนื่องจากความร้อนของพอลิเมอร์ผสมมีค่าต่ำกว่าของพอลิเอสเทอร์
 เรซินชนิดไม่อิ่มตัวด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ปริมาณของน้ำยางธรรมชาติ รวมทั้งชนิดและปริมาณของ
 สารช่วยกระจายตัวมีผลกระทบต่อสมบัติเหล่านี้อย่างมาก โดยพบว่าปริมาณน้ำยางธรรมชาติ
 ชนิดและปริมาณของสารช่วยกระจายตัวที่เหมาะสม คือ ที่น้ำยางธรรมชาติ 15 phr และโทลูอีน
 10 phr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วัสดุศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

4572521023 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
 KEYWORD: UNSATURATED POLYESTER RESIN / NATURAL RUBBER LATEX /
 TOLUENE / SODIUM LAURYL SULFATE / DISPERSION AIDS

SOMJIT TUNGCHAIWATTANA: PREPARATION OF POLYMER BLENDS OF
 UNSATURATED POLYESTER RESIN AND NATURAL RUBBER LATEX USING
 DISPERSION AIDS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. VIMOLVAN PIMPAN, Ph.D.,
 THESIS COADVISOR: ASST. PROF. RATJANA SIRISOOK, 86 pp. ISBN 974-17-
 5442-6.

Unsaturated polyester resin (UPE resin) and natural rubber latex (NRL) in the amounts of 5 – 25 phr were blended in the presence of a dispersion aid. The dispersion aids used were toluene and sodium lauryl sulfate (SLS) in the amounts of 5 – 30 phr and 15 – 25 phr, respectively. The mixtures were cast at room temperature using methyl ethyl ketone peroxide (MEKPO) as an initiator and cobalt octoate as an accelerator. Mechanical tests on the cured samples revealed that the impact strength of the blended resin was higher whereas the tensile strength, the flexural strength and the abrasion resistance were lower than those of UPE resin. Furthermore, heat distortion temperature (HDT) of the blended resin was also lower than that of pure resin. The amount of NRL, the type and the amount of dispersion aids had significant effects on those properties. It was found that the suitable amount of NRL, the type and the amount a dispersion aid used were 15 phr of NRL and 10 phr of toluene.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Materials Science

Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology

Academic year 2004

Student's signature.....*Somjit Tungchaiwattana*.....

Advisor's signature.....*Vimolvann Pimpan*.....

Co-advisor's signature.....*Ratjana Sirisook*.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิเหล่านี้คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชญา ศิริสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาอย่างดียิ่ง ตลอดจนการทำงานวิจัยชิ้นนี้ รวมถึงแนะแนวทางในการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ชัยจุลจิตร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประณัฐ โพธิยะราช คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีและสถานที่ทำการวิจัย ดังรายนามต่อไปนี้

1. กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่อนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัย
2. บริษัท ไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์คอร์ปอเรชัน (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ให้ความอนุเคราะห์น้ำยางธรรมชาติชนิดแอมโมเนียสูง
3. บริษัท สยามเคมีคอลอินดัสตรี จำกัด ให้ความอนุเคราะห์พอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว, โคออลด์ออกโตเอต และเมทิลเอทิลคีโตนเปอร์ออกไซด์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดาและพี่น้องของผู้ทำการวิจัย ซึ่งให้การสนับสนุนและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณพี่น้องๆ จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ คุณพรเพ็ญศิริดำรง และพี่น้องๆ นิสิตภาควิชาวัสดุศาสตร์ทุกท่านที่ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือและความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วาสารปริทรรศน์.....	3
2.1 พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	3
2.1.1 สารเคมีที่ใช้สังเคราะห์พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	3
2.1.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	5
2.1.3 การแข็งตัวของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	7
2.1.4 สมบัติของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	9
2.1.5 การใช้งานของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	9
2.2 ยางธรรมชาติ.....	10
2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของยางธรรมชาติ.....	10
2.2.2 น้ำยางธรรมชาติ.....	11
2.3 พอลิเมอริ์ผสม.....	13
2.3.1 กลไกของการเข้ากันได้.....	14
2.3.2 วิธีการผสมเพื่อความเข้ากันได้.....	15
2.3.3 สมบัติของพอลิเมอริ์ผสม.....	20
2.3.4 สันฐานวิทยาของพอลิเมอริ์ผสม.....	22
2.3.5 การกระจายตัว.....	23
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 การทดลอง.....	30
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	30
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	30
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และทดสอบ.....	30
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	31
3.4.1 การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวกับน้ำยางธรรมชาติ.....	31
3.4.2 การวิเคราะห์และทดสอบพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้.....	35
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	42
4.1 ลักษณะทั่วไปของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้และไม่ใช้สารช่วยกระจายตัว.....	42
4.2 สัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้และไม่ใช้สารช่วยกระจายตัว.....	47
4.3 สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้และไม่ใช้สารช่วยกระจายตัว.....	54
4.3.1 ความทนแรงกระแทก.....	54
4.3.2 ความทนแรงดัดโค้ง.....	58
4.3.3 ความทนแรงดึง.....	62
4.3.4 ความทนทานต่อการขีดถู.....	66
4.3.5 อุณหภูมิการบิดงอเนื่องจากความร้อน.....	67
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	72
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก.....	75
ภาคผนวก ข.....	78
ภาคผนวก ค.....	81
ภาคผนวก ง.....	84
ภาคผนวก จ.....	85
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	86



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวในทางการค้า.....	5
ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ.....	12
ตารางที่ 2.3 ชนิดของสารละลายที่พิจารณาตามขนาดของอนุภาคที่แพร่กระจายอยู่ในตัวกลาง.....	24
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	31
ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนการผสมระหว่างพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวกับน้ำยางธรรมชาติโดย ใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว.....	33
ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนกสนผสมระหว่างพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวกับน้ำยางธรรมชาติโดย ใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว.....	34
ตารางที่ 4.1 ความทนทานต่อการขาดของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโกลูอิน.....	66
ตารางที่ 4.2 ความทนทานต่อการขาดของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามน้ำยางธรรมชาติ.....	66
ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิการบดงอเนื่องจากความร้อนของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วย กระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโกลูอิน.....	67
ตารางที่ 4.4 อุณหภูมิการบดงอเนื่องจากความร้อนของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมซัลเฟตเป็น สารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโกลูอิน.....	68
ตารางที่ 4.5 อุณหภูมิการบดงอเนื่องจากความร้อนของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมซัลเฟตเป็น สารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	68

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การผลิตพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวโดยใช้ถังปฏิกรณ์.....	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะการเชื่อมโยงในพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	7
รูปที่ 2.3 โครงสร้างแบบเชื่อมโยงของพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	7
รูปที่ 2.4 ลักษณะของซิส-คอนฟอร์เมชันของยางธรรมชาติ.....	11
รูปที่ 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม.....	14
รูปที่ 2.6 เฟสไดอะแกรมของพอลิเมอร์ผสมที่แสดง LCST.....	16
รูปที่ 2.7 เฟสไดอะแกรมของพอลิเมอร์ผสมที่แสดง UCST.....	17
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของบล็อกและกราฟต์โคพอลิเมอร์ที่อยู่ระหว่างเฟสของ A และ B.....	17
รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติและอัตราส่วนผสมในพอลิเมอร์ผสม.....	21
รูปที่ 2.10 ลักษณะต่างๆของดิสเพอร์สเฟสที่กระจายอยู่ในเมทริกซ์ของพอลิเมอร์ผสม.....	22
รูปที่ 2.11 สูตรโครงสร้างโซเดียมลอริลซัลเฟต.....	26
รูปที่ 2.12 สูตรโครงสร้างโพลูอิน.....	27
รูปที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์ในการเตรียมพอลิเมอร์ผสม.....	32
รูปที่ 3.2 แม่แบบในการขึ้นรูปพอลิเมอร์ผสม.....	32
รูปที่ 3.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด รุ่น JSM 6400.....	35
รูปที่ 3.4 เครื่องทดสอบความทนแรงกระแทก รุ่น 258-PC.....	36
รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบความทนแรงดัดโค้ง รุ่น Instron 4466.....	37
รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบความทนแรงดึง รุ่น Instron 4466.....	38
รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบความทนทานต่อการขัดถู รุ่น AB6009.....	40
รูปที่ 3.8 เครื่องวิเคราะห์อุณหภูมิการบิดงอเนื่องจากความร้อน รุ่น HDPC148.....	41
รูปที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว.....	42
รูปที่ 4.2 ลักษณะทั่วไปของพอลิเมอร์ผสมเมื่อไม่ใช้สารช่วยกระจายตัว โดยปริมาณพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวเป็น 100 กรัม และน้ำยางธรรมชาติเป็น 15 phr.....	42

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 ลักษณะทั่วไปของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โทลูอีนเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยปริมาณ โทลูอีนเป็น 5 phr (ก) 10 phr (ข) 15 phr (ค) 20 phr (ง) 25 phr (จ) และ 30 phr (ฉ).....	44
รูปที่ 4.4 ลักษณะทั่วไปของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้ไซเตียมลอร์ลิลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยปริมาณไซเตียมลอร์ลิลซัลเฟตเป็น 15 phr (ก) 20 phr (ข) และ 25 phr (ค)	46
รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของพอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิมิตัว กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ 500 เท่า (ขวา).....	47
รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ และ 500 เท่า (ขวา) ของพอลิเมอร์ผสมที่ไม่ใช้สารช่วยกระจายตัว โดยใช้น้ำยาง ธรรมชาติ 15 Phr.....	47
รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ และ 500 เท่า (ขวา) ของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โทลูอีนเป็นสารช่วยกระจายตัวที่ 20 phr และน้ำยางธรรมชาติ 5 10 15 20 และ 25 phr ตามลำดับ.....	49
รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ และ 500 เท่า (ขวา) ของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โทลูอีนเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยใช้ น้ำยางธรรมชาติ 15 phr และโทลูอีน 5 10 15 20 25 และ 30 phr ตามลำดับ.....	50
รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ 500 เท่า (ขวา) ของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้ไซเตียมลอร์ลิลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว ที่ 20 phr และน้ำยางธรรมชาติ 5 10 15 20 และ 25 phr ตามลำดับ.....	52
รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย) และ 500 เท่า (ขวา) ของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้ไซเตียมลอร์ลิลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยใช้น้ำยางธรรมชาติ 15 phr และไซเตียมลอร์ลิลซัลเฟต 15 20 และ 25 phr ตาม ลำดับ.....	53
รูปที่ 4.11 ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โทลูอีนเป็นสารช่วยกระจายตัว โดย แปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	55
รูปที่ 4.12 ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โทลูอีนเป็นสารช่วยกระจายตัว โดย แปรผันตามปริมาณโทลูอีน.....	55

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.13 ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	57
รูปที่ 4.14 ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโซเดียมลอริลซัลเฟต.....	57
รูปที่ 4.15 ความทนแรงดัดโค้งของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	59
รูปที่ 4.16 ความทนแรงดัดโค้งของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโกลูอิน.....	59
รูปที่ 4.17 ความทนแรงดัดโค้งของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	61
รูปที่ 4.18 ความทนแรงดัดโค้งของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโซเดียมลอริลซัลเฟต.....	61
รูปที่ 4.19 ความทนแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	63
รูปที่ 4.20 ความทนแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โกลูอินเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโกลูอิน.....	63
รูปที่ 4.21 ความทนแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณน้ำยางธรรมชาติ.....	65
รูปที่ 4.22 ความทนแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมเมื่อใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัว โดยแปรผันตามปริมาณโซเดียมลอริลซัลเฟต.....	65