

การสังเคราะห์สารยีสต์สูตรน้ำชนิดอะคริลิก-อัลคิลเรซินจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร



นายภาณุพันธ์ ผาพันธุ์

ศูนย์วิทยพัทยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์

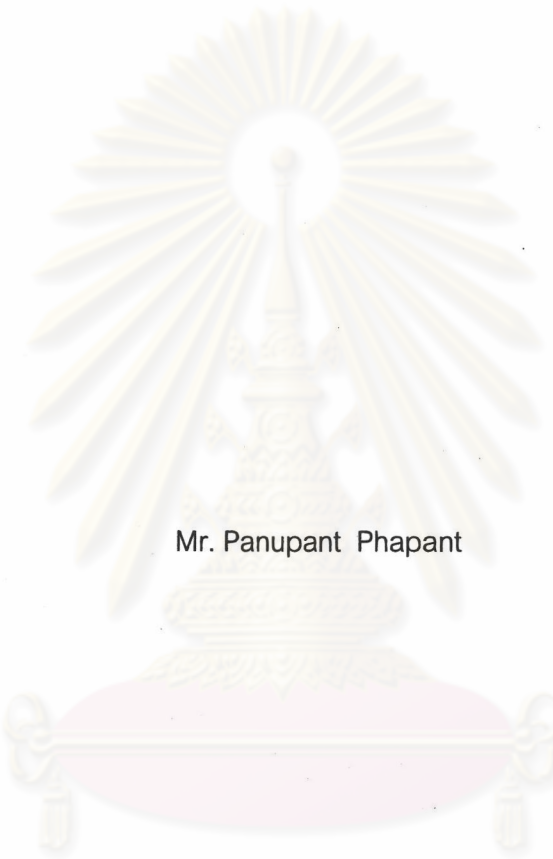
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1019-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SYNTHESIS OF WATER-REDUCIBLE BINDER BASED ON ACRYLIC-ALKYD RESIN  
PREPARED FROM MODIFIED PALM OIL



Mr. Panupant Phapant

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

Department of Materials Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1019-4



ภาณพันธ์ ผาพันธุ์ : การสังเคราะห์สารยึดสูตรน้ำชนิดอะคริลิก-อัลคิดเรซินจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร. (SYNTHESIS OF WATER-REDUCIBLE BINDER BASED ON ACRYLIC-ALKYD RESIN PREPARED FROM MODIFIED PALM OIL) อ. ที่ปรึกษา : รศ. อรุณา สรวารี, 106 หน้า. ISBN 974-17-1019-4.

งานวิจัยนี้เป็นการนำน้ำมันปาล์มมาดัดแปรโดยผ่านปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันกับน้ำมันทั้งที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักเท่ากับ 1:1 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา นำน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปรมาทำปฏิกิริยากับกลีเซอรอลและอะคริลิกเรซินที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก ซึ่งเตรียมจากปฏิกิริยาโคพอลิเมอไรเซชันระหว่างบิวทิลเมทาคริลेटมอนอเมอร์และมาลีอิกแอนไฮไดรด์ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก จากนั้นทำให้หมู่คาร์บอกซิลิกของอะคริลิก-อัลคิดเรซินเป็นกลางด้วยไดเอทานอลเอมีนได้เป็นอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่เจือจางได้ด้วยน้ำ นำอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำมาทดสอบสมบัติของฟิล์มเปรียบเทียบกับอัลคิดเรซินทางการค้า

จากการทดลองพบว่า สามารถเตรียมอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำได้จากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปรและอะคริลิกเรซิน โดยใช้อะคริลิกเรซินที่ปริมาณ 20 – 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำทุกสูตร มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลือง และสามารถแห้งเป็นฟิล์มได้โดยการอบที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยระยะเวลาการแห้งตัวลดลงเมื่อปริมาณอะคริลิกเรซินเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบสมบัติของฟิล์ม พบว่า อะคริลิก-อัลคิดเรซินทุกสูตรให้ฟิล์มที่มีสมบัติทางกายภาพเท่ากับอัลคิดเรซินทางการค้า ส่วนความหนาและความทนกรดดีเยี่ยม ในขณะที่ฟิล์มมีความทนด่างดี โดยความทนด่างของฟิล์มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอะคริลิกเรซินเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวัสดุศาสตร์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ

ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อผู้คิดค้น... ภาณพันธ์ ผาพันธุ์ .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา... อรุณา สรวารี .....

## 4372364723 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY

KEY WORD: PALM OIL / TRANSESTERIFICATION / ACID FUNCTIONAL ACRYLIC RESIN / WATER-REDUCIBLE ALKYD RESIN

PANUPANT PHAPANT : SYNTHESIS OF WATER-REDUCIBLE BINDER BASED ON ACRYLIC-ALKYD RESIN PREPARED FROM MODIFIED PALM OIL. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.ONUSA SARAVERI , 106 pp. ISBN 974-17-1019-4.

Modified palm oil was produced by transesterification of palm oil with tung oil at weight ratio of 1:1 using NaOH as catalyst. The modified palm oils were further reacted with glycerol and acid-functional acrylic copolymer prepared by free radical copolymerization of n-butyl methacrylate and maleic anhydride to obtain carboxy-functional acrylic-alkyd resins. The carboxyl group of the prepared alkyd resins were then neutralized by diethanolamine to give a water-reducible product. Their various film properties were determined and compared with those of the commercial alkyd resin.

It was found that the water-reducible acrylic-alkyd resins could be synthesized from modified palm oil and acrylic copolymer at 20-35 wt% of acrylic copolymer. All of the prepared water-reducible acrylic-alkyd resins were yellowish viscous liquid. Their films dried by baking at 190°C and the drying time decreased with an increase in acrylic copolymer content.

The physical properties of the films of all the prepared water-reducible acrylic-alkyd resins were comparable to the commercial alkyd resin. Additionally, these prepared films showed excellent water and acid resistance and good alkali resistance whereas the alkali resistance increased with an increase in acrylic copolymer content.

Department Materials Science

Student's signature.....*Panupant Phapant*.....

Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology

Advisor's signature.....*Onusa Saravari*.....

Academic year 2002

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างสมบูรณ์ เป็นเพราะได้รับคำแนะนำทางด้านวิชาการ ความเชื่อใจเพื่อทางด้านเครื่องมือ วัสดุดิบและสถานที่สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังได้รับการช่วยเหลือและการแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่าง ๆ อย่างดีเยี่ยม ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งมีรายนามดังนี้

1. รศ. อรุษา สรวารี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาที่ดีเยี่ยมในการแก้ไขปัญหาและแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งกำลังใจ รวมถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
2. รศ. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ไพพรรณ สันติสุข ผศ.ดร. วิมลวรรณ พิมพ์พันธ์ อาจารย์ ดร. นันทนา จิรธรรมนกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำทางด้านวิชาการ แนวคิด และช่วยตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
3. ผศ.ดร. กาวี ศรีกุลกิจ อาจารย์ ดร. สิริรัตน์ จารุจินดา อาจารย์ ดร. ดวงดาว อาจารย์ ดร. ประณัฐ โพธิยะราช ที่ให้คำปรึกษา แนวคิด กำลังใจและแนะนำทางด้านวิชาการ
4. คุณเต็มศิริ หวังทวีทรัพย์ เจ้าหน้าที่รับผิดชอบเครื่อง GPC ของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการใช้เครื่อง GPC
5. คุณอรวรรณ หวังดีธรรม เจ้าหน้าที่รับผิดชอบเครื่อง GC ของสำนักวิจัยและพัฒนาพีชน้ำมันฯ (สว.นอ.) ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการใช้เครื่อง GC
6. ธนาคารแห่งประเทศไทย
7. บริษัท มรกตอินดรัสตรี จำกัด มหาชน
8. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10. คุณชัยวัฒน์ นรگانต์กร

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่สาว ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจที่ดีเยี่ยมที่สุดในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เป็นผลสำเร็จตามที่มุ่งหวังไว้ อีกทั้งเจ้าหน้าที่ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่น่ารักทุกคนในภาควิชาวัสดุศาสตร์ที่ให้กำลังใจกันเสมอมาและตลอดไป

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ
สารบัญภาพ .....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. วารสารปริทรรศน์ .....	3
2.1 สารเคลือบผิว (Surface coatings) .....	3
2.1.1 วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว .....	3
2.1.2 ส่วนประกอบของสารเคลือบผิว .....	4
2.1.3 การเกิดฟิล์ม (Film Formation) .....	5
2.1.4 การแห้งของสารเคลือบผิว .....	6
2.2 อัลคิตรีซิน (Alkyd Resin) .....	7
2.2.1 สมบัติของอัลคิตรีซิน .....	8
2.2.2 ประเภทของอัลคิตรีซิน .....	9
2.2.3 สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์อัลคิตรีซิน .....	9
2.2.3.1 น้ำมัน .....	9
2.2.3.2 พอลิไฮดริกแอลกอฮอล์ .....	24
2.2.3.3 กรดไดหรือพอลิเบสิก .....	24
2.2.4 การสังเคราะห์อัลคิตรีซิน .....	27

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่

2.3 อัลคิเดเรซินสูตรน้ำ .....	28
2.4.1 การสังเคราะห์อัลคิเดเรซินสูตรน้ำ .....	29
2.4.2 สมบัติของอัลคิเดเรซินสูตรน้ำ .....	30
3. การทดลอง .....	33
3.1 การสังเคราะห์อะคริลิกเรซิน .....	33
3.2 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทั้ง .....	35
3.3 การสังเคราะห์มอนอกลิเซอไรด์ .....	38
3.4 การสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิเดเรซิน .....	39
3.5 การสังเคราะห์สารยึดอะคริลิก-อัลคิเดเรซินสูตรน้ำ .....	41
3.6 การทดสอบสมบัติของสารเคลือบผิว .....	42
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล .....	51
4.1 การสังเคราะห์อะคริลิกเรซิน .....	51
4.1.1 ลักษณะของอะคริลิกเรซิน .....	51
4.1.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิกเรซิน .....	53
4.1.3 การหาค่าของกรดของอะคริลิกเรซิน .....	54
4.1.4 การหาน้ำหนักโมเลกุลของอะคริลิกเรซินด้วยเทคนิค GPC .....	54
4.2 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทั้ง .....	55
4.2.1 ภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน .....	55
4.2.2 การตรวจสอบชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมัน ด้วยเทคนิค GC .....	57
4.2.3 การทดสอบหาสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันปาล์ม น้ำมันทั้ง และ น้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร .....	58



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่

4.3 การสังเคราะห์ฮอร์โมนกลีเซอไรด์ .....	59
4.3.1 การวิเคราะห์ฮอร์โมนกลีเซอไรด์ที่ได้จากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ลิซิส .....	59
4.4 การสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	61
4.4.1 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	61
4.4.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	63
4.4.3 การหาความหนืดของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	65
4.4.4 การหาค่าของกรดของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	65
4.5 การสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ .....	66
4.5.1 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ .....	66
4.5.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ .....	66
4.6 การทดสอบสมบัติของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ .....	69
4.6.1 การทดสอบสมบัติในสถานะของเหลว .....	69
4.6.2 การทดสอบระยะเวลาการแห้งตัว .....	70
4.6.3 การทดสอบสมบัติของฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซิน .....	71
4.6.3.1 สมบัติทางกายภาพ .....	71
4.6.3.2 ความทนทานต่อตัวทำละลาย .....	72
4.6.3.3 การทดสอบความหนา ความทนกรดและด่าง .....	72
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ .....	74
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	74
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	75
รายการอ้างอิง .....	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

ภาคผนวก .....	79
ภาคผนวก ก .....	80
ภาคผนวก ข .....	91
ภาคผนวก ค .....	93
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	106



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 โครงสร้างของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ .....	12
ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่าง ๆ .....	14
ตารางที่ 2.3 การประมาณมูลค่าผลิตผลเกษตรกรรมป่าไม้ที่สำคัญตามราคาที่เกี่ยวข้อง ขายได้ พ.ศ. 2537 – 2541 .....	15
ตารางที่ 2.4 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันปาล์ม .....	16
ตารางที่ 2.5 เนื้อที่การผลิตและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของน้ำมันปาล์มในช่วงปี พ.ศ. 2539-2541 ...	18
ตารางที่ 2.6 สมบัติของน้ำมันทั้งที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามมาตรฐาน ISO อ้างอิงที่ 277 .....	21
ตารางที่ 3.1 ภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน .....	37
ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนของมอนอ-กลีเซอไรด์และอะคริลิกเรซินที่ใช้ในการสังเคราะห์ อัลคิดเรซิน .....	40
ตารางที่ 3.3 การจัดลำดับความบกพร่องของฟิล์มจากการกรี๊ดเป็นตาราง .....	48
ตารางที่ 4.1 น้ำหนักโมเลกุลของอะคริลิกเรซิน .....	54
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองในการหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยา ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน .....	55
ตารางที่ 4.3 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม น้ำมันทั้ง และน้ำมันปาล์ม ที่ผ่านการดัดแปร .....	57
ตารางที่ 4.4 สมบัติของน้ำมันปาล์ม น้ำมันทั้ง และน้ำมันปาล์ม ที่ผ่านการดัดแปร .....	58
ตารางที่ 4.5 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่อัตราส่วนระหว่างมอนอกลีเซอไรด์และ อะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน .....	61
ตารางที่ 4.6 ความหนืดของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน .....	65
ตารางที่ 4.7 ค่าของกรดของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน .....	66
ตารางที่ 4.8 สมบัติของอะคริลิก-อัลคิดเรซินในสถานะของเหลว .....	69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาการแห้งตัวของฟิล์มอะคริลิก-อัลคิเดเรซินเมื่อนำไปอบที่ $190^{\circ}\text{C}$ .....	70
ตารางที่ 4.10 สมบัติทางกายภาพของอะคริลิก-อัลคิเดเรซินที่สังเคราะห์ได้ .....	71
ตารางที่ 4.11 สมบัติความหนา ความทนกรดและด่างของอะคริลิก-อัลคิเดเรซิน .....	72



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2.1 ปฏิริยาการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ .....	10
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างไอโซเมอร์ของไตรกลีเซอไรด์ .....	10
รูปที่ 2.3 Intramolecular และ Intermolecular Transesterification .....	22
รูปที่ 2.4 ปฏิริยาการสังเคราะห์มาลีนในซัลโฟลล์ .....	28
รูปที่ 2.5 แบบจำลองการสังเคราะห์สารยึดสูตรน้ำ .....	29
รูปที่ 3.1 พูรีเออร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ .....	34
รูปที่ 3.2 เจลเปอร์มิเอชันโครมาโทกราฟี .....	34
รูปที่ 3.3 แก๊สโครมาโทกราฟี .....	38
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความหนืดแบบ Brookfield .....	42
รูปที่ 3.5 เครื่องวัดสีแบบการ์ดเนอร์ .....	43
รูปที่ 3.6 เครื่องมือแอฟฟลิเคเตอร์ .....	46
รูปที่ 3.7 เครื่อง Mechanical Scratch Test Apparatus .....	47
รูปที่ 3.8 เครื่อง Conical Mandrel Test Apparatus .....	47
รูปที่ 3.9 เครื่อง Cross Hatch Cutter .....	49
รูปที่ 3.10 เครื่อง Impact Tester .....	50
รูปที่ 4.1 FT-IR สเปกตรัมของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาโคพอลิเมอไรเซชัน .....	52
รูปที่ 4.2 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิกเรซินหลังการสกัดด้วยเมทานอล .....	53
รูปที่ 4.3 GPC โครมาโตแกรมของอะคริลิกเรซิน .....	54
รูปที่ 4.4 น้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร .....	54
รูปที่ 4.5 FT-IR สเปกตรัมเปรียบเทียบระหว่าง (a) ผลิตภัณฑ์มอนอกลิเซอไรด์ที่ได้จาก ปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ซิส (b) น้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร (c) กลีเซอรอล .....	60
รูปที่ 4.6 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิลเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก .....	63

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 4.7 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน	
(a) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(b) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(c) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(d) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก .....	64
รูปที่ 4.8 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก .....	67
รูปที่ 4.9 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน สูตรน้ำ	
(a) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(b) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(c) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	
(d) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก .....	68