

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

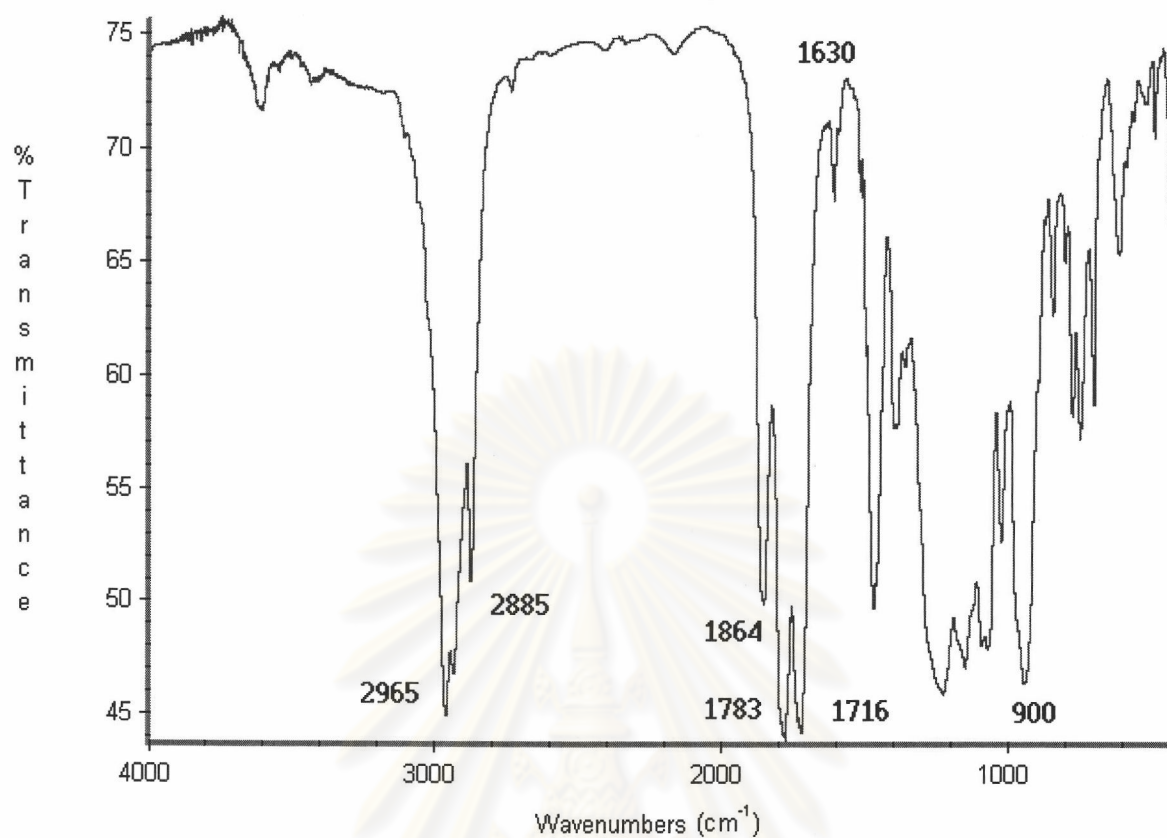
4.1 การสังเคราะห์อะคริลิกเรซิน

4.1.1 ลักษณะของอะคริลิกเรซิน

จากกรรมวิธีโคพอลิเมอร์ไอโซพรีนแบบสารละลายระหว่างบิวทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์และมาลิกแอนไฮไดรด์ โดยใช้โซลีนเป็นตัวทำละลาย ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีขาวขุ่น ซึ่งเมื่อไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยพบพีกที่สำคัญดังนี้

1. พบพีก C-H stretching ที่ตำแหน่ง 2965 และ 2885 cm^{-1}
2. พบพีก symmetric stretching ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 1864 cm^{-1}
3. พบพีก asymmetric stretching ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 1783 cm^{-1}
4. พบพีกของหมู่คาร์บอนิลที่ตำแหน่ง 1716 cm^{-1}
5. พบพีก C=C ที่ตำแหน่ง 1630 cm^{-1}
6. พบพีก C [O] - O - C [O] ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 900 cm^{-1}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 FT-IR สเปกตรัมของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาโคพอลิเมอไรเซชัน

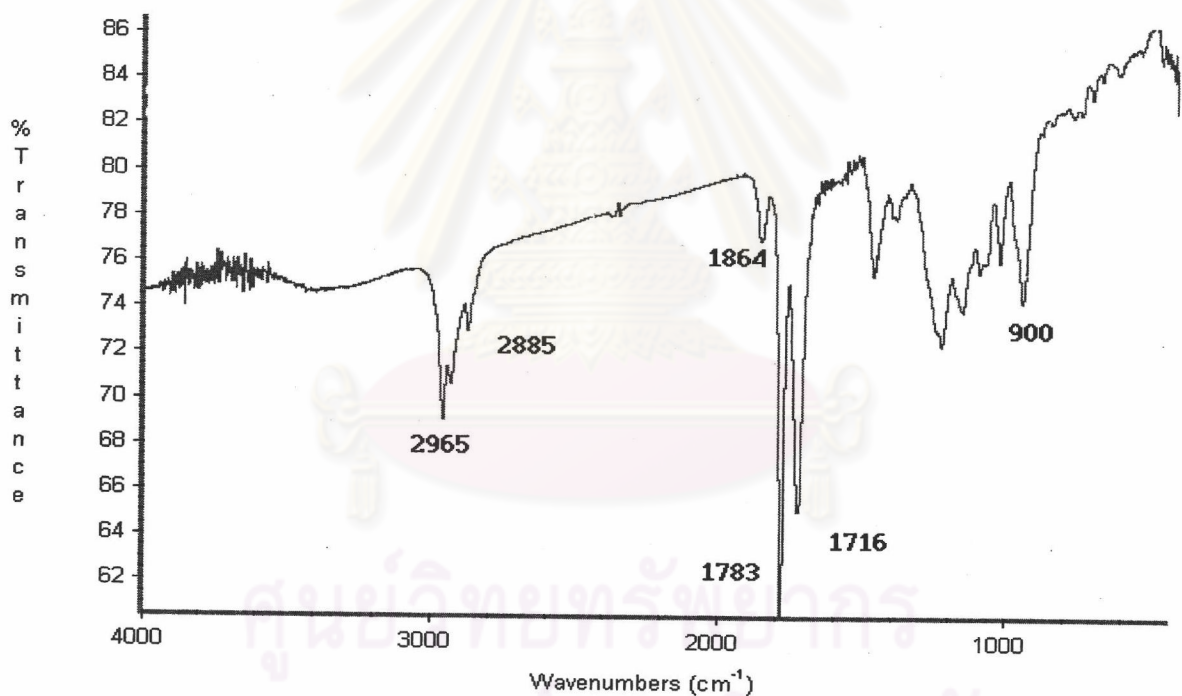
จาก FT-IR สเปกตรัมแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ประกอบด้วยโคพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ที่เหลือจากปฏิกิริยา เนื่องจากพบพีกที่สำคัญของทั้งบิวทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์และมาลิกแอนไฮไดรด์ รวมทั้งยังพบพีก C=C ของมอนอเมอร์ที่ตำแหน่ง 1630 cm⁻¹ ด้วย ดังนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ไปละลายในเมทานอลเพื่อกำจัดมอนอเมอร์ออก จะได้อะคริลิกเรซินซึ่งมีลักษณะเป็นผงของแข็งสีขาวตกตะกอนลงมานำไปกรองและอบให้แห้ง และหา % yield พบว่ามีค่าเท่ากับ 87.18% แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค FT-IR และ GPC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิกเรซิน

เมื่อนำอะคริลิกเรซินไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งพบพีกที่สำคัญดังนี้

1. พบพีก C-H stretching ที่ตำแหน่ง 2965 และ 2885 cm^{-1}
2. พบพีก symmetric stretching ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 1864 cm^{-1}
3. พบพีก asymmetric stretching ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 1783 cm^{-1}
4. พบพีกของหมู่คาร์บอนิลที่ตำแหน่ง 1716 cm^{-1}
5. พบพีก C [O] – O – C [O] ของหมู่แอนไฮไดรด์ที่ตำแหน่ง 900 cm^{-1}



รูปที่ 4.2 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิกเรซินหลังการสกัดด้วยเมทานอล

จาก FT-IR Spectrum ของอะคริลิกเรซิน จะเห็นได้ว่าไม่ปรากฏพีกของ C=C ของมอนอเมอร์ที่ตำแหน่ง 1630 cm^{-1} แสดงว่าอะคริลิกเรซินที่ได้หลังการสกัดด้วยเมทานอลไม่มีมอนอเมอร์เหลืออยู่

4.1.3 การหาค่าของกรดของอะคริลิกเรซิน

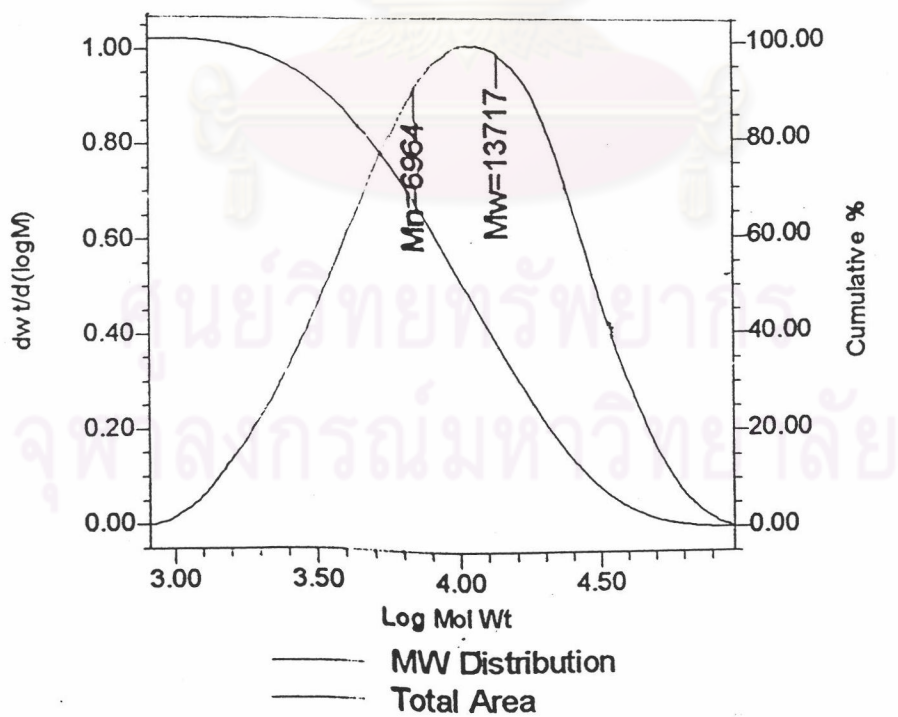
จากการทดสอบหาค่าของกรดของอะคริลิกเรซินพบว่า อะคริลิกเรซินมีค่าของกรดเท่ากับ 113.7

4.1.3 การหาน้ำหนักโมเลกุลของอะคริลิกเรซินด้วยเทคนิค GPC

เมื่อนำอะคริลิกเรซินไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GPC เพื่อหาน้ำหนักโมเลกุล ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักโมเลกุลของอะคริลิกเรซิน

\bar{M}_n	\bar{M}_w	Polydispersity Index (\bar{M}_w / \bar{M}_n)
6,960	13,700	1.97



รูปที่ 4.3 GPC โครมาโตแกรมของอะคริลิกเรซิน

4.2 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทัง

4.2.1 ภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

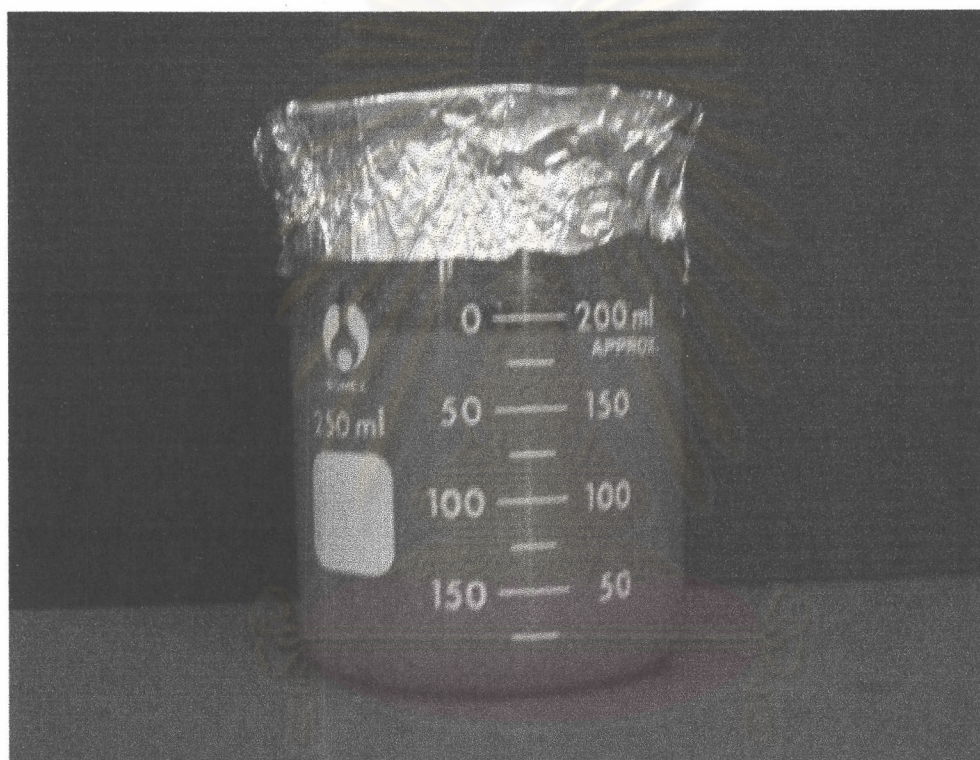
จากการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่อุณหภูมิ 240°C ระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทังที่อัตราส่วนเท่ากับ 1:1 โดยใช้ภาวะต่าง ๆ กัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองในการหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

ภาวะที่	ตัวเร่งปฏิกริยา	เวลา (นาท)	ผลการทดลอง
1	ไม่ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา	30	น้ำมันทั้งสองชนิดไม่เข้า เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้
2	ไม่ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา	60	น้ำมันทั้งสองชนิดไม่เข้า เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้
3	ไม่ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา	90	น้ำมันทั้งสองชนิดไม่เข้า เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้
4	ไม่ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา	120	เกิดสารสถานะเจลในระหว่างกระบวนการ
5	ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา*	30	น้ำมันทั้งสองชนิดไม่เข้า เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้
6	ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา*	60	น้ำมันทั้งสองชนิดไม่เข้า เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้
7	ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา*	90	น้ำมันผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของไหลหนืดสีเหลืองอ่อน
8	ใส่ตัวเร่งปฏิกริยา*	120	เกิดสารสถานะเจลในระหว่างกระบวนการ

(*) หมายเหตุ ตัวเร่งปฏิกริยาที่ใช้คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมัน

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทั้งที่อัตราส่วนเท่ากับ 1:1 คือภาวะที่ 7 กล่าวคือ ให้ความร้อนกับน้ำมันผสมที่อุณหภูมิ 240°C เป็นเวลา 90 นาที โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากเป็นภาวะเดียวที่น้ำมันผสมมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร แสดงในรูปที่ 4.4



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.4 ลักษณะของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร

4.2.2 การตรวจสอบชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันด้วยเทคนิค GC

จากการตรวจสอบชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม น้ำมันทั้งและน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปร เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของกรดไขมันหลังผ่านปฏิกิริยาทรานส์-เอสเทอร์ฟิเคชัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม น้ำมันทั้ง และน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปร

องค์ประกอบกรดไขมัน (%) (Fatty acid composition)	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันทั้ง	น้ำมันปาล์มที่ผ่านการ ตัดแปร
Lauric acid (C12:0)	0.71	-	
Myristic acid (C14:0)	0.90	-	
Palmitic acid (C16:0)	43.52	3.36	39.58
Stearic acid (C18:0)	4.51	3.34	5.16
Arachidic acid (C20:0)	-	1.00	
Total saturated fatty acid	49.64	7.7	44.74
Oleic acid (C18:1)	40.81	7.55	42.56
Linoleic acid (C18:2)	9.54	8.37	12.68
Eleostearic acid (C18:3)	-	76.36	
Total unsaturated fatty acid	50.35	92.28	55.24

จากผลที่แสดงในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าระหว่างปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน มีปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนชนิดของกรดไขมันเกิดขึ้น เนื่องจากน้ำมันผสมที่ได้ประกอบด้วยกรดไขมันของน้ำมันทั้ง 2 ชนิด คือ กรดปาล์มมิติก กรดสเตียริก กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก โดยกรดไขมันที่พบมากที่สุดคือกรดโอเลอิก นอกจากนี้ยังพบว่ากรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมีปริมาณลดลงมาก และไม่พบกรดอิลิโอสเตียริก (ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่แบบสลับ จึงสามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ง่าย) ทำให้คาดว่าเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนระหว่างการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดอิลิโอสเตียริก จะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันบางส่วน ทำให้ปริมาณความไม่อิ่มตัวลดลง

4.2.3 การทดสอบหาสมบัติของน้ำมันปาล์ม น้ำมันทังและน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรร

จากการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันปาล์ม น้ำมันทัง และน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สมบัติของน้ำมันปาล์ม น้ำมันทัง และน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรร

	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันทัง	น้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรร
ค่าของกรด	0.2	7.4	3.0
ค่าไอโอดีน	52	160	85
ความถ่วงจำเพาะ 25°C	0.91	0.94	0.93
ระยะเวลาการแข็งตัว (วัน)	ไม่แข็ง	1 วัน	7 วัน
ความหนืด (พอยส์)	60	220	7,575
สี	3.5	9 -	6.5

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า ค่าของกรด ความถ่วงจำเพาะ และสีของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรร มีค่าอยู่ระหว่างค่าของน้ำมันปาล์มและน้ำมันทัง ส่วนค่าไอโอดีนซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณความไม่อิ่มตัวของน้ำมันผสมมีค่าเท่ากับ 85 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มและต่ำกว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันทังมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากกระบวนการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน น้ำมันได้รับความร้อน กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอิลีโอสเตอริก จะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันไปบางส่วน ทำให้ปริมาณความไม่อิ่มตัวลดลง

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าความหนืดของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรรสูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มและน้ำมันทัง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่น้ำมันเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันบางส่วน ทำให้น้ำหนักโมเลกุลของน้ำมันผสมมีค่าเพิ่มขึ้น ความหนืดจึงมีค่าสูงขึ้นด้วย

4.3 การสังเคราะห์มอนอกลิเซอไรด์

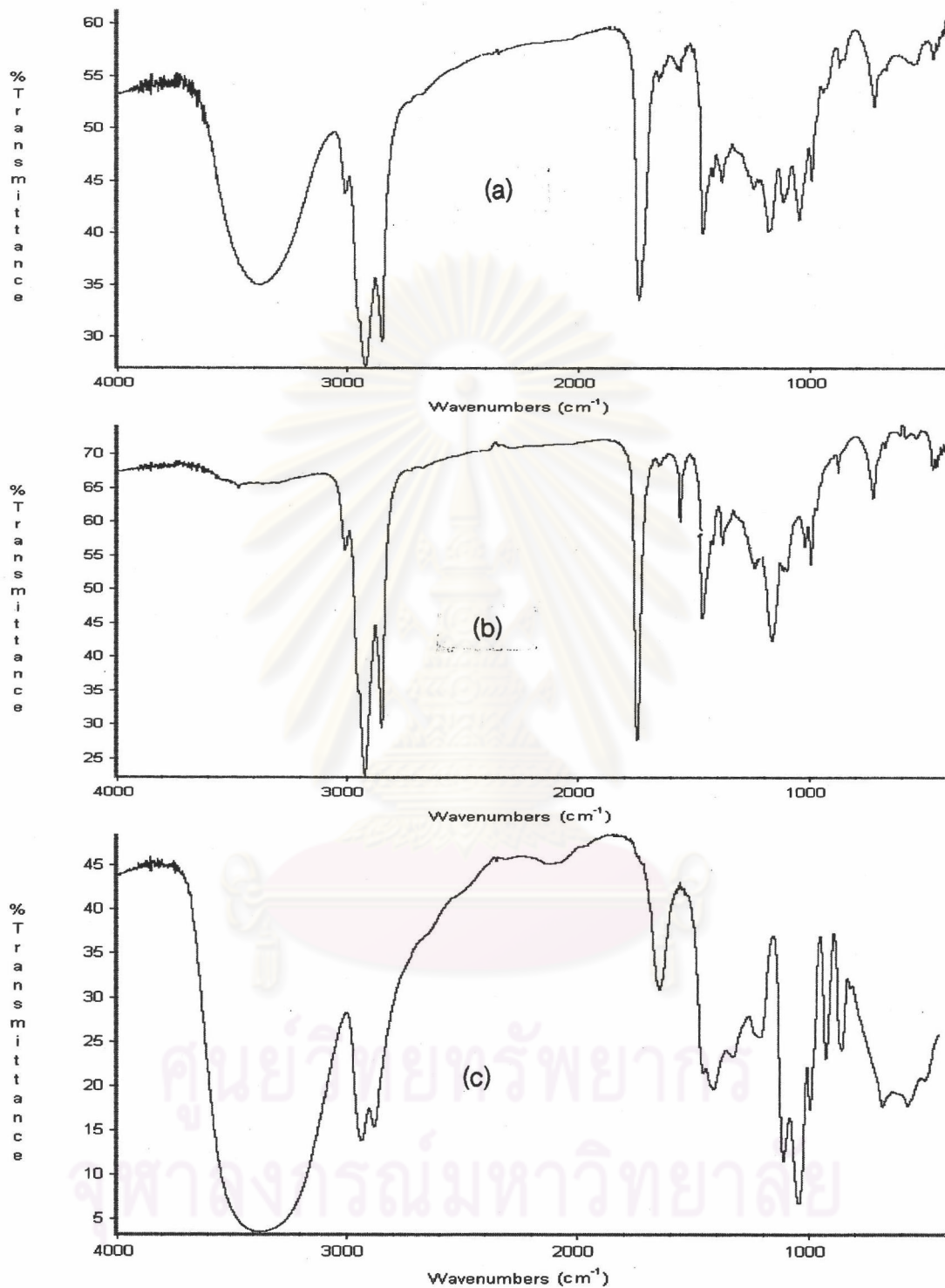
มอนอกลิเซอไรด์สังเคราะห์ได้จากการนำน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรซึ่งเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ มาทำปฏิกิริยากับกลีเซอรอล โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

4.3.1 การวิเคราะห์มอนอกลิเซอไรด์ที่ได้จากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ลิซิส

เมื่อนำมอนอกลิเซอไรด์ที่ได้จากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ลิซิส ระหว่างน้ำมันที่เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันและกลีเซอรอล มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy และเปรียบเทียบ FT-IR สเปกตรัมระหว่าง มอนอกลิเซอไรด์ น้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรและกลีเซอรอล ดังแสดงในรูปที่ 4.5 พบว่า FT-IR สเปกตรัมของมอนอกลิเซอไรด์แสดงหมู่ฟังก์ชันสำคัญที่ปรากฏทั้งในน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรและในกลีเซอรอลเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นเบื้องต้นจึงพอจะสรุปได้ว่าปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ลิซิสระหว่างน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรกับกลีเซอรอลได้มอนอกลิเซอไรด์เป็นผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบเพื่อยืนยันผลิตภัณฑ์ว่าเป็นมอนอกลิเซอไรด์หรือไม่ ทำได้โดยนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการละลายในเอทานอล (สารตัวอย่าง 1 ส่วน ในเอทานอล 2-3 ส่วน) เนื่องจากโดยปกติแล้วน้ำมันไม่ละลายในเอทานอล แต่พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถละลายได้ดี แสดงให้เห็นว่ากลีเซอรอลได้เข้าทำปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์กับน้ำมันผสมที่ผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นมอนอกลิเซอไรด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 FT-IR สเปกตรัมเปรียบเทียบระหว่าง (a) ผลิตภัณฑ์มอนอกลิเซอไรด์ที่ได้จากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ซิส (b) น้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร (c) กลีเซอรอล

4.4 การสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซิน

4.4.1 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน

เมื่อนำมอนอกลิเซอไรด์มาทำปฏิกิริยากับอะคริลิกเรซินที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่า ได้ อะคริลิก-อัลคิดเรซินที่มีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซินได้ ที่ปริมาณของอะคริลิกเรซินเท่ากับ 20 – 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ได้ มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเหลือง

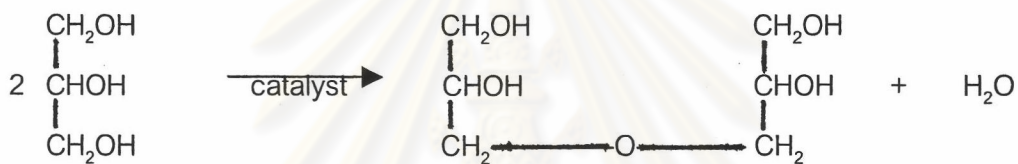
ตารางที่ 4.5 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่อัตราส่วนระหว่างมอนอกลิเซอไรด์และอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน

ปริมาณมอนอกลิเซอไรด์ (กรัม)	ปริมาณอะคริลิกเรซิน (กรัม)	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอะคริลิกเรซิน	ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน
85	15	15	สารมีลักษณะเป็นโซล-เจล
80	20	20	ของเหลวหนืดสีเหลือง
75	25	25	ของเหลวหนืดสีเหลือง
70	30	30	ของเหลวหนืดสีเหลือง
65	35	35	ของเหลวหนืดสีเหลือง
60	40	40	เกิดเจล

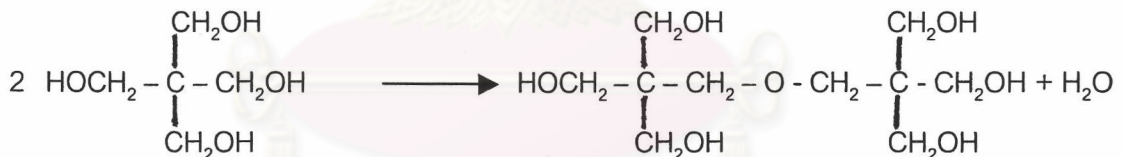
สำหรับการสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณของอะคริลิกเรซินเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่า อะคริลิก-อัลคิดเรซินที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นโซล-เจล กล่าวคือมีสารเจลลอยอยู่ในสารละลายของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน ทั้งนี้คาดว่าน่าจะมาจากการที่ของผสมของปฏิกิริยามีปริมาณหมู่คาร์บอกซิลิกน้อย ทำให้มีหมู่ไฮดรอกซิลที่เหลืออยู่หลังเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลิกแล้วปริมาณสูง เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชันระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลด้วยตัวเอง เกิดเป็นสารประกอบอีเทอร์ที่มีลักษณะเป็นเจลซึ่งไม่สามารถละลายได้ในอะคริลิก-อัลคิดเรซิน (ได้สารที่มีลักษณะเป็นโซล-เจล) ซึ่งปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชันสามารถแสดงได้ด้วยสมการต่อไปนี้ [5]



การเกิดปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชัน นอกจากจะทำให้เกิดสารประกอบอีเทอร์แล้ว ยังทำให้เกิดโมเลกุลที่มีปริมาณหมู่ฟังก์ชันเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นปฏิกิริยาการเชื่อมขวางได้เป็นเจลจึงเกิดได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชันของกลีเซอรอลและเพนตะอริทริทอลที่ทำให้ได้โมเลกุลที่มีปริมาณหมู่ฟังก์ชันเพิ่มขึ้น แสดงได้ดังนี้ [6]



กลีเซอรอล



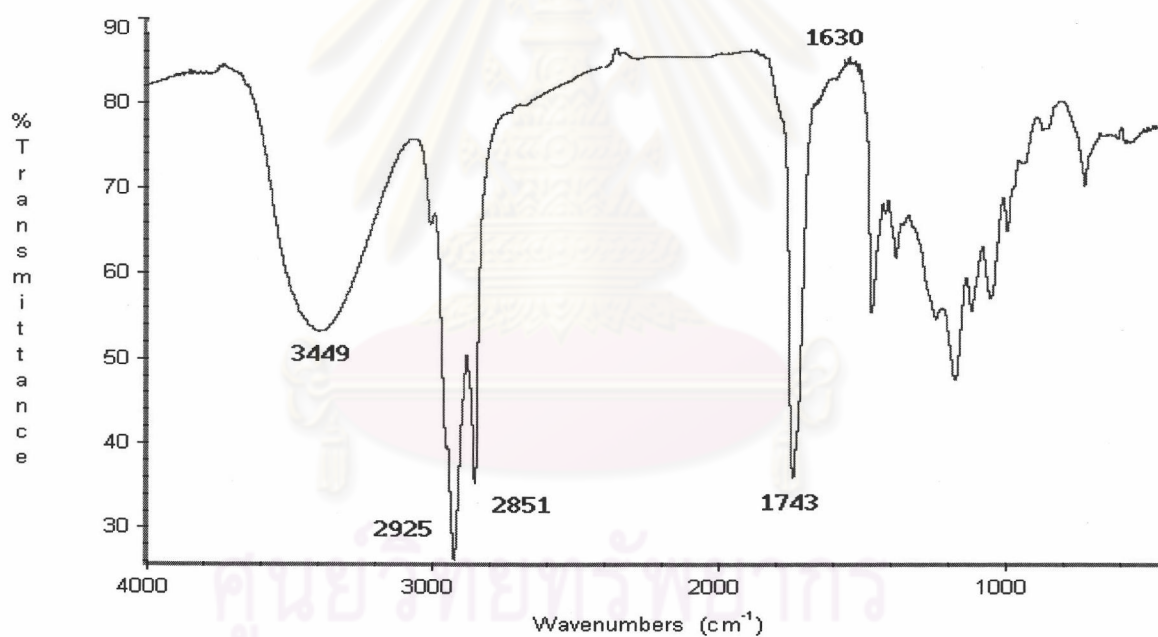
เพนตะอริทริทอล

ส่วนการสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณของอะคริลิกเรซิน 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ได้มีลักษณะเป็นเจลนี้มค้ำยฟองน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณของหมู่คาร์บอกซิลิกมาก ทำให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวางกับหมู่ไฮดรอกซิลของมอนอกลิเซอไรด์ได้สูง เกิดเป็นเจลขึ้น

4.4.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน

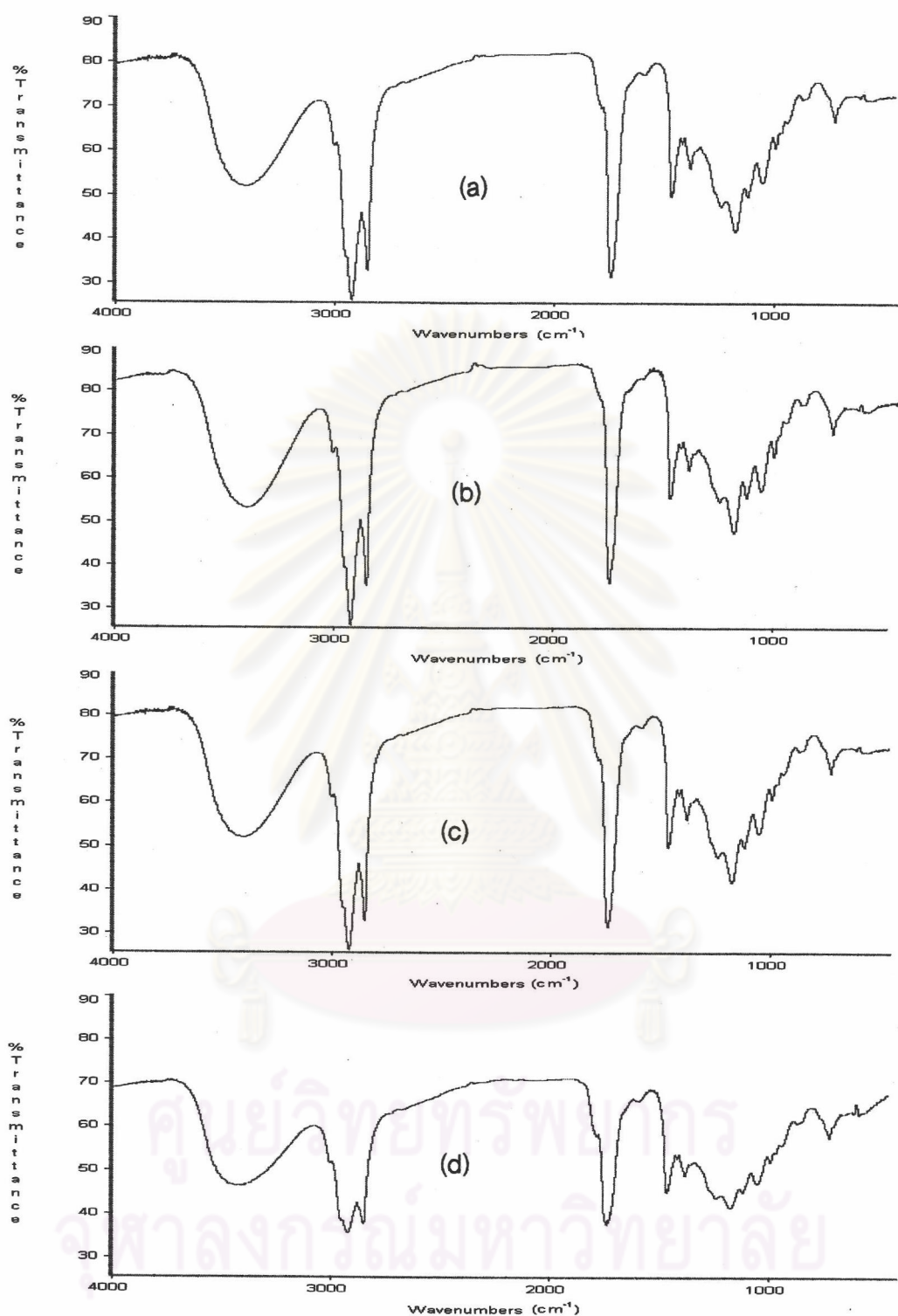
เมื่อนำมอนอกลิเซอไรต์มาทำปฏิกิริยากับอะคริลิกเรซิน หมู่ไฮดรอกซิลในมอนอกลิเซอไรต์ จะเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลิกและแอนไฮไดรด์ของอะคริลิกเรซิน เกิดเป็นพันธะเอสเทอร์ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญในอัลคิดเรซินซึ่งเมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยพบพิกที่สำคัญดังนี้

1. พบพิกของหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 3449 cm^{-1}
2. พบ C-H stretching ที่ตำแหน่ง 2925 และ 2851 cm^{-1}
3. พบพิกของหมู่คาร์บอนิลที่ตำแหน่ง 1743 cm^{-1}
4. พบพิก C=C ที่ตำแหน่ง 1630 cm^{-1}



รูปที่ 4.6 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบ FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กันได้ผลดังแสดง ในรูปที่ 4.7 โดยพบว่าปรากฏพิกที่สำคัญเหมือนกันทุกตำแหน่ง



รูปที่ 4.7 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน (a) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 20% โดยน้ำหนัก (b) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25% โดยน้ำหนัก (c) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 30% โดยน้ำหนัก (d) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 35% โดยน้ำหนัก

4.4.3 การหาความหนืดของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน

เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่สังเคราะห์ได้ทุกสูตร มาทดสอบหาความหนืด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณอะคริลิกเรซินที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่สังเคราะห์ได้น่าจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นตามปริมาณของอะคริลิกเรซิน ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของมอนอกลิเซอไรด์ กับหมู่คาร์บอกซิลิกของอะคริลิกเรซินได้มากขึ้นตามปริมาณอะคริลิกเรซิน

ตารางที่ 4.6 ความหนืดของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน

ปริมาณอะคริลิกเรซิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ความหนืด (พอยส์)
20	8,000
25	8,500
30	9,000
35	10,000

4.4.4 การหาค่าของกรดของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน

จากการทดสอบหาค่าของกรดของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่สังเคราะห์ได้ ที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กันได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าของกรดของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณอะคริลิกเรซินที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.7 ค่าของกรดของอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่ปริมาณอะคริลิกเรซินต่าง ๆ กัน

ปริมาณอะคริลิกเรซิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ค่าของกรด
20	17.4
25	22.4
30	24.7
35	28.4

4.5 การสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ

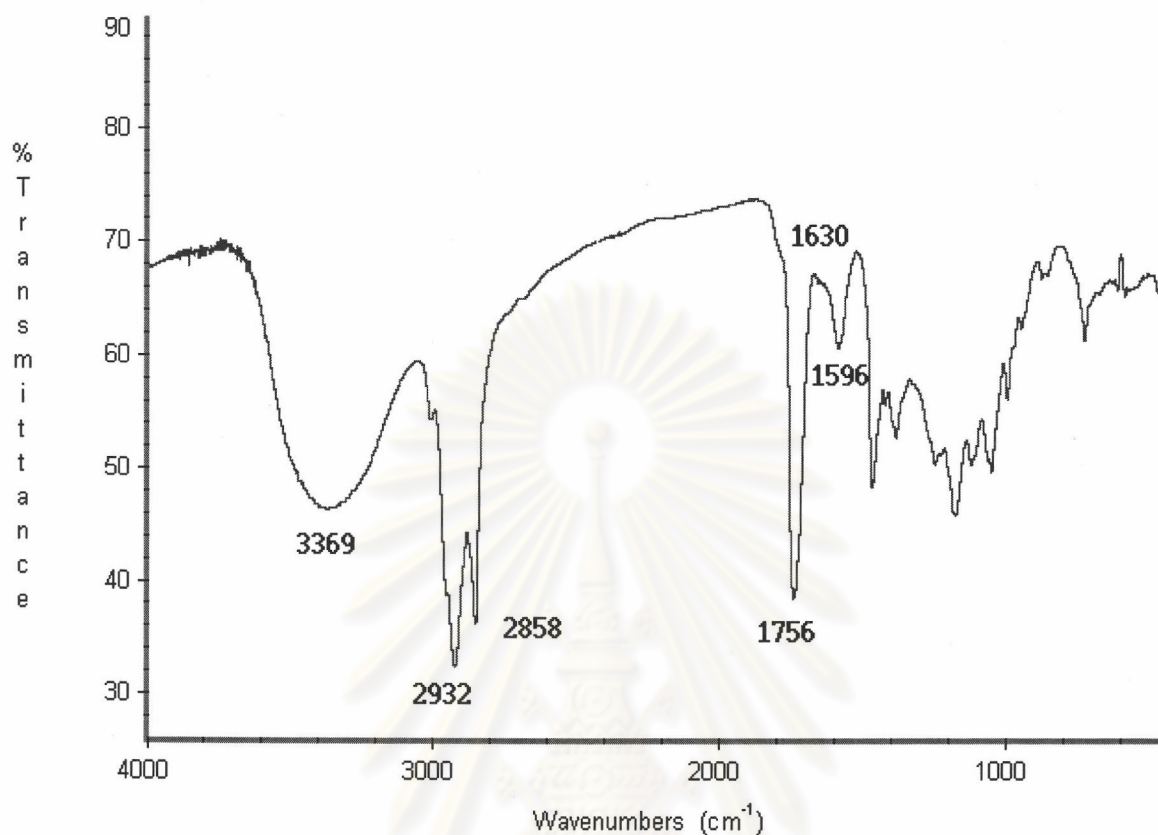
4.5.1 ลักษณะของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ

เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินมาทำให้เป็นกลางด้วยไดเอทานอลแอมีน เพื่อให้อยู่ในรูปสบู่ จากนั้นใส่น้ำขจัดไอออนแล้วเพื่อทำเป็นสารเคลือบผิวสูตรน้ำ จากการทดลองพบว่า ในขณะที่เติมน้ำลงไปนั้น สารเคลือบผิวที่ได้ในขั้นแรกมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมที่มีความหนืดสูง โดยน้ำกระจายตัวเข้าไปในโมเลกุลของเรซิน จากนั้นผลิตภัณฑ์ก็เปลี่ยนเป็นของเหลวใส สีเหลือง

4.5.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ

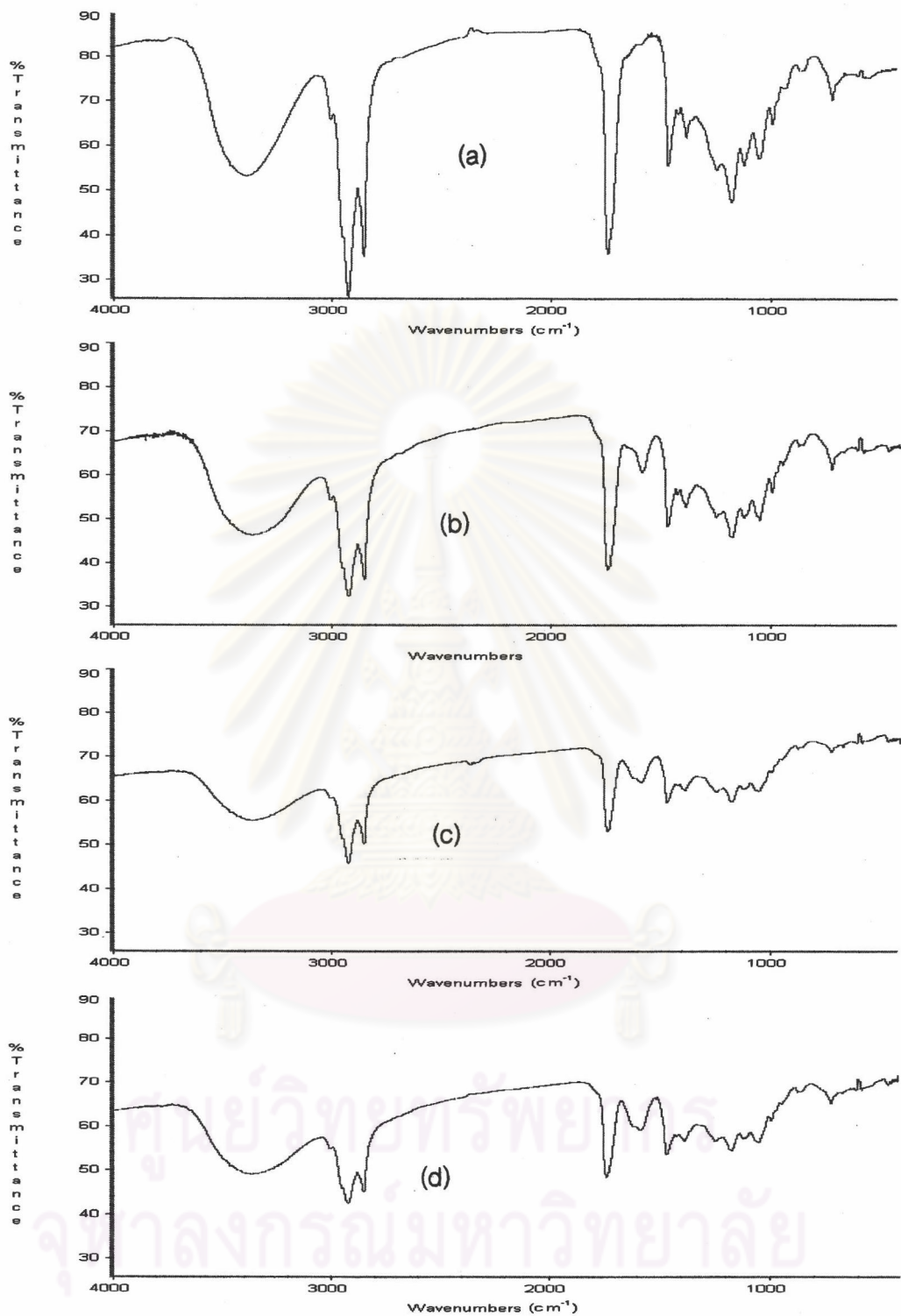
เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.8 ซึ่งพบพีกที่สำคัญดังนี้

1. พบพีก O-H stretching ที่ตำแหน่ง 3369 cm^{-1}
2. พบพีก C-H stretching ที่ตำแหน่ง 2932 cm^{-1} และ 2858 cm^{-1}
3. พบพีกของหมู่คาร์บอนิลที่ตำแหน่ง 1756 cm^{-1}
4. พบพีก C=C ที่ตำแหน่ง 1630 cm^{-1}
5. พบพีก carboxylate anion stretching และ amine salts ที่ตำแหน่ง 1596 cm^{-1}



รูปที่ 4.8 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิลเรซินสูตรน้ำที่ปริมาณอะคริลิกเรซินเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบ FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิลเรซินสูตรน้ำกับสูตรตัวทำละลาย (รูปที่ 4.6) พบว่าปรากฏพีกที่เหมือนกันทุกตำแหน่ง แต่จะพบพีกของ carboxylate anion stretching และ amines salts ที่ตำแหน่ง 1596 cm⁻¹ ใน FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิลเรซินสูตรน้ำด้วย ซึ่งความเข้มของพีกที่ตำแหน่งดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอะคริลิกเรซิน ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 FT-IR สเปกตรัมของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ (a) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซิน 20% โดยน้ำหนัก (b) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซิน 25% โดยน้ำหนัก (c) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซิน 30% โดยน้ำหนัก (d) ที่ปริมาณอะคริลิกเรซิน 35% โดยน้ำหนัก

4.6 การทดสอบสมบัติของอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำ

4.6.1 การทดสอบสมบัติในสถานะของเหลว

เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่สังเคราะห์ได้และอัลคิดเรซินทางการค้ามาทดสอบสมบัติในสถานะของเหลว ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยพบว่าอะคริลิก-อัลคิดเรซินทุกสูตรมีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลืองอ่อน และเมื่อนำไปวัดสีด้วยสารละลายการด์เนอร์พบว่ามีค่าเท่ากับ 10.5 ซึ่งเป็นค่าที่เท่ากับของอัลคิดเรซินทางการค้า ส่วนค่าของกรดอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 1.0 ซึ่งต่ำกว่าค่าของผลิตภัณฑ์ทางการค้า สำหรับปริมาณร้อยละของสารที่ระเหยไม่ได้ (% NV) อยู่ในช่วง 91.56 ถึง 94.75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 สมบัติของอะคริลิก-อัลคิดเรซินในสถานะของเหลว

สูตร	สี (การด์เนอร์)	% NV	ค่าของกรด
20% (w) acrylic ⁽¹⁾	10.5	94.75	0.3
25% (w) acrylic ⁽²⁾	10.5	94.01	0.5
30% (w) acrylic ⁽³⁾	10.5	93.15	0.7
35% (w) acrylic ⁽⁴⁾	10.5	93.52	1.0
อัลคิดเรซินทางการค้า	10.5	91.56	5.3

- หมายเหตุ
- (1) หมายถึงอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่มีปริมาณอะคริลิกเรซิน 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 - (2) หมายถึงอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่มีปริมาณอะคริลิกเรซิน 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 - (3) หมายถึงอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่มีปริมาณอะคริลิกเรซิน 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 - (4) หมายถึงอะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำที่มีปริมาณอะคริลิกเรซิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

4.6.2 การทดสอบระยะเวลาการแห้งตัว

เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิดเรซินมาทดสอบหาระยะเวลาการแห้งตัว โดยใช้ความหนาของฟิล์ม เปียกเท่ากับ 30 ไมโครเมตร พบว่า ฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซินไม่เกิดการแห้งตัวได้เองจากปฏิกิริยา ออกซิเดชัน จึงทดลองใส่สารเร่งแห้งลงไป พบว่า แม้จะใส่สารเร่งแห้งปริมาณสูงถึง 5% ฟิล์มก็ยังไม่แห้ง ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากการที่อะคริลิก-อัลคิดเรซินสูตรน้ำประกอบด้วยแอมินและน้ำ ซึ่งแอมินมีสมบัติเป็น แอนติออกซิแดนซ์ ฟิล์มจึงมีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน

จากนั้นจึงนำฟิล์มที่ได้จากอะคริลิก-อัลคิดเรซินที่มีปริมาณสารเร่งแห้ง 2 เปอร์เซ็นต์โดย น้ำหนัก (สารเร่งแห้งที่ใช้คือ Co – Zr drier) ไปอบ พบว่าฟิล์มเกิดการแห้งตัวได้เมื่ออบที่อุณหภูมิ 190°C โดยเวลาที่ใช้ในการอบให้ฟิล์มแห้งลดลงตามปริมาณอะคริลิกเรซินที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ทำให้ คาดว่าเมื่อนำฟิล์มไปอบ แอมินและน้ำจะระเหยไป หมู่คาร์บอกซิลิกและหมู่ไฮดรอกซิลที่ยังเหลืออยู่ใน ผลิตภัณฑ์จะเข้าทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดได้ที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น และจาก การที่ระยะเวลาการแห้งตัวลดลงเมื่อปริมาณอะคริลิกเรซินเพิ่มขึ้นนั้น คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากอะคริลิก- อัลคิดเรซินมีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นตามปริมาณอะคริลิกเรซิน ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเอส- เทอร์ฟิเคชันอย่างสมบูรณ์ได้เป็นฟิล์มแห้งจึงลดลง

ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาการแห้งตัวของฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซินเมื่อนำไปอบที่ 190°C

ปริมาณอะคริลิกเรซิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	เวลาในการอบ (นาที)
20	120
25	105
30	90
35	75

4.6.3 การทดสอบสมบัติของฟิล์มอะคริลิก-อัลคิเดเรซิน

4.6.3.1 สมบัติทางกายภาพ

เมื่อนำอะคริลิก-อัลคิเดเรซินที่สังเคราะห์ได้ทุกสูตร มาปาดลงบนแผ่นทดสอบตามที่มาตรฐานกำหนดด้วยแอปพลิเคเตอร์ (applicator) ซึ่งในการทดลองได้กำหนดความหนาของฟิล์มเปียกเท่ากับ 30 ไมโครเมตร จากนั้นทำฟิล์มให้แห้ง แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับอัลคิเดเรซินทางการค้า ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สมบัติทางกายภาพของอะคริลิก-อัลคิเดเรซินที่สังเคราะห์ได้

สูตร	ความแข็ง (กรัม)	ความอ่อนตัว (ϕ ,mm)	ความติดแน่น	ความทนทาน ต่อแรงกระแทก (นิ้ว-ปอนด์)
20%(w) acrylic-alkyd resin	100	3	5B	160
25%(w) acrylic-alkyd resin	100	3	5B	160
30%(w) acrylic-alkyd resin	100	3	5B	160
35%(w) acrylic-alkyd resin	100	3	5B	160
อัลคิเดเรซินทางการค้า	100	3	5B	160

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าฟิล์มอะคริลิก-อัลคิเดเรซินที่สังเคราะห์ได้ทุกสูตร มีความแข็ง ความอ่อนตัว ความติดแน่น และความทนทานต่อแรงกระแทก เท่ากับอัลคิเดเรซินทางการค้า

4.6.3.2 ความทนทานต่อตัวทำละลาย

เมื่อนำฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซิน ไปทดสอบความทนทานต่อตัวทำละลายในไวท์สปิริต ไซลีน และ นอร์มอลปิพทานอล พบว่าฟิล์มไม่ละลายในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่าฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซินหลังการอบ เกิดการเชื่อมขวางได้เป็นฟิล์มเทอร์โมเซต

4.6.3.3 การทดสอบความทนน้ำ ความทนกรดและด่าง

เมื่อนำฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซินไปทดสอบความทนน้ำ ความทนกรดและด่าง โดยวิธีจุ่มลงในน้ำ กรดและด่างในช่วงระยะเวลาที่กำหนดที่อุณหภูมิห้อง แล้วตรวจสอบสภาพฟิล์มเพื่อดูข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับอัลคิดเรซินในทางการค้า ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 สมบัติความทนน้ำ ความทนกรดและด่างของอะคริลิก-อัลคิดเรซิน

สูตร	ความทนน้ำ ⁽¹⁾ (ชั่วโมง)	ความทนกรด ⁽²⁾ (ชั่วโมง)	ความทนด่าง ⁽³⁾ (นาที)
20%(w) acrylic	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	60
25%(w) acrylic	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	150
30%(w) acrylic	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	180
35%(w) acrylic	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	ดีเยี่ยม ⁽⁴⁾	210
อัลคิดเรซินทางการค้า	22	4	13

หมายเหตุ

- (1) เวลาที่ระบุคือ ช่วงเวลาที่ฟิล์มเริ่มเกิดการหลุดล่อนหลังจุ่มในน้ำ
- (2) กรดที่ใช้คือ 5% H₂SO₄ เวลาที่ระบุคือ ช่วงเวลาที่ฟิล์มเริ่มเกิดการหลุดล่อนหลังจุ่มในกรด
- (3) ด่างที่ใช้คือ 5% NaOH เวลาที่ระบุคือ ช่วงเวลาที่ฟิล์มเริ่มเกิดการหลุดล่อนหลังจุ่มในด่าง
- (4) ทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วฟิล์มไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาผลจากตารางที่ 4.11 พบว่า फिल्मของอะคริลิก-อัลคิดเรซินทุกสูตรไม่เปลี่ยนแปลงหลังทดสอบความทนน้ำและความทนกรด ในขณะที่ฟิล์มอัลคิดเรซินทางการค้าหลุดล่อนหลังจุ่มในน้ำและกรดเป็นเวลา 22 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าฟิล์มอะคริลิก-อัลคิดเรซินมีความทนน้ำและทนกรดได้ดีกว่าฟิล์มจากผลิตภัณฑ์ทางการค้า

และเมื่อพิจารณาความทนต่างของฟิล์มพบว่าอะคริลิก-อัลคิดเรซินมีความทนต่างสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับอัลคิดเรซินทางการค้า นอกจากนี้ พบว่า ความทนต่างของฟิล์มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของอะคริลิกเรซิน

จากผลการทดลองทำให้สรุปได้ว่าอะคริลิกเรซินช่วยปรับปรุงสมบัติความทนน้ำ ทนกรดและต่างของอัลคิดเรซินได้



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย