

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 สารเคลือบผิว

สารเคลือบผิว (Surface coatings) คือ วัสดุที่เมื่อเคลือบบาง ๆ ลงบนพื้นผิวใด ๆ แล้ว จะเกิดเป็นฟิล์ม ซึ่งจะมีการยึดเกาะทั้งระหว่างสารเคลือบผิวด้วยกันเองและระหว่างสารเคลือบผิวกับพื้นผิวที่ต้องการเคลือบ

2.1.1 วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการคือ

1. เพื่อป้องกันพื้นผิววัสดุจากมลภาวะต่าง ๆ สารเคลือบผิวจะช่วยให้ผิวหน้าของวัสดุที่ถูกเคลือบมีความทนทานต่ออากาศ น้ำและสารเคมีต่าง ๆ
2. เพื่อตกแต่งให้แลดูสวยงาม ความสวยงามของวัสดุหลังการเคลือบผิวหน้าด้วยสารเคลือบผิวอาจมาจากสี (color) จากความเงา (gloss) จากลวดลายตกแต่ง (texture) หรือจากความสว่าง (lighting) หรือจากทั้งหมดรวมกัน
3. เพื่อจุดประสงค์พิเศษ เช่นการทาสีทองเรือเพื่อกันสนหารั่วหรือกันเปรี้ยว การเคลือบใยแก้วนำแสงกันการขีด การทาสีช่องแบ่งจราจรและการทาสีเครื่องบิน เป็นต้น [1]

สารเคลือบผิวแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต โดยสารเคลือบผิวประเภทเทอร์โมพลาสติกประกอบด้วยพอลิเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงพอที่จะทำให้ได้สมบัติเชิงกลตามที่ต้องการและสามารถนำไปใช้งานได้ทันที ส่วนสารเคลือบผิวประเภทเทอร์โมเซตประกอบด้วยพอลิเมอร์น้ำหนักโมเลกุลต่ำ และจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมไรเซชันต่อไปได้อีกขณะใช้งาน เพื่อให้ได้สมบัติของผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ

2.1.2 ส่วนประกอบของสารเคลือบผิว [2]

1. สารยึด (Binders)

สารยึดเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญที่สุดของสารเคลือบผิว ทำให้เกิดเป็นฟิล์มบาง ๆ เกาะติดแน่นกับพื้นผิวที่ถูกเคลือบ (substrate) และทำหน้าที่ยึดส่วนประกอบอื่น ๆ ของสารเคลือบผิว เข้าไว้ด้วยกัน สารยึดส่วนใหญ่เป็นสารพวกพอลิเมอร์เรซิน การพิจารณาเลือกใช้สารเคลือบผิว ต้องคำนึงถึงชนิดและคุณภาพของสารยึด เพราะฟิล์มของสารเคลือบผิวจะติดแน่นให้ความสวยงาม ทนทาน ขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารยึด โดยสารยึดจะเป็นตัวบ่งชี้ว่า สารเคลือบผิวชนิด นั้นควรใช้งานประเภทใด

2. ตัวทำละลาย (Solvents)

เนื่องจากสมบัติความเป็นของเหลวของตัวทำละลาย จึงทำให้สารเคลือบผิวมีความ สามารถในการไหลตัว และจะระเหยไปหลังจากที่ส่วนประกอบอื่น ๆ ทำปฏิกิริยากันจนเกิดเป็นฟิล์ม ตัวทำละลายมีหน้าที่ปรับความหนืดและช่วยในการผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารเคลือบผิว ตัวทำละลายที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวมีมากมายหลายชนิด ซึ่งการเลือกใช้ตัวทำละลายชนิดใด จะขึ้น กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการละลายสารยึด
2. กรรมวิธีในการเคลือบ เช่น การทาด้วยแปรงหรือลูกกลิ้ง และการพ่นด้วย air spray
3. อัตราความเร็วในการแห้งของฟิล์มสารเคลือบผิว
4. ความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น สารที่ระเหยออกมาจะต้องไม่เป็นมลพิษต่อ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม

3. ผงสี (Pigments)

ผงสีเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดเฉดสีและความทึบแสง ช่วยในการปิดบังพื้นผิว นอกจากนี้ในบางกรณียังทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น ด้านทานการกัดกร่อนหรือการทนไฟ ดังนั้นสารเคลือบผิวที่ดีต้องมีผงสีที่เหมาะสมกับสารเคลือบผิวประเภทนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม สารเคลือบผิวบางประเภทก็ไม่จำเป็นต้องใส่ผงสี เช่น วาร์นิชและแล็กเกอร์ เป็นต้น

4. สารเติมแต่ง (Additives)

สารเติมแต่ง คือสารผสมพิเศษที่ใส่ลงไปในปริมาณเล็กน้อยเพื่อปรับปรุงคุณภาพของสารเคลือบผิวให้มีสมบัติพิเศษตามต้องการ ตัวอย่างของสารเติมแต่งที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิว ได้แก่

1. พลาสติไซเซอร์ (Plasticizers) ช่วยลดความเปราะและเพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์มสารเคลือบผิวเมื่อแห้ง เพื่อให้สามารถทนแรงกระแทกและแรงดัดโค้งได้ดีขึ้น
2. สารกันบูด (Bactericide) ส่วนใหญ่ใช้ในสีน้ำพลาสติก เพื่อป้องกันมิให้สีภายในภาชนะบรรจุเสื่อมคุณภาพเนื่องจากแบคทีเรีย
3. สารป้องกันเชื้อรา (Fungicide) ใช้ในสีน้ำพลาสติกและสีน้ำมันเป็นหลัก เพื่อป้องกันการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสาหร่าย และเชื้อรา
4. สารกันการเกิดฟอง (Defoamer) ใช้ป้องกันการเกิดฟองอากาศทั้งในระหว่างขั้นตอนการผลิต การบรรจุ และการใช้งาน
5. สารข้น (Thickener) เพื่อปรับความข้นหนืดของสารเคลือบผิวทั้งขณะอยู่ในภาชนะบรรจุ และระหว่างการใช้งาน
6. สารเร่งแห้ง (Driers) ช่วยเร่งการแห้งของสารเคลือบผิว

2.1.3 การเกิดฟิล์ม

การเปลี่ยนสภาพจากสารเคลือบผิวในภาชนะบรรจุไปเป็นฟิล์มที่ติดยึดแน่นกับผิว และทำให้พื้นผิวมีความทนทานเพิ่มขึ้น คือ กระบวนการการเกิดฟิล์ม (Film Formation) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. แอปพลิเคชัน (Application) เป็นการนำสารเคลือบผิวไปเคลือบผิวหน้าหรือทำให้ผิวหน้าของวัสดุเกิดเป็นฟิล์มบาง ๆ ขึ้น การทำอาจใช้แปรง ลูกกลิ้ง การพ่น หรือการจุ่มก็ได้
2. ฟิกเซชัน (Fixation) เป็นการทำให้ฟิล์มติดแน่น ไม่หลุดออกจากผิวหน้า และไม่เกิดเป็นชั้นของฟิล์มที่ไม่ต้องการ ตัวอย่างเช่น กรณีที่เป็นสารเคลือบผิวที่มี

ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นส่วนประกอบ การเกิดเป็นฟิล์มในขั้นตอนฟีกเซชัน จะเกิด โดยการระเหยของตัวทำละลาย หรือถ้าสารเคลือบผิวเป็นระบบลาเทกซ์ (latex system) ขั้นตอนฟีกเซชัน จะเกิดโดยอาศัยการระเหยของน้ำ เป็นต้น

3. การบ่ม (Curing) เป็นการทำให้ฟิล์มที่ผ่านขั้นตอนฟีกเซชันแล้วมีความทนทาน ดีขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้แสง ความร้อนหรืออากาศ เช่น สีน้ำมันทาบ้านจะเกิดการบ่ม โดยการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เปลี่ยนสภาพจากของเหลว เป็นฟิล์มแห้งแข็งที่มีความทนทานเพิ่มขึ้น หรือการนำเคลือบ (enamel) ที่ทำจาก พอลิเมอร์ชนิดเทอร์โมเซตไปอบ ก็เป็นการบ่มอีกวิธีหนึ่ง

กระบวนการการเกิดฟิล์มของสารเคลือบผิวไม่จำเป็นจะต้องมี 3 ขั้นตอนเสมอไป ตัวอย่างเช่น แลกเกอร์ มีขั้นตอนฟีกเซชัน และการบ่มรวมกัน โดยอาศัยการระเหยของตัวทำละลาย ระหว่างการแอปพลิเคชัน เป็นต้น

2.1.4 การแห้งของสารเคลือบผิว

โดยทั่วไป สารเคลือบผิวจะแห้งโดยกรรมวิธีต่าง ๆ กันได้ 2 แบบ คือ

1. แห้งโดยกรรมวิธีทางฟิสิกส์ (Physical Drying) การแห้งตัววิธีการนี้เกิดจากการระเหยของตัวทำละลาย กลายเป็นฟิล์มยึดติดกับผิวหน้าด้วยพันธะทุติยภูมิ (secondary force) อย่างอ่อน ๆ ดังนั้นฟิล์มที่เกิดจึงยังคงละลายได้ในตัวทำละลายของสารเคลือบผิวนั้น ตัวอย่างของสารเคลือบผิวที่แห้งโดยกรรมวิธีทางฟิสิกส์ได้แก่ แลกเกอร์ เป็นต้น
2. แห้งโดยกรรมวิธีทางเคมี (Chemical Drying) ฟิล์มที่ได้จากการแห้งตัวโดยวิธีการนี้ยึดติดกับผิวหน้าด้วยพันธะปฐมภูมิ (primary bond) จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นฟิล์มที่ได้จะแข็งแรงและทนทานต่อตัวทำละลาย

การแห้งโดยกรรมวิธีทางเคมีนี้ อาจเกิดโดย

2.1 แห้งโดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารเคลือบผิวประเภทนี้จะดูออกซิเจนในอากาศเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ขนาดอนุของสารเคลือบผิวใหญ่ขึ้นจนรวมตัวเป็นฟิล์มแห้งแข็งตามต้องการ เช่น สีนํ้ามันทาบ้านที่ผลิตจากอัลคิดเรซิน เป็นต้น การแห้งตัวโดยวิธีการนี้ อาจเร่งให้แห้งเร็วขึ้นได้โดยการใส่สารเร่งแห้ง

2.2 แห้งโดยการเกิดปฏิกิริยาเคมี สารเคลือบผิวประเภทนี้ ส่วนใหญ่บรรจุในภาชนะแยกกัน ก่อนใช้จึงนำมาผสมกันตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตแนะนำ ซึ่งเมื่อผสมแล้ว จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นฟิล์มที่แห้งแข็ง เรียกสารเคลือบผิวชนิดนี้ว่า สารเคลือบผิวชนิดบ่มเย็น (cold curing coatings) ตัวอย่างเช่น ยูเรียเรซิน (urea resin) พอลิยูรีเทนเรซิน (polyurethane resin) เป็นต้น แต่ถ้าการเกิดปฏิกิริยาต้องใช้อุณหภูมิสูง เรียกสารเคลือบผิวชนิดนี้ว่า สารเคลือบผิวชนิดอบ (stoving or baking coatings)

2.2 อัลคิดเรซิน

คำว่าอัลคิด (alkyd) ใช้ครั้งแรกโดย Kienle ในปี ค.ศ.1927 [3] เพื่อที่จะใช้เรียกพอลิเอสเตอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (condensation polymerization) ระหว่างพอลิไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ซึ่งปกติใช้กลีเซอรอล กับกรดไดหรือพอลิเบสิก ซึ่งโดยทั่วไปใช้ฟทาสิกแอนไฮไดรด์ นอกจากนี้มักใช้กรดไขมัน หรือน้ำมันมาเอสเตอร์ไฟयर่วมด้วย

ถ้าให้พอลิไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับกรดไดหรือพอลิเบสิก โดยไม่ใส่สารชนิดอื่น จะได้อัลคิดเรซินที่ไม่ละลายในตัวทำละลายทั่วไปและมีความเปราะสูง การแก้ปัญหาคทำได้โดยเติมกรดโมโนเบสิกที่มีสายโซ่ยาวของไฮโดรคาร์บอน เช่น กรดไขมันเข้าไปในโมเลกุลของอัลคิดเรซิน และพบว่ากรดไขมันที่เข้าไปอยู่ในโมเลกุลของอัลคิดเรซินจะทำหน้าที่ลดหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ของเรซิน ซึ่งจะปลดการเกิดการเชื่อมขวางของเรซิน ทำให้การละลายของเรซินดีขึ้น และเนื่องจากความยาวของสายโซ่ในโมเลกุลของกรดไขมัน ทำให้เรซินมีความไม่แข็งเพิ่มขึ้น เรซินจึงสามารถ

ละลายได้ในน้ำมันและในตัวทำละลายที่เป็นไฮโดรคาร์บอน นอกจากนี้ กรดไขมัน ยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น (flexibility) ให้กับเรซิน ทำให้เรซินไม่เปราะ หรือกล่าวได้ว่า กรดไขมันเป็นพลาสติกไซเซอร์ภายใน (internal plasticizer) ของเรซิน

2.2.1 สมบัติของอัลคิลเรซิน

อัลคิลเรซินเป็นสารยึดที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีสมบัติที่ดีหลายประการดังนี้ คือ

1. ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องผสมสารอื่น ๆ อีกและมีอายุในการใช้งานนาน
2. ราคาถูกเมื่อเทียบกับเรซินชนิดอื่น
3. สามารถใช้งานได้หลากหลายเนื่องจากสามารถสังเคราะห์ให้แตกต่างกันออกไปตามความต้องการ ตั้งแต่ชนิดแห้งเร็ว ซึ่งมีความยืดหยุ่นต่ำ ไปจนถึงแห้งช้า ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง
4. ทำให้ผงสีเปียกและกระจายตัวได้ดี
5. มีความทนทาน ความยืดหยุ่นและความเงาดีเยี่ยม
6. มีความทนทานต่อตัวทำละลายดี
7. มีความเหนียว ความทนทานต่อความร้อนดี

อัลคิลเป็นสารประเภทเอสเทอร์ ดังนั้นสมบัติต่าง ๆ จึงเหมือนกับเอสเทอร์ทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ว่องไวต่อน้ำ กรดและด่าง ดังนั้นอัลคิลเรซินจึงทนน้ำ กรด และด่างได้ไม่ดึ้นัก ซึ่งถือเป็นข้อด้อยของอัลคิลเรซิน

2.2.2 ประเภทของอัลคิเดเรซิน

โรงงานอุตสาหกรรมแบ่งชนิดของอัลคิเดเรซิน ตามความสามารถในการแห้งตัว ได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. อัลคิเดเรซินชนิดแห้งได้ (Drying Alkyds) ได้จากการใช้กรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูงพอที่จะทำให้ฟิล์มบางประมาณ 1-3 มิลลิเมตร สามารถเกิดพอลิเมอร์เซชันกับออกซิเจนในอากาศ ณ อุณหภูมิห้อง และให้ฟิล์มที่แข็งแรง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารอื่นผสมลงไป
2. อัลคิเดเรซินชนิดไม่แห้ง (Non-Drying Alkyds) ได้จากการใช้กรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวต่ำ จึงไม่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชันกับออกซิเจนในอากาศ

2.2.3 สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์อัลคิเดเรซิน

2.2.3.1 น้ำมัน

น้ำมันถูกนำมาใช้เป็นสารยึดในอุตสาหกรรมเคลือบผิวมานานแล้ว แต่ปัจจุบันการนำน้ำมันเพียงอย่างเดียวมาใช้เป็นสารยึดมีอยู่น้อยมาก อย่างไรก็ตาม ยังมีการใช้น้ำมันเป็นส่วนผสมของวารนิชหรือสารเคลือบผิวบางชนิดเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น เช่น เพื่อเพิ่มความอ่อนตัวของฟิล์ม ทำให้ไม่เปราะ หรือเพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติการละลาย เป็นต้น

น้ำมันที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิว ได้มาจาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือน้ำมันพืช (vegetable oils) ซึ่งได้จากการบีบหรืออัดเมล็ดพืชหรือเปลือกของผล และน้ำมันจากทะเล (marine oils) ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ น้ำมันปลา (fish oils)

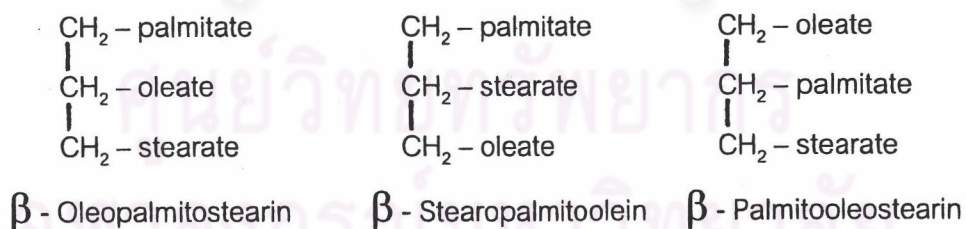
องค์ประกอบของน้ำมัน

น้ำมันเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) กล่าวคือ เป็นไตรเอสเทอร์ (triester) ของกลีเซอรอล (glycerol) กับกรดไขมัน (fatty acid) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์

R^1 , R^2 และ R^3 เป็นสายโซ่ที่ยาวของกรดไขมัน ถ้า R^1 , R^2 และ R^3 มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกัน ก็จะได้ไตรกลีเซอไรด์แบบง่าย ๆ แต่ถ้าไม่เหมือนกัน ก็จะได้ของผสมของไตรกลีเซอไรด์ ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ดังนั้นถ้าไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) น้ำมัน จะได้กลีเซอริน (glycerine) และน้ำมันไขมัน (fatty oils) แต่ละโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ สามารถเกิดได้ 3 ไอโซเมอร์ โดยต่างกันตรงชนิดของกรดไขมันที่อยู่ตำแหน่งกลางหรือตำแหน่งเบตา (β) ตัวอย่างเช่น ถ้าโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ประกอบด้วย กรดโอเลอิก (oleic acid) กรดสเตียริก (stearic acid) และ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) จะแสดงไอโซเมอร์ได้ดังรูปที่ 2.2 [4]



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างไอโซเมอร์ของไตรกลีเซอไรด์

กรดไขมัน

สมบัติของน้ำมัน ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันที่มีอยู่ในโครงสร้าง เนื่องจากในโมเลกุลของน้ำมันมีปริมาณของกรดไขมันมากถึง 95% กรดไขมันเป็นสารซึ่งประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก ต่ออยู่กับสายโซ่ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนตั้งแต่ 9-22 อะตอม แต่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์บอน 18 อะตอม

กรดไขมันแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. กรดไขมันอิ่มตัว เป็นกรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่ในโมเลกุล คาร์บอนอะตอมทุกอะตอมบนสายโซ่โมเลกุล จะต่ออยู่กับไฮโดรเจนอย่างน้อย 2 ตัว น้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวปริมาณสูง มีสมบัติไม่แข็งตัวเนื่องจากไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศที่ตำแหน่งของพันธะคู่ได้

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลตั้งแต่ 1 พันธะขึ้นไป น้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง สามารถแข็งตัวได้เอง เนื่องจากสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศที่ตำแหน่งของพันธะคู่ได้ และตำแหน่งของพันธะคู่ของกรดไขมันแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันออกไป ถ้ามีพันธะเดี่ยวคั่นอยู่ระหว่างพันธะคู่ เรียกพันธะคู่แบบนี้ว่า พันธะคู่สลับเดี่ยว (conjugated double bond) แต่ถ้าตำแหน่งของพันธะคู่และพันธะเดี่ยวไม่สลับกัน เรียกพันธะคู่แบบนี้ว่า พันธะคู่แบบห่าง (isolated double bond)

พันธะคู่ที่มีอยู่ในกรดไขมันมีผลต่อสมบัติการแข็งตัวของน้ำมันมาก ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาการแข็งตัวของน้ำมัน เป็นปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับพันธะคู่ของโมเลกุลของกรดไขมัน ยังมีพันธะคู่มากเท่าไร การแข็งตัวก็จะยิ่งเร็วขึ้น นอกจากนี้ ตำแหน่งของพันธะคู่ก็มีผลต่อสมบัติการแข็งตัวของน้ำมันเช่นกัน กล่าวคือ ถ้าเป็นพันธะคู่สลับเดี่ยว จะเกิดปฏิกิริยาและแข็งตัวได้เร็วกว่าพันธะคู่แบบห่าง ตัวอย่างกรดไขมันชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ [5] , [6]

กรดไขมัน	โครงสร้าง
กรดไขมันอิ่มตัว	
Caproic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
Caprylic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Capric	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
Lauric	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Myristic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Stearic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Arachidic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
Oleic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linolenic	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Eleostearic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Licanic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CO}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Ricinoleic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CHOHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Palmitoleic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Parinaric	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดของน้ำมัน

อาจแบ่งน้ำมันตามสมบัติในการแห้งตัว ซึ่งขึ้นกับปริมาณความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำมันนั้นๆ และแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1. น้ำมันแห้งเร็ว (Drying Oil) แห้งตัวได้เร็วที่สุด กล่าวคือ สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นฟิล์มที่แห้งแข็ง ไม่ละลายในตัวทำละลายที่สามารถละลายน้ำมันได้ และไม่ยอมให้ความชื้นซึมผ่านได้ รวมไปถึงมีความทนทานต่อสารเคมีด้วย น้ำมันชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีพันธะคู่ 3 พันธะ เช่น น้ำมันทัง (tung oil) และ น้ำมันลินสีด (linseed oil) เป็นต้น

2. น้ำมันแห้งช้า (Semi-Drying Oil) จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้น้อย และเกิดเป็นฟิล์มที่แห้งช้ากว่าน้ำมันแห้งเร็ว กรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำมันชนิดนี้ จะมีพันธะคู่ 2 พันธะ เช่น น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) น้ำมันทอลล์ (tall oil) น้ำมันละหุ่งที่ถูกขจัดน้ำออก (dehydrated Castor oil) น้ำมันทานตะวัน (sunflower oil) น้ำมันคำฝอย (safflower oil) เป็นต้น

3. น้ำมันไม่แห้ง (Non-Drying Oil) ไม่สามารถแห้งตัวได้ น้ำมันชนิดนี้ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ มักใช้ประโยชน์เป็นพลาสติกไฮเซอรส์สำหรับเรซินที่ใช้เป็นสารยึดในแลกเกอร์ ตัวอย่างเช่น น้ำมันละหุ่ง (castor oil) เป็นต้น

ส่วนประกอบของกรดไขมันในไขมันหรือน้ำมันชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่างๆ [6]

ไขมันหรือน้ำมัน	ประเภทและปริมาณของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์)						
	Myristic	Palmitic	Stearic	Palmitoleic	Oleic	Linoleic	Other Compo- -nents
น้ำมันมะพร้าว	17-20	4-10	1-5		2-10	0-2	A
น้ำมันปาล์ม	1-3	34-43	3-6		38-40	5-11	
น้ำมันละหุ่ง		0-1			0-9	3-7	B
น้ำมันมะกอก	0-1	5-15	1-4	0-1	69-84	4-12	
น้ำมันข้าวโพด	0-2	7-11	3-4	0-2	43-49	34-42	
น้ำมันถั่วเหลือง	0-1	6-10	2-4		21-29	50-59	C
น้ำมันทานตะวัน		10-13			21-39	51-68	
น้ำมันดอกคำฝอย		5-10			14-21	73-78	
น้ำมันลินสีด		4-7	2-5		9-38	3-43	D
น้ำมันทัง		2-6			4-16	1-10	E
น้ำมันโอติชีกา		11			6		F
น้ำมันปลา	6-8	10-16	1-2	6-15			G

หมายเหตุ

- (A) 5 - 10 caprylic , 5 - 11 capric , 45 - 51 lauric acids
- (B) 80 -92 ricinoleic acid
- (C) 4 - 8 linolenic acid
- (D) 25-28 linolenic acid
- (E) 74-91 eleostearic acid
- (F) 70-78 licanic acid
- (G) 70 unsaturated acid , C_{16} - C_{32} having one - six double bonds

สำหรับโครงการวิจัยนี้ จะนำน้ำมันปาล์มมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันกับน้ำมันทั้ง แล้วนำน้ำมันปาล์มที่ผ่านการตัดแปรที่ได้ มาใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์อัลคิลเรซิน ซึ่งรายละเอียดของน้ำมันปาล์มและน้ำมันทั้ง มีดังนี้

น้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มจัดเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีพืชน้ำมันชนิดใดที่ไทยสามารถผลิตเพื่อสกัดน้ำมันได้อย่างเพียงพอกับความต้องการภายในประเทศนอกจากน้ำมันปาล์ม [7] ซึ่งทำให้ไทยสามารถลดการนำเข้าน้ำมันปาล์มจากต่างประเทศไม่ต่ำกว่าปีละ 7,000 ล้านบาท นอกจากนี้น้ำมันปาล์มยังมีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดเนื่องจากมีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น [8] และให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ อีกทั้งเป็นพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายในสินค้าอุปโภคและบริโภค อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจึงมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และทำรายได้ให้แก่ประเทศและเกษตรกรมากกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การประมาณมูลค่าผลผลิตผลเกษตรกรรมป่าไม้ที่สำคัญตามราคาที่เกษตรกรขายได้ พ.ศ. 2537 – 2541 [9]

ประเภทผลผลิต	มูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)				
	2537	2538	2539	2540	2541
พืชน้ำมัน					
เมล็ดละหุ่ง	39.1	35.4	39.1	48.0	78.5
ถั่วลิสง	1,360.5	1,505.3	1,639.1	1,724.9	1,643.0
ถั่วเหลือง	4,129.0	3,338.9	3,119.7	3,464.5	3,129.8
เมล็ดงา	310.7	603.0	587.2	389.9	754.6
มะพร้าว	3,880.2	3,119.9	4,699.7	3,603.6	5,718.5
ปาล์มน้ำมัน	3,499.9	4,622.8	5,429.8	5,817.8	8,307.1

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชในตระกูล Palmae มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Elaeis Guineensis Jacq.* มีอยู่ตามธรรมชาติในแอฟริกาซึ่งใช้บริโภคมาตั้งแต่สมัยโบราณ [10] ชอบอากาศในเขตร้อนที่มีฝนตกชุก การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันของโลกจึงจำกัดอยู่ในเขตที่ราบต่ำของภูมิภาคแถบศูนย์สูตรที่มีความชื้นสูง อยู่ในช่วงเส้นละติจูด 20 องศาเหนือ-ใต้ [11] เป็นที่ราบใกล้ฝั่งทะเล เนื้อดินสมบูรณ์และน้ำไม่ขัง เช่น ดินเหนียวปนทราย ดินจะต้องมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดี มีการถ่ายเทอากาศดี

ผลปาล์มน้ำมันประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนที่ให้น้ำมัน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อของผล (pericarp) ซึ่งให้น้ำมันปาล์ม และส่วนที่เป็นเมล็ดซึ่งมีเนื้ออยู่ข้างในเมล็ด (palm kernel) ส่วนนี้ให้น้ำมันเมล็ดปาล์ม (palm kernel oil) โดยปริมาณน้ำมันในเนื้อขึ้นกับพันธุ์ สภาพดินฟ้าอากาศ การบำรุงรักษา และกรรมวิธีในการสกัด แต่โดยเฉลี่ยตามมาตรฐานสากลแล้ว ปริมาณเนื้อผลของปาล์มจะมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 20 ส่วนเมล็ดปาล์มมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 45-50 ในขณะนี้ทั่วโลกมีการใช้เนื้อของผลปาล์มสกัดน้ำมันปาล์มอยู่ร้อยละ 60-80 และมีการใช้เมล็ดปาล์มน้ำมันผลิตน้ำมันปาล์มอยู่ร้อยละ 20-40 เท่านั้น สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันปาล์มแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันปาล์ม

	Palm Kernel Oil	Palm Oil
ค่าไอโอดีน	14-20	43-59
ค่าของกรด (crude)	20	15
ค่าสะพอนิฟาย	240-257	195-210
Unsaponifiable matter (%)	1	1
ความถ่วงจำเพาะ 25°C	0.900-0.913	0.893-0.905
ค่าดัชนีหักเห 25°C	1.449-1.452	1.449-1.445

น้ำมันปาล์มใช้ในการปรุงอาหารมากกว่า 5,000 ปีแล้ว [12] ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มาร์گارีน เนยเหลว ครีม สบู่ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนผสมของน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง ส่วนผสมของยาฆ่าแมลงเห่า ใช้ในการผลิตกรดไขมัน ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตดินสอสีและเทียน ฯลฯ และน้ำมันปาล์มยังมีส่วนช่วยในการทำเครื่องสำอาง เพราะสามารถแทรกซึมเข้าไปในผิวหนังได้ดีกว่าน้ำมันชนิดอื่น

ในประเทศไทย สวนปาล์มน้ำมันได้เริ่มดำเนินงานใน พ.ศ. 2511-2512 [13] ที่ตำบลควนกาหลง จังหวัดสตูล และที่อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ รายแรกได้รับการส่งเสริมจากกรมประชาสงเคราะห์ให้สมาชิกของนิคมสร้างตนเอง “พัฒนาภาคใต้” เป็นผู้ปลูกในที่ดินซึ่งจัดสรรให้ครอบครัวละ 10 ไร่ ส่วนที่อำเภออ่าวลึกเป็นสวนของเอกชน (บริษัท ไทยอุตสาหกรรมน้ำมันและสวนปาล์ม จำกัด) และได้รับการส่งเสริมการลงทุนเมื่อปี พ.ศ. 2515 จนกระทั่งปัจจุบันจำนวนพื้นที่ในการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันและผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพ สร้างรายได้ ให้กับเกษตรกรผู้ปลูก ผู้ประกอบการและผู้ใช้แรงงานในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันปาล์มเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 2.5 ซึ่งแสดงเนื้อที่การผลิต (ไร่) และปริมาณผลผลิต (ตัน) ของประเทศไทยตามจังหวัดต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2541

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.5 เนื้อที่การผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของน้ำมันปาล์มในช่วงปี 2539 – 2541 [9]

จังหวัด	เนื้อที่การผลิต (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)		
	2539	2540	2541	2539	2540	2541
ประจวบคีรีขันธ์	27,442	29,876	30,417	62,595	64,413	61,930
ชลบุรี	18,360	18,099	17,018	36,426	32,958	30,581
ระยอง	2,093	1,812	1,845	3,250	2,577	2,587
ชุมพร	186,748	206,411	216,062	501,792	470,204	441,847
นครศรีธรรมราช	1,817	2,140	3,042	4,085	4,785	6,619
สงขลา	8,955	9,504	9,579	19,943	20,424	19,005
สุราษฎร์ธานี	280,056	300,291	315,215	752,510	733,611	687,799
กระบี่	389,837	416,207	420,673	1,042,424	1,091,711	958,714
ตรัง	38,583	41,157	42,169	95,686	99,271	100,236
พังงา	6,230	6,925	7,020	13,669	13,767	15,809
ระนอง	4,085	4,298	5,001	10,596	11,407	12,518
สตูล	58,497	59,706	60,056	144,663	134,936	126,778
นราธิวาส	98	-	141	75	-	214
ยะลา	50	-	51	148	-	76
อื่นๆ (ภาคใต้)	-	189	-	-	278	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการใช้งานของน้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมเคลือบผิว มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ดังนี้คือ

Azam A.M. และคณะ [14] ได้ผลิตพอลิเอสเทอร์อะคริเลตเรซินจากน้ำมันปาล์มเพื่อใช้ในการเคลือบไม้ โดยสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์อะคริเลตพรีพอลิเมอร์ก่อน จากนั้นทำให้เกิดการเชื่อมขวางด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้เกิดเป็นพอลิเมอร์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าอะคริเลตพอลิเมอร์ที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการกลั่น การฟอกและการดับกลิ่นแล้ว (refined , bleached and deodorized palm oil) และอะคริเลตพอลิเมอร์ที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil) สามารถใช้เคลือบไม้ได้ โดยพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิดมีความติดแน่น ความทนทานต่อการขีดขีด ความทนทานต่อตัวทำละลายและสารเคมีเท่ากัน แต่พอลิเมอร์ที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการกลั่น การฟอก และการดับกลิ่นแล้ว มีความแข็ง ความเงา และความทนทานต่อการขีดถูดีกว่า

น้ำมันทั้ง

น้ำมันทั้งได้จากผลของต้นไม้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ *Aleurites fordii* และ *Aleurites - montana* และมักเรียกว่าน้ำมันชนิด F และ M ตามลำดับ

ในประเทศไทย พันธุ์ที่ปลูกเป็นพวก *Aleurites montana* หรือน้ำมันทั้งชนิด M อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae หรือภาษาจีนเรียกว่ามู่ฉิว เรียกชื่อสามัญในทางการค้าสำหรับน้ำมันว่า China wood oil หรือ Canton oil ในไทยเรียกว่า ต้นมะเยา หรือ มะยาว เป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาจากประเทศจีน แหล่งที่ปลูกคือที่ เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ อุตรดิตถ์ และเลย [15]

ต้นมะเยา หรือ มะยาว มีลักษณะคล้ายต้นปอสูงเต็มที่ประมาณ 10-15 เมตร ลำต้นตรง เปลือกบางสีน้ำตาล มักมีรอยดำสีขาวตามลำต้น เนื้อไม้สีขาวนวลค่อนข้างอ่อน เบาเหนียว เลื่อยผ่าได้ง่าย ลักษณะของใบค่อนข้างใหญ่เป็นแบบใบเดี่ยว มีก้านใบยาว ปลายใบแหลม โคนใบเป็นรูปหัวใจ มะเยาจะออกดอกในราวเดือนสิงหาคม – กันยายน ออกดอกเป็นช่อเล็กๆสีขาว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย ลักษณะของดอกคล้ายดอกมะลิลา และมีผลแก่เก็บได้ระหว่างเดือนธันวาคม – มกราคม ลักษณะของผลมะเยาเมื่อสดมีสีเขียว ผิวหยาบขรุขระ เมื่อแห้งจะมีสีดำ ภายในผลมีเมล็ดอยู่ประมาณ

3-5 เมล็ดต่อผล โดยผลผลิตที่ได้ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงระยะเริ่มให้ผล ใช้เวลานานถึง 6 ปี หลังจากนั้นสามารถให้ผลได้ถึงอายุ 30 ปี

ผลของต้นทั้งมีขนาดเท่าส้มผลเล็ก ๆ ข้างในมีเปลือกแข็ง (nut) 5 เปลือก แต่ละผลมีน้ำมันอยู่ประมาณ 50-60% ซึ่งสามารถบีบเอาออกมาได้ กากที่เหลืออยู่เป็นพิษจึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดังเช่นในกรณีของน้ำมันลินสีด ดังนั้น จึงเอาไปทำปุ๋ย

น้ำมันทั้งมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว มีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำมันลินสีดและมีค่าดัชนีหักเหค่อนข้างสูง (n_D ประมาณ 1.52) น้ำมันทั้งส่วนใหญ่ ประกอบด้วยกลีเซอไรด์ของกรดแอลฟา-อิลีไอสเตอริก ซึ่งมีพันธะคู่สลับเดียว 3 พันธะ

น้ำมันชนิด F มีกรดอิลีไอสเตอริกประมาณ 79-82% กรดโอเลอิกประมาณ 12% และที่เหลือเป็นกรดอิมิตัว ส่วนน้ำมันชนิด M มีกรดอิลีไอสเตอริกประมาณ 75-78% และกรดโอเลอิกประมาณ 15%

น้ำมันทั้งดิบ (raw tung oil) ที่จะเอามาใช้งานในอุตสาหกรรมเคลือบผิวได้ดี ควรมีสสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ตามที่ ISO (International Organization for Standardization) อ้างอิงที่ 277 กำหนดไว้ดังตารางที่ 2.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 สมบัติของน้ำมันทั้งที่เหมาสมต่อการใช้งานตามมาตรฐาน ISO อ้างอิงที่ 277

	น้ำมันทั้งชนิด F	น้ำมันทั้งชนิด M
ความหนาแน่น ที่ 20°C	0.935-0.940	0.930-0.940
ความหนาแน่น ที่ 40°C	0.921-0.926	0.916-0.926
ดัชนีหักเห ที่ 20°C	1.517-1.522	1.511-1.522
ดัชนีหักเห ที่ 40°C	1.510-1.515	1.504-1.515
สารที่ระเหยได้ (ร้อยละ)	0.30	0.30
ค่าของกรด	5	5
ค่าสะพอนิฟิเคชัน	189-195	189-195
สารที่สะพอนิฟายไม่ได้ (ร้อยละ)	1	1
ระยะเวลาการเกิดเป็นเจล ที่ 276°C	15 นาที	26 นาที

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำน้ำมันทั้งมาใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิว มีดังนี้

Li F. และ Larock R.C. [16] สังเคราะห์พอลิเมอร์ชนิดเทอร์โมเซตจากน้ำมันทั้งและไดไวนิลเบนซีนโคมอนอเมอร์ (divinylbenzene comonomer) โดยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแคทไอออนิก สารเริ่มที่ใช้คือ โบรอนไตรฟลูออไรด์ไดเอทิลอีเทอร์ (boron trifluoride diethyl - etherate) พบว่าพอลิเมอร์ที่เตรียมได้แข็งและมีสีน้ำตาลเข้ม ค่ามอดุลัสเท่ากับ 2.0×10^9 Pa มีอุณหภูมิกลาสทรานซิชันเท่ากับ 100°C และจะสลายตัวที่ 430°C

Wang C. และ Jones F.N. [17] ศึกษาความคงตัวและสมบัติของฟิล์มของอัลคิลเรซินที่ผลิตจากส่วนผสมระหว่างน้ำมันทั้งและน้ำมันถั่วเหลือง โดยกระบวนการ inversion emulsion polymerization โดยใช้ IGEPAL CO-630 [nonyl phonoxy, poly(ethyleneoxy) ethanol, branched] เป็นสารลดแรงตึงผิว ปริมาณน้ำมันทั้งที่ใช้คือ 0, 12.5 และ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจากผลการวิจัยพบว่าเมื่อปริมาณน้ำมันทั้งเพิ่มมากขึ้น ขนาดของอนุภาคจะใหญ่ขึ้นและความหนืดของสารยึดก็จะสูงขึ้น แต่ความเงาและความทนทานต่อการขึ้นเหลืองจะลดลง โดยปริมาณน้ำมันทั้งที่เหมาะสมที่สุดคือ 12.5% นอกจากนี้ฟิล์มของสารเคลือบผิวที่เตรียมได้ทุกสูตรจะมีความติดแน่น และความทนแรงกระแทกดี

Trumbo D.L. และ Mote B.E. [18] สังเคราะห์โคพอลิเมอร์ระหว่างน้ำมันทั้งกับ 1,6 – hexanediol diacrylate และ 1,4–butanediol diacrylate โดยปฏิกิริยาดีลส์-แอลเดอร์ พบว่าโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มีการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างกว้าง และละลายได้ดีในตัวทำละลายทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ฟิล์มที่แห้งจากการเกิดออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ มีความเงาและความทนทานต่อตัวทำละลายดี

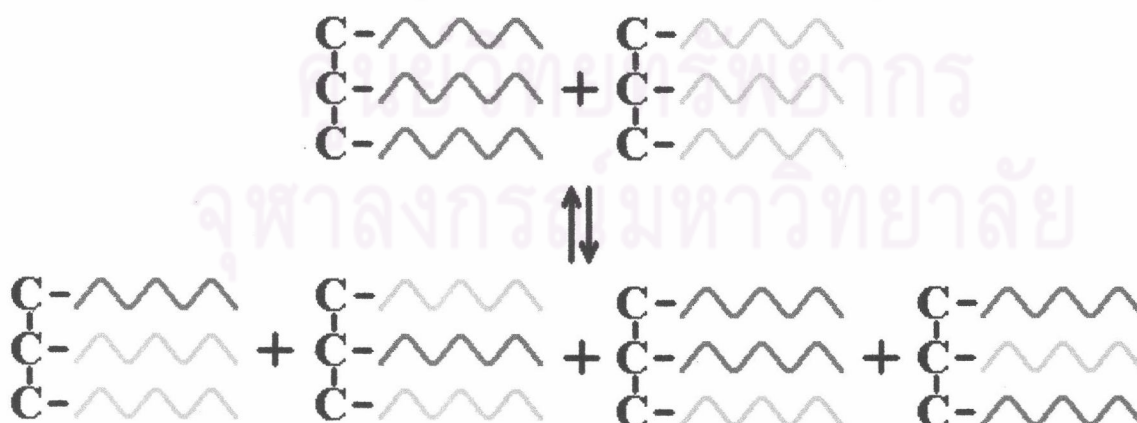
ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification Reaction)

เป็นปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนตำแหน่งของกรดไขมันในไตรกลีเซอไรด์ โดยพันธะเอสเทอร์ในไตรกลีเซอไรด์จะแตกออกและเกิดการแลกเปลี่ยนตำแหน่งของกรดไขมัน โดยอาจเกิดขึ้นภายในไตรกลีเซอไรด์โมเลกุลเดียวกัน (intramolecular transesterification) หรือเกิดขึ้นกับไตรกลีเซอไรด์ 2 โมเลกุลก็ได้ (intermolecular transesterification) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 [19]

Intramolecular Transesterification



Intermolecular Transesterification



รูปที่ 2.3 Intramolecular และ Intermolecular Transesterification

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมัน มีดังต่อไปนี้

Rodríguez A. และคณะ [20] ได้ผสมน้ำมันทอลโลว์ (tallow oil) และน้ำมันทานตะวัน ที่อัตราส่วนต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบการผสมระหว่างวิธีการทางกายภาพและวิธีการทางเคมี จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ที่อุณหภูมิ 60-120°C และใช้โซเดียมเมทอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วนของน้ำมันทอลโลว์และน้ำมันทานตะวันเท่ากับ 90:10 และ 70:30 ทำให้น้ำมันผสมมีจุดหลอมเหลว และค่าดัชนีหักเหลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันทอลโลว์ ในขณะที่ถ้าผสม (blend) ค่าต่าง ๆ จะไม่เปลี่ยนแปลงจากน้ำมันทอลโลว์เท่าใดนัก แสดงว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันช่วยปรับปรุงสมบัติของน้ำมันทอลโลว์ ในขณะที่การผสมไม่สามารถทำได้

Lai O.M. , Ghazali H.M. และ Chong C.L. [21] ได้นำน้ำมันปาล์มและน้ำมันทานตะวันมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน และศึกษาหาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมที่สุด ระหว่างเอนไซม์ไลเปสชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Mucor javanicus*, *Rhizomucor miehei*, *Rhizopus javanicus*, *Rhizopus niveus*, *Pseudomonas sp.* และ *Candida rugosa* โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันทานตะวันเท่ากับ 60:40 และไม่ใช้ตัวทำละลาย จากการทดลองพบว่าดีกรีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 77.3% และ 50.0 h⁻¹ ตามลำดับ เมื่อใช้ *Pseudomonas sp.* เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

Liu L. and Lampert D. [22] ได้ตรวจสอบสเปกตรัมที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากเติมโซเดียมเมทอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ high-oleic canola oil, น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน โดยนำน้ำมันผสมไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 110°C และความดัน 10 mmHg เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นเติมโซเดียมเมทอกไซด์ที่บดเป็นผงละเอียดปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักลงไป จากการทดลองพบว่าหลังเติมตัวเร่งปฏิกิริยาน้ำมันจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่าน้ำมันเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน และเมื่อนำน้ำมันผสมไปวัดค่าความดูดกลืน (absorbance) พบว่าค่าการดูดกลืนของน้ำมันเพิ่มขึ้นหลังเติมตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเฉพาะที่ 300-450 นาโนเมตรจะกว้างมาก ซึ่งเป็นช่วงความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงิน ทำให้น้ำมันที่เกิดขึ้นในช่วงนั้นมีสีน้ำตาลแดง

Kabasakal O.S. และคณะ [23] ทำการวิจัยโดยใช้น้ำมันละหุ่ง ซึ่งเป็นน้ำมันชนิดไม่แห้ง และประกอบด้วยกรดริซินโนลิก (ricinoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในปริมาณสูงมาผลิตสไตรีนเตดออยล์ ยูรีเทนออยล์ และอัลคิดเรซิน โดยนำน้ำมันละหุ่งมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันกับน้ำมันลินสีดที่อัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำมันที่สามารถแห้งตัวได้และมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุล โดยใช้อุณหภูมิ 232°C เวลา 1 ชั่วโมง และใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นนำน้ำมันที่ผ่านปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันมาสังเคราะห์สไตรีนเตดออยล์ โดยนำมาทำปฏิกิริยากับ 4,4'-azobis(4-cyanopentanoic acid chloride) (ACPC) และสไตรีน รวมทั้งนำมาสังเคราะห์ยูรีเทนออยล์จากการทำปฏิกิริยากับโพลูอินไดไอโซไซยาเนต (toluene diisocyanate) (TDI) นอกจากนี้ยังนำมาสังเคราะห์อัลคิดเรซินด้วยการทำปฏิกิริยากับฟทาลิกแอนไฮไดรด์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า อัลคิดเรซินจะแห้งตัวช้ามากที่สุด ในขณะที่สไตรีนเตดออยล์ จะมีความทนต้งสูงสุด ส่วนความติดแน่นและความอ่อนตัวของน้ำมันจากเรซิน 3 ทั้งชนิดจะดีมาก

สำหรับโครงการวิจัยนี้ใช้น้ำมันปาล์มมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันกับน้ำมันทั้งแล้วนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตอัลคิดเรซิน

2.2.3.2 พอลิไฮดริคแอลกอฮอล์

พอลิไฮดริคแอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอัลคิดเรซินที่ใช้กันมาก ได้แก่ กลิเซอรอล เพนตะอริทริทอล นอกจากนี้อาจใช้ไดเพนตะอริทริทอล ไตรเมทิลอลโพรเพน เอทิลีนไกลคอล และไดเอทิลีนไกลคอล เป็นต้น ซึ่งสำหรับโครงการวิจัยนี้จะใช้กลีเซอรอล

2.2.3.3 กรดไดหรือพอลิเบสิก

กรดไดหรือพอลิเบสิกที่นิยมใช้ในการสังเคราะห์อัลคิดเรซิน ได้แก่ ฟทาลิกแอนไฮไดรด์ เนื่องจากราคาถูกและเสถียรที่อุณหภูมิที่ใช้ในการสังเคราะห์อัลคิดเรซิน นอกจากนี้ฟทาลิกแอนไฮไดรด์ยังทนต่อแสงอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญที่ทำให้ฟิล์มของอัลคิดเรซิน มีความทนทานในการใช้งานดี สำหรับกรดไดเบสิกอื่น ๆ ที่ใช้กัน ได้แก่ กรดไอโซฟทาลิก กรดอะดิปิก กรดเซบาสิก กรดมาลลิก กรดฟูมาริก กรดซัคซินิก และกรดซิตริก เป็นต้น

เนื่องจากข้อดีของอัลคิดเรซินดังกล่าวมาแล้ว กล่าวคือ มีความทนทานต่อน้ำ กรด และด่างได้ไม่ดี โครงการวิจัยนี้จึงใช้อะคริลิกเรซินที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิกแทนกรดไคเบสิกเพื่อปรับปรุงสมบัติความทนน้ำ กรดและด่างของอัลคิดเรซิน โดยเตรียมได้จากการนำบิวทิลเมทาคริเลต มอนอเมอร์มาทำปฏิกิริยาโคพอลิเมอร์ไรเซชันกับมาลิกแอนไฮไดรด์ ซึ่งรายละเอียดของอะคริลิกเรซิน มีดังต่อไปนี้

อะคริลิกเรซิน

อะคริลิกเรซิน คือ พอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากกรดอะคริลิก และอนุพันธ์ของมัน (เช่น กรดเมทาคริลิก) และเอสเทอร์ของกรดเหล่านี้ [24]

อะคริลิกเรซินที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวสามารถผลิตขึ้นได้ในลักษณะทางฟิสิกส์ต่าง ๆ กัน เช่น เป็นของแข็ง สารละลาย และอิมัลชัน เป็นต้น

อะคริลิกเรซินแข็งที่ใช้ในการเคลือบผิวเป็นพอลิเมอร์ชนิดเทอร์โมพลาสติก จะอยู่ในลักษณะเป็นเม็ด (bead) เล็ก ๆ ซึ่งได้มาจากการบดบล็อกใหญ่ ๆ ส่วนมากมักเป็นไฮโมพอลิเมอร์ของเมทาคริเลตเอสเทอร์ หรือเป็นโคพอลิเมอร์ของเมทาคริเลต ดังนี้

เมทิลเมทาคริเลต	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$
เอทิลเมทาคริเลต	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOC}_2\text{H}_5$
นอร์มอล-บิวทิลเมทาคริเลต	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}-(n\text{-C}_4\text{H}_9)$
ไอโซบิวทิลเมทาคริเลต	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}-(i\text{-C}_4\text{H}_9)$
ลอริลเมทาคริเลต	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOC}_{12}\text{H}_{25}$
เมทิลอะคริเลต	$\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$
นอร์มอล-บิวทิลอะคริเลต	$\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_4\text{H}_9$

สำหรับอะคริลิกเรซินที่ผลิตขึ้นในลักษณะสารละลาย มักทำขึ้นโดยกรรมวิธีพอลิเมอร์-เซชันแบบสารละลาย และฟิล์มที่ได้หลังการแห้งตัวจะเป็นแบบเทอร์โมพลาสติก แต่ถ้าเรซินมีฟังก์ชัน-นัลของมอนอเมอร์ที่เหมาะสมผสมอยู่ด้วย อาจเกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงกลายเป็นเทอร์โมเซตได้

สมบัติดีเด่นของอะคริลิกเรซินได้แก่ ความคงทนต่อแสงอัลตราไวโอเล็ต และต่อการเกิดไฮโดรลิซิส มีความทนทานต่อเคมีภัณฑ์ที่กัดกร่อน ต่อการกระทบกระเทือนจากแรงภายนอกและมีความเงา ฟิล์มที่ได้จากอะคริลิกเรซินจะมีความเงาสูง เข้ากับผงสีได้ดี นอกจากนี้อะคริลิกเรซินจะยึดผิวหน้าได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน จึงใช้กันมากในอุตสาหกรรมเคลือบผิว สารละลายของอะคริลิกเรซิน ใช้ทำแลกเกอร์กันมาก สำหรับเคลือบผิวหน้าโลหะ ไม้ หนัง เซรามิก และพลาสติก ส่วนอะคริลิกอิมัลชัน ใช้ทำสีทาบ้านทั้งภายนอกและภายใน ซึ่งโดยปกติมักผลิตขึ้นในลักษณะลาเทกซ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำอะคริลิกเรซินมาปรับปรุงสมบัติอัลคิดเรซินมีดังนี้

Raval D.A. และคณะ [25] ได้สังเคราะห์โคพอลิเมอร์ชนิดนอร์มัลบิวทิลเมทาคริเลตและมาลิกแอนไฮไดรด์ จากกรรมวิธีพอลิเมอร์เซชันแบบสารละลาย โดยใช้เบนโซิลเปอร์ออกไซด์เป็นตัวริเริ่ม แล้วนำมาใช้แทนกรดโบลิกในการสังเคราะห์อัลคิดเรซินจากน้ำมันลินสีด โดยใช้อะคริลิกเรซินที่อัตราส่วนเท่ากับ 5 10 15 20 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นบ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยความร้อนร่วมกับการใช้สารบ่มคือ บิวทิลเตเตดเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (butylated melamine formaldehyde resin) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ความแข็งของฟิล์มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของอะคริลิกเรซินเพิ่มขึ้นจาก 5 เปอร์เซ็นต์จนถึง 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นเมื่อปริมาณของอะคริลิกเรซินเพิ่มขึ้นความแข็งจะลดลง นอกจากนี้ เมื่อปริมาณของบิวทิลเตเตดเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์เรซินมากขึ้น ความแข็งของเรซินก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

Patel P.N. และ Raval D.A. [26] ได้ศึกษาการเชื่อมขวางของอะคริลิกเรซินที่มีหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic acid functional acrylic resin) จากการใช้สารเชื่อมขวาง 2 ชนิด คือ บิวทิลเตเตดเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ กับสารเชื่อมขวางที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่คือ *N,N*-bis(2-hydroxyethyl fatty amide) (HAFA) ซึ่งเตรียมจากน้ำมันละหุ่งที่ขจัดน้ำออก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเรซินและสารเชื่อมขวางต่าง ๆ กัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า เมื่อใช้สารเชื่อมขวางชนิด HAFA เรซินที่ได้จะให้ฟิล์มที่มีความแข็ง ความทนต่อแรงกระแทก ความยืดหยุ่นและความสามารถในการทนกรดและด่างสูงกว่า

แต่ความหนาจะต่ำกว่า นอกจากนี้การใช้ HAFA จะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า เนื่องจากไม่มีการระเหยของสารที่เป็นพิษออกมาระหว่างกระบวนการบ่มเหมือนกับการใช้บิวทิเลเตดเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์

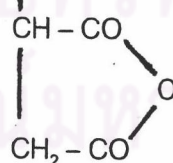
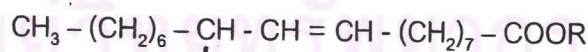
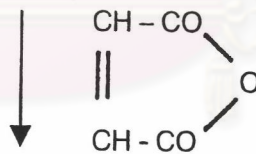
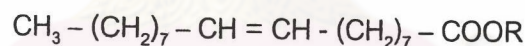
2.2.4 การสังเคราะห์อัลคิดเรซิน

วิธีที่นิยมใช้ในการสังเคราะห์อัลคิดเรซิน คือ วิธีแอลกอฮอล์ซิส หรือเรียกอีกอย่างได้ว่า กระบวนการมอนอกลิเซอไรด์ (monoglyceride process) โดยเริ่มจากการนำน้ำมันมาทำปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ซิสเพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ให้เป็นมอนอกลิเซอไรด์ ด้วยพอลิไฮดริกแอลกอฮอล์ เช่น กลีเซอรอลหรือเพนตะอริทริทอล ซึ่งปกติน้ำมันไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับพอลิไฮดริกแอลกอฮอล์ได้โดยตรง ต้องมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมด้วยเนื่องจากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ซิสที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาจะเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วได้เฉพาะที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 280°C เท่านั้น การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ที่อุณหภูมิต่ำลงมาคือประมาณ $200\text{-}240^{\circ}\text{C}$ ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้คือ ด่างหรือโลหะหรือสารประกอบโลหะอื่น ๆ เช่น ลิเทียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ตะกั่วออกไซด์ และแคลเซียมแนฟทีเนต เป็นต้น โดยใช้ในปริมาณ $0.01\text{-}0.05\%$ ของน้ำมัน ถ้าใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามากเกินไปจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้เข้มและขุ่นมาก การติดตามปฏิกิริยาทำได้โดยการนำตัวอย่างมาทดสอบการละลายในแอลกอฮอล์ ซึ่งหลักการทดสอบคือไตรกลีเซอไรด์จะไม่ละลายในเมทานอล แต่มอนอกลิเซอไรด์สามารถละลายได้ ในอัตราส่วนโดยปริมาตรของเมทานอล:สารตัวอย่างเท่ากับ 3:1 และให้สารละลายที่ใส ปฏิกิริยาขั้นแรกนี้จะใช้เวลาประมาณ 45 นาที – 2 ชั่วโมง ขั้นตอนนำมามอนอกลิเซอไรด์มาทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันต่อไปกับกรดไดเบสิก จนได้อัลคิดเรซินที่มีค่าของกรดและความหนืดที่เหมาะสม

2.3 อัลคิลเรซินสูตรน้ำ

ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 17 ทำให้ตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนหาได้ยากและมีราคาแพง รวมทั้งปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในการใช้สารเคมีและมาตรการกีดกันทางการค้า อุตสาหกรรมเคลือบผิวจึงมีการวิจัยคิดค้นใช้ตัวทำละลายที่มีราคาถูกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งตัวทำละลายดังกล่าวก็คือ น้ำ

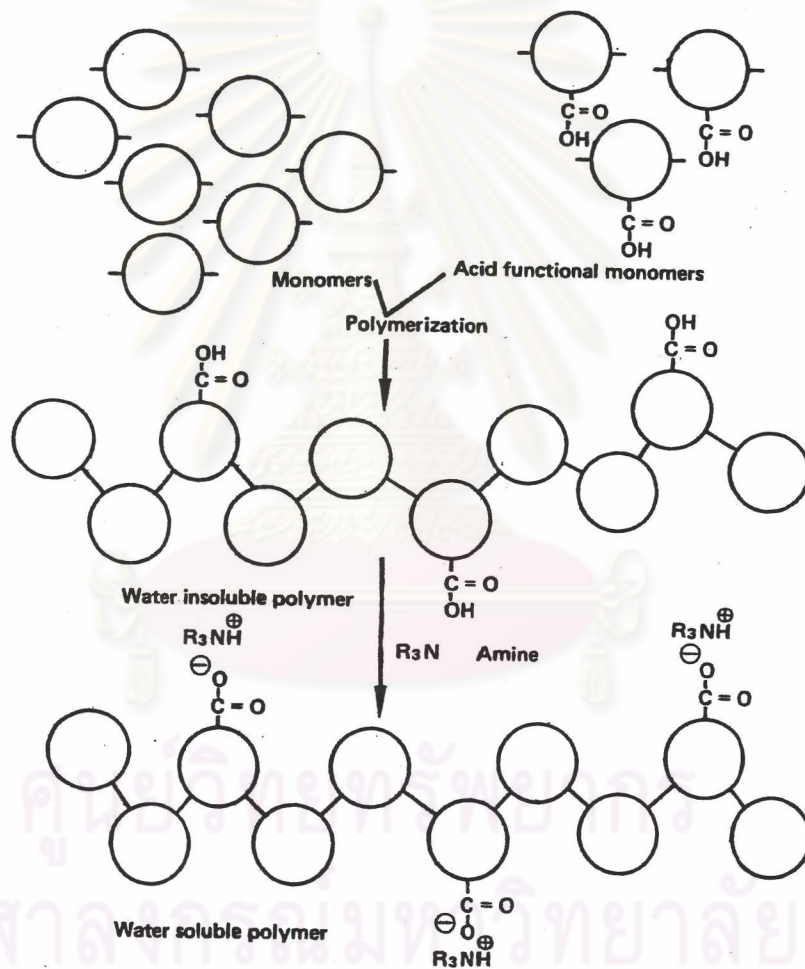
สารเคลือบผิวสูตรน้ำได้ถูกค้นพบมานานแล้ว เริ่มตั้งแต่ในคริสต์ศตวรรษที่ 14-16 ซึ่งมีการใช้สารยัดจำพวกไขขาว เคซีน แป้ง และ ยางไม้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1938 มีการผลิตสารเคลือบผิวสูตรน้ำชนิดมาลิกอีนออยล์ (maleinized oil) โดยวีลเลอร์ (Wheeler) และผู้ร่วมงาน [24] ได้นำเอสเทอร์ของกรดโอลิกมาทำปฏิกิริยากับมาลิกอีนแอนไฮไดรด์ในอัตราส่วนที่เท่ากัน พบว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น โดยที่พันธะคู่ของเอสเทอร์ยังอยู่ที่เดิม จึงเชื่อกันว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นจากไฮโดรเจนอะตอมของหมู่เมทิลีน ซึ่งอยู่ตรงตำแหน่งแอลฟากับพันธะคู่ของเอสเทอร์ เข้าร่วมตัวกับพันธะคู่ของมาลิกอีนแอนไฮไดรด์ เกิดเป็นสารประกอบซิกซินิกแอนไฮไดรด์ที่ถูกแทนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 จากนั้นจึงทำให้เป็นสารยัดสูตรน้ำ



รูปที่ 2.4 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์มาลิกอีนออยล์

2.4.1 การสังเคราะห์อัลคิเดเรซินสูตรน้ำ

หลักการในการทำสารเคลือบผิวสูตรน้ำก็คือ ทำให้สายโซ่ของพอลิเมอร์มีหมู่กรดหรือเบสที่อิสระต่อยู่ด้านข้างตลอดความยาวของสายโซ่โมเลกุล จากนั้นทำให้หมู่กรดหรือเบสเป็นกลางโดยการใส่เบสหรือกรด เพื่อที่จะผลิตสารที่อยู่ในรูปสบูที่ละลายน้ำได้ แบบจำลองการสังเคราะห์สารยึดสูตรน้ำแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แบบจำลองการสังเคราะห์สารยึดสูตรน้ำ

สำหรับหมู่ฟังก์ชันที่สามารถทำให้เกิดการละลายน้ำได้ ได้แก่ หมู่คาร์บอกซิลิก หมู่ซัลโฟนิก หมู่เอมีน สารประกอบพวกแอมโมเนีย รวมทั้งพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ เช่น เอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) และ ไวนิลไพโรลิโดน (vinyl pyrrolidone) เป็นต้น [27]

กรรมวิธีในการสังเคราะห์อัลคิดเรซินสูตรน้ำ คล้ายกับการสังเคราะห์อัลคิดเรซินทั่ว ๆ ไป แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ ทำให้โครงสร้างของอัลคิดให้มีหมู่กรดต่ออยู่ด้านข้างตลอดความยาวของสายโซ่พอลิเมอร์ จากนั้นหมู่กรดจะถูกทำให้เป็นกลางด้วยเบส เพื่อที่จะผลิตอัลคิดเรซินที่อยู่ในรูปสบู่ที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งการทำให้อัลคิดเรซินมีหมู่กรดต่ออยู่ด้านข้างตลอดความยาวของสายโซ่โมเลกุล ทำได้ดังนี้คือ นำมาลิกแอโนไฮโดรด์หรือกรดฟูมาริกมาทำปฏิกิริยากับน้ำมันหรือกรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัว จากนั้นนำผลผลิตที่ได้มาทำปฏิกิริยากับกรดไดเบสิกและพอลิไฮดริคแอลกอฮอล์โดยใช้หลักการเหมือนกับการผลิตอัลคิดเรซินทั่ว ๆ ไป แล้วทำให้เป็นกลางโดยใช้เบสซึ่งนิยมใช้แอมีนเพื่อให้สามารถละลายน้ำได้

2.3.2 สมบัติของอัลคิดเรซินสูตรน้ำ

ข้อดีของสารเคลือบผิวสูตรน้ำก็คือ ไม่มีการปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษออกมาระหว่างกระบวนการผลิตและการใช้งาน การทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้งานทำได้ง่ายโดยการใช้น้ำ แต่สารยึดสูตรน้ำก็มีข้อเสีย คือมีแรงดึงผิวสูงทำให้การเคลือบยากขึ้น นอกจากนี้อัตราการระเหยของน้ำค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับตัวทำละลายอินทรีย์ทั่ว ๆ ไป ทำให้แห้งช้า และเมื่อเคลือบบนพื้นผิวที่เป็นโลหะ อาจทำให้เกิดสนิมได้ ข้อด้อยอื่น ๆ ได้แก่ เกิดเชื้อราได้ง่าย อายุการใช้งานจึงต่ำ ความทนทานต่อสารเคมีลดลง [28]

งานวิจัยที่เกี่ยวกับอัลคิดเรซินสูตรน้ำ มีดังนี้

Hurley R. และ Buono F. [29] ได้ศึกษาการแห้งตัวของอัลคิดเรซินสูตรตัวทำละลายและอัลคิดเรซินสูตรน้ำ จากการทดลองพบว่าอัลคิดเรซินสูตรน้ำต้องใช้ปริมาณสารเร่งแห้งมากกว่าเนื่องจากการมีสารที่ทำให้เป็นกลางจำพวกแอมีนและน้ำ ทำให้การแห้งตัวต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น และสารเร่งแห้งที่เหมาะสมก็คือ สารเร่งแห้งผสมระหว่าง โคบอลต์:เซอร์โคเนียม:แคลเซียม ในอัตราส่วน 0.1:0.15:0.15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยที่โคบอลต์จะทำให้เกิดการแห้งตัวที่บริเวณผิวหน้าของฟิล์ม ส่วนเซอร์โคเนียมและแคลเซียมจะช่วยให้เกิดการแห้งตัวบริเวณด้านล่างของฟิล์ม

Thames S.F. และ Yu H. [30] ได้นำ เลสคิวเรลลาออยล์ (Lesquerella Oil) ซึ่งเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลมาผลิตอัลคิเดเรซินสูตรน้ำ โดยทดลองเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันละหุ่ง น้ำมันละหุ่งที่ขจัดน้ำออก เลสคิวเรลลาออยล์ และเลสคิวเรลลาออยล์ที่ขจัดน้ำออก จากนั้นนำอัลคิเดเรซินที่เตรียมได้มาเป็นส่วนผสมในการผลิตเมลามีน-อัลคิเดเรซิน (melamine-alkyd resin) โดยนำชนิดที่ได้จากน้ำมันละหุ่งและเลสคิวเรลลาออยล์ ผลิตสารเคลือบผิวชนิดที่แห้งโดยวิธีการอบ ส่วนชนิดที่ได้จากน้ำมันละหุ่งที่ขจัดน้ำออก และเลสคิวเรลลาออยล์ที่ขจัดน้ำออกนำมาผลิตสารเคลือบผิวชนิดที่แห้งโดยการทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ จากการทดลองพบว่า เรซินที่เตรียมจากเลสคิวเรลลาออยล์ จะมีความหนืดต่ำกว่าและสีเข้มกว่าเรซินที่เตรียมจากน้ำมันละหุ่ง และเมื่อทำเป็นสารเคลือบผิวสูตรน้ำพร้อมทั้งผสมเมลามีนและสารเร่งแห้งแล้วพบว่า สารเคลือบผิวทั้งจากน้ำมันละหุ่งและเลสคิวเรลลาออยล์ มีสมบัติความแข็ง ความติดแน่น และความเงาเท่ากัน แต่สารเคลือบผิวที่เตรียมจากเลสคิวเรลลาออยล์จะมีความยืดหยุ่น และความทนทานต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดีกว่า นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารเคลือบผิวที่แห้งโดยการอบและแห้งโดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันพบว่า สมบัติของสารเคลือบผิวจากการอบจะดีกว่า ยกเว้นความแข็งและความเงา

Wang C. และคณะ [31] ได้สังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิเดเรซินสูตรน้ำ จากน้ำมันถั่วเหลือง โดยการสังเคราะห์อะคริลิกโคพอลิเมอร์ที่มีปริมาณของหมู่คาร์บอกซิลิกสูง ๆ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับมอนอกลีเซอไรด์ซึ่งได้จากน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแอลกอฮอล์ลิซิส จากนั้นทำให้เป็นกลางด้วย เอ็น-เอ็น ไดเมทิลเอทานอลแอมีน (*N,N*-dimethyl ethanolamine) แล้วทำให้เป็นสารเคลือบผิวสูตรน้ำ จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของอะคริลิกมอนอเมอร์ที่ใช้ในการสังเคราะห์อะคริลิกโคพอลิเมอร์คือ อัตราส่วนระหว่าง เมทิลเมทาคริเลต:ลอร์ิลเมทาคริเลต:กรดเมทาคริลิก:กรดอะคริลิก เท่ากับ 72.5:10.0:10.3:7.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยได้อะคริลิกโคพอลิเมอร์ที่มีค่าของกรดเท่ากับ 108 และมีอุณหภูมิกลาสทรานซิชันเท่ากับ 73°C และอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างมอนอ-กลีเซอไรด์และอะคริลิกโคพอลิเมอร์คือ 35.7:64.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักโดยผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนนี้มีค่าของกรดเท่ากับ 52.8 % oil length เท่ากับ 27.3 และร้อยละของสารที่ระเหยไม่ได้เท่ากับ 85.0

สำหรับโครงการวิจัยนี้จะทำการสังเคราะห์อะคริลิก-อัลคิลเรซินสูตรน้ำ โดยนำน้ำมันปาล์มมาผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันกับน้ำมันทั้ง แล้วนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอัลคิลเรซิน รวมทั้งเตรียมอะคริลิกโคพอลิเมอร์จากบิวทิลเมทาคริเลตและมาลิกแอนไฮไดรด์เพื่อใช้แทนฟทาลิกแอนไฮไดรด์ จากนั้นนำอะคริลิก-อัลคิลเรซินที่สังเคราะห์ได้มาทำเป็นสารเคลือบผิวสูตรน้ำ แล้วนำมาทดสอบสมบัติต่าง ๆ ที่สำคัญในการใช้งาน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย