

บทที่ 1

บทนำ

บทนำสั้นเรื่อง

แอลกอฮอล์ไขมัน (fatty alcohol) เป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญสำหรับสารลดแรงตึงผิว (surfactants) ซึ่งหมายถึงสารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วจะช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำ ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นสำหรับตลาดของการผลิตผงซักฟอก (detergent) เนื่องจากมีสมบัติที่สามารถล้างสิ่งสกปรกและสามารถดูดซับได้ดีโดยสิ่งแฉก ล้อม จึงไม่เป็นอันตรายเมื่อเปรียบเทียบกับผงซักฟอกที่ทำมาจากปิโตรเคมี (petrochemicals) จึงทำให้แอลกอฮอล์ไขมันเป็นที่ต้องการของตลาดมาก และเป็นสินค้าที่มีโอกาสเติบโตในทางเศรษฐกิจ แอลกอฮอล์ไขมันนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ๆ 3 ตัวคือ fatty alcohol sulfates, fatty alcohol ethersulfates และ fatty alcohol ethoxilates

ในทั่วทั้งโลกพบว่ากระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันในปี 1995 มีกำลังผลิตประมาณ 1.2 ล้านตัน พบว่าประมาณ 50% ได้มาจากน้ำมันและไขมันจากธรรมชาติในขณะที่อีก 50% ได้มาจากแหล่งปิโตรเคมี (Malaysian Oil Science and Technology, 2001) และในอนาคตนั้น คาดว่ากระบวนการผลิตจะขึ้นอยู่กับราคาของน้ำมันปาล์มหรือน้ำมันจากเมล็ดปาล์มที่ต้องแข่งขันกับ ethylene แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของผลิตผลปาล์มและเมล็ดปาล์ม เป็นผลให้แอลกอฮอล์ไขมันที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นในอนาคต และแหล่งที่มาของน้ำมันและไขมันจากธรรมชาติโดยส่วนใหญ่แล้วจะมาจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นแหล่งเกษตรกรรม ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมสามารถปลูกพืชน้ำมันได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปาล์มน้ำมันซึ่งให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่สูงสุดมีปริมาณการผลิตต่อปีมากที่สุดจึงมีศักยภาพในด้านวัตถุดิบ สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันได้ภายในประเทศจะเป็นการลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และช่วยแก้ปัญหาปัญหาการค้าปาล์มตกต่ำอีกด้วย

1. แอลกอฮอล์ไขมันอิ่มตัว

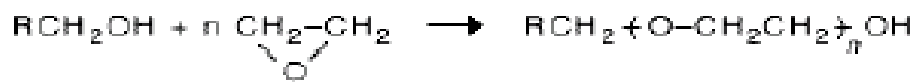
1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

แอลกอฮอล์ไขมันอิ่มตัวที่เป็น dodecanol จะมีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี และแอลกอฮอล์ไขมันอิ่มตัวที่มีขนาดใหญ่จะมีลักษณะเป็นขี้ผึ้งที่เหนียวข้น จะแสดงดังตารางที่ 8 (ภาค

ผนวก ค) ลักษณะอื่นที่สามารถเทียบเคียงได้คือ มีความหนาแน่นจำเพาะต่ำกว่าน้ำ ส่วนกลิ่นของ แอลกอฮอล์ไขมันที่มีโมเลกุลใหญ่กว่าจะมีกลิ่นน้อย ปกติแล้วจะมีสิ่งปนเปื้อนอยู่ด้วย เช่น สารประกอบ carbonyl และ hydrocarbon

1.2 คุณสมบัติทางเคมี

กระบวนการทางอุตสาหกรรมที่สำคัญของแอลกอฮอล์ไขมัน อยู่บนพื้นฐานของการเกิดปฏิกิริยากับกลุ่มไฮดรอกซิลดังแสดงใน ภาพที่ 1 ชนิดของการทำปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ไขมัน โดยพบว่าสารต่าง ๆ ที่ได้ระหว่างกระบวนการทำปฏิกิริยาเคมี จะมีความสำคัญทางการค้า เช่น เอสเตอร์ อัลดีไฮด์ เอมีน



ภาพที่ 1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของแอลกอฮอล์ไขมัน

(CONDEA, 2000)

ภายใต้สภาวะเงื่อนไขธรรมดา แอลกอฮอล์ไขมันจะสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชันได้ แต่อย่างไรก็ตามมันสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นอัลดีไฮด์ หรือกรดคาร์บอกซิลิกได้ เมื่อใช้สารออกซิแดนท์ หรือทำ catalytic oxidation กับอากาศหรือออกซิเจน และพบว่าปฏิกิริยานี้สำคัญสำหรับการสังเคราะห์อัลดีไฮด์ที่ C₆-C₁₀ (CONDEA, 2000)

Fatty Alcohol	+ Oxygen	Aldehyde, Carboxylic Acid
	+ Alkali Melt	Carboxylic Acids
	+ Alkali	Dimeric Alcohol
	+ Proton	Ether, Olefine
	+ Alkyne	Vinyl Ether
	+ Carboxylic Acid	Ester
	+ Hydrogen Halide	Alkyl Halides
	+ Ammonia / Amine	Amines
	+ Aldehyde / Ketone	Acetals
	+ Sulfide	Thiols
	+ Alcoholate / H ₂ S	Xanthates

+ Metals Metal

Alkoxides

1.3 การประยุกต์ใช้แอลกอฮอล์ไขมันอิมัลชัน

แอลกอฮอล์ไขมันส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นส่วนเติมกลาง พบว่ายุโรปตะวันออกมีเพียง 5% เท่านั้นที่ได้มาจากการนำเข้า ส่วนอีก 95% สามารถผลิตใช้ได้เองภายในประเทศ

คุณลักษณะแบบ amphiphilic ของแอลกอฮอล์ไขมัน สามารถแสดงได้จากการรวมตัวของสารไม่มีขั้ว, lipophilic ของโซ่คาร์บอนที่มีขั้วและ hydrophilic hydroxyl group สิ่งที่น่าสนใจคือลักษณะการทำงานของสารประกอบเหล่านี้บนพื้นผิวของสาร และสารลดแรงตึงผิวจะมีปริมาณของแอลกอฮอล์ไขมันประมาณ 70-75% ในกระบวนการผลิต

เนื่องจากแอลกอฮอล์ไขมันสามารถจัดเรียงตัวเองบนพื้นผิวหน้าของสารได้ จึงใช้งานในรูปแบบของอิมัลชันและไมโครอิมัลชัน ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางที่มีลักษณะของอิมัลชัน เช่น ครีม, โลชั่น พบว่าฟังก์ชันหลักของแอลกอฮอล์ไขมันจะมีความสอดคล้องในด้านเทคนิคของอิมัลชัน จึงถูกนำมาใช้เสมือนเป็น co-surfactant และ solution aid

ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิลของแอลกอฮอล์ไขมันถูกแทนที่โดยหมู่ hydrophilic ที่ใหญ่กว่าจะทำให้สามารถแสดงลักษณะของความเป็นขั้วได้ดียิ่งขึ้น และถูกนำมาใช้เป็นสารลดแรงตึงผิวได้

จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ยอมรับได้ว่าสามารถนำเอาแอลกอฮอล์ไขมันมาใช้เป็นส่วนสำคัญสำหรับการผลิตสารลดแรงตึงผิวได้ และชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่มาจากแอลกอฮอล์ไขมันสามารถแสดงได้ดังนี้

1. Alkyl polyglycoether หรือ fatty alcohol polyglycoether, fatty alcohol ethoxilates เป็นสารลดแรงตึงผิวแบบไม่มีขั้วชนิดแรกที่ได้ถูกผลิตขึ้นมา สำหรับการสังเคราะห์ใช้แอลกอฮอล์ไขมันทำปฏิกิริยากับ ethylene oxide และมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ในการผลิตจะต้องมีสารตั้งต่อไปนี่ยี่คือ แอลกอฮอล์ไขมัน, ethylene oxide และ propylene oxide ต่อมาภายหลังพบว่าจากการเปรียบเทียบ สารลดแรงตึงผิวชนิดนี้จะมีฟองน้อยกว่าตัวอื่น

2. Alkylsulfate (fatty alcohol sulfates) จะเป็นกลุ่มของสารลดแรงตึงผิวประเภทขั้วลบและเป็นที่รู้จักอย่างยาวนานที่สุดในการสังเคราะห์สารลดแรงตึงผิว การสังเคราะห์สารประกอบชนิดนี้พบว่าแอลกอฮอล์ไขมันจะทำปฏิกิริยากับ SO_3 หรือ chlorosulfonic acid, oleum or sulfuric acid ผลของการเป็น semi-ester จะมีการทำให้เป็นกลางโดยใช้อัลคาไลน์เป็นเบส โดยส่วนมากจะเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. Alkyl polyglycoether sulfates (fatty alcohol ether sulfate) จะเป็นกลุ่มของสารลดแรงตึงผิวชนิดขี้วลบ สำหรับการสังเคราะห์จะเป็นการนำเอาแอลกอฮอล์ไขมันทำปฏิกิริยากับ ethylene oxide

4. Alkyl methylammonium chloride จะเป็นกลุ่มของสารลดแรงตึงผิวประเภทขี้วลบและผลิตจากแอลกอฮอล์ไขมันชนิดพิเศษที่อยู่ในช่วงของ C₁₆-C₁₈

5. Alkyl polyglucoside (APG) ถูกผลิตมาจากแอลกอฮอล์ไขมันและโมเลกุลของน้ำตาลซึ่งจะมีกระบวนการหลากหลาย

ในส่วนเพิ่มเติมคุณลักษณะความเป็นขี้วลบของแอลกอฮอล์ไขมันถูกใช้เสมือนกับเป็นน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างกระบวนการผลิตพอลิเมอร์ เอสเตอร์ของแอลกอฮอล์ไขมันกับ fatty acid หรือ wax ester จะถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารหล่อลื่นระหว่างกระบวนการทำพอลิเมอร์ เป็นวัตถุดิบสำหรับการทำแว็กซ์และครีม โดยใช้ทำเป็นเครื่องสำอางพบว่าจะถูกใช้ได้ดีเป็นอย่างดี และปกติแล้วผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวจะอยู่บนพื้นฐานของการใช้แอลกอฮอล์ไขมันที่ไม่อิมิตัว

แอลกอฮอล์ไขมันแบบพิเศษที่มีความยาวโซ่ C₁₈ และยาวกว่า จะมีการประยุกต์ใช้เพิ่มเติมที่น่าสนใจอยู่ 2 แบบคือในรูปแบบของ emulsified หรือ derivatives ในหลายๆประเทศพบว่ามีความรุนแรงในเรื่องราคาของแอลกอฮอล์ไขมันที่แพงและหายากเนื่องจากในระหว่างช่วงฤดูแล้งแหล่งน้ำต่างๆ ต้องมีการป้องกันการระเหยบนพื้นผิวหน้า จากแอลกอฮอล์ไขมันที่มีลักษณะเป็น emulsified มี interface-active คุณลักษณะของ emulsified จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการป้องกันการระเหยพื้นผิวของน้ำได้ โดยที่ชั้นบางๆของแอลกอฮอล์ไขมัน จะถูกฟอรั่มตัวขึ้นมาได้รวดเร็วมากบนพื้นผิวของน้ำ และจะช่วยป้องกันการระเหยของน้ำได้ สำหรับการทดลองในยุโรปและแอฟริกาได้มีการพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพของการระเหยของน้ำซึ่งสามารถลดลงได้ถึง 50% ระบบที่มีประสิทธิภาพดีนั้นจะต้องมีการป้องกันการเกิดฟอง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแอลกอฮอล์ไขมันเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก silicon พบว่ามีประโยชน์และข้อดีมากกว่า สำหรับแต่ละกระบวนการผลิตมีความต้องการคุณภาพของการกำจัดฟองที่แตกต่างกัน และสามารถทำได้โดยขึ้นอยู่กับ emulsifier และ additive ที่เติมเข้าสู่แอลกอฮอล์ไขมัน

2. แอลกอฮอล์ไขมันไม่อิมิตัว

แอลกอฮอล์ไขมันที่ไม่อิมิตัวจะมีความพิเศษกว่าคือผลิตได้จากแหล่งธรรมชาติเพียงอย่างเดียวเท่านั้น กระบวนการทางปิโตรเคมีจะไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์ชนิดนี้อยู่ แอลกอฮอล์ไขมันที่ไม่อิมิตัวนี้มีส่วนที่เพิ่มเข้ามาคือหมู่ hydroxyl function ที่มี olefin อย่างน้อย 1 กลุ่ม คุณ

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญได้แสดงอยู่ในตารางที่ 9 (ภาคผนวก ค) พบว่าจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าแอลกอฮอล์แบบอิมิตัวที่จำนวนคาร์บอนอะตอมเดียวกัน โดยเป็นอิทธิพลมาจากการจัดรูปแบบของพันธะคู่ (configuration of the double bond)

การผลิตจะดำเนินการโดยการทำให้โครจีเนชันขนาดใหญ่เป็นครั้งแรกในปี 1950 โดยก่อนหน้านี้แอลกอฮอล์ไขมันที่ไม่อิมิตัวจะได้มาจากการทำให้โครไลซิสของน้ำมันปลาหรือการทำรีดักชันของ Bouveault-Blanc (Hui, 1996)

ในปัจจุบันนี้วัตถุดิบที่ใช้จะเป็นน้ำมันที่ได้มาจากสัตว์หรือพืช สำหรับตัวแปรของแอลกอฮอล์ไขมันไม่อิมิตัวที่ตลาดต้องการและระดับความไม่อิมิตัว (iodine number) ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีอิทธิพลต่อการเลือกใช้วัตถุดิบในการผลิต สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มี iodine number อยู่ที่ 50-70 อาจใช้ไขมันวัวและพืชมาเป็นวัตถุดิบได้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มี iodine number อยู่ที่ 80-100 สามารถผลิตได้จากเทคนิคที่มีการใช้โอเลอิกแอซิก ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เป็น polyunsaturated จะไม่เป็นที่ต้องการเนื่องจากมีแนวโน้มของการเกิด autoantioxidant ส่วนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันไม่อิมิตัวชนิดพิเศษที่มีค่า iodine number สูงกว่า 110 จะได้มาจากการใช้น้ำมันเมล็ดทานตะวันหรือน้ำมันถั่วเหลือง ส่วนแอลกอฮอล์ไขมันที่มีค่า iodine number สูงกว่า 150 จะอยู่ใช้วัตถุดิบเป็น linseed oil

กระบวนการโครจีเนชันที่ใช้สำหรับผลิตแอลกอฮอล์ไขมันที่ระดับความไม่อิมิตัวต่างกัันนั้น จะเหมาะสำหรับกระบวนการผลิตขนาดใหญ่ กระบวนการแบบ fixed bed จะถูกนำมาใช้เนื่องจากสภาวะในการทำปฏิกิริยาจะรุนแรงน้อยกว่าในการทำโครจีเนชันแบบแวนลอยที่มีการสัมผัสระหว่างแอลกอฮอล์ไขมันและตัวเร่งปฏิกิริยาที่ยาวนานจนเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาข้างเคียง เช่นการทำให้อิมิตัวของ double bond จะเกิดการฟอร์มตัวขึ้นของ trans isomer ซึ่งจะไปสู่การเกิดจุด solidification ที่สูงกว่าทำให้มีการสูญเสียคุณภาพไป และจะเกิดการฟอร์มตัวของ polyunsaturated fatty acid

การทำโครจีเนชันโดยปกติแล้วจะทำที่อุณหภูมิ 250-280 °C และความดันที่ 20-25 MPa และตัวเร่งปฏิกิริยาจะประกอบไปด้วย zinc phase โดยใช้ metallic soap เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น คอปเปอร์โครไมต์ สำหรับการทำให้โครจีเนชันจะเป็นแบบ homogeneous

แอลกอฮอล์ไขมันที่ไม่อิมิตัวนี้ได้ถูกผลิตใน Federal Republic of Germany และในประเทศญี่ปุ่น

การประยุกต์ใช้แอลกอฮอล์ไขมันแบบไม่อิ่มตัวจะใช้ในกระบวนการผลิตผงซักฟอก อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และครีม เหมือนกับ plasticizer และ defoamer ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องหนัง สำหรับ oleyl alcohol จะใช้เติมในกระบวนการปิโตรเลียมและน้ำมันหล่อลื่น

2.1 คุณลักษณะเฉพาะของคุณภาพ (Quality Specification)

สำหรับการวิเคราะห์จะใช้วิธีของ DIN (Berlin-Koln-Frankfurt, 1984) และ ASTM (Annual Book of ASTM Standards, 1985) เป็นมาตรฐาน และ Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (DGF) จะถูกใช้ในการควบคุมคุณภาพของแอลกอฮอล์ไขมันแสดงได้ดังตารางที่ 6 (ภาคผนวก ข)

แอลกอฮอล์ไขมันจากน้ำมันมะพร้าวจะมีค่าความไม่บริสุทธิ์น้อยมาก โดยจะประกอบไปด้วย n-tridecanol น้อยกว่า 0.1% และ n-alkane ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการไฮโดรจีเนชัน

แอลกอฮอล์ไขมันจากไขมันสัตว์จะประกอบไปด้วย isomeric pentadecanol (isopentadecanol, anteisopentadecanol และ n-pentadecanol) และ n-hexadecane มากกว่า 2%, isomeric heptadecanol (isoheptadecanol, anteisoheptadecanol และ n-heptadecanol) มากกว่า 4% และ n-octadecane มากกว่า 4%

2.2 การเก็บรักษาและการขนส่ง

การเก็บรักษาแอลกอฮอล์ไขมันจะอยู่ในรูปของของเหลวและใช้ flakes เป็นภาชนะบรรจุ แอลกอฮอล์ไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ $C_{12}OH$ จะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง จึงต้องทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่เหนือจุดหลอมเหลวที่ $40^{\circ}C$ จึงจะสามารถขนส่งได้

แอลกอฮอล์ไขมันจะง่ายต่อการเกิดออกซิเดชัน จึงต้องเก็บรักษาภายใต้แก๊สเฉื่อย อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวไม่เกิน $20^{\circ}C$ สำหรับไอน้ำที่ความดันต่ำหรือน้ำอุ่นจะถูกใช้สำหรับการให้ความร้อน โดยน้ำจะเป็นตัวเพิ่มความเสถียรภาพของการเกิด autooxidation ซึ่งใช้ปริมาณเล็กน้อยประมาณ 0.1% สามารถทำให้เกิดความเสถียรขึ้นได้ ส่วนการใช้เป็น antioxidant นั้นจะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

วัสดุที่ใช้ทำเป็นภาชนะบรรจุจะใช้โลหะสแตนเลสหรือ Al-Mg-Mn และจะต้องมีการเคลือบด้วยสารเคลือบ สำหรับปั๊ม วาล์ว และท่อต้องทำมาจากสแตนเลสเท่านั้น สำหรับการขนส่งทางเรือ รถ และรถบรรทุก จะใช้โลหะที่กล่าวมาเช่นเดียวกัน

แอลกอฮอล์ไขมันได้ถูกพิจารณาเป็นวัสดุที่สามารถติดไฟได้ จากคุณลักษณะ flash point และ boiling point ดังนั้นการขนส่งจะต้องทำตามกฎข้อบังคับของรัฐบาลประเทศนั้นหรือของนานาชาติ ในเรื่องสารระเหยง่ายและสามารถเผาไหม้ได้

2.3 ความคาดหวังทางเศรษฐกิจ (Economic Aspect)

ความสำคัญทางเศรษฐกิจของแอลกอฮอล์ไขมัน พบว่าทั้งโลกจะมีกำลังการผลิตอยู่ที่ประมาณ 2.0 ล้านเมตริกตัน/ปี ในปี 1998 ต่อมาในปี 2000 เพิ่มขึ้นเป็น 2.3 ล้านเมตริกตัน/ปี ตารางที่ 1 ได้แสดงกำลังการผลิตตามสถานที่และวัตถุดิบที่ใช้ โดยรวมแล้วประมาณ 50% ของแอลกอฮอล์ไขมันจะถูกผลิตจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ ตามภูมิศาสตร์ที่แบ่งออกเป็นดินแดนต่างๆ พบว่ากระบวนการผลิตของทั่วทั้งโลกและการอุปโภคจากคาดคะเนอยู่ที่ประมาณ 1.5 ล้านเมตริกตัน/ปี ในปี 1998 ในยุโรปเพียงทวีปเดียว มีการใช้แอลกอฮอล์ไขมันโดยตรงประมาณ 5% และ 70-75% จะถูกใช้เป็นส่วนลดแรงตึงผิวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น (H.J. Richter, 1985)

ตารางที่ 1 แสดงกำลังการผลิตโดยประมาณของแอลกอฮอล์ไขมันในปี 1998

Continent	Production Capacities in 10 ³ Metric Tons		
	Natural Alcohols (C ₁₂ and Higher)	Synthetic Alcohols (C ₁₁ and Higher)	Total
USA	170	411	581
Western Europe	408	289	697
Eastern Europe	-	90	90
Far East	453	162	615
Total	1031	952	1983

ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าแอลกอฮอล์ไขมันที่ได้จากการสังเคราะห์จะมีปริมาณถึง 70% ของกำลังการผลิตทั้งหมดภายในประเทศ กระบวนการผลิตที่ใหญ่ที่สุดในการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันแบบสังเคราะห์ คือบริษัท shell, Aivoco และ CONDEA Vista ส่วนแอลกอฮอล์ไขมันแบบธรรมชาติจะถูกผลิตโดยบริษัท Procter&Gamble และ Henkel ยุโรปตะวันออกประมาณ 60% ของกำลังการผลิตจะได้อาจมาจากวัตถุดิบธรรมชาติ และบริษัทที่ใหญ่ที่สุดคือ CONDEA group โดยมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตทั้ง 3 แบบคือแบบ Ziegler, Oxo และกระบวนการผลิตแบบธรรมชาติ

ในแถบภูมิภาคตะวันออกกำลังการผลิตแบบธรรมชาติเฉลี่ยประมาณ 75% ซึ่งการผลิตนี้จะมีการวางแผนไว้ว่าจะเพิ่มขึ้นถึง 50,000 เมตริกตันซึ่งในปัจจุบันนี้ กระบวนการผลิตที่ใหญ่ที่สุดของแอลกอฮอล์ไขมันคือบริษัท salim group และ Kao Soap Corp

3. คุณสมบัติทางด้านสิ่งแวดล้อมและความเป็นพิษ

คุณลักษณะความเป็นพิษของแอลกอฮอล์ไขมันจะอยู่ในช่วงความยาวโซ่จาก C₆-C₂₄ ข้อมูลแสดงถึงความเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (หลังจากได้รับสาร) และผลกระทบเฉพาะที่ (ผิวหนัง, เยื่อบุจมูก ซึ่งจะทำให้เกิดอาการคันหรือระคายเคืองและสามารถรู้สึกได้) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลที่เกี่ยวกับการได้รับสารซ้ำๆ ที่จะต้องนำมาพิจารณาถึงคุณลักษณะของความเป็นพิษด้วย

Ecotoxicology (คุณสมบัติทางด้านสิ่งแวดล้อม)

Linear fatty alcohol จะสลายตัวได้ง่ายมากด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ ส่วน secondary fatty alcohol จะสลายตัวได้ช้ากว่า สำหรับการประเมินข้อมูลที่ได้พิจารณาถึงความสามารถในการสลายตัวของแอลกอฮอล์ไขมันในน้ำพบว่าจะลดลงเมื่อมีความยาวโซ่ของคาร์บอนเพิ่มสูงขึ้นแสดงได้ดังตารางที่ 11 (ภาคผนวก ค)

สำหรับแอลกอฮอล์ไขมันที่อยู่ในน้ำจะมีความรุนแรงของพิษอยู่พอสมควร การสังเกตผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถอ้างเหตุผลได้จาก secondary effect โดยที่ Dodecanol ได้แสดงถึงความเป็นพิษไว้อย่างชัดเจน

Toxicology (ความเป็นพิษ)

แอลกอฮอล์ไขมันโดยแท้จริงแล้วไม่ได้มีพิษรุนแรงหลังจากที่ได้เข้าปากหรือเข้าสู่ผิวหนัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอลกอฮอล์ไขมันที่มีความยาวของโซ่คาร์บอนสั้นแสดงได้ดังตารางที่ 10 (ภาคผนวก ค) ในการทดลองกับสัตว์การระคายเคืองของตาสามารถสังเกตได้ และที่การระคายเคืองที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำให้ลดลงได้โดยการเพิ่มความยาวโซ่คาร์บอน ในการทดสอบกับอาสาสมัครจะพบว่าแอลกอฮอล์ไขมันบางชนิดจะแสดงการระคายเคืองต่อผิวหนังน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ จึงเป็นการอ้างเหตุผลถึงสภาวะการทดสอบที่แตกต่างกันในการศึกษาระหว่างอาสาสมัครและการทดลองกับสัตว์ ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้แสดงว่าแอลกอฮอล์ไขมันไม่ได้เป็นตัวก่อกำเนิดพิษโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของแอลกอฮอล์ไขมัน สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่าแอลกอฮอล์ไขมันไม่สามารถทำให้เกิดมะเร็งได้ เมื่อพิจารณาบนพื้นฐานของผลกระทบที่เกิดจากโครงสร้างทางเคมี

4. พัฒนาการของเทคโนโลยีการผลิตแอลกอฮอล์ไขมัน

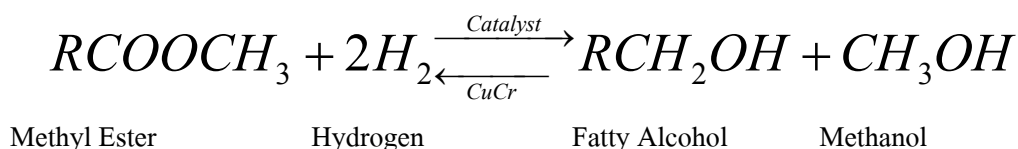
ความแตกต่างของแต่ละกระบวนการที่ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ไขมันมีดังต่อไปนี้คือ

4.1 Hydrolysis of Wax Esters: คือการทำปฏิกิริยาการสังเคราะห์ระหว่างน้ำกับน้ำมันที่ได้จากสัตว์ โดยเริ่มต้นจากน้ำมันของปลาวาฬเปิร์ม แต่จากที่ทั่วทั้งโลกมีการต่อต้านการล่าปลาวาฬ วิธีนี้จึงไม่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน

4.2 Sodium Reduction Process: (Beauvault และ Blanc, 1909) เป็นกระบวนการรีดักชันด้วยโซเดียมในน้ำมันมะพร้าว และได้มีการดำเนินงานในปี 1930 และพบว่าความรุนแรงของ metallic sodium นั้นทำให้ต้องมีปัจจัยเพิ่มเติมเพื่อลดความรุนแรง จากนั้นจึงพัฒนากลายเป็นกระบวนการ catalytic hydrogenation process

4.3 Direct Hydrogenation: เป็นกระบวนการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยได้รับการพัฒนาและจดทะเบียนลิขสิทธิ์โดย Henkel KGaA, ซึ่งจะเป็นกระบวนการเติมไฮโดรเจนโดยตรงต่อน้ำมันที่ได้มาจากธรรมชาติหรือไตรกลีเซอไรด์ แต่อย่างไรก็ตามเพราะมีการใช้สภาวะการดำเนินการที่รุนแรงจะมีการสูญเสียกลีเซอรอลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ โดยต้องใช้ปริมาณของไฮโดรเจนที่สูง และมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย เช่น copper chromite catalyst

4.4 Hydrogenation at Supercritical Single-Phase Conditions เป็นกระบวนการที่พัฒนามาจากการทำไฮโดรจีเนชันที่เป็นแบบ homogeneous phase ที่เป็นเฟสแก๊สของไฮโดรเจนและเฟสของเหลวของเมทิลเอสเทอร์ โดยได้มีการนำโพรเพนมาใช้เป็นตัวทำละลายระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและเมทิลเอสเทอร์ในสภาวะเหนือจุดวิกฤตเพื่อให้อยู่ในเฟสเดียวกันและเกิดการทำปฏิกิริยาที่ดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของเมทิลเอสเทอร์ไปเป็นแอลกอฮอล์ไขมัน

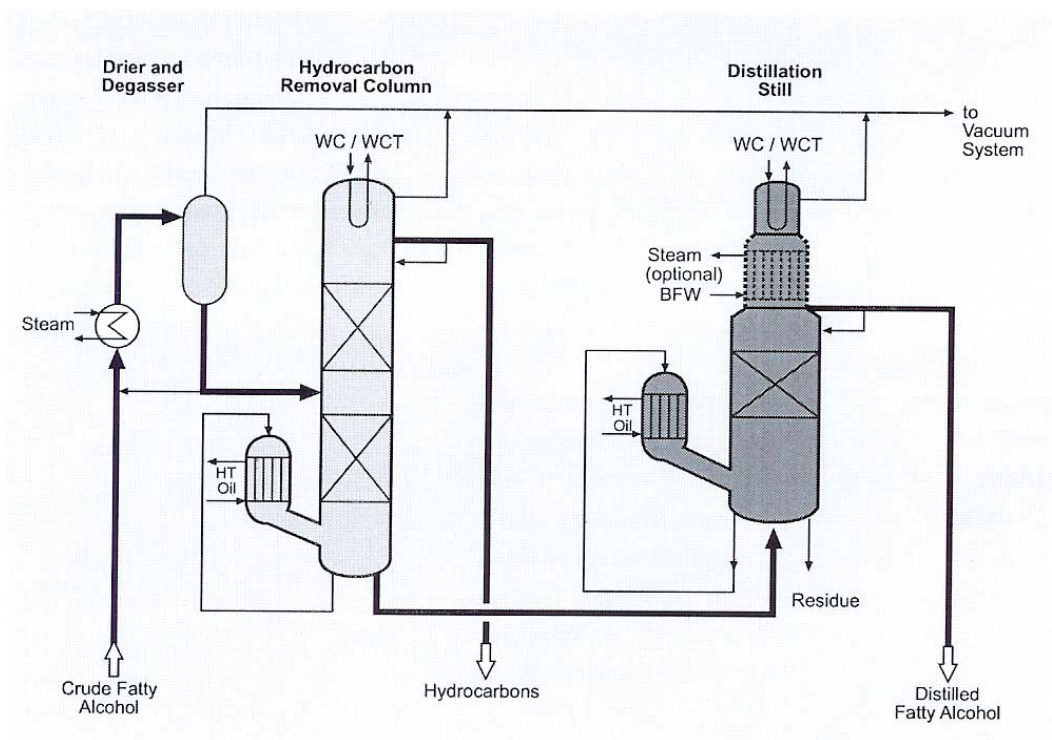
(Sander van den Hark, Magnus Harrod., 2000)

5. กระบวนการทำแอลกอฮอล์ไขมันให้บริสุทธิ์

เป็นกระบวนการต่อเนื่องมาจากการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันจากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็น crude fatty alcohol แสดงดังภาพที่ 2 กระบวนการนี้จะทำให้แอลกอฮอล์ไขมันมีความบริสุทธิ์และสามารถแยกส่วนเพื่อนำไปใช้ในงานที่แตกต่างกันต่อไป กระบวนการ distillation ได้ออกแบบมาเพื่อขจัดเอาผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่หลงเหลืออยู่ใน crude fatty alcohol ส่วนกระบวนการ fractionation เป็นการแยกส่วนแอลกอฮอล์ไขมันที่เป็น C₆₋₁₀, C_{12/14}, C_{16/18} หรือ C_{12/18} เพื่อให้เป็นแอลกอฮอล์ไขมันเฉพาะตัวเช่น C₁₂, C₁₄, C₁₆ และ C₁₈ ตามต้องการ คอลัมน์ fractionation ต้องมีจำนวนที่เหมาะสมสำหรับจำนวนโซ่คาร์บอนที่เราต้องการในกระบวนการ

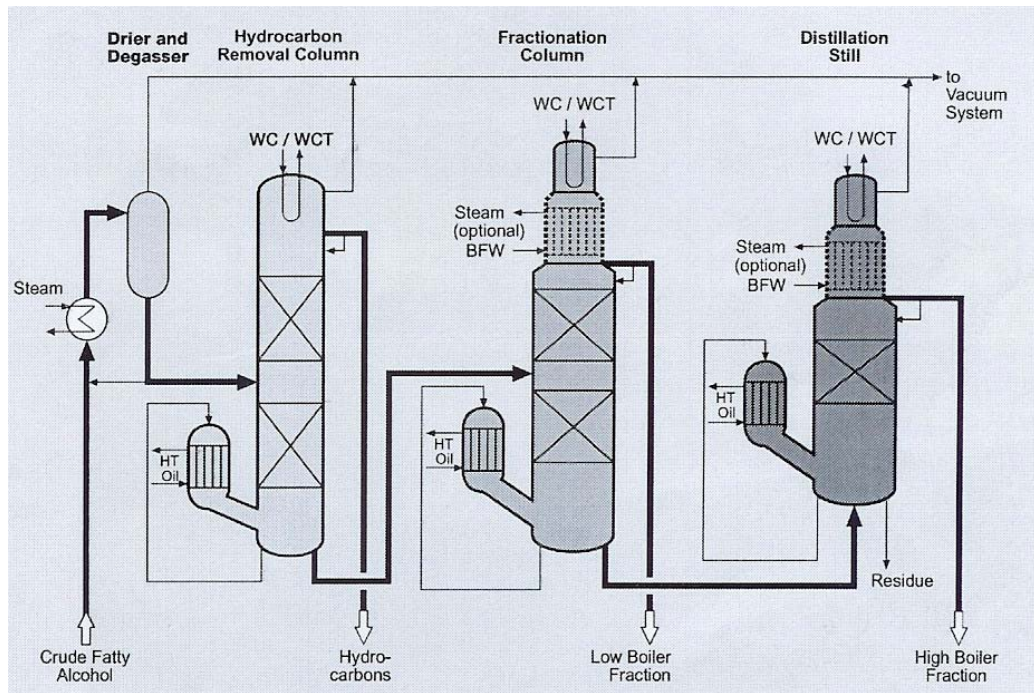
หลักการของกระบวนการคือ สารป้อน crude fatty alcohol จะถูกให้ความร้อนก่อนซึ่งความร้อนนี้ได้มาจากการกลั่น กระแสของสารจะเคลื่อนตัวจาก drier recycle และถูกป้อนเข้าสู่คอลัมน์ที่ใช้กำจัดสารไฮโดรคาร์บอนซึ่งภายในมีการบรรจุ packing แอลกอฮอล์ไขมันจะถูกแยกออกมาทางด้านล่าง สำหรับกระบวนการ fractionation จะมีจำนวนคอลัมน์ที่ต้องการตั้งอยู่ระหว่างคอลัมน์กำจัดไฮโดรคาร์บอนและคอลัมน์กลั่น แสดงดังภาพที่ 3 การแยกแต่ละตัวของแอลกอฮอล์ไขมันนั้นต้องทำภายใต้สภาวะสุญญากาศโดยที่ภายในคอลัมน์มีการบรรจุ packing

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นแอลกอฮอล์ไขมันที่ได้จากการกลั่นหรือแอลกอฮอล์ไขมันที่ผ่านการ fractionation ที่มีความยาวโซ่ตามจำนวนคาร์บอนอะตอมของแอลกอฮอล์ไขมันที่ป้อนเข้ามา ร้อยละของแอลกอฮอล์ไขมันที่ได้จากการ fractionation เมื่อทำการแยกแล้วจะพบว่าแต่ละตัวจะมีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.5%



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการกลั่นของแอลกอฮอล์ไขมัน

(Lurgi Life Science, 2001)

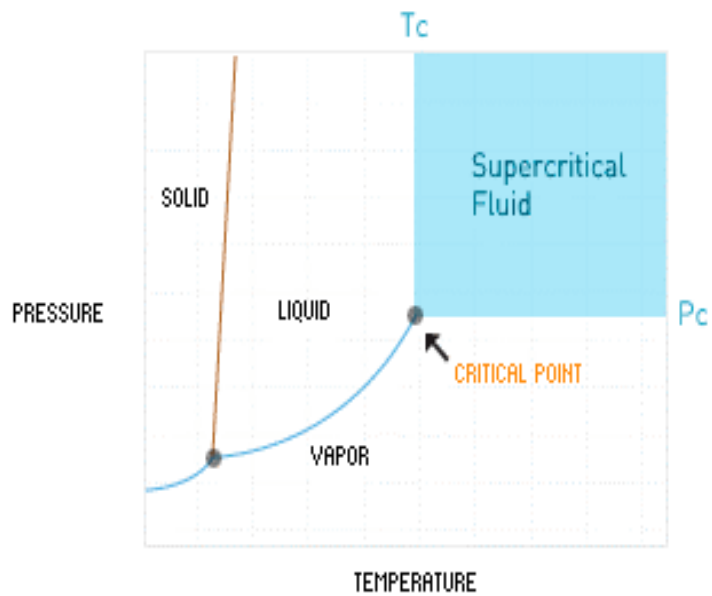


ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการ fractionation ของแอลกอฮอล์ไขมัน

(Lurgi Life Science, 2001)

6. สถานะ Supercritical Single-Phase

ของไหลที่อยู่ในสถานะที่อุณหภูมิและความดันรอบๆ จุดวิกฤต ค่าความหนาแน่น ความหนืด ค่าการละลาย ความจุความร้อน และค่าฉนวนไฟฟ้า ค่าเหล่านี้จะเป็นค่าคงที่ของของไหลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก และสารบริสุทธิ์สามารถที่จะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว ของแข็ง และแก๊ส ได้โดยใช้ความดันและอุณหภูมิดังที่ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 5 จากการสังเกตพบว่าสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลงไปก็คือ การเพิ่มขึ้นของความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงค่าหนึ่งจะพบว่าที่เส้นแบ่งเขตแดนระหว่างของเหลวและแก๊สจะไม่ปรากฏ โดยจะเรียกจุดนั้นว่าจุดวิกฤต (critical point)

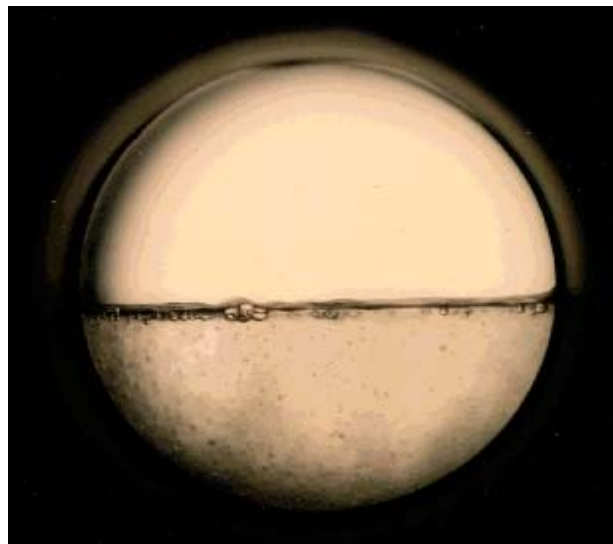


ภาพที่ 5 แสดงสถานะเหนือจุดวิกฤต

(Poliakoff M.,1998)

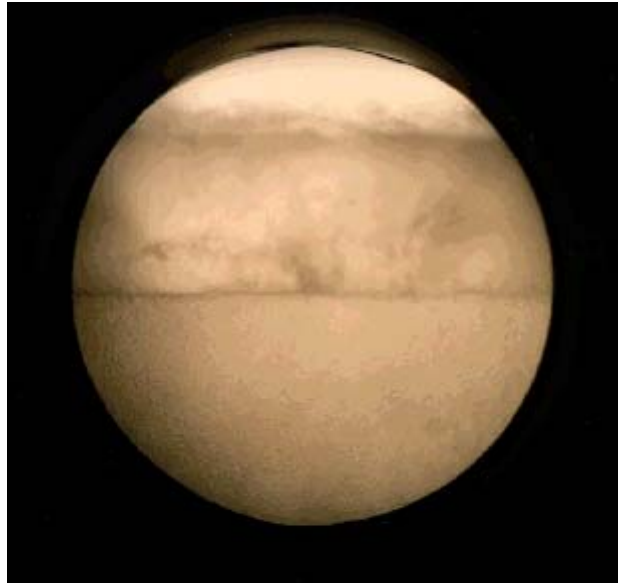
6.1 ขั้นตอนการเกิดสถานะ Supercritical Single-Phase

6.1.1 สถานะเริ่มต้น ซึ่งจะมี 2 เฟส ด้วยกันคือ เฟสของเหลวและเฟสแก๊ส



(Poliakoff M.,1998)

6.1.2 เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ของเหลวบางส่วนจะกลายเป็นไอ



(Poliakoff M.,1998)

6.1.3 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความดัน จะเป็นสาเหตุที่ทำให้ความหนาแน่นของแก๊สและของเหลวมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความแตกต่างจะยังคงเห็นชัดเจนอยู่



(Poliakoff M.,1998)

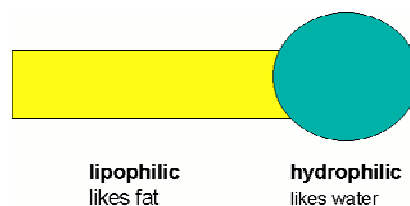
6.1.4 ที่อุณหภูมิและความดันมาจนถึงจุดวิกฤต จะทำให้ความชัดเจนของแก๊สและของเหลวไม่สามารถมองเห็นได้ โดยเฟสเดียวกันที่เกิดขึ้นนี้ จะเรียกว่า supercritical single phase แสดงคุณสมบัติทั้งของเหลวและแก๊ส



(Poliakoff M.,1998)

7. สารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิว หรือ Surfactant เดิมมาจากภาษาเยอรมันว่า Tensid ซึ่งตั้งโดยนักเคมีชาวเยอรมัน ในปี คศ 1960 และ Surfactant มาจากคำสามคำว่า Surface Active Agent หรือสารที่มีการแอกทีฟ หรือ ทำงาน บนผิว หรือ ผิวที่แตกต่างกันเฟสกัน สารลดแรงตึงผิวเป็นสารที่มีผลต่อพื้นผิวหรือพื้นที่ระหว่างผิว (surface or interface) โดยที่จะไปจัดความแตกต่างระหว่างผิวหรือไปช่วยลดแรงตึงผิว อย่างเช่น โดยปกติน้ำมันและน้ำจะไม่รวมกันน้ำมันจะลอยอยู่บนชั้นน้ำเสมอเมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวลงไปอินเตอร์เฟสระหว่างน้ำและน้ำมันจะถูกขจัดไปทำให้สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้



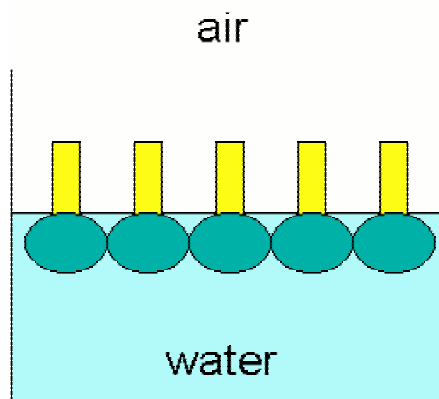
ภาพที่ 6 โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว

(www.Tam-Aeng.com)

คุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิวเกิดจากโครงสร้างที่มีลักษณะพิเศษคือ สารลดแรงตึงผิวประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ส่วนที่ไม่ชอบน้ำนั้นเรียกว่าส่วนที่ชอบน้ำมัน (lipophilic) เนื่องจากส่วนประกอบสองส่วนที่มีสมบัติตรงข้ามกัน ทำให้สารลดแรงตึงผิวเข้าไปเชื่อมระหว่างสองเฟสที่ต่างกันให้เข้ากันได้

7.1 คุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิว

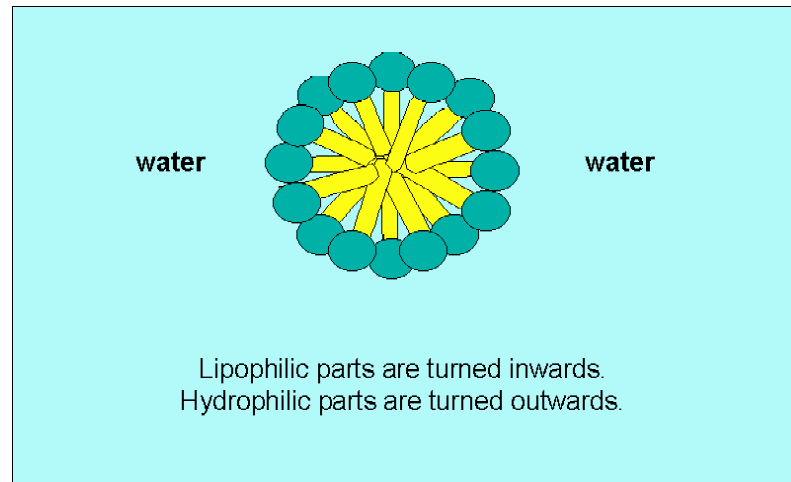
สารลดแรงตึงผิวจะทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของน้ำ ให้น้ำซึมเข้าไปสัมผัสกับสิ่งสกปรกต่างๆได้และยังทำให้ไขมันละลายน้ำหรือมีสมบัติเป็น emulsifier จึงช่วยในการกำจัดสิ่งสกปรกและคราบไขมัน เมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวลงไปใต้น้ำจะมีการจัดเรียงตัวที่ผิวน้ำ โดยด้านหางที่ไม่ชอบน้ำจะพยายามวางตัวไปด้านบน ส่วนหัวซึ่งเป็นด้านที่ชอบน้ำจะอยู่ในน้ำดังภาพที่ 7 ทำให้เสมือนว่าผิวน้ำถูกทำให้เป็นช่องๆ จึงทำให้ความตึงผิวของน้ำลดลง



ภาพที่ 7 โมเลกุลสารลดแรงตึงผิวบนผิวสัมผัส ระหว่างน้ำและอากาศ

(www.Tam-Aeng.com)

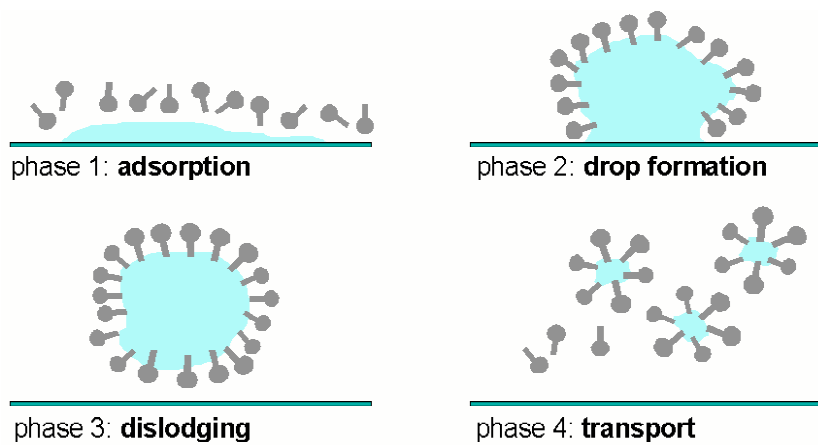
เมื่อผิวน้ำของน้ำเต็มไปด้วยสารลดแรงตึงผิว ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาจำเป็นต้องไปอยู่ในน้ำ โมเลกุลสารลดแรงตึงผิวจะเรียงในลักษณะที่เอาส่วนหางมารวมกันตรงกลาง และส่วนหัวจะชี้ออกไปดูเหมือนเป็นก้อนกลมๆ ก้อนที่เกิดจากการรวมตัวแบบนี้เรียกทับศัพท์ว่าไมเซล (micell) ไมเซลเหล่านี้มีรูปร่างหลายๆ แบบอาจจะเป็นก้อนกลมๆ เป็นแท่ง หรือเป็นชั้นๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวในน้ำ



ภาพที่ 8 รูปทรงของไมเซลล์ทรงกลม

(www.Tam-Aeng.com)

สารลดแรงตึงผิวที่เป็นส่วนประกอบหลักในผงซักฟอกมีประสิทธิภาพในการทำ ความสะอาดสองประการ คือ ขจัดคราบมันบนใยผ้า โดยการจับให้คราบมันรวมกันเป็นก้อนๆ แล้ว นำพาออกจากเส้นใยผ้า เมื่อไม่มีคราบน้ำจะสามารถเข้าถึงเส้นใยผ้าได้ กระบวนการนี้เรียกว่า การ ทำให้เปียกอีกครั้งหรือรีเวตติง (rewetting) ความสามารถอีกอย่างในการทำ ความสะอาดคือ การดึง คราบสกปรกขึ้นมาจากพื้นผิว โดยที่ส่วนหางจะเกาะจับคราบสกปรกและหันส่วนหัวไปด้านน้ำ วิธี ดังกล่าวสิ่งสกปรกที่ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันจะถูกดึงออกมาจากพื้นผิวหรือใยผ้าได้และจะถูกน้ำชะ ล้างออกไป

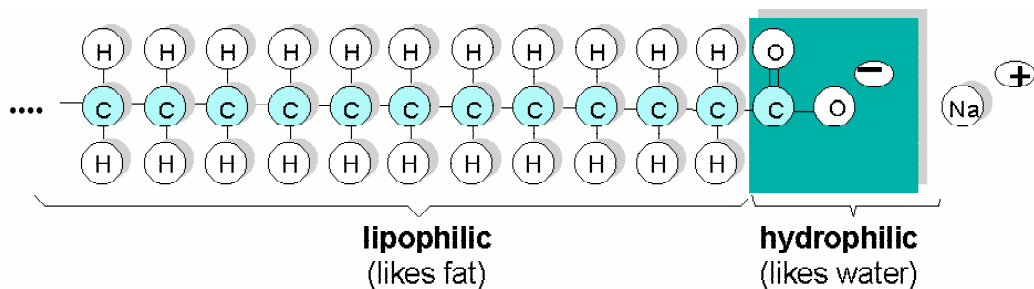


ภาพที่ 9 การขจัดคราบออกจากผิวโดยสารลดแรงตึงผิว

(www.Tam-Aeng.com)

7.2 ประเภทของสารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิวทุกชนิดมีโครงสร้างหลักคล้ายกัน คือ มีส่วนหาง (ไม่ชอบน้ำ) และส่วนหัว (ชอบน้ำ) แต่อย่างไรก็ตามไม่ใช่ทุกตัวจะมีคุณสมบัติที่เหมือนกัน แต่ละชนิดกลับมีความแตกต่างกันทางคุณสมบัติเป็นผลมาจากความแตกต่างของส่วนหัวที่ชอบน้ำ (hydrophilic head) เมื่อสารลดแรงตึงผิวละลายในน้ำมันจะแตกตัวเป็นไอออน (สารที่มีประจุไฟฟ้า) ตัวอย่างเช่น เมื่อสบู่ละลายในน้ำโซเดียมไอออน (ประจุเป็นบวก) จะผละออกไป ทำให้ตัวเองเป็นประจุลบ รูปแบบที่เป็นประจุลบของสบู่ก็คือสารลดแรงตึงผิวดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างของโมเลกุลของสบู่

(www.Tam-Aeng.com)

สารลดแรงตึงผิวแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มขึ้นกับประจุไฟฟ้าบนส่วนประกอบที่ละลายน้ำ เช่น ชนิดประจุลบ (anionic), ประจุบวก (cationic), ไม่มีประจุ (nonionic) และสองประจุ (amphoteric) ซึ่งมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกันตัวอย่างของสารลดแรงตึงผิวชนิดต่างๆ แสดงได้ดังต่อไปนี้

7.2.1 สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ

สารลดแรงตึงผิวประจุลบใช้เป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์ซักล้าง, น้ำยาซักผ้า, น้ำยาล้างจานและผงซักฟอก เนื่องจากมีความสามารถในการขจัดสิ่งสกปรกและให้ฟองมาก ตัวอย่างเช่น

- alkyl sulphate

- alkanesulphonate
- linear alkylbenzene sulphonate (LAS) เช่น sodium dodecyl benzene sulphonate
- olefin sulphonate
- sarcosinate
- sodium lauryl ethoxy sulphate
- sulphosuccinate
- α -sulpho methyl ester

7.2.2 สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวก

ใช้เป็น antistatic agent และสารปรับสภาพเส้นผมในแชมพู ตัวอย่างเช่น

- quaternary ammonium compound เช่น polyquaternium-6, -7, -10, -16, alkyltrimethyl ammoniumchloride

7.2.3 สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ

สารลดแรงตึงผิวไม่มีประจุนี้ไม่แตกตัวเมื่อละลายในน้ำ มีความเป็นกลางทางไฟฟ้า ตัวอย่างคือ แอลกอฮอล์ไขมันอีทอกซิลเอต (fatty alcohol ethoxylates) และอัลคิลโพลีกลูโคไซด์ (Alkyl Polyglucosides) โดยสามารถใช้งานได้หลากหลาย ผลิตภัณฑ์เช่น น้ำยาทำความสะอาด, น้ำยาล้างจาน, น้ำยาซักผ้าหรือในแชมพู ตัวอย่างเช่น

- alcohol alkylphenol ethoxylate
- alkyl diethanol, monoethanol และ isopropanol amides
- alkyl ethoxylate
- alkyl polyglucoside
- amine oxides
- fatty alcohol ethylene oxide/propylene oxide เช่น cetyl stearyl alcohol

7.2.4 สารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุ

โครงสร้างมีทั้งประจุบวกและประจุลบอยู่ในโมเลกุล การทำงานจะขึ้นอยู่กับสภาวะกรด ต่างในสารละลายที่อยู่ เช่น ที่สภาวะเป็นกรดจะแสดงความเป็นประจุบวกมากกว่า ในขณะที่สภาวะเป็นด่าง จะแสดงความเป็นประจุลบมากกว่าจึงเรียกว่า สารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุ (amphoteric surfactant) ตัวอย่างสารประเภทนี้ เช่น พวกบีเทน (Cocamidopropyl Betaine, CAPB) สารกลุ่มนี้ใช้ผสมร่วมกับสารลดแรงตึงผิวประจุลบใน แชมพู, น้ำยาล้างจานและผลิตภัณฑ์ซักล้างที่ต้องการฟองมากโดยพบว่ามีความอ่อนโยนต่อผิว ตัวอย่างเช่น

- acetate
- alkylamphocarboxyglycinate
- amphoacetate
- betaine
- imidazoline derivatives
- propionate
- sultaine

7.3 การผลิตสารลดแรงตึงผิว

กระบวนการผลิตจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของสารลดแรงตึงผิว

7.3.1 สารลดแรงตึงผิวประจุลบ

สารประเภทนี้มาจากกระบวนการปิโตรเคมี เช่น LAS (linear alkylbenzene sulphonate), อัลคิลเบนซีนซัลโฟเนตหรือพวกอัลเคนซัลโฟเนต บางครั้งสารกลุ่มนี้สามารถผลิตจากสารตั้งต้นที่มาจากธรรมชาติ เช่น น้ำมันพืช หรือ ไขมันสัตว์ โดยสามารถแปรรูปไปเป็นกรดไขมัน (fatty acid) ที่เป็นสารตั้งต้นทำสบู่และแปรรูปต่อไปเป็นแอลกอฮอล์ไขมัน (fatty alcohol) แล้วผ่านกระบวนการซัลเฟชัน (Sulfation) กลายเป็นแฟตตี้แอลกอฮอล์ซัลเฟต (fatty alcohol sulfate) หรือแฟตตี้แอลกอฮอล์อีเทอร์ซัลเฟต (fatty alcohol ether sulfate) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมเคมีซักล้าง หรือ เครื่องสำอาง

7.3.2 สารลดแรงตึงแรงตึงผิวประจุบวก

สารกลุ่มนี้สามารถผลิตโดยกระบวนการทางเคมีเรียกว่า ควอนเตอร์เนชันสำหรับแฟตตี้เอมีน (quaternation of fatty amines) ซึ่งจะได้ผลิตผลเป็นควอนเตอร์นารี แอมโมเนียมคอมพาวด์ (quaternary ammonium compound)

7.3.3 สารลดแรงตึงผิวไร้ประจุ

สารลดแรงตึงผิวไร้ประจุ สามารถผลิตจากวัตถุดิบจากกระบวนการปิโตรเคมี หรือ อาจจะมาจกแอลกอฮอล์ไขมันที่มาจากธรรมชาติ โดยการเติมกลุ่มเอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) เข้าไปจะได้สารกลุ่มแฟตตี้แอลกอฮอล์อีเทอร์ออกซิเลต (fatty alcohol ethoxylate)

7.3.4 สารลดแรงตึงผิวสองประจุสารกลุ่มนี้มาจากกระบวนการทางเคมีของเทอร์เทอริแฟตตี้เอมีน (tertiary fatty amine) ทำปฏิกิริยากับเกลือโซเดียมของกรดคลอโรแอซิดิก(sodium

salt of chloroacetic acid) ซึ่งผลที่ได้จะเกิดเป็นสารกลุ่มบีแทน (Betaines) และเกลือโซเดียมคลอไรด์

7.4 การนำไปใช้

เราสามารถนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้งานได้มากมายหลายด้าน เช่น

- ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้สารลดแรงตึงผิวในขั้นตอนปั่นและทอเส้นใย อีกทั้งในการย้อมสีของเส้นใย โดยช่วยทำให้เส้นใยผ้าซึมซับน้ำได้ดีหรือ อาจช่วยไล่น้ำซึ่งแล้วแต่ความต้องการ
- ในวงการซักล้าง ใช้สารลดแรงตึงผิวในการผลิตผงซักฟอกที่มีประสิทธิภาพ และยังใช้ทำน้ำยาปรับผ้านุ่มที่ทำหน้าที่ดูแลรักษาใยผ้า นอกจากนี้สามารถใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นตัวหลักในการทำน้ำยาทำความสะอาด หรือพอกน้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่ใช้ในครัวเรือนหรือในอุตสาหกรรม
- ในแวดวงเครื่องสำอาง สารพวกนี้ใช้ทำหน้าที่ทำความสะอาดให้เส้นผมในแชมพูสระผมและทำความสะอาดให้ผิวร่างกายในครีมอาบน้ำ นอกจากนี้สามารถใช้สารลดแรงตึงผิวในการทำครีม หรือโลชั่นทาผิว อีกทั้งยังช่วยการกระจายสีอย่างสม่ำเสมอในลิปสติกและแป้งแมกอัพ และมีส่วนช่วยการทำน้ำหอม, โรลออนระงับกลิ่น หรือพวกครีมแต่งผม นอกจากนี้ในยาสีฟันมีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวประจุลบที่ช่วยทำความสะอาดฟัน
- ในวงการยา ใช้สารลดแรงตึงผิวในการผลิตยาแคปซูล, ออย์มิน, ครีมทา และโลชั่น
- ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้สารลดแรงตึงผิวในการผลิตเนยเทียม, ไอศกรีม และช่วยให้ขนมปัง มีความกรอบอร่อยขึ้น
- ในการทำสี หรือน้ำยาเคลือบเงา มีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวที่ทำให้สารต่างๆ ในส่วนผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียว
- ในอุตสาหกรรมพลาสติก เช่น การทำพีวีซี, ฉนวนกันเสียง, ฉนวนกันความร้อน และอื่นๆ อีกมาก

- ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ ใช้สารลดแรงตึงผิวในการทำให้เยื่อกระดาษอ่อนตัว และซับน้ำได้ดี และยังใช้ในขบวนการรีไซเคิลกระดาษเก่าโดยช่วยในการชะน้ำหมึกเก่าออกไป
- ในวงการโลหะใช้สารลดแรงตึงผิวช่วยหล่อลื่นในขั้นตอนการม้วน, การตัดหรือตัดโลหะ นอกจากนั้นยังใช้ในการป้องกันการเกิดสนิมอีกด้วย
- ในวงการการก่อสร้าง ใช้สารลดแรงตึงผิวในการผสมปูนคอนกรีต เพื่อให้ปูนเข้ากันได้ดีกับน้ำมากยิ่งขึ้น ในการทำถนนใช้สารลดแรงตึงผิวช่วยทำให้วัสดุปูนเกาะพื้นผิวดีขึ้น ในการทำเหมืองแร่และการขุดเจาะน้ำมัน มีการใช้สารลดแรงตึงผิว ช่วยเช่นกัน
- ในวงการเกษตรใช้สารลดแรงตึงผิวผสมในยาฆ่าแมลง เพื่อให้สารเกาะจับใบพืชได้ดียิ่งขึ้น
- ในวงการดับเพลิง สามารถใช้ได้ฟองที่เกิดจากสารลดแรงตึงผิวในถังดับเพลิงสามารถยับยั้งไฟได้

ถ้ากล่าวเป็นตัวเลขในปี 1997 ทั่วโลกมีการใช้สารลดแรงตึงผิวประมาณ 1.6 ล้านตัน โดยที่ 31% ของทั้งหมด ใช้ในอุตสาหกรรมซักล้าง (detergent), 16% ในวงการเครื่องสำอาง (cosmetic) และอีก 5% ในวงการพลาสติก, เหมืองแร่และการขุดเจาะน้ำมัน, 4% ในวงการเส้นใยและเครื่องหนัง, 3% ในอุตสาหกรรมอาหาร และที่เหลือ 36% เป็นอุตสาหกรรมอื่นๆ

7.5 ความเป็นพิษของสารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิวโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่ละลายในน้ำ และส่วนที่ละลายในไขมันซึ่งส่วนที่ละลายในไขมันจะซึมผ่านเข้าไปในเหงือกปลา ทำให้ความสามารถในการควบคุมปริมาณเกลือเสียไป นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้แตกต่างกัน บางชนิดสลายตัวได้ยากและเกิดการสะสมและตกค้างในแหล่งน้ำ ทำให้สมดุลในสภาวะแวดล้อมทางน้ำเปลี่ยนแปลงและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ อย่างไรก็ตามการย่อยสลายทางชีวภาพของสารลดแรงตึงผิวจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ปริมาณจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ หรือระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย หากปัจจัยเหล่านี้มีจำกัดจะทำให้การสลายตัวช้าลง (เรวัตติ วัฒนานุกุลกิจ, 2531)

การตรวจเอกสาร

1. ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้รองจากยางพารา นิยมปลูกกันมากในจังหวัด กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูลและตรัง ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีแนวโน้มการผลิตที่สูงขึ้นทุกๆ ปี

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในประเทศไทยมี 3 วิธี คือกระบวนการผลิตแบบใช้ไอน้ำซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน, กระบวนการผลิตแบบอย่างผลปาล์มหรือหีบน้ำมันผสม และกระบวนการผลิตแบบทอดผลปาล์ม ซึ่งจะได้น้ำมันปาล์ม 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ถ้าได้จากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (Palm kernel) เรียกว่าน้ำมันเมล็ดปาล์ม (Palm kernel oil) และส่วนที่ได้จาก Mesocarp เรียกว่าน้ำมันปาล์ม (Palm oil) เมื่อน้ำมันปาล์มไปแยกส่วนและทำให้บริสุทธิ์จะได้ส่วนของของเหลวที่เรียกว่าน้ำมันปาล์มโอเลอิน (Palm olein) ซึ่งเป็นน้ำมันปาล์มที่ใช้บริโภคกันทั่วไปและได้ส่วนของแข็งที่เรียกว่าปาล์มสเตียรีน (Palm stearin)

2. เมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตมาจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการที่ทำให้โมเลกุลเล็กลงให้อยู่ในรูปของ เอทิลเอสเทอร์ (Ethyl esters) หรือ เมทิลเอสเทอร์ (Methyl esters) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก ใช้กระบวนการผลิตทางเคมีที่เรียกว่าทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งเป็นการเอาไขมันพืชหรือไขมันสัตว์ไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เอสเทอร์ ซึ่งเราจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์นี้ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มีคุณสมบัติที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด เพราะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์

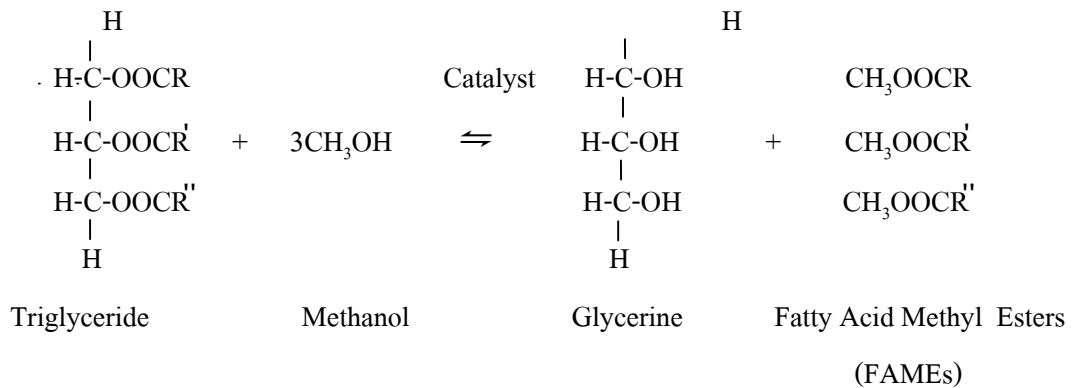
ข้อดีของไบโอดีเซลในเชิงเศรษฐศาสตร์ก็คือ ผลิตได้จากวัตถุดิบในประเทศ, ช่วยพยุงราคาพืชผลทางการเกษตรของไทยและลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ข้อดีในด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตก็คือ ช่วยลดมลพิษในอากาศ ทำให้ลดการสูญเสียจากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับมลพิษจากอากาศ

2.1 กระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์ม

กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน

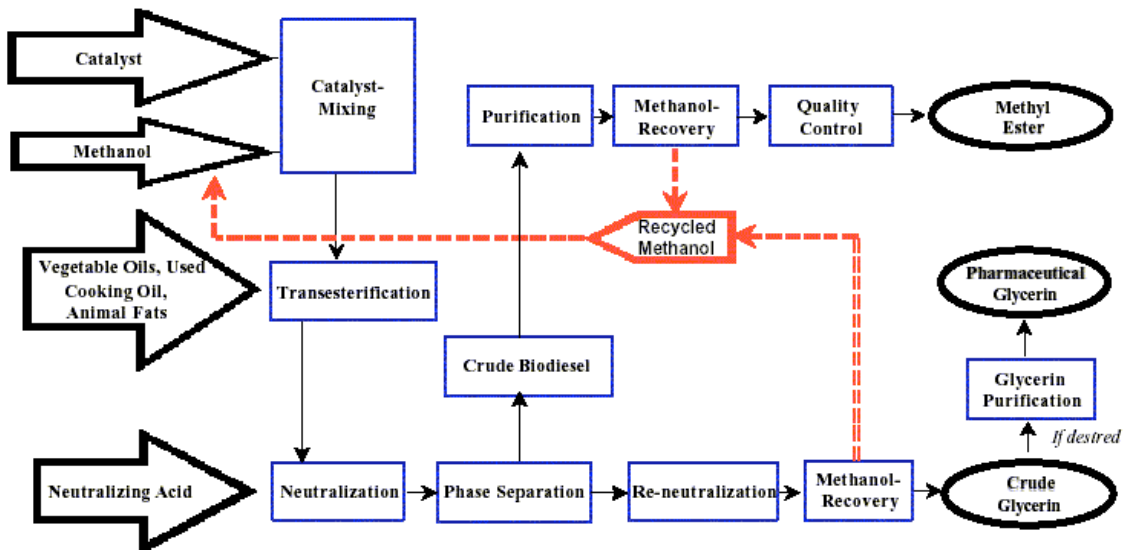
Transesterification คือ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ทำให้ได้สารเอสเทอร์ (esters) การทำทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของไขมันและน้ำมัน เป็นกระบวนการที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตเม

ทิลเอสเทอร์ ไตรกลีเซอไรด์จะกลายเป็นเอสเทอร์ที่ความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิประมาณ 50-70 °C โดยทำปฏิกิริยากับเมทานอลที่มากเกินไป ในตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอัลคาไลน์ ภายใต้เงื่อนไขนี้ ต้องมีการขจัดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ออกจากน้ำมันโดยการกลั่นหรือการทำ pre-esterification ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน



ภาพที่ 11 แสดงปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของน้ำมันปาล์ม

(Srivastava A. and Prasad R., 1999)



ภาพที่ 12 กระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน

(CONDEA, 2000)

ภาพที่ 12 ได้แสดง process flow diagram ของหน่วยที่ใช้ในกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน น้ำมันหรือไขมันจากพืชและสัตว์ที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการกลั่น (unrefined oil) นำมาผสมกับเมทานอลที่มากเกินไป และตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมดนี้จะถูกส่งต่อไปทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกนำมาตั้งทิ้งไว้เพื่อให้มีการแยกเฟสระหว่างเฟส crude biodiesel และ crude glycerine ส่วนเมทานอลที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาจะถูกแยกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ crude biodiesel ที่ได้จะต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ก่อนและสุดท้ายผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเมทิลเอสเทอร์ ส่วนกลีเซอรินเมื่อนำไปทำให้บริสุทธิ์แล้วจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง

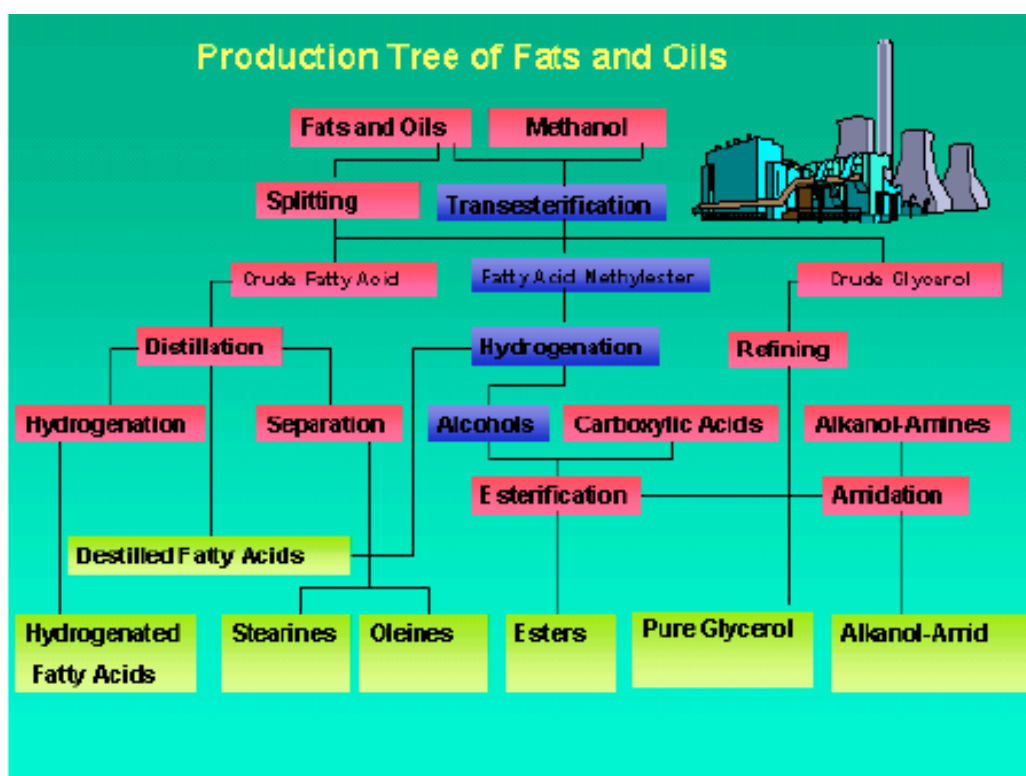
3. การทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน

เป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างโมเลกุลของไฮโดรเจนและสารเคมีหรือสารประกอบที่อยู่บนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาเคมีนี้จะเป็นการเติมโมเลกุลของไฮโดรเจน 1 โมเลกุลเข้าไปในพันธะคู่หรือพันธะสามที่ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับอะตอมอีก 2 ตัว ที่อยู่ภายในโครงสร้างของโมเลกุลหรือเป็นการเติมอะตอมของไฮโดรเจนที่มีผลเป็นการแตกพันธะออก (breaking up) ของโมเลกุล (เรียกว่าการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีโนไลซิส, hydrogenolysis หรือ ปฏิกิริยาการทำลาย, destructive hydrogenation) ตัวอย่างของปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันจะประกอบไปด้วย ปฏิกิริยาของไฮโดรเจนและไนโตรเจนเพื่อเป็นการฟอร์มตัวขึ้นเป็นแอมโมเนีย และคาร์บอนมอนอกไซด์จะถูกฟอร์มให้เป็นเมทานอลหรือไฮโดรคาร์บอน โดยจะขึ้นอยู่กับทางเลือกตัวเร่งปฏิกิริยามาใช้

โดยส่วนมากสารประกอบอินทรีย์จะประกอบไปด้วยพันธะสามที่เชื่อมต่อกับอะตอมอีก 2 อะตอม ซึ่งสามารถจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนได้เมื่ออยู่ที่พื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสารประกอบอินทรีย์ (ผ่านการเติมและเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีโนไลซิส) เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญมากในกระบวนการทางอุตสาหกรรม ในการเติมไฮโดรเจนจะถูกใช้ในกระบวนการผลิตของไขมันที่สามารถรับประทานได้จากน้ำมันที่เป็นของเหลว ส่วนในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม กระบวนการผลิตหลายอย่างรวมไปถึงกระบวนการผลิตแก๊สโซลีนและผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีจะอยู่บนพื้นฐานของปฏิกิริยา destructive hydrogenation ของสารไฮโดรคาร์บอน ในช่วงศตวรรษที่ 20 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยการปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของถ่านหินได้กลายมาเป็นทางเลือกที่ดึงดูดความสนใจไปถึงเรื่องการสกัด (extraction) ของปิโตรเลียม ความสำคัญของกระบวนการทางอุตสาหกรรมของกระบวนการไฮโดรจีเนชันมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1897 เมื่อนักเคมีชาวฝรั่งเศสที่ชื่อ Paul Sabatier ได้ค้นพบว่าสามารถนำเอานิกเกิลจำนวนเล็กน้อยมาเป็นตัวเร่ง

ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดความสะอาดมากขึ้นในการเติมไฮโดรเจนเข้าสู่โมเลกุลของสารประกอบคาร์บอน

โดยปกติแล้วตัวเร่งปฏิกิริยาทั่วไปสามารถนำมาใช้สำหรับปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันได้ เช่นพวก โลหะนิกเกิล เพลททินัม พัลลาเดียมและออกไซด์ของพวกมัน สำหรับการทำให้ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันที่ความดันสูงพบว่า คอปเปอร์โครไมด์และนิกเกิลที่อยู่บน kieselguhr (มีลักษณะร่วนซุยหรือ ลักษณะของรูพรุนที่เป็นแบบ diatomite) จะถูกนำมาใช้เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 13 แสดงกระบวนการทางกายภาพและทางเคมีของไขมันและน้ำมัน

(CONDEA, 2000)

3.1 การทำไฮโดรจีเนชันของวัตถุดิบที่ได้มาจากธรรมชาติ

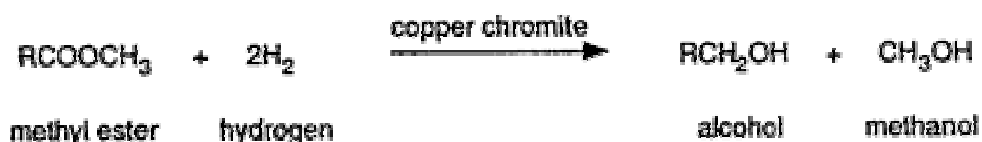
วัตถุดิบและการเตรียมก่อนการนำไปใช้งาน

สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันที่ C_{12} - C_{14} จะได้จากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดปาล์มเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้ในการผลิต ส่วนน้ำมันปาล์ม, น้ำมันถั่วเหลืองและไขมันสัตว์จะเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันที่ C_{16} - C_{18} และน้ำมันจากเมล็ดพืชที่มี

erucic acid อยู่มากจึงทำให้เกิดเป็นแอลกอฮอล์ไขมันได้ที่ C₂₀-C₂₂ สำหรับ bifunctional ของแอลกอฮอล์ไขมันจะสามารถได้มาจากน้ำมันละหุ่งและน้ำมันชนิดพิเศษอื่น ๆ

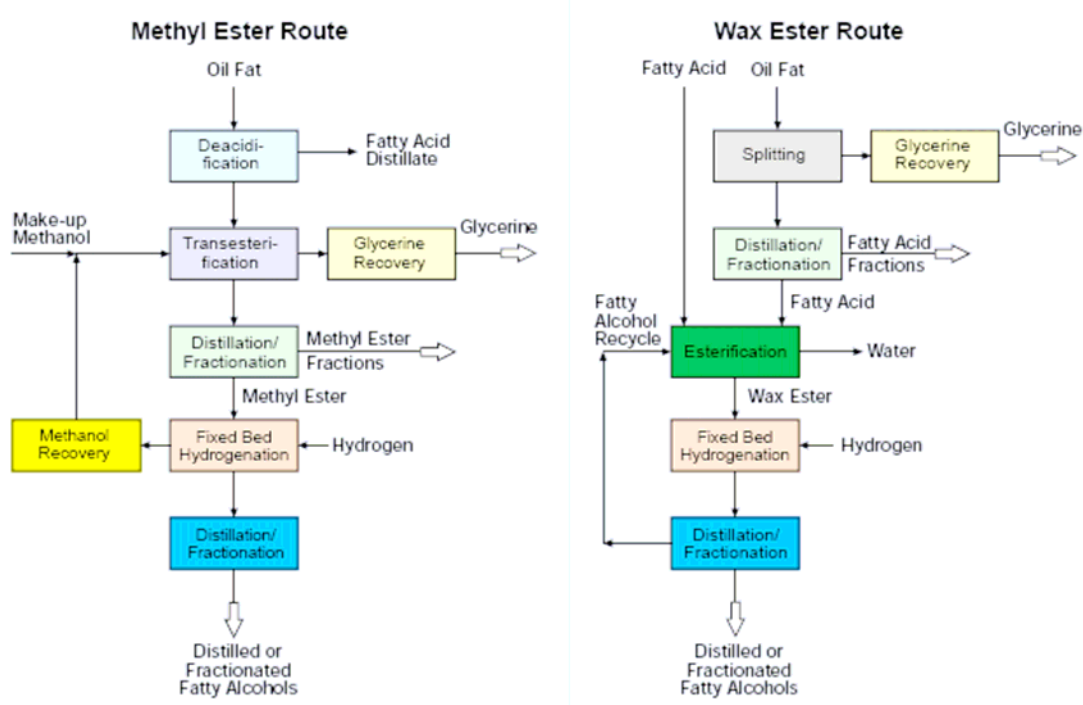
ก่อนการทำไฮโดรจีเนชัน วัตถุดิบมักจะมีสิ่งปนเปื้อน เช่น phosphatides , sterol หรือผลผลิตของการเกิดออกซิเดชัน และสิ่งอื่นๆ เช่น ชิ้นส่วนของเมล็ด, สิ่งสกปรก และน้ำ จะสามารถถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการทำความสะอาด ซึ่งจะประกอบไปด้วยการกลั่น (refining) โดยใช้ absorption agent แต่ส่วนมากแล้วน้ำมันพืชมากกว่า 90% พบว่าจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการทำอาหาร

ส่วนกลั่นของไตรกลีเซอไรด์จะถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็น fatty acid หรือทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันกับแอลกอฮอล์ได้เป็น fatty acid ester โดยที่ส่วนกลั่นทั้งสองของทั้ง free fatty acid และ fatty acid ester (ทั้ง methyl ester และ butyl ester) จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการไฮโดรจีเนชัน ซึ่งการทำไฮโดรจีเนชันโดยตรงของไตรกลีเซอไรด์นั้นจะสามารถทำได้ แต่อย่างไรก็ตามภายใต้สภาวะของการทำปฏิกิริยา กลีเซอรอลจะถูกรีดิวซ์ไปเป็น propylene glycol และ propanol ซึ่งจะไม่เหมาะสมในทางด้านการค้า เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง จึงทำให้ต้องใช้ปริมาณไฮโดรเจนมากขึ้นและต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงขึ้นด้วย ดังนั้นกระบวนการทำไฮโดรจีเนชันของไตรกลีเซอไรด์ จะไม่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ส่วน fatty acid ester ถูกผลิตได้โดยกระบวนการเอสเตอริฟิเคชันของ free fatty acid หรือหรือการทำทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์



ภาพที่ 14 แสดงการทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของเมทิลเอสเตอร์

(Hui Y.H., 1996)



ภาพที่ 15 เส้นทางการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ
(CONDEA, 2000)

(Ullmann, 4th ed., II,2000)

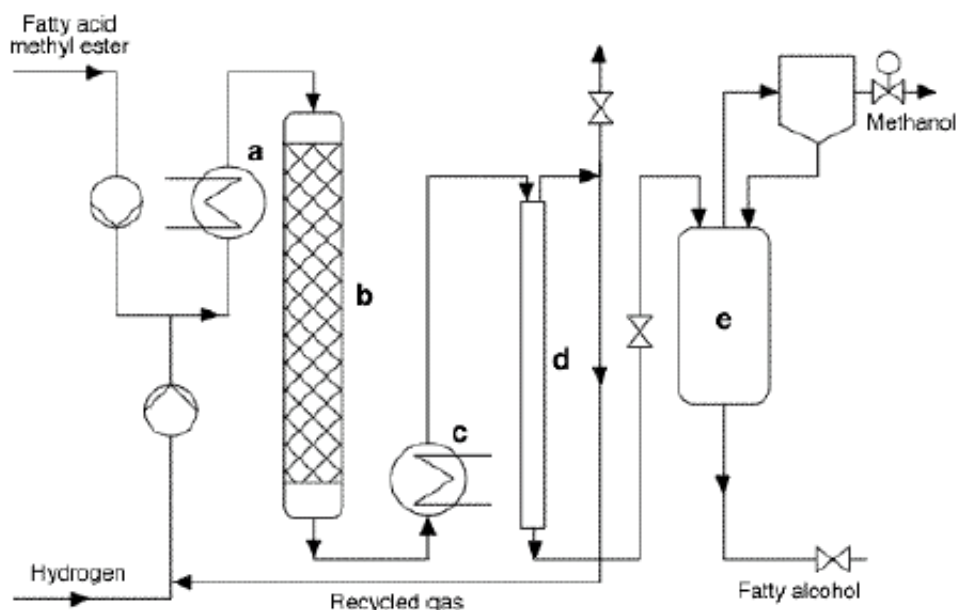
All about Fatty Alcohol

กระบวนการทำไฮโดรจีเนชัน

กระบวนการทำไฮโดรจีเนชันที่มีขนาดใหญ่ 3 กระบวนการสำหรับใช้ในทางการค้า

1. gas - phase hydrogenation
2. trickle – bed hydrogenation
3. suspension hydrogenation

โดยที่สองกระบวนการแรกจะใช้เป็นแบบ fixed bed catalyst และภาพที่ 16 จะแสดง flow diagram เบื้องต้น เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการแบบ gas phase, trickle-bed และ suspension hydrogenation โดยมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีลักษณะเป็นผงแป้งและอนุภาคสามารถกระจายตัวได้ดี สำหรับกระบวนการจะรวบรวมพืชผลที่มีอยู่เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ในทุกกรณีของการทำไฮโดรจีเนชัน จะใช้สารประกอบทองแดงผสมกับออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ 200-300 °C และ 20-30 MPa



ภาพที่ 16 กระบวนการไฮโดรจีเนชันแบบ Gas-Phase และ Trickle-Bed ของ Fatty Acid

Methyl Esters โดยที่ a. Heater, b. Reactor, c. Cooler, d. Separator, e. Flash drum
(CONDEA, 2000)

1. กระบวนการทำไฮโดรจีเนชันแบบเฟสแก๊ส (gas phase)

การดำเนินการของกระบวนการนี้ต้องการสารตั้งต้นที่มีสถานะเป็นไอ และขนาดโมเลกุลที่เหมาะสมของเมทิลเอสเตอร์จะมีคาร์บอนอะตอมประมาณ $C_{12}-C_{14}$ คุณสมบัติของกระบวนการนี้คือจะมีแก๊สรีไซเคิลกลับมาเป็นจำนวนมากและรุนแรง (ประมาณ 600 โมลของไฮโดรเจน/โมลของเอสเตอร์) แก๊สจะไหลอย่างมีความเร็วสูงมาก จึงต้องมีการเติมเมทานอลเพื่อช่วยในเรื่องการระเหย สำหรับการเติม inert gas เข้าสู่ไฮโดรเจนจึงไม่จำเป็นต้องมีการเติมเมทานอลและจะสามารถลดปริมาณรีไซเคิลแก๊สลงได้ และตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งแบบ copper/zinc หรือ copper/chrome ที่ผสมกับออกไซด์ และถูกนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการแบบ fixed bed สภาพของกระบวนการจะทำให้ความดันน้อยกว่า 10 MPa และอุณหภูมิ 230-250 °C ค่า LHSV (liquid hourly space velocity) ประมาณ 0.3 ร้อยละผลได้ของแอลกอฮอล์ที่ได้จะมากกว่า 99% ปริมาณการใช้ของตัวเร่งปฏิกิริยาประมาณ 0.3% ของสารป้อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นของผสมทั้งเฟสแก๊สและเฟสของเหลว โดยที่ไฮโดรเจนจะถูกรีไซเคิล ส่วนเมทานอลจะถูกแยกออกจากแอลกอฮอล์

มัน และสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้โดยการกลั่น สำหรับกระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ของ Davy McKee และพบว่าเป็นที่สนใจ สามารถผลิตได้ถึง 30,000 mt/year และได้ถูกสร้างขึ้นโดย Prime Chem ประเทศฟิลิปปินส์

2. กระบวนการไฮโดรจีเนชันแบบ trickle – bed

ในกระบวนการนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะลดลง การดำเนินการจะใช้อยู่ในรูปของของเหลว และจะเหมาะสมสำหรับการใช้สารที่ไม่ได้มีสถานะเป็นไอเช่น wax ester และ fatty acid ผลกระทบจากการก่อก้อนของกรดสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการทำไฮโดรจีเนชันของเอมีน และแก๊สที่รีไซเคิลจะมีปริมาณที่ต่ำกว่าคืออยู่ที่ประมาณ 100 โมลของไฮโดรเจน/โมลของเอสเตอร์ ดังนั้นการออกแบบโรงงานเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีความแตกต่างกัน สภาพการเกิดปฏิกิริยาจะทำที่ 20-30 MPa และ 250 °C ค่า LHSV ประมาณ 0.2 และโดยปกติแล้วตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้จะเป็น copper-chromium หรือ copper zinc ผสมกับออกไซด์ และ copper chromite บน silica จะนำมาใช้และใช้ไปประมาณ 0.3% บนพื้นฐานของสารป้อน ส่วนการบำบัดผลิตภัณฑ์ก่อนการนำไปใช้จะเหมือนกับกระบวนการทำไฮโดรจีเนชันแบบเฟสแก๊ส

จากการสังเกต การดำเนินการแบบต่อเนื่องจะเข้ามาแทนที่กระบวนการแบบแวนลอย ซึ่งพบว่ามีความปลอดภัยและคงที่มากกว่า ถ้ามีการนำเมทิลเอสเตอร์มาใช้ พบว่ากระบวนการแยกเมทานอลจะเป็นสิ่งจำเป็นมาก ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้จะประกอบไปด้วยโลหะพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกโรเดียม ที่ซึ่งสามารถทำไฮโดรจีเนชันที่ความดันต่ำกว่าได้ ทำให้เป็นการลดต้นทุนและราคาในการดำเนินการได้ด้วย

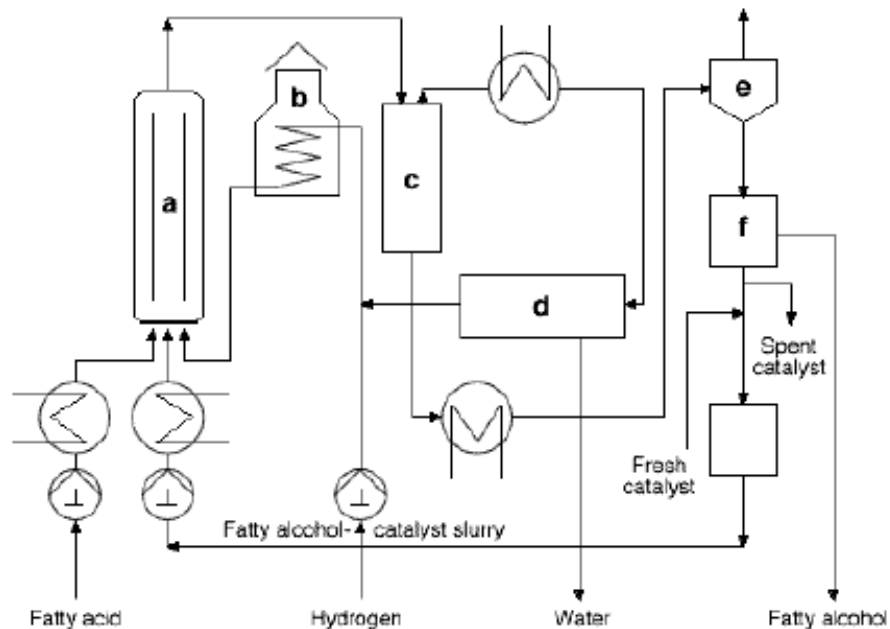
3. กระบวนการทำไฮโดรจีเนชันแบบแวนลอย

กระบวนการนี้สามารถใช้กับ fatty acid methyl ester ได้ดีพอ ๆ กับ fatty acid และมีการใช้ไฮโดรเจนในปริมาณ 50 โมล/โมลของเอสเตอร์ และจะมีการให้ความร้อนแก่เมทิลเอสเตอร์ก่อนป้อนเข้าสู่ narrow reactor ทางด้านล่าง สภาพของการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ 25 MPa และ 250-300 °C โดยที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น copper ที่มีขนาดละเอียด และ LHSV ที่เหมาะสมคือ 1

ปริมาณของไฮโดรเจนที่มากเกินไปจะถูกป้อนโดยที่มีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระในปฏิกิริยาการผสม หลังจากนั้นจะถูกแยกออกมาเป็นเฟสแก๊สซึ่งจะถูกรีไซเคิลนำกลับไปใช้ใหม่ ส่วนเฟสของเหลวที่เป็นเมทานอลจะถูกแยกออกจาก crude product ที่ยังมีค่า saponification number (มิลลิกรัมของ KOH ที่ต้องการทำให้กลายเป็นสบู่ของ 1 กรัมของสาร) อยู่ที่ 6-10 และจะถูกนำมากลั่นหลังจากที่มีการแยกเอาตัวเร่งปฏิกิริยาออกไปแล้ว และถ้ามีการใช้ reactor ที่เป็นแบบ

stainless steel จะสามารถประยุกต์ใช้เป็นกระบวนการไฮโดรจีเนชันโดยตรงกับ fatty acid ในกรณี
ที่ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นกรดได้ และจะทำให้สามารถใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นได้

การเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการทำไฮโดรจีเนชันของ
fatty acid ได้ถูกพัฒนาโดย Lurgi (Lurgi Life Science, 2001) ดังภาพที่ 17 และถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรม
การผลิตที่หลากหลาย กระบวนการนี้จะได้อัลกอฮอล์ไขมันเป็นจำนวนมาก โดยที่
ไฮโดรเจน, อัลกอฮอล์ไขมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาจะอยู่รวมกันเป็น slurry การดำเนินการ fatty
acid จะถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ เมื่อมีการไฮโดรจีเนชันในถังปฏิกรณ์ ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างช้า
ๆ และสภาวะที่เหมาะสมคือ 30 MPa และ 250-300 °C โดยที่จะมีการใช้ไปของตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ที่
5-7 กิโลกรัม/เมตริกตันของ fatty acid และ catalyst จะถูกแยกออกโดยการหมุนเหวี่ยง และ crude
fatty alcohol จะมี acid number น้อยกว่า 0.1 และ saponification number 2-5 จะถูกนำไปทำให้
บริสุทธิ์โดยกระบวนการกลั่น และสุดท้ายจะพบว่ากระบวนการนี้จะสามารถทำได้มากกว่า 99%
ส่วนการดำเนินการแบบต่อเนื่อง เมื่อมีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องเข้าทดแทนตัวเร่ง
ปฏิกิริยาที่เสื่อมไป จะทำให้สามารถรักษากัมมันตภาพ (activity) ของคอปเปอร์โครไมต์ให้คงที่ไว้
ได้



ภาพที่ 17 การทำไฮโดรจีเนชันแบบแวนลอยของ Fatty Acids (กระบวนการของ Lurgi)

โดยที่ a. Reactor, b.Heater, c. Hot separator, d. Cold separator, e. Flash drum,

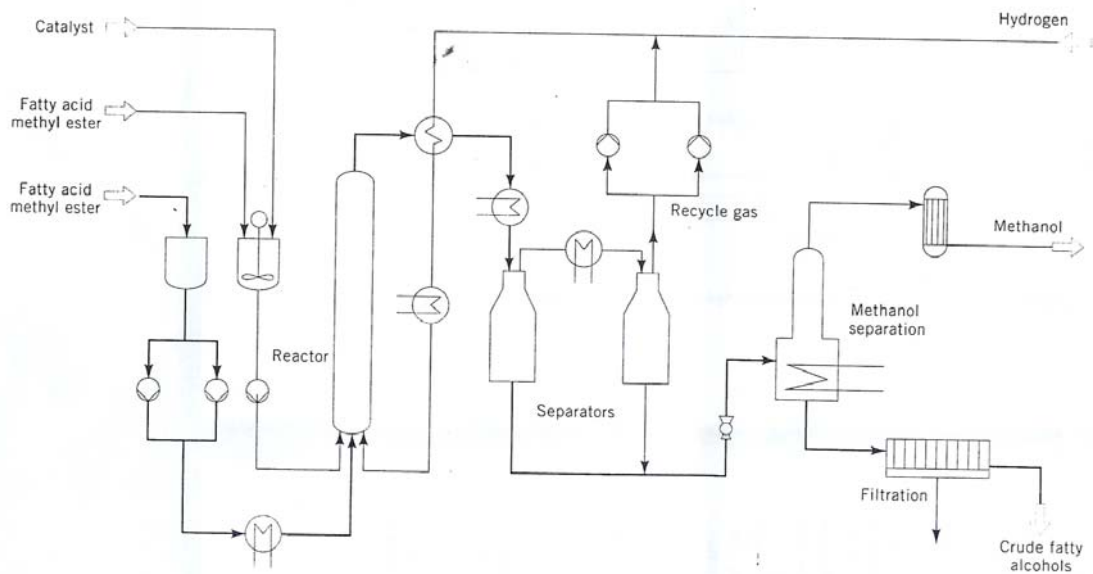
f. Catalyst Separation

(Lurgi Life Science, 2001)

(UDO R. KREUTZER, 1981)

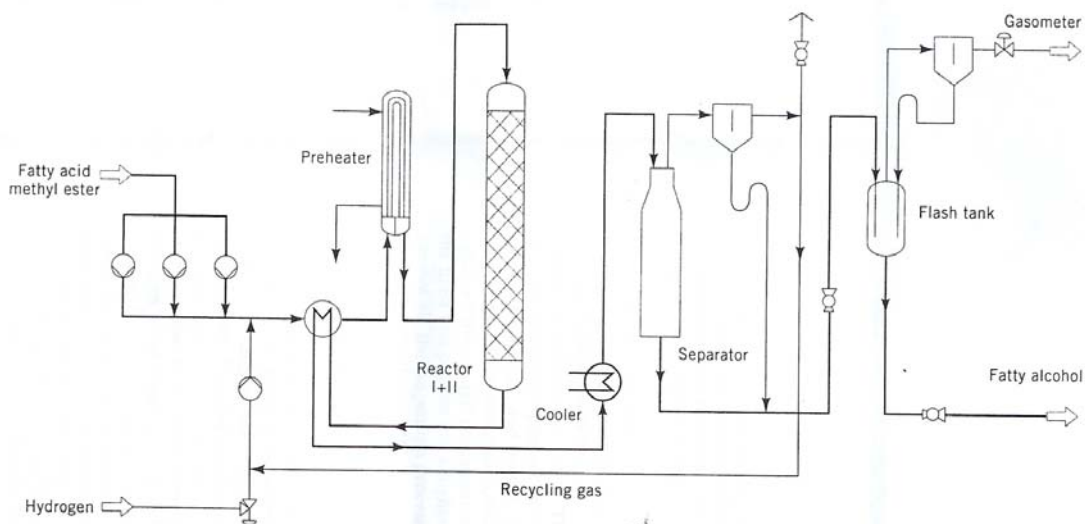
Manufacture of Fatty Alcohols Based on Natural Fats and Oils

เป็นกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันที่ความดันสูง และเป็นแบบ heterogeneous catalyst ที่เป็นแบบแขวนลอยและแบบเบคนิ่งแสดงดังภาพที่ 18 และ 19 โดยมีให้ความร้อนแก่เมทิลเอสเทอร์และแก๊สไฮโดรเจน 20 โมล/โมลเอสเทอร์ ก่อนป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ จากทางด้านล่าง และมี copper chromite catalyst อย่างน้อย 2% แขวนลอยในเมทิลเอสเทอร์จะถูกป้อนผ่านปั๊มเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ และทำ hydrogenation ที่ความดัน 250 – 300 bar และอุณหภูมิ 250-300 °C ผลึกภัณฑ์ข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นคือ การฟอร์มตัวของสารไฮโดรคาร์บอนเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงกว่าช่วงของอุณหภูมิที่อ้างถึง หลังจากการเกิดปฏิกิริยาแล้วสารผสมของแอลกอฮอล์ไขมันและเมทานอลจะถูกส่งไปยังหน่วย stripper เพื่อแยกเอทานอลออก และทำการกรองตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากแอลกอฮอล์ไขมัน โดยยังพบว่าแอลกอฮอล์ไขมันยังคงมีส่วนของเอสเทอร์เหลืออยู่ประมาณ 2 – 5 % สามารถเอาออกได้โดยทำการเติมสารอัลคาไลน์เพื่อทำให้เกิดสบู่ซึ่งจะยังคงอยู่ที่ส่วนล่าง และพบว่าการฟอร์มตัวของสารไฮโดรคาร์บอนถึง 2 – 3%



ภาพที่ 18 แสดงกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมัน โดยใช้ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันแบบแขวนลอย

(UDO R. KREUTZER, 1981)



ภาพที่ 19 แสดงกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมัน โดยใช้ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันแบบเบดนิ่ง

(UDO R. KREUTZER, 1981)

(M.Harrod, M.B. Macher, S.van den Hark, 2000)

Hydrogenation under Supercritical Single-phase Conditions

เป็นการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันโดยกระบวนการ hydrogenation ทั้งแบบ แวนดอลอยและแบบเบดนิ่ง ภายใต้เงื่อนไขของ supercritical single-phase ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่รุนแรง มีการคายความร้อนสูงและเร็วมาก ดำเนินการโดยใช้โพรเพนเป็นตัวทำละลายระหว่างเมทิลเอสเตอร์และแก๊สไฮโดรเจน และจะช่วยควบคุมการคายความร้อนของปฏิกิริยาได้เพราะมันจะทำตัวเป็น internal cooling medium ทำให้สามารถควบคุมเรื่องของอุณหภูมิได้ ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาข้างเคียงหรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (การฟอร์มตัวของ สารไฮโดรคาร์บอนหรือ coke) ก็จะลดลง โดยนำตัวทำละลายมาผสมกับแก๊สไฮโดรเจนและเมทิลเอสเตอร์หลังจากนั้นจึงนำไปสัมผัสกับตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่าเกิดอัตราการทำปฏิกิริยาที่สูงมาก ตัวที่จะมาเป็นข้อจำกัดในการทำปฏิกิริยานี้คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนที่พื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดลองทั้งหมดแล้วนั้นพบว่าความดันที่เหมาะสมที่สุดคือ 300 bar และอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแต่จะมีข้อจำกัดคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนบนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อ

อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ปฏิกิริยา hydrogenation สามารถปฏิบัติได้ประสบความสำเร็จคือ 100–300 °C เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาประมาณ 2–3 วินาที

หลักความจริงพื้นฐานจากสมาคมวิทยาศาสตร์

ข้อเท็จจริงจำนวนมากได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา

- เทคโนโลยีของ single phase มีความเป็นไปได้ในการที่จะควบคุมความเข้มข้นของไฮโดรเจนและ substrate ที่พื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา
- Supercritical fluid จะมีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มความเข้มข้นของทั้งไฮโดรเจนและ substrate ที่อุณหภูมิเดียวกัน
- Supercritical fluid จะเพิ่มความสามารถในการกระจายมากขึ้น
- Supercritical fluid จะสามารถปรับทั้งความสามารถในการละลาย และความสามารถในการกระจายได้
- ที่สภาวะเงื่อนไขแบบ single phase จะง่ายต่อการควบคุมอุณหภูมิภายในถึงปฏิกิริยามากกว่าที่ทำที่สภาวะแบบหลายเฟส
- สามารถทำได้ง่ายในแบบ scale up ของกระบวนการแบบ single phase มากกว่ากระบวนการแบบหลายเฟส

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันจากเมทิลเอสเตอร์น้ำมันปาล์ม ด้วยกระบวนการไฮโดรจีเนชันแบบแวนดอว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้พื้นฐานในการผลิตแอลกอฮอล์ไขมันจากเมทิลเอสเตอร์น้ำมันปาล์ม
2. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จะมีข้อมูลสะสมเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลทางด้านอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีของประเทศเพิ่มขึ้น