

# บทที่ 1

## บทนำ

### บทนำต้นเรื่อง

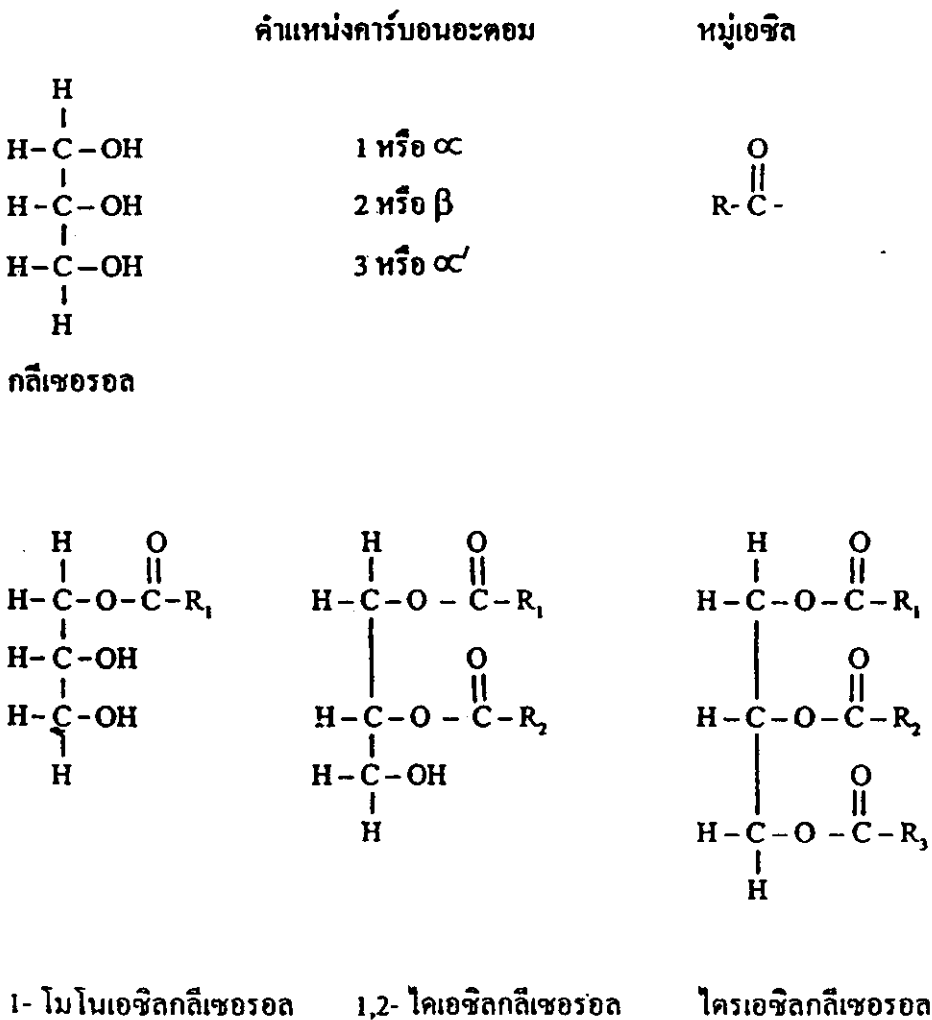
จากความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและการพัฒนาประเทศส่งผลให้ประเทศไทยต้องนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ประกอบกับราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกที่ค่อนข้างแปรปรวนในทิศทางที่สูงขึ้น และราคาน้ำมันพืชตกต่ำในบางช่วงเวลา ทำให้เกิดกระแสหันมาผลิตเชื้อเพลิงทดแทนจากพืชเกษตรเช่นปาล์ม มะพร้าว หรือน้ำมันใช้แล้ว โดยใช้กระบวนการทางเคมีทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้รับการพิสูจน์มาแล้วว่าเป็นเชื้อเพลิงสะอาดที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้ดี

ในปัจจุบันการผลิตเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซลยังอยู่ในระดับทดลอง ยังไม่ได้มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง เนื่องจากปัญหาด้านทุนการผลิตที่สูง โดยต้นทุนหลักในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ไบโอดีเซลจะเป็นราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งราคาของน้ำมันพืชซึ่งทำให้ราคาของไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะไม่ต่ำไปกว่าราคาน้ำมันดีเซลในท้องตลาด ซึ่งในเชิงเศรษฐศาสตร์ การผลิตไบโอดีเซลจึงยังเป็นกระบวนการที่ไม่คุ้มค่าการลงทุน ดังนั้นในทางที่จะขยายกระบวนการผลิตไบโอดีเซลไปสู่ระดับอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตพลอยได้ โดยในกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันนั้น จะเกิดกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ ดังนั้นแนวคิดในเชิงเศรษฐศาสตร์แนวหนึ่ง คือ การทำกลีเซอรอลให้บริสุทธิ์เพื่อที่จะได้ใช้ประโยชน์จากกลีเซอรอลนั้นต่อไป กลีเซอรอลที่บริสุทธิ์จะมีราคาสูงกว่าเมทิลเอสเทอร์ สำหรับในงานวิจัยนี้คณะผู้ดำเนินการวิจัยต้องการที่จะเสนอแนวทางในการนำกลีเซอรอลที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันที่ไม่ต้องผ่านการทำความสะอาดใดๆ มาทำปฏิกิริยากลิเซโรไลซิส (Glycerolysis) เพื่อให้ได้ผลผลิตคือโมโนกลีเซอไรต์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ในการผลิตอาหาร, ใช้ในการผลิต Alkyd resins, ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง, ยาง, และสิ่งทอ เป็นต้น โดยกระบวนการที่นำเสนอนี้จะช่วยลดขั้นตอนของการทำความสะอาดกลีเซอรอลที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซล และเป็นการแปลงสภาพของกลีเซอรอลที่เป็นผลผลิตพลอยได้ที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดหรือทำให้บริสุทธิ์ ให้เปลี่ยนเป็นผลผลิตที่มีราคาสูงมากขึ้น

## การตรวจเอกสาร

### 1. เอซิลกลีเซอรอล

เอซิลกลีเซอรอลหรือไขมันเป็นกลางเป็นเอสเตอร์ระหว่างกรดไขมันกับแอลกอฮอล์กลีเซอรอล ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อ พบทั่วไปในน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เอซิลกลีเซอรอลแบ่งออกเป็น ไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol, TAG), ไดเอซิลกลีเซอรอล (Diacylglycerol, DAG) และโมโนเอซิลกลีเซอรอล (Monoacylglycerol)



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของเอซิลกลีเซอรอล

ที่มา : อภัสสรฯ สมิตต์ (2537)

### 1.1 ไตรเอซิลกลีเซอรอลหรือไตรกลีเซอไรด์

ไตรเอซิลกลีเซอรอลหรือไตรกลีเซอไรด์เป็นเอซิลกลีเซอรอลที่พบมากที่สุด ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีพันธะเอสเทอร์กับหมู่ไฮดรอกซิลทั้งสามหมู่ของกลีเซอรอลด้าเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันเรียก ไตรเอซิลกลีเซอรอลธรรมดา (Simple triacylglycerol) เช่น ไตรปาล์มมิโตอิลกลีเซอรอล (Tripalmitoyl glycerol) แต่โดยทั่วไปจะประกอบด้วยกรดไขมันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเรียกว่า ไตรเอซิลกลีเซอรอลผสม (Mixed triacylglycerol) เช่น 1-ปาล์มมิโตอิลไดสเตอโรอิลกลีเซอรอล (1-Palmitoyl distearoyl glycerol) ในน้ำมันปาล์มมีโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว 2 ตำแหน่งมากที่สุดร้อยละ 48 รองลงมา คือ ไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว 2 ตำแหน่งร้อยละ 34.6 ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลมีผลโดยตรงกับการตกผลึกของน้ำมัน

ตารางที่ 1.1 การจำแนกชนิดของการเรียงตัวของกรดไขมันในโครงสร้างไตรเอซิลกลีเซอรอลของน้ำมันปาล์มตามคุณสมบัติความอิ่มตัว

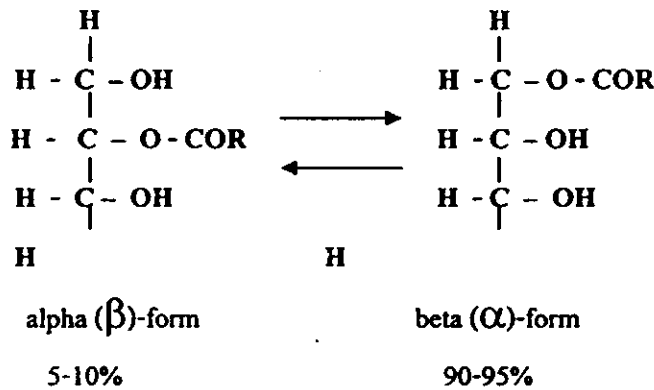
Triglyceride Type	Composition (%)
Trisaturated(GS <sub>3</sub> )	10.2
Disaturated (GS <sub>2</sub> U)	48.0
Monosaturated (GSU <sub>2</sub> )	34.6
Triunsaturated (GU <sub>3</sub> )	6.8

ที่มา : Hui (1996)

### 1.2 โมโน-และไดเอซิลกลีเซอรอล

โมโน-และไดเอซิลกลีเซอรอลเป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมันเพียงหนึ่งและสองโมเลกุลตามลำดับและมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเหลืออยู่ ถ้าเป็นโมโนเอซิลกลีเซอรอลจะมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเหลืออยู่ 2 หมู่ เอซิลกลีเซอรอลทั้งสองชนิดนี้ไม่ค่อยพบมากในธรรมชาติ แต่จะพบในไขมันที่เกิดจากการไฮโดรไลซิสที่ไม่สมบูรณ์ โดยจะมีประโยชน์ในการนำไปใช้ในการสังเคราะห์หรือดัดแปลงโครงสร้างไตรเอซิลกลีเซอรอลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหรือนำโมโนเอซิลกลีเซอรอลไปใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์อาหาร ยาและเครื่องสำอางชนิดต่างๆ (Rosu, et al., 1997)

โมโนกลีเซอไรด์โดยทั่วไปมีโครงสร้าง 2 ไอโซเมอร์คือแบบ  $\alpha$  และ  $\beta$  ดังแสดงในภาพที่ 1.2 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วโมโนกลีเซอไรด์จะมีโครงสร้างแบบ  $\alpha$  มากกว่าโครงสร้างแบบ  $\beta$  ที่มีความเสถียรที่ต่ำกว่า แต่ทั้งนี้การฟอร์มตัวของทั้งสองแบบจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย เช่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่สภาวะสมดุลโมโนกลีเซอไรด์จะมีโครงสร้างแบบ  $\alpha$  ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่สภาวะสมดุลมีโครงสร้างแบบ  $\alpha$  ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (Jungermann, 1991)



ภาพที่ 1.2 โครงสร้างของโมโนกลีเซอไรด์  
ที่มา : Jungermann (1991)

โมโนกลีเซอไรด์จัดอยู่ในพวก Nonionic surface-active materials ที่มี Polar group เป็นหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) และ Ester linkage โดยอิมัลซิไฟเออร์พวก Nonionic เป็น Emulsifying agents group ใหญ่ที่สุดและกำลังขยายตัวเร็วที่สุดเพราะไม่มีผลต่อความกระด้างของน้ำและ pH โมโนกลีเซอไรด์บางตัวจัดเป็นพวก Hydrophobic เช่น Glycerol monostearate แต่โมโนเอสเทอร์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวบางตัวเป็น Hydrophilic เช่น Monooleate

### 1.3 การใช้ประโยชน์จากโมโนเอซิลกลีเซอรอล

โมโนเอซิลกลีเซอรอลมีใช้กันมากเพื่อเป็นอิมัลซิไฟเออร์ในอุตสาหกรรมอาหาร ยาและเครื่องสำอาง (Thude *et al.*, 1997) นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ยาสีฟัน (Sonntag, 1982) Li และ Ward (1993) อธิบายว่าโมโนเอซิลกลีเซอรอลที่มี n-3-Polyunsaturated fatty acid เป็นองค์ประกอบ เช่น Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) สามารถช่วยป้องกันโรคต่างๆ ในคน ส่วน Monopentadecanoylglycerol ใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงรักษาเส้นผม (Hair care additive)

(Bornscheuer, 1995) ในอุตสาหกรรมยามมีการใช้โมโนเอซิลกลีเซอรอลเป็นสารช่วยยึดเกาะในยาเม็ด และผสมในตัวยาที่ต้องการให้ออกฤทธิ์นาน ส่วนอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้โมโนเอซิลกลีเซอรอลเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่, มากา린, ผลิตภัณฑ์นม, ลูกกวาดและเครื่องชूरส (Jackson and King, 1997) ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมีการใช้โมโนเอซิลกลีเซอรอลเป็น Texturing agent เพื่อให้ครีมหรือโลชั่นมีความเข้มข้น และปรับปรุงความหนืดของครีมหรือโลชั่น (Stevenson, *et al.*, 1993) นอกจากนี้ยังมีการใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผสมในน้ำมันสำหรับใช้ในเครื่องจักร เนื่องจากโมโนเอซิลกลีเซอรอลมีคุณสมบัติเป็นสารหล่อลื่น (Lubricant) และคุณสมบัติเป็นพลาสติก (Plasticizing) (Coteron, *et al.*, 1998)

สำหรับโมโนกลีเซอไรด์ Glycerol monostearate ที่ใช้เป็น Shortening agent ในการทำขนมเค้กอ่อนนุ่ม ทำให้ขนมฟูมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 6 - 11 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก และใช้เป็น Softening agent และ Antistaling agent (สารป้องกันราและกลิ่นอับ) ในขนมปัง นอกจากนี้ยังใช้ส่วนผสมในการทำเนยเทียม จะได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ตัว เมื่อถูกความร้อนจะหลอมตัวเป็นหยดของเหลวน้อยลงซึ่งนิยมใช้กันมากในการทำขนมหวาน, ตังเมและไอศกรีม

Glycerol oleostearate นิยมใช้เป็น Softening agent และ Antistaling agent (สารป้องกันราและกลิ่นอับ) ในขนมปัง

Glycerol monolaurate ใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในอาหาร เป็นสารหล่อลื่น เป็น Dispersing agent เป็นตัวลดการเกิดฟองในสารละลายของโปรตีนและสารอื่นๆ

Glycerol monooleate ใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารและยา

Glycerol monoricinoleate กินไม่ได้แต่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีมาก โดยใช้เป็น Plastisizer ในยางเทียมและเป็นตัวทำลายที่ทำให้สีน้ำมันละลายกับน้ำได้

นอกจากนี้ Glycerol monolaurate หรือ Monolaurin ยังมีสมบัติเป็นตัวยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อีกด้วย (Sprong, *et al.*, 1999)

ตัวอย่างโมโนกลีเซอไรด์ที่มีจำหน่ายทั่วไป ได้แก่

โมโนกลีเซอไรด์ของ Hydrogenated tallow หรือ Tallow fatty acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Palm oil หรือ Palmitic acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Rosin

โมโนกลีเซอไรด์ของ Coconut oil หรือ Coconut oil mixed fatty acids

โมโนกลีเซอไรด์ของ Myristic acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Lauric acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Mixed vegetable หรือ animal fats หรือ fatty acids

โมโนกลีเซอไรด์ของ Oleic acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Soya fat หรือ Soya fatty acid

โมโนกลีเซอไรด์ของ Lard

โมโนกลีเซอไรด์ของ Peanut oil

โมโนกลีเซอไรด์ของ Castor oil

ทั้งหมดเป็นโมโนกลีเซอไรด์ที่ใช้กันแพร่หลายและผลิตออกมามาก แต่ก็ยังมีโมโนกลีเซอไรด์อีกมากที่ยังไม่กล่าวถึงข้างต้น (นฤมล, 2521)

## 2. ปฏิกิริยาเคมีของกลีเซอรอล

การเกิดโพลิเมอร์ของกลีเซอรอลสามารถเกิดได้ในสภาวะ pH สูง (กรณีใช้ NaOH สูงและอุณหภูมิมากกว่า 200 องศาเซลเซียส) เกิดเป็น Polyglycerol โดยโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถเร่งการเกิด Polymerization (Garti, et al., 1981 , Ikuya, et al., 1990 และ Lutz, et al., 1998) กลีเซอรอลสามารถทำปฏิกิริยากับตัวเองได้เป็น Polyglycerol ดังภาพที่ 1.3

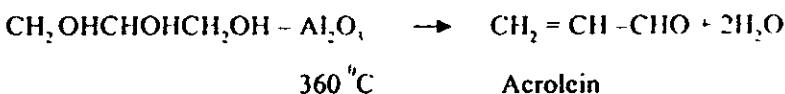


ภาพที่ 1.3 ปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ไร้เงื่อนไขของกลีเซอรอล

ที่มา : Jungermann (1991)

Polyglycerol เกิดได้โดยการให้ความร้อนกลีเซอรอลที่อุณหภูมิ 200-275 องศาเซลเซียส ในสภาวะปกติหรือลดความดัน โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมหรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์หรือโซเดียมอะซิแทล ปฏิกิริยาโดยทั่วไปจะควบคุมภายใต้บรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจน

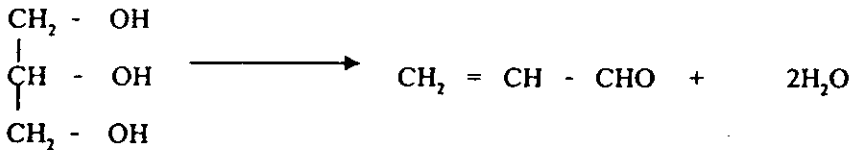
ปฏิกิริยา Dehydration ของกลีเซอรอลจะเกิด Acrolein มีลักษณะเป็นของเหลวใส จุดเดือด 52 องศาเซลเซียส มีกลิ่นฉุนที่แรงมาก ตัวอย่างการเกิด Acrolein ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ปฏิกิริยาการเกิด Acrolein

ที่มา : Jungermann (1991)

นฤมล (2521) กล่าวว่าที่อุณหภูมิตั้งแต่ 200 องศาเซลเซียส กลีเซอรอลจะแตกตัวให้ Acrolein และน้ำ ดังภาพที่ 1.5 สอดคล้องกับ Monick (1960) โดยปฏิกิริยาจะเกิดที่ pH ต่ำ



ภาพที่ 1.5 ปฏิกิริยาการแตกตัวของกลีเซอรอล  
ที่มา : นฤมล (2521)

### 3. การสังเคราะห์โมโนเอซิลกลีเซอรอลหรือโมโนกลีเซอไรด์ด้วยปฏิกิริยาเคมี

#### 3.1 การสังเคราะห์โมโนกลีเซอไรด์

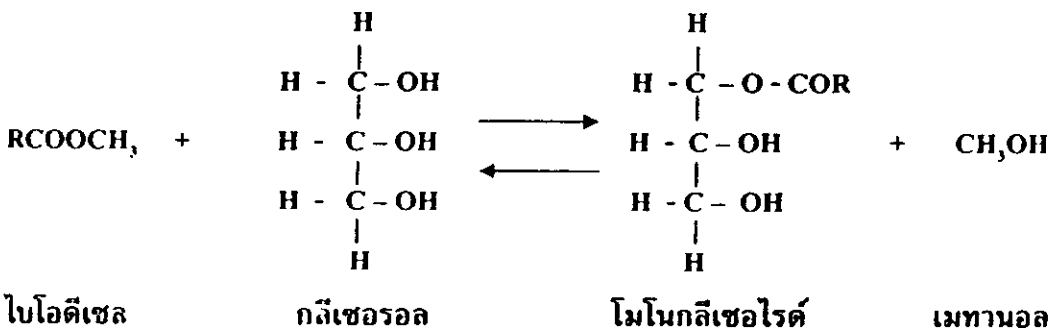
Hui (1996) ได้แบ่งการผลิตโมโนกลีเซอไรด์ออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1. การทำปฏิกิริยาเอสเตอร์ริฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน
2. การทำปฏิกิริยาของกลีเซอรอลฮาไลไฮดริน (Glycerol halohydrins) กับเกลือกรด

ไขมัน (Fatty acid salt) ของอัลคาไลน์เมทัล (Alkali metals) หรือซิลเวอร์ (Silver)

3. การทำปฏิกิริยาเอสเตอร์ริฟิเคชันของกลีเซอรอลกับไตรกลีเซอไรด์โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยในการทำปฏิกิริยา ซึ่งวิธีการนี้นิยมใช้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับกลีเซอรอลที่มากเกินไปและมีตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ของผสมที่ประกอบด้วยโมโนกลีเซอไรด์, ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา และตัวเร่งปฏิกิริยาเหลืออยู่

นอกจากนี้ Sonntag (1982) ได้อธิบายวิธีการผลิตโมโนกลีเซอไรด์โดยการทำปฏิกิริยาระหว่างเมทิลเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลกับกลีเซอรอล ดังแสดงในภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 ปฏิกิริยาการเกิดโมโนกลีเซอไรด์จากไบโอดีเซล

### 3.2 วิธีการผลิตโมโนกลีเซอไรด์ทางการค้า

การผลิตโมโนกลีเซอไรด์ในระดับอุตสาหกรรม จะผลิตได้จากกระบวนการทำปฏิกิริยาแบบแบทช์ (Batch process) โดยการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับกลีเซอรอลที่เกินพอ และมีตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยในการทำปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยทั่วไปมีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์อยู่ในช่วง 35 -50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือส่วนใหญ่จะเป็นไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ที่ไม่ทำปฏิกิริยาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ กลีเซอรอล 3 - 4 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันอิสระ 1 - 3 เปอร์เซ็นต์

การจะได้รับความเข้มข้นของโมโนกลีเซอไรด์ที่สูงขึ้นจากการใช้ดังปฏิกรณ์แบบ แบทช์สามารถทำได้โดยการเพิ่มสัดส่วนของกลีเซอรอลและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่สูงขึ้น แต่วิธีการนี้จะให้ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่ผลิตได้ต่อการทำปฏิกิริยาแต่ละแบทช์ที่น้อยกว่าสัดส่วนของไขมันที่ถูกใช้ไป ซึ่งทำให้กระบวนการนี้มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่ต่ำ โดยทั่วไปการทำให้ได้ความเข้มข้นของโมโนกลีเซอไรด์ที่สูงขึ้นจะใช้กระบวนการ Molecular distillation กระบวนการนี้จะให้ความเข้มข้นโมโนกลีเซอไรด์ประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจสูง

### 3.3 การผลิตโมโนกลีเซอไรด์ความเข้มข้นสูง

โดยทั่วไปปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่ได้หลังทำปฏิกิริยาไกลเซอไรไลซิสจะได้ประมาณ 35 - 50 เปอร์เซ็นต์ มีกรณีน้อยมากที่จะได้เปอร์เซ็นต์สูงถึง 55 - 60 เปอร์เซ็นต์ และจะมีไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาเหลืออยู่ด้วย กรณีหลังทำปฏิกิริยาได้โมโนกลีเซอไรด์ 35 เปอร์เซ็นต์ จะมีส่วนของไดกลีเซอไรด์เกิดขึ้น 46 - 48 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เหลือจะเป็นไตรกลีเซอไรด์ หากสามารถทำปฏิกิริยาแล้วได้โมโนกลีเซอไรด์ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือก็จะประกอบด้วยไดกลีเซอไรด์ประมาณ 40 - 41 % และไตรกลีเซอไรด์ 8 - 10 เปอร์เซ็นต์ (Hui, 1996)

Arrowsmith และ Ross (1945) ได้ใช้ไขมันวัวและกลีเซอรอลทำปฏิกิริยาที่ 210 - 220 องศาเซลเซียส โดยทำปฏิกิริยาภายใต้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวลไขมันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังทำปฏิกิริยาเสร็จก็ทำการลดอุณหภูมิและปล่อยให้กลีเซอรอลแยกชั้นตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกแล้วทำการแยกออกมา ตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกทำให้มีสภาพเป็นกลางด้วยการเติมกรดอะซิติกลงไป ทำการกลั่นโดยใช้อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส และใช้ความดัน 1 มิลลิเมตรปรอท ได้โมโนกลีเซอไรด์ สูงถึง 87 เปอร์เซ็นต์ของสารเริ่มต้น

Gooding และ Valteich (1940) ได้บรรยายถึงขั้นตอนทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์สุทธิที่สูง โดยการใช้น้ำมันถั่วลิสงกับ 300 ส่วนของกลีเซอรอลผสมกันและให้ความร้อนที่ 170 - 205 องศาเซลเซียส หลังจากให้ความร้อนเพื่อไล่น้ำออกแล้วก็เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 16.2 ส่วนลงไป กวนให้สารทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง การทำปฏิกิริยาจะ



เกิดขึ้นประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ มีกลีเซอรอลที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาและสบูโรเดียม 7 เปอร์เซ็นต์

สารหลังทำปฏิกิริยาที่เหลือ 500 ส่วน จะถูกทำให้เป็นกลางด้วย กลีเซอรอลคลอไฮดรินที่ 150 องศาเซลเซียส กลีเซอรอลที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาจะถูกแยกออกอย่างรวดเร็ว โซเดียมคลอไรด์ที่เกิดในกระบวนการทำให้เป็นกลางจะมารวมอยู่ในชั้นของกลีเซอรอลที่แยกชั้นออกมา ในชั้นของเอสเตอร์จะมีกลีเซอรอลเหลืออยู่ประมาณ 27.2 เปอร์เซ็นต์ ของกลีเซอรอลทั้งหมดที่ใช้ และมีโมโนกลีเซอไรด์สูงถึง 80 – 82 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันการผลิตเพื่อให้ได้ความเข้มข้นของโมโนกลีเซอไรด์ที่สูงขึ้น กระทำโดยกระบวนการ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการทำปฏิกิริยากลิเซโรไลซิสจะให้ความเข้มข้นของโมโนกลีเซอไรด์ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ สารหลังทำปฏิกิริยาจะถูกทำให้สะอาดขึ้นเพื่อกำจัดตัวเร่งปฏิกิริยาออกมา ขั้นตอนที่ 2 จะทำการแยกสารโดยการไ้การเซนตริฟิวด้วย Molecular still ใช้อุณหภูมิประมาณ 148.8 องศาเซลเซียส ความดัน 0.001 มิลลิเมตรปรอท

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและจัดสร้างชุดอุปกรณ์ในการทำปฏิกิริยากลิเซโรไลซิส
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยากลิเซโรไลซิส
3. เพื่อศึกษาปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยากลิเซโรไลซิส
4. เพื่อศึกษาการแยกและการทำให้โมโนกลีเซอไรด์บริสุทธิ์
5. เพื่อออกแบบดังปฏิกรณ์ในการทำปฏิกิริยากลิเซโรไลซิสในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและทำการคำนวณต้นทุนการผลิต

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เข้าใจกลไกการเกิดปฏิกิริยากลิเซโรไลซิสและสามารถหาสภาวะที่เหมาะสมที่จะนำกลีเซอรอลซึ่งเป็นพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลมาแปลงให้อยู่ในรูปของโมโนกลีเซอไรด์
2. นำไปสู่การพัฒนากระบวนการผลิตโมโนกลีเซอไรด์ในเชิงพาณิชย์
3. เป็นแนวทางการวิจัยสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันและกลีเซโรไลซิส
4. ผลจากงานวิจัยทำให้กระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงขึ้น เป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตไบโอดีเซลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสะอาดเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล