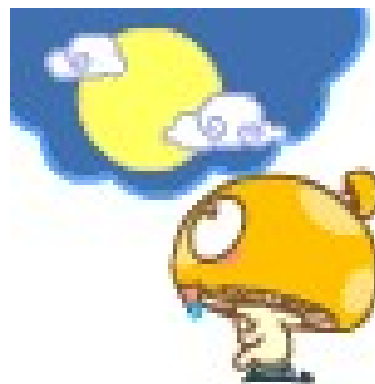


# ไบโอดีเซล

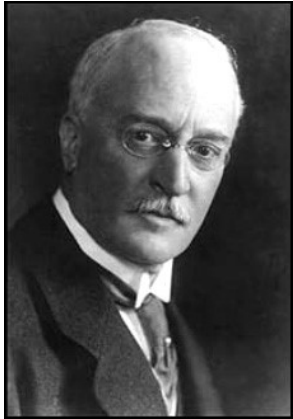




พระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว  
เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา  
เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2543

“...ท่านก็เสียเวลามาก เสียน้ำมันรถยนต์ซึ่งก็แพง เรายังเสียน้ำมันรถยนต์ที่แล่นมา ออกส่าห์ใช้รถคันเล็ก ๆ ไม่ให้เปลืองน้ำมันแล้วก็ไม่ใช้รถโบราณเป็นรถสมัยใหม่ กินน้ำมันน้อยหน่อย แต่น้ำมันสมัยใหม่มันแพง สมัยนี้อะไร ๆ ก็แพงขึ้นทุกที จะให้น้ำมันถูกลงมากก็ลำบาก นอกจากหาวิธีทำน้ำมันที่มีราคาถูกลงซึ่งกระทำได้เหมือนกัน ถูกลงกว่านิดหน่อย คือแทนที่จะใช้น้ำมันที่มีออกเทน 95 ก็ใช้ออกเทน 91 แล้วก็เติมแอลกอฮอล์เข้าไปนิดหนึ่ง ก็เป็นออกเทน 95 อาจจะเป็นได้ว่ารถจะไม่วิ่งเร็ว ก็ดีเหมือนกันรถไม่วิ่งเร็วเกินไปรถจะได้ไม่ชนมากเกินไปก็จะช่วยประหยัด ทั้งหมดนี้เป็นความคิดที่ให้ออเพียง...”

(คัดจากหนังสือ “พลังงานทดแทน เอทานอลและไบโอดีเซล”  
จัดทำโดย คณะกรรมการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร)



รูดอล์ฟ ดีเซล

Rudolf C. Diesel: 1858 - 1913

ได้กล่าวสุนทรพจน์ในปี 1912

“.....การใช้น้ำมันจากพืชผักสำหรับเครื่องยนต์ อาจจะดูไม่มีความสำคัญในวันนี้ แต่เมื่อน้ำมันชนิดนี้คิดค้นขึ้นมาแล้ว และเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสม น้ำมันตัวนี้แหละที่จะมีความสำคัญไม่แพ้้ำมันที่มาจากถ่านหินที่เป็นที่นิยมอยู่ในเวลานี้ ...”

# หลักการทํางานเครื่องยนต์ดีเซล

มี 4 จังหวะ คือ

1. จังหวะดูด
2. จังหวะอัด
3. จังหวะระเบิด
4. จังหวะคาย

# ปัญหา

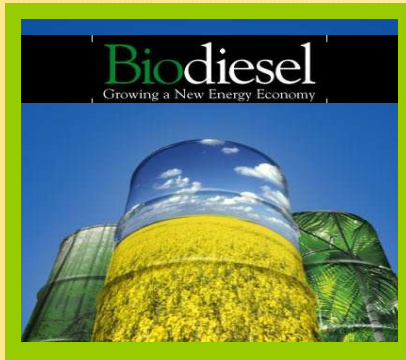
1. น้ำมันราคาสูง
2. ขาดแคลนน้ำมัน
3. เสียเงินตราต่างประเทศ



## น้ำมันไบโอดีเซล คืออะไร

คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตมาจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการที่ทำให้โมเลกุลเล็กลง ให้อยู่ในรูปของ เอทิลเอสเตอร์ (Ethyl esters) หรือ เมทิลเอสเตอร์ (Methyl esters) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากกว่า ไบโอดีเซล (B100) ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลเกรดที่ใช้กันในปัจจุบันในสัดส่วนร้อยละ 5- 10 (B5-B10) จะสามารถนำมาใช้งานในเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็นอย่างดี

**ไบโอดีเซล** เป็นน้ำมันที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้จากน้ำมันหรือไขมันของสัตว์หรือพืช หรือ น้ำมันที่ใช้แล้ว จากการทอดอาหาร



## ประเภทของไบโอดีเซล

1. ไบโอดีเซล (Straight Vegetable Oil) ที่ใช้น้ำมันของพืช หรือไขมันจากสัตว์โดยตรง เช่น ใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม หรือน้ำมันจากไขสัตว์ เช่น น้ำมันหมู เป็นต้น แต่น้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 11-17 เท่า และเกิดเป็นไขที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ยากต่อการป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้และทำให้หัวฉีดน้ำมันฉีดฉีดน้ำมันเป็นฝอยได้ยาก และเกิดการสันดาป ทำให้เกิดการจุดระเบิดยาก ส่งผลให้เครื่องยนต์ติดยาก และหลงเหลือคราบเขม่าเกาะที่หัวฉีด ผังลูกสูบ แหวนและวาล์ว จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้น้ำมันพืชไม่เหมาะที่จะใช้โดยตรงกับเครื่องยนต์



## ประเภทของไบโอดีเซล

2. ไบโอดีเซลแบบลูกผสม (Veggie / Kero Mix) เป็นการผสมน้ำมันพืช หรือน้ำมันจากสัตว์กับ “น้ำมันก๊าด” หรือ “น้ำมันดีเซล” เพื่อลดความหนืดของน้ำมันพืชลง เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ “น้ำมันดีเซล” ให้มากที่สุด ไบโอดีเซลที่ผสมกับน้ำมันมะพร้าว เรียกว่า โคโคดีเซล (Cocodiesel) แต่เนื่องจากราคาของน้ำมันก๊าดค่อนข้างสูงทำให้ใช้ปริมาณของน้ำมันก๊าดน้อยเกินไป ทำให้น้ำมันผสมที่ได้เมื่อนำไปใช้จึงเกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์จากปัญหาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันผสม

## ประเภทของไบโอดีเซล

3. ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ เป็นความหมายของ “ไบโอดีเซลที่แท้จริง” ที่เป็นที่ยอมรับและใช้ทั่วไป เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ “น้ำมันดีเซล” มากที่สุดทำให้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ ได้น้ำมันที่มีความคงตัวมากขึ้น สามารถนำไปเติมในเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด ทั้งเติมโดยตรงและผสมลงในน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ เช่น B5 หมายถึงการผสมไบโอดีเซลต่อน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 5:95 หรือ B100 ซึ่งเป็นน้ำมันไบโอดีเซล 100 % เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ต้นทุนการผลิตมีราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับไบโอดีเซลแบบอื่น ๆ

## ประเภทของไบโอดีเซล

3. ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ เป็นความหมายของ “ไบโอดีเซลที่แท้จริง” ที่เป็นที่ยอมรับและใช้ทั่วไป เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ “น้ำมันดีเซล” มากที่สุดทำให้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ ได้น้ำมันที่มีความคงตัวมากขึ้น สามารถนำไปเติมในเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด ทั้งเติมโดยตรงและผสมลงในน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ เช่น B5 หมายถึงการผสมไบโอดีเซลต่อน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 5:95 หรือ B100 ซึ่งเป็นน้ำมันไบโอดีเซล 100 % เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ต้นทุนการผลิตมีราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับไบโอดีเซลแบบอื่น ๆ

# การผลิตไบโอดีเซล

BIODIESEL PRODUCTION PROCESS



น้ำมันปาล์ม



น้ำมันพืชใช้แล้ว



แอลกอฮอล์+NaOH



ไบโอดีเซล



กลีเซอรอล



# เทคโนโลยีการใช้น้ำมันพืชทดแทนดีเซล

- ประเภท

1. การใช้น้ำมันพืชโดยตรง
2. การผสม: น้ำมันดีเซล + น้ำมันพืช + ตัวทำละลาย
3. การทำให้แตกตัวด้วยความร้อน (Thermal Cracking)
4. การทำเป็นไบโอดีเซล

- 1. การใช้น้ำมันพืชโดยตรง

- Dr. Rudolf Diesel ผู้ประดิษฐ์เครื่องยนต์ดีเซล ได้ใช้น้ำมันถั่วลิสงในงาน World Exhibition ที่กรุงปารีส ในปี ค.ศ. 1900
- ปัจจุบันมีการใช้กับเครื่องยนต์เกษตรกรรม
- มีการดัดแปลง Heater อุณหภูมิ เพื่อลดความหนืด



# เทคโนโลยีการใช้น้ำมันพืชทดแทนดีเซล

- 2. สูตรผสม: น้ำมันดีเซล + น้ำมันพืช + ตัวทำละลาย

- มีความพยายามที่จะผสมให้ได้สูตร

- ที่มีค่าความหนืดลดลง เช่น

- ดีเซลมะพร้าวสูตรทับสะแก สูตรบางคนที่ สูตรเชียงใหม่ และอื่นๆ

- สูตรที่ได้รับการรับรองคือ B5 ของ ปตท. (น้ำมันดีเซล 95%+  
น้ำมันปาล์ม 5%)

- **ข้อดี:** น้ำมันพืชช่วยหล่อลื่นเครื่องยนต์ ต้นทุนต่ำ ใช้กับเครื่องยนต์  
รอบต่ำได้ดี

- **ข้อเสีย:** โมเลกุลน้ำมันพืชยังมีขนาดใหญ่อยู่ มีโอกาสตกตะกอน  
ของน้ำมันพืช



# เทคโนโลยีการใช้น้ำมันพืชทดแทนดีเซล

- 3. การทำให้แตกตัวด้วยความร้อน (Thermal Cracking)
  - ใช้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1
  - การใช้ความร้อนภายใต้บรรยากาศที่ปราศจากอากาศหรือออกซิเจน
  - โมเลกุลเกิดการแตกตัวเล็กลง
  - **ข้อดี:** ใช้ได้กับไขมันสัตว์/น้ำมันพืชทุกประเภท
  - **ข้อเสีย:** ต้นทุนสูง ซับซ้อน อุณหภูมิสูง ไม่เหมาะกับขนาดเล็ก



# เทคโนโลยีการใช้น้ำมันพืชทดแทนดีเซล

- 4. การทำไบโอดีเซล
  - ใช้วิธีเคมีอย่างง่าย ระหว่างน้ำมันพืช กับแอลกอฮอล์ โดยมีตัวเร่งเป็นกรดหรือด่าง โดยปฏิกิริยาเรียกว่า ทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน
  - ตัดโมเลกุลให้เล็กลง 1 ใน 3 ทำให้ความหนืดลดลง
  - เรียกชื่อทางเคมีของไบโอดีเซลว่า **เมทิลเอสเทอร์ หรือ เอทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน**
  - ไบโอดีเซลสามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์
  - **ข้อดี:** ใช้ได้กับไขมันสัตว์/น้ำมันพืชทุกประเภท ต้นทุนต่ำ
  - **ข้อเสีย:** ใช้สารเคมี กระบวนการหลายขั้นตอน





# ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน - โมเลกุล

ปฏิกิริยา Transesterification (หรือปฏิกิริยา Alcoholysis) จะเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจาก Triglycerides ให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเตอร์ (Mono alkyl Ester) ได้แก่ เมทิลเอสเตอร์ (Methyl Ester) หรือ เอทิลเอสเตอร์ (Ethyl Ester) และกลีเซอริน (Glycerine หรือ Glycerol)



# การทำไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (ฉบับนักศึกษา)

ขั้นตอนการผลิตอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ หรือสารตั้งต้น
2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล)
3. การทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์

รูปแสดงการขั้นตอนการผลิตน้ำมัน  
เรียงจากซ้ายไปขวา น้ำมันพืชที่ใช้  
แล้ว , ปฏิกิริยาเคมี, ล้างน้ำ 1, ล้างน้ำ  
2, ล้างน้ำ 3, น้ำมันไบโอดีเซลพร้อม  
ใช้งาน



# รายละเอียดขั้นตอนที่ 1. ขั้นตอนการเตรียม วัตถุดิบ หรือสารตั้งต้น

วัตถุดิบหรือสารตั้งต้น ที่ใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลก็คือ น้ำมันพืช (สัตว์) เมทิลแอลกอฮอล์และ โซเดียมไฮดรอกไซด์  
สูตร การทำไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว = น้ำมันพืช(สัตว์) + ( แอลกอฮอล์ + โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ)

หรืออัตราส่วน น้ำมันพืช 1 ส่วน : แอลกอฮอล์ 20-25% : โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 ช้อนชา (ประมาณ 4 กรัม)

# รายละเอียดขั้นตอนที่ 1. ขั้นตอนการเตรียม วัตถุดิบ หรือสารตั้งต้น

ตัวอย่าง ต้องการทำไบโอดีเซล 500 ml หรือ 500 ซีซี. ต้องเตรียม  
วัตถุดิบดังนี้

- น้ำมันพืช 500 ซี.ซี.
- แอลกอฮอล์ 100-125 ซี.ซี. (ใช้ได้ทั้งเอทิลแอลกอฮอล์และเมทิลแอลกอฮอล์แล้วแต่จะหาได้ครับ)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) ½ ช้อนชา

## รายละเอียดขั้นตอนที่ 2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล) ดังนี้

1. นำน้ำมันพืชที่หามาได้กรองแยกเศษตะกอน เศษอาหารออกก่อน และต้องแน่ใจว่าไม่มีน้ำปะปน
2. ตวงน้ำมันที่ผ่านการกรองแล้วให้ได้ปริมาตร 500 ซี.ซี. แล้วนำไปอุ่นไฟให้ได้อุณหภูมิ 55 องศา แล้วเทใส่ในบีกเกอร์ หรือขวดแก้วเพื่อรอทำปฏิกิริยา
3. ตวงแอลกอฮอล์ ปริมาตร 100-125 ซี.ซี. ใส่ในขวดแก้ว
4. ตวงสารโซเดียมไฮดรอกไซด์(โซดาไฟ) ปริมาณ  $\frac{1}{2}$  ช้อนชา แล้วเทใส่ขวดแก้วที่บรรจุแอลกอฮอล์จากข้อ 3.

## รายละเอียดขั้นตอนที่ 2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล) ดังนี้

แล้วปิดฝาขวด เขย่าขวด จนสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ให้สังเกตระหว่างที่เขย่าขวดจะเกิดความร้อน และแก๊ส(แก๊สพิษอันตรายห้ามสูดดม) จึงต้องหมั่นเปิดฝาขวดเพื่อระบายแก๊สระหว่างที่ทำการเขย่าด้วย

5.เมื่อน้ำมันพืชที่นำไปอุ่นอุณหภูมิได้ 55 องศาแล้ว ให้นำแอลกอฮอล์ที่ผ่านการผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์จากข้อ.4 มาเทใส่ในบีกเกอร์น้ำมันพืชจากข้อ 2. โดยค่อย ๆ เทใส่พร้อมกับคนให้ทั่วจนกว่าจะเทแอลกอฮอล์หมด จากนั้นให้ทำการคนต่อไปอีก 10-15 นาที แล้วจึงปล่อยให้ทิ้งไว้

## รายละเอียดขั้นตอนที่ 2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล) ดังนี้

6. จะสังเกตได้ว่าทันทีที่เทแอลกอฮอล์ลงไปใส่น้ำมันพืช จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้สีน้ำมันพืชเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นทันที และจะเกิดแก๊ส ซึ่งเป็นแก๊สพิษอันตรายต่อสุขภาพห้ามสูดดมเด็ดขาด เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสารเคมี และเป็นการเกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรง จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ต้องค่อย ๆ เทใส่ลงใส่น้ำมันพืช

## รายละเอียดขั้นตอนที่ 2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล) ดังนี้

และถ้าการทำปฏิกิริยาคครั้งนี้เกิดเป็นขุ่นแข็งไม่เป็นของเหลวสีเหลืองใส เป็นว่าส่วนผสมปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไป แต่ถ้าใส่ในปริมาณที่น้อยเกินไปก็จะไม่เกิดเป็นไบโอดีเซลเช่นกันอีกทั้งยังเป็นอุปสรรคในขั้นตอนล้างน้ำมันอีกด้วย แต่ถ้าขบวนการแล้วมีปริมาณที่เหมาะสมจะเกิดเป็นไบโอดีเซลภายใน 30 นาที การแยกตัวของไบโอดีเซลและกลีเซอรินสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยด้านบนจะเป็นของเหลวสีเหลือง-น้ำตาล เรียกว่าไบโอดีเซล ส่วนด้านล่างเป็นของเหลวชั้นสีดำถ้าปล่อยให้ไว้นานจะเป็นก้อนแข็งสีดำ



## รายละเอียดขั้นตอนที่ 2. ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเคมี (ทำให้เกิดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล) ดังนี้

7. ทำการแยกน้ำมันไบโอดีเซลออกจากกรีนเซอร์ริน โดยค่อย ๆ รินออกจากบีกเกอร์ ใส่ในขวดน้ำอัดลมใบที่ 1 เพื่อนำไปสู่กระบวนการต่อไป



# รายละเอียดขั้นตอนที่ 3.การทำให้ไบโอดีเซล บริสุทธิ์

หมายถึง กระบวนการทำให้น้ำมันไบโอดีเซลมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจากฟอสซิล นั่นคือปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และไล่น้ำให้ปราศจากความชื้น ฯลฯ เป็นต้น หนึ่งในวิธีนั้นก็คือการล้างน้ำมันไบโอดีเซลด้วยน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกมีต้นทุนต่ำ จึงได้รับความนิยมอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งมีวิธีการดังนี้



# รายละเอียดขั้นตอนที่ 3.การทำให้ไบโอดีเซล บริสุทธิ์

1.นำน้ำมันไบโอดีเซลที่จากขบวนการทำปฏิกิริยาเคมี ใส่ในขวด  
น้ำอัดลมขวดที่ 1 แล้ว การล้างน้ำครั้งที่ 1 จะเริ่มจากการเติมกรดซัลฟู  
ริก (กรดเต็มแบตเตอรี่ในประมาณ 2-5 ซี.ซี. เพื่อลดความเป็นด่างของ  
น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการทำปฏิกิริยา เนื่องจากการทำปฏิกิริยาเคมี  
ในการเกิดไบโอดีเซล ย่อมเหลือความเป็นด่างสูงจากโซเดียมไฮดรอก  
ไซด์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง โดยคาดหวังว่า ระหว่างการล้างจะไม่ทำให้เกิดสบู่  
(สูตร สบู่ = ไนมัน + ด่าง + น้ำ) ซึ่งเป็นอุปสรรคในการล้างน้ำมันไบโ  
อดีเซลด้วยน้ำ

# รายละเอียดขั้นตอนที่ 3.การทำให้ไบโอดีเซล บริสุทธิ์

จากนั้นเทน้ำเปล่าลงไปในช่วงในปริมาณ 50-100 % ของน้ำมันที่จะล้าง  
ในที่นี่ใช้ประมาณ 200-400 ซี.ซี. ปิดฝาขวดแล้วทำการเขย่าขวด  
ประมาณ 10 นาที แล้วปล่อยให้ตั้งทิ้งไว้ รอจนกว่าน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ  
เกิดการแยกตัว ด้านบนจะเป็นของเหลวสีเหลืองน้ำตาล และด้านล่างจะ  
เป็นน้ำปนไขมัน โดยจะใช้เวลาประมาณ 30 นาทีถึงจะเกิดการแยกชั้น

# รายละเอียดขั้นตอนที่ 3.การทำให้ไบโอดีเซล บริสุทธิ์

2.แยกเอาส่วนที่เป็นน้ำมันเอามา โดยวิธีการค่อยรินออกมาใส่ขวดพลาสติกอีกใบ แล้วเติมน้ำเปล่าปริมาตร 50-100 % เหมือนในข้อที่ 1 แล้วเริ่มขบวนการล้างอีกครั้ง อีกประมาณ 2 ครั้ง (รวมทั้งหมด 3-4 ครั้ง)

3.นำน้ำมันที่ได้จากข้อ 2 นำไปต้มให้เดือด รอจนน้ำมันนิ่ง แล้วปล่อยให้เย็น นำไปกรองใช้งานได้

# การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช/สัตว์ ที่ใช้แล้ว



## แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอภิปรายความสำคัญและจำเป็นในการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้ทดแทนหรือร่วมกับพลังงานฟอสซิล
2. จงอธิบายความหมายของปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชั่น
3. ถ้าเป็นนักศึกษา จะใช้น้ำมันไบโอดีเซลหรือไม่ในชีวิตประจำวัน จงอภิปราย