



การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์  
โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา KF/CaO ในตัวทำละลายร่วม  
Biodiesel Production from Refined Palm Oil  
Using KF/CaO Catalyst in a Co-Solvent

จักรพงษ์ ไชยปรี<sup>1\*</sup> และ สรพงษ์ แสงสุวรรณ<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เป็นเบส KF/CaO โดยนำไปใช้งานในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ของเมทานอลกับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพื่อผลิตไบโอดีเซล โดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์ (KF) ที่มีความเข้มข้น 80% โดยน้ำหนัก เคลือบลงบนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งชนิดเบสแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ที่มีเตตระไฮโดรฟูแรน (THF) เป็นตัวทำละลายร่วม ที่สภาวะการทดลองคือ อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยา 65 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง จำนวนตัวเร่งปฏิกิริยา 10% โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันเท่ากับ 6:1 ให้ร้อยละของเมทิลเอสเทอร์เป็น 99.37

**ABSTRACT**

The research was studied solid base catalyst KF/CaO for transesterification reaction of methanol with refined palm oil to produce biodiesel. The catalyst using KF 80 wt.% coated on CaO solid base catalyst and using co – solvent, namely tetrahydrofuran (THF). The temperature for the reaction was 65 °C, 3 h. The catalyst of the reaction was 10 wt.% of refined palm oil. The molar ratio of methanol to oil was 6:1. Then the methyl ester was 99.37 %

**คำสำคัญ:** ไบโอดีเซล ตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

**Keywords:** Biodiesel, Catalyst, Transesterification reaction

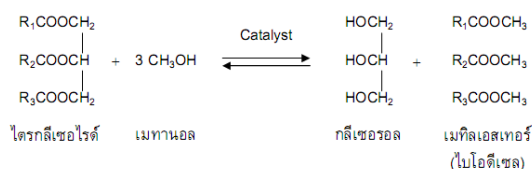
<sup>1</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

\*Corresponding Author, E-mail: chakkrapong@tsu.ac.th, kchakkrapong@yahoo.com

## บทนำ

จากปัญหาราคาน้ำมันปิโตรเลียมที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจโดยรวม และอาจเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้ เพราะประเทศไทยมีแหล่งน้ำมันดิบไม่เพียงพอกับความ ต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ขณะที่ความต้องการมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นลำดับ โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลที่ใช้ในภาคขนส่งเป็นหลัก ดังนั้น จึงต้องเร่งพัฒนาพลังงานทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม โดยเฉพาะพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล โดยการศึกษาวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบภายในประเทศ เช่น น้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใช้แทนน้ำมันดีเซล เรียกว่า ไบโอดีเซล (biodiesel) (Kandpal and Madan, 1994)

ไบโอดีเซล หมายถึง สารประกอบโมโน-อัลคิลเอสเทอร์ (mono-alkyl ester) ซึ่งเป็นผลผลิตจาก ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (transesterification) ของน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ (alcohol) และมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรดหรือเบส จะได้ผลผลิตเป็นเอสเทอร์ (ester) และผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้กลีเซอริน (glycerin) ซึ่งเราจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์นี้ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มี คุณภาพที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด เพราะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สมการเคมีสำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ของไตรกลีเซอไรด์

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ กรด เบสและเอนไซม์ การผลิตไบโอดีเซลในระดับอุตสาหกรรมนิยมใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์ชนิดเบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เนื่องจากเร่งปฏิกิริยาได้เร็วและมีราคาถูก อย่างไรก็ตามการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกับสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ การแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออก ทำได้ยาก ต้องใช้น้ำปริมาณมากและทำการล้างผลิตภัณฑ์หลายขั้นตอนก่อให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นการลดปัญหาดังกล่าวจึงมีการศึกษาการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดนี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ในสถานะแตกต่างกับสารที่ทำปฏิกิริยาสามารถแยกสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ออกมาจากตัวเร่งปฏิกิริยาได้ง่าย สามารถใช้ได้ใ้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิและ/หรือ ความดันสูงได้ ตัวเร่งปฏิกิริยามีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และอาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่ายกว่า

ณัฐมณฑน์ (2549) การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาในเรื่องของการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากผลิตภัณฑ์ เนื่องจากกระบวนการผลิตโดยทั่วไปนิยมใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ซึ่งประสบปัญหาในการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งมีความยุ่งยาก และมีส่วนทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณลดลง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุดในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มสเตียรีนกับเมทานอลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ที่มีแคลเซียมออกไซด์เป็นองค์ประกอบและหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำปฏิกิริยาเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลมากที่สุด โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิดได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไนเตรด ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ ( $\text{KNO}_3/\text{CaO}$ ) อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 – 30:1 อุณหภูมิ 50–90 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 200–1,000 รอบต่อนาที ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 0.5–3 และปริมาณของตัวทำละลายร่วมร้อยละ 0–35 จากการทดลองพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไนเตรดบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ในปริมาณร้อยละ 1 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ไบโอดีเซลได้สูงสุดร้อยละ 75.29 และมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 92.69 โดยทำปฏิกิริยาที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันคือ 30 ต่อ 1 ความเร็วรอบในการกวน 300 รอบต่อนาทีและปริมาณเตตระไฮโดรฟูแรนร้อยละ 10 ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้พบว่ามีความใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและอยู่ในกำหนดมาตรฐานของกระทรวงพาณิชย์ ยกเว้นค่าความหนืดที่มีค่า  $4.6 \text{ mm}^2/\text{s}$  ซึ่งยังคงสูงเกินกว่ามาตรฐานของกระทรวงพาณิชย์ที่กำหนดค่าความหนืดไว้ไม่เกิน  $4.1 \text{ mm}^2/\text{s}$

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการเลือกใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมที่มีประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดและเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของตัวเร่งปฏิกิริยาอีกด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้ได้สนใจตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เป็นเบสมากกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด

อื่น จึงได้ทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาเบส คือ  $\text{KF}/\text{CaO}$  เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลในอนาคต

## วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ (CaO)
  - 1.1 นำแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) ไปแคลไซน์ ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ (CaO)
2. การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์เข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์
  - 2.1 เตรียมสารละลายโพแทสเซียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก
  - 2.2 นำมาผสมบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ที่อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก
  - 2.3 จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
  - 2.4 จะได้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80% $\text{KF}/\text{CaO}$
3. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมัน
4. การสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันพืชที่ได้จากปาล์มน้ำมัน ดังต่อไปนี้ 6:1 9:1 12:1 15:1 และ 18:1 โดยเปรียบเทียบการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์เข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ (80%  $\text{KF}/\text{CaO}$ ) ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1:1 โดยการใช้ตัวทำละลายร่วม THF และไม่ใช้ตัวทำละลายร่วม THF โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักของน้ำมันที่ใช้ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 3 ชั่วโมง ดังรูปที่ 2



**รูปที่ 2** แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

5. การวิเคราะห์ทางองค์ประกอบเมทิลเอสเทอร์ในน้ำมันไบโอดีเซล

5.1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์-เอสเทอร์ริฟิเคชัน ส่วนที่เป็นชั้นของน้ำมัน ไปล้างด้วยน้ำ รอกการแยกชั้น และนำชั้นน้ำมันที่ได้ไปเติมโซเดียม-ไฮดรอกไซด์เพตแอนไฮดริส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

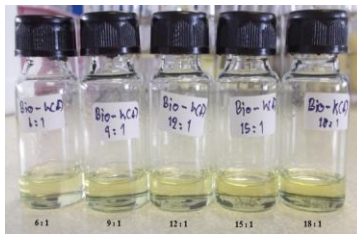
5.2 นำน้ำมันที่ได้ไปวิเคราะห์ทางองค์ประกอบเมทิลเอสเทอร์ในน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้โดยใช้เครื่อง thin layer chromatography-flame ionization detector (TLC-FID)

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

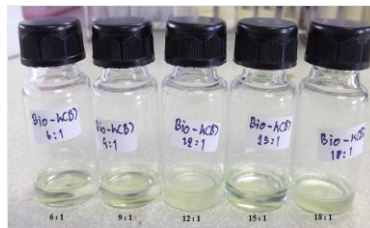
การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยค่าที่ได้จะไม่เกินค่ามาตรฐานได้เท่ากับ 0.48 mgKOH/g และจากการทดลองการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันของตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์ เข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ (80%KF/CaO) ไม่ใช้ตัวทำละลายร่วม THF และใช้ตัวทำละลายร่วม THF พบว่ามีลักษณะทางกายภาพที่ต่างกันแสดงดังรูปที่ 3 และ 4

จากรูปที่ 3 เป็นการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์ เข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ ที่ไม่ใช้ตัวทำละลายร่วม THF พบว่าตัวอย่างน้ำมันที่ได้จะมีลักษณะสีเหลืองเข้มกว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO+THF มีตัวเร่งปฏิกิริยาเหลืออยู่และมีกลีเซอรอลที่เป็นผลพลอยได้จากการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 4 เป็นการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมฟลูออไรด์ เข้มข้นร้อยละ 80 โดยน้ำหนักบนตัวรองรับแคลเซียมออกไซด์ ที่ใช้ตัวทำละลายร่วม THF มีสีเหลืองอ่อน และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเหลืออยู่ ตัวเร่งปฏิกิริยาเหลืออยู่แต่ไม่พบกลีเซอรอลและสบู่จากการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ยังมีกลิ่นของตัวทำละลายร่วมอยู่ด้วยในน้ำมัน แต่หลังล้างด้วยน้ำแล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เพตแอนไฮดริส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะทำให้ไม่มีกลิ่นของตัวทำละลายร่วม

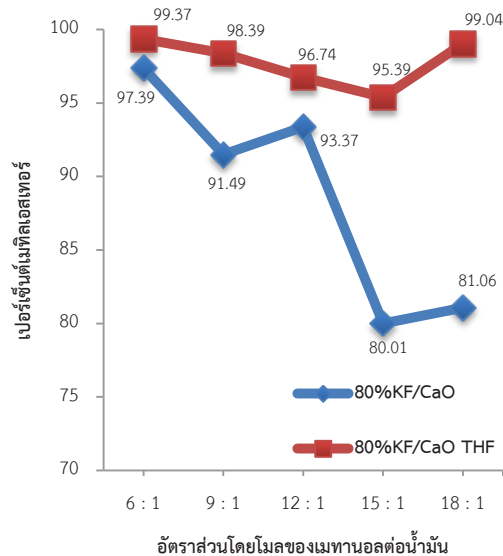
ผลจากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ในน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการสังเคราะห์ ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน เครื่อง thin layer chromatography-flame ionization detector (TLC-FID) แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 3 ตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO



รูปที่ 4 ตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO+THF



รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของไบโอดีเซลที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO และตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO+THF ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO ที่เติมตัวทำละลายร่วม THF ร้อยละ 60 โดยน้ำหนักต่อน้ำมันที่ใช้ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

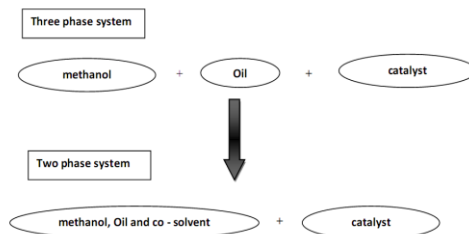
เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO ที่ไม่เติมตัวทำละลายร่วม THF จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน ของตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO ที่เติมตัวทำละลายร่วม THF ทุกอัตราส่วนโดยโมลของ

เมทานอลต่อน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์สูงกว่า ทุกอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ใช้ตัวเร่ง ปฏิกริยา 80%KF/CaO ที่ไม่เติมตัวทำละลายร่วม THF

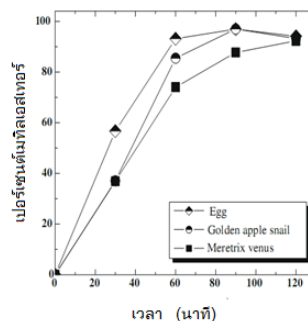
จากการทดลองพบว่าเตตระไฮโดรฟูแรน หรือตัวทำละลายร่วมทำให้การละลายเข้าด้วยกันของ เมทานอลกับน้ำมันสัมผัสกันได้ดี ทำให้สารตั้งต้นสัมผัส กันได้ดียิ่งขึ้นบนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกริยา และปฏิกริยา ดำเนินไปได้ด้วยเร็วขึ้น โดยจะไปมีผลทำให้จำนวนเฟส ในการทำปฏิกริยาลดลงจากสามเฟสเป็นสองเฟส ดัง แผนภาพจำลองการทำงานของตัวทำละลายร่วมในรูปที่ 6 มีผลให้การสังเคราะห์ไบโอดีเซลเป็นไปได้ง่ายขึ้น และได้ร้อยละโดยน้ำหนักและความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลในปริมาณสูงกว่าที่เวลาเท่ากัน (ณัฐมณฑน์, 2549)

จากรูปที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของไบโอดีเซลที่ใช้ตัวเร่งปฏิกริยาจาก

เปลือกไข่ Golden apple snail และ Meretrix venus ที่นำมาเผาด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกลายเป็น CaO นำไปผลิตไบโอดีเซลโดยใช้อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันเท่ากับ 18:1 อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกริยา 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จำนวนตัวเร่งปฏิกริยา 10 % โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองตัวเร่งปฏิกริยาจากเปลือกไข่ ให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงสุดร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับงานวิจัยนี้ จากรูปที่ 5 การผลิตไบโอดีเซล โดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยา 80%KF/CaO+THF ที่อัตราส่วน โดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันเท่ากับ 18:1 อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกริยา 65 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง จำนวนตัวเร่งปฏิกริยา 10 % โดยน้ำหนัก ให้ปริมาณ เมทิลเอสเทอร์สูงสุดร้อยละ 99.04 ซึ่งตัวทำละลายร่วม ทำให้การละลายเข้าด้วยกันของเมทานอลกับน้ำมัน สัมผัสกันได้ดี จึงทำให้ได้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงขึ้น



รูปที่ 6 แผนภาพจำลองการทำงานของตัวทำละลาย



รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของไบโอดีเซล ที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันเท่ากับ 18:1 อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกริยา 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จำนวนตัวเร่งปฏิกริยา 10 % โดยน้ำหนัก โดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยา Egg, Golden apple snail และ Meretrix venus นำมาเผาที่ 800 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกลายเป็น CaO (Viriya-empikul et al., 2010)

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO+THF ที่อัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 ให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงสุดร้อยละ 99.37 และการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO ที่อัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 ให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงสุดร้อยละ 97.39

อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันของตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO+THF ทุกอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลกับน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์สูงกว่าทุกอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 80%KF/CaO แสดงว่าตัวทำละลายร่วมทำให้การละลายเข้าด้วยกันของเมทานอลกับน้ำมันสัมผัสกันได้ดี ลด mass transfer ระหว่างเฟส ทำให้สารตั้งต้นสัมผัสกันได้ดียิ่งขึ้นบนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา และปฏิกิริยาดำเนินไปได้ด้วยเร็วขึ้นโดยจะไม่มีผลทำให้จำนวนเฟสในการทำปฏิกิริยาลดลงจากสามเฟสเป็นสองเฟส

## กิตติกรรมประกาศ

ทุนสนับสนุนการวิจัยงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยทักษิณ ปี 2552

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐมณีน ลีจินดา. (2549). การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มสดเดียวรินโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์. ปรินญาวิศวะกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Gao, L., Teng, G. and Xiao, G. (2010). Biodiesel from palm oil via loading KF/Ca-Al hydrotalcite catalyst. *Biomass and Bioenergy* 34(9): 1283-1288.
- Kandpal, J.B. and Madan, M. (1994). *Jatropha curcas*: a renewable source of energy for meeting future energy needs. *Technical Note* 6: 159-160.
- Liu, X., He, H. and Wang, Y.. (2008). Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a solid base catalyst. *Fuel* 87(2): 216-221.
- Viriya-empikul, N., Krasae, P., Puttasawat, B., Yoosuk, B., Chollacoop, N. and Faungnawakij, K. (2010). Waste shells of mollusk and egg as biodiesel production catalysts. *Bioresource Technology* 101(10): 3765-3767.
- Xie, W., Peng, H. and Chen, L. (2006). Calcined Mg-Al hydrotalcites as solid base catalysts for methanolysis of soybean oil. *Journal of Molecular Catalysis* 246: 24-32.

