ไบโอดีเซล: พลังงานจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

Biodiesel: Waste Vegetable Oil Energy

นิติพงศ์ ปานกลาง, สมชาย เบียนสูงเนิน, ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง*

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอผลการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อน เพื่อลดต้นทุนทางพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต จากการทดลองพบว่า ผลที่ได้ (Yield) ของเมทิลเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลมีค่าอยู่ระหว่าง 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ โดยจากน้ำมันพืชใช้แล้ว 1 ลิตร จะได้ปริมาณไบโอดีเซลเฉลี่ยประมาณ 735 มล. และคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้อยู่ในช่วงมาตรฐานของไบโอดีเซลชุมชน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน จากข้อมูลที่นำเสนอ แม้ว่าการผลิตไบโอดีเซลโดยไม่ใช้ความร้อน ผลที่ได้ของเมทิลเอสเตอร์จะต่ำเมื่อเทียบกับกระบวนการผลิตแบบใช้ความร้อน แต่ในอนาคตหากต้นทุนทางพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลสูงและไม่สามารถลดต้นทุนในส่วนดังกล่าวลงได้ การผลิตไบโอดีเซลโดยไม่ใช้ความร้อนถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสม โดยเฉพาะการผลิตในภาคชุมชนที่นำไปใช้กับเครื่องยนต์การเกษตร

คำสำคัญ: ทรานเอสเตอริฟิเคชั่น, ไบโอดีเซล, เมทิลเอสเตอร์

Abstract

This paper presents a non-thermal transesterification process for making biodiesel to reduce an energy production cost. From the experiments found that yield of methyl ester or biodiesel is equal to 70-80%, meaning for, one-liter of waste vegetable oil can transfer to 735ml of biodiesel. The characteristics of biodiesel from the experiments are qualified according to the standard announced by The Department of Energy Business, Ministry of Energy. From present data, although yields of methyl ester form non-thermal transesterification process is lower than thermal-transesterification process In the future, if the production cost of biodiesel from thermal transesterification is still rising up and yet no method could be used for cost reduction. The non-thermal transesterification process is the appropriate choice especially for household used for an agriculture engines.

Keywords: Transesterification, Biodiesel, Methyl ester

* ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
Email: p.nitipong@gmail.com

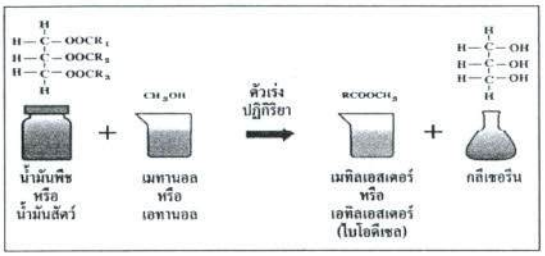
1. บทนำ

จากการคาดการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ นักธรณีวิทยา รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชนของหลายประเทศ ว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลกำลังจะหมดลงในเวลาไม่เกินสามสิบปีข้างหน้า [1] โดยจากข้อมูลการสำรวจของสถาบันสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Geological Survey: USGS) ทั้งโลกมีปริมาณน้ำมันดิบทั้งหมดที่คาดว่าจะผลิตขึ้นมาได้จากหลุมเจาะภายใต้สภาวะเศรษฐกิจและสภาพทางวิศวกรรมในปัจจุบัน (Estimated Ultimately Recoverable Reserves: EUR) อยู่ประมาณ 2 ล้านล้านบาร์เรล และปัจจุบันมีการขุดน้ำมันขึ้นมาใช้แล้วเกือบ 1 ล้านล้านบาร์เรล

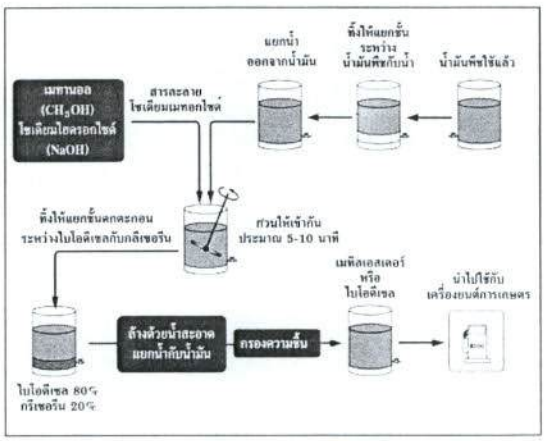
จากวิกฤติทางพลังงานที่นานาประเทศกำลังเผชิญหน้าอยู่ในปัจจุบัน ทำให้มีการนำพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ในหลากหลายรูปแบบมาใช้เพิ่มขึ้น อาทิเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานชีวมวล เป็นต้น บทความนี้ นำเสนอผลการผลิตไบโอดีเซล (Biodiesel) จากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อน (Non-Thermal Transesterification) โดยไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับน้ำมันปิโตรดีเซลและมีคุณภาพผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน [2] ตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

2. ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากพืชหรือน้ำมัน/ไขมันสัตว์ ไบโอดีเซลที่นิยมผลิตในปัจจุบันเป็นไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์ ซึ่งเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างน้ำมันพืชหรือน้ำมัน/ไขมันสัตว์กับแอลกอฮอล์ (เมทานอลหรือเอทานอล) ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับน้ำมันปิโตรดีเซลและสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างไม่มีปัญหา ซึ่งยืนยันได้จากรายงานการวิจัยใน เรื่องดังกล่าว [3,4,5,6] ไบโอดีเซลจัดว่าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลยังปลดปล่อยสารพิษในอัตราที่ต่ำกว่าการใช้ น้ำมันปิโตรดีเซล [7] การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช ใช้แล้วในปัจจุบันนิยมใช้กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่น เพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันพืชให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเตอร์ (Monoalkyl Ester) โดยทำปฏิกิริยา กับแอลกอฮอล์และใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากกระบวนการดังกล่าวจะทำให้เราได้ผลผลิต 2 ส่วน ได้แก่ ไบโอดีเซลและกลีเซอรีน กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นของน้ำมันพืชแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่น



รูปที่ 2 การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อน

กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนที่นำเสนอในบทความนี้ เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืชใช้แล้ว เมทิลแอลกอฮอล์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ภายใต้อุณหภูมิห้องประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการอุ่นน้ำมันด้วยความร้อนแต่อย่างใด ทั้งนี้ เนื่องจากองค์ประกอบของ

น้ำมันพืชใช้แล้วที่ได้รับความร้อนมาเป็นเวลานานนั้น องค์ประกอบในส่วนอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมีค่าค่อนข้างคงที่ ทำให้อุณหภูมิของการทำปฏิกิริยาไม่มีผลกระทบที่เป็นนัยสำคัญต่อเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลที่ได้มากนัก รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนโดยสังเขปของการผลิตไบโอดีเซลแบบไม่ต่อเนื่องด้วยกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อน

จากรูปที่ 2 การผลิตไบโอดีเซลจะเริ่มจากการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมากรองเพื่อเอาสิ่งปนเปื้อนออก ทิ้งไว้ให้น้ำและสารแขวนลอยตกตะกอนประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายโซเดียมเมทอกไซด์ ซึ่งประกอบด้วยเมทานอลในปริมาณ 20% ของปริมาตรน้ำมันพืชใช้แล้วและโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณ 6.5 กรัมต่อน้ำมันพืชใช้แล้ว 1 ลิตร (สามารถคำนวณหาปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมได้จากการทำไตเตรท) ผสมกับน้ำมันพืชใช้แล้วและกวนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันเป็นเวลาประมาณ 5 นาที [8] จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 8 ชั่วโมงจะเกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลและกลีเซอรีนโดยสมบูรณ์ ทำการแยกไบโอดีเซลที่ได้มาทำความสะอาดด้วยน้ำ 3 ครั้ง และนำไบโอดีเซลที่ผ่านการล้างแล้วไปผ่านอุปกรณ์กรองน้ำมันแบบแยกน้ำได้ ก็จะได้ไบโอดีเซล B100 พร้อมที่จะนำไปใช้งาน

ข้อด้อยอย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดของกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนคือ ปริมาณกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจะมีปริมาณมากกว่ากระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบใช้ความร้อน โดยจากการหาค่าเฉลี่ยของปริมาณกลีเซอรีนที่ได้เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนกับใช้ความร้อน พบว่า ปริมาณกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการไม่ใช้ความร้อนมีค่าประมาณ 27% ในขณะที่กระบวนการใช้ความร้อนปริมาณกลีเซอรีนที่ได้มีค่าประมาณ 15% (น้ำมันพืชใช้แล้วมีปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 2.15%)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ทดสอบโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ

คุณสมบัติ	ไบโอดีเซล B100	ข้อกำหนด[2]
เมทิลเอสเตอร์ (%wt.)	86.5	Na
ความหนืดจลน์ที่ 40 °C (cSt)	5.4	1.9-8.0
จุดวาบไฟ (°C)	173	มากกว่า 120
การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	Ia	ไม่เกิน No.3
กลีเซอรีนทั้งหมด (%wt.)	น้อยกว่า 0.04	ไม่เกิน 1.5
ค่าความเป็นกรด (mgKOH/g)	0.04	ไม่เกิน 0.8

3. การตรวจสอบคุณภาพไบโอดีเซล

มาตรฐานสำหรับไบโอดีเซลของประเทศไทยกำหนดโดยกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อควบคุมไบโอดีเซลให้มีคุณภาพ ไม่ส่งผลเสียต่อเครื่องยนต์ของผู้บริโภค มาตรฐานดังกล่าวแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ มาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) [2] และมาตรฐานไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน [9] ในบทความนี้ ได้ส่งไบโอดีเซล B100 ที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่น แบบไม่ใช้ความร้อน ไปตรวจสอบคุณภาพยังกรมวิทยาศาสตร์บริการ คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญและทำการทดสอบ ได้แก่ ปริมาณเมทิลเอสเตอร์ (% wt.), ค่าความหนืดจลน์ (cSt), จุดวาบไฟ (°C), การกัดกร่อนแผ่นทองแดงที่อุณหภูมิ 50°C, กลีเซอรีนทั้งหมด (% wt.) และความเป็นกรด-ด่าง (mgKOH/g) ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของไบโอดีเซลชุมชนที่กำหนดโดย กรมธุรกิจพลังงาน แสดงดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซล B100 กับข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) จะเห็นได้ว่า ไบโอดีเซลจากกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนดังกล่าว มีคุณสมบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งานกับ

เครื่องยนต์การเกษตรหรือเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กได้อย่างไม่มีปัญหา

4. การใช้งานไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ผู้วิจัยได้ร่วมมือกับโครงการวิจัย "บ้านพลังงานราชมงคล – ต้นแบบพลังงานทดแทนผสมผสานแบบบูรณาการเพื่อชนบทไทย" [10] ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้ไปใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.5 kW ผลการทดสอบเบื้องต้นอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ไบโอดีเซลที่ผลิตได้เมื่อนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 20% สามารถนำไปใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ แต่ทั้งนี้ ยังต้องทำการทดสอบการใช้งานในระยะยาว เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการทดสอบทำหน้าที่เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้า มีลักษณะการทำงานเป็นช่วงเวลา มีการเริ่มเดินและหยุดเดินเครื่องยนต์บ่อยครั้ง จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงผลกระทบของไบโอดีเซลต่อการใช้งานในลักษณะดังกล่าวเพิ่มเติม รูปที่ 3 แสดงการทดสอบใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสถานที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.5 kW

5. สรุป

ไบโอดีเซลจากกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนมีคุณสมบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์การเกษตรหรือเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน จากการวิจัย พบว่า ผลที่ได้ (Yield) ของเมทิลเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลจากกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนมีค่าอยู่ระหว่าง 70 – 80 เปอร์เซ็นต์

(ก) ผสมไบโอดีเซลกับปิโตรดีเซลในอัตราส่วน 20%

(ข) ทดสอบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไส้ขนาด 100W

(ค) สถานที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.5 kW ที่ใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

รูปที่ 3 การทดสอบใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.5 kW

ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีเปอร์เซ็นต์ของเมทิลเอสเตอร์ต่อน้ำหนักอยู่ที่ 86.5%, ความหนืดจลน์ที่ 40 °C เท่ากับ 5.4 cSt., จุดวาบไฟเท่ากับ 173 °C ดังนั้น กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบไม่ใช้ความร้อนนี้ น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับการผลิตไบโอดีเซลในระดับชุมชนหรือครัวเรือน อันจะช่วยลดต้นทุนทางพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตลงได้

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการออกแบบเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ประจำปี พ.ศ. 2550 และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยต่อเนื่องจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีประจำปี 2551 ภายใต้โครงการการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล โดยใช้พัลส์สนามไฟฟ้าแรงสูง ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กุลศิริ เจริญสุภกุล, "เศรษฐกิจไฮโดรเจน: การปฏิบัติเครือข่ายและการจัดสรรพลังงานโลก", โครงการจัดพิมพ์คบไฟ, กรุงเทพฯ, 2549
2. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549.
3. อิทธิพล วรพันธ์ และคณะ, "การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์", การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18,18 – 20 ตุลาคม 2547, จังหวัดขอนแก่น.
4. กุลเชษฐ์ เพียรทอง และคณะ, "การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วขนาด 150 ลิตรต่อรอบการผลิตและการใช้งานกับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก", การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11 – 13 พฤษภาคม 2548, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน อ.พัทยา จ.ชลบุรี.
5. นุภาพ แย้มไตรพัฒน์, "การศึกษาเชิงทดลองการใช้น้ำมันไบโอดีเซลทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับเครื่องยนต์ดีเซล", การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, 23 – 25 พฤษภาคม 2550,โรงแรมใบหยกสกาย จ.กรุงเทพฯ.
6. กรมธุรกิจพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), โครงการการส่งเสริมการผลิตการใช้ไบโอดีเซลในระดับชุมชน (ทดสอบการใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์การเกษตรอเนกประสงค์), รายงานฉบับสมบูรณ์, 2550.
7. K. Shaine Tyson, "Biodiesel Handling and Use Guidelines", National Renewable Energy Laboratory , U.S. Department of Energy, Octorber, 2004.
8. ธนาทิพย์ อัศวผดุงสิทธิ์ และคณะ, "ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยเมทานอลโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา", วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์, ปีที่ 3 ฉบับที่ 2, หน้า 139-149, 2547.
9. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550.
10. โครงการวิจัยบ้านพลังงานราชมงคล – ต้นแบบพลังงานทดแทนผสมผสานแบบบูรณาการเพื่อชนบทไทย, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2550