

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วขนาด 150 ลิตรต่อรอบการผลิตและการใช้ งานกับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก

Production of biodiesel from used cooking oils at 150 liter/batch and performance test in small engine

กุลเชษฐ์ เพียรทอง อธิพิพล วรพันธ์ ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ พิศาล สมบัติวงศ์ นิมิตรมงคล สุดเสนห์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190
โทร 0-4528-8400 ต่อ 3382 โทรสาร 0-4528-8378 E-mail: K.pianthong@ubu.ac.th

Kulachate Pianthong Ittipon Worapun Prachasanti Thaiyasuit Pisarn Sombatwong Nimitmongkon Sudsane
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani 34190, Thailand
Tel: 0-4528-8400 Ext. 3382 Fax: 0-4528-8378 E-mail: K.pianthong@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเพื่อที่จะให้ได้ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ต่อหนึ่งรอบการผลิตมากที่สุดจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่สร้างขึ้นเองแบบกะขนาด 150 ลิตร ซึ่งการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนคือนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาทำปฏิกิริยากับเมทานอล ด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และได้กำหนดตัวแปรที่จะศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้คือ อุณหภูมิในระหว่างทำปฏิกิริยากำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 50-65 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 1 – 4 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าจะได้ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลมากที่สุดคือ 88 % เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิในระหว่างทำปฏิกิริยาเป็น 60 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่ผลิตได้และผสมกับน้ำมันดีเซลในส่วนผสมต่างๆไปทดสอบใช้กับเครื่องยนต์เพื่อการเกษตรขนาดเล็ก 1 สูบพบว่าเครื่องยนต์เดินได้ปกติและไม่มีปัญหาเครื่องยนต์เดินสะดุด การทดสอบสมรรถนะในเบื้องต้นพบว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลมาตรฐานโดยที่ค่าแรงบิดและกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะต่ำลงประมาณ 5-10%เมื่อใช้ไบโอดีเซล 100%เป็นเชื้อเพลิง ในส่วนของเรื่องผลกระทบต่อเครื่องยนต์ในระยะยาวกำลังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยต่อไป

คำสำคัญ; ไบโอดีเซล/น้ำมันพืชใช้แล้ว/ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

Abstract

This paper presents the method to produce the maximum yield of biodiesel from used vegetable oil. The process and necessary equipment are designed for making biodiesel at 150 liter/batch. Transesterification process is adopted by using sodium hydroxide as the catalyst while the reaction temperature rang is

50-65 °C. The reaction time is between 1-4 hrs. The maximum yield of 88 % is obtained from the reaction temperature of 60 °C for 2 hrs mixing period. Then biodiesel is mixed with standard diesel fuel at various ratios and tested in a small single cylinder engine. It was found that the engine performance was quite similar using both fuels. However, the engine using biodiesel (100%) showed lower torque and power, around 5-10%, than to those using standard diesel. Long term effect of biodiesel to engines is also under investigated.

Keywords; Biodiesel/ waste vegetable oils/ Transesterification

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ประเทศไทยเราประสบกับปัญหาทางด้านพลังงานซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญโดยเฉพาะพลังงานที่เป็นเชื้อเพลิงปิโตรเลียมซึ่งประเทศไทยเราต้องนำเข้ามูลค่าหลายหมื่นล้านบาทต่อปีและจากการที่ราคาน้ำมันมีการปรับตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องในขณะนี้ทำให้ปัญหานี้ทวีความรุนแรงขึ้นมากอีก จากปัญหาดังกล่าวนี้ทำให้ภาครัฐหันมาส่งเสริมเกี่ยวกับการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานที่ผลิตได้เองภายในประเทศเพื่อเป็นการทดแทนการนำเข้าพลังงานได้ในส่วนหนึ่งและพบว่าพลังงานทดแทนที่ได้รับความสนใจและกล่าวขานกันมากในขณะนี้คือ การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยเฉพาะน้ำมันพืชที่ใช้แล้วพบว่าสถานประกอบการอุตสาหกรรมอาหารและตามครัวเรือนมีน้ำมันที่เหลือจากการกระบวนการผลิตและการใช้งานประมาณ 16,490,676 ลิตรต่อปี [1] บางส่วนมีการนำไปประกอบอาหารซ้ำซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยที่จะนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซลซึ่งผู้วิจัยและคณะก็ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มาโดยตลอดโดยได้ทดลองนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบไบโอดีเซลโดยได้ทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการซึ่งผลการทดลองพบว่าเมื่อนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้ไปทดสอบสมบัติในเบื้องต้นพบว่ามีความ

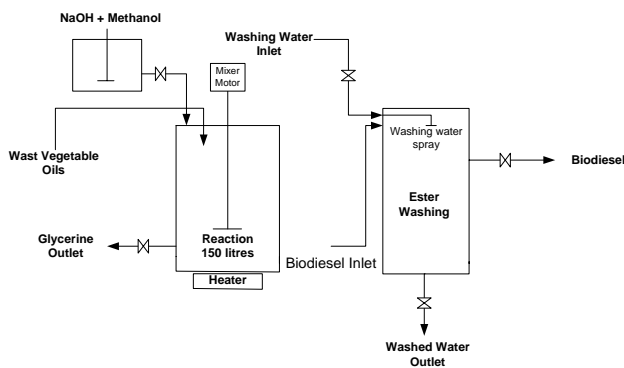
ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานและให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงสมรรถนะที่ได้จากน้ำมันดีเซล [2] ดังนั้นการวิจัยศึกษาวิธีการสังเคราะห์น้ำมันพืชใช้แล้วเหล่านี้ให้เป็นไบโอดีเซลย่อมเป็นสิ่งที่ดีและมีความจำเป็นสำหรับประเทศไทยเราโดยเฉพาะการมีเครื่องผลิตไบโอดีเซลที่สามารถผลิตขึ้นใช้เองซึ่งจะเป็นการช่วยลดการสูญเสียเงินตราจากการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบแบบกะขนาด 150 ลิตรต่อการผลิตโดยมีจุดมุ่งหมายให้สามารถผลิตขึ้นใช้ตามครัวเรือนได้ จากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วเพื่อที่จะให้ได้ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ต่อหนึ่งรอบการผลิตมากที่สุดและนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ทางภาคสนามขนาดเล็กเพื่อศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์

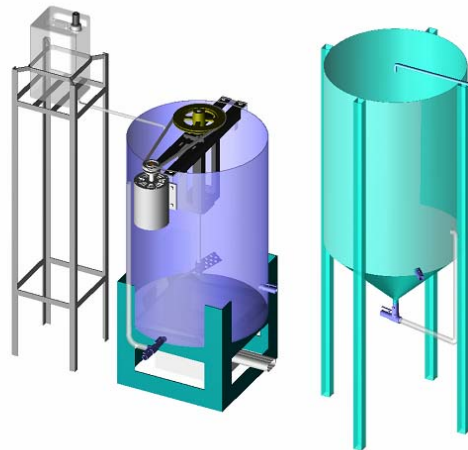
2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 เครื่องผลิตไบโอดีเซล (เครื่องต้นแบบ)

เครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบเป็นเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ (batch) โดยมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 1 แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือส่วนของถังผสมสารเคมีประกอบด้วยถังผสมสารเคมี ชุดกวนสาร และขาตั้ง ส่วนที่ 2 คือส่วนของชุดผลิตน้ำมันไบโอดีเซลประกอบด้วยขาตั้ง ถังปฏิกรณ์ ชุดใบกวน และ ชุดให้ความร้อน และส่วนสุดท้ายส่วนที่ 3 คือส่วนของถัง washing ประกอบด้วยถังทรงกรวย ท่อสเปรย์น้ำ โดยในส่วนต่างๆจะมีรายละเอียดของส่วนประกอบดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 และมีหลักการการทำงานดังนี้ ในส่วนที่ 1 จะทำหน้าที่ในการผสมสารเคมีที่จะใช้ในการผลิตไบโอดีเซลซึ่งประกอบโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล ส่วนที่ 2 จะทำหน้าที่เป็นถังปฏิกรณ์เคมีสำหรับผลิตไบโอดีเซล และส่วนที่ 3 จะทำหน้าที่เป็นถังล้างสารเคมีต่างๆที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาขณะผลิตไบโอดีเซลเพื่อที่จะให้ไบโอดีเซลมีความบริสุทธิ์มากขึ้น



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ



รูปที่ 2 แบบของเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ



รูปที่ 3 รูปเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะที่สร้างขึ้นมา

2.2 การทดลองผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบ

วิธีการผลิตไบโอดีเซลระดับ Pilot scale จากเครื่องผลิตต้นแบบ

เตรียมน้ำมันพืชที่ใช้แล้วปริมาณ 150 ลิตร ที่จะใช้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ปั่นผสมกันในถังปฏิกรณ์พร้อมทั้งให้ความร้อนเพื่อละลายไขมัน ดังรูปที่ 4 และนำตัวอย่างน้ำมันไปไทเทรตหาปริมาณของ ตัวเร่งปฏิกิริยา ที่จะใช้ในกระบวนการผลิต เตรียมเมทานอลที่จะใช้ในกระบวนการผลิต จำนวน 30 ลิตรแล้วกวนผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน N (ได้จากการคำนวณ) [3] ในถังผสมสารเคมี จะได้สารละลาย Sodium methoxide ที่จะนำไปผสมกับน้ำมันพืชใช้แล้วต่อไป จากนั้นอุ่นน้ำมันในถังปฏิกรณ์ให้มีอุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียสตามที่ต้องการ เปิดวาล์วให้สารละลายค่อยๆไหลเข้าผสมขณะที่ปั่นผสม โดยใช้เวลาในการปั่นผสมประมาณ 30 นาที แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมงเพื่อให้การทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์ที่สุดแล้ว ก็จะมีการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับกลีเซอริน จากนั้น เปิดวาล์วเพื่อแยกเอาน้ำมันไบโอดีเซลออกจากกลีเซอรินเพื่อทำการ Washing ต่อไป



รูปที่ 4 น้ำมันพืชใช้แล้วที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

เนื่องจากยังมีสารเคมีบางส่วนยังคงตกค้างในน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งจากการสังเกตในห้องปฏิบัติการพบว่าสารเคมีพวกนี้จะค่อยๆ แยกออกมา ซึ่งใช้เวลานานมาก และสารตกค้างเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล กระบวนการในการแยกสารเหล่านี้เรียกว่ากระบวนการ Washing คือการล้างสารเคมีออกโดยการใช้น้ำสะอาดที่มีค่า pH เป็นกลางฉีดเป็นฝอยผ่านน้ำมันไบโอดีเซล โดยใช้น้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันไบโอดีเซล แล้วปล่อยให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำ จำนวนครั้งในการ washing ขึ้นกับความสะอาดของน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งสังเกตได้จากลักษณะสีของน้ำที่แยกชั้นออกมาข้างล่างซึ่งถ้าน้ำมันสะอาดแล้วน้ำมันจะมีลักษณะใสดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 สีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากเครื่องต้นแบบก่อนและหลังทำ Washing

จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าสีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผ่านการทำ Washing แล้วนั้นจะใสกว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ยังไม่ผ่านการ washing และมีลักษณะใกล้เคียงกับสีของน้ำมันดีเซลมากกว่า

ตัวแปรที่ศึกษา

ในงานวิจัยนี้ในส่วนของการทดลองผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบนั้นจะกำหนดตัวแปรในการทดลองเพียงแค่ 2 ตัวแปรคือจะศึกษา อุณหภูมิของน้ำมันขณะทำปฏิกิริยา และเวลาในการทำปฏิกิริยาเพียงเท่านั้น ส่วนแอลกอฮอล์และตัวเร่งปฏิกิริยาจะใช้เมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ในทุกครั้งของการทดลอง โดยเริ่มต้นด้วยการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ปริมาณของไบโอดีเซลต่อการผลิตสูงสุดซึ่งปริมาณของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ (Yield) หาได้จากปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ทั้งหมดหารด้วยปริมาณส่วนผสมของสารตั้งต้นทั้งหมดตั้งสมการ

$$\text{Yield} = \frac{\text{ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ทั้งหมด (ลิตร)}}{\text{ปริมาณส่วนผสมของสารตั้งต้นทั้งหมด (ลิตร)}} \times 100 \quad (1)$$

หลังจากได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอดีเซลแล้วนั้น ก็ได้ใช้สภาวะดังกล่าวมาผลิตไบโอดีเซลในระดับ Pilot scale จากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่มีความสามารถในการผลิตครั้งละ 150 ลิตร

ขั้นตอนการทดลอง

นำน้ำมันพืชใช้แล้วจำนวน 150 ลิตรมากรองด้วยผ้าแล้วปล่อยให้ไวให้ตกตะกอนจากนั้นนำน้ำมันมาใส่ลงในถังปฏิกรณ์แล้วกวนให้น้ำมันเป็นเนื้อเดียวกัน ผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของน้ำมันพืชซึ่งได้จากการไทเทรตในห้องปฏิบัติการ) กับเมทานอล (ใช้สัดส่วนเมทานอลต่อน้ำมันพืชในสัดส่วน 1:5) [3] แล้วค่อยปล่อยสารผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอลจากถังเก็บลงไปในถังปฏิกรณ์ซึ่งมีน้ำมันอยู่แล้วแล้วอุ่นน้ำมันให้มีอุณหภูมิตามที่ต้องการศึกษา ปั่นด้วยใบพัดที่ต่อกับมอเตอร์เป็นเวลา 30 นาทีแล้วปล่อยให้ไวให้เกิดปฏิกิริยาตามเวลาที่ต้องการศึกษา จากนั้นนำน้ำมันเข้าสู่ถัง washing ล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวน 3 ครั้งสุดท้ายจะได้น้ำมันไบโอดีเซลแล้วนำไปตวงเพื่อหาปริมาณของผลที่ได้ต่อไป

2.3 การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้กับเครื่องยนต์

การทดสอบจะใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น D-800 เป็นเครื่องยนต์ในการทดสอบโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 โดยน้ำมันไบโอดีเซลที่นำมาใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้จะนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยมีรายละเอียดของน้ำมันที่จะทดสอบกับเครื่องยนต์ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

Model	D-800 (Mitsubishi Diesel Engine)
Bore x Stroke	82 x 78 mm.
number of cylinder	1

Piston volume	411 cc
Link ratio	3.54
Maximum output	8.0 PS / 2400 rpm
Maximum torque	2.6 kg-m / 1900 rpm
Compression ratio	18.0

ตารางที่ 2 รายละเอียดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนต่างๆที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่องยนต์

ชนิดที่	น้ำมันผสม (โดยปริมาตร)
1	น้ำมันดีเซล 100 %
2	น้ำมันไบโอดีเซล 100 %
3	น้ำมันไบโอดีเซล 75 %
4	น้ำมันไบโอดีเซล 50 %
5	น้ำมันไบโอดีเซล 25 %

สำหรับน้ำมันไบโอดีเซลที่จะนำมาทดสอบกับเครื่องยนต์นั้นได้มีการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของน้ำมันไบโอดีเซลแล้วและรวบรวมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าค่าใกล้เคียงกับคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลดังที่แสดงในตารางที่ 3 จึงน่าจะใช้ได้กับเครื่องยนต์ส่วนการทดสอบคุณสมบัติอย่างละเอียดกำลังดำเนินการอยู่

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล [4]

Description	Diesel	100% Biodiesel (Waste oil methyl ester)
Density@15°C	0.8283	0.8642
Viscosity@ 40°C	2.98	5.78
Specific gravity	0.8495	0.8716
Pour point (°C)	-23	8
Flash point (°C)	74	124
Heating value (MJ/Kg)	42.9	37.2
Cetane number	49.2	61
Cloud point (°C)	-12	9
Sulfur ,%wt	0.036	0.014

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

สำหรับการวัดกำลังงานของเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้จะใช้ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบ EDDY CURRENT TEST BED ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยมีเงื่อนไขในการทดสอบคือ ทดสอบเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 400 ถึง 2,500 rpm ที่ภาระของเครื่องยนต์สูงสุด (full load)

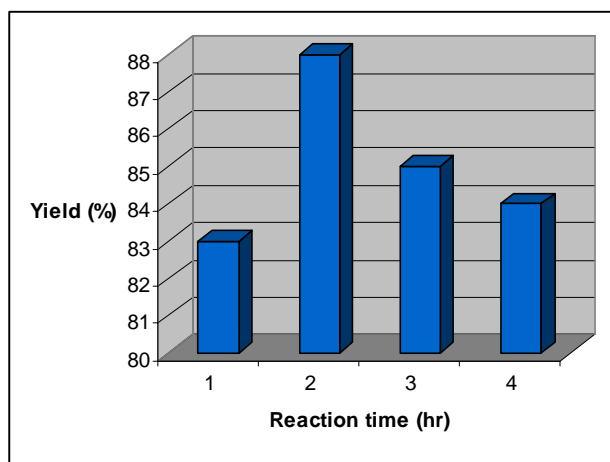


รูปที่ 6 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบ EDDY CURRENT TEST BED

3. ผลการทดลอง

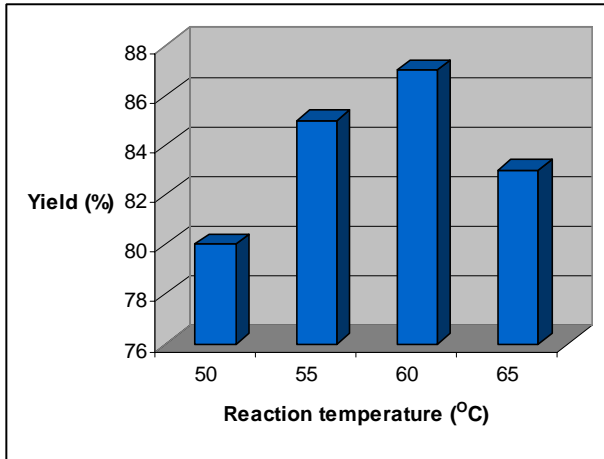
ผลการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในระดับ Pilot scale

จากการหาสภาวะที่เหมาะสม ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าที่ อุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยา 60 องศาเซลเซียสจะให้ปริมาณของไบโอดีเซลที่ได้ (Yield) มากที่สุดคือ 95% จึงเลือกภาวะดังกล่าวมาเป็นสภาวะในการผลิตไบโอดีเซลในระดับ Pilot scale จากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบ สำหรับการทดลองผลิตไบโอดีเซลขนาด 150 ลิตรนั้นขั้นแรกได้ทดลองหาเวลาในการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมจากสภาวะที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยได้ปรับเปลี่ยนเวลาในการทำปฏิกิริยาในช่วงระหว่าง 1- 4 ชั่วโมง ที่สัดส่วนโดยมวลของเมทานอลต่อน้ำมันพืชใช้แล้ว 1: 5 ได้ผลการทดลองดังในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ปริมาณของไบโอดีเซลที่ได้ต่อเวลาในการทำปฏิกิริยา

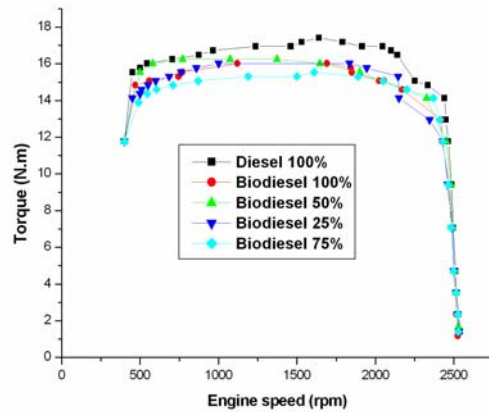
จากนั้นได้ทำการทดลองผลิตไบโอดีเซลในระดับ Pilot scale จากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบ โดยได้ทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในขณะทำปฏิกิริยาในช่วง 50-65 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโดยมวลของเมทานอลต่อน้ำมันพืชใช้แล้ว 1: 5, ที่เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมงได้ผลการทดลองดังในรูปที่ 8



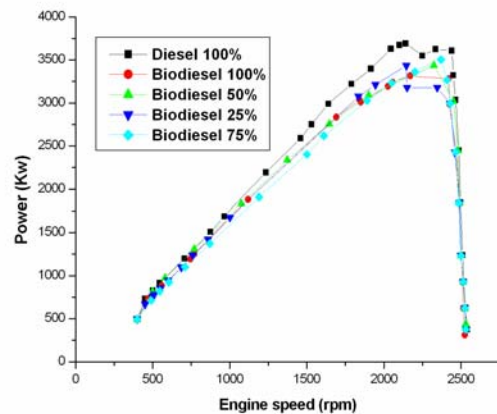
รูปที่ 8 ปริมาณของไบโอดีเซลที่ได้ต่ออุณหภูมิของน้ำมันขณะทำปฏิกิริยา

จากผลการทดลองจากรูปที่ 7 และรูปที่ 8 พบว่าเวลาที่ปล่อยให้ทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมงจะเป็นช่วงเวลาที่เกิดปฏิกิริยาดีที่สุดในขณะที่เวลา 3 และ 4 ชั่วโมงที่ปล่อยให้เกิดการทำให้ปฏิกิริยาจะได้ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ต่ำลงเรื่อยๆ และอุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยา 60 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลมากที่สุดซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Sukhwanit และคณะ [5] ที่นำ Crude sunflower oil มาผลิตเป็นไบโอดีเซล นอกจากนั้น Roger และคณะ [6] ยังพบว่าอุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยาและเวลาในการทำปฏิกิริยามีผลต่อปริมาณของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ดังนั้นที่อุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยา 60 องศาเซลเซียส และเวลาที่ปล่อยให้ทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมงจึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น ดังนั้นจึงนำสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวมาทดลองผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องต้นแบบพบว่าได้ปริมาณไบโอดีเซลที่ได้คือ 88 % ต่อ 1 รอบการผลิต

ผลการทดสอบกับเครื่องยนต์



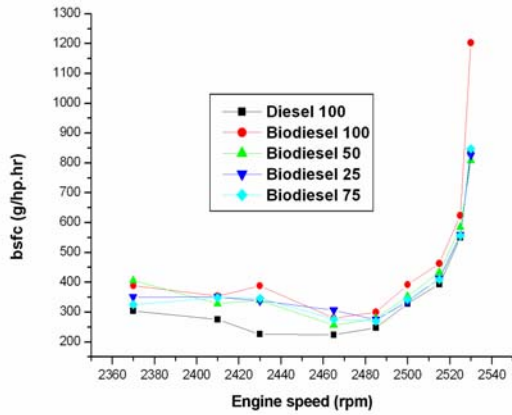
รูปที่ 9 แรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เทียบกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 10 กำลังเบรคของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เทียบกับน้ำมันดีเซล

ผลการทดลองจากรูปที่ 9 และรูปที่ 10 แสดงค่าแรงบิดและค่ากำลังของเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันไบโอดีเซลเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลผสมให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าไม่มากนัก ค่าแรงบิดจากน้ำมันผสมอัตราส่วนต่างๆ จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงบิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 500 ถึง 2,400 rpm โดยให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2000 rpm จากนั้นก็ลดต่ำลงเรื่อยๆ สำหรับค่ากำลังของเครื่องยนต์ที่ได้จากการใช้น้ำมันอัตราส่วนผสมต่างๆ ก็พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ากำลังที่ได้จากน้ำมันดีเซลในช่วง 500 ถึง 1,500 rpm และจะให้ค่ากำลังสูงสุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประมาณ 2,100 rpm และจะค่อยลดต่ำลงเรื่อยๆ โดยที่ค่าแรงบิดและค่ากำลังที่ได้จากเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซล 100% เป็นเชื้อเพลิงนั้นจะให้ค่าต่ำกว่า

ค่าแรงบิดและค่ากำลังที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 5-10% ซึ่งถือว่าต่างกันไม่มาก



รูปที่ 11 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีที่อัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดลองรูปที่ 11 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการนำน้ำมันไบโอดีผสมกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซล 100 % มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์นั้นพบว่าทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล สาเหตุนี้มาจากค่าความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมันไบโอดีเซลมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซลนั่นเอง [7]

4. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องต้นแบบ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบ

หัวเรื่อง	เครื่องผลิตไบโอดีเซล [ต้นแบบ]
กำลังการผลิต (ลิตรต่อปี)	7,200
ต้นทุนเครื่องผลิตไบโอดีเซล (บาท)	5,000
ค่าลงทุนในการดำเนินการผลิตไบโอดีเซล (บาทต่อปี)	98,136
รายได้จากการขายน้ำมันไบโอดีเซล (บาทต่อปี)	100,800
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	0.6

หมายเหตุ: อัตราดอกเบี้ยที่ใช้คิดสำหรับต้นทุนเป็น 8% ต่อปี ค่าลงทุนในการดำเนินการผลิต 13.63 บาท/ลิตรไบโอดีเซล และราคาขายน้ำมันไบโอดีเซลเท่ากับ 15 บาทต่อลิตร ผลิตไบโอดีเซลสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

จากตารางที่ 4 เครื่องผลิตไบโอดีเซล ขนาด 150 ลิตร/รอบการผลิต ที่มีงบประมาณการลงทุนครั้งแรก 5,000 บาท และมีค่าลงทุนในการดำเนินการผลิต 13.63 บาท/ลิตรไบโอดีเซล ซึ่งจะให้ระยะคืนทุนภายใน 6 เดือน (internal rate of return) ซึ่งเป็นการลงทุนที่ให้ผลตอบแทนที่ดีมาก ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงผลตอบแทนในทางอ้อม เช่น ผลดีทางด้านสิ่งแวดล้อม ผลของการลดการนำเข้าน้ำมันดิบของประเทศ

5. สรุป

1. น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากเครื่องผลิตต้นแบบเมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ปรากฏว่าเครื่องยนต์สามารถทำงานได้ดีโดยไม่เกิดการสะดุดของเครื่องยนต์ให้เห็น และเมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ แล้วนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์เพื่อหาสมรรถนะ ได้แก่ ค่าแรงบิด ค่ากำลัง และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ พบว่าให้ค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซล

2. ผลการทำ Transesterification ของน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบโดยใช้เมทานอล และมีโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิของน้ำมันขณะทำปฏิกิริยา 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมงในการทำปฏิกิริยาได้ผลที่ได้ 88 %

3. จากผลการทดลองเพื่อพิจารณาต้นทุนของน้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้ น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นวัตถุดิบในการผลิตโดยใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบพบว่ามีขั้นตอนในการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก และต้นทุนในการผลิตต่ำ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาได้ภายในประเทศและเหลือจากอุตสาหกรรมอาหารและตามครัวเรือนเป็นจำนวนมากซึ่งถือเป็นทางเลือกใหม่ในด้านของพลังงานทดแทนที่น่าสนใจ

4. สภาวะที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการสามารถนำไปผลิตในระดับ Pilot scale ได้ด้วยดี โดยมีผลผลิตไบโอดีเซลตามที่คาดหวังไว้

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีและคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. พุทธชาติ เมฆทอง และคณะ "การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันพืชใช้แล้วจากอุตสาหกรรมอาหารมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน"การสัมมนาเผยแพร่งานวิจัยทางด้านพลังงานทดแทน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า 89-101,ปี พ.ศ 2546
2. อธิพล วรพันธ์ วิบุรณ มีธรรม ศักรินทร์ ศรีสุรักษ์ กุลเชษฐ์ เพียรทอง "การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์"การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18,ปี พ.ศ 2547

3. Tickell, J., "From the Fryer to the Fuel Tank" New Orleans, Louisiana, 2003, pp.59-74.
4. Charles, L., Reece, D., Hammond, B., Thompson, J. C., "Making and testing a biodiesel fuel made from ethanol and waste French-fry oil" Department of Water Resources University of Idaho, July 1995.
5. Sukhawanit, C., Srinophakun, P., and Matsumura, M., "Biodiesel Production from Crude Sunflower Oil" Engineering and Technology, Vol. 1, No. 2, pp. 141-150, 2004.
6. Roger, A. K., Dwight, S. H., Narendra, B., Charles, L.P., and David, C. D., "Transesterification process to manufacture ethyl ester of rape oil" Department of Chemical Engineering University of Idaho Moscow, ID 83843
7. Antolin, G., Tinaut, F.V., Briceno, Y., Castano, V., Perez, b. C., Ramirez, A.I., "Optimization of biodiesel production by sunflower oil transesterification" Bioresource Technology. Vol. 83, pp. 111–114, 2002.