

สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบอง Performance of Agricultural Diesel Engine run on Irvingia Malayana Biodiesel

กิตติ นิลผึ่ง^{1*} และ ภัทรารภรณ์ แก้วกุล²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถนนเพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160

² ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 ถนนสุรินทร์ - ปราสาท ตำบลนอกเมือง
อำเภอเมือง สุรินทร์ 32000

*ติดต่อ: nilpueng@yahoo.com, 028074500, 028074528

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบอง (B100) และน้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบองผสมกับน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล (D100) เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวยี่ห้อ Yanmar รุ่น TF 75 LM อัตราส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบองต่อน้ำมันดีเซลคือ 20:80 (B20), 50:50 (B50), และ 80:20 (B80) โดยปริมาตรตามลำดับ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบอยู่ระหว่าง 1000-1600 รอบต่อนาที ภาระงานของเครื่องยนต์ถูกควบคุมที่ 50% ของกำลังสูงสุด ผลการทดสอบพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล (B100) สูงกว่าน้ำมันดีเซล (D100) เท่ากับ 13.6 % และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล (B100) ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล (D100) เท่ากับ 1.68 %

คำหลัก: ไบโอดีเซล, เมล็ดกระบอง, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Abstract

The objective of this research is to study the performance of agricultural diesel engine by using biodiesel from Irvingia Malayana (B100) and a mixture of biodiesel from Irvingia Malayana and diesel. The experimental data are compared with the diesel oil (D100). A Yanmar TF 75 LM single-cylinder engine is used in this experiment. The tests are conducted by running the engine using mixed biodiesel from Irvingia Malayana and diesel at ratios of 20:80 (B20), 50:50 (B50), and 80:20 (B80) at revolution ranging between 1000 and 1600 rpm. The engine loads are regulated at 50% of maximum load. The experimental results revealed that the specific fuel consumption obtained from Irvingia Malayana biodiesel is higher than that obtained from diesel by about 13.6 %. Thermal efficiency obtained from Irvingia Malayana biodiesel is higher than that obtained from diesel by about 1.68 %.

Keywords: Biodiesel, Irvingia Malayana, specific fuel consumption, thermal efficiency

AEC-2008

1. บทนำ

วิกฤตการณ์การลดลงของปริมาณปิโตรเลียมสำรองของโลก ซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับความต้องการใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และปัญหาราคาน้ำมันปิโตรเลียมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากหลายปัจจัย รวมถึงผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม และการใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เนื่องจากน้ำมันจากปิโตรเลียมยังมีราคาถูกและหาได้ง่าย ทำให้ไม่มีผู้ใดให้ความสนใจใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซล แต่หลังจากวิกฤตน้ำมันของโลกในปี พ.ศ. 2514 เป็นต้นมา ได้เริ่มมีความตื่นตัวและพยายามหาพลังงานทดแทนมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากพลังงานหมุนเวียน (renewable energy) ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น ไบโอดีเซลจึงกลายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นพลังงานที่ได้จากการใช้น้ำมันพืชซึ่งเป็นผลผลิตจากการเกษตรที่สามารถผลิตได้เป็นอย่างดีในประเทศรวมทั้งเอธานอลซึ่งใช้เป็นหมู่เติมอัลคิลในปฏิริยาก็สามารถผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตรและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแทบทุกส่วน ทำให้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลโดยเฉพาะอย่างยิ่งเอธิลเอสเทอร์ของน้ำมันพืชนี้เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศได้อย่างสมบูรณ์ทุกขั้นตอนนับตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบจนถึงสุดกระบวนการและเชื้อเพลิงไบโอดีเซลยังจัดเป็นเชื้อเพลิงหมุนเวียนที่สะอาด และไม่ก่อให้เกิดมลพิษหลังการเผาไหม้ จึงช่วยรักษาสมดุลย์ของวัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์ในธรรมชาติ โดยทั่วไปน้ำมันพืชสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้เนื่องจากมีค่าความร้อนสูง แต่มีข้อจำกัดในด้านกายภาพบางประการ เช่น ความหนืดสูงและมีค่าการระเหยตัวต่ำทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และเกิดปัญหาการอุดตันในเครื่องยนต์ [1]

ในอดีตได้มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของเมล็ดพืชต่าง ๆ มาผลิตเป็นไบโอดีเซล รวมถึง

การศึกษาผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดพืชกับเครื่องยนต์อยู่บ้างดังนี้ Piyamongkol et al.[2] ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของไขกระบกพบว่า ไขกระบกสกัดได้จากเมล็ดของต้นกระบก (*Irvingia malayana* Oliver Ex Bennett, Ixonanthaceae) มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีสีเหลืองนวลและมีกลิ่นเฉพาะ มีจุดหลอมเหลวจากการตรวจสอบโดยวิธี capillary tube ที่ประมาณ 39.1-39.8 องศาเซลเซียส การวิเคราะห์ไขกระบกพบปริมาณไขมันสูงถึงร้อยละ 87 โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ lauric acid และ myristic acid ในปริมาณร้อยละ 48 และ 42 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงสมบัติทางเคมีของไขกระบก พบว่ามี acid value เท่ากับ 2.1 iodine value เท่ากับ 3.7 ester value เท่ากับ 246.0 saponification value เท่ากับ 250.6 และ peroxide value เท่ากับ 0.4 Keawkool et al. [3] ได้ศึกษาปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันเมล็ดพืชด้วยเทคนิคไมโครรีแอกเตอร์ (นำกระบอกฉีดยาขนาด 3 มิลลิลิตร ใช้สำหรับกั้นรั้ว ที่ปลายกระบอกจากนั้นใส่โซเดียมออกไซด์ที่บดละเอียดแล้ว 0.5 กรัม เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบอกฉีดยา) และละลายน้ำมันในตัวทำละลายอินทรีย์ความเข้มข้น 4 โมลาริตี จากนั้นเทผ่านไมโครรีแอกเตอร์หยุดปฏิกิริยาด้วยกรดอะซิติก พบว่าน้ำมันจากเมล็ดพืชสามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเอสเทอร์ได้สมบูรณ์ ดังนั้น ภัทรภรณ์ แก้วกุล และคณะ [4] จึงได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลน้ำมันเมล็ดพืช ท้องถิ่น และเปรียบเทียบคุณสมบัติกับมาตรฐานไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซล ผลการศึกษาพบว่า น้ำมันเมล็ดกระบกและเมล็ดสะเดา เมื่อนำมาผลิตเป็น ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันจากการประยุกต์เทคนิคไมโครรีแอกเตอร์ได้ผลผลิตสูงสุดร้อยละ 85 และ 91 ซึ่งไบโอดีเซลน้ำมันเมล็ดกระบกและเมล็ดสะเดามี คุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางเชื้อเพลิงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไบโอดีเซล และดีเซลปิโตรเลียม อภิชาติ เสมศรีและคณะ

AEC-2008

[5] ได้ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยปริมาตร ผลการทดสอบพบว่า การผสมน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มเพิ่มขึ้นทำให้กำลังงานของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท [6] ได้ศึกษาการปลดปล่อยความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบแบบฉีดเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยปริมาตร พบว่าการใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้กำลังงานของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2-6 ธรรมชาติ พันธุ์แสนศรี และ อนุกุล จันทรแก้ว [7] ได้ศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง ผลการทดสอบพบว่า น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ให้ค่าแรงบิด และค่ากำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ จะให้ค่าควันดำน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ประมาณร้อยละ 40

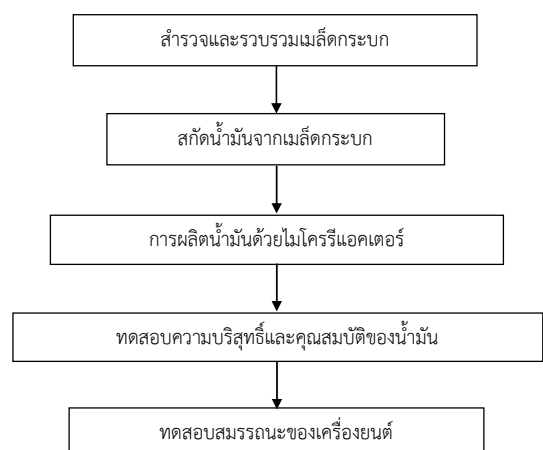
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลจากพืช และได้มีการทดสอบถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากพืชอยู่บ้างเช่น น้ำมันไบโอดีเซลจากมะพร้าวปาล์ม และถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษากลับมาเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบองซึ่งเป็นพืชน้ำมันท้องถิ่นที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก นอกจากนั้นยังพบว่าไม่มีนักวิจัยได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบอง จึงทำให้ขาดองค์ความรู้ที่ชัดเจนในการนำไปใช้งาน ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดพืชท้องถิ่นเป็นแหล่งน้ำมันในการผลิตไบโอดีเซล

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การจัดเตรียมและขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล

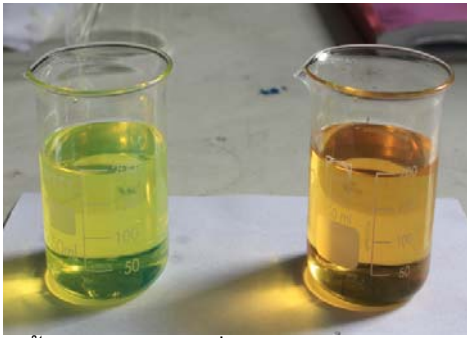
ในการวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษา

แสดงตามแผนภาพในรูปที่ 1 โดยนำมันที่สกัดจากเมล็ดกระบองประกอบด้วยกรดไขมัน กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาล์มมิติก กรดสเตียริก กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก [4] ในงานวิจัยนี้มีขบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยนำน้ำมันกระบองที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย (เฮกเซน) ที่ผ่านการกำจัดกรดไขมันอิสระ และความชื้น และใช้หลักเทคนิคไมโครรีแอกเตอร์ของ Kaewkool et al. [3] คือ นำกระบองฉีดขนาด 50 มิลลิลิตร ที่มีสาลีปิดปลายกระบองกันรั่วและบรรจุผงโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ซึ่งใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นเทส่วนผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำมันกระบองในอัตราส่วน 6 : 1 [4] ผ่านเข้าไปในกระบองฉีดระยะเวลาทำปฏิกิริยา 2 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) หยุดปฏิกิริยาด้วยกรดอะซิติก ล้างน้ำสะอาด 2 ครั้ง เพื่อแยกกลีเซอรอลออกจากน้ำมันไบโอดีเซล จากนั้นนำน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ (รูปที่ 2) ไปตรวจสอบความบริสุทธิ์และคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมัน (ตารางที่ 1) ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด และค่าความร้อน โดยค่าความหนืดและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงวัดค่าโดยใช้ capillary tube viscometer และ Bomb calorimeter โดยน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาได้กำหนดรหัสของน้ำมันแต่ละชนิดดังนี้ น้ำมันดีเซล (D100), น้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบอง (B100), และน้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบองผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 20:80 (B20), 50:50 (B50), และ 80:20 (B80) โดยปริมาตรตามลำดับ



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

AEC-2008



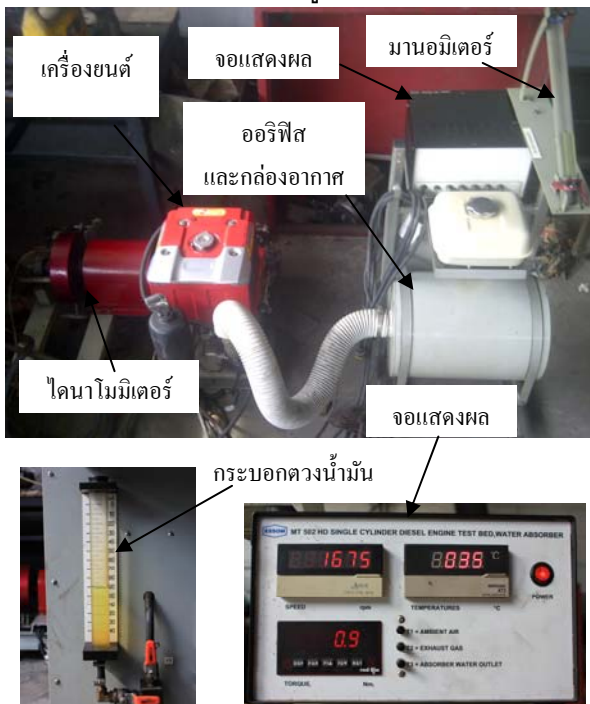
รูปที่ 2 น้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบก B100 และน้ำมันดีเซล D100

ตารางที่ 1 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมัน

คุณสมบัติ	D100	B20	B50	B80	B100
ความหนาแน่น (g/cm ³)	0.840	0.856	0.880	0.905	0.921
ความหนืด (cSt)	3.86	4.46	6.07	8.51	10.67
ค่าความร้อน (MJ/kg)	44.74	43.28	41.09	38.91	37.45

2.2 อุปกรณ์การทดลอง

ชุดอุปกรณ์การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดกระบกแสดงดังรูปที่ 3 เครื่องยนต์ที่ใช้คือเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะยี่ห้อ TF 75 LM ระบายความร้อนด้วยน้ำ จำนวนกระบอกสูบ 1 สูบ ขนาดกระบอกสูบ 80 มิลลิเมตร ช่วงชัก 87 มิลลิเมตร ปริมาตรกระบอกสูบ 0.437 ลิตร



รูปที่ 3 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ในการทดสอบพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เครื่องยนต์จากนั้นเพลลาของเครื่องยนต์จะถูกเชื่อมต่อกับไดนาโมมิเตอร์เพื่อทำการวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบไฮดรอลิกส์ไดนาโมมิเตอร์ อัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงวัดโดยใช้กระบอกตวงและนาฬิกาจับเวลา การวัดแรงบิดสามารถวัดค่าได้จากแรงที่ต่อกับแขนของไดนาโมมิเตอร์ และใช้โหลดเซลล์ (Load cell) สำหรับวัดค่าแรง เซอร์โมคัปเปิลแบบเค (K type thermocouple) ได้ถูกใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยค่าที่อ่านได้จะถูกแสดงบนจอแสดงผล ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สามารถวัดค่าได้จากเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบ Proximity สภาวะการทดสอบที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้อยู่ระหว่าง 1000-1600 รอบต่อนาที ภาระงานของเครื่องยนต์ถูกควบคุมที่ 50% ของกำลังสูงสุด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษานี้ได้ทำการเก็บบันทึกผลการทดลองและนำมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ กล่าวคือ กำลังงาน ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ และประสิทธิภาพเชิงความร้อนตามสมการต่อไปนี้

1. กำลังงานของเครื่องยนต์

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (1)$$

โดยที่ P = กำลังงานของเครื่องยนต์ (W)

T = แรงบิด (N-m)

n = จำนวนรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

2. ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง

$$\dot{m}_f = \dot{V}_f \rho_f \quad (2)$$

โดยที่ \dot{m}_f = ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (kg/s)

\dot{V}_f = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิง (m³/s)

ρ_f = ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg/m³)

3. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ

AEC-2008

$$B_{sfc} = \frac{3600\dot{m}_f}{P} \quad (3)$$

โดยที่ B_{sfc} = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
จำเพาะ (kg/ W h)

$$P = \text{กำลังงานของเครื่องยนต์ (W)}$$

4.ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

$$\eta_{th} = \frac{P}{Q_f} \quad (4)$$

โดยที่ η_{th} = ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Q_f = ความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมัน
เชื้อเพลิง (kW)

$$\text{เมื่อ } Q_f = \dot{m}_f LHV \quad (5)$$

LHV = ค่าความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวล
(Lower heating value, kJ/kg)

4. ผลการทดลอง

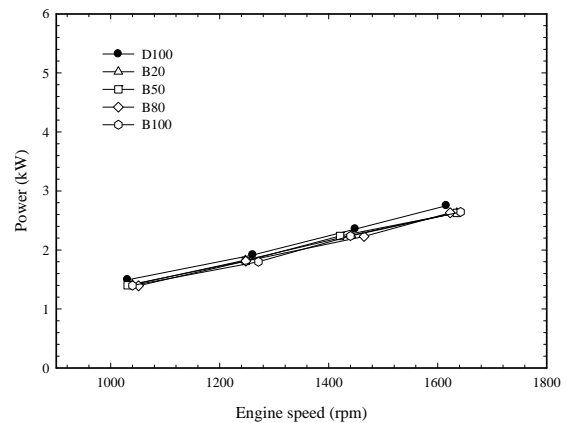
งานวิจัยนี้ได้ทำศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์
กล่าวคือ กำลังงาน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
ประสิทธิภาพ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้
น้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ด
กระบองตังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์

4.1.1 กำลังงานของเครื่องยนต์

ผลกระทบของความเร็รรอบที่มีต่อกำลังงานของ
เครื่องยนต์สำหรับน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล
จากเมล็ดกระบองที่อัตราส่วนผสมต่างๆแสดงดังรูปที่ 4
ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มความเร็รรอบเครื่องยนต์
มีผลให้กำลังงานของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นสำหรับน้ำมัน
แต่ละชนิด และพบว่ากำลังงานที่ได้จากน้ำมันไบโอดีเซล
มีค่าใกล้เคียงกับกำลังงานที่ได้จากน้ำมันดีเซล
อย่างไรก็ตามพบว่ากำลังงานที่ได้จากน้ำมันไบโอดีเซล
มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่ออัตราส่วนผสม
เพิ่มขึ้น โดยมีค่ากำลังงานลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 %,
5.11 % , 5.23 % และ 5.30 % สำหรับน้ำมัน B20
B50 B80 และ B100 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล
ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ด
กระบองจะมีค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลจึงอาจ
ส่งผลให้น้ำมันที่ฉีดออกมาเกิดการแตกตัวเป็นฝอย

ละอองได้ยากขึ้น และจังหวะการฉีดน้ำมันข้างทำให้
การผสมกันระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงไม่ทั่วถึงและมี
เวลาการผสมสั้นลง สาเหตุดังกล่าวทำให้การเผาไหม้
สมบูรณ์เกิดได้ยากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำมันไบโอดีเซล
จากเมล็ดกระบองมีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบจึง
สามารถเผาไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล ผลกระทบทั้งสอง
มีผลให้กำลังงานจากน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซล
มีค่าใกล้เคียงกัน



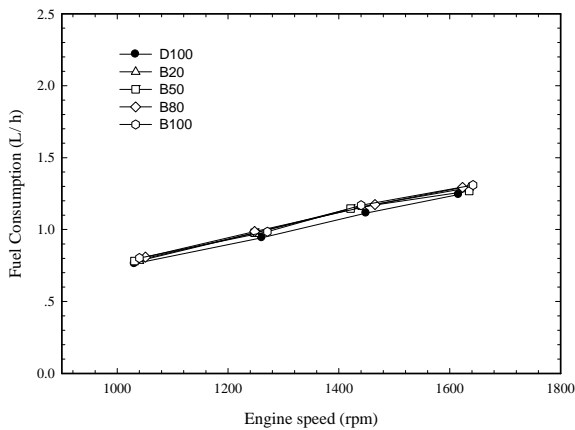
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานและความเร็รรอบของเครื่องยนต์

4.1.2 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

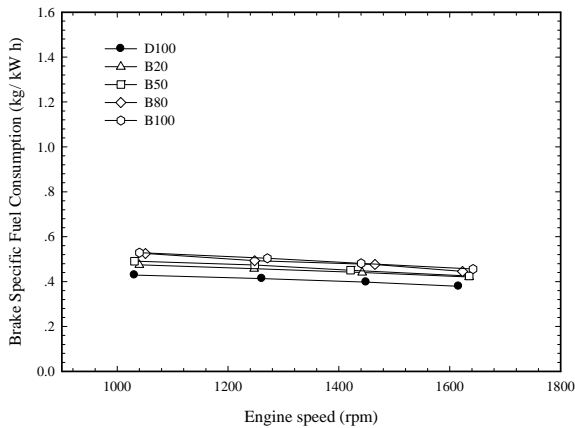
รูปที่ 5 แสดงผลกระทบของความเร็รรอบของ
เครื่องยนต์ที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
พบว่าการเพิ่มความเร็รรอบมีผลให้อัตราการสิ้นเปลือง
น้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น โดยการใช้ น้ำมัน B100 ส่งผลให้
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยสูงกว่า D100
เท่ากับ 4.98 % ซึ่งอาจให้เหตุผลได้ว่าน้ำมันไบโอดีเซล
มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้อัตราการ
ไหลเชิงมวลของน้ำมันไบโอดีเซลมีค่ามากกว่า
น้ำมันดีเซล [8] และพบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตรา
ส่วนผสมน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบองทำให้อัตรา
การสิ้นเปลืองน้ำเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม
เมื่อพิจารณาผลกระทบของความเร็รรอบของ
เครื่องยนต์ที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
จำเพาะ (รูปที่ 6) พบว่าการเพิ่มความเร็รรอบมีผลให้
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะลดลง
เล็กน้อย ซึ่งอธิบายได้ว่าแม้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน
เชื้อเพลิงจะสูงขึ้นเมื่อความเร็รรอบเพิ่มขึ้น แต่กำลัง

AEC-2008

งานที่ได้ก็มีค่าสูงขึ้นด้วย ดังนั้นอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะจึงลดลง และพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้น 10.7%, 13.6%, 19.7% และ 13.6% สำหรับน้ำมัน B20 B50 B80 และ B100 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและความเร็วรอบของเครื่องยนต์

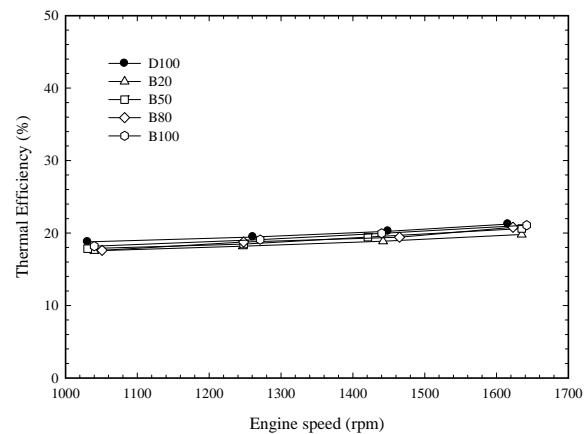


รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะและความเร็วรอบของเครื่องยนต์

4.1.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์สำหรับน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ แสดงดังรูปที่ 7 ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด และพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย โดยมีค่าลดลงเฉลี่ย

1.68%, 3.84%, 4.10% และ 6.63% สำหรับน้ำมัน B100 B80 B50 และ B20 ตามลำดับ ซึ่งอาจให้เหตุผลได้ว่าน้ำมันดีเซลมีค่าความหนืดที่ต่ำส่งผลให้ของผลให้น้ำมันที่ฉีดออกมาเกิดการแตกตัวเป็นฝอยละเอียดได้ดี ทำให้การผสมกันระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงได้ทั่วถึงกว่าน้ำมันไบโอดีเซล จึงส่งผลให้การเผาไหม้ของดีเซลสมบูรณ์กว่าน้ำมันไบโอดีเซล ดังนั้นกำลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลจึงมีค่าสูงกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าแม้ว่าน้ำมันไบโอดีเซลจะมีความหนืดสูงซึ่งส่งผลให้น้ำมันที่ฉีดออกมาเกิดการแตกตัวเป็นฝอยละเอียดได้ไม่ดีเท่าดีเซลแต่น้ำมันไบโอดีเซลมีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างซึ่งมีผลช่วยให้เกิดการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นประสิทธิภาพเชิงความร้อนจึงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพและความเร็วรอบของเครื่องยนต์

4.2 ความสึกหรอของเครื่องยนต์

การทดสอบความสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบก B100 แบ่งออกเป็นความสึกหรอของร่องแหวน ปากแหวนและกระบอกสูบ โดยใช้ระยะเวลาการทดสอบ 300 ชั่วโมง ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดได้ถูกเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและค่าที่ยอมรับได้ของเครื่องยนต์ยี่ห้อ [9] ในการวัดค่าระยะห่างปากแหวนลูกสูบ และระยะห่างระหว่างร่องแหวนกับแหวนลูกสูบทำได้โดยใช้ฟิลเลอร์เกจ ส่วนความสึกหรอของปลอกสูบวัดค่าโดยใช้ไดอัลเกจร่วมกับไมโครมิเตอร์

AEC-2008

ผลการวัดความสึกหรอของของร่องแหวน ปากแหวนและกระบอกสูบแสดงในตารางที่ 2-4 โดยพบว่าค่าระยะห่างของร่องแหวน ปากแหวนและกระบอกสูบที่วัดค่าได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและมีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบอง B100 และน้ำมันดีเซล D100

ตารางที่ 2 ระยะห่างระหว่างร่องแหวนกับแหวนลูกสูบ

ร่องแหวน	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันดีเซล (mm)	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซล B100 (mm)
ร่องแหวนตัวที่ 1	0.044	0.044
ร่องแหวนตัวที่ 2	0.044	0.044
ร่องแหวนตัวที่ 3	0.038	0.038
ร่องแหวนตัวที่ 4	0.038	0.038

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน 0.03 – 0.065 mm.

ค่าที่ยอมรับได้ 0.15 mm.

ตารางที่ 3 ระยะห่างของปากแหวน

ระยะห่างปากแหวน	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันดีเซล (mm)	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซล B100 (mm)
ปากแหวนตัวที่ 1	0.25	0.3
ปากแหวนตัวที่ 2	0.25	0.25
ปากแหวนตัวที่ 3	0.30	0.30
ปากแหวนตัวที่ 4	0.30	0.30

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน 0.20 – 0.40 mm.

ค่าที่ยอมรับได้ 1 mm.

ตารางที่ 4 การสึกหรอของปลอกสูบ

การวัดในแนวตั้ง	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันดีเซล (mm)	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซล B100 (mm)
จุดบนสุด	80.01	80.01
จุดกึ่งกลาง	80.00	80.01
จุดล่างสุด	80.01	80.01
การวัดในแนวนอน	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันดีเซล (mm)	ค่าที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซล B100 (mm)
จุดบนสุด	80.01	80.01
จุดกึ่งกลาง	80.00	80.01
จุดล่างสุด	80.01	80.01

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน 80.00 – 80.03 mm.

ค่าที่ยอมรับได้ 80.18 mm.

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากำลังงาน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพ และการสึกหรอของ

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบอง (B100) และน้ำมันไบโอดีเซลที่สกัดจากเมล็ดกระบองผสมกับน้ำมันดีเซล (B20, B50, B80) และทำการเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล (D100) ผลการทดลองพบว่ากำลังงานของเครื่องยนต์ที่ได้จากน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเพิ่มขึ้น 10.7%, 13.6%, 19.7% และ 13.6% สำหรับน้ำมัน B20 B50 B80 และ B100 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย และภายใต้ระยะเวลาการทดสอบ 300 ชั่วโมงพบว่าความสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดกระบอง B100 และน้ำมันดีเซล D100 มีความแตกต่างกันน้อยมาก

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2544): สถานการณ์ นโยบายและมาตรการ พลังงานของไทย ปี 2544: หน้า 1-9.
- [2] Piyamongkol S, Yotsawimonwat S, Winijkul D, Sirisa-ard P and Charumanee S (2006): Chemical and physical properties of krabok wax. Pharmaceutical and Health Science Journal 1(2) 26-30.
- [3] Kaewkool P, Kittiratanapiboon K, Aryasuk K, Krisnangkura K (2009): Micro-reactor for transesterification of plant seed oils. European Journal of Lipid Science and Technology 111:474–480.
- [4] ภัทรภรณ์ แก้วกุล, อาทิตย์ ชาญอักษร และกิตตินิลฝั่ง (2554): ไบโอดีเซลจากเมล็ดพืชท้องถิ่น. การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2554 วันที่ 26-30 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชัน

AEC-2008

เซ็นเตอร์ เซ็นทรัล เวิลด์ ราชประสงค์
กรุงเทพมหานคร หน้า 232-236.

[5] อภิชาติ เสมศรี มณฑล ใจกุล และจินดา เจริญพร
พาณิชย์ (2545): การศึกษาหาค่าวันดำ ความ
สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพทางความร้อนและ
กำลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท (2545): การศึกษาการ
ปลดปล่อยความร้อนและออกไซด์ของไนโตรเจนใน
เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มผสม. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะ
วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี.

[7] ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และ อนุกุล จันท์แก้ว
(2553): การศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาด
เล็กในการทำงานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช
ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง. รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัย
แม่โจ้.

[8] Ramashas A S, Jayaraj S, and Muraleedharan
C (2005): Characterization and effect of using
rubber seed oil as fuel in the compression ignition
engine, Renewable Energy 30, 795-803.

[9] Yanmar service manual, Industrial diesel
engine L-A series: <http://dawinfo.com/>, access on
24/06/2013.