สมรรถนะและสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ ที่ใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา

Performance and heat balance of a single cylinder diesel engine operating on biodiesel from para rubber seed oil

ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์*, กุลเชษฐ์ เพียรทอง, อิทธิพล วรพันธ์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190 โทร 045-353381 โทรสาร 045-353333 *อีเมล์ prachasanti.t@ubu.ac.th

Prachasanti Thaiyasuit*, Kulachate Pianthong, Ittipol Worapan
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani, Thailand, 34190, Tel: 045-353381, Fax: 045-353333, *E -mail: prachasanti.t@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สมรรถนะและสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์เมื่อใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพาราเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล โดยใช้ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์สูบเดียว ทำการทดสอบที่ภาระสูงสุดในแต่ละรอบการทำงานของเครื่องยนต์ จากการทดสอบพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดอาการสะดุด แรงบิดและกำลังม้าเบรกต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 5% เนื่องจากไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารามีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารามีอัตราการสิ้นเปลืองสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10% โดยเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบต่ำประสิทธิภาพเชิงความร้อนของไบโอดีเซลสูงกว่าดีเซลประมาณ 4% แต่เมื่อความเร็วรอบสูงเกิน 1900 rpm ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำกว่าดีเซล และน้ำมันที่ได้จากการผสมระหว่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพาราในอัตราส่วน 10% และ 25% โดยปริมาตรจะมีค่าอยู่ระหว่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา จากการสมดุลทางพลังงานความร้อนพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบต่ำ (1300-1900 rpm) จะมีการสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสียและน้ำหล่อเย็นใกล้เคียงกับดีเซล แต่เมื่อความเร็วรอบสูง (เกิน 1900 rpm) การสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสียและน้ำหล่อเย็นจะต่ำกว่าดีเซล ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสามารถนำไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา มาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยมีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่มากนัก โดยเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ที่มีรอบการทำงานต่ำถึงปานกลาง

Abstract

The purpose of this project is to study the performance and heat balance of an engine using biodiesel made from rubber seed oil and then compare with those of diesel. The engine performance and heat balance are tested on the single cylinder diesel engine test bed. The diesel engine is tested at full load condition at various engine speeds. From the tested results, the engine can be operated with biodiesel from rubber seed oil without any problem and run smoothly as normal. It is found that the torque and the brake horse power by biodiesel from rubber seed oil are less than those of standard diesel by 5%. Brake specific fuel consumption is more than that of standard diesel about 10%. This might be the heating value of biodiesel being lower. At low engine speeds brake thermal efficiency is more than stand diesel about 4%. But at high engine speed (more than 1900 rpm) brake thermal efficiency is lower than diesel. Then biodiesel from rubber seed oil and diesel mixed at 10%, 25% are investigated. At low engine speeds (1300-1900 rpm), heat loses in exhaust gas and cooling water is very close to those of diesel. But at high engine speeds (more than 1900 rpm) loses in exhaust gas and cooling water is lower than those of diesel. It may be summarized that the biodiesel from rubber seed oil is applicable to the engine, especially at low to medium engine speeds.

1. บทนำ

เนื่องจากในสภาวะปัจจุบัน การขนส่ง การคมนาคม มีความจำเป็นต้องใช้ยานพาหนะ ซึ่งสิ่งที่ตามมาก็คือ น้ำมันซึ่งใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงให้กับยานพาหนะ ดังนั้น ความต้องการทางด้านพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น น้ำมันดีเซลก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่มีปริมาณความต้องการใช้เพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นมาทดแทน อันเนื่องมาจากแหล่งน้ำมันปิโตรเลียมเหลือน้อยลงทุกวัน ทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนมีความตื่นตัวและตระหนักถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จึงร่วมมือกันเร่งวิจัยและพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล ที่ได้จากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วและเมล็ดพืชชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณภาพใกล้เคียงและมีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพาราก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องเป็นการผลิตจากน้ำมันดิบที่ไม่ใช้ในการบริโภค และเนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 9.7 ล้านไร่ ซึ่งแต่ละไร่จะให้เมล็ดยางพาราประมาณ 50 กิโลกรัม ดังนั้นจึงมีเมล็ดยางพาราประมาณ 485 ล้านกิโลกรัมต่อปี [1] ที่ถูกปล่อยทิ้งให้เน่าสลายไป แต่สิ่งหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงและจะขาดไม่ได้คือการศึกษาผลกระทบต่อเครื่องยนต์สำหรับการนำไบโอดีเซลไปใช้งานในเครื่องยนต์ดีเซล เช่น ในด้านการให้สมรรถนะ และการสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล ทั้งนี้ก็เพราะว่าลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในชนิดเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด จะถูกกำหนดโดยสมรรถนะ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการปล่อยมลพิษออกมากับไอเสีย ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ เมื่อเครื่องยนต์นั้นได้เปลี่ยนไปใช้ไบโอดีเซล

จากงานวิจัยของ Cherng-Yuan Lin และ Hsiu-An Lin [3] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะและก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงระหว่างระน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากถั่วลิสงผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐาน โดยทำการทดสอบแบบให้แรงบิดคงที่ที่ 10 kgf และปรับความเร็วรอบจาก 850-2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกสูงกว่าน้ำมันดีเซล แต่ในด้านประสิทธิภาพเชิงความร้อนจำเพาะเบรกน้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ Ramadhas และคณะ [4] ยังได้ทำการศึกษาสมรรถนะและปริมาณมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพาราเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานโดยทำการทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ที่ 1500 รอบต่อนาที และปรับภาระการทำงานของเครื่องยนต์จาก 0-100 %พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าดีเซล แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของไบโอดีเซลจะสูงกว่าด้วยเช่นกัน ในด้านก๊าซคาร์บอนนอนอกไซด์และปริมาณควันดำน้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าต่ำกว่าดีเซล

Ajav และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างเอทานอลกับดีเซล ในอัตรา ส่วนผสม 5% 10% 15% 20% โดยปริมาตร และแบบใช้คาร์บูเรเตอร์ส่งเอทานอลผสมเข้ากับไอดีทั้งแบบใช้ความร้อนอุ่นและไม่ใช้ความร้อนอุ่น ที่ความเร็วรอบคงที่ 1500 rpm ในแต่ละภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 25% 50% 75% และ 100% จากการศึกษาพบว่า ที่อัตราส่วนผสม 5% 10% และแบบใช้คาร์บูเรเตอร์ส่งเอทานอลผสมเข้ากับไอดี จะให้อัตราส่วนของพลังงานใช้ประโยชน์ ใกล้เคียงหรือสูงกว่าดีเซลเล็กน้อย แต่เมื่อส่วนผสมของเอทานอลเพิ่มเป็น 15% และ 20% อัตราส่วนของพลังงานใช้ประโยชน์จะสูงกว่าดีเซลมากคือประมาณ 10%-15%

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 เครื่องยนต์และอุปกรณ์การทดลอง

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะเป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ขนาดเล็ก 1 สูบ ปริมาตร 411 ซีซี โดยมีรายละเอียด ดังในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 สำหรับเครื่องวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ใช้ไดนาโมมิเตอร์แบบ Electro Dynamometer (Eddy–Current)

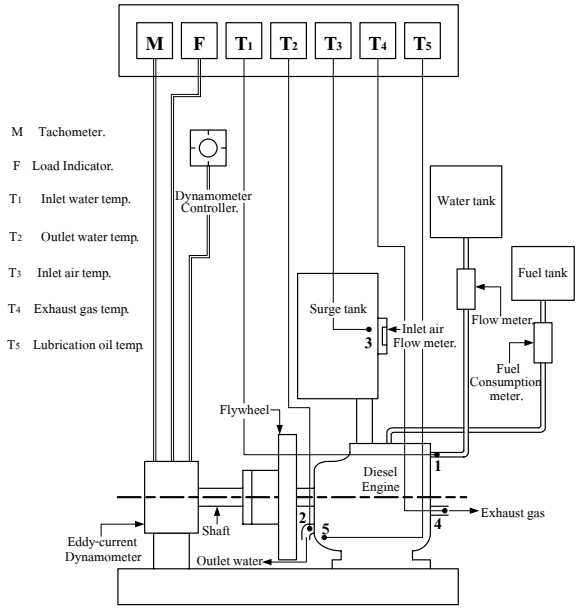
รูปที่ 1 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

ตารางที่ 1 ข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

Model	D-800 (Mitsubishi Diesel Engine)
Bore x Stroke	82 x 78 mm.
NO. of cylinder	1
Piston displacement	411 cc.
Link ratio	3.54
Maximum output	8.0 PS (hp in metric) / 2400 rpm
Maximum torque	2.6 kg-m / 1900 rpm
Compression ratio	18

ตารางที่ 2 ชนิดและรายละเอียดของเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ใช้วัดอุณหภูมิ

Measurement	Input sensor	Range of measurement (^{o}C)
Cooling water inlet (T_1)	PT100Ω	-50～199.9
Cooling water outlet (T_2)	PT100Ω	-50～199.9
Suction air inlet (T_3)	PT100Ω	-50～199.9
Exhaust gas (T_4)	K	0～1000
Lubricant (T_5)	J	0～400



รูปที่ 2 แผนผังการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลที่จุดต่างๆของเครื่องยนต์

ที่ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ตำแหน่งต่างๆของเครื่องยนต์ เพื่อใช้วัดอุณหภูมิสำหรับคำนวณหาสมดุลทางความร้อน ชนิด รายละเอียด และตำแหน่งของการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลเป็นไปตามตารางที่ 2 และรูปที่ 2

2.2 คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ใช้ในการทดลอง

ไบโอดีเซลที่ใช้ในการทดลอง เป็นไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันดิบจากเมล็ดยางพาราด้วยวิธีทรานเอสเทอร์ริฟิเคชั่น แบบทำปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน โดยมีคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลที่ใช้ในการทดลอง

Fuel properties	Unit	Biodiesel from rubber seed oil
Density[1]	g/cm^3	0.8874
Viscosity at 40°C[1]	mm^2/s	4.456
Cloud point[1]	°C	3.4
Flash point[1]	°C	187
Gross heat of combustion[1]	MJ/kg	39.63
Carbon residue[1]	%wt.	0.22
Acid value[1]	mg KOH/g	0.18
Iodine value[1]	g I_2/100 g oil	82.9
Oxidation stability[1]	hour	7.82
Pour point[1]	°C	3
Total glycerol[2]	%wt.	0.23
Methyl Ester[3]	%wt.	96.4

[1] ทดสอบโดยศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

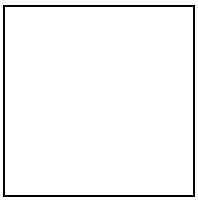
[2] ทดสอบโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

[3] ทดสอบโดยภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

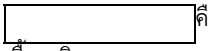
2.3 วิธีการทดลอง

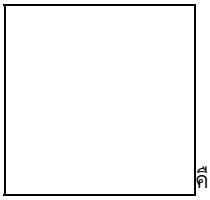
สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 4 ชนิดคือ ไบโอดีเซลผสมกับดีเซลในอัตราส่วน 10% 25% โดยปริมาตร ไบโอดีเซล100% และดีเซลมาตรฐาน การทดสอบกับเครื่องยนต์ ทำการทดสอบโดยไม่มีการปรับแต่งเครื่องยนต์และทดสอบที่ภาระสูงสุด ความเร็วรอบ 1300 1700 1900 2100 2300 รอบต่อนาที อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นคงที่ที่ 100 ลิตรต่อชั่วโมง ในแต่ความเร็วรอบจะทำการปรับให้เครื่องยนต์ทำงานที่รอบคงที่อย่างน้อย 3 นาทีแล้วจึงบันทึกค่าต่างๆประกอบด้วย แรงบิด อัตราการไหลของไอดี และอุณหภูมิในแต่ละจุด ในแต่ละการทดลองจะทำการทดสอบซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง

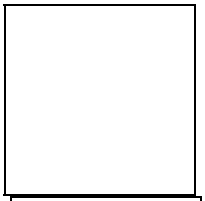
สมการที่ใช้คำนวณสมดุลทางความร้อนประกอบด้วย :

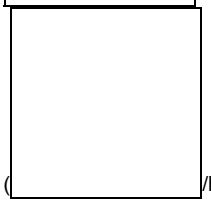
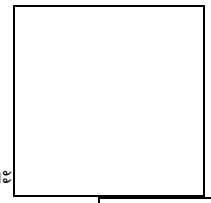
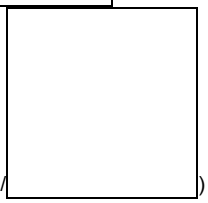


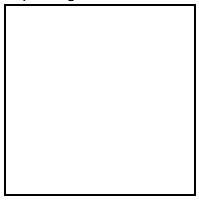
(1)


คือค่าความร้อนเทียบเท่ากับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kJ/hr)

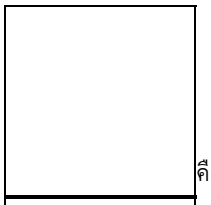

คือค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่อกิโลกรัม (44,000 kJ/kg สำหรับน้ำมันดีเซล และ 39,630 kJ/kg สำหรับไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา)


คืออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

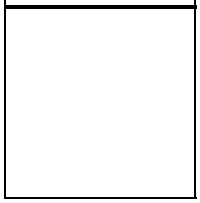

(/h) และ 
คือน้ำหนักจำเพาะของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิทดสอบ (kg/ )



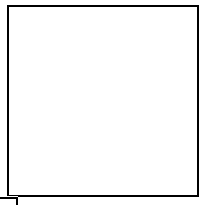
(2)



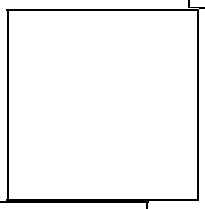
คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก(%) และ



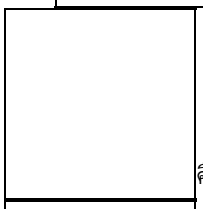
คือกำลังม้าเบรก (hp)



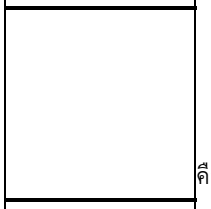
(3)



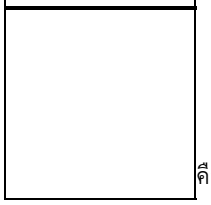
(4)



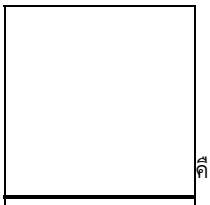
คือการสูญเสียความร้อนในน้ำหล่อเย็น (kJ/h)



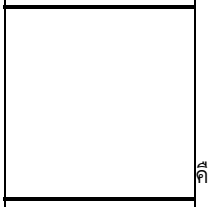
คือการสูญเสียความร้อนในน้ำหล่อเย็น (%)



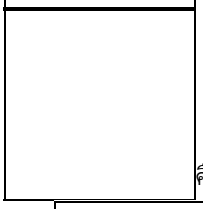
คือการสิ้นเปลืองน้ำหล่อเย็น (kg/h)



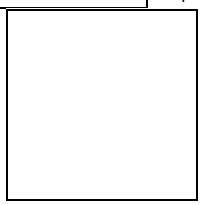
คือความร้อนน้ำจำเพาะ (1 kcal/kg/°C)



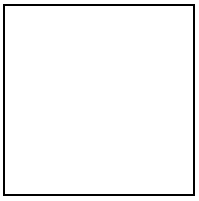
คืออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้า (°C) และ



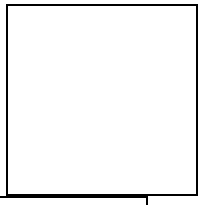
คืออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ทางออก (°C)



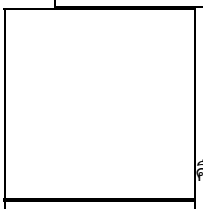
(5)



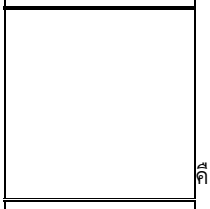
(6)



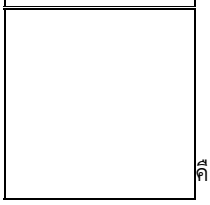
(7)



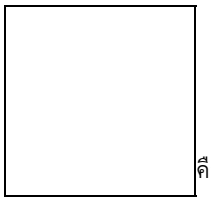
คืออัตราการไหลเชิงมวลของแก๊สไอเสีย(kg/s)

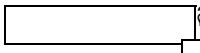


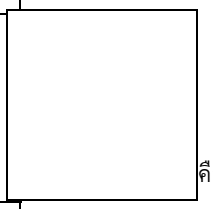
คืออัตราการไหลเชิงมวลของไอดี (kg/s)

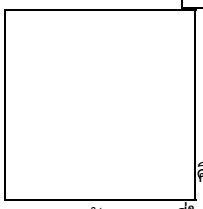


คือการสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสีย (kJ/kg)

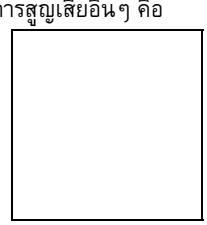

คือการสูญเสียพลังงานที่ก๊าซไอเสีย (%)

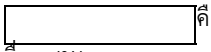

คือความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ของแก๊สไอเสีย (kcal/kg°C)


คืออุณหภูมิไอดี (°C) และ


คืออุณหภูมิไอเสีย (°C)

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าการสูญเสียในแรงเสียดทานและการสูญเสียอื่นๆ คือ

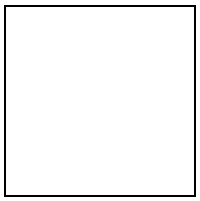

(8)

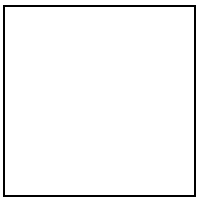

คือการสูญเสียในแรงเสียดทานและการสูญเสียอื่นๆ (%)

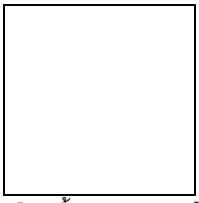
3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการทดลองด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์

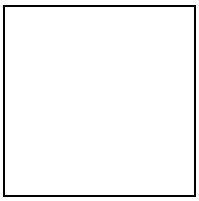
ผลการทดสอบด้านสมรรถนะพบว่าแรงบิดของน้ำมันดีเซลสูงกว่าไบโอดีเซลประมาณ 5 % และกำลังม้าเบรคของน้ำมันดีเซลก็มีค่าสูงกว่าไบโอดีเซลประมาณ 5 % เช่นกัน แต่ในช่วงรอบต่ำที่ 1300-1700 rpm เชื้อเพลิงผสม B10 และ B25 จะให้ค่าแรงบิดและกำลังม้าเบรกใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก โดย B10 มีค่าใกล้เคียงที่สุด และจะมีค่าต่ำกว่าดีเซลมากขึ้นตามอัตราส่วนผสมของไบโอดีเซลที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 3 และ 4


รูปที่ 3 แรงบิดในแต่ละความเร็วรอบ

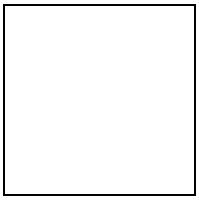

รูปที่ 4 กำลังม้าเบรกในแต่ละความเร็วรอบ


รูปที่ 5 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะในแต่ละความเร็วรอบ

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก พบว่าน้ำดีเซลจะมีค่าต่ำสุด ส่วนไบโอดีเซลจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10 % แต่ในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานรอบต่ำ 1300-1700 rpm อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเชื้อเพลิงผสม B10 และ B25 จะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก ดังรูปที่ 5


รูปที่ 6 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกในแต่ละความเร็วรอบ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก พบว่าที่ความเร็วรอบต่ำระหว่าง 1300-1700 rpm ไบโอดีเซลจะมีค่าสูงสุด แต่เมื่อความเร็วรอบเพิ่มเป็น 1900 rpm ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของไบโอดีเซลจะลดลงและมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ในขณะที่เชื้อเพลิงผสม B10 และ B25 ในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานรอบต่ำจะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก ดังรูปที่ 6


รูปที่ 7 อุณหภูมิของก๊าซไอเสียในแต่ละความเร็วรอบ

อุณหภูมิก๊าซไอเสียพบว่าน้ำมันดีเซลมีค่าสูงสุดในขณะที่น้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าต่ำสุดทุกความเร็วรอบดังรูปที่ 7

3.2 ผลการทดลองด้านสมดุลทางความร้อน

ผลการทดลองด้านสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ซึ่งประกอบไปด้วย ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก การการสูญเสียพลังงานใน

น้ำหล่อเย็น การสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสีย การสูญเสียในแรงเสียดทานและอื่นๆ พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของไบโอดีเซลจะมีค่าสูงสุดโดยสูงกว่าดีเซลประมาณ 3-5% ขณะที่เชื้อเพลิงผสมจะมีค่าใกล้เคียงกับดีเซล ด้านการสูญเสียในน้ำหล่อเย็นช่วงความเร็วรอบต่ำ 1300-1700 rpm ไบโอดีเซลจะมีการสูญเสียในน้ำหล่อเย็นสูงกว่าดีเซลประมาณ 10-15% แต่เมื่อความเร็วรอบสูงประมาณ 1900-2300 rpm การสูญเสียในน้ำหล่อเย็นของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าดีเซลมาก ประมาณ 10-25% ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 1300 rpm

	Diesel	B100	B10	B25
(%)	21.61	22.87	21.49	21.56
(%)	21.94	25.60	26.74	22.60
(%)	22.98	23.56	22.43	22.66
(%)	33.47	27.97	29.34	33.18

ตารางที่ 5 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 1500 rpm

	Diesel	B100	B10	B25
(%)	23.48	23.89	23.22	23.24
(%)	22.50	24.53	24.84	24.29
(%)	25.86	25.18	23.10	24.28
(%)	28.16	26.40	28.84	28.19

ตารางที่ 6 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 1700 rpm

	Diesel	B100	B10	B25
(%)	25.42	26.74	25.80	25.85
(%)	20.82	23.50	23.98	24.17
(%)	26.81	26.63	24.48	25.41
(%)	26.95	23.13	25.74	24.57

ตารางที่ 7 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 1900 rpm

	Diesel	B100	B10	B25

(%)	26.63	26.72	25.28	25.94
(%)	21.51	20.85	23.07	21.77
(%)	27.41	27.29	26.33	26.96
(%)	24.45	25.14	25.32	25.33

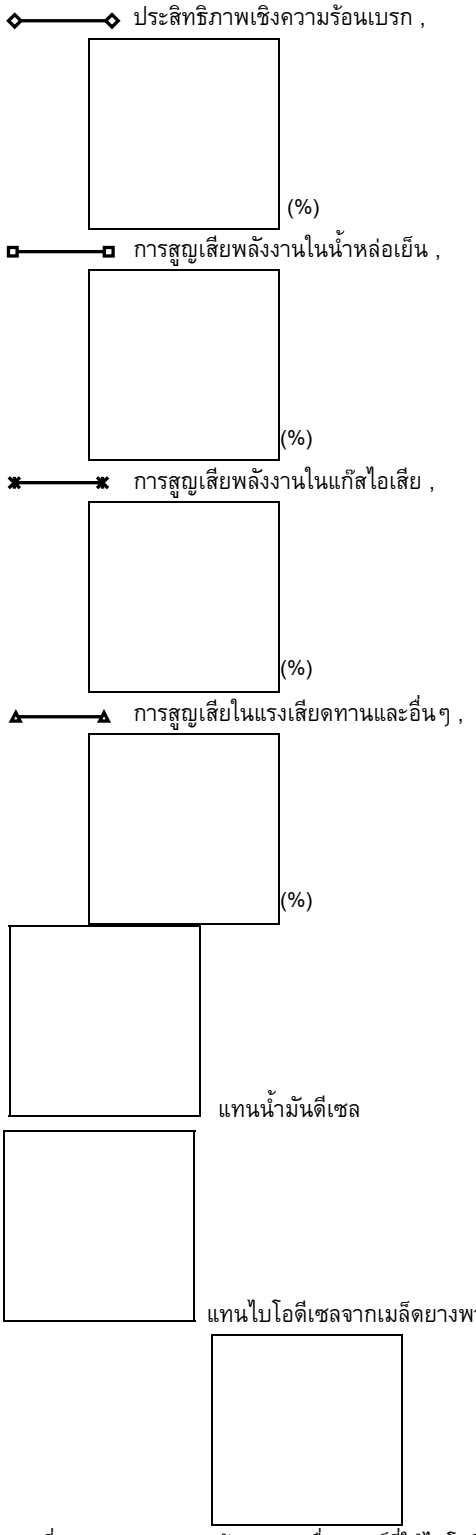
ตารางที่ 8 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 2100 rpm

	Diesel	B100	B10	B25
(%)	26.08	26.22	26.26	24.50
(%)	20.51	19.00	22.23	20.66
(%)	28.55	27.69	26.05	27.06
(%)	24.86	27.09	25.46	27.78

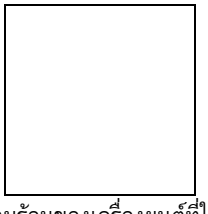
ตารางที่ 9 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ 2300 rpm

	Diesel	B100	B10	B25
(%)	26.47	24.61	25.21	25.03
(%)	19.75	14.48	19.92	18.52
(%)	30.94	25.69	28.01	28.40
(%)	22.84	35.22	26.86	28.05

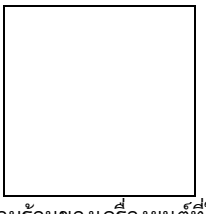
จากตารางที่ 4-9 สำหรับการสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสีย พบว่าที่ความเร็วรอบต่ำ 1300-1700 rpm ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา จะมีการสูญเสียใกล้เคียงกับดีเซล แต่เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 1900 rpm การสูญเสียของไบโอดีเซลจะเริ่มต่ำกว่าดีเซล โดยเฉพาะที่ความเร็วรอบ 2500 rpm การสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสียของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าดีเซลถึง17% ในด้านการสูญเสียในแรงเสียดทานและอื่นๆ พบว่าในช่วงความเร็วรอบต่ำ 1300-1900 rpm ไบโอดีเซลจะมีการสูญเสียต่ำกว่าดีเซลประมาณ 5% แต่เมื่อความเร็วรอบเกิน 1900 rpm ไบโอดีเซลจะมีการสูญเสียสูงกว่าดีเซลโดยเฉพาะที่ความเร็วรอบ 2300 rpm จะมีการสูญเสียสูงกว่าดีเซลถึง 50%



รูปที่ 8 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา(B100) เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 9 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมไบโอดีเซล10% (B10) เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 10 สมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมไบโอดีเซล25% (B25) เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 8-10 แสดงสมดุลทางความร้อนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อ เพลิงแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าอัตราส่วนของการสูญเสียพลังงานในน้ำหล่อเย็น และแก๊สไอเสียของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าดีเซลมากเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ajav และคณะ [5] และสอดคล้องกับรูปที่ 7 ที่แสดงอุณหภูมิของแก๊สไอเสียในแต่ละความเร็วรอบ ขณะที่เชื้อเพลิงผสมทั้ง B10 และ B25 จะมีค่าใกล้เคียงกับดีเซล

4. สรุป

เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดอาการสะดุด ค่าแรงบิดและกำลังม้าเบรกจะให้ค่าต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 5% ซึ่งต่างกันไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารามีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารามีอัตราการสิ้นเปลืองสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10% ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลสูงกว่าดีเซล โดยเฉพาะที่ความเร็วรอบต่ำระหว่าง 1300-1900 rpm ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของไบโอดีเซลมีอะตอมของออกซิเจนอยู่ด้วย ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์กว่าดีเซล แต่เมื่อความเร็วรอบสูงเกิน 1900 rpm ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำกว่าดีเซล ส่วนน้ำมันที่ได้จากการผสมระหว่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพาราในอัตราส่วน 10% และ 25% จะมีค่าอยู่ระหว่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา จากการสมดุลทางพลังงานความร้อนพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเมื่อทำงานที่ความเร็วรอบต่ำระหว่าง 1300-1900 rpm จะมีการสูญเสียพลังงานในแก๊สไอเสียและน้ำหล่อเย็นใกล้เคียงกับดีเซล แต่เมื่อความเร็วรอบเกิน 1900 rpm การสูญเสียในน้ำหล่อเย็น ในและแก๊สไอเสียจะต่ำกว่าดีเซล ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสามารถนำไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา มาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยมีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่มากนัก โดยเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ที่มีรอบการทำงานต่ำถึงปานกลาง

5. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สุภาษิต ชูกลิ่น, 2547. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยาง

พารา. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 112 หน้า.

[2] ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์, กุลเชษฐ์ เพียรทอง, ไพบูลย์ เสถียรรัมย์ ทองคำ กิริยะ, 2548. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและศึกษาผลกระทบต่อเครื่องยนต์. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 86 หน้า.

[3] Cherng-Yuan Lin, Hsiu-An Lin, 2006. Diesel engine performance and emission characteristics of biodiesel produced by the peroxidation process. Fuel 85, 298-305.

[4] Ramadhas, A.S., Muraleedharan, C., Jayaraj, S., 2005. Performance and emission evaluation of a diesel engine fueled with methyl esters of rubber seed oil. Renewable Energy 30, 1789-1800.

[5] Ajav, E.A., Bachchan Singh, Bhattacharya, T.K., 2000. Thermal balance of a single cylinder diesel engine operating on alternative fuels. Energy Conversion & Management 41, 1533-1541.