

รหัสโครงการ SUT7-707-54-12-45



รายงานการวิจัย

การศึกษาผลของการเติมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ ดีเซล

(The effect of mixed additive in the fuel for diesel engine)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รายงานการวิจัย

การศึกษาผลของการเติมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ ดีเซล

(The effect of mixed additive in the fuel for diesel engine)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

การุญ พิงสุวรรณรักษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2556

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ 2554 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.น.อ.ดร. วรพจน์ จำพิศ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล รศ.ร.อ.ดร. กนต์ธร ชำนิประศาสน์ คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ผศ.ดร. จิระพล ศรีเสริฐผล หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้อิโอกาส และสนับสนุนในทุกๆด้าน ขอขอบคุณเพื่อนคณาจารย์ประจำสาขาวิชา และบุคลากรประจำทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ และขอขอบคุณครอบครัว ผศ.ดร.ทิพย์วรรณ พึ่งสุวรรณรักษ์ และบุตริ ที่มีส่วนสำคัญและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา

การุญ พึ่งสุวรรณรักษ์

2556



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการใช้สารเติมแต่งในกลุ่มไบโอโซลูชัน และกลุ่มโลหะผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (D) และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) ที่มีผลต่อคุณสมบัติ สมรรถนะ และการปล่อยมลพิษในเครื่องยนต์ โดยกลุ่มไบโอโซลูชันที่ศึกษาได้แก่ พอลิเมอร์ และสารสกัดจากธรรมชาติ กลุ่มโลหะได้แก่ นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ โดยทำการวัดคุณสมบัติภายใต้มาตรฐาน American Society of Testing and Materials (ASTM) และทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ด้วยวิธีแชสซิส ไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) กับแบบจำลองการขับเคลื่อนถนน ผลการทดสอบพบว่าการใช้สารเติมแต่งชนิดนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้กำลังเครื่องยนต์ดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) อยู่ที่ 8.43 % และ 1.36 % ตามลำดับ และให้แรงบิดเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นเป็น 1.01 % และ 1.53 % อยู่ในช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 2,000 ถึง 3,000 รอบต่อนาที ในส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ 13.58 % และ 10.01 % จากการใช้สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ และสารสกัดจากธรรมชาติผสมน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) ผลการทดสอบการปล่อยมลพิษ NO_x , CO และ CO_2 ลดลงจากการใช้สารเติมแต่งชนิดนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์และสารสกัดจากธรรมชาติผสมน้ำมันดีเซล



Abstract

The purpose of this study is to perform comparative analysis of the effect of the different fuel additives as polymer based-bio-solution, natural organic based-bio-solution and nano-titanium metalloid (TiO_2) compound on the performance parameters and exhaust emissions of a pickup Diesel engine, operating on commercial Diesel fuel (D) and B5 palm bio-Diesel (95% D+5% palm oil). The basic properties of the fuel blended with TiO_2 metalloid compound and bio-solution based additives were measured according to ASTM standard. Engine performance of a pickup diesel engine was investigated by testing on a chassis dynamometer with the simulation of road load condition. It was found that TiO_2 based-additive is more effective for improving engine power than pure Diesel and B5 fuels by 8.43 % and 1.36 %, respectively. Meanwhile, with using TiO_2 additive, the maximum engine torque on average increased by 1.01% and 1.53% in the wide range between 2,000 and 3,000 rpm as compared with Diesel and B5 fuels, respectively. The TiO_2 and natural organic additives is significantly effective on Diesel fuel for reducing brake specific fuel consumption reached by 13.58 % and 10.01 %, respectively as compared with pure Diesel. Moreover, the exhaust emissions (NO_x , CO, and CO_2) decreased from the engine using the TiO_2 additive in Diesel fuel and natural organic additive in Diesel fuel.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 ปรีทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	22
3.2 การทดสอบคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	25
3.3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์.....	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง.....	38
4.2 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์.....	43
4.3 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์การปล่อยมลพิษ.....	47
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลการวิจัย	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ.2554.....	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรด ไขมัน พ.ศ. 2552	68
ภาคผนวก ข ตารางบันทึกผลการทดลอง.....	70
ภาคผนวก ค แผนผังการทดสอบ.....	79
ประวัตินักวิจัย	81



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่สำหรับ Cannon-Fenske capillary tube.....	8
ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ.....	22
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องแซตซีส ไดนาโมมิเตอร์.....	30
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ.....	31
ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM.....	39
ตารางที่ ข.1 การทดสอบความหนืดคินเมติกส์.....	71
ตารางที่ ข.2 การทดสอบความถ่วงจำเพาะ.....	72
ตารางที่ ข.3 การทดสอบจุดวาบไฟ และจุดติดไฟ.....	73
ตารางที่ ข.4 การทดสอบการคาร์บอนตกค้าง.....	74
ตารางที่ ข.5 การทดสอบกำลังเบรกเครื่องยนต์.....	75
ตารางที่ ข.6 การทดสอบแรงบิดเครื่องยนต์.....	76
ตารางที่ ข.7 การทดสอบกำลังที่ล้อรถยนต์.....	77
ตารางที่ ข.8 การทดสอบการปล่อยมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์.....	78
ตารางที่ ข.9 การทดสอบการปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์.....	78
ตารางที่ ข.10 การทดสอบการปล่อยมลพิษออกไซด์ของไนโตรเจน.....	78

สารบัญญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.1 การเตรียมเครื่องเขย่าระดับโมเลกุลในการใช้ผสมน้ำมัน.....	23
รูปที่ 3.2 การผสมน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมลงในบีกเกอร์ขนาด 2.5 ลิตร.....	24
รูปที่ 3.3 การผสมสารเติมแต่งเข้าไปในน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์มโดยใช้กระบอกลีดยาตวง.	24
รูปที่ 3.4 การผสมน้ำมันโดยใช้เครื่องเขย่าระดับโมเลกุลเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 35 °C....	25
รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดความหนืด.....	25
รูปที่ 3.6 การนำหลอดแก้วรูเล็กประกอบด้วยขาขีด และแชลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ.....	26
รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ.....	26
รูปที่ 3.8 การตรวจสอบใส่กระบอกลูกก่อนที่จะนำไปใส่เครื่องมือทดสอบความถ่วงจำเพาะ.....	27
รูปที่ 3.9 ไฮโดรมิเตอร์ ชนิดเบากว่าน้ำ.....	27
รูปที่ 3.10 เครื่องมือทดสอบจุดวาบไฟ และจุดติดไฟ.....	28
รูปที่ 3.11 การทดสอบจุดวาบไฟและจุดติดไฟ.....	28
รูปที่ 3.12 เครื่องมือวิเคราะห์กากคาร์บอนตกค้างแบบ Rambottoms.....	29
รูปที่ 3.13 การนำ Glass Coking Bulb ออกจากเตาเผาไปสู่ตู้ดูดความชื้น.....	29
รูปที่ 3.14 การนำรถขึ้นบน Roller และขีดรถด้วยเครื่องมือจับขีดรถ.....	31
รูปที่ 3.15 อุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการต่อสายน้ำมันเข้ากับปั๊มและเครื่องยนต์.	32
รูปที่ 3.16 การติดตั้งพัฒนาระบายความร้อน.....	32
รูปที่ 3.17 การเปิดโปรแกรม.....	33
รูปที่ 3.18 การเลือกหัวข้อ Measure engine power.....	33
รูปที่ 3.19 การเลือกหัวข้อ Continuous measurement.....	33
รูปที่ 3.20 การเลือกหัวข้อ Continue.....	34
รูปที่ 3.21 การปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์.....	34
รูปที่ 3.22 การวัดอัตราเร่งเครื่องยนต์.....	35
รูปที่ 3.23 ผลการวัดกำลัง แรงบิดของเครื่องยนต์.....	35
รูปที่ 3.24 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์.....	36
รูปที่ 3.25 เครื่องมือวัดมลพิษที่ใช้ในการทดสอบ Testo รุ่น 350.....	36
รูปที่ 3.26 การติดตั้งอุปกรณ์วัดมลพิษ.....	37
รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบความหนืดคินเมติกส์ของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	40
รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	40
รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบจุดติดไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	41

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบปริมาณกากถ่านของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	42
รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	43
รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบกำลังเบรก กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	44
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบกำลังเบรก และกำลังที่ล้อสูงสุดของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	44
รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบแรงบิดเครื่องยนต์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง....	46
รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	47
รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบอุณหภูมิไอเสีย กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	48
รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบออกไซด์ของไนโตรเจน กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง.	49
รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบคาร์บอนมอนอกไซด์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง...	50
รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบคาร์บอนไดออกไซด์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง.....	52
รูปที่ ค.1 แผนผังการทดสอบ.....	80

คำอธิบายสัญลักษณ์

T	แรงบิด
F	แรง
P_b	กำลังเบรก
N	รอบการหมุนของเพลาคือเหวี่ยง
mep	ความดันยังผลเฉลี่ย
V_d	ปริมาตรกระจัด
n_R	วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์
sfc	อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ
\dot{m}	อัตราการไหลของมวล
η_f	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิง
Q_{HV}	ความร้อนของเชื้อเพลิง
$\frac{A}{F}$	อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง
\dot{m}_a	อัตราการไหลของมวลอากาศ
\dot{m}_f	อัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง
η_V	ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร
$\rho_{a,i}$	ความหนาแน่นของอากาศ
$\rho_{substance}$	ความหนาแน่นของสารที่ใช้
ρ_{H_2O}	ความหนาแน่นของน้ำ
V	Kinematic viscosity
C	Calibration constant of the viscometer
t	Mean flow time
B	Constant value for correction
T_t	Testing temperature
T_f	Filling temperature
A	Mass of Carbon Residue
W	Mass of Sample
NO_x	ออกไซด์ของไนโตรเจน
CO	คาร์บอนมอนอกไซด์ไฮโดคาร์บอน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบัน การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับปัญหาของสิ่งแวดล้อมเช่น สภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่เกินขอบเขต งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกเป็นความพยายามที่จะหาแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์โดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์น้อยที่สุด การใช้งานรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทั้งทางด้านการใช้งานส่วนบุคคล และการใช้งานในทางพาณิชย์ ถ้าพิจารณาแบ่งรถยนต์ที่มีการใช้งานในปัจจุบันนี้ออกตามประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้จะสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน และรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งจากการใช้งานรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลได้ถูกนำมาใช้งานอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการใช้งานทางพาณิชย์ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อเศรษฐกิจเนื่องจากต้นทุนทางด้านขนส่งที่ถูกกว่า โดยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของรถยนต์ที่ใช้งานในทางพาณิชย์นี้ สำหรับการใช้งานทางด้านส่วนบุคคลนั้นเนื่องจากปัจจุบันผู้ผลิตรถยนต์ได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้และมีการออกแบบให้รถยนต์ดีเซลสามารถครอบคลุมการใช้งานในครัวเรือนได้เกือบทั้งหมด ทำให้รถยนต์ดีเซลได้เข้ามามีบทบาทการใช้งานนี้มากยิ่งขึ้น ด้วยความสำคัญและปริมาณการใช้รถยนต์ดีเซลที่มากขึ้น จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และปัญหาด้านการปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศตามมา ประกอบกับสภาวะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงในปัจจุบัน ได้ศึกษาคิดค้นสารเร่งเพื่อประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ รวมไปถึงลดการปล่อยมลพิษไอเสีย สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซินและดีเซล โดยนำสารเร่งผสมเข้าโดยตรงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์เครื่องยนต์เดินเรียบ ลดการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ และมลพิษอื่นๆ ที่เกิดการเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์

ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะนำเอาน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดเอสเทอร์ (esters or biodiesel) และกลีเซอริน (glycerol) ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลจะเสื่อมสภาพไวต่อการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งจะเป็ผลทำให้เกิดการรวมตัวของกรดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ออกไซด์ที่มีอะตอมสองตัว (ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์) และยางเหนียว (gum) ซึ่งจะเป็ผลทำให้คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซล และสมรรถนะของเครื่องยนต์ต่ำลงได้ และยางเหนียวยังอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์ และระบบหัวฉีดได้ การเติมสารเร่ง (additives) เข้าไปใน

น้ำมันไบโอดีเซลจะช่วยลดการเสื่อมสภาพดังกล่าวลงได้ ขณะเดียวกันก็จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางเคมีให้แก่ น้ำมันไบโอดีเซลได้อีกด้วย สารเร่งมีหลายชนิดผลงานวิจัยต่างๆ ให้ข้อมูลว่า กรด 4-Nonyl phenoxy acetic (NPAA) กลุ่มจำพวก metallic based จากการสังเคราะห์จากกรดเรซินกับ MnO_2 หรือ MgO และ WDP(Water Dipole Power)

ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาการผสมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) ที่เหมาะสมที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล และศึกษาคุณสมบัติจำเพาะของน้ำมันหลังจากที่เติมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น ความถ่วงจำเพาะ จุดวาบไฟ ความหนืด และปริมาณกากถ่านของเชื้อเพลิง สำหรับการทดสอบเครื่องยนต์ ผู้วิจัยมีแนวทางการศึกษาและทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ เช่น กำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการวัดมลพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์ จากแผนการศึกษาดังกล่าวจุดประสงค์หลักเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นก่อนและหลังจากผสมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) กรณีศึกษาการส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วย จุดติดไฟ ความถ่วงจำเพาะ ความหนืด และปริมาณกากถ่านของน้ำมันเชื้อเพลิง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นก่อนและหลังจากผสมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) กรณีศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ ประกอบด้วย กำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และปริมาณการปล่อยมลพิษ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนและหลังผสมสารเร่งในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5)
- 1.3.2 ใช้ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วของบริษัท ปตท. ซึ่งมีคุณสมบัติ ตามมาตรฐานน้ำมันดีเซล DF2 ของมาตรฐาน ASTM ซึ่งกำหนดค่าเลขซีเทนอยู่ในช่วง 40-60
- 1.3.3 ใช้ไบโอดีเซลปาล์ม ประเภทเมทิลเอสเทอร์
- 1.3.4 ใช้สารเร่ง 3 ชนิด คือ พอลิเมอร์ สารสกัดจากธรรมชาติ และนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์
- 1.3.5 ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ด้วยวิธีแชสซิส ไลน์โมมิเตอร์
- 1.3.6 ทดสอบวัดมลพิษไอเสียจากเครื่องยนต์

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 การค้นคว้าและศึกษา

1.4.1.1 ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการจากหนังสือ วารสารวิชาการ สิทธิบัตร และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง (Literature Survey)

1.4.2 วัดผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

1.4.2.1 ทดสอบความหนืดตามมาตรฐาน ASTM D445 โดยใช้เครื่องมือ Viscosity - Kinematic Capillary Tempering Bath High Temperature

1.4.2.2 ทดสอบจุดวาบไฟตามมาตรฐาน ASTM D93 ใช้เครื่องมือ Flash & Fire Point - Open Cup acc. CLEVELAND

1.4.2.3 ทดสอบความถ่วงจำเพาะตามมาตรฐาน ASTM D1298 ใช้เครื่องมือ Density, API and Specific Gravity – Tempering Bath

1.4.2.4 ทดสอบปริมาณกากถ่านตามมาตรฐาน ASTM D189 ใช้เครื่องมือ Ramsbottom Carbon Residue

1.4.2.5 ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ด้วยวิธีแซชชีส ไดนาโมมิเตอร์

1.4.2.6 วัดปริมาณมลพิษ

1.4.2.7 สรุปและรวบรวมเขียนรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เกิดความเข้าใจถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผสมสารเร่งกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผลต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ และการปล่อยมลพิษ

1.5.2 เผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ

1.5.2.1 การรณ พังสุวรรณรักษ์ “ผลกระทบของการเติมสารเติมแต่งในน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล”การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7, 3 – 5 พฤษภาคม 2554, หาดกระดาน จังหวัดภูเก็ต

1.5.2.1 K. Fangsuwannarak and K. Triratanasirichai “Comparative engine performance of DI pick-up diesel engine tested by mixing metal oxide and bio-solution additives in diesel fuel and palm biodiesel blends(B5)” International Conference on Applications and Design in Mechanical Engineering 2012(ICADME 2012), 27-28 February 2012, Penang, Malaysia.

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้ กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยคือ สารเติมแต่ง คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะเครื่องยนต์ และมลพิษไอเสีย

2.1.1 คุณสมบัติสารเติมแต่ง

น้ำมันดีเซลที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ และนำมาใช้งานจำเป็นต้องมีการเติมสารเพิ่มคุณภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ สารเพิ่มคุณภาพที่เติมลงไปได้แก่สารชะล้างทำความสะอาด สารป้องกันการรวมตัวกับอากาศ สารป้องกันการสนิมและการกัดกร่อน และสารลดการเกิดฟอง เป็นต้น สารเติมแต่งในน้ำมันดีเซลมีอยู่หลายชนิด การที่จะใช้สารเติมแต่งชนิดใดบ้างผสมในน้ำมันดีเซล ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ผลิตได้ และคุณสมบัติที่ต้องการเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.1.1.1 สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์

เป็นนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นหลัก และพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยในการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ โดยผสมเข้าโดยตรงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง ลดการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และมลพิษอื่นๆ ที่เกิดจากการใช้เครื่องยนต์ ลดการเกิดยางเหนียวบนวาล์วหัวฉีด และช่วยลดอุณหภูมิภายในเครื่องยนต์

2.1.1.2. สารเติมแต่งสกัดจากธรรมชาติ

สารสกัดจากธรรมชาติ คือสารเพิ่มประสิทธิภาพน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน ดีเซล และแก๊สโซฮอล์ ที่สกัดจากพืชธรรมชาติ ไม่มีส่วนผสมของสารเคมี กรดกำมะถัน และโลหะหนัก เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ทุกชนิดที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน ดีเซลและแก๊สโซฮอล์ คุณสมบัติสารสกัดจากธรรมชาติจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโมเลกุลน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการทำให้โมเลกุลน้ำมันแตกตัวเป็นละอองฝอย พร้อมทั้งทำการจัดเรียงโมเลกุลให้เป็นระเบียบ และเปลี่ยนจากประจุลบเป็นประจุบวก ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า POLARIZATION เครื่องยนต์สะอาดอยู่ตลอดเวลา ทำความสะอาดชะล้างละลาย อนุภาคของ คาร์บอน คราบเขม่า ตะกอนหัวฉีด คาร์บูเรเตอร์ ปุ่มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในน้ำมันดีเซล รวมถึงที่ผิวหน้าของ โลหะในห้องเครื่อง ช่วยป้องกัน โลหะ จากการผุกร่อนและสนิม

2.1.1.3. สารเติมแต่งพอลิเมอร์

เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่พัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ และ

การทำความสะอาดล้างหัวฉีด ทำความสะอาดเครื่องยนต์ ลดการสะสมของคราบเขม่า สามารถใช้ได้กับน้ำมันดีเซล และ ไบโอดีเซล

2.1.2 สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์เป็นเครื่องจักรกลต้นกำลังที่ให้กำลังออกมาในรูปของแรงบิด และความเร็วในการหมุนเพื่อนำไปใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ ลักษณะที่สำคัญของเครื่องยนต์จึงถูกกำหนดด้วยความต้องการในการนำไปใช้งาน ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผู้ใช้ คือสมรรถนะของเครื่องยนต์ตลอดช่วงการทำงาน การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ภายในช่วงการทำงาน และราคาของเชื้อเพลิง เสียงและมลพิษทางอากาศที่ออกมาจากเครื่องยนต์ภายในช่วงการทำงาน ราคาของเครื่องยนต์ และการติดตั้ง และความน่าเชื่อถือ และความคงทนของเครื่องยนต์ ความต้องการในการบำรุงรักษา และผลที่มีต่อความพร้อมในการใช้งานและค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

2.1.2.1 กำลังเบรก

กำลังเบรกเป็นกำลังที่วัดได้ที่เพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกำลังที่นำไปใช้งานได้นั่นเอง การวัดกำลังเบรกจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่าไดนาโมมิเตอร์ซึ่งมีอยู่หลายชนิด โดยวัดออกมาในรูปของแรงบิดและรอบการหมุนของเครื่องยนต์ ซึ่งหาได้จากสมการ

$$T = Fb \quad (2.1)$$

$$P_b = 2\pi TN \quad (2.2)$$

เมื่อ T คือแรงบิด, F คือแรง, P_b คือกำลังเบรก และ N คือรอบการหมุนของเพลาช้อเหวี่ยง

2.1.2.2 ความดันยังผลเฉลี่ย

ความดันยังผลเฉลี่ยเบรกสูงสุด สำหรับเครื่องยนต์แต่ละชนิดที่ถูกออกแบบอย่างดีมักจะมีค่าคงตัวตลอดช่วงของขนาดเครื่องยนต์ และมีการกำหนดค่าทั่วไปไว้ ซึ่งค่าทั่วไปสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะแบบนำไอดีเข้าโดยธรรมชาติจะมีค่าความดันยังผลเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 700 ถึง 900 kPa ดังนั้นจึงสามารถนำความดันยังผลเฉลี่ยเบรกที่กำหนดไว้ไปใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จริงเพื่อประเมินว่าผู้ออกแบบได้ใช้ปริมาตรกระจัดของเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และนำไปใช้ในการคำนวณออกแบบเบื้องต้นเพื่อหาปริมาตรกระจัดที่ต้องการสำหรับแรงบิดหรือกำลังที่อัตราเร็วรอบที่กำหนดหนึ่งๆด้วย ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์

$$mep = \frac{P_b n_R}{V_d N} \quad (2.3)$$

เมื่อ mep คือความดันยังผลเฉลี่ย, V_d คือปริมาตรกระจัด และ n_R คือวัฏจักรการทำงาน ของเครื่องยนต์

2.1.2.3 การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ และประสิทธิภาพ

ในการทดสอบเครื่องยนต์ การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะถูกวัดเป็นอัตราการไหลของมวล ซึ่งเครื่องยนต์ขนาดใหญ่จะมีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบได้จึงกำหนดในรูปของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption, sfc) ซึ่งเป็นอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังที่ให้ออกมา และเป็นการวัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานออกมา ซึ่งหาได้จาก

$$sfc = \frac{\dot{m}}{P_b} \quad (2.4)$$

เมื่อ sfc คือการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, และ \dot{m} คืออัตราการไหลของมวล ค่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะยิ่งต่ำก็ยิ่งดี และโดยทั่วไปแล้วจะคำนวณในรูปของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Brake Specific Fuel Consumption, $bsfc$) คือเป็นอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังเบรกที่ให้ออกมา ค่า $bsfc$ ที่ดีที่สุดสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดใหญ่อาจมีค่าต่ำกว่า $200 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$

พลังงานเชื้อเพลิงที่สามารถปล่อยออกมาจากการเผาไหม้หาได้จากมวลของเชื้อเพลิงที่ส่งเข้าไปในเครื่องยนต์ต่อวัฏจักรคูณด้วยค่าความร้อนของเชื้อเพลิง เรียกว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิง

$$\eta_f = \frac{P_b}{\dot{m}_f Q_{HV}} \quad (2.5)$$

เมื่อ η_f คือประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิง และ Q_{HV} คือความร้อนของเชื้อเพลิง

เมื่อแทนค่า $\frac{P}{\dot{m}_f}$ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง η_f และ sfc คือ

$$\eta_f = \frac{1}{(sfc)(Q_{HV})} \quad (2.6)$$

2.1.2.4 อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง

อัตราการไหลของมวลอากาศ และอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง มักจะถูกวัดในการทดสอบเครื่องยนต์ ในช่วงการทำงานปกติสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่ใช้ น้ำมันดีเซลจะมีอัตราส่วน คือ $18 \leq A/F \leq 70$ ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์

$$\frac{A}{F} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \quad (2.7)$$

เมื่อ $\frac{A}{F}$ คืออัตราส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง, \dot{m}_a คืออัตราการไหลของมวลอากาศ และ \dot{m}_f คืออัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง

ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรถูกกำหนดให้เท่ากับอัตราการไหลของปริมาตรอากาศที่เข้าไปในระบบไอดีหารด้วยอัตราซึ่งปริมาตรถูกกวาดโดยลูกสูบ หาได้จากความสัมพันธ์

$$\eta_v = \frac{2\dot{m}_a}{\rho_{a,i} V_d N} \quad (2.8)$$

เมื่อ η_v คือประสิทธิภาพเชิงปริมาตร และ $\rho_{a,i}$ คือความหนาแน่นของอากาศ

2.1.2.5 การปล่อยมลพิษจำเพาะและครชนิมลพิษ

ในการทำงานของเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในจะมีการปล่อยไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศออกมาจากเครื่องยนต์ซึ่งมีส่วนประกอบที่ถือว่าเป็นมลพิษคือออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ยังไม่เผาไหม้ และสารละออง (particulate) ความเข้มข้นของแก๊สที่เป็นมลพิษในไอเสียของเครื่องยนต์มักจะถูกวัดเป็นส่วนในล้านส่วน หรือร้อยละ โดยปริมาตร แต่พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะพิจารณาเป็น 2 ลักษณะคืออัตราการไหลของมวลมลพิษต่อหน่วยกำลังที่ให้ออกมา เรียกว่าการปล่อยมลพิษจำเพาะ อีกลักษณะหนึ่งก็คืออัตราการไหลของมวลมลพิษต่อหน่วยอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิงที่เรียกว่าครชนิมลพิษ

2.1.3 คุณสมบัติของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

2.1.3.1 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1298 เป็นการวัดความหนักเบาของน้ำมันที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส ถ้าน้ำมันหนักมากค่าความร้อนของน้ำมันต่อหน่วยน้ำหนักจะลดลง ค่าซีเทนลดลงการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดคราบเขม่าคาร์บอนสะสมได้มากสามารถหาได้จากสมการ

$$SG = \frac{\rho_{substance}}{\rho_{H_2O}} \quad (2.9)$$

เมื่อ $\rho_{substance}$ คือ ความหนาแน่นของสารที่ใช้
 ρ_{H_2O} คือ ความหนาแน่นของน้ำ

2.1.3.2 ค่าซีเทน (Cetane Number) หรือดัชนีซีเทน (Calculated Cetane Index) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D613 คือค่าด้านทานการน็อคของเครื่องยนต์ แสดงคุณภาพการจุดติดไฟ (Ignition Quality) นับตั้งแต่น้ำมันเริ่มถูกฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้จนกระทั่งน้ำมันเกิดติดไฟขึ้น ช่วงระยะเวลาที่เรียกว่าความล่าช้าในการจุดติดไฟ (Ignition Delay) น้ำมันที่มีช่วงระยะเวลานี้สั้นก็จะมีค่าซีเทนสูง จุดติดไฟได้ง่าย เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายในช่วงอากาศเย็น เครื่องยนต์ร้อนขึ้นได้เร็วโดยไม่เกิดควันขาว เติมน้ำมัน น้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการกลั่นโดยตรงจะมีค่าซีเทนสูงใกล้ 60 แต่ถ้ามีส่วนผสมของน้ำมันจากกระบวนการ Cracking จะมีค่าซีเทนประมาณ 50-55 อย่างไรก็ตามค่าซีเทนสูงมากเกินไปก็ไม่เหมาะสมเพราะเครื่องยนต์จะไม่มีกำลัง การวัดค่าซีเทนต้องใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาตรฐานสูบเดียวของ CFR เปรียบเทียบคุณภาพในการจุดติดไฟกับเชื้อเพลิงมาตรฐาน มีค่าใช้จ่ายสูงมาก และสิ้นเปลืองเวลา จึงนิยมใช้วิธีการคำนวณออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทน (Calculated Cetane Index)

2.1.3.3 ความหนืดไคเนมาติก (Kinematic Viscosity) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D445 คือแรงต้านภายในตัวของน้ำมันต่อการไหล น้ำมันไหลง่าย น้ำมันข้นไหลช้า ความหนืดต้องเหมาะสมเพื่อให้ระบบการฉีดน้ำมัน (Injection System) ฉีดเป็นละอองฝอยได้ละเอียดดี ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยหล่อลื่นปั๊มหัวฉีด ถ้าน้ำมันข้นเกินไปจะกระจายตัวเป็นฝอยไม่ดี แต่ถ้าใสเกินไปก็จะทำให้การหล่อลื่นไม่พอ ลูกสูบปั๊มหัวฉีดอาจติดตายหรือเกิดการสึกหรองจนทำให้ปั๊มรั่วได้ ค่าความหนืดวัดเป็น Kinematic Viscosity สามารถหาได้จากสมการ

$$V = C \times t [1 - B \times (T_t - T_f)] \quad (2.10)$$

- เมื่อ V คือ Kinematic viscosity, cSt
 C คือ Calibration constant of the viscometer, cSt/s
 t คือ Mean flow time, s
 B คือ Constant value for correction
 T_t คือ Testing temperature, °C
 T_f คือ Filling temperature, °C

ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่สำหรับ Cannon-Fenske capillary tube

Tube Number	C value	B value (1/°C)
75	0.00767	76×10^{-6}
150	0.03619	78×10^{-6}
200	0.0968	81×10^{-6}
300	0.02571	79×10^{-6}

2.1.3.4 จุดไหลเท (Pour Point) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D97 เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันเริ่มไม่ไหล อากาศเย็นส่งผลให้มีอุณหภูมิต่ำ น้ำมันจะก่อตัวเป็นเกล็ดแข็งที่ติดที่กรองน้ำมันดีเซล ขัดขวางการไหลของน้ำมันไปป้อนปั๊มหัวฉีด และถ้าสตาร์ทเครื่องไม่ติดอยู่นานปั๊มหัวฉีดอาจติดตายได้

2.1.3.5 ปริมาณกำมะถัน (Sulphur Content) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D5453 กำมะถันในน้ำมันดีเซล เมื่อเผาไหม้กับอากาศจะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) เป็นไอเสียที่ถูกปล่อยทิ้งออกสู่อากาศภายนอก เป็นส่วนที่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ บางส่วนของซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) จะรวมตัวกับน้ำหรือความชื้นกลายเป็นกรดกำมะถัน กัดกร่อนชิ้นส่วนเครื่องยนต์เกิดการสึกหรอ ตั้งแต่ 1 มกราคม 2542 รัฐบาลโดยกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดให้มีปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลได้ไม่เกิน 0.05% โดยน้ำหนัก เพื่อลดมลภาวะอากาศเป็นพิษ

2.1.3.6 การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D130 เป็นการหาความสามารถในการกัดกร่อนของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเหลว ซึ่งเป็นการทดสอบการควบคุมป้องกันถังเก็บ และท่อทางเดินน้ำมันซึ่งอาจเกิดการกัดกร่อนเสียหายได้จากปริมาณกำมะถัน

2.1.3.7 กากถ่านหรือกากคาร์บอน (Carbon Residue) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D189 คือปริมาณสารคาร์บอนที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากน้ำมันได้ระเหยออกไปหมดแล้ว ที่อุณหภูมิสูงๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง น้ำมันที่มีปริมาณกากคาร์บอนสูงจะมีแนวโน้มการเกิดควัน และคราบเขม่าคาร์บอน เกาะสะสมในห้องเผาไหม้ บริเวณร่องแหวนลูกสูบ และหัวฉีดได้ สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Carbon Residue} = \frac{(A \times 100)}{W} \quad (2.11)$$

เมื่อ A คือ Mass of Carbon Residue, g

W คือ Mass of Sample, g

2.1.3.8 ปริมาณน้ำและตะกอน (Water and Sediment) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2709 ปริมาณน้ำจะทำให้เกิดตะกอนในเครื่องยนต์ จะขัดขวางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บไปยังห้องเผาไหม้ และทำให้เกิดการกัดกร่อนภายในถังและอุปกรณ์ต่างๆ ถ้ามีมากเกินไปมาตรฐานเป็นผลให้เกิดการอุดตันที่หัวกรองน้ำมันได้ น้ำเป็นอันตรายต่อระบบปั๊มและหัวฉีดเพราะไม่มีคุณสมบัติการหล่อลื่น

2.1.3.9 ปริมาณเถ้า (Ash) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D482 ในน้ำมันดีเซลประกอบด้วยสารที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมด อยู่ในรูปของแข็ง สารอนินทรีย์ต่างๆ และในรูปของสารสบู่จำพวก

โลหะที่ละลายในน้ำมันได้ สารที่เป็นของแข็งจะจับขุ่นผิวโลหะของเครื่องยนต์ให้เป็นรอยได้ เกิดการสึกหรอให้กับปั๊มหัวฉีด ส่วนสารสบู่จะทำให้เกิดคราบตะกอนเกาะติดในเครื่องยนต์เพิ่มการสึกหรอได้

2.1.3.10 จุดวาบไฟ (Flash Point) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D93 เป็นอุณหภูมิที่ไอระเหยน้ำมันดีเซลเกิดจุดติดไฟขึ้นเมื่อมีไฟเข้ามาจุด คุณสมบัติข้อนี้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเก็บสำรองน้ำมัน

2.1.3.11 การกลั่น (Distillation) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D86 อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ 90% แต่เดิมกระทรวงพาณิชย์กำหนดไว้ไม่เกิน 370 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าส่วนหนักในน้ำมันเผาไหม้ไม่หมด เกิดควันดำ โดยเฉพาะรถที่บรรทุกหนักเกินพิกัด และการเร่งเครื่องกะทันหัน เมื่อ พ.ศ.2535 รัฐบาลโดยกระทรวงพาณิชย์จึงออกข้อกำหนดใหม่ไม่ให้เกิน 357 องศาเซลเซียสซึ่งหมายถึงส่วนหนักในน้ำมันถูกตัดออกไป เป็นผลทำให้น้ำมันเผาไหม้หมดจดขึ้น ช่วยลดควันดำลง

2.1.3.12 คุณสมบัติการหล่อลื่น รอยขีดข่วน (Lubricity, Wear Scar) ทดสอบตามมาตรฐาน CEC F-06-96 มีคุณสมบัติในการหล่อลื่น ทดสอบโดยวิธี HFRR (High Frequency Reciprocating Rig) โดยเหตุที่รัฐบาลกำหนดให้มีปริมาณกำมะถันได้ไม่เกิน 0.05% โดยน้ำหนัก การลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลลง ทำให้คุณสมบัติการหล่อลื่นโดยธรรมชาติของน้ำมันดีเซลลดลงไปมาก เป็นผลให้ปั๊มหัวฉีดสึกหรอ และติดตายได้ในระยะยาว จึงกำหนดให้ต้องเติมสารเพิ่มคุณสมบัติการหล่อลื่น โดยมีรอยสึกหรอต้องไม่สูงกว่า 460 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นใหม่

2.1.4 คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลคือ เชื้อเพลิงเหลวสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ผลิตได้จาก น้ำมันพืช และไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรพ สบู่ดำ เป็นต้น หรือน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ซึ่งได้รับการกำจัดยางเหนียวและสิ่งสกปรกออก และนำไปผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า Transesterification โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ภายใต้สภาวะการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสม เพื่อเปลี่ยนไขมัน หรือเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจากไตรกลีเซอไรด์ ให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเทอร์ ได้แก่ เมทิลเอสเทอร์ หรือเอทิลเอสเทอร์ และกลีเซอริน เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลเกรดที่ใช้กันในปัจจุบัน สัดส่วนร้อยละ 5 (B5) สามารถนำมาใช้งานในเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์

ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์เป็นความหมายของไบโอดีเซลที่แท้จริง และเป็นที่ยอมรับในสากล และมีการใช้งานทั่วไป เช่น สหรัฐอเมริกา สหพันธรัฐเยอรมัน ออสเตรเลีย อิตาลี เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดทำให้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ ได้น้ำมันที่มีความคงตัวมากขึ้น สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด ทั้งเติมเชื้อเพลิงโดยตรง และผสมลงในน้ำมัน

ดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ เช่น B5 หมายถึงการผสมไบโอดีเซลต่อน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 5:95 เป็นต้น

2.1.4.1 ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล และการเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ มาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก เมื่อปริมาณเอสเทอร์น้อยกว่าที่กำหนด บ่งบอกถึงยังมีโมโนกลีเซอไรด์ หรือไตรกลีเซอไรด์อยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูงกว่าที่กำหนด ส่งผลให้ความหนืดของไบโอดีเซลมีค่าสูง และมีผลต่อการอุดตันในหัวฉีด

2.1.4.2 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบหัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าความหนาแน่นบ่งบอกถึงปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่ามากก็จะให้พลังงานความร้อนมากขึ้นตามไปด้วยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณเดียวกัน ความหนาแน่นของไบโอดีเซลจากวัตถุดิบน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณเมทานอลที่ตกค้างในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้ความหนาแน่นมีค่าต่ำอีกด้วย

2.1.4.3 ความหนืดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำมัน การฉีดเป็นละอองฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นละอองฝอยได้ละเอียดจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ความหนืดของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบ นอกจากนี้ความหนืดยังเป็นดัชนีแสดงการเสื่อมสภาพของไบโอดีเซลเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกทางหนึ่ง

2.1.4.4 จูควาไฟฟ้า เป็นค่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่อเปลวไฟผ่านเหนือไอของน้ำมัน แล้วทำให้น้ำมันติดไฟ มาตรฐานกำหนดให้มีค่าจูควาไฟฟ้ามากกว่า 120 องศาเซลเซียส ปริมาณเมทานอลที่หลงเหลือในไบโอดีเซลทำให้จูควาไฟมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานได้ จูควาไฟมีผลต่อการขนส่ง การเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ ปริมาณเมทานอลที่ยังหลงเหลือในไบโอดีเซลในปริมาณมากกว่า 0.2 % ส่งผลให้จูควาไฟมีค่าต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

2.1.4.5 กำมะถัน ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ เนื่องจากน้ำมันพืชดิบที่ใช้ในการผลิตมักมีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำกว่า 15 ส่วนในล้านส่วน กำมะถันในน้ำมันเมื่อถูกเผาไหม้จะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งถูกปล่อยออกมาพร้อมไอเสียจากเครื่องยนต์ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.4.6 ปริมาณกากถ่าน มีความสัมพันธ์กับปริมาณกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ สบู่ ตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ยังหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล หากมีปริมาณกากถ่านสูงกว่าข้อกำหนด บ่งบอกถึงยังคงมีสารต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล นอกจากนี้ยังแสดงถึงแนวโน้มของปริมาณกากถ่านที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ กากถ่านมีผลต่อการอุดตันในหัวฉีด หรือที่ถูกลูกสูบ ทำให้กำลังของเครื่องยนต์ลดลง

2.1.4.7 เถ้าซัลเฟต เกิดจากการเผาไหม้ของสารปนเปื้อนในไบโอดีเซล เนื่องมาจากการตกค้างของสบู่ และตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณเถ้าซัลเฟตมีผลต่อการอุดตันในเครื่องยนต์

2.1.4.8 สารปนเปื้อน ในน้ำมันไบโอดีเซลส่วนใหญ่เป็นผลมาจากกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน และปฏิกิริยาข้างเคียง เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสบู่ของกรดไขมันอิสระ และตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารที่ไม่เกิดการ Sponified ได้แก่ไขมันที่ไม่อยู่ในรูปของกลีเซอรไรด์ กรดไขมันอิสระ Fatty Alcohol สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์อย่างแข็ง Tri-Terpene Alcohol สารประกอบแคโรทีน วิตามิน และอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบน้ำมันพืชเริ่มต้น โดยทั่วไปสิ่งปนเปื้อนทั้งหมดจะถูกกำจัดออกจากไบโอดีเซลในขั้นตอนการล้างน้ำ สิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลมีผลเสียต่อเครื่องยนต์หลายด้าน เช่น คุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซลระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบของสารที่ไม่เกิดการ Sponified เปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารที่มีผลในการลดคุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซล

2.1.4.9 การกัดกร่อนแผ่นทองแดง แสดงถึงการกัดกร่อนของน้ำมันต่อโลหะที่ใช้ทำเป็นชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากปริมาณกรด เช่น กรดไขมันอิสระ และสารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำมัน ซึ่งค่าการกัดกร่อนมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์

2.1.4.10 ค่าของกรด แสดงความเป็นกรดในน้ำมันไบโอดีเซล เป็นผลมาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบน้ำมันพืช และปริมาณกรดที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ ทำให้อายุการใช้งานของปั๊ม และไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมัน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกจากปริมาณน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมัน และผลของสภาวะในการจัดเก็บ

2.1.4.11 กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงพันธะคู่ หรือความไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซล ซึ่งมีแนวโน้มก่อให้เกิดโพลีเมอร์ในเครื่องยนต์ ทำให้เกิดการอุดตัน และการเสื่อมสภาพของน้ำมันเครื่อง ปริมาณกรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เลือกมาใช้เป็นวัตถุดิบ

2.1.4.12 เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากการเกิดสารประเภทเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Linkage) ขึ้นระหว่างพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่อยู่ในโครงสร้างของไบโอดีเซล ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดเมื่อน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ โดยที่ความร้อนและแสงแดดมีผลช่วยเร่งปฏิกิริยา ในขณะที่โลหะ เช่น ทองแดง ตะกั่ว ก็เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น ผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดสารโพลีเมอร์ (Oxidation Polymerization) และเกิดของแข็งที่ไม่ละลายในไบโอดีเซล เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากจะขึ้นกับประเภท และคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบแล้ว ยังขึ้นกับกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วย โดยกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อน

สูงเกินไปโอดีเซลเป็นระยะเวลาสั้น อาจส่งผลให้เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดที่ให้มีค่าสูงกว่า 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

2.1.4.13 ค่าไอโอดีน แสดงพันธะคู่ในน้ำมัน เป็นคุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ค่าไอโอดีนต่ำแสดงการมีสัดส่วนกรดไขมันอิ่มตัวในโครงสร้างไบโอดีเซลสูง ทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ค่าไอโอดีนยังมีความสัมพันธ์กับจุดขุ่น ซึ่งแสดงถึงอุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มเกิดไข หรือจับตัวเป็นก้อนแข็ง ไบโอดีเซลที่มีค่าไอโอดีนต่ำจะมีจุดขุ่นสูง ซึ่งมีผลต่อการใช้งานสภาพอากาศเย็น ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบมีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 50-55 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม โดยที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนดให้ค่าไอโอดีนไม่สูงกว่า 120 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม

2.1.4.14 เมทานอล เป็นสารตั้งต้นที่เหลือจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกให้หมดก่อนนำไบโอดีเซลออกจำหน่าย จึงต้องมีปริมาณต่ำในผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล จุดวาบไฟขั้นต่ำของไบโอดีเซลคือ 130 องศาเซลเซียส เมทานอลมีค่าจุดวาบไฟต่ำ ถ้ายังมีเมทานอลปะปนอยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูง จะทำให้ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟลดต่ำลง ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยในการเก็บรักษา การขนส่ง และการนำมาใช้ในเครื่องยนต์ เมทานอลมีค่าความเข้มข้นมากกว่า 5 % จะส่งผลกระทบต่อค่าซีเทน และการหล่อลื่นของน้ำมัน

2.1.4.15 โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ แสดงถึงความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เหลือจากปฏิกิริยา ทรานเอสเทอร์ฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ จะส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณกรองเชื้อเพลิง หัวฉีด กระบอกสูบ และวาล์วภายในเครื่องยนต์

2.1.4.16 กลีเซอรินอิสระ(Free Glycerin) ปริมาณกลีเซอรินที่ยังเหลืออยู่ในไบโอดีเซล เนื่องมาจากการแยกกลีเซอรินไม่สมบูรณ์ ทำให้มีปัญหาการแยกชั้นของกลีเซอรินในการจัดเก็บไบโอดีเซล รวมถึงการสะสมที่บริเวณด้านล่างถังน้ำมัน กลีเซอรินมีผลต่อการอุดตันที่หัวฉีด และระบบจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์โดยตรง

2.1.4.17 กลีเซอรินทั้งหมด(Total Glycerin) คือปริมาณของกลีเซอรินอิสระ และปริมาณกลีเซอรินในโมเลกุลของโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เจือปนอยู่ในไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ มีผลก่อให้เกิดการอุดตันที่บริเวณหัวฉีด และไส้กรอง ตลอดจนปัญหาการใช้งานในสภาพอากาศเย็น

2.1.4.18 โลหะกลุ่ม 1 คือโซเดียม และโพแทสเซียม และโลหะกลุ่ม 2 คือแคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นการวัดปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเบส สบู่ และโลหะหนักจากน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซล ที่หลงเหลือในไบโอดีเซล แคลเซียมมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี สำหรับกระบวนการโพลีเมอไรซ์ของเอสเทอร์อีกด้วย

2.1.4.19 ฟอสฟอรัส เป็นสารที่ปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบน้ำมันพืชตั้งแต่เริ่มต้น หากไม่ทำการกำจัดออกจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีฟอสฟอรัสปะปนอยู่ด้วย ซึ่งจะทำให้ความเสียหายให้กับอุปกรณ์ Catalytic Converter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่ มลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภัทรา มั่นสกุล และพิสมัย เจนวนิชปัญญากุล (2524) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มีการนำเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม หรือไบโอดีเซล เพื่อนำมาใช้เป็น เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งผลการทดสอบพบว่ากำลังของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบกับการใช้น้ำมัน ดีเซลมีค่าเทียบเท่ากันทั้งนี้เนื่องมาจากค่าความหนืดของเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มมีค่าที่ใกล้เคียง กับน้ำมันดีเซล รวมถึงมีค่าซีเทนัมเบอร์ที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล แต่อย่างไรก็ตามเป็นผลการทดสอบใน ระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น

สุรพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา (2544) ได้ศึกษา และเสนอผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ ผลกระทบต่อเครื่องยนต์ และมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชชนิดต่างๆ คือน้ำมัน มะพร้าวดิบ น้ำมันปาล์มดิบ รวมถึงเอสเทอร์ของน้ำมันมะพร้าวและของน้ำมันปาล์ม เพื่อใช้เป็น เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล พบว่าเอสเทอร์ของน้ำมันพืชทั้งสองชนิดมีค่าคุณสมบัติใกล้เคียงกับ น้ำมันดีเซล ส่วนค่าคุณภาพของน้ำมันพืชดิบทั้งสองชนิดพบว่ามีค่าบางค่าที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซล อยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลได้ เช่น ความหนืดของ น้ำมันดิบทั้งสองชนิดมีค่าสูง ทำให้การจุดระเบิดเกิดขึ้นได้ล่าช้า หัวฉีดทำงานหนักไม่สามารถฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดการสะสมตัวของเขม่า และยางเหนียวตามบริเวณบีมหัวฉีด และบริเวณปลายหัวฉีด รวมทั้งทำให้หัวฉีดอุดตัน สมรรถนะการ ทำงานของเครื่องยนต์ลดลง มลพิษในอากาศเพิ่มสูงขึ้น ความร้อนเชื้อเพลิงของน้ำมันดิบมีค่าน้อยกว่า น้ำมันดีเซลส่งผลให้กำลังที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น จุดไหลเท ของน้ำมันดิบมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ทำให้เกิดปัญหาการใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ การคิด เครื่องยนต์ทำได้ยาก และมีไขมันอุดตันไส้กรองน้ำมันเครื่องในปริมาณที่สูง

ทวิช จิตสมบูรณ์ (2544) ได้ศึกษา และรวบรวมผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้น้ำมันพืชเป็น เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล โดยประเด็นหลักที่นำเสนอคือ คุณภาพของน้ำมันพืชทั้งทางกายภาพ และทางเคมี สมรรถนะเครื่องยนต์ ผลกระทบต่อความคงทนของเครื่องยนต์ องค์ประกอบของไอเสีย และปัญหาอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชทดแทนน้ำมันดีเซล โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาน้ำมัน ปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว ผลการศึกษาพบว่าจากผลการวิจัยทั้งของนักวิจัยไทย และต่างประเทศที่ใช้ น้ำมันพืชดิบเป็นเชื้อเพลิง โดยไม่มีการตัดแปลงหรือปรับปรุงในส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ พบว่ามี การชำรุดหรือเสียหายเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนต่างๆในเครื่องยนต์ เพราะแหวนลูกสูบเกิดการติดตัว

เนื่องจากการสะสมตัวของกากคาร์บอนตามร่องแหวน สาเหตุเกิดจากน้ำมันพีชดิบมีค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล 15 เท่าตัว ดังนั้นจำเป็นต้องมีการปรับสภาพน้ำมันพีชดิบให้มีค่าใกล้เคียงน้ำมันดีเซล โดยมีอยู่ 3 แนวทางคือ 1. กรรมวิธีทางเคมี โดยทำให้เป็นน้ำมันใสหรือเอสเทอร์ 2. การผสมเข้ากับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนไม่เกิน 20% 3. การทำให้ น้ำมัน ไบโอดีเซลร้อนขึ้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการเลือกใช้เครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงทางอ้อม รวมถึงการติดตั้งเทอร์โบชาร์จ เพื่อช่วยในการอัดอากาศ ส่งผลให้การทำงานโดยรวมของเครื่องยนต์ดีขึ้น

ัญญธร อิศราชีวะ (2548) ได้ศึกษาผลกระทบของสาร Oxygenated Additive ในลักษณะทางอิมัลชันของการผสมน้ำมันดีเซลและเอทานอล ที่ความบริสุทธิ์ 95%, 99.5% และ 99.9% ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5% เหมาะสมในการนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดทั้งในด้านราคา และการไม่ก่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมันระหว่างการผสม ในกรณีที่ใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 95% จะก่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน เป็นผลทำให้เครื่องยนต์เกิดอาการน็อกและชิ้นส่วนอาจเกิดสนิมได้ การผสมสารออกซิเจนเนตในน้ำมันดีเซล ทำให้คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันดีเซลเปลี่ยนไปบ้าง โดยการเติมเอทานอลลงไปในดีเซลส่งผลให้ความหนาแน่น และความตึงผิวเฉพาะของน้ำมันลดลงในทางกลับกันการเติมเอทิลอะซิเตทลงไปทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของดีโซฮอลล์ในทุกอัตราส่วนการผสมที่ใช้ทดสอบยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลทั่วไป การเติมเอทานอล และเอทิลอะซิเตทลงไปทำให้ค่าดัชนีซีเทนของดีโซฮอลล์ลดลง ซึ่งส่วนผสมที่ดีเซล 90% เอทิลอะซิเตท 5% และเอทานอล 5% จะมีค่าดัชนีซีเทนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด ส่วนค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะมีค่าไม่แตกต่างกับน้ำมันดีเซลปกติมากนัก เมื่อพิจารณาผลจากการเติมสารจำพวกออกซิเจนเนตลงไปจะมีผลทำให้ปริมาณมลพิษในไอเสียลดลง โดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมด

กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย และคณะ (2551) ได้ศึกษาการทดสอบการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์รอบต่ำ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบคือ น้ำมันสบู่ดำผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน D100, J20, J50 และ J100 โดยนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ 3 ยี่ห้อคือ Kubota, Yanmar และ ทะเลทอง จำนวนทั้งหมด 12 เครื่อง ผลการทดสอบพบว่าคุณภาพของน้ำมัน J20 มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ในส่วนผลการทดสอบถึงผลกระทบของน้ำมันสบู่ดำต่อชิ้นส่วนของเครื่องยนต์พบว่ามีการบวมของน้ำมันสบู่ดำเกาะติดอยู่กับชิ้นส่วนเป็นคราบสีเข้มในบางจุดในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับน้ำมันสบู่ดำ และมีการพบร่องรอยของการสึกหรอที่เกิดจากการกัดกร่อนของน้ำมันสบู่ดำโดยเฉพาะบริเวณผิวหน้าของฝาสูบ และปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง ในส่วนของลูกสูบ มีร่องรอยของการสึกหรอเป็นจุดๆ กระจายตัวในส่วนที่เป็นขอบของร่องหรือรู และจากการตรวจสอบการอุดตันของระบบเชื้อเพลิง โดยการเช็อุปกรณ์ในน้ำมันสบู่ดำเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าไม่มีปัญหาของการอุดตันในระบบ ใน

ส่วนผลการทดสอบถึงผลกระทบของน้ำมันสบู่อัตราต่อกำลังงานของเครื่องยนต์พบว่าค่าของกำลังงานเครื่องยนต์จะมีขนาดลดลงเมื่อใช้น้ำมันสบู่อัตราที่มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น แต่มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในส่วนผลการทดสอบถึงผลกระทบของน้ำมันสบู่อัตราที่มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่อัตราในแต่ละสัดส่วน และในส่วนผลการทดสอบถึงผลกระทบของน้ำมันสบู่อัตราต่อปริมาณควันดำในไอเสียขณะเดินเครื่องยนต์พบว่าปริมาณของควันดำในน้ำมันผสมที่ 20 % ขึ้นไปมีปริมาณต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

Palm Oil Research Institute of Malaysia (1983) ได้ทำการทดสอบใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้อยู่ในรถยนต์รุ่นต่างๆ เช่น Land Cruiser เป็นระยะทางทั้งหมด 96,000-98,000 กิโลเมตร หรือ 1,100 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องยนต์ทำได้ง่าย ไม่เกิดอาการน็อค เครื่องยนต์เดินเรียบ กำลังของเครื่องยนต์ไม่ตก ปริมาณควันดำลดลง แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 5-25% และได้ทำการตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์พบว่ามีการคาร์บอนสะสมตัวอยู่บริเวณผิวของวาล์วในปริมาณที่ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง และพบว่าชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ผลิตจากพลาสติก และยางมีการเสื่อมสภาพการใช้งานที่สั้นกว่าปรกติ ต่อมาทาง Palm Oil Research Institute of Malaysia ได้ทำการทดสอบในเครื่องยนต์ของรถแท็กซี่ พบว่ากำลังสูงสุดที่วัดได้ลดลง 4.5% อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยนอกจากนี้ University of Technology Malaysia(UTM) ได้มีการทดสอบใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ของบริษัท Ricardo รุ่น E-6 และของบริษัท Isuzu รุ่น 4JB1 และเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กของบริษัท Yanmar รุ่น TF80 และของบริษัท Lister ผลการทดสอบพบว่ากำลังที่วัดค่าได้มีทั้งกรณีเพิ่มขึ้น และใกล้เคียงกัน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณไอเสียไอเสียพบว่า CO₂ มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วน CO มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล ต่อมา University of Malaysia (UM) ได้ทำการทดสอบใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ คือ 25:75, 50:50, 75:25 และน้ำมันปาล์ม 100 % เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของบริษัท Isuzu รุ่น 4JB1 ผลการทดสอบพบว่าสมรรถนะเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล ปริมาณไอเสีย HC, CO และ NO_x มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อัตราการสึกหรอเป็นปรกติเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

Gafar, A., et al (1995) ได้ศึกษาการใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 70:30 ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบระบบฉีดตรง พบว่าเครื่องยนต์มีกำลังลดลง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น การปล่อยมลพิษลดลง เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

Kammpman (1995) ได้ศึกษาการใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม และน้ำมันปาล์มดิบเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ผลการทดสอบพบว่าการใช้เชื้อเพลิงเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มสามารถใช้ได้ดี โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ โดยเฉพาะการใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อมพบว่ามีเหมาะสม

May, Ngan and Basiron (1995) ได้ศึกษาการใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลจำนวน 36 เครื่อง รวมระยะทางในการทดสอบ 300,000 กิโลเมตร ผลการทดสอบพบว่าสมรรถนะเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง กากคาร์บอนตามชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ มีค่าใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของไอเสียต่างๆ ที่วัดได้ HC NO_x และ CO มีปริมาณที่ลดลง และยังพบว่าวัสดุบางชนิดที่ผลิตมาจากพลาสติกคุณภาพต่ำ รวมถึงวัสดุที่ผลิตมาจากยางบางชนิดมีอายุการใช้งานค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิง

Schumacher and Gerpen (1996) ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ทั้งสองระบบคือระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง และระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อม ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมมาได้จากการใช้งานจริงอยู่ในช่วงปี ค.ศ.1991-1995 เชื้อเพลิงที่ใช้มีทั้งน้ำมันไบโอดีเซลบริสุทธิ์ 100 % และน้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆกัน จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

- การผสมน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลก่อดันต่ำ(Blending of Biodiesel and Low Sulfur Diesel Fuel) วิธีที่เหมาะสมในการผสมเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลต้องเป็นวิธีที่สามารถทำให้เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันตลอดให้ได้
- การติดเครื่องยนต์ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำ(Cold Start Tendencies) ผลการทดสอบพบว่ามีปัญหาในการติดเครื่องยนต์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมากๆ
- สภาพของน้ำมันเครื่องยนต์(Condition of Engine Lubricant Oil) จากผลการวิเคราะห์สภาพน้ำมันเครื่องยนต์หลังจากการทดสอบพบว่ามีการวิจัยที่บ่งบอกว่ามีปริมาณของเอสเทอร์ผสมอยู่ในน้ำมันเครื่องยนต์ค่อนข้างสูง ปริมาณเล็กน้อย และไม่พบเลย
- ระบบหล่อเย็น(Cooling System) จากผลการทดสอบพบว่าระบบหล่อเย็นของเครื่องยนต์ดีเซลมีการชำรุดเสียหายถึงขนาดที่ต้องเปลี่ยนใหม่มากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด
- ไอเสียที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์(Engine Exhaust Emission) จากการวิเคราะห์ปริมาณไอเสียต่างๆที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ พบว่า NO_x มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น แต่

ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วน CO HC และ PM พบว่ามีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

- การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง(Fuel Consumption) จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล
- การอุดตันของกรองน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Filter Plugging) จากผลการทดสอบพบว่าไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงอุดตันเร็วกว่าปกติ
- คุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง(Fuel Quality) จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลจากหลายๆหน่วยงานพบว่าบางหน่วยงานมีกลีเซอรอลผสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่าปกติ ส่วนบางหน่วยงานพบว่ามีปริมาณของสารปนเปื้อนที่มีลักษณะเป็นคริมขุ่นผสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่าปกติ
- การเสียหายของหัวฉีด(Injector Failure) จากการวิเคราะห์สภาพของหัวฉีดที่ผ่านการใช้งานมาแล้วพบว่ามึ้ทั้งกรณีที่ทำให้หัวฉีดพังหรือเกิดความเสียหายขึ้น กล่าวคือมีลักษณะคล้ายๆ กับการเกิดโพรง ส่วนในบางกรณีก็ไม่พบว่ามีปัญหาใดๆเกิดขึ้นกับหัวฉีด
- การเข้ากันได้ของวัสดุ(Material Compatibility) จากผลการทดสอบพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพ หรืออายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ เช่น ลิ้นวาล์วเปิดปิดของน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบวงจรไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของปั้มหัวฉีด ระบบกลไกภายในของปั้มหัวฉีด รวมถึงสายน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเพิ่มขึ้นของควันไอเสีย(Smoke Increases) จากการวิเคราะห์ปริมาณของควันไอเสียที่วัดค่าได้พบว่ามึ้ทั้งกรณีที่มีปริมาณลดลง โดยเฉพาะในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานที่รอบเดินเบา ส่วนในบางกรณีพบว่ามึ้ปริมาณที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล
- ผลสรุปการทดสอบกำลัง(Power Test Results) จากผลการทดสอบพบว่ากำลังที่วัดได้มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

Masjuki, Kalam, Maleque, Suhaimi และ Mokhtar (1998) ได้ศึกษาการใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซล และน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ คือ 20:80, 30:70, 40:60 และ 50:50 เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงตรงของบริษัท Isuzu รุ่น 4FB1 มี 4 สูบ ผลการทดสอบพบว่ากำลังที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น 10% จากการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซล และ 6.8% จากการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันดีเซล อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มมากขึ้น 8.7% และ 9.6% ปริมาณไอเสีย CO CO₂ HC และควันไอเสียมี

ปริมาณที่ลดลง การสะสมตัวของกากรับอนตามบริเวณปลายของหัวฉีดมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล

Schumacher, Wetherell and Fischer (1999) ได้ศึกษาหาคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซล ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานในพื้นที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ ได้แก่ จุดเกิดหมอก(Cloud Point) จุดไหลเท(Pour Point) และความหนืดของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด พบว่ามีค่าต่างจากน้ำมันดีเซลอยู่ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะจุดเกิดหมอก(Cloud Point) จุดไหลเท(Pour Point) มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล 13.3 องศาเซลเซียส และ 19.4 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การใช้งานของน้ำมันไบโอดีเซลในพื้นที่มีอุณหภูมิต่ำมีขีดความสามารถจำกัด และจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการเสนอแนวทางลดค่าจุดเกิดหมอก(Cloud Point) จุดไหลเท(Pour Point)ของน้ำมันไบโอดีเซล โดยการเติมสารเติมแต่งชื่อว่า SOV ในอัตราส่วน 0%, 0.1%, 0.2%, 0.5%, 0.75%, 1% และ 2% โดยปริมาตรผสมลงไป ในน้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 0%, 20%, 30%, 40% และ 100% ผลการทดสอบพบว่าส่งผลให้จุดเกิดหมอกและจุดไหลเทมีค่าลดลง ส่วนความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น และจากการเปรียบเทียบพบว่า การเติมสารเติมแต่งชื่อว่า SOV ลงไปในน้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 20% ในปริมาณ 0.75% มีความคุ้มค่า ให้ผลใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล

University of Idaho และ Montana Department of Environmental Quality(1999) ได้ศึกษาและทดสอบใช้เอทิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง ของรถกระบะขับเคลื่อน 4 ล้อ มีปริมาตรความจุกระบอกสูบ 5900 cc มีเทอร์โบชาร์จเจอร์ช่วยในการอัดอากาศ มีอินเตอร์คูลเลอร์ช่วยในการระบายความร้อน วิ่งอยู่ในอุทยานแห่งชาติ Yellowstone ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีจุดประสงค์เพื่อสาธิตการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในเชิงอุตสาหกรรมทางท่องเที่ยว ระยะทางในการทดสอบ 149,408 กิโลเมตร ผลการทดสอบพบว่ากำลังที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น อัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์ลดลง และปริมาณไอเสีย CO HC และ NO_x มีปริมาณลดลง ส่วน PM และ CO₂ มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับ การใช้ น้ำมันดีเซล

Beg, Bose and Ghosh (2000) ได้ศึกษาทดสอบใช้น้ำมันลินชิต และน้ำมันลินชิตผสมกับน้ำมันดีเซล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่เคลือบผิวทนความร้อนในบริเวณด้านบนของลูกสูบ และสามารถปรับอัตราส่วนการอัดได้ ผลการทดสอบพบว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อุณหภูมิไอเสีย ปริมาณ CO และควันไอเสีย มีค่าลดลง แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อน และปริมาณ NO_x มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับ การใช้ น้ำมันดีเซล

P.Benjumea, J. Agudelo and A. Agudelo (2008) ได้ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ ของน้ำมันดีเซลที่ผสมกับน้ำมันปาล์มภายใต้การวัดมาตรฐาน ASTM และศึกษาการทำนายหาคุณสมบัติจากกฎการผสมของ Kay เช่นค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนเชื้อเพลิง การกลั่น จุดขุ่นมัว และค่าดัชนี

ซีเทน และยังได้นำกฎของการผสมของ Arrhenius มาใช้เพื่อทำนายค่าความหนืด จากผลการทดลอง พบว่าน้ำมันที่ทดสอบในส่วนผสมต่าง ๆ (pure diesel, B5, B20 และ B 100) มีแนวโน้มเช่นเดียวกันทั้งหมด โดยมีค่าความหนาแน่น และค่าความหนืดลดลง เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันเพิ่มขึ้นจาก 10 °C ถึง 100 °C เมื่อทำการเปลี่ยนสัดส่วนของการผสมน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล พบว่าค่าความหนืดไม่เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่ภายใต้การทดสอบอุณหภูมิต่าง ๆ ก็ตาม

Y.V.Hanumantha Rao, Ram Sudheer Voleti , A.V.Sitarama Raju and P.Nageswara Reddy (2009) ได้ทำการศึกษาคูณลักษณะของน้ำมันไบโอดีเซลจากสบู่ดำและสารเติมแต่ง โดยทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลลูกสูบเดี่ยวที่มีระบบการระบายความร้อนด้วยน้ำ และสารเติมแต่งที่ใช้เป็น Multi-DM-32 จากการทดสอบพบว่า ไบโอดีเซลที่มีส่วนผสมเป็นแบบ B25 จะให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลปกติมากที่สุด ในขณะที่น้ำมันไบโอดีเซล B100 จะมีผลของประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคต่ำที่สุด ขณะเดียวกัน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ามลพิษที่เกิดขึ้นในแก๊สไอเสียมีปริมาณลดลง ปริมาณควันดำ CO₂ และ CO มีปริมาณลดลง

K.S.Chen,Y.C.Lin,L.T.Hsieh,L.F.Lin and C.C.Wu (2011) ได้ทำการสาธิตและทำการทดลองใช้ส่วนผสมของน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซลและเติมสารเติมแต่งในเครื่องยนต์ พบว่าประหยัดพลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.648 เมื่อใช้ส่วนผสมของน้ำมันปาล์ม 20% กับน้ำมันดีเซล (P20) และเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด Bio-solution 16 vol% กับ P10 จะได้การประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 12.4%

A. Keskin ,M.guru and D.Altiparmak (2011) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเติมสารเติมแต่งกลุ่มจำพวก metallic based ลงในส่วนผสมของน้ำมันดีเซล และทดสอบกับเครื่องยนต์ชนิดระบบฉีดเชื้อเพลิงตรง สารเติมแต่งจำพวกนี้สังเคราะห์จากกรดเรซิน กับ MnO₂ หรือ MgO ปริมาณการเติมเพียง 8 μmol/l และ 16 μmol/l สารเติมแต่งทั้งสองชนิดที่ใช้นั้นทำให้เกิดการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลเช่น ความหนืด จุดวาบไฟ จุดขุ่นมัว และจุดไหลเท เมื่อนำน้ำมันที่มีการเติมและไม่เติมสารเติมแต่งมาใช้กับเครื่องยนต์ชนิด ระบบฉีดเชื้อเพลิงตรง เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลงได้สูงสุด 4.16% รวมถึงได้ทดสอบวัดมลพิษ พบว่าก๊าซ CO ลดลง 16.35% ปริมาณควันดำลดลง 29.82% ในส่วนปริมาณก๊าซ NO_x ที่ปล่อยออกมา วัดได้ค่าสูงขึ้น ส่วนก๊าซ CO₂ กลับไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดกับการเติมสารเติมแต่ง

P. Ndayishimiye and M.Tazerout (2011) ได้ทำการทดลองเครื่องยนต์ชนิด 1 สูบ 4 จังหวะ โดยใช้น้ำมันหลายชนิด เช่นน้ำมันปาล์ม(PO) น้ำมันเหลือทิ้งจากการปรุงอาหาร(WCO) และการผสมของ PO+WCO เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยมีการอุ่นน้ำมันปาล์มก่อนทดสอบให้ร้อนตั้งแต่ 50 °C ถึง 70 °C และพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่วัดได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับการใช้น้ำมันทั้ง 4 ชนิด และให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 25% ที่กำลังเครื่องยนต์

4,500 W อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีแนวโน้มลดลง เมื่อกำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และมีค่าต่ำสุดที่ กำลังเครื่องยนต์ 4,500 W โดยการใช้ น้ำมันดีเซลยังให้อัตราการสิ้นเปลืองต่ำกว่าการใช้ น้ำมันปาล์ม

M.Shahabuddin, H.H.Masjuki, M.A.Kalam, M.Mofijur and M.A.Hazrat (2012) ได้ศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์มเมทิลเอสเทอร์ผสมกับน้ำมันดีเซลและสารเติมแต่งชื่อ IRGANOR NPA เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ดีเซล ของบริษัท Isuzu รุ่น 4JB1 ในอัตราส่วน B20, B20+1%, B20+2% และ B100 ผลการทดสอบพบว่า การใช้ น้ำมันปาล์มเมทิลเอสเทอร์ผสมกับน้ำมันดีเซลและสารเติมแต่งในอัตราส่วน B20+1% ให้สมรรถนะเครื่องยนต์ที่ดีที่สุด อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลง ปริมาณ NO_x HC และ CO มีปริมาณลดลง เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

T.P.Thimas, D.M.Birney and D.L.Auld (2012) ได้ศึกษาค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วน B20, B40, B60 ผสมกับสารเติมแต่งในอัตราส่วนที่ 0.01%, 0.1% และ 1% จากการใช้ น้ำมันละหุ่งเมทิลเอสเทอร์ น้ำมันละหุ่งเอทิลเอสเทอร์ น้ำมันดอกคำฝอยเมทิลเอสเทอร์ น้ำมันดอกคำฝอยเอทิลเอสเทอร์ ผลการศึกษาพบว่าที่ B20 ของน้ำมันละหุ่งเมทิลเอสเทอร์ น้ำมันละหุ่งเอทิลเอสเทอร์ น้ำมันดอกคำฝอยเมทิลเอสเทอร์ น้ำมันดอกคำฝอยเอทิลเอสเทอร์ สามารถลดความหนืดได้ แต่สารเติมแต่งไม่ส่งผลต่อการลดความหนืดของน้ำมันละหุ่งได้

Y.Oh, S.Choi and A.Janchiv (2012) ได้ศึกษาการใช้ น้ำมันไบโอดีเซล non-esterification ในอัตราส่วน B5, B10, B20 และใช้น้ำมันไบโอดีเซล B4, B8 ผสมกับสารเติมแต่งชื่อ WDP(Water Dipole Power) ในอัตราส่วน 1% และ 2% เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิง โดยอ้อม พบว่าปริมาณควันดำลดลง กำลัง แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเทียบเท่ากับ การใช้น้ำมันดีเซล

C.Swaminathan and J.Sarangan (2012) ได้ศึกษาการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากปลา และ น้ำมันไบโอดีเซลจากปลาผสมสารเติมแต่งชื่อ Diethyl ether ในอัตราส่วน 1%, 2% และ 3% เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะ ระบบฉีดเชื้อเพลิงตรง ระบายความร้อนด้วยน้ำ ผลการทดสอบพบว่า การใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากปลาผสมสารเติมแต่งที่ 2% ให้ผลดีที่สุด สามารถลดการปล่อยมลพิษ CO, CO₂, NO_x และ HC มีปริมาณลดลง แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิง สมรรถนะ และมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลในการทำงานจริงโดยใช้เชื้อเพลิงดีเซล ไบโอดีเซลปาล์ม (B5) ผสมกับสารเติมแต่ง ซึ่งในการดำเนินการทดลอง เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 การผสมน้ำมัน

ทำการผสมน้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม (B5) กับสารเติมแต่งทั้งสามชนิดตามอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งจะได้น้ำมันที่จะทำการทดสอบทั้งหมด 8 ชนิด ตามส่วนประกอบเชื้อเพลิงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

Test Fuels	Fuel Blended (%vol.)
D	98% pure diesel fuel+2% palm oil
B5	95% diesel+5% palm oil
D+Additive A	99.85% diesel fuel+0.15% Paraffin-Xylene-acetone and polymer based additive
D+ Additive B	100% diesel fuel+0.2 g (pellet) natural organic based additive
D+ Additive C	99.80% diesel fuel+0.20% TiO ₂ based additive
B5+ Additive A	99.85% B5+0.15% Paraffin-Xylene-acetone and polymer based additive
B5+ Additive B	100% B5+0.2 g (pellet) natural organic based additive
B5+ Additive C	99.80% B5+0.20% TiO ₂ based additive

3.1.2 การติดตั้งเครื่องเขย่าระดับโมเลกุล

1. เปิดน้ำใส่ในอ่างใส่น้ำของเครื่องให้มีระดับน้ำประมาณ $\frac{3}{4}$ ของอ่างใส่น้ำ
2. ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อดูอุณหภูมิของน้ำในอ่าง โดยใช้ขาตั้งที่มีมือสำหรับจับยึดเทอร์โมมิเตอร์วางไว้ข้างเครื่องเขย่า และระดับปรับความสูงมือจับเทอร์โมมิเตอร์ให้

เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปใต้น้ำให้มีระดับที่เหมาะสม และสามารถอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ได้

3. เสียบปลั๊กของเครื่องเขย่าระดับ โมเลกุล แล้วเปิดเครื่องโดยกดสวิทช์สีเขียวจาก OFF ให้เป็น ON
4. ปรับอุณหภูมิของน้ำในอ่างใส่น้ำ โดยหมุนปรับที่ตัวปรับอุณหภูมิด้านขวามือ ซึ่งในการทดลองนี้ ใช้อุณหภูมิที่ 35°C
5. สังเกตอุณหภูมิของน้ำในอ่างใส่น้ำจากเทอร์โมมิเตอร์

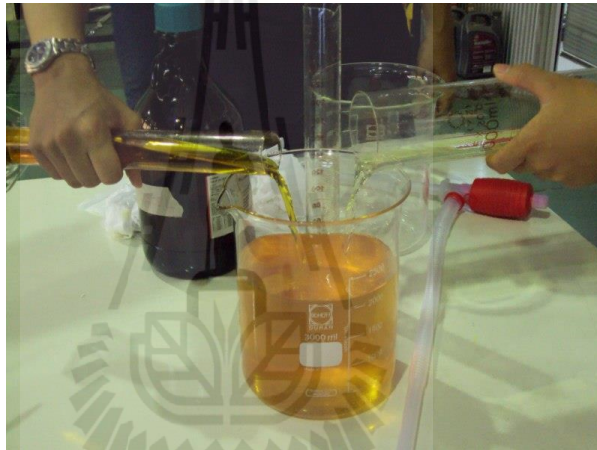


รูปที่ 3.1 การเตรียมเครื่องเขย่าระดับ โมเลกุลในการใช้ผสมน้ำมัน

3.1.3 วิธีการผสมน้ำมัน

1. เตรียมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการผสมน้ำมัน
2. ใช้สายดูดน้ำมัน ดูดน้ำมันใส่กระบอกตวงโดยตรง หรือดูดน้ำมันขึ้นมาเก็บไว้ในแกลลอนก่อน แล้วค่อยนำน้ำมันมาเทใส่กระบอกตวง โดยตวงน้ำมันให้ได้ตามอัตราส่วน ซึ่งในการผสมแต่ละครั้ง ผสมครั้งละ 2.5 ลิตร เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของอุปกรณ์
3. ห่อปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟลอยด์ กันการระเหย และสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้ามาปนเปื้อนน้ำมันในบีกเกอร์
4. นำบีกเกอร์ที่บรรจุการผสมน้ำมันใส่ลงในเครื่องเขย่าระดับ โมเลกุล(เครื่อง Ultrasonic) ตั้งเวลาให้เครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 35°C

5. เมื่อครบ 15 นาทีแล้ว เครื่องเขย่าจะหยุดทำงาน จากนั้นยกบีกเกอร์ออกมาจากเครื่องเขย่า เปิดกระดาดฟลอยด์ที่ห่อปากบีกเกอร์ไว้ แล้วเทน้ำมันในบีกเกอร์ใส่ในขวด หรือ แกลลอนสำหรับเก็บน้ำมัน
6. บันทึกชนิดและวันที่ผสมของน้ำมันที่ผสมแล้ว ไว้ที่ขวด หรือ แกลลอน ให้สามารถเห็น ได้ชัดเจน เพื่อความสะดวกในการนำน้ำมันไปใช้ทดสอบ
7. ทำความสะอาดกระบอกตวง บีกเกอร์ แล้วเก็บเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ส่วนเครื่องเขย่า ระดับโมเลกุล ปิดสวิทช์เครื่อง หมุนปรับอุณหภูมิในกลับมาอยู่ที่เลข 0 ถอดปลั๊กของ เครื่องออก จากนั้นเปิดก๊อกน้ำปล่อยน้ำในอ่างใส่น้ำออกจากเครื่องแล้วทำความสะอาด อ่างใส่น้ำของเครื่องให้เรียบร้อย



รูปที่ 3.2 การผสมน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์มผสมลงในบีกเกอร์ขนาด 2.5 ลิตร



รูปที่ 3.3 การผสมสารเติมแต่งเข้าไปในน้ำมันดีเซล และน้ำมันปาล์ม โดยใช้ กระบอกฉีดยาตวง



รูปที่ 3.4 การผสมน้ำมัน โดยใช้เครื่องเขย่าระดับโมเลกุลเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 35°C

3.2 การทดสอบคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2.1 การทดสอบวัดความหนืดแบบหลอดแก้วรูเล็ก

เครื่องมือวัดความหนืดแบบหลอดแก้วรูเล็กเป็นการวิเคราะห์ความหนืดตามมาตรฐาน ASTM D445 วิเคราะห์ในหน่วยเซนติสโตก (cSt) โดยความหนืดของสารตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ต้องอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 300,000 cSt. ความหนืดเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อระบบเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ เข้าสู่ห้องเผาไหม้

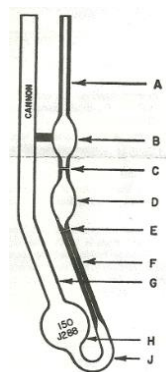


รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดความหนืด

ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. กรองสารตัวอย่างด้วยกระดาษกรองที่มีความละเอียดอย่างน้อย 75 μm เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกจากสารตัวอย่าง
2. เติมสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ลงในหลอดแก้วรูเล็ก
3. นำหลอดแก้วรูเล็กประกอบกับขาขีด และแช่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิสำหรับวิเคราะห์ความหนืดที่ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศา

4. แช่วสารตัวอย่างทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้สารตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิที่ต้องการทดลอง โดยบันทึกอุณหภูมิของสารตัวอย่างก่อนแช่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิสามารถทำได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดก่อนบรรจุสารตัวอย่างลงในหลอดแก้วรูเล็ก
5. ใช้จุกยางอุดสารตัวอย่างให้สูงถึงระดับ A และเริ่มจับเวลาเมื่อของเหลวไหลลงมาที่ระดับ B และหยุดจับเวลาเมื่อของเหลวไหลลงมาที่ระดับ C บันทึกเวลาที่จับได้เป็นวินาที
6. ทำการทดลองตามข้อ 5 ซ้ำอีก 2 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่วัดได้เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความหนืดของสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ที่อุณหภูมินั้น



รูปที่ 3.6 การนำหลอดแก้วรูเล็กประกอบกับขาช็อค และแช่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

3.2.2 การทดสอบความถ่วงจำเพาะ

เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะเป็นการวิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะตามมาตรฐาน ASTM D1298



รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ

ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ตั้งค่าเครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6 °C
2. นำสารที่ต้องการทำการทดลองใส่กระบอกตวง ปริมาตร 200 ml



รูปที่ 3.8 การตรวจสอบสารใส่กระบอกตวงก่อนที่จะนำไปใส่เครื่องมือทดสอบความถ่วงจำเพาะ

3. นำกระบอกตวงที่ใส่สารในข้อ 2 ไปใส่ในเครื่องมือทดสอบความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15.6 °C

4. นำไฮโดรมิเตอร์ใส่ลงไปในการบอกลดในแต่ละอัน



รูปที่ 3.9 ไฮโดรมิเตอร์ ชนิดเบากว่าน้ำ

5. ทำการจับเวลา 1 ชั่วโมง แล้วอ่านค่าจากไฮโดรมิเตอร์ และบันทึกผล

6. ทำการตั้งค่าเครื่องความถ่วงจำเพาะที่ 100 °C และทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 5

3.2.3 การทดสอบจุดความไฟและจุดติดไฟ

เครื่องมือวัดค่าจุดความไฟ เป็นการวิเคราะห์จุดความไฟตามมาตรฐาน ASTM D93 เป็นการวิเคราะห์ในภาชนะปิด โดยเป็นการวิเคราะห์ของ Pensky-Marsten วิเคราะห์จุดความไฟที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง

40 °C ถึง 360 °C

เครื่องมือวัดค่าจุดติดไฟ เป็นการวิเคราะห์จุดติดไฟตามมาตรฐาน ASTM D92 เป็นการวิเคราะห์ในภาชนะเปิด โดยเป็นการวิเคราะห์ของ Cleveland วิเคราะห์จุดติดไฟที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 200 °C



รูปที่ 3.10 เครื่องมือทดสอบจุดวาบไฟและจุดติดไฟ

ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. เปิดก๊าซทิ้งไว้ก่อนทำการทดลองเป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้ก๊าซเดินทางไปที่หัวติดไฟ
2. เติมสารตัวอย่างลงใน Pensky-Martens Test Cup หรือ Cleveland Test Cup ให้เท่ากับขีดที่ปรากฏอยู่ที่ถ้วยใส่ตัวอย่าง โดยอุณหภูมิของสารตัวอย่างที่นำมาทดสอบควรมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่จุดวาบไฟประมาณ 20 องศาเซลเซียส และถ้วยที่ใช้ในการใส่ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิอยู่ที่อุณหภูมิห้อง
3. เริ่มให้ความร้อนกับสารตัวอย่าง โดยในช่วงแรกให้ความร้อนแก่สารตัวอย่างเท่ากับ 14°C ถึง 17°C ต่อนาที แลเริ่มลดอัตราการให้ความร้อนให้ช้าลง เมื่ออุณหภูมิของสารตัวอย่างต่ำกว่าจุดวาบไฟ 5°C ถึง 6°C
4. เมื่อสารตัวอย่างมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดวาบไฟประมาณ 28°C ให้ลดอัตราการให้ความร้อนอยู่ที่ 5°C ถึง 6°C ต่อนาที และเริ่มทดสอบหาจุดวาบไฟ เมื่ออุณหภูมิของสารตัวอย่างเพิ่มขึ้นทุก 2°C
5. เมื่อถึงวาบไฟจะสังเกตเห็นเปลวไฟวาบขึ้นบริเวณผิวหน้าของสารตัวอย่างเป็นเวลา 2 ถึง 3 วินาที แต่ถ้าเปลวไฟที่สังเกตเห็นอยู่นานกว่า 5 วินาที อุณหภูมิดังกล่าวจะเป็นจุดติดไฟ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิทดสอบเข้าใกล้จุดวาบไฟผู้ทดสอบควรระวังและเฝ้าสังเกตจนกระทั่งถึงจุดวาบไฟ



รูปที่ 3.11 การทดสอบจุดวาบไฟและจุดติดไฟ

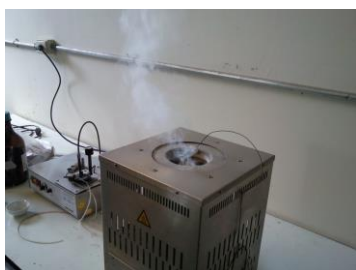
3.2.4 การทดสอบกากคาร์บอนตกค้าง

เครื่องมือวัดกากคาร์บอนเป็นการวิเคราะห์หาค่าปริมาณกากคาร์บอนตกค้างตามมาตรฐาน ASTM D189 ด้วยเครื่องมือ Rambottoms ซึ่งเป็นการวิเคราะห์กากคาร์บอนของ Coradson



รูปที่ 3.12 เครื่องมือวิเคราะห์กากคาร์บอนตกค้าง แบบ Rambottoms ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. เตรียมเครื่องมือทดสอบหากากถ่านที่ตกค้าง โดยตั้งอุณหภูมิของเตาเผาที่ 500°C
2. นำ Glass Coking Bulb ใส่ลงในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500°C เป็นเวลา 20 นาที
3. เมื่อครบ 20 นาที นำ Glass Coking Bulb ออกมาทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที
4. นำ Glass Coking Bulb ในข้อ 2. มาชั่งน้ำหนัก จากนั้นเช็ดสุญย์ให้เครื่องชั่งน้ำหนัก นำ Glass Coking Bulb ออกมาฉีดสารตัวอย่างที่ต้องการหาปริมาณกากคาร์บอน ตกค้างลง Glass Coking Bulb แล้วนำไปชั่งให้ได้น้ำหนัก 4 ± 0.1 g.
5. นำ Glass Coking Bulb ในข้อ 3. ใส่ลงในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500°C ทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้น นำ Glass Coking Bulb ออกมาทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที
6. เมื่อครบ 30 นาที นำ Glass Coking Bulb ในข้อ 4. มาชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณกากคาร์บอนตกค้าง



รูปที่ 3.13 การนำ Glass Coking Bulb ออกจากเตาเผามาใส่ตู้ดูดความชื้น
หมายเหตุ การใช้ Glass Coking Bulb ควรใช้เพียงครั้งเดียวไม่ใช่ซ้ำ

3.3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.3.1 การทดสอบกำลัง แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของเครื่องยนต์

แชสซีส ไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นของบริษัท MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co KG รุ่น FPS2700 ซึ่งมีข้อมูลทางเทคนิคตามตารางที่ 3.2 และใช้รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กในการทดสอบ เครื่องยนต์ดีเซล คอมมอนเรล ระบบฉีดเชื้อเพลิงตรง โดยมีรายละเอียดของเครื่องยนต์ดังแสดงตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องแชสซีส ไดนาโมมิเตอร์

Axle load max.	2,700 kg
Weight max.	1250 kg
Dimensions (L x W1/W2 x H1/H2)	3539 x 718/930 x 450/725 mm
Roller length per roller	850 mm
Separation roller inner / outside edges	736 mm / 2438 mm
Roller diameter / axle separation	217 mm / 444 mm
Power supply	230 V, 50/60 Hz
Max. test speed	200 km/h
Maximum engine standard power	260 kW
Max. traction	6000

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ

Items	Specifications
Engine type	4-Stroke, 4-Cylinder, compression ignition
Displacement volume	2982 cm ³
Number of cylinder	4
Cylinder arrangement	Vertical in-line
Bore/stroke	96 mm/103 mm
Method of charging	VN Turbocharged
Compression ratio	17.9:1
Maximum power (new engine)	120 kW (163 hp.) at 3400 rpm.
Maximum torque (new engine)	343 Nm at 3200 rpm.
Injection type	Direct injection common-rail
Cooling type	water

ขั้นตอนการวิเคราะห์สมรรถนะรถยนต์มีดังนี้

การทดสอบหาค่ากำลังเครื่องยนต์ กำลังที่ล้อ แรงบิดเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยใช้แซนซีสไดนาโมมิเตอร์

1. นำรถขึ้นไปบน Rollers และยึดรถด้วยเครื่องมือจับยึดรถยนต์



รูปที่ 3.14 การนำรถขึ้นไปบน Rollers และยึดรถด้วยเครื่องมือจับยึดรถ

2. ติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ทำการไล่น้ำมัน และเมื่อไล่น้ำมันเสร็จแล้ว นำน้ำมันที่จะทดสอบใส่เข้าไปในกระบอกดวงน้ำมัน ซึ่งสายหนึ่งต่อเข้ากับปั้มน้ำมัน และอีกสายหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องยนต์



รูปที่ 3.15 อุปกรณ์วัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการต่อสายน้ำมันเข้ากับปั๊มและเครื่องยนต์

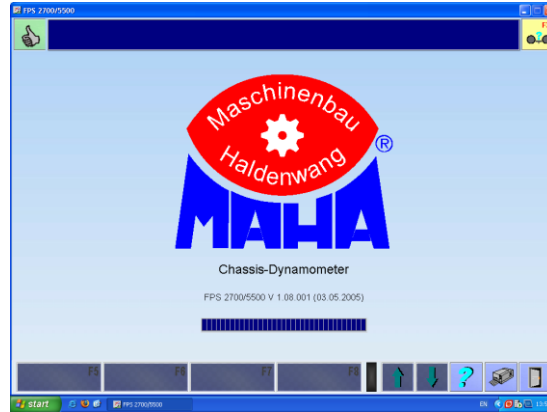
3. ติดตั้งพัดลม เพื่อระบายความร้อน



รูปที่ 3.16 การติดตั้งพัดลมระบายความร้อน

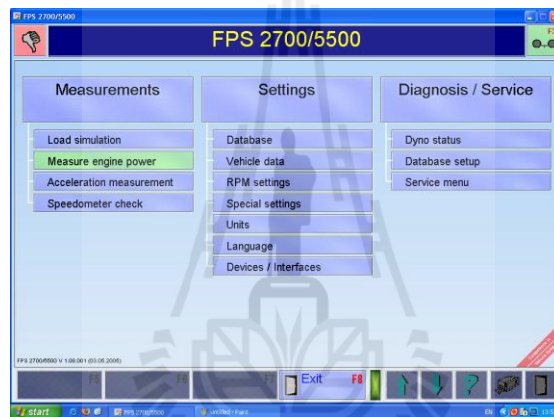
4. ทำการอุ่นเครื่องยนต์ประมาณ 10 นาที แล้วทำการตั้งค่าความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที

5. เปิดโปรแกรม FPS 2700



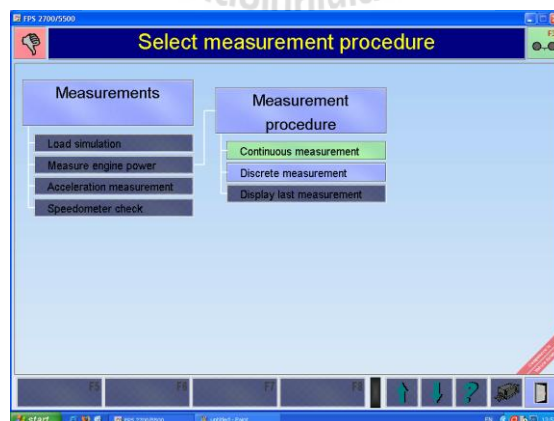
รูปที่ 3.17 การเปิดโปรแกรม

6. เลือกหัวข้อ Measure engine power



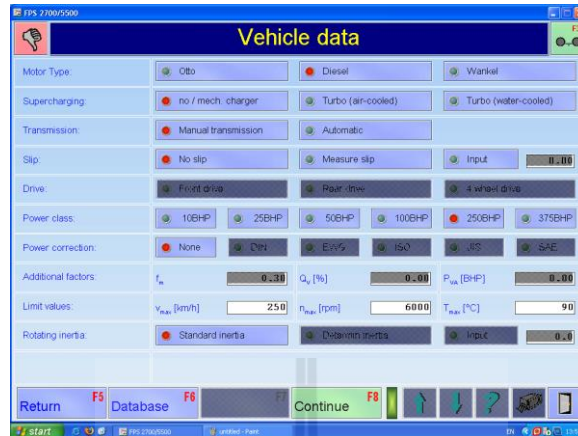
รูปที่ 3.18 การเลือกหัวข้อ Measure engine power

7. เลือกหัวข้อ Continuous measurement



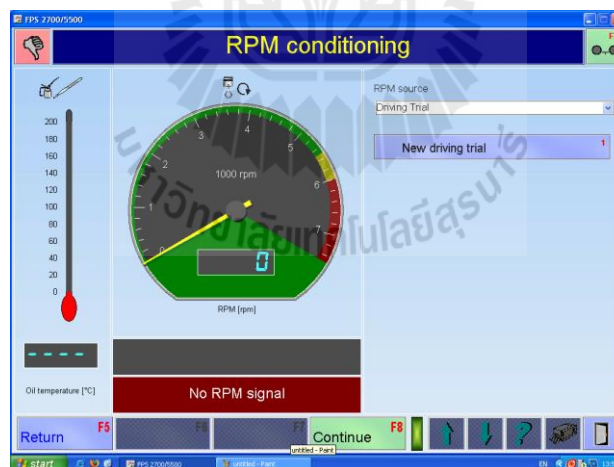
รูปที่ 3.19 การเลือกหัวข้อ Continuous measurement

8. เลือกรายละเอียดของชนิดเครื่องยนต์ การนำอากาศเข้า กำลังสูงสุด รอบเครื่องยนต์สูงสุด ความเร็วสูงสุด อุณหภูมิที่จุดต่างๆ แล้วเลือก Continue



รูปที่ 3.20 การเลือกหัวข้อ Continue

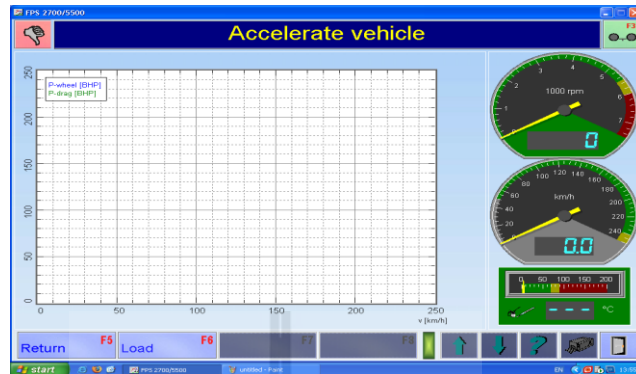
9. ทำการปรับค่าความเร็วรอบโดยใส่ความเร็วรอบที่ต้องการ ในการทดสอบเลือกความเร็วรอบที่ 2000 rpm โดยทำการวิ่งที่ความเร็วรอบที่ต้องการในเกียร์ที่ใช้ทำการทดสอบ ในการทดสอบครั้งนี้ใช้เกียร์ 4 ในการทดสอบ คงความเร็วรอบไว้สักพักโปรแกรมจะเข้าสู่การวัดกำลังโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3.21 การปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์

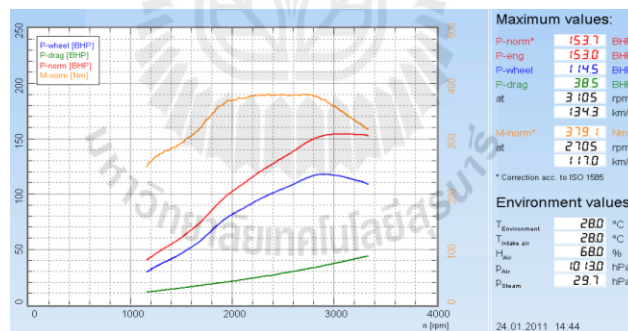
10. เมื่อเข้าสู่การวัดกำลังแล้ว ทำการเร่งความเร็วรถยนต์ โดยที่ให้เข้าเกียร์ที่ทำการทดสอบ ก่อนความเร็วจะถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากเครื่องแซชชีส ไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) จะเริ่มทำการวัดที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นไป จากนั้นเร่งความเร็วรอบ

เครื่องยนต์ไปจนถึงรอบเครื่องยนต์ที่ต้องการทดสอบ เมื่อถึงรอบเครื่องยนต์ที่ต้องการแล้วให้ทำการถอนคันเร่งออก แล้วเหยียบคลัตช์จนเสร็จสิ้นการทดสอบ



รูปที่ 3.22 การวัดอัตราเร่งเครื่องยนต์

11. ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง แรงบิด และกำลังเครื่องยนต์ กำลังที่ลือที่ได้เพื่อนำมาทำการหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.23 ผลการวัดกำลัง แรงบิดของเครื่องยนต์

12. วัดค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ขณะทำการทดสอบ วัดค่าความดันบรรยากาศจาก Barometer และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์จากเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 3.24 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์

3.3.2 การทดสอบวัดมลพิษ

1. เปิดเครื่องวัดมลพิษ



รูปที่ 3.25 เครื่องวัดมลพิษที่ใช้ในการทดสอบ Testo รุ่น 350

2. ติดตั้งสายเครื่องมือวัดมลพิษเข้ากับท่อรถยนต์ที่ทำการทดสอบ



รูปที่ 3.26 การติดตั้งอุปกรณ์วัดมลพิษ

3. วัดการปล่อยมลพิษที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1500, 2000, 2500 และ 3000 rpm โดยทำการวัดซ้ำในแต่ละความเร็วรอบ อย่างละ 3 ครั้ง
4. บันทึกผลลงในเครื่องมือวัดมลพิษ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทนี้เป็นการนำเสนอผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง คือ การทดสอบความหนืดคิเนเมติกส์ การทดสอบความถ่วงจำเพาะ การทดสอบจุดวาบไฟ การทดสอบจุดติดไฟ และการทดสอบปริมาณกากคาร์บอนตกค้าง ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ การทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด เครื่องยนต์ การทดสอบกำลังที่ล้อของรถยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการทดสอบการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 8 ชนิด คือ น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม เมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C แบ่งผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

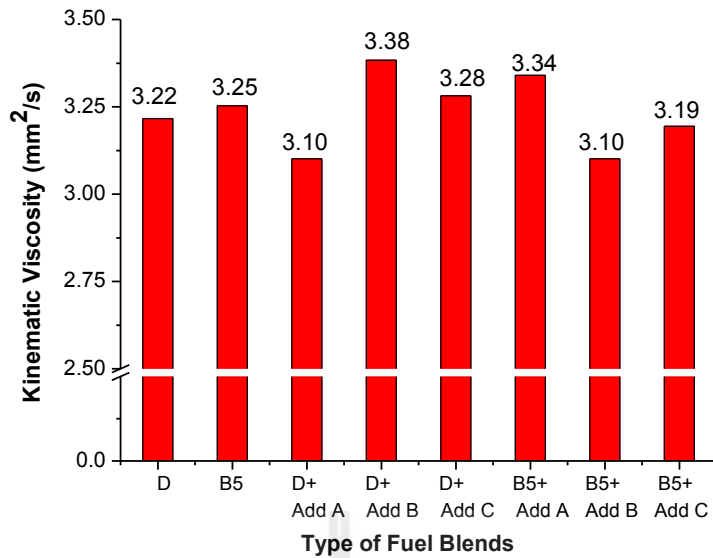
จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพน้ำมันเชื้อเพลิง ทดสอบตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) ของน้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่ง และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่ง เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล พบว่าค่าความหนืดคิเนเมติกส์ ความถ่วงจำเพาะ จุดวาบไฟ จุดติดไฟ และปริมาณกากถ่านคาร์บอนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM

Properties	Kinematic Viscosity at 40°C (mm ² /s)	Specific gravity at 15.6°C	Flash point (°C)	Fire point (°C)	Carbon residue (%wt.)
Test method	ASTM D445	ASTM D1298	ASTM D93	ASTM D92	ASTM D189
Thailand's regulation high speed diesel	1.8-4.1	0.81-0.87	≥52	-	≤0.05
Diesel (D)	3.22	0.823	68	98	0.0003
B5-POB	3.25	0.825	73	101	0.0005
D + Additive A	3.10	0.805	68	100	0.0004
D + Additive B	3.38	0.825	71	98	0.0002
D + Additive C	3.28	0.825	71	98	0.0004
B5 + Additive A	3.34	0.834	85	101	0.0004
B5 + Additive B	3.10	0.825	82	101	0.0002
B5 + Additive C	3.19	0.820	73	95	0.0004

4.1.1 ความหนืดคิเนเมติกส์

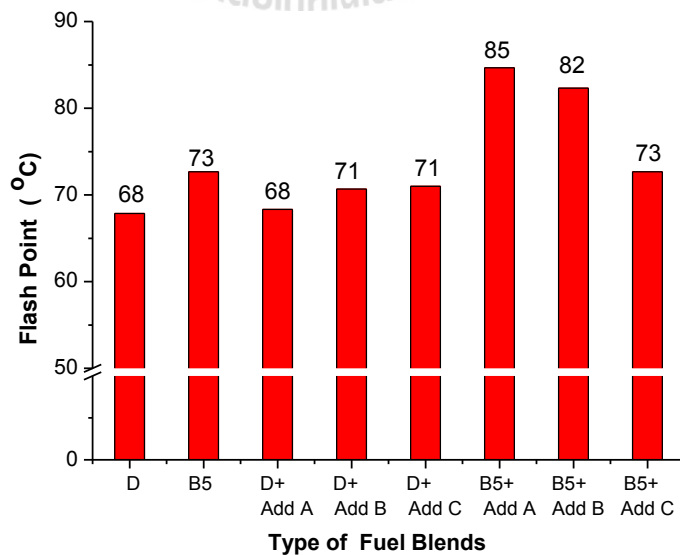
ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D445 จากรูปที่ 4.1 ผลการทดสอบพบว่าค่าความหนืดคิเนเมติกส์ของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลระหว่าง 1.8 - 4.1 mm²/s พบว่าเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด A ในน้ำมันดีเซล และผสมสารเติมแต่งชนิด B ในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) สามารถลดค่าความหนืดคิเนเมติกส์ได้ 3.72 % และเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด C ในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) สามารถลดค่าความหนืดคิเนเมติกส์ได้ 0.93 % ในส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่ง B และ C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A พบว่ามีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 0.93 % 4.96 % 1.86 % และ 3.76 % ตามลำดับ ซึ่งค่าความหนืดที่ลดลงนี้ส่งผลดีต่อการกระจายตัวเป็นละอองฝอย ในระบบป้อนเชื้อเพลิง ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ไม่เกิดเขม่า และตะกอนในเครื่องยนต์



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบความหนืดคิเนเมติกส์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.2 จุดวาบไฟ

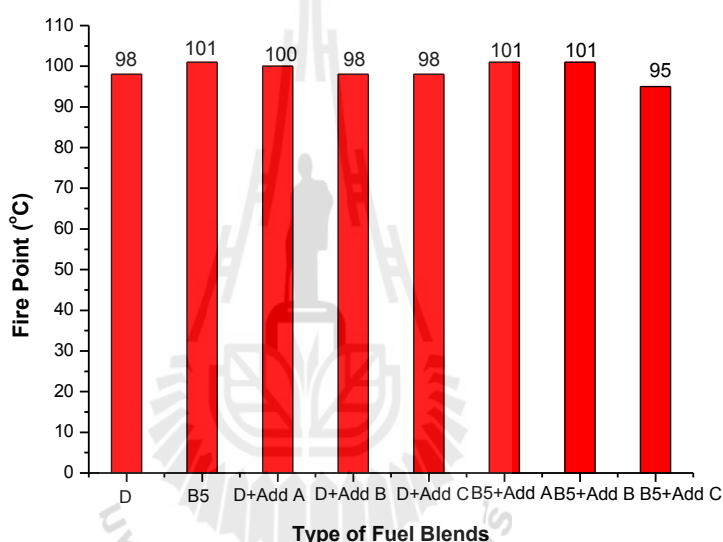
ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D93 จากรูปที่ 4.2 ผลการทดสอบพบว่าค่าจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลมากกว่าหรือเท่ากับ 52 °C พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ส่งผลให้อุณหภูมิจุดวาบไฟสูงขึ้น 7.35 % เมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด A ในน้ำมันดีเซล ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง และเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด B และ C ในน้ำมันดีเซล ส่งผลให้อุณหภูมิจุดวาบไฟสูงขึ้น 4.41 % และเมื่อผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C ในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ส่งผลให้อุณหภูมิจุดวาบไฟสูงขึ้น 25 % 20.58 % และ 7.35 % ตามลำดับ ซึ่งจุดวาบไฟที่สูงขึ้นนี้ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งาน การเก็บรักษา และการขนส่ง



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.3 จุดติดไฟ

ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D93 จากรูปที่ 4.3 ผลการทดสอบพบว่าค่าจุดติดไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิด คือน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A และ B ส่งผลให้อุณหภูมิจุดติดไฟสูงขึ้น 3.06 % 2.04 % 3.06 % และ 3.06 % ตามลำดับ ในส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และ C ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ส่งผลให้อุณหภูมิจุดติดไฟลดลง 3.06 % ซึ่งจุดติดไฟที่สูงขึ้นนี้ส่งผลต่อความปลอดภัยในการเก็บสำรองน้ำมัน สามารถเก็บในถังบนดินได้โดยปลอดภัย รวมไปถึงการขนส่ง

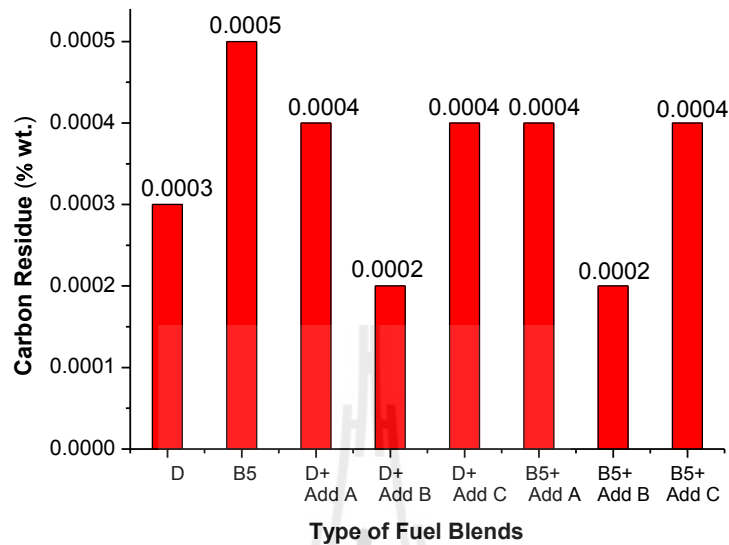


รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบจุดติดไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.4 ปริมาณกากถ่าน

ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D189 จากรูปที่ 4.4 ผลการทดสอบพบว่าค่าปริมาณกากถ่านของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 %wt. พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B ส่งผลให้ปริมาณกากถ่านลดลง 33.33 % ในส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และ C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A และ C ส่งผลให้ปริมาณกากถ่านเพิ่มขึ้น 33.33 % และในส่วนน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ส่งผลให้ปริมาณกากถ่านเพิ่มขึ้น 66.66 % ซึ่งปริมาณกากถ่านที่ลดลงส่งผลดีไม่ก่อให้เกิด

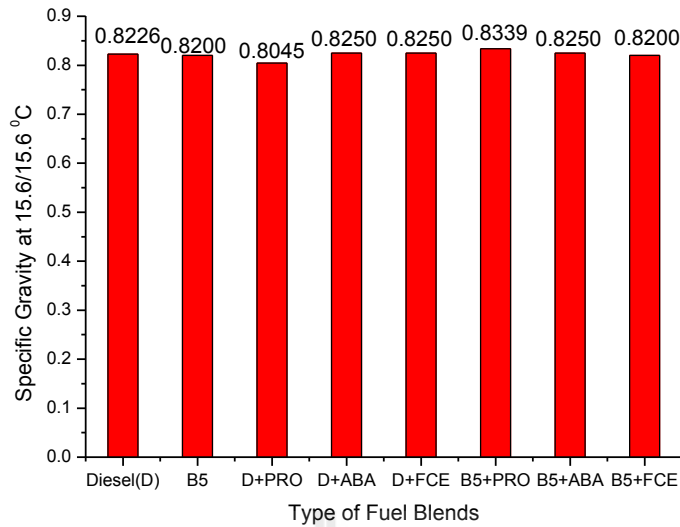
มลพิษในสภาพแวดล้อม และไม่เกิดคราบเขม่าคาร์บอนเกาะสะสมในห้องเผาไหม้บริเวณร่องแหวน ลูกสูบ และหัวฉีด



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบปริมาณกากถ่านของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.5 ความถ่วงจำเพาะ

ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1298 จากรูปที่ 4.5 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลคือระหว่าง 0.81-0.87 ยกเว้นน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะลดลง 2.18 % และ 0.36 % ตามลำดับ ในส่วนน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และ C ส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น 0.24 % น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A และ B ส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น 1.33 % และ 0.24 % ตามลำดับ ซึ่งความถ่วงจำเพาะเป็นการวัดความหนักเบาของน้ำมัน ถ้าน้ำมันหนักมาก ค่าความร้อนของน้ำมันต่อหน่วยน้ำหนักจะลดลง ค่าซีเทนลดลง การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดคราบเขม่าคาร์บอนสะสมได้มาก



รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง

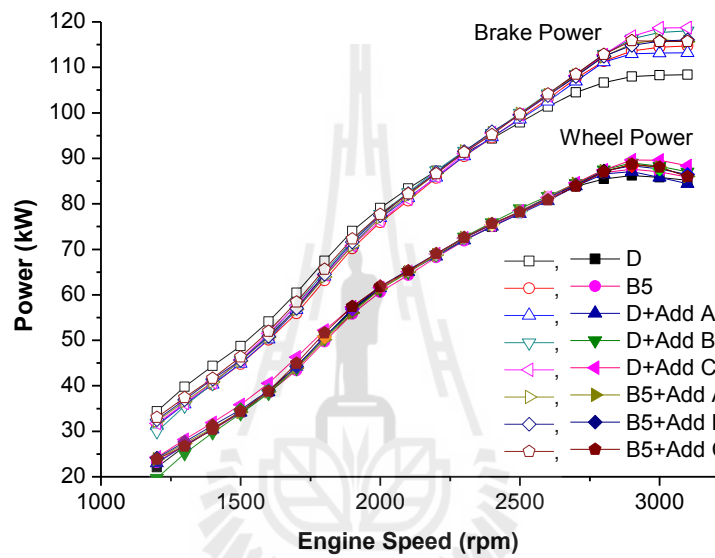
4.2 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์

เนื้อหาในส่วนนี้ได้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ การทดสอบกำลังเบรกของเครื่องยนต์ การทดสอบกำลังที่ล้อของรถยนต์ แรงบิดเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการทดสอบการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 8 ชนิด คือน้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C แบ่งผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล ดังนี้

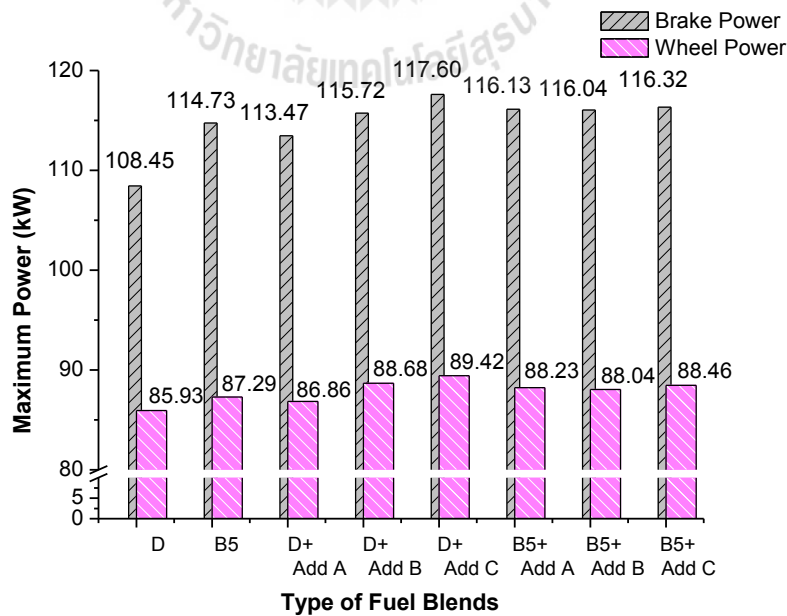
4.2.1 กำลังเครื่องยนต์ และกำลังที่ล้อ

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J1349 จากรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 เป็นการเปรียบเทียบกำลังเบรกของเครื่องยนต์ระบบฉีดเชื้อเพลิงตรง และกำลังที่ล้อของรถยนต์ระหว่างการใช้ น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1200 ถึง 3200 รอบต่อนาที พบว่าช่วงความเร็วรอบ 1200 ถึง 2000 รอบต่อนาที น้ำมันดีเซลให้ค่ากำลังสูงสุด ช่วงความเร็วรอบ 2000 ถึง 2750 รอบต่อนาที น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ให้ค่ากำลังสูงสุด และช่วงความเร็วรอบ 2750 ถึง 3200 รอบต่อนาที น้ำมัน

ดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีค่ากำลังสูงสุดคือ 117.60 kW ค่ากำลังเบรกที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้น้ำมันดีเซลพบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติม แต่งชนิด A B และC น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C มีค่าเพิ่มขึ้น 5.79 % 4.62 % 6.70 % 8.43 % 7.08 % 6.99 % และ 7.25 % ตามลำดับ ในส่วนกำลัง ที่ล้อ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลพบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A B และC น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสม สารเติมแต่งชนิด A B และ C มีค่าเพิ่มขึ้น 1.58 % 1.08 % 3.20 % 4.06 % 2.67 % 2.45 % และ 2.94 % ตามลำดับ ซึ่งกำลังที่เพิ่มขึ้นส่งผลถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ดี



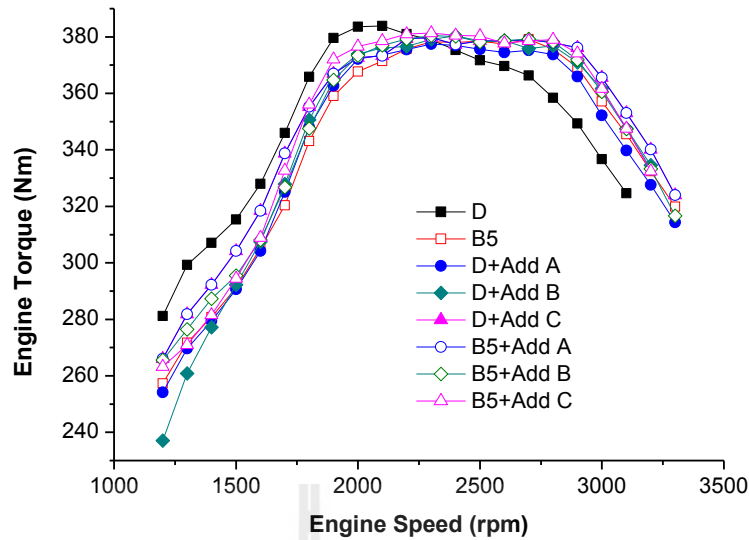
รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบกำลังเบรก กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบกำลังเบรก และกำลังที่ล้อสูงสุดของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.2.3 แรงบิดเครื่องยนต์

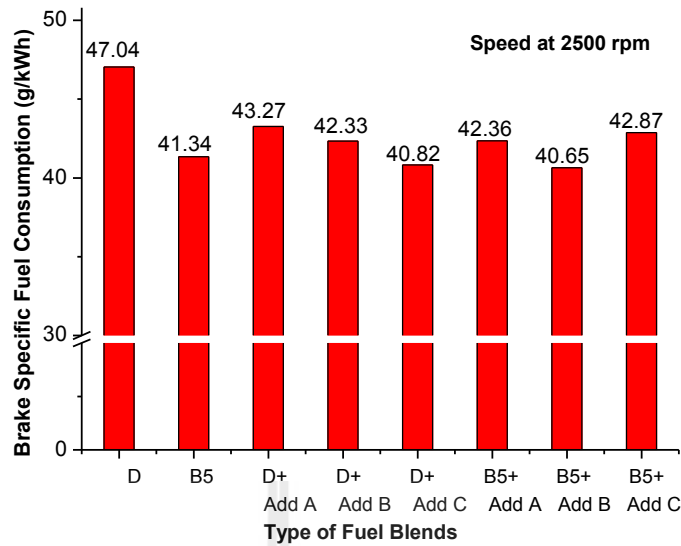
ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J1349 จากรูปที่ 4.8 เป็นการเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์ระหว่างการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1200 ถึง 3200 รอบต่อนาที มีลักษณะแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกันมาก พบว่าช่วงความเร็วรอบ 1200 ถึง 2000 รอบต่อนาที น้ำมันดีเซลให้ค่าแรงบิดสูงสุดคือ 383.88 Nm. เนื่องจาก ลักษณะของอากาศที่ไหลเข้าเครื่องยนต์ในขณะความเร็วรอบต่ำมีการไหลแบบปั่นป่วนน้อย รวมไปถึงค่าความหนืดที่แตกต่างกันในน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด จึงทำให้การฉีดน้ำมันแตกตัวเป็นละอองฝอยได้น้อย ส่งผลให้การผสมของน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งและน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งกับอากาศได้ไม่ดีจึงทำให้แรงบิดมีค่าต่ำในขณะความเร็วรอบต่ำๆ ส่วนในกรณีของน้ำมันดีเซลซึ่งมีค่าความหนืดต่ำอยู่แล้ว การฉีดของน้ำมันดีเซลจึงแตกเป็นละอองฝอยดีทำให้การผสมของน้ำมันดีเซลกับอากาศได้ดี แม้ว่าอากาศจะมีการไหลแบบปั่นป่วนน้อยก็ตาม ส่งผลให้ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลที่ความเร็วรอบต่ำมีค่าสูง ส่วนช่วงความเร็วรอบ 2000 ถึง 3000 รอบต่อนาทีน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ให้ค่าแรงบิดสูงสุดคือ 381.33 Nm. เนื่องจากที่ความเร็วรอบการทำงานสูง จะทำให้อากาศที่เข้ามา มีการไหลแบบปั่นป่วนสูงทำให้การผสมของน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งและน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งกับอากาศได้ดี ส่งผลให้แรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าสูงขึ้น ซึ่งสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลเล็กน้อย ซึ่งก็ถือได้ว่าเป็นค่าความแตกต่างที่น้อยมาก ค่าแรงบิดที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซลพบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C มีค่าลดลง 1.23 % 1.67 % 0.92 % 1.07 % 1.07 % 0.89 % และ 0.66 % ตามลำดับ ซึ่งค่าแรงบิดที่ได้ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะทดสอบ พบว่าเครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างราบเรียบ ไม่พบว่ามีอาการสะดุดของเครื่องยนต์เกิดขึ้น จากการใช้เชื้อเพลิงผสมสารเติมแต่ง



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบแรงบิดเครื่องยนต์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.2.4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

จากรูปที่ 4.9 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะระหว่างการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่คืออยู่ที่การใช้ น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B คือ 40.65 g/kW h ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล พบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A B และ C มีค่าลดลง 12.11 % 8.01 % 10.01 % 13.22 % 9.94 % 13.58 % และ 8.86 % ตามลำดับ ซึ่งค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่ได้มีค่าลดลงยิ่งดี ส่งผลให้มีการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น



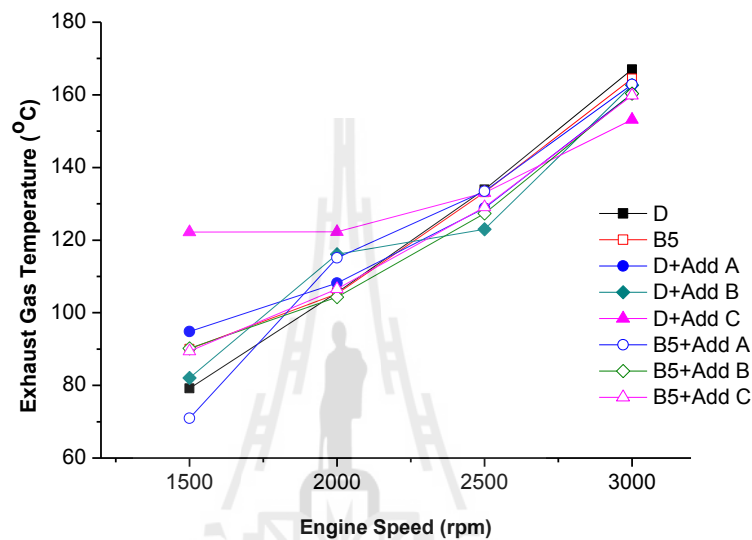
รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3 ผลการทดสอบ และวิเคราะห์การปล่อยมลพิษ

4.3.1 อุณหภูมิไอเสีย

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J816B จากรูปที่ 4.10 เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ระหว่างการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500 ถึง 3000 รอบต่อนาที มีลักษณะแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีอุณหภูมิสูงสุด 122.23 องศาเซลเซียส น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A มีอุณหภูมิต่ำสุด 70.93 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของไอเสียของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 70.93 – 122.23 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกัน 41.96 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีอุณหภูมิสูงสุด 122.30 องศาเซลเซียส น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B มีอุณหภูมิต่ำสุด 104.30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของไอเสียของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 104.30 – 122.30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกัน 14.71 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล มีอุณหภูมิสูงสุด 133.93 องศาเซลเซียส น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B มีอุณหภูมิต่ำสุด 123.00 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของไอเสียของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง

123.00 – 133.93 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกัน 8.16 % และเมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล มีอุณหภูมิสูงสุด 167.03 องศาเซลเซียส น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีอุณหภูมิต่ำสุด 153.16 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของไอเสียของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 153.16 – 167.03 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกัน 8.30 % จากผลการวิเคราะห์พบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงอุณหภูมิของไอเสียที่ปล่อยออกมามีความแตกต่างน้อยกว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำกว่า

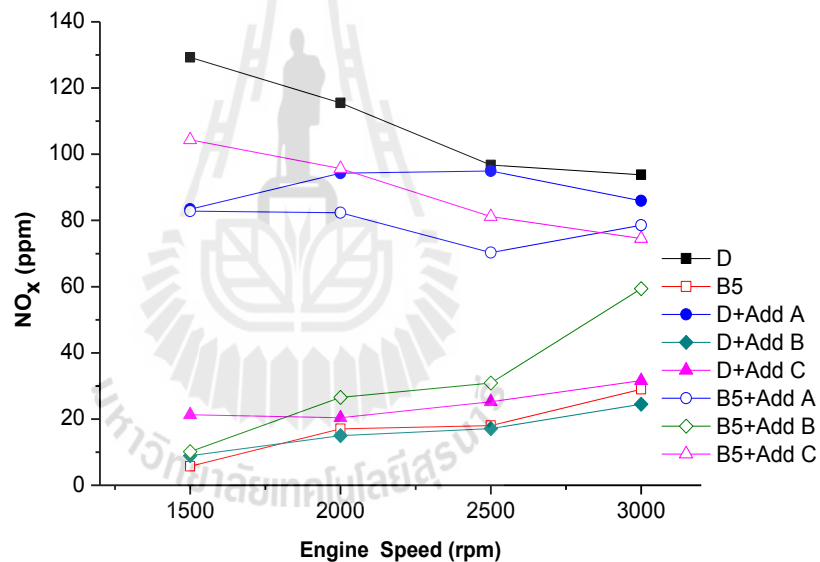


รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบอุณหภูมิไอเสีย กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J816B จากรูปที่ 4.11 เป็นการเปรียบเทียบออกไซด์ของไนโตรเจนระหว่างการใช้ น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500 ถึง 3000 รอบต่อนาที มีลักษณะแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล มีออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าสูงสุด 129.30 ppm. น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) มีค่าต่ำสุด 5.76 ppm. ออกไซด์ของไนโตรเจนของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 5.76 – 129.30 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 95.54 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล

มีออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าสูงสุด 115.50 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B มีค่าต่ำสุด 15.03 ppm. ออกไซด์ของไนโตรเจนของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 15.03 – 115.50 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 86.98 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล มีออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าสูงสุด 96.76 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B มีค่าต่ำสุด 17.10 ppm. ออกไซด์ของไนโตรเจนของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 17.10 – 96.76 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 82.32 % และเมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซล มีออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าสูงสุด 93.76 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B มีค่าต่ำสุด 24.50 ppm. ออกไซด์ของไนโตรเจนของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 24.50 – 93.76 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 73.86 % จากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิดมีค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม สามารถลดมลพิษที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการผสมสารเติมแต่งได้

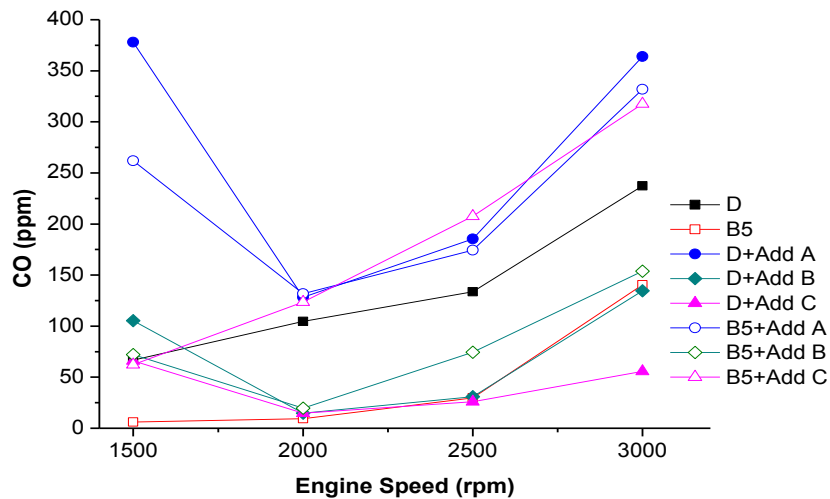


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบออกไซด์ของไนโตรเจน กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3.3 คาร์บอนมอนอกไซด์

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J816B จากรูปที่ 4.12 เป็นการเปรียบเทียบ คาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติม

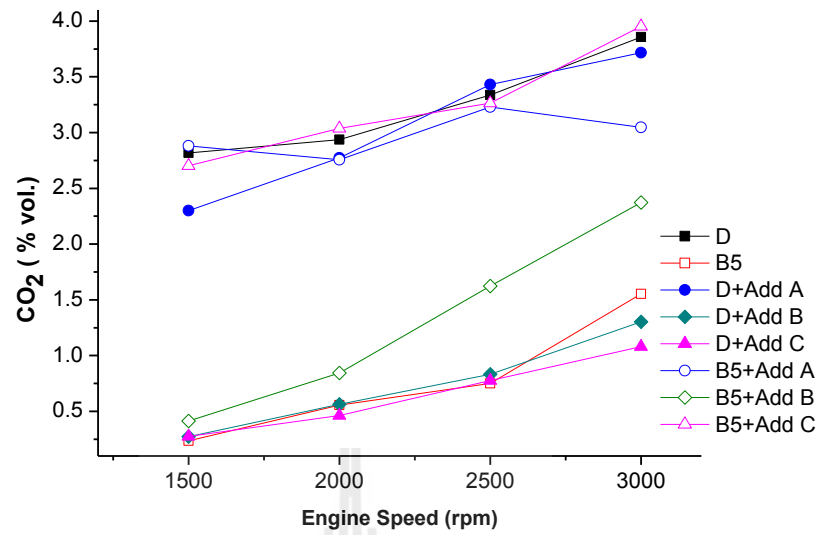
แต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500 ถึง 3000 รอบต่อนาที มีลักษณะแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงสุด 378.00 ppm. น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) มีค่าต่ำสุด 6.00 ppm. คาร์บอนมอนอกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 6.00 – 378.00 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 98.41 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุด 131.66 ppm. น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) มีค่าต่ำสุด 9.33 ppm. คาร์บอนมอนอกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 9.33 – 131.66 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 92.91 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C คาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงสุด 207.66 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีค่าต่ำสุด 26.00 ppm. คาร์บอนมอนอกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 26.00 – 207.66 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 87.47 % และเมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุด 364.00 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีค่าต่ำสุด 55.66 ppm. คาร์บอนมอนอกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 55.66 – 364.00 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 84.70 % จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณการปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซล คือน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A และ C ในส่วนปริมาณการปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซล คือน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และ C ซึ่งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม สามารถลดมลพิษที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการผสมสารเติมแต่งได้



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบคาร์บอนมอนอกไซด์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3.4 คาร์บอนไดออกไซด์

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J816B จากรูปที่ 4.13 เป็นการเปรียบเทียบ คาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1500 ถึง 3000 รอบต่อนาที มีลักษณะแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A มีคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงสุด 2.88 ppm. น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) มีค่าต่ำสุด 0.23 ppm. คาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 0.23 – 2.88 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 92.01 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C มีคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงสุด 3.03 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีค่าต่ำสุด 0.46 ppm. คาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 0.46 – 3.03 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 84.81 % เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A มีคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงสุด 3.43 ppm. น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) มีค่าต่ำสุด 0.75 ppm. คาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 0.75 – 3.43 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 78.13 % และเมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที น้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C มีคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงสุด 3.95 ppm. น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C มีค่าต่ำสุด 1.08 ppm. คาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 1.08 – 3.95 ppm. ซึ่งมีความแตกต่างกัน 72.65 % จากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซล คือน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ส่วนเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซลซึ่งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม สามารถลดมลพิษที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการผสมสารเติมแต่งได้



รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบคาร์บอนไดออกไซด์ กับความเร็วรอบเครื่องยนต์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะเครื่องยนต์ และการปล่อยมลพิษ ของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วระบบฉีดตรง โดยทดสอบน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 8 ชนิด คือน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล สามารถสรุปได้ว่า

5.1.1 การทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 ชนิดที่ทดสอบ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) คือค่าความหนืดคินเมติกส์อยู่ในช่วง $1.8 - 4.1 \text{ mm}^2/\text{s}$ พบว่าโดยรวมสารเติมแต่งที่ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B สามารถลดความหนืดได้ดีที่สุดคือ $3.10 \text{ mm}^2/\text{s}$ อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง $0.81 - 0.87$ พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด A อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงคือ 0.805 ส่วนน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A ให้ค่าความถ่วงจำเพาะ 0.834 อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จุดวาบไฟมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า $52 \text{ }^\circ\text{C}$ พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A มีค่า $85 \text{ }^\circ\text{C}$ อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง และปริมาณกากถ่านคาร์บอนอยู่ในช่วงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 พบว่าน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และ น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B มีค่า 0.0002 อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

5.1.2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

การทดสอบกำลังเบรคของเครื่องยนต์พบว่า เมื่อใช้สารเติมแต่งชนิด C ผสมกับน้ำมันดีเซลให้ค่าสูงสุดคือ 117.60 kW และเมื่อใช้สารเติมแต่งชนิด C ผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ให้ค่าสูงสุดคือ 116.32 kW ดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ที่ 8.43% และ 7.25% ตามลำดับ

การทดสอบแรงบิดเครื่องยนต์ช่วงความเร็วรอบใช้งาน 2000 ถึง 3000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด C ให้ค่าแรงบิดสูงสุดคือ

381.33 Nm. และเมื่อใช้สารเติมแต่งชนิด C ผสมกับน้ำมันดีเซลให้ค่าสูงสุดคือ 379.76 Nm ต่ำกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ที่ 0.62 % และ 0.20 % ตามลำดับ

การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ทดสอบที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B ให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำสุดคือ 40.65 g/kWh และเมื่อใช้สารเติมแต่งชนิด C ผสมกับน้ำมันดีเซลให้ค่าต่ำสุดคือ 40.82 g/kWh ต่ำกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ที่ 13.58 % และ 13.22 % ตามลำดับ

5.1.3 การทดสอบมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์

การทดสอบการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน พบว่าสารเติมแต่งทุกชนิดที่ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ปล่อยปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ให้ปริมาณการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนน้อยที่สุด

การทดสอบการปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่า น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B ปล่อยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ให้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยที่สุด

การทดสอบการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด B น้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C น้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด A และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ผสมสารเติมแต่งชนิด B ปล่อยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งน้ำมันดีเซลผสมสารเติมแต่งชนิด C และน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มเมทิลเอสเทอร์ (B5) ให้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาคูณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะเครื่องยนต์ และการปล่อยมลพิษไอเสีย กรณีที่ผสมสารเติมแต่ง พบว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำมันได้ กำลัง แรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดน้อยลง การปล่อยมลพิษลดลง ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะเครื่องยนต์ และการปล่อยมลพิษ ที่มีส่วนผสมของน้ำมันดีเซลและน้ำมันปาล์ม ในอัตราส่วนต่างๆกัน เช่น B10 B20 B30 B40 B50 B100 และผสมสารเติมแต่งผสมเข้าไปในอัตราส่วนต่างๆกัน เช่น 0.1 % 0.2% และ 0.3%

บรรณานุกรม

- สุภัทรา มั่นสกุล และ พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล, (2524), แนวคิดและความก้าวหน้าของการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนกับเครื่องยนต์ดีเซล,วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, กรุงเทพมหานคร.
- สุรพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, (2544), ผลกระทบของการใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันพืชต่อเครื่องยนต์ และมลพิษทางอากาศ,เอกสารการประชุมระดมความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์, กรุงเทพมหานคร, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ทวิช จิตรสมบูรณ์, (2544) , โอกาสและปัญหาจากการใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในประเทศไทย, เอกสารการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 15 , กรุงเทพมหานคร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธัญญธร อิศราชีวะ , (2548), ผลกระทบของสาร Oxygenated Additive ในลักษณะทางอิมัลชันของการผสมน้ำมันดีเซลกับเอทานอล,วิทยานิพนธ์, คณะวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย และคณะ, (2551), รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์การใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์รอบต่ำ, กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน.
- PORIM (1983), Performance Test on Engine Fueled by Methyl Ester (Palm Oil Diesel), Report, BD 3-5.3
- Gafar,A., et al, (1995) , Preparation of palm oil ester diesel fuel mix and its performance test on stationary engine (Special issue), Proceedings PORIM Biofuel' 95 1995 Porim International Biofuel Conference, Pages 29-34.
- Kamppman, H.J.,(1995), Modern serial engine operating with natural diesel fuel 50-200 kW (Special issue), Proceedings PORIM Biofuel' 95 1995 Porim International Biofuel Conference Pages 52-57.
- May, Ngan, Basiron, (1995), Production and evaluation of palm oil methyl ester as diesel substitute (Special issue), Proceedings PORIM Biofuel' 95 1995 Porim International Biofuel Conference, Pages 15-25.
- Schumacher.L.G, Gerpen.J.V , (1996), Research needs resulting from experiences of fueling engines with biodiesel , Proceedings of the third liquid fuel conference, Nashville TN.
- Masjuki H. H., Kalam M.A., Maleque M. A., Suhaimi T., Mokhtar N., (1998), Performance and Exhaust Emissions of Compression Ignition Engine Fuelled with Coconut Oil and Palm Olein, Proceedings of the 1998 PORIM International Biofuel and Lubricant Conference.2-10

บรรณานุกรม

- Schumacher.L.G, Wetherell.W, Fischer.J.A, (1999), Cold flow properties of biodiesel and it is blend with diesel fuel , Proceedings of the American Society of Agricultural Engineers International Meeting, Toronto Ontario Canada, ASAE Paper No.996133.
- University of Idaho และ Montana Department of Environmental Quality , (1999), Truck in the park biodiesel demonstration with Yellowstone national park [on line] , Available: http://www.deg.state.mt.us/ppa/p2/bioenergy/truck_in_the_park_biodiesel_demo.asp.
- Beg, Bose และ Ghosh, (2000), Effect of compression ratio on the performance and exhaust emission of an insulated piston head diesel engine using vegetable oil, I.C. Engines and Combustion, London Narosa, Pages 82-88.
- P.Benjumea,J.Agudelo and A.Agudeelo , (2008), Basic properties of palm oil biodiesel-diesel blends , Fuel,Volume 87Pages 2069-2075.
- Y.V.Hanumantha Rao, Ram Sudheer Voleti , A.V.Sitarama Raju and P.Nageswara Reddy (2009), Experimental investigations on jatropha biodiesel and additive in diesel engine, Indian Journal of Science and Technology, Vol.2 No 4.
- K.S.Chen,Y.C.Lin,L.T.Hsieh,L.F.Lin and C.C.Wu , (2011), Saving energy and reducing pollution by use of emulsified palm –biodiesel blends with bio-solution additive ,Energy,Volume 35, Pages 2043-2048.
- A. Keskin ,M.guru and D.Altiparmak , (2011), Influence of metallic based fuel additives on performance and exhaust emissions of diesel engine ,Energy Conversion and Management,Volume 52, Pages 60-65.
- P. Ndayishimiye and M.Tazerout , (2011), Use of palm oil-based biofuel in the internal combustion engines:Performance and emissions characteristics ,Energy, Pages 1-7.
- M.Shahabuddin, H.H.Masjuki, M.A.Kalam, M.Mofijur and M.A.Hazrat, (2012), Effect of Additive on Performance of C.I. Engine Fuelled with Bio Diesel, Energy Procedia , Volume 14, Pages 1624-1629.
- T.P.Thimas, D.M.Birney and D.L.Auld , (2012), Viscosity reduction of castor oil esters by the addition of diesel, safflower oil esters and additives, Industrial Crops and Products , Volume 36, Pages 267-270.
- Y.Oh, S.Choi and A.Janchiv , (2012), The Application of Non-Esterified Biodiesel in a Diesel Engine, Applied Mechanics and Materials, Volume 110-116, Pages 38-42.

บรรณานุกรม

C.Swaminathan and J.Sarangan, (2012), Performance and exhaust emission characteristics of a CI engine fueled with biodiesel (fish oil) with DEE as additive, Biomass and Bioenergy , Volume 39, Pages 168-174.







ภาคผนวก ก

กำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมัน

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๔

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขปรับปรุงข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล และเป็นไปตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ๑๕ ปี อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๕ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการค้า น้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๔๓ อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๔”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑ พฤษภาคม ๒๕๕๔ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๒)

พ.ศ. ๒๕๕๓

(๒) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่

๓) พ.ศ. ๒๕๕๔

(๓) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่

๔) พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๔ ประกาศนี้มิให้ใช้บังคับกับน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไปนอกราชอาณาจักร โดยการขนส่งทางทะเล

ข้อ ๕ ให้กำหนดน้ำมันดีเซล เป็น ๒ ประเภท คือ

(๑) น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

(๒) น้ำมันดีเซลหมุนช้า

ข้อ ๖ ภายใต้บังคับของข้อ ๕ ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้

การเติมสารเติมแต่งในน้ำมันดีเซล ให้ผู้ค้าน้ำมันแจ้งขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน จึงจะดำเนินการได้

ข้อ ๗ ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่าย ดังต่อไปนี้ จะไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้ก็ได้ แต่ผู้ค้าน้ำมันต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดังกล่าวเฉพาะส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายเพื่อขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน

(๑) น้ำมันดีเซลสำหรับการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร นอกจากการขนส่งทางทะเล ทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

- (๒) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้กับยานพาหนะที่ส่งออกไปนอกราชอาณาจักร
- (๓) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้ในการอื่นนอกเหนือจากการใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล ทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย
- (๔) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้กับเรือเดินทะเล ทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย
- (๕) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้ตามโครงการหรือนโยบายของรัฐบาล หรืองานวิจัย ทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ตามโครงการจำหน่ายน้ำมันดีเซลสำหรับชาวประมงในเขตต่อเนื่องของราชอาณาจักร และโครงการช่วยเหลือน้ำมันให้ชาวประมง จะมีลักษณะและคุณภาพไม่เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายเฉพาะ ข้อกำหนดดังต่อไปนี้ ข้อหนึ่งข้อใด หรือหลายข้อก็ได้
- (ก) ปริมาณไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน
- (ข) ปริมาณกำมะถัน แต่ทั้งนี้ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ ๐.๗ โดยน้ำหนัก
- (ค) อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละเก้าสิบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่สูงกว่า ๓๗๐ องศาเซลเซียส
- (ง) สี
- น้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามโครงการจำหน่ายน้ำมันดีเซลสำหรับชาวประมงในเขตต่อเนื่องของราชอาณาจักร ต้องเป็นสีเขียวที่มีความเข้มเทียบเท่าสีมาตรฐานที่เตรียมได้จากการใช้น้ำมันดีเซลที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D ๑๕๐๐ เท่ากับ ๐.๕ ผสมกับสีที่เป็นสารประกอบจำพวก ๑,๔ dialkylamino anthraquinone และ ๑,๓ benzenediol ๒,๔ - bis [(alkylphenyl) azo-] ในอัตราส่วน ๕ ต่อ ๑ โดยน้ำหนัก ปริมาณเนื้อสีที่ใช้ ๑๒ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในการย้อมสีน้ำมันจะใช้ปริมาณเนื้อสีแตกต่างจากที่กำหนดก็ได้ แต่ความเข้มของสีต้องเทียบเท่าสีเขียวมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น
- น้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามโครงการช่วยเหลือน้ำมันให้ชาวประมง ต้องเป็นสีม่วงที่มีความเข้มเทียบเท่าสีมาตรฐานที่เตรียมได้จากการใช้น้ำมันดีเซลที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D ๑๕๐๐ เท่ากับ ๐.๕ ผสมกับสีที่เป็นสารประกอบจำพวก ๑,๔ - dialkylamino anthraquinone และ ๒ - naphthalenol [(phenylazo) phenyl] azo alkyl derivatives ในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๑ โดยน้ำหนัก ปริมาณเนื้อสีที่ใช้ ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในการย้อมสีน้ำมันจะใช้ปริมาณเนื้อสีแตกต่างจากที่กำหนดก็ได้ แต่ความเข้มของสีต้องเทียบเท่าสีม่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น
- (๖) น้ำมันดีเซลหมุนเร็วสำหรับเตรียมไว้เพื่อจำหน่ายเฉพาะในข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ ดังนี้ คุณสมบัติการหล่อลื่น และปริมาณไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน หรือเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ ตามวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๓) น้ำมันดีเซลที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ นำเข้ามาในราชอาณาจักร สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง หรือเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ ตามวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๔) น้ำมันดีเซลสำหรับการจำหน่ายให้ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

(๕) น้ำมันดีเซลสำหรับการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันตาม (๑) (๒) (๓) (๔) และ (๕) ข้อ ๘ การขอและการให้ความเห็นชอบตามข้อ ๖ วรรคสอง และข้อ ๗ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

ข้อ ๙ ประกาศนี้ไม่กระทบกระเทือนการให้ความเห็นชอบการเติมสารเติมแต่งในน้ำมันดีเซล หรือการให้ความเห็นชอบลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ได้ให้ความเห็นชอบไปแล้วก่อนวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ และให้คงใช้ได้ต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๔

วีระพล จิระประดิษฐกุล

อธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี





ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๕๒

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขปรับปรุงการกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ประชาชน อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๕วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๔๓ อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๕๒”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๒ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๔ ประกาศนี้มีให้ใช้บังคับกับไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไปนอกราชอาณาจักร โดยการขนส่งทางทะเล

ข้อ ๕ ภายใต้บังคับของข้อ ๑๐ ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันให้เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้

การเติมสารเติมแต่งในไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ให้ผู้ค้าน้ำมันแจ้งขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน จึงจะดำเนินการได้

ข้อ ๖ ให้ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์จะจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ยื่นแบบแจ้งเพื่อขอรับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พร้อมเอกสารประกอบต่ออธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน ตามแบบทพ. ค ๔๐๖ ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๗ เมื่ออธิบดีพิจารณาแล้วเห็นสมควรให้ความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันตามที่ผู้ค้าน้ำมันแจ้งแล้ว กรมธุรกิจพลังงานจะออกหนังสือรับรองการให้ความเห็นชอบ ตามแบบ ทพ. ค ๔๐๗ ท้ายประกาศนี้หนังสือรับรองการให้ความเห็นชอบตามวรรคหนึ่ง ให้มีกำหนดระยะเวลาไม่เกินสามปีนับแต่วันที่ออก

ข้อ ๘ ผู้ค้าน้ำมันที่ได้รับความเห็นชอบให้จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ตามข้อ ๗ ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไข ดังนี้

(๑) ผลิตรหรือจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ณ สถานที่ที่กำหนดไว้ในหนังสือรับรอง

(๒) ส่งบัญชีตามแบบ ธพ. ฐ ๒๑๓ และแบบ ธพ. ก ๔๐๘ ท้ายประกาศนี้ เกี่ยวกับปริมาณของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่นำเข้ามาในราชอาณาจักร ชื่อ กลั่นผลิต ได้มาจำหน่ายไปแล้ว และที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน ต่อกรมธุรกิจพลังงาน ภายในวันที่สิบห้าของเดือนถัดไป

(๓) ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์จะทำการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม ชื่อ สถานที่ตั้งสำนักงานแห่งใหญ่ สถานที่ผลิต สถานที่จำหน่าย หรือรายละเอียดใด ๆ ที่ได้แจ้งหรือระบุไว้ในแบบแจ้งซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว ให้ทำหนังสือแจ้งต่อกรมธุรกิจพลังงาน ล่วงหน้าไม่น้อยกว่าสิบห้าวันก่อนวันที่ประสงค์จะเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม แล้วแต่กรณี

(๔) ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์จะเลิกการผลิต การจำหน่ายไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ให้ทำหนังสือแจ้งต่อกรมธุรกิจพลังงาน ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่เลิกการผลิตการจำหน่าย แล้วแต่กรณี

ข้อ ๕ การยื่นแบบแจ้งเพื่อขอรับความเห็นชอบตามข้อ ๖ ให้ยื่น ณ สถานที่ ดังต่อไปนี้

(๑) กรณีสถานประกอบการ หรือสำนักงานแห่งใหญ่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครให้ยื่นที่กรมธุรกิจพลังงาน

(๒) กรณีสถานประกอบการ หรือสำนักงานแห่งใหญ่ตั้งอยู่ในจังหวัดอื่น ๆ ให้ยื่นที่สำนักงานพลังงานจังหวัด ณ จังหวัดที่สถานประกอบการตั้งอยู่

ข้อ ๑๐ ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายดังต่อไปนี้ จะไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้ก็ได้ แต่ผู้ค้าน้ำมันต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดังกล่าวเฉพาะส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้าย เพื่อขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน

(๑) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการส่งออกป้อนราชอาณาจักรนอกจากการขนส่งทางทะเล

(๒) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการนำไปใช้กับยานพาหนะที่ส่งออกป้อนราชอาณาจักร

(๓) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการนำไปใช้ในการอื่นนอกเหนือจากการใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล ทั้งนี้ให้รวมถึงไบโอดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๔) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการนำไปใช้ตามโครงการหรือนโยบายของรัฐบาล หรืองานวิจัย ทั้งนี้ ให้รวมถึงไบโอดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๕) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่ผู้ค้าน้ำมันซึ่งเป็นผู้ผลิตไบโอดีเซล นำเข้ามาในราชอาณาจักรสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล หรือเพื่อจำหน่ายให้ผู้ผลิต ไบโอดีเซลตามวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๖) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมัน ซึ่งเป็นผู้ผลิตไบโอดีเซล เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

(๗) ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันสำหรับการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมัน เพื่อวัตถุประสงค์ตาม (๑) (๒) (๓) และ (๔)

ข้อ ๑๑ การขอและการให้ความเห็นชอบตามข้อ ๕ วรรคสอง ข้อ ๖ และข้อ ๑๐ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

ข้อ ๑๒ ประกาศนี้ไม่กระทบกระเทือนการให้ความเห็นชอบการเติมสารเติมแต่งในไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน หรือการให้ความเห็นชอบลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่ได้ให้ความเห็นชอบไปแล้วก่อนวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับและให้คงใช้ได้ต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๒

เมตตา บันเทิงสุข

อธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี







ตารางที่ ข.1 การทดสอบความหนืดคิเนแมติกส์

เชื้อเพลิง	ครั้งที่ทดสอบ	ปริมาตร (ml)	เวลา (s)	ค่าความหนืดคิเนแมติกส์ mm ² /s
D	1	20	88.8	3.21
	2	20	89.4	
	3	20	88.8	
B5-POB	1	20	90	3.25
	2	20	90	
	3	20	90	
D+Additive A	1	20	85.8	3.10
	2	20	85.8	
	3	20	86.4	
D+Additive B	1	20	93.6	3.38
	2	20	93.6	
	3	20	93.6	
D+Additive C	1	20	90.6	3.28
	2	20	90.6	
	3	20	91.2	
B5+Additive A	1	20	91.8	3.34
	2	20	92.4	
	3	20	92.4	
B5+Additive B	1	20	85.8	3.10
	2	20	85.8	
	3	20	86.4	
B5+Additive C	1	20	87.6	3.19
	2	20	89.4	
	3	20	88.2	

ตารางที่ ข.2 การทดสอบความถ่วงจำเพาะ

เชื้อเพลิง	ครั้งที่	ปริมาตร (ml)	ความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15.6 °C	
D	1	20	0.823	0.823
	2	20	0.823	
	3	20	0.823	
B5-POB	1	20	0.825	0.825
	2	20	0.825	
	3	20	0.825	
D+Additive A	1	20	0.805	0.805
	2	20	0.805	
	3	20	0.805	
D+Additive B	1	20	0.825	0.825
	2	20	0.825	
	3	20	0.825	
D+Additive C	1	20	0.825	0.825
	2	20	0.825	
	3	20	0.825	
B5+Additive A	1	20	0.834	0.834
	2	20	0.834	
	3	20	0.834	
B5+Additive B	1	20	0.825	0.825
	2	20	0.825	
	3	20	0.825	
B5+Additive C	1	20	0.820	0.820
	2	20	0.820	
	3	20	0.820	

ตารางที่ ข.3 การทดสอบจุดความไฟ และจุดติดไฟ

เชื้อเพลิง	ครั้งที่	จุดความไฟ (°C)	ค่าเฉลี่ย	จุดติดไฟ (°C)	ค่าเฉลี่ย
D	1	65	68	100	98
	2	68		98	
	3	70		97	
B5-POB	1	74	73	101	101
	2	74		102	
	3	70		100	
D+Additive A	1	67	68	102	100
	2	70		100	
	3	68		99	
D+Additive B	1	73	71	97	98
	2	69		98	
	3	70		100	
D+Additive C	1	70	71	98	98
	2	72		98	
	3	71		98	
B5+Additive A	1	82	85	99	101
	2	85		100	
	3	87		104	
B5+Additive B	1	82	82	103	101
	2	81		101	
	3	84		100	
B5+Additive C	1	70	73	94	95
	2	73		95	
	3	75		97	

ตารางที่ ข.4 การทดสอบกากคาร์บอนตกค้าง

ชื่อเพลิง	ปริมาณน้ำมัน (g)	น้ำหนัก Glass coking bulb		น้ำหนักที่เหลือ (g)	ปริมาณกากคาร์บอน (%wt)
		ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ		
D	1	11.8385	11.8429	0.0044	0.0003
B5-POB	1	11.7631	11.7690	0.0059	0.0005
D+Additive A	1	11.7571	11.7606	0.0035	0.0004
D+Additive B	1	11.6588	11.6621	0.0033	0.0002
D+Additive C	1	11.7571	11.7606	0.0035	0.0004
B5+Additive A	1	11.7571	11.7606	0.0035	0.0004
B5+Additive B	1	11.9429	11.946	0.0031	0.0002
B5+Additive C	1	11.6600	11.6652	0.0052	0.0004



ตารางที่ ข.5 การทดสอบกำลังเบรคเครื่องยนต์

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	กำลังเบรคเครื่องยนต์ (hp)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1200	39.261	42.876	40.667	40.151	43.286	43.629	41.215	43.843
1300	46.839	48.974	48.144	47.670	49.555	49.297	46.768	49.542
1400	53.327	54.927	54.644	54.327	56.093	54.900	52.723	55.049
1500	59.099	61.133	61.413	61.089	62.836	60.708	58.880	61.108
1600	66.665	68.209	69.034	68.596	69.684	67.185	65.969	67.910
1700	75.179	76.371	77.723	77.604	78.777	75.103	74.081	76.365
1800	85.299	86.195	86.994	87.195	87.575	84.966	83.773	85.977
1900	94.717	95.465	95.375	96.372	94.989	94.256	92.549	94.409
2000	103.058	103.555	102.540	104.182	101.254	102.403	99.885	101.688
2100	109.409	110.344	108.778	110.574	107.328	109.155	106.102	107.823
2200	116.141	116.890	115.140	117.081	113.642	115.934	112.876	113.976
2300	122.525	122.722	121.484	122.819	120.017	122.506	119.661	120.340
2400	127.875	128.858	127.090	128.064	125.475	128.150	125.493	126.407
2500	133.646	134.259	132.742	134.005	131.518	133.260	131.358	132.168
2600	137.955	140.014	138.436	139.669	136.952	138.816	137.283	138.064
2700	140.953	145.694	144.136	145.353	142.715	144.298	143.206	144.065
2800	142.968	150.800	150.282	151.373	148.878	150.036	149.925	149.093
2900	144.174	153.265	154.962	155.887	155.047	153.520	155.026	154.150
3000	145.374	153.646	157.233	157.749	159.718	154.818	157.261	156.890
3100	146.060	153.556	157.407	158.208	160.597	154.572	157.727	157.252
3200	146.869	153.330	154.584	157.905	159.758	153.393	156.56	157.175

ตารางที่ ข.6 การทดสอบแรงบิดเครื่องยนต์

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	แรงบิดเครื่องยนต์ (Nm)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1200	236.344	260.328	247.087	243.070	264.607	266.781	251.370	267.075
1300	260.981	273.455	269.649	267.856	278.618	277.334	261.515	277.595
1400	273.569	284.210	284.068	282.613	292.961	284.585	273.306	286.902
1500	282.001	295.769	297.542	295.651	304.999	294.227	283.726	296.583
1600	298.468	308.561	313.561	311.260	318.739	304.690	298.812	308.242
1700	320.946	325.840	332.728	333.261	337.537	320.532	315.938	326.760
1800	341.975	348.934	352.628	353.140	354.477	342.733	338.091	347.291
1900	359.019	363.140	363.165	369.467	361.461	360.654	351.642	360.965
2000	370.060	375.329	369.498	378.112	365.349	368.645	360.421	367.994
2100	373.009	377.055	371.515	380.411	367.971	373.273	363.777	370.949
2200	377.322	380.901	374.475	383.358	371.374	378.118	366.920	373.014
2300	379.801	381.911	377.031	382.548	372.208	380.927	370.800	374.656
2400	376.853	381.000	376.790	381.459	372.193	381.084	371.994	374.084
2500	377.283	380.197	377.160	381.041	373.948	379.565	373.297	375.109
2600	373.621	380.643	377.198	380.316	373.826	379.295	373.586	376.022
2700	365.349	380.881	377.078	380.328	373.219	377.947	374.455	376.849
2800	355.488	379.403	378.098	381.622	375.382	378.322	377.550	375.849
2900	344.501	369.913	375.555	376.966	375.801	371.585	374.502	374.106
3000	334.757	356.682	366.330	367.765	373.308	360.644	366.499	365.963
3100	324.614	342.931	352.906	355.095	361.436	347.201	353.907	353.908
3200	315.644	330.654	333.311	344.128	346.122	331.579	337.690	341.073

ตารางที่ ข.7 การทดสอบกำลังที่ล้อรถยนต์

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	กำลังที่ล้อ (hp)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1200	27.859	31.425	28.867	28.876	31.458	32.103	30.686	32.280
1300	34.313	36.407	35.200	35.268	36.728	36.642	35.051	36.736
1400	39.662	41.281	40.537	40.633	41.836	41.085	39.816	41.157
1500	44.261	46.287	46.057	46.294	47.323	45.599	44.799	45.759
1600	50.437	52.039	52.424	52.634	53.182	50.909	50.614	51.510
1700	57.801	58.914	59.801	60.396	60.911	57.496	57.538	58.692
1800	66.671	67.475	67.763	68.752	68.445	66.091	65.941	66.959
1900	74.843	75.513	74.877	76.625	74.484	74.059	73.318	74.152
2000	81.547	82.062	80.720	83.148	79.561	80.883	79.056	79.848
2100	86.739	87.504	85.293	87.929	84.065	86.072	83.772	84.658
2200	91.896	92.441	90.040	92.905	88.786	91.311	88.875	89.377
2300	96.668	96.990	94.778	97.352	93.576	96.339	93.936	94.134
2400	100.637	101.123	98.756	101.147	97.694	100.587	98.135	98.108
2500	104.456	105.128	102.680	105.168	101.605	103.992	102.086	102.638
2600	107.188	109.242	106.566	109.222	105.441	107.672	105.800	106.791
2700	108.240	113.292	110.610	113.375	109.530	111.573	109.769	110.896
2800	108.403	116.253	114.700	117.237	113.699	115.508	114.470	114.440
2900	107.808	117.055	117.371	119.835	117.788	117.04	117.396	117.446
3000	106.931	115.642	117.529	119.707	120.193	116.288	117.263	117.953
3100	105.448	113.58	115.510	118.101	118.920	114.029	115.368	116.249
3200	103.992	111.313	110.413	115.911	115.844	110.764	111.778	114.027

ตารางที่ ข.8 การทดสอบการปล่อยมลพิษคาร์บอนนอกไซค์

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	คาร์บอนนอกไซค์ (ppm)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1500	66.66	6.00	378.00	105.33	66.00	262.00	72.00	62.33
2000	104.66	9.33	128.33	14.66	14.66	131.66	19.66	123.66
2500	133.66	29.66	185.33	31.00	26.00	174.33	74.33	207.66
3000	237.33	140.33	364.00	134.66	55.66	332.00	153.66	317.66

ตารางที่ ข.9 การทดสอบการปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	คาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1500	2.81	0.23	2.30	0.27	0.27	2.88	0.41	2.70
2000	2.93	0.55	2.77	0.56	0.46	2.75	0.84	3.03
2500	3.33	0.75	3.43	0.83	0.77	3.23	1.62	3.26
3000	3.85	1.55	3.71	1.30	1.08	3.04	2.37	3.95

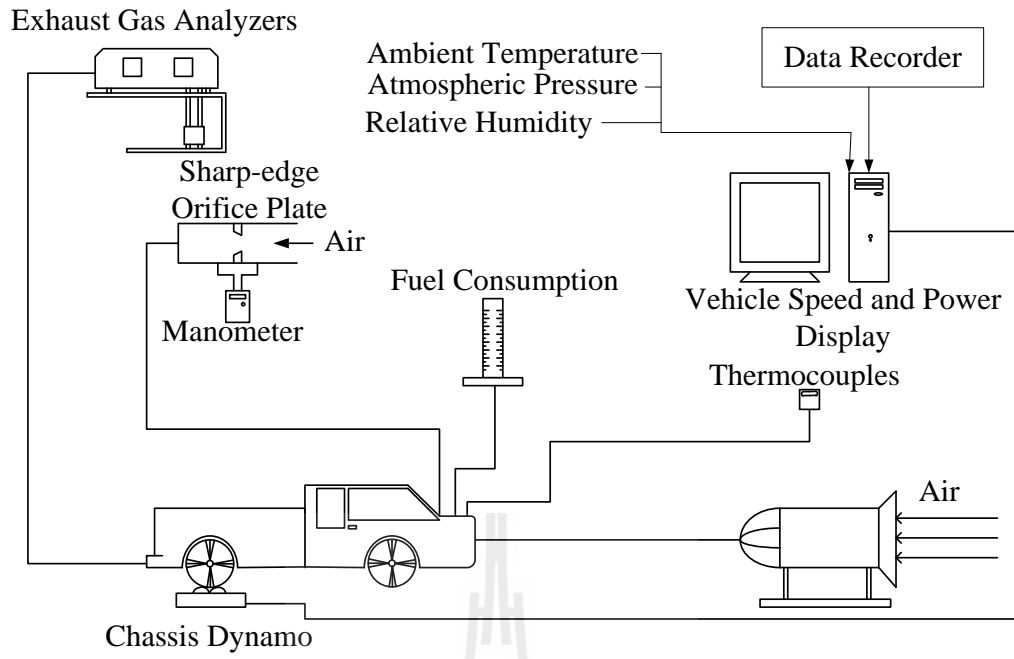
ตารางที่ ข.10 การทดสอบการปล่อยมลพิษออกไซด์ของไนโตรเจน

ความเร็ว รอบ เครื่องยนต์ (rpm)	ออกไซด์ของไนโตรเจน (ppm)							
	D	B5- POB	D + Add A	D + Add B	D + Add C	B5 + Add A	B5 + Add B	B5 + Add C
1500	129.30	5.76	83.36	8.96	21.26	82.83	10.16	104.33
2000	115.50	17.03	94.30	15.03	20.36	82.33	26.56	95.70
2500	96.76	18.03	94.93	17.10	25.23	70.26	30.86	81.20
3000	93.76	28.96	85.93	24.50	31.63	78.53	59.36	74.53



ภาคผนวก ค

แผนผังการทดสอบ



รูปที่ ค.1 แผนผังการทดสอบ



ประวัตินักวิจัย

การศึกษา/คุณวุฒิ	2536 วศ.บ.(วิศวกรรมเครื่องกล) , มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล 2544 วศ.ม.(วิศวกรรมเครื่องกล) , มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์) สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตร วิศวกรรมยานยนต์) สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2551 ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2536-2550 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล พ.ศ. 2545-2550 หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
งานวิจัย	พ.ศ. 2548-2549 โครงการให้คำปรึกษา แนะนำเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ผ้า ไหมให้ได้มาตรฐาน(ภายใต้โครงการยกระดับคุณภาพมาตรฐานไหมไทย เพื่อก้าวสู่เมืองแฟชั่น)
ผลงานวิชาการ	1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการถ่ายโอนความร้อน 2. บทความวิชาการ 2.1 การรณ พังสุวรรณรักษ์ “เครื่องยนต์ฟลูอิดไดน์ กรณีศึกษาการ ต่อท่อจูนนิ่งคอลัมน์แบบกระบอกสูบรวมและกระบอกสูบแยก” การ ประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16 ,2545, จังหวัดภูเก็ต 2.2 การรณ พังสุวรรณรักษ์ “การศึกษารีเจนเนอเรเตอร์สำหรับ เครื่องยนต์ฟลูอิดไดน์ กรณีต่อท่อจูนนิ่งคอลัมน์แบบกระบอกสูบรวม” การ ประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 , 2546, จังหวัดปราจีนบุรี 2.3 การรณ พังสุวรรณรักษ์ ,ปรกรณ์วิศว์ ปัตถา “ การศึกษาต่อความ ร้อนแบบเทอร์โมไฮฟอนโดยการทดลอง” การประชุมวิชาการวิศวะ มอ. วิชาการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 2546, จังหวัดสงขลา