

การศึกษาประสิทธิภาพและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง
เมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลผสม

นายเกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2552

**A STUDY ON EFFICIENCY AND POLLUTION OF
MEDIUM SPEED DIESEL ENGINE USING BLENDED
BIODIESEL FUEL**

Kiattisak Nikhomchaiprasert

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Energy Management Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2009**

การศึกษาประสิทธิภาพและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง
เมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลผสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ. ดร.จิระพล ศรีเสริญผล)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.วีรชัย อัจฉาญ)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์)

กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รศ. น.อ. ดร.วรพจน์ ขำพิศ)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

เกียรติศักดิ์ นิกมชัยประเสริฐ : การศึกษาประสิทธิภาพและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซล
รอบปานกลางเมื่อน้ำมันไบโอดีเซลผสม (A STUDY ON EFFICIENCY AND
POLLUTION OF MEDIUM SPEED DIESEL ENGINE USING BLENDED
BIODIESEL FUEL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย อจหาญ, 80 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อน้ำมันไบโอดีเซลผสมในสัดส่วนโดยปริมาตร 20% (B20) 50% (B50) และ 100% (B100) โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D) โดยทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 3 เครื่อง 3 ยี่ห้อ คือ HINO รุ่น HO7C CUMMIN รุ่น 6B5.9 และ KOMATSU รุ่น S4D105-3 ผลการศึกษาพบว่าเครื่องยนต์ทุกยี่ห้อเมื่อน้ำมัน B20 จะให้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ไม่ว่าจะเป็นกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุด และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันของเครื่องยนต์มีแนวโน้มตกลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ เมื่อทำการวัดค่ามลพิษไอเสียของการทดสอบเครื่องยนต์ ทั้ง 3 เครื่อง โดยใช้น้ำมัน B20 B50 และ B100 พบว่าค่าการปลดปล่อยมลพิษ CO และเขม่าควันดำ ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก ตรงกันข้ามกับการปลดปล่อย NO_x จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_x ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_x เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล ทั้งนี้ในส่วนของ SO₂ พบในปริมาณน้อยมากในการทดสอบครั้งนี้

สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการพลังงาน
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

KIATTISAK NIKHOMCHAIPRASERT : A STUDY ON EFFICIENCY AND
POLLUTION OF MEDIUM SPEED DIESEL ENGINE USING BLENDED
BIODIESEL FUEL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WEERACHAI
ARJHARN, Ph.D., 80 PP.

BIODIESEL/PERFORMANCE/POLLUTION

This research is to study on efficiency and exhaust emission of diesel engine using blended biodiesel fuel. with The blended biodiesel comprised of biodiesel mixed at 20% (B20), 50% (B50) and 100% (B100) by volume. The tested engines were employed 3 engines with 3 models which included ware HINO model HO7C, CUMMINS model 6B5.9, and KOMATSU model S4D105-3. The results showed better performance when the engine was fueled by B20 for all engines. However, the tested showed depletion of the performance when the engine was operated with the higher ratio of biodiesel of B50 and B100. The exhaust emitted for each engine was shown lower level of CO and Smoke when run by Biodiesel. Unlike the emission of NO_x, they showed the higher level of NO_x comparing to the level of emission from the diesel fuel. Anyway, there were very few SO₂ emissions from the tested for all fuel.

School of Energy Management Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2009

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และ ด้านการดำเนินงานวิจัย อาทิเช่น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย อัจฉาญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชาญชัย โรจนสโรช อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
และอาหาร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอขอบคุณ คุณประวิทย์ วิจิตรชัย หัวหน้าช่างซ่อมบำรุง งานจักรกลการเกษตร ฟาร์ม
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอขอบคุณ คุณจักรวาล สารปริง วิศวกร บริษัท แอ็ดวานซ์ เอนเนอร์ยี เซฟวิ่ง จำกัด ที่ให้
ความช่วยเหลือและคำปรึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณคงเดช พะสีนาม คุณจิตรพล คมสัน เพื่อนร่วมเรียนระดับปริญญาโท ที่ให้
ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ วิศวกร ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุน
สนับสนุนในการทำวิจัย

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่งที่ให้การเลี้ยงดูอบรม
และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมาในอดีต จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต
ตลอดมา

เกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (อังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ปรัชญาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.2.1 เครื่องยนต์ดีเซล.....	13
2.2.1.1 ความหมาย.....	13
2.2.1.2 ประเภทของเครื่องยนต์ดีเซล.....	13
2.2.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล.....	14
2.2.2.1 แรงบิด.....	14
2.2.2.2 แรงม้า.....	15
2.2.2.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง.....	15
2.2.3 ประสิทธิภาพเครื่องยนต์.....	16
2.2.3.1 ประสิทธิภาพทางความร้อน.....	17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4	มลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล.....	18
2.2.4.1	การควบคุมมลพิษ.....	20
2.2.4.2	ผลกระทบจากมลพิษ.....	21
2.2.4.3	มาตรฐานมลพิษ.....	21
2.2.5	น้ำมันเชื้อเพลิง.....	23
2.2.5.1	น้ำมันดีเซล.....	23
2.2.5.2	น้ำมันไบโอดีเซล.....	26
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	38
3.1.1	ขั้นตอนวางแผน.....	38
3.1.2	ขั้นตอนการทำงาน.....	38
3.2	วิธีการทดสอบ.....	39
3.2.1	การทดสอบสมรรถนะและปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์.....	39
3.2.2	การวิเคราะห์ผล.....	39
3.2.2.1	การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์.....	39
3.2.2.2	การวัดปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์.....	40
3.3	สถานที่ทำการทดสอบ.....	40
3.4	อุปกรณ์การทดสอบ.....	40
3.5	เครื่องมือทดสอบ.....	42
3.5.1	ไคนาโมมิเตอร์.....	42
3.5.2	เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้.....	43
3.5.3	เครื่องวัดความทึบแสง.....	43
3.5.4	เครื่องมือวัดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์.....	44
3.6	น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ.....	44
3.6.1	น้ำมันดีเซล.....	44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6.2	น้ำมันไบโอดีเซล.....	44
3.6.3	น้ำมันเครื่อง.....	46
3.6.4	น้ำมันไฮดรอลิก.....	46
4	ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล.....	47
4.1	ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์.....	47
4.1.1	เครื่องยนต์ HINO.....	47
4.1.2	เครื่องยนต์ CUMMINS.....	49
4.1.3	เครื่องยนต์ KOMATSU.....	51
4.2	ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์.....	53
4.3	ปริมาณมลพิษไอเสีย.....	54
4.3.1	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.....	54
4.3.2	ออกไซด์ของไนโตรเจน.....	55
4.3.3	เขม่าวันดำ.....	57
4.3.4	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	58
4.3.5	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	59
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	60
5.1	สรุปผลการทดสอบ.....	60
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	60
	รายการอ้างอิง.....	62
	ภาคผนวก.....	65
	ภาคผนวก ก. ผลการทดสอบ.....	65
	ภาคผนวก ข. รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา.....	72
	ประวัติผู้เขียน.....	80

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะอากาศปกติและอากาศเป็นพิษ.....	21
2.2	กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล.....	28
3.1	ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ทดสอบ.....	40
3.2	รายละเอียดของเครื่องไคนาโมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ.....	42
3.3	คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ในการทดสอบ.....	45
ก.1	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง.....	66
ก.2	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อน้ำมัน B20 เป็นเชื้อเพลิง.....	66
ก.3	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อน้ำมัน B50 เป็นเชื้อเพลิง.....	66
ก.4	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อน้ำมัน B100 เป็นเชื้อเพลิง.....	67
ก.5	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง.....	67
ก.6	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อน้ำมัน B20 เป็นเชื้อเพลิง.....	67
ก.7	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อน้ำมัน B50 เป็นเชื้อเพลิง.....	68
ก.8	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อน้ำมัน B100 เป็นเชื้อเพลิง.....	68
ก.9	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง.....	68
ก.10	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อน้ำมัน B20 เป็นเชื้อเพลิง.....	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.11 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B50 เป็นเชื้อเพลิง.....	69
ก.12 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B100 เป็นเชื้อเพลิง.....	70
ก.13 ผลการตรวจวัดเขม่าควันดำ.....	70
ก.14 ผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.....	70
ก.15 ผลการตรวจวัดออกไซด์ของไนโตรเจน.....	71
ก.16 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิก๊าซไอเสีย.....	71
ก.17 ผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.1	ความร้อนที่ได้รับและสูญเสียให้กับระบบต่าง ๆ.....	17
2.2	ปฏิกิริยา TRANSESTERIFICATION.....	26
3.1	เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ.....	41
3.2	เครื่องไคนาโมมิเตอร์.....	42
3.3	เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้.....	43
3.4	เครื่องวัดความทึบแสง.....	44
4.1	แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ HINO.....	47
4.2	แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ HINO.....	48
4.3	แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ HINO.....	48
4.4	แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ CUMMINS.....	49
4.5	แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ CUMMINS.....	50
4.6	แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ CUMMINS.....	50
4.7	แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ KOMATSU.....	51
4.8	แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ KOMATSU.....	52
4.9	แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ KOMATSU.....	52
4.10	แสดงค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์.....	53
4.11	ผลการตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.....	54
4.12	ผลการตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.....	54
4.13	ผลการตรวจวัดค่าออกไซด์ของไนโตรเจน.....	55
4.14	ผลการวิเคราะห์อัตราการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน.....	56
4.15	ผลการตรวจวัดค่าเขม่าควันดำของเครื่องยนต์.....	57
4.16	ผลการวิเคราะห์อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	58
4.17	ผลการวิเคราะห์อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เครื่องยนต์ดีเซลนิยมใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะหรือใช้ในการทำงานประเภทงานหนัก สืบเนื่องมาจากเครื่องยนต์ดีเซลให้พลังงานสูง มีความประหยัด เชื้อเพลิงมีราคาถูก และเครื่องยนต์มีความทนทาน ทำให้กิจการต่าง ๆ เช่น รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ และเรือประมงส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก แต่ในสถานะวิกฤตการณ์น้ำมันในปัจจุบัน ส่งผลให้กิจการดังกล่าวพยายามที่จะนำน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากพืชผลทางการเกษตรมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ตลอดจนรัฐบาลให้การสนับสนุนด้านราคา ทำให้ราคาน้ำมันไบโอดีเซลสามารถแข่งขันกับน้ำมันดีเซลได้

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการดำเนินการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 5 กับรถยนต์ทั่วไป ตลอดจนมีแผนการขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซล โดยมีเป้าหมายขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้มากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้กับภาคธุรกิจอื่น ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรมและประมง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการส่งเสริมให้มีการเพิ่มสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้มากขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลสนับสนุน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านสมรรถนะ มลพิษ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ รวมไปถึงศักยภาพการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 20 ต่อสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางที่ใช้ในเรือประมง โดยจะกระทำในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อยืนยันในด้านประสิทธิภาพ สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการทดสอบในภาคสนามต่อไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ในการศึกษานี้ใช้เครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้วมาทดสอบ โดยทำการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ และปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อเพิ่มสภาพของเครื่องยนต์ให้ใช้งานได้

2 ศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลโดยไม่ปรับแต่งเครื่องยนต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซล
2. สามารถพิจารณาเป็นทางเลือกสำหรับการหาพลังงานเชื้อเพลิง เพื่อนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยต่าง ๆ ในอดีตที่เกี่ยวข้อง โดยจะกล่าวถึงผลงานวิจัยของนักวิจัยแต่ละท่านอย่างคร่าว ๆ ในกรณีของการใช้ไบโอดีเซล เพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิสมัย เจนวนิชปัญญากุล และคณะ (2525) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มีการนำเมทิลเอสเทอร์ (Methy Ester) ของน้ำมันปาล์ม หรือที่เรียกว่าไบโอดีเซล เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่ากำลังของเครื่องยนต์ที่วัดค่าได้มีค่าที่เทียบเท่ากับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทุกประการ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากค่าความหนืดของเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าของน้ำมันดีเซล รวมถึงมีค่าตัวเลขซีเทน (cetane number) ที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามยังคงเป็นผลการทดสอบในระยะเวลายาวสั้น ๆ เท่านั้น ส่วนผลการทดสอบในระยะยาวพบว่าในขณะนั้นยังไม่มีกรารายงานผล

PORIM (1983) ได้ทำการทดสอบใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มกลั่นเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้อยู่ในรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นรถ tractor lorry และ land cruiser เป็นระยะทางหรือระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 96,000 กิโลเมตร 98,000 กิโลเมตร หรือ 1,100 ชั่วโมงตามลำดับ จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าการติดเครื่องยนต์ทำได้ง่าย ไม่เกิดอาการน็อกเครื่องยนต์เดินเรียบ กำลังของเครื่องยนต์ไม่ตก ปริมาณควันดำลดลง แต่ในขณะเดียวกันกลับพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 5% - 25% และหลังจากการทำการทดสอบครบตามที่กำหนด ได้ทำการตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ซึ่งพบว่า มีกาการคาร์บอนหรือเขม่าที่สะสมตัวอยู่ตามบริเวณผิวของวาล์วในปริมาณที่ใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่ผลิตจากพลาสติกและยางมีการเสื่อมสภาพหรือมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติ

ต่อมาทาง PORIM ยังได้ทำการทดสอบใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มกลั่นเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลของรถแท็กซี่ (taxi) จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าค่ากำลังสูงสุดที่วัดได้มีค่าที่ลดลงประมาณ 4.5% ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าถ้าใช้ความเร็วในการทดสอบมากกว่า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะมีค่าที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังพบอีกว่า University of Technology Malaysia (UTM) ได้มีการทดสอบใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์ม เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ของบริษัท Ricardo รุ่น E-6 และของบริษัท Isuzu รุ่น 4JB1 และเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กของบริษัท Yanmar รุ่น TF80 และของบริษัท Lister จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าค่ากำลังที่วัดค่าได้มีทั้งกรณีเพิ่มขึ้นและใกล้เคียงกัน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่เพิ่มขึ้น สำหรับใน ส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้พบว่า CO₂ มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่วน CO พบว่ามีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

ต่อมาทาง University of Malaysia (UM) ได้ทำการทดสอบใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ คือ 25 : 75 50 : 50 75 : 25 และน้ำมันปาล์ม 100% เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของบริษัท Isuzu รุ่น 4FB1 ที่มี 4 ลูกสูบ จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่ใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น HC CO และ NO_x พบว่ามีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก สำหรับในส่วนอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่สามารถทำการพิจารณาได้จากปริมาณของสารปนเปื้อนในน้ำมันเครื่องพบว่ามีความที่เป็นปกติ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Kaufman and Ziejewski (1984) รายงานผลการทดสอบสมรรถนะ และการทดสอบความคงทนของเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดโดยตรง จากการใช้เมทิลเอสเทอร์ (Methyl Ester) ของน้ำมันทานตะวัน โดยทดลองวัดสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ขณะภาระเต็มที่ที่ความเร็วรอบนั้น ๆ จากผลการทดสอบพบว่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอสเทอร์จะมีอัตราการไหลโดยมวลของเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น 8.6% กำลังลดลง 5.8% เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนอุณหภูมิไอเสียนั้นมีค่าสูงกว่าในกรณีการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง และเลขคว้นดามีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดังนี้ ที่ความเร็วรอบ 2,300 รอบต่อนาที จะลดลงจาก 1 เป็น 0.2 และที่ความเร็วรอบ 1,800 รอบต่อนาที ลดลงจาก 0.8 เป็น 0.4 เมื่อใช้เอสเทอร์เป็นเชื้อเพลิง

Kyle and Spencer (1993) ได้ศึกษาหาสมรรถนะ การแพร่กระจายของไอเสีย และอัตราการปล่อยความร้อนที่ภาระต่าง ๆ ขณะความเร็วรอบคงที่ที่ 1,800 รอบต่อนาที โดยใช้เมทิลเอสเทอร์จากถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล 4 ลูกสูบ ระบบฉีดโดยตรง ซึ่งใช้หัวฉีดที่มีขนาดรูการ

ฉีดและจังหวะการฉีดต่างกัน พบว่าสมรรถนะและอัตราการปล่อยความร้อนของเครื่องยนต์จากการใช้เอสเตอรืมีค่าใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง การแพร่กระจายของ HC และเลขคว้นดำมีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ภาวะเดียวกัน ส่วนค่า CO จากการเปรียบเทียบบางช่วงมีค่าสูงกว่าและบางช่วงมีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ค่า NO_x ยังมีความสัมพันธ์กับความดันสูงสุดในกระบอกสูบ กล่าวคือ ที่ความดันสูงสุดในกระบอกสูบสูง เครื่องยนต์ที่ใช้เอสเตอรืเป็นเชื้อเพลิงจะมีค่า NO_x สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง และที่ความดันต่ำ เครื่องยนต์ที่ใช้เอสเตอรืเป็นเชื้อเพลิงจะมีค่า NO_x น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จะมีผลกระทบมากเมื่อใช้เอสเตอรืเป็นเชื้อเพลิง เช่น ในกรณีที่รูหัวฉีดขนาดเล็กจะทำให้ความดันในกระบอกสูบสูงขึ้น สำหรับการเปลี่ยนจังหวะการฉีด จะไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะและการแพร่กระจายไอเสีย ทั้งในกรณีของการใช้เอสเตอรืและการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Schumacher, Borgelt, Fosseen, Hires and Goetz (1995) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้เมธิลเอสเตอรืของน้ำมันถั่วเหลืองผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ 10% 20% 30% และ 40% เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลของบริษัท Detroit รุ่น A 6V-92TA จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าค่ากำลัง (power) ที่วัดได้จากการใช้เมธิลเอสเตอรืของน้ำมันถั่วเหลืองผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น Particulate Matter (PM) Carbon Monoxide (CO) และ Hydrocarbons (HC) พบว่ามีปริมาณที่ลดลง ส่วน Oxide of Nitrogen (NO_x) พบว่ามีปริมาณที่เพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) และปริมาณของ Carbon Dioxide (CO₂) ที่วัดค่าได้มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ยังได้แนะนำถึงวิธีการลดปริมาณของ NO_x อีกด้วย โดยการเพิ่มช่วงล่าช้าในการจุดระเบิด (Ignition Delay) ให้มีค่าที่ยาวขึ้น โดยพยายามลดแรงดันและอุณหภูมิสูงสุดในห้องเผาไหม้ให้มีความลดลง

Gafar, Widodo, Sidjabat, Legowo, Rahman, Harimu, Sutardjo and Iskandar (1995) รายงานผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล 4 ลูกสูบ ระบบฉีดโดยตรง โดยใช้เอสเตอรืจากน้ำมันปาล์ม และเอสเตอรืผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 70 : 30 โดยปริมาตร แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 100% เป็นเชื้อเพลิง วิธีการหาสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้น จะทดสอบที่ความเร็วรอบต่าง ๆ โดยใช้เงื่อนไขภาระเต็มทีที่ความเร็วรอบนั้น ๆ ผลปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เอสเตอรืผสมกับน้ำมันดีเซลมีกำลังลดลง และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนมลพิษจะลดลงเมื่อใช้เอสเตอรื 100% เป็นเชื้อเพลิง

Kammpman (1995) ได้ทำการศึกษาและเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้เมธิลเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์มและน้ำมันปาล์มดิบเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถกล่าวได้ว่าการใช้เมธิลเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์มเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นสามารถใช้ได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องมีการดัดแปลงหรือปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะการใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อมพบว่ามีความเหมาะสมมาก

Marshall, Schumacher, and Howell (1995) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างไบโอดีเซล/น้ำมันดีเซล/heavy alkylate ในอัตราส่วนต่าง ๆ คือ 20 : 80 : 0 (B20) 30 : 70 : 0 (B30) 30 : 55 : 15 (B30A15) และ 20 : 60 : 20 (B20A20) ตามลำดับ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของบริษัท Cummin รุ่น L10E ที่มี 6 ลูกสูบ และมีความจุของกระบอกสูบ 10 ลิตร รวมทั้งมีการติดตั้งเทอร์โบชาร์จเจอร์ (Turbocharger) เข้ามาช่วยในการอัดอากาศเพิ่ม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการลดปริมาณของ NO_x จากการใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงให้มีปริมาณน้อยลง โดยการเติมสาร heavy Alkylate ผสมลงไปในน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงการหน่วงให้ช่วงระยะเวลาในการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Injection Timing) ให้มีค่าที่ยาวขึ้น จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถที่จะสรุปได้ว่า การนำสาร Heavy Alkylate มาผสมกับไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล รวมถึงการหน่วงให้ช่วงระยะเวลาในการเริ่มฉีดเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้มีค่าที่ยาวขึ้นนั้นทำให้ปริมาณของ NO_x รวมถึงปริมาณไอเสียอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น HC CO และ PM มีปริมาณที่ลดลงจริง สำหรับในส่วนสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่วัดค่าได้จากการใช้เชื้อเพลิงทั้งสี่ชนิดพบว่ามีความใกล้เคียงกันมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้ไบโอดีเซล 100% เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล

May, Ngan, and Basiron (1995) ใช้เมธิลเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลจำนวนทั้งหมด 36 เครื่อง รวมเป็นระยะทางในการทดสอบทั้งหมด 300,000 กิโลเมตร จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้นในระหว่างทำการทดสอบไม่ว่าจะเป็นสมรรถนะของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง รวมถึงการสะสมตัวของเขม่าตามชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ที่มีค่าใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่าปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น HC NO_x และ CO มีปริมาณที่ลดลงและไม่พบว่ามีปริมาณของ Sulfur Dioxide (SO_2) เลย แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบใช้เมธิลเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์มเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นพบว่าวัสดุบางชนิดที่ผลิตมาจากพลาสติกคุณภาพต่ำ รวมถึงวัสดุที่ผลิตมาจากยางบางชนิดมีอายุการใช้งานค่อนข้างต่ำ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Pittroff (1995) ได้ทำการศึกษาและเสนอผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันเมล็ดเรพ (Rapeseed Oil) และเมธิลเอสเตอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล

จากการศึกษาทั้งหมดสามารถกล่าวได้ว่า น้ำมันเมล็ดเรพมีค่าคุณสมบัติบางค่าที่แตกต่างจากของน้ำมันดีเซลอยู่ค่อนข้างมากไม่ว่าจะเป็น มวลโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่กว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 6 - 7 เท่าตัว ค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 13 - 18 เท่าตัว รวมถึงอุณหภูมิที่จุดเดือดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลอยู่ค่อนข้างมาก ด้วยเหตุนี้เองจึงก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เมื่อมีการใช้น้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล ไม่ว่าจะเป็นปัญหาในการติดเครื่องยนต์ ปัญหาการลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ การอุดตันของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงความสามารถในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยทำได้ยาก และในที่สุดจะส่งผลให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องไม่สมบูรณ์ รวมถึงเกิดการสะสมตัวของกากคาร์บอนหรือเขม่าตามชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ไม่ว่าจะเป็น บริเวณผิวกระบอกสูบ ส่วนปลายของหัวฉีดแหวนลูกสูบ และวาล์ว ทั้งของไอดีและของไอเสียในปริมาณที่มากกว่าปกติ โดยเฉพาะการใช้น้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบใช้น้ำมันเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของ Elsbett นั้น ไม่พบว่ามีปัญหาในการสะสมตัวของเขม่าตามชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง

Schumacher et al. (1995) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้ไบโอดีเซลของน้ำมันถั่วเหลืองผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 20 : 80 (B20) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลของบริษัท Navistar จำนวนทั้งหมด 4 เครื่อง คือ เป็นเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 7.3 ลิตร จำนวน 2 เครื่อง และเป็นเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อมที่มีระบบเทอร์โบชาร์จช่วยในการอัดอากาศ และมีขนาดความจุของกระบอกสูบ 5.9 ลิตร อีกจำนวน 2 เครื่อง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นการศึกษาถึงลักษณะการทำงาน รวมถึงองค์ประกอบของไอเสียต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าค่ากำลังที่วัดได้จากการใช้เชื้อเพลิงผสม B20 เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 7.3 ลิตร และ 5.9 ลิตรนั้น พบว่ามีค่าที่ลดลงและเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ในขณะเดียวกันกลับพบว่าค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลทั้งสองขนาดความจุนั้นมีค่าที่ลดลง แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับในส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้จากการทดสอบใช้เชื้อเพลิงผสม B20 เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 7.3 ลิตรนั้นไม่ว่าจะเป็น HC NO_x CO และควันไอเสีย พบว่ามีปริมาณที่ลดลง แต่สำหรับการทดสอบใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 5.9 ลิตรนั้น พบว่า NO_x และควันไอเสีย มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่วน CO และ HC พบว่ามีปริมาณที่ลดลง เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Schumacher et al. (1995) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้เมธิลเอสเทอร์ของน้ำมันถั่วเหลือง 100% (B100) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลจำนวนทั้งหมด 2 เครื่อง คือ เครื่องยนต์

ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของบริษัท Cummins รุ่น 6BT (1991) และ รุ่น 6BTA (1992) ที่มี 6 ลูกสูบ และมีขนาดความจุของกระบอกสูบ 5.9 ลิตร รวมถึงมีการติดตั้งเทอร์โบชาร์จเข้ามาช่วยในการอัดอากาศ ส่วนระยะทางที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดคือ 89,888 กิโลเมตรและ 82,658 กิโลเมตร สำหรับเครื่อง 6BT (1991) ตามลำดับ จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการใช้เมธิลเอสเทอร์ของน้ำมันถั่วเหลือง 100% เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ส่งผลให้ค่ากำลังที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 3% - 7% สำหรับในส่วนอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่สามารถพิจารณาได้จากปริมาณของสารปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำมันเครื่องยนต์ไม่ว่าจะเป็นเหล็ก (Iron) ตะกั่ว (Lead) และซิลิกอน (Silicon) ที่พบได้ในปริมาณที่น้อยลง แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์มีค่าเป็นปกติ แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างทำการทดสอบพบว่าสายน้ำมันเชื้อเพลิงมีอายุใช้งานที่ต่ำกว่าปกติ นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้ว ยังพบอีกว่าปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น CO HC PM และควันไอเสีย มีปริมาณที่ลดลง ในขณะที่ NO_x พบว่ามีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Krahl, Munack, Bahadir, Schumacher, and Elser (1996) ได้ทำการศึกษาและสำรวจผลงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดหาปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ รวมถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้เมธิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล จากผลของการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการใช้เมธิลเอสเทอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลนั้นพบว่าปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ ไม่ว่าจะเป็น HC CO และควันไอเสียมีปริมาณที่ลดลง คือ ประมาณ 20% 15% และ 40% ตามลำดับ ส่วน NO_x พบว่ามีปริมาณที่เพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันกลับพบว่าปริมาณของ PM ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Schumacher and Gerpen (1996) ได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การใช้ไบโอดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลทั้งระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง และระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อม โดยข้อมูลทั้งหมดที่ทำการรวบรวมเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองใช้งานจริงในชีวิตประจำวันที่อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1991 – 1995 ส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้มีทั้งไบโอดีเซลบริสุทธิ์ 100% และไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถแบ่งผลสรุปออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

- การผสมไบโอดีเซลเข้ากับน้ำมันดีเซลกัมมะถันต่ำ (Blending of Biodiesel and Low Sulfur Diesel Fuel) วิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการผสมเชื้อเพลิงระหว่างไบโอดีเซลเข้ากับน้ำมันดีเซลนั้นต้องเป็นวิธีที่สามารถทำให้เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันตลอดไปได้

- การติดเครื่องยนต์ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำ (Cold Start Tendencies) จากผลการทดสอบพบว่ามีปัญหาในการติดเครื่องยนต์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ
- สภาพของน้ำมันเครื่องยนต์ (Condition of Engine Lubricant Oil) จากผลการวิเคราะห์สภาพของน้ำมันเครื่องยนต์หลังจากการทดสอบพบว่า มีทั้งผลงานวิจัยที่บ่งบอกว่ามีปริมาณของแอสเตอร์ผสมอยู่ในน้ำมันเครื่องยนต์ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ปริมาณเล็กน้อย และไม่พบเลย
- ระบบหล่อเย็น (Cooling System) จากผลการทดสอบพบว่าระบบหล่อเย็นของเครื่องยนต์ดีเซลมีการชำรุดและเสียหายถึงขนาดที่ต้องเปลี่ยนใหม่มากกว่าในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นยังไม่สามารถสรุปแน่ชัดได้
- ไอเสียที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ (Engine Exhaust Emission) จากการวิเคราะห์ปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ พบว่า NO_x มีปริมาณที่เพิ่ม แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วน CO HC และ PM พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง
- การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy) จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่เพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
- การอุดตันของกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Filter Plugging) จากผลการทดสอบพบว่าไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการอุดตันเร็วกว่าปกติ
- คุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Quality) จากการตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซลจากหลาย ๆ หน่วยงานพบว่าบางหน่วยงานมีกลีเซอริน (Glycerin) ผสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่าปกติ ส่วนบางหน่วยงานก็พบว่ามีปริมาณของสารปนเปื้อนที่มีลักษณะเป็นครีมขุ่นผสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่าปกติเช่นกัน
- การเสียหายของหัวฉีด (Injector Failure) จากการวิเคราะห์สภาพของหัวฉีดที่ผ่านการใช้งานมาแล้วพบว่า มีทั้งกรณีที่ทำให้หัวฉีดพังหรือเกิดความเสียหายขึ้น กล่าวคือ มีลักษณะคล้าย ๆ กับการเกิดโพรง ส่วนในบางกรณีก็ไม่พบว่ามีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้นกับหัวฉีด
- การเข้ากันได้ของวัสดุ (Material Compatibility) จากผลการทดสอบพบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพหรืออายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของลิ้นวาล์วเปิดปิดน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบวงจรไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของปั๊มหัวฉีด ระบบกลไกภายในของปั๊มหัวฉีด รวมถึงสายน้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ เป็นต้น
- การเพิ่มขึ้นของควันไอเสีย (Smoke Increases) จากการวิเคราะห์ปริมาณของควันไอเสียที่วัดค่าได้พบว่า มีทั้งกรณีที่มีปริมาณลดลง โดยเฉพาะในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานที่รอบ

เดินเบา ส่วนในบางกรณีก็พบว่ามิมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

- ผลสรุปของการทดสอบเพื่อหาค่ากำลัง (Power Test Results) จากผลการทดสอบส่วนใหญ่แล้วพบว่ากำลังที่วัดค่าได้มีค่าลดลง เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

Schumacher and Madzura (1997) ได้ทำการศึกษาและเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทดสอบใช้ไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลของบริษัท Detroit รุ่น 5-6V92 จากผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการใช้เชื้อเพลิงผสม B20 เพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลนั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมมีค่าที่สูงกว่าในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อาทิเช่น ค่าเชื้อเพลิงของ B20 เพื่อเป็นเชื้อเพลิงนั้น ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบหล่อเย็นสูงกว่าในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 50.3% แต่จากข้อมูลในขณะนั้นไม่บอกว่ามีสาเหตุมาจากอะไร ซึ่งนอกจากระบบหล่อเย็นแล้วก็ไม่พบว่าชิ้นส่วนใด ๆ ของเครื่องยนต์เกิดการเสียหายหรือชำรุดมากไปกว่าปกติ ส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น PM CO CO₂ และ HC พบว่ามีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก ยกเว้นก็แต่ NO_x เท่านั้น ที่พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับในส่วนอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่ทำการพิจารณาได้จากปริมาณของสารปนเปื้อนชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันเครื่องยนต์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วก็พบว่ามีปริมาณที่ใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ยกเว้นก็แต่เหล็กเท่านั้นที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น

Schumacher, Soyly, Gerpen, and Wetherell (1998) ได้ทำการศึกษาและเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันถั่วเหลืองผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 2 : 98 (B2) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของบริษัท Dodge ที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 5.9 ลิตร มีระยะทางในการทดสอบทั้งหมด 40,608 ไมล์ จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยนต์มีค่าใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่พบได้ในน้ำมันเครื่องยนต์ไม่ว่าจะเป็นโครเมียม (chromium) เหล็ก ทองแดง (copper) และซิลิกอน ที่พบได้ในปริมาณที่ลดลง สำหรับในส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น CO HC และ NO_x พบได้ในปริมาณที่ลดลง ส่วนควันไอเสียพบว่ามิมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก และยังคงมีค่าที่ลดลงอีก ค่าอัตราเร่งของเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

วัชร ทยสมุท และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการปรับปรุงสภาพของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล โดยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) แล้วค่อยนำไปทดสอบใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล

ขนาดเล็กที่มี 1 ลูกสูบ จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) และอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air Fuel Ratio) มีค่าที่เพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Schumacher, Wetherell, and Fischer (1999) ได้ทำการศึกษาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของไบโอดีเซลและไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซล ที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ ซึ่งได้แก่ ค่าจุดเกิดหมอก (Cloud Point) ค่าจุดไหลเท (Pour Point) และค่าความหนืดของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดที่มีค่าต่างจากของน้ำมันดีเซลอยู่ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะค่าจุดเกิดหมอกและจุดไหลเท ที่มีค่าสูงกว่าค่าของน้ำมันดีเซลประมาณ 13.3 องศาเซลเซียส และ 19.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และด้วยเหตุนี้เองจึงส่งผลให้การใช้งานของไบโอดีเซลในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมีขีดความสามารถที่ค่อนข้างจำกัด และจากการทดสอบในครั้งนี้ เป็นการนำเสนอแนวทางอีกแนวทางหนึ่งในการลดค่าจุดไหลเท และจุดเกิดหมอกของไบโอดีเซลให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าของน้ำมันดีเซล โดยการเติมสารลดค่าจุดไหลเทที่มีชื่อว่า SOV ในสัดส่วน 0% 0.1% 0.2% 0.5% 0.75% 1% และ 2% โดยปริมาตร ผสมลงไปไบโอดีเซลหรือเติมผสมลงไปเชื้อเพลิงผสมระหว่างไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ คือ 100% 40% 30% 20% และ 0% จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการเติมสาร SOV ลงไปไบโอดีเซล หรือไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ นั้น ส่งผลให้จุดไหลเทและจุดเกิดหมอกมีค่าลดลง ส่วนค่าความหนืดมีค่าที่เพิ่มขึ้น แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจากการเปรียบเทียบไม่ว่าจะเป็นค่าจุดไหลเท จุดเกิดหมอก และค่าความหนืด รวมถึงค่าต้นทุนที่ต้องจ่ายเพิ่มพบว่าการเติมสาร SOV ลงไปไบโอดีเซลผสม B20 ในปริมาณ 0.75% มีความคุ้มค่า รวมถึงขีดความสามารถในการใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำใกล้เคียงกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงมากที่สุด

University of Idaho and Montana Department of Environmental Quality (1999) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้เอธิลเอสเตอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงของรถกระบะขับเคลื่อน 4 ล้อ ที่มีขนาดความจุของกระบอกสูบ 5.9 ลิตร มีเทอร์โบชาร์จช่วยในการอัดอากาศ และมีอินเตอร์คูลเลอร์ช่วยในการระบายความร้อนให้กับไอดีที่วิ่งอยู่ในววนอุทยานแห่งชาติ Yellowstone ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นการสาธิตการใช้ไบโอดีเซลในเชิงอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวว่ามีผลดีและผลเสียอย่างไรบ้าง ตลอดโครงการใช้ระยะทางในการทดสอบทั้งหมด 149,408 กิโลเมตร ซึ่งจากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เครื่องยนต์ที่ใช้เอธิลเอสเตอร์ของน้ำมันเมล็ดเรพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลนั้นพบว่าค่ากำลังที่วัดได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่ในขณะที่เดียวกันกลับพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์พบว่า มีค่าที่ลดลง แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับในส่วนปริมาณของไอเสียต่าง ๆ ที่

วัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็น CO CH และ NO_x พบว่ามีปริมาณลดลง ส่วน PM และ CO₂ พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Beg, Bose, and Ghosh (2000) ได้ทำการศึกษาและทดสอบใช้น้ำมันลินซีด (Linseed Oil) น้ำมันลินซีดผสมกับน้ำมันดีเซล รวมถึงไบโอดีเซลของน้ำมันลินซีด เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ได้รับการเคลือบสารทนความร้อนในบริเวณพื้นผิวด้านบนของลูกสูบ และสามารถทำการปรับอัตราส่วนการอัด (Compression Ratio) ได้ จากผลการทดสอบทั้งหมดพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ อุณหภูมิของไอเสีย ปริมาณของ CO และควันไอเสียพบว่ามีค่าที่ลดลง แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและปริมาณของ NO_x มีค่าที่เพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Raju, Rao, and Ramamohan (2000) ใช้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ผ่านการกรองแล้วและเอสเตอร์ของมันเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลระบบฉีดโดยตรง ลูกสูบเดียว โดยทดลองหาสมรรถนะต่าง ๆ ที่ความเร็วรอบคงที่ที่ 1,500 รอบต่อนาที จากผลการทดลองพบว่าการใช้เอสเตอร์เป็นเชื้อเพลิงจะทำความดันสูงสุดในกระบอกสูบ และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมีค่าสูงกว่าในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้การเพิ่มแรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง มีผลให้ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดลง ทั้งในกรณีการใช้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ผ่านการกรองแล้วและเอสเตอร์ของมันเป็นเชื้อเพลิงในขณะเดียวกันพบว่าที่แรงดันการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากัน เครื่องยนต์ที่ใช้เอสเตอร์จะมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ผ่านการกรองแล้วเป็นเชื้อเพลิง ส่วนค่ามลพิษของไอเสียพบว่าถ้าใช้เอสเตอร์เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่า CO และ O₂ ลดลง และ CO₂ เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Kumar, Ramesh, Nagalingam, and Gopalakrishnan (2000) ศึกษาสมรรถนะและการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล Kirloskar ลูกสูบเดียวแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง โดยใช้เมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง พบว่าการทำงานของเครื่องยนต์เป็นไปอย่างราบเรียบ ไม่มีการสะดุดของเครื่องยนต์ และพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะมีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงเล็กน้อย ส่วนความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกจะมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการใช้เอทิลเอสเตอร์จากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง ไอเสียที่ถูกปล่อยออกมาจะมีปริมาณของ HC ที่น้อยกว่าในกรณีของการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่จะพบว่า CO นั้นจะมีปริมาณที่มากกว่าและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อภาระเพิ่มขึ้น ส่วนควันดำจะมีปริมาณใกล้เคียงกัน

สุรพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา (2544) ได้ทำการศึกษาและนำเสนอผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผลกระทบต่อเครื่องยนต์และมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น

น้ำมันมะพร้าวดิบ น้ำมันปาล์มดิบ รวมถึงเอสเทอร์ของทั้งน้ำมันมะพร้าวและของน้ำมันปาล์มเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเอสเทอร์ของน้ำมันพืชทั้งสองชนิดมีค่าคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด ส่วนค่าคุณสมบัติของน้ำมันพืชทั้งสองชนิดพบว่ามีค่าบางค่าที่แตกต่างจากของน้ำมันดีเซลอยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ได้ กล่าวคือ ค่าความหนืดของน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวที่มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลค่อนข้างมากทำให้การจุดระเบิดเกิดขึ้นได้ช้ากว่าปั๊มหัวฉีดและหัวฉีดทำงานหนักไม่สามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยได้ ซึ่งเป็นเหตุให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์รวมถึงเกิดการสะสมตัวของเขม่า และยางเหนียวตามบริเวณปั๊มหัวฉีดและบริเวณปลายของหัวฉีด รวมทั้งอาจทำให้หัวฉีดเกิดการอุดตันได้ ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลให้สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์มีค่าลดลง รวมถึงมลพิษในอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่าค่าความร้อนเผาไหม้ของน้ำมันพืชที่มีค่าต่ำกว่าของน้ำมันดีเซลนั้นส่งผลให้ค่ากำลังที่วัดได้มีค่าที่ต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อนำไปใช้งานจริงจึงทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าที่เพิ่มขึ้น อีกประการหนึ่งคือ ค่าจุดไหลเทของน้ำมันปาล์มดิบและของน้ำมันมะพร้าวดิบมีจุดไหลเทที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาได้ในกรณีของการใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น การติดเครื่องยนต์เป็นไปอย่างลำบาก และมีไขมันอุดตันไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณที่สูง เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้ กล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนเครื่องยนดีเซล เชื้อเพลิง สมรรถนะของเครื่องยนต์ และมลพิษไอเสีย ซึ่งสามารถกล่าวได้ดังนี้ คือ

2.2.1 เครื่องยนต์ดีเซล

2.2.1.1 ความหมาย

เครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด คือเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine) ชนิดหนึ่ง ที่อาศัยการจุดระเบิดด้วยการอัดอากาศให้ร้อน กล่าวคือ จะมีการดูดอากาศเข้าไปในกระบอกสูบแล้วจึงทำการอัดอากาศให้มีค่าความดันและค่าอุณหภูมิ เพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นจึงทำการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ เพื่อทำการเผาไหม้ในลำดับต่อไป

2.2.1.2 ประเภทของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามรอบการทำงานของเครื่องยนต์ คือ เครื่องยนต์ดีเซลรอบสูง รอบปานกลาง และรอบช้า โดยทั่วไปขนาดของเครื่องยนต์จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรอบของเครื่องยนต์ กล่าวคือ เครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้าจะมีขนาดใหญ่ และเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วจะมีขนาดเล็ก เป็นต้น เครื่องยนต์ดีเซล

หมุนช้า รอบเครื่องต่ำกว่า 350 รอบ/นาที เครื่องยนต์ดีเซลหมุนปานกลาง รอบเครื่องยนต์ประมาณ 350-1,000 รอบ/นาที เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว รอบเครื่องยนต์สูงกว่า 1,000 รอบ/นาที

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้า เครื่องยนต์ดีเซลชนิดนี้นิยมใช้ในการขนส่งทางทะเล เช่น เรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบแบ่งการหล่อลื่นลูกสูบ และแบร์ริงข้อเหวี่ยงออกจากกัน เนื่องจากเครื่องยนต์ประเภทนี้ใช้น้ำมันเตาซึ่งมีปริมาณกำมะถันสูงเป็นเชื้อเพลิงในระหว่างเครื่องยนต์ทำงานจะเกิดกรดกำมะถันซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขึ้นสูงมากมายในห้องเผาไหม้บริเวณผนังลูกสูบและแหวนลูกสูบจะมีค่าความเป็นด่างสูงกว่าน้ำมันหล่อลื่นแบร์ริงข้อเหวี่ยงมาก ซึ่งน้ำมันในส่วนนี้ของลูกสูบจะถูกเผาไหม้ไปพร้อมกับเชื้อเพลิง ส่วนน้ำมันหล่อลื่นแบร์ริงข้อเหวี่ยงจะเป็นระบบหมุนเวียน

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนปานกลาง เครื่องยนต์รอบปานกลางจะพบได้ในการขนส่งทางรถไฟ เช่น เป็นตัวจักรต้นกำลังของรถไฟ เป็นต้น เครื่องยนต์ประเภทนี้ใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันไม่สูงมากนัก จึงมีระบบหล่อลื่นเป็นแบบหมุนเวียน ระบบน้ำมันหล่อลื่นลูกสูบและแบร์ริงข้อเหวี่ยงใช้ร่วมกัน สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงมีกำมะถันค่อนข้างสูงควรใช้น้ำมันเครื่องที่มีค่าความเป็นด่าง (TBN) ค่อนข้างสูงหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำไว้

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว เครื่องยนต์ชนิดนี้นิยมใช้ในการขนส่งทางรถยนต์ทั่วไป เช่น รถกระบะหรือรถบรรทุก ระบบหล่อลื่นจะเป็นระบบหมุนเวียน น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้จะมีค่าความเป็นด่างไม่สูงมากนัก เนื่องจากเครื่องยนต์ชนิดนี้ใช้น้ำมันโซล่า (Diesoline) ที่มีกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลประเภทอื่น แต่อย่างไรก็ตามควรเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีมาตรฐานตามที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์ได้แนะนำไว้

2.2.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

สมรรถนะของเครื่องยนต์ เช่น กำลัง แรงบิด และความสิ้นเปลืองน้ำมัน ได้มีการทดสอบอย่างกว้างขวาง ซึ่งการทดสอบนั้นจะใช้ไดนาโมมิเตอร์เป็นเครื่องมือในการทดสอบ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดสมรรถนะของเครื่องยนต์ ได้แก่ แรงบิด แรงม้า และความสิ้นเปลืองน้ำมัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 แรงบิด (Torque)

แรงบิด (Torque) คือ แรงหมุนของเพลาเครื่องยนต์ เป็นแรงที่ใช้เพื่อส่งกำลังของเครื่องยนต์ไปหมุนเกียร์ เพลา และ ล้อรถ เพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปได้ แรงบิดของเครื่องยนต์จะมีค่าสูงหรือต่ำ แตกต่างกันไปที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิตว่าต้องการให้มีแรงบิดสูงสุดอยู่ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ปานกลาง หรือ สูง โดยมีค่าหน่วยคิดเป็น Kg-m Nm และ ft-lbs

2.2.2.2 แรงม้า (Horse Power)

แรงม้า (Horse Power) คือ กำลังของเครื่องยนต์ที่ได้รับจากเพลลาเครื่อง ซึ่งเท่ากับกำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้หักออกด้วยแรงเสียดทานภายในเครื่องยนต์ ดังสมการที่ 2.1

$$\text{BHP} = \text{IHP} - \text{FHP} \quad (2.1)$$

โดยที่ IHP คือ Indicated Horse Power หมายถึง กำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้

FHP คือ Friction Horse Power หมายถึง แรงเสียดทานภายในเครื่องยนต์

กำลังของเครื่องยนต์สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2

$$\text{HP} = K \times \text{Torque} \times \text{RPM} \quad (2.2)$$

โดยที่ K คือ ค่าคงที่

T คือ แรงบิด

RPM คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์

แรงม้าสูงสุดของเครื่องยนต์แต่ละรุ่นแต่ละแบบ จะอยู่ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่การออกแบบของผู้ผลิต โดยมีหน่วยวัดแรงม้าเป็น (HP) แรงม้า (PS) และ กิโลวัตต์ (KW)

2.2.2.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption)

ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการชี้ถึงสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์อีกประการหนึ่ง และเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องยนต์แต่ละเครื่องได้เช่นกัน โดยปกติประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้จากความสามารถในการทำงานหรือกำลังส่งออกที่เพลลาที่ได้ต่อปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้หมดไปต่อเวลา ดังนั้นอัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงต่อเวลา ต่อกำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้เรียกว่า ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งปกติจะสามารถหาได้ 2 ลักษณะคือ

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานบ่งชี้ (Indicated Specific Fuel Consumption: isfc) หมายถึง ปริมาณหรือมวลเชื้อเพลิงที่ใช้หมดไปต่อแรงม้าบ่งชี้หรือกำลังบ่งชี้ คือความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะฐานบ่งชี้ = (ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ / (แรงม้าบ่งชี้ x หน่วยเวลา) หรือพิจารณาได้จากสมการที่ 2.3

$$isfc = \frac{m_f}{I.H.P. \times hr} \quad (2.3)$$

เมื่อ isfc	คือ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานบ่งชี้ (kg/hp-hr, m ³ /hp-hr)
m _f	คือ ปริมาณหรือมวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ (kg/hp, m ³ /hp)
I.H.P.	คือ แรงม้าบ่งชี้ (hp)
hr	คือ หน่วยเวลา (ชั่วโมง)

ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานเบรก (Brake specific fuel consumption: bsfc) หมายถึง ปริมาณหรือมวลเชื้อเพลิงที่ใช้หมดไปต่อแรงม้าเบรกหรือกำลังเบรกที่ได้ คือความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานเบรก = (ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ / (แรงม้าเบรก x หน่วยเวลา) หรือพิจารณาตามสมการที่ 2.4

$$bsfc = \frac{m_f}{B.H.P. \times hr} \quad (2.4)$$

เมื่อ bsfc	คือ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะบนฐานบ่งชี้ (kg/hp-hr, m ³ /hp-hr)
B.H.P.	คือ แรงม้าเบรก (hp)

2.2.3 ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ (Engine efficiency)

ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่เครื่องยนต์ได้รับ (พลังงานที่เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้) ซึ่งเป็นพลังงานที่ถือว่าไม่มีการสูญเสียหรือมีค่าเท่ากับ 100% กับกำลังที่เครื่องยนต์สามารถส่งออกได้จริง (เครื่องยนต์คืออุปกรณ์กลที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล) แต่ในเครื่องยนต์จริงพลังงานความร้อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานกลได้หมดเนื่องจากเกิดการสูญเสียในกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- สูญเสียความร้อนบางส่วนไปกับการคายไอเสีย
- สูญเสียไปกับระบบระบายความร้อนหรือระบบหล่อเย็น
- สูญเสียความร้อนบางส่วนที่ห้องเผาไหม้ เช่น ฝาสูบ ผนังกระบอกสูบ
- สูญเสียไปกับการเอาชนะความฝืดที่จุดต่าง ๆ ภายในเครื่องยนต์
- สูญเสียความร้อนไปกับระบบหล่อลื่น

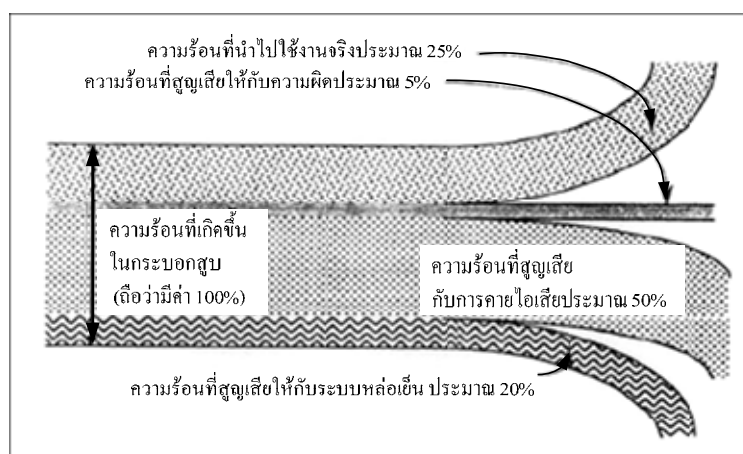
การสูญเสียความร้อนไปกับการแผ่รังสีความร้อนตามผิวของชิ้นส่วน เครื่องยนต์สูญเสียกับการนำพลังงานบางส่วนไปขับอุปกรณ์ประกอบ เช่น ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ปั๊มน้ำหล่อเย็น อัลเตอร์เนเตอร์ เป็นต้น

ประสิทธิภาพเครื่องยนต์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ ประสิทธิภาพทางกล ประสิทธิภาพทางความร้อน ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ และประสิทธิภาพความจุ แต่ในการทดสอบครั้งนี้ใช้ประสิทธิภาพทางความร้อนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ดังนั้น จึงกล่าวถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่านั้น ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.1 ประสิทธิภาพทางความร้อน (Thermal Efficiency)

ประสิทธิภาพทางความร้อนเครื่องยนต์เป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานที่เครื่องยนต์ส่งออก (Power Output) กับพลังงาน (Energy) ที่เกิดจากการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อนที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิงเราไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด เพราะความร้อนบางส่วนต้องสูญเสียให้กับระบบหล่อเย็น (Cooling) ระบบหล่อลื่น (Lubrication) และยังสูญเสียไปกับการระบายแก๊สร้อนหรือไอเสีย ซึ่งถือว่ามียุทธศาสตร์การสูญเสียมากที่สุดในเครื่องยนต์ การสูญเสียความร้อนดังกล่าวเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพความร้อนลดลง

ประสิทธิภาพความร้อนสามารถหาได้จากหลายกรณีบางครั้งอาจหาได้จากกำลังม้าอินดิเคตเรียกว่าประสิทธิภาพทางความร้อนบ่งชี้หรือฐานอินดิเคต (Indicated Thermal Efficiency : η_{it}) หรืออาจหาจากกำลังม้าเบรก ซึ่งเรียกว่าประสิทธิภาพทางความร้อนเบรกหรือบนฐานเบรก (Brake Thermal Efficiency : η_{bt}) สำหรับการสูญเสียความร้อน ในเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความร้อนที่ได้รับและสูญเสียให้กับระบบต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์สูญเสียให้กับระบบหล่อเย็นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียให้กับระบบการเอาชนะความฝืดประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสียให้กับการคายไอเสียประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นพลังงานความร้อนที่เหลือที่จะนำไปใช้งานจริง ๆ ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

จากที่กล่าวมาแล้วว่าประสิทธิภาพความร้อนเป็นอัตราส่วนระหว่างงานกลที่ได้รับพลังงานความร้อนที่ให้กับเครื่องยนต์ โดยประสิทธิภาพความร้อนจะคิดจากฐานแรงม้าปั้งซีหรือแรงม้าเบรคคังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพความร้อนบนฐานปั้งซี} = (\text{แรงม้าปั้งซี} / \text{ความร้อนที่ได้ต่อชั่วโมง}) \quad (2.5)$$

หรือ $\eta_{it} = \frac{\text{I.H.P.}}{Q_A}$ และสำหรับประสิทธิภาพความร้อนที่คิดบนฐานแรงม้าเบรคคังสมการที่ 2.6

$$\text{ประสิทธิภาพความร้อนบนฐานปั้งซี} = (\text{แรงม้าเบรค} / \text{ความร้อนที่ได้ต่อชั่วโมง}) \quad (2.6)$$

หรือ $\eta_{bt} = \frac{\text{B.H.P.}}{Q_A}$ เมื่อ Q_A คือความร้อนที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิง

การหาประสิทธิภาพทางความร้อนจำเป็นที่จะต้องทราบงานหรือแรงม้าที่ได้จากเครื่องยนต์ มวลหรือปริมาตรเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อเวลา และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ คังสมการที่ 2.7

$$\eta_t = \frac{hp}{m \times cv} \quad (2.7)$$

เมื่อ hp คือ แรงม้าเครื่องยนต์ (แรงม้าเบรคหรือแรงม้าปั้งซี)

m คือ มวลเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อเวลา เช่น (kg/sec, kg/min) หากเป็นเชื้อเพลิงแก๊ส อาจเป็น (m³/sec)

CV คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็น (J/kg)

2.2.4 มลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล

ไอเสียที่ปล่อยจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลที่มาจากทั้งการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ หรือเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า

มีองค์ประกอบซับซ้อนที่เป็นทั้งก๊าซและฝุ่นขนาดเล็กผสมปะปนกันอยู่ การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลจะเป็นในลักษณะที่ไม่ผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน (Nonhomogeneous) น้ำมันดีเซลจะถูกฉีดด้วยแรงดันเข้าไปในกระบอกสูบที่ถูกอัดอยู่ในขณะที่ตัวลูกสูบอยู่ในตำแหน่งของการเคลื่อนตัวแบบที่อยู่ในระยะเกือบสุดในช่วงของการอัดอากาศในกระบอกสูบ ณ จุดนี้มีการผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศเกิดขึ้น และจะมีการระเบิดเกิดขึ้นภายในกระบอกสูบ เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ขับเคลื่อนกลไกต่าง ๆ

องค์ประกอบที่เป็นก๊าซจากการเผาไหม้รวมถึง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซที่มีองค์ประกอบของซัลเฟอร์ ไนโตรเจน และไฮโดรคาร์บอน โมเลกุลต่ำ โดยมีสารหลายชนิดที่ถูกจัดว่าเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปะปนอยู่ด้วย เช่น เบนซีน (Benzene) ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons or PAHs) เป็นต้น ปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เกิดขึ้นจะมาจากปริมาณของซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในน้ำมันดีเซลระหว่างการเผาไหม้สารประกอบซัลเฟอร์จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นกรดซัลฟูริกเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำหรือไอน้ำในอากาศ

สารประกอบของไนโตรเจนจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงจะอยู่ในรูปของไนตริกออกไซด์เป็นหลัก การเผาไหม้ที่อุณหภูมิจะทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับไนโตรเจนขึ้น สารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในรูปก๊าซจะเกิดจากเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเผาไหม้และจากสารหล่อลื่นในเครื่องยนต์ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้เมื่อผ่านเข้าสู่ระบบไอเสียจะมีสถานะเป็นก๊าซเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงภายในระบบไอเสียทำให้มีการเปลี่ยนสถานะได้ ขณะเดียวกันสารอินทรีย์เหล่านี้จะเปลี่ยนสถานะกลับเมื่อมีการปล่อยเข้าสู่บรรยากาศได้ โดยสารที่ระเหยได้ยากอาจเกาะหรือดูดซับไปกับฝุ่น สารอินทรีย์ที่สำคัญ คือ Aldehydes เนื่องจาก Aldehydes มีแนวโน้มจะเป็นสารก่อมะเร็ง และมีสัดส่วนสูงในไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล

องค์ประกอบที่เป็นฝุ่นจากการเผาไหม้ประกอบไปด้วย เขม่า (Soot หรือ Elemental carbon) สารหนู (Arsenic) นิกเกิล (Nickel) ทั้งนี้รวมถึงฝุ่นขนาดเล็กมาก (Ultrafine Particle) ด้วยฝุ่นขนาดเล็กที่ปล่อยจากไอเสียของการเผาไหม้น้ำมันดีเซลมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (ประมาณ 1/7 ของความกว้างของเส้นผมมนุษย์) ซึ่งสามารถเข้าไปสู่ทางเดินของระบบทางเดินหายใจและปอดได้เป็นอย่างดี จึงอาจก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจได้ เนื่องจากมีสารหลายชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น PAHs Nitro-PAHs สารอนุพันธ์ของ PAHs เป็นต้น สารประกอบคาร์บอนที่ออกมาพร้อมไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลจะมีอยู่มากในช่วงที่เครื่องยนต์มีอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel Ratio) ไม่ได้สัดส่วน โดยประมาณ 80% - 90% ของสารประกอบคาร์บอนจะเกิดขึ้นจากการออกซิเดชันของการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีเซล ส่วนของสารอินทรีย์ที่ออกมาพร้อมกับ

ฝุ่นละอองของไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลจะมาจากเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเผาไหม้ รวมทั้งองค์ประกอบของสารหล่อลื่นที่ใช้อยู่ภายในเครื่องยนต์

2.2.4.1 การควบคุมมลพิษ

การเกิดมลพิษขึ้นในบรรยากาศอาจเกิดขึ้นจากธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นก็ได้ ปกติธรรมชาติจะสร้างมลพิษมากกว่ามนุษย์มาก เช่น ธรรมชาติสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ประมาณปีละ 315 ล้านล้านตัน ขณะที่มนุษย์สร้างประมาณปีละ 270 ล้านตัน สำหรับไนโตรเจนออกไซด์ (NO₂) นั้นธรรมชาติสร้างประมาณปีละ 1,100 ล้านตัน แต่มนุษย์สร้างประมาณปีละ 53 ล้านตัน แต่เนื่องจากธรรมชาติได้สร้างสารมลพิษแล้วธรรมชาติก็สามารถเปลี่ยนแปลงให้สมดุลตลอดเวลา ในส่วนสารมลพิษที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้นส่วนใหญ่มาจากเครื่องยนต์ ซึ่งสารมลพิษดังกล่าวมีผลทำให้มนุษย์ สัตว์ พืช และบรรยากาศถูกทำลาย

สารมลพิษอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สารมลพิษปฐมภูมิ (Primary Pollutants) หมายถึง สารดั้งเดิมที่มีอยู่แล้วหรือเป็นสารที่มาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง อีกประเภทหนึ่งคือ สารมลพิษทุติยภูมิ (Secondary Pollutants) หมายถึง สารที่ถูกพ่นออกมาสู่บรรยากาศแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้น สำหรับหน่วยวัดสารมลพิษโดยทั่วไปมี 3 หน่วยดังต่อไปนี้

Parts per million (ppm) เป็นหน่วยส่วนในล้านส่วน โดยปริมาตรหากต้องการความละเอียดลงไปมากกว่านั้นอาจใช้หน่วยเป็น Parts per billion (ppb) ส่วนในล้านล้านส่วน โดยปริมาตร หรืออาจใช้ Parts per hundred million (pphm) คือ ส่วนในร้อยล้านส่วน โดยปริมาตร

Microgram per cubicmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) เป็นหน่วยวัดน้ำหนักของมลพิษต่อปริมาตรเป็นลูกบาศก์เมตรอากาศ หน่วยนี้นิยมใช้กับสารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวหากเป็นพวกแก๊สก็เป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักมาก

Gram per mile or gram per kilometer (g/mile, g/km) เป็น หน่วยวัดสารมลพิษเป็นน้ำหนักต่อระยะทางเป็นหน่วยวัดมลพิษจากรถยนต์

ในการกำหนดว่าอากาศเป็นพิษหรือไม่นั้นจำเป็นต้องมีเกณฑ์หรือข้อกำหนดมาตรฐาน ซึ่งพอสรุปได้ดังตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะอากาศปกติและอากาศเป็นพิษ

ส่วนประกอบในอากาศ	อากาศปกติ	อากาศเป็นพิษ
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	310 – 330 ppm	350 – 700 ppm
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	<1 ppm	5 – 200 ppm
ไฮโดร – คาร์บอน (HC)	1 ppm	1 – 20 ppm
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	0.001 – 0.01 ppm	0.01 – 0.5 ppm
สารโลหะ	10 – 20 µg/m ³	70 – 700 µg/m ³

2.2.4.2 ผลกระทบจากมลพิษ

จากการศึกษาวิจัยพบว่ามลพิษมีผลกระทบและอันตรายต่อสาร มนุษย์ สัตว์ และพืช เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังทำให้เครื่องอุปโภคต่าง ๆ ชำรุดเสียหาย ทำให้อากาศเป็นพิษ หมอกมัว และกั้นการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ เป็นต้น

1) ผลกระทบของมลพิษต่อสาร

สารมลพิษบางอย่างอาจทำให้โลหะ เช่น นิกเกิล ทองเหลือง ทองแดง เป็นสนิม เนื่องจากมลพิษที่เป็นสารมีฤทธิ์เป็นกรดและด่าง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) อาจทำให้สีลอกได้ บางทีอาจทำให้เส้นใยผ้าหรือไนลอนเปื่อยยุ่ยได้ เป็นต้น

2) ผลกระทบของสารมลพิษต่อคนและสัตว์

มลพิษที่อยู่ในอากาศจะมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบหายใจได้แก่ จมูก เยื่อจมูก ปาก คอ หลอดลม และหลอดเสียง เป็นต้น บางครั้งทำให้เกิดน้ำมูก เสมหะ หลอดลมอักเสบปอดอักเสบ หายใจไม่สะดวก หากมีมลพิษจำนวนมากจะทำให้ปอดอุดตันและบวม การฟอกโลหิตไม่ดี และอาจถึงตายได้

3) ผลกระทบของสารพิษต่อพืช

สารมลพิษบางอย่าง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และ ethylene จะก่อให้เกิดความเสียหายให้กับพืชโดยทำลายคลอโรฟิลล์ (ส่วนสีเขียวของพืช) ทำให้พืชหยุดการสังเคราะห์แสง เป็นเหตุให้พืชไม่เจริญเติบโต แคระแกรนหรือตายได้ เป็นต้น

2.2.4.3 มาตรฐานมลพิษ

มาตรฐานและกฎหมายควบคุมมลพิษจากเครื่องยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันแล้วแต่สถานการณ์และความเหมาะสม ซึ่งปกติมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ปกติมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ที่สำคัญได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และไนโตรเจนออกไซด์ นอกจากนี้แก๊สดังกล่าวยังเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

และโรงงานพลังงานความร้อนต่าง ๆ ความรุนแรงของปัญหาเกี่ยวกับมลพิษอาจแตกต่างกัน เช่น เมืองที่มีความหนาแน่นรถยนต์มาก ๆ ก็จะมี ความรุนแรงของปัญหามากกว่า เป็นต้น

มาตรฐานมลพิษประเทศไทย ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าวันค่าจากท่อไอเสียของรถยนต์ ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าวันค่าจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าวันค่าและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ยินยอมให้ระบายออกจากท่อไอเสียของรถยนต์ได้

ข้อ 2 ในประกาศนี้ "รถยนต์" หมายความว่ารถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล "เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาศกรอง (Filter)" หมายความว่าเครื่องมือตรวจวัดควันดำโดยใช้กระดาศกรองและวัดค่าของแสงที่สะท้อนจากกระดาศกรอง ซึ่งวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละ "ระยะความยาวของทางเดินแสง (Optical Path Length)" หมายความว่า ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ถูกปิดกั้นด้วยควันดำในขณะตรวจวัด "เครื่องมือวัดควันดำระบบความทึบแสง แบบไหลผ่านทั้งหมด (Full Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำที่ให้ควันดำทั้งหมดไหลผ่านช่องวัดแสง และวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ 430 มิลลิเมตร หรือเทียบเท่า

ข้อ 3 ให้กำหนดมาตรฐานค่าวันค่าจากท่อไอเสียของรถยนต์ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ ไว้ดังต่อไปนี้

(1) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ 45 ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง

(2) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาศกรอง

ข้อ 4 ให้กำหนดมาตรฐานค่าวันค่าจากท่อไอเสียของรถยนต์ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ไว้ดังต่อไปนี้

(1) ค่าควันดำสูงสุดไม่เกินร้อยละ 35 ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง

(2) ค่าควันท่ำสูงสุดไม่เกินร้อยละ 40 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันท่ำระบบกระดาษกรอง

ข้อ 5 การตรวจวัดค่าควันท่ำจากท่อไอเสียของรถยนต์ ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ และขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ ให้ใช้วิธีการตามที่กำหนดรายละเอียดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2540 นายอดิสร เพ็ญเกษ รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงรักษาการแทน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่มา : รวบรวมจาก กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

2.2.5 น้ำมันเชื้อเพลิง

2.2.5.1 น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel) คือ น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์น้ำมันดิบที่ได้จากโรงกลั่นเช่นเดียวกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งเป็นน้ำมันที่เรียกว่า น้ำมันใส หรือ Distillate Fuel มีช่วงจุดเดือดประมาณ 180 - 370 องศาเซลเซียส น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นเครื่องยนต์แรงอัดสูง (High Compression) และจุดระเบิดเอง (Self Ignition Engine) ซึ่งการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นจากความร้อนจากแรงอัดสูงของอากาศในกระบอกสูบโดยไม่ต้องใช้หัวเทียน ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบหมุนเร็วที่ใช้กับยานยนต์ (Automotive Diesel Oil หรือ Gas Oil) เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือประมง เรือโดยสาร รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรกลหนักทุกชนิดที่มีรอบหมุนเร็วเกิน 1,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ประเภทนี้ จำเป็นต้องใช้น้ำมันที่มีค่าซีเทนสูงและมีการระเหยเร็ว มิฉะนั้นเครื่องยนต์จะเดินไม่สะดวก น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทนี้ เรียกว่า น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (HSD: High Speed Diesel Oil) แต่ในตลาดเป็นที่รู้จักกันชื่อของน้ำมันโซล่า ถ้าใช้กับเรือเดินสมุทรมักเรียกว่า Marine Gas Oil

2. น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบหมุนปานกลางหรือหมุนช้า (Industrial Diesel Oil) เช่น เครื่องยนต์ดีเซลขับส่งกำลัง ติดตั้งอยู่กับที่ตามโรงงานต่าง ๆ ซึ่งมีรอบการทำงานต่ำประมาณ 500-1,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ประเภทนี้ไม่ต้องการน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงมากนัก และการระเหยอาจช้ากว่าได้ น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทนี้เรียกว่า น้ำมันดีเซลหมุนช้า (LSD: Low Speed Diesel Oil) ซึ่งในตลาดเป็นที่รู้จักกันว่า น้ำมันจี้โล่ ถ้าใช้กับเรือเดินสมุทรมักเรียกว่า (Marine Diesel Oil) เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Distillate Fuel) และน้ำมันเตา (Fuel Oil: FO หรือ Heavy Fuel oil: HFO) ในอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

1. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) เป็นการวัดความหนักเบาของน้ำมัน ถ้าน้ำมันหนักมากค่าความร้อนของน้ำมันต่อหน่วยน้ำหนักจะลดลง ค่าซีเทนลดลง การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดคราบเขม่าคาร์บอนสะสมได้มาก

2. ค่าซีเทน (Cetane Number) หรือ ดัชนีซีเทน (Cetane Index) แสดงคุณภาพการจุดติดไฟ (Ignition Quality) นับตั้งแต่น้ำมันเริ่มถูกฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ จนกระทั่งน้ำมันเกิดติดไฟขึ้น ช่วงระยะเวลานี้เรียกว่า ความล่าช้าในการจุดติดไฟ (Ignition Lag) น้ำมันที่มีช่วงระยะเวลานี้สั้นก็จะมีค่าซีเทนสูง จุดติดไฟได้ง่าย เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่าย ในช่วงอากาศเย็นเครื่องยนต์ร้อนขึ้นได้เร็วโดยไม่เกิดควันขาว เดินเรียบ น้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการกลั่นโดยตรง จะมีค่าซีเทนสูงใกล้ 60 แต่ถ้ามีส่วนผสมของน้ำมันจากกระบวนการ Cracking จะมีค่าซีเทนประมาณ 50 - 55 อย่างไรก็ตามค่าซีเทนสูงมากเกินไปก็ไม่เหมาะเพราะเครื่องจะไม่มีกำลัง

การวัดค่าซีเทนต้องใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาตรฐานสูบเดียว ของ CFR เปรียบเทียบคุณภาพในการจุดติดไฟกับเชื้อเพลิงมาตรฐาน ค่าใช้จ่ายสูงมาก ทั้งสิ้นเปลืองเวลา จึงใช้วิธีการคำนวณออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทน (Calculated Cetane Index)

3. ความหนืด หรือ ความข้นใส (Viscosity) คือ แรงต้านทานภายในตัวของน้ำมันต่อการไหล น้ำมันใสไหลง่าย น้ำมันข้นไหลช้า ความหนืดต้องเหมาะสม เพื่อให้ระบบการฉีดน้ำมัน (Injection System) ฉีดเป็นฝอยได้ละเอียดดี ในขณะเดียวกันก็ช่วยหล่อลื่นปั๊มหัวฉีดด้วย ถ้าน้ำมันข้นเกินไปจะกระจายตัวเป็นฝอยไม่ดี แต่ถ้าใสเกินไปก็จะให้การหล่อลื่นไม่พอ ลูกปั๊มหัวฉีดอาจติดตายหรือเกิดความสึกหรองจนทำให้ปั๊มรั่วได้ ค่าความหนืดวัดเป็น Kinematic Viscosity

4. จุดไหลเท (Pour Point) เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันเริ่มไม่ไหล บริเวณภาคเหนือของประเทศในช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิต่ำมาก น้ำมันจะก่อตัวเป็นเกล็ดขี้ผึ้งติดที่กรองน้ำมันดีเซล ขัดขวางการไหลของน้ำมันไปป้อนปั๊มหัวฉีด และถ้าสตาร์ทเครื่องไม่ติดอยู่นานปั๊มหัวฉีดอาจติดตายได้

5. ปริมาณกำมะถัน (Sulphur Content) กำมะถันในน้ำมันดีเซลเมื่อเผาไหม้กับอากาศจะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) เป็นไอเสียที่ถูกปล่อยทิ้งออกสู่อากาศภายนอก เป็นส่วนที่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ บางส่วนของ SO_3 จะรวมตัวกับน้ำหรือความชื้นกลายเป็นกรดกำมะถัน กัดกร่อนชิ้นส่วนเครื่องยนต์เกิดการสึกหรอ ตั้งแต่ 1 มกราคม 2542 รัฐบาลโดยเฉพาะกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดให้มีปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลได้ไม่เกิน 0.05% โดยน้ำหนัก เพื่อลดมลภาวะอากาศเป็นพิษ

6. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) เป็นการทดสอบการควบคุมป้องกันถังเก็บและท่อทางเดินน้ำมันซึ่งอาจเกิดการกัดกร่อนเสียหายได้จากการประกอบกำมะถัน

7. กากถ่านหรือกากคาร์บอน (Carbon Residue) คือ ปริมาณสารคาร์บอนที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากน้ำมันได้ระเหยออกไปหมดแล้ว ที่อุณหภูมิสูง ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง น้ำมันที่มีปริมาณกากคาร์บอนสูงจะมีแนวโน้มการเกิดควัน และคราบเขม่าคาร์บอนเกาะสะสมในห้องเผาไหม้ บริเวณร่องแหวนลูกสูบ และหัวฉีดได้

8. น้ำและตะกอน (Water and Sediment) ถ้ามีมากเกินไปเกินมาตรฐานเป็นผลให้เกิดสลัดจ์อุดตันที่หม้อกรองน้ำมันได้ น้ำเป็นอันตรายต่อระบบปั๊มและหัวฉีดเพราะไม่มีคุณสมบัติหล่อลื่น

9. ปริมาณเถ้า (Ash) ในน้ำมันดีเซล จะประกอบด้วยสารพวกที่ไม่สามารถเผาไหม้หมดได้ อยู่ในรูปของของแข็ง สารอนินทรีย์ต่าง ๆ และในรูปของสารสบู่จำพวกโลหะที่ละลายในน้ำมันได้ สารพวกที่เป็นของแข็ง ซึ่งจะขีดข่วนผิวโลหะของเครื่องยนต์ให้เป็นรอยได้ ทำความสึกหรอให้กับปั๊มหัวฉีดและหัวฉีด ส่วนสารประเภทสบู่ของโลหะที่ละลายได้ จะทำให้เกิดคราบตะกอนเกาะติดในเครื่องยนต์เพิ่มการสึกหรอ

10. จุดวาบไฟ (Flash Point) เป็นอุณหภูมิที่ไอระเหยน้ำมันดีเซลเกิดจุดติดไฟขึ้นเมื่อมีไฟเข้ามาจุด คุณสมบัติข้อนี้จะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเก็บสำรองน้ำมันน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ถือเป็นน้ำมันไม่น่ากลัวอันตราย สามารถเก็บในถังบนดินได้โดยปลอดภัย

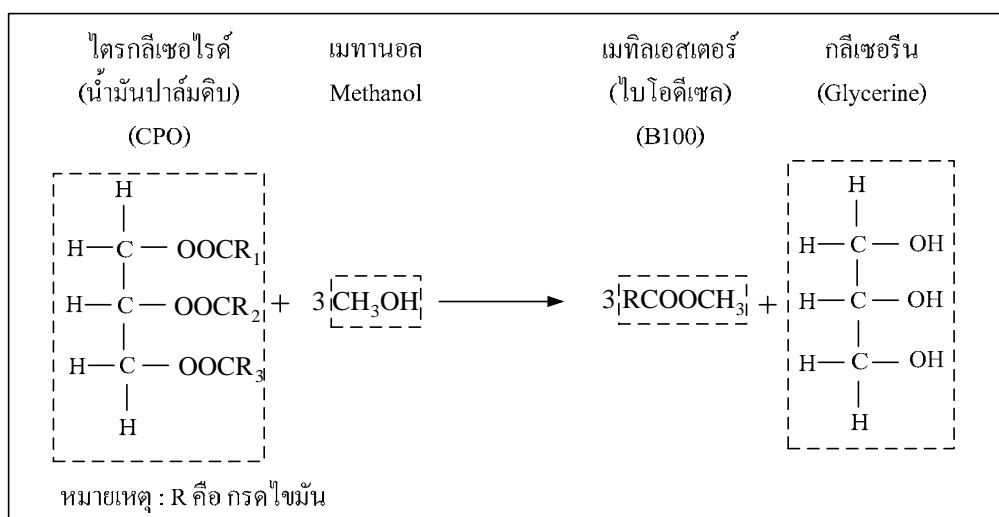
11. การกลั่น อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ 90% (90% Recovered, °C) แต่เดิมกระทรวงพาณิชย์กำหนดไว้ไม่เกิน 370 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าส่วนหนัก ๆ ในน้ำมันเผาไหม้ไม่หมดเกิดควันดำเต็มท้องถนน โดยเฉพาะรถที่บรรทุกหนัก เกินพิกัดและการเร่งเครื่องกะทันหัน เมื่อ พ.ศ. 2535 รัฐบาลโดยกระทรวงพาณิชย์จึงออกข้อกำหนดใหม่ ไม่ให้เกิน 357 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึง ส่วนหนัก ๆ ในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วถูกตัดออกไป เป็นผลให้น้ำมันเผาไหม้หมดจกขึ้น ช่วยลดควันดำลงไปได้มาก

12. สี ASTM เพื่อควบคุมการปะปนกับน้ำมันเตา

13. มีคุณสมบัติในการหล่อลื่น ทดสอบโดยวิธี HFRR โดยเหตุที่รัฐบาลกำหนดให้มีปริมาณกำมะถันได้ไม่เกิน 0.05% โดยน้ำหนักการลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลลง ทำให้คุณสมบัติการหล่อลื่นโดยธรรมชาติของน้ำมันดีเซลลดลงไปมากเป็นผลให้ปั๊มหัวฉีดสึกหรอและติดตายได้ในระยะยาว จึงกำหนดให้ต้องเติมสารเพิ่มคุณสมบัติการหล่อลื่น (Lubricity Additive) ทดสอบ โดยวิธี HFRR (High Frequency Reciprocating Rig) โดยมีรอยสึกหรอ WSD (Wear Scar Diameter) ต้องไม่สูงกว่า 460 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นใหม่

2.2.5.2 น้ำมันไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรพ (Rape Seed) สบู่ดำ หรือ น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ ที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำมาทำปฏิกิริยาทางเคมี Transesterification ร่วมกับเมทานอล หรือ เอทานอลจนเกิดเป็นสารเอสเทอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล เรียกว่า ไบโอดีเซล (B100) ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลเกรดที่ใช้กันในปัจจุบันในสัดส่วนร้อยละ 5 - 10 (B5 - B10) จะสามารถนำมาใช้งานในเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังได้กลีเซอรอลและกรดไขมันเป็นผลพลอยได้ ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 2.2 ปฏิกิริยา TRANSESTERIFICATION

ไบโอดีเซลที่มีการผลิตได้มีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. ไบโอดีเซล (Straight Vegetable Oil) ที่ใช้น้ำมันของพืช หรือไขมันจากสัตว์โดยตรง เช่น ใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม หรือ น้ำมันจากไขสัตว์ เช่น น้ำมันหมู เป็นต้น ป้อนลงไปเครื่องยนต์ดีเซล โดยไม่ต้องผสมหรือเติมสารเคมีอื่นใด อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญของการใช้น้ำมันพืชโดยตรง คือ ต้องมีการอุ่นน้ำมันในทุกจุดที่มีน้ำมันผ่านได้แก่ ถังน้ำมัน ท่อทางเดินน้ำมัน ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่อุ่นอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียส แนวทางในการนำน้ำมันพืชมาใช้โดยตรง เป็นวิธีการที่ได้น้ำมันในราคาที่ถูกลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำน้ำมันพืช ซึ่งยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นมาใช้ แต่การที่จะนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยความร้อนในการหลอมเหลวไขแข็ง และลดความหนืดของน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล

ประมาณ 11 - 17 เท่า ที่อุณหภูมิค่าน้ำมันพืชยังมีความหนืดสูงขึ้นเป็นลำดับจนเกิดเป็นไข การที่น้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้หัวฉีดน้ำมันฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยได้ยาก เกิดเป็นอุปสรรคต่อการป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ และเกิดการสันดาปไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้แล้วน้ำมันพืชมีคุณสมบัติที่ระเหยตัวกลายเป็นไอได้ช้าและน้อยมาก (Slow/Low Volatility) ยิ่งทำให้เกิดการจุดระเบิดได้ยาก เครื่องยนต์ติดยาก และหลงเหลือคราบเขม่าเกาะที่หัวฉีด ผนังลูกสูบ แหวน และวาล์ว จากคุณสมบัติที่น้ำมันพืชมีความหนืดสูงและระเหยตัวได้ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลนี้ทำให้เกิดความยุ่งยาก เมื่อใช้น้ำมันพืชโดยตรงในเครื่องยนต์

2. ไบโอดีเซลแบบลูกผสม (Veggie/Kero Mix) เป็นการผสมน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากสัตว์กับ น้ำมันก๊าด หรือ น้ำมันดีเซล เพื่อลดความหนืดของน้ำมันพืชลง เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด เช่น ไบโอดีเซลที่ผสมกับน้ำมันมะพร้าว เรียกว่า โคโคดีเซล (Cocodiesel) ซึ่งอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นจุดกำเนิดไบโอดีเซล ในประเทศไทย ดังจะเห็นว่าในปี พ.ศ. 2542 เกิดวิกฤตราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ภาวะเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศชะลอตัวลง ประกอบกับในช่วงเวลานี้ผลผลิตทางการเกษตรหลาย ๆ ชนิดล้นตลาด ทำให้ราคาผลผลิตตกต่ำ จึงเป็นผลให้กลุ่มเกษตรกรต่าง ๆ ทำการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลไว้จำหน่ายเพื่อใช้กับเครื่องจักรกลทางเกษตรต่าง ๆ ภายในชุมชน น้ำมันที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเหมาะสมกับกรณีจำเป็นต้องการใช้น้ำมันอย่างเร่งด่วน และใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้งานหนัก ตลอดจนใช้งานในภูมิอากาศเขตร้อน อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นที่ใช้งาน อัตราส่วนผสมมีตั้งแต่ 10% น้ำมันก๊าด 90% น้ำมันพืช จนถึง 40% น้ำมันก๊าด 60% น้ำมันพืช อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ที่ 20% น้ำมันก๊าด 80% น้ำมันพืช อย่างไรก็ตามหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันพืชผสมน้ำมันก๊าด สามารถติดตั้งถังน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์และตอนก่อนเลิกใช้งานเครื่องยนต์ ปัจจุบันมีการนำวิธีดังกล่าวไปใช้งาน แต่เนื่องจากราคาของน้ำมันก๊าดค่อนข้างสูงทำให้ใช้ปริมาณของน้ำมันก๊าดน้อยเกินไป ทำให้น้ำมันผสมที่ได้เมื่อนำไปใช้จึงเกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์จากปัญหาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันผสม นอกจากนี้เพื่อใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลที่ไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์ จึงต้องเลือกชนิดน้ำมันพืช ชนิดของตัวทำละลาย และสัดส่วนผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่และฤดูกาลที่ใช้ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้ และไม่เกิดความยุ่งยากต่าง ๆ ตามมา เช่น การเกิดไขในท่อส่งน้ำมัน ทำให้เกิดการอุดตัน เป็นต้น

3. ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ เป็นความหมายของไบโอดีเซลที่แท้จริงและเป็นที่ยอมรับในสากล และมีการใช้อย่างทั่วไป เช่น สหพันธรัฐเยอรมัน สหรัฐอเมริกา มีคำจำกัดความว่า เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดทำให้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ ได้น้ำมันที่มีความคงตัวมากขึ้น สามารถนำไปเติมในเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด ทั้งเดิม

โดยตรงและผสมลงในน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ เช่น B5 หมายถึงการผสมไบโอดีเซลต่อ น้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 5 : 95 หรือ B100 ซึ่งเป็นน้ำมันไบโอดีเซล 100% เป็นต้น แต่ปัญหา คือ ต้นทุนการผลิตมีราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับไบโอดีเซลแบบอื่น ๆ ปัจจุบันราคาน้ำมันไบโอดีเซล ยังสูงกว่าน้ำมันดีเซล 1 - 2 เท่าตัว อย่างไรก็ตามการนำมาใช้กับเครื่องยนต์มักจะนำน้ำมันดีเซลมา ผสมด้วย ซึ่งในปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในระบบขนส่งมวลชน เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มี ราคาไม่ต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก นอกจากนี้เผาไหม้ได้อย่างหมดจดไม่มีเขม่าควันหลงเหลือให้ เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จากความนิยมเป็นอย่างมากเช่นนี้ทำให้ปั้มน้ำมันจำนวนมากนำ ไบโอดีเซลมาบริการให้กับลูกค้า เชื่อเพลิงชนิดนี้มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และมีความ คงตัวความหนืดเปลี่ยนแปลงได้น้อยมากเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จุดวาบไฟของไบโอดีเซลมีค่าสูงกว่า น้ำมันดีเซล ทำให้มีความปลอดภัยในการใช้และการขนส่ง นอกจากนั้นแล้วค่าซีเทนที่เป็นดัชนีบอก ถึงคุณภาพการติดไฟของไบโอดีเซล ยังมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล

ตารางที่ 2.2 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไชนัน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550

	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
1	เมทิลเอสเทอร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Methyl Ester, % wt.)	ไม่ต่ำกว่า	96.5	EN 14103
2	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 150 °C (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) (Density at 150 °C, kg/m ³)	ไม่ต่ำกว่าและ ไม่สูงกว่า	860 900	ASTM D 1298
3	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 400 °C (เซนติสโตกส์) (Viscosity at 400 °C, cSt)	ไม่ต่ำกว่าและ ไม่สูงกว่า	3.5 5.0	ASTM D 445
4	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส) (Flash Point, 0 °C)	ไม่ต่ำกว่า	120	ASTM D 93
5	กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Sulphur, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.0010	ASTM D 2622

ตารางที่ 2.2 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550 (ต่อ)

	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
6	กากถ่าน (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (ร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น) (Carbon residue on 10% distillation residue, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.30	ASTM D 4530
7	จำนวนซีเทน (Cetane Number)	ไม่ต่ำกว่า	51	ASTM D 613
8	เถ้าซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Sulfated Ash, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 874
9	น้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Water, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.050	EN ISO 12937
10	สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Total Contaminate, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.0024	EN 12662
11	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	ASTM D 130
12	เสถียรภาพต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิ 110 °C ชั่วโมง (Oxidation Stability at 110°C, hours)	ไม่ต่ำกว่า	6	EN 14112
13	ค่าความเป็นกรด (มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม) (Acid Value, mg KOH/g)	ไม่สูงกว่า	0.50	ASTM D 664
14	ค่าไอโอดีน (กรัมไอโอดีน/100 กรัม) (Iodine Value , g Iodine/100 g)	ไม่สูงกว่า	120	EN 14111

ตารางที่ 2.2 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550 (ต่อ)

	ข้อกำหนด	อัตราสูงสุด		วิธีทดสอบ
15	กรดลินolenิกเมทิลเอสเทอร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Linolenic Acid Methyl Ester, %wt.)	ไม่สูงกว่า	12.0	EN 14103
16	เมทานอล (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Methanol, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.20	EN 14110
17	โมนอกลิเซอไรด์ (ร้อยละโดย น้ำหนัก) (Monoglyceride, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.80	EN 14105
18	ไดกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Diglyceride, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.20	EN 14105
19	ไตรกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดย น้ำหนัก) (Triglyceride, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.20	EN 14105
20	กลีเซอรินอิสระ (ร้อยละโดย น้ำหนัก) (Free glycerin, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.20	EN 14105
21	กลีเซอรินทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนัก) (Total glycerin, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.25	EN 14105
22	โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและ โปแตสเซียม) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (Group I metals (Na+K) mg/kg)	ไม่สูงกว่า	5.0	EN 14108 และ EN 14109 pr
	โลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและ แมกนีเซียม) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (Group II metals (Ca+Mg) mg/kg)	ไม่สูงกว่า	5.0	EN 14538

ตารางที่ 2.2 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550 (ต่อ)

	ข้อกำหนด	อัตราสูงสุด		วิธีทดสอบ
23	ฟอสฟอรัส (ร้อยละโดยน้ำหนัก) (Phosphorus, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.0010	ASTM D 4951
24	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรม ธุรกิจพลังงาน		

ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2550) โดยแต่ละค่าที่เป็นข้อกำหนดมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลและเครื่องยนต์ดังนี้

1) ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล และการเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ มาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก เมื่อปริมาณเอสเทอร์ น้อยกว่าที่กำหนด ซึ่งบอกถึงยังมีโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ หรือ ไตรกลีเซอไรด์อยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูงกว่าที่กำหนด ส่งผลให้ความหนืดของไบโอดีเซลมีค่าสูง และเกี่ยวเนื่องกับการอุดตันในหัวฉีด หรือกระบอกสูบของเครื่องยนต์

2) ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบหัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าความหนาแน่นเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่ามากก็จะให้พลังงานความร้อนมากขึ้นตามไปด้วยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณเดียวกัน ความหนาแน่นของไบโอดีเซลจากวัตถุดิบน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณเมทานอลที่ตกค้างในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้ความหนาแน่นมีค่าต่ำอีกด้วย

3) ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เกี่ยวข้องกับการไหล การฉีดเป็นฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นฝอยขนาดเล็กจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ความหนืดของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบ ความหนืดยังเป็นดัชนีแสดงการเสื่อมสภาพของไบโอดีเซลเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกทางหนึ่ง

4) จุลวาวไฟ จุลวาวไฟเป็นค่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่อเปลวไฟผ่านเหนือไอของน้ำมัน แล้วทำให้น้ำมันติดไฟมาตรฐานกำหนดให้มีค่าจุลวาวไฟมากกว่า 120 องศาเซลเซียส ปริมาณเมทานอลที่หลงเหลือในไบโอดีเซลทำให้จุลวาวไฟมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานได้ จุลวาวไฟมีผลต่อการขนส่ง เคลื่อนย้าย และ การจัดเก็บ ปริมาณเมทานอลที่ยังคงเหลืออยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณมากกว่า 0.2% ส่งผลให้จุลวาวไฟมีค่าต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

5) กำมะถัน ไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ เนื่องจากน้ำมันพืชดิบที่ใช้ในการผลิตมักมีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำกว่า 15 ส่วนในล้านส่วน กำมะถันในน้ำมันเมื่อถูกเผาไหม้ จะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งถูกปล่อยออกมาพร้อมไอเสียจากเครื่องยนต์ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

6) กากถ่าน (ร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น) ปริมาณกากถ่านมีความสัมพันธ์กับปริมาณกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ สบู่ ตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ยังหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล หากมีปริมาณกากถ่านสูงกว่าข้อกำหนด ซื้อมถึงยังคงมีสารต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล นอกจากนั้นยังแสดงถึงแนวโน้มของปริมาณกากถ่านที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ กากถ่านมีผลต่อการอุดตันในหัวฉีดหรือที่ลูกสูบ ทำให้กำลังของเครื่องยนต์ลดลง เครื่องยนต์สกปรกและต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องบ่อยครั้ง

7) เถ้าซัลเฟต เกิดจากการเผาไหม้ของสารปนเปื้อนในไบโอดีเซล เนื่องมาจากการตกค้างของสบู่ และตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณเถ้าซัลเฟตมีผลต่อการอุดตันในเครื่องยนต์

8) ปริมาณน้ำในน้ำมันทำให้การเผาไหม้ไม่ดี นอกจากนั้นน้ำในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกระหว่างน้ำกับเอสเทอร์ เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ และเป็นตัวเร่งให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในถังเก็บน้ำมัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หัวฉีดอุดตัน

9) สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด สารปนเปื้อนในน้ำมันไบโอดีเซลส่วนใหญ่เป็นผลมาจากกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันและปฏิกิริยาข้างเคียง เช่นปฏิกิริยาการเกิดสบู่ของกรดไขมันอิสระและตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารที่ไม่เกิดการ Sponified ได้แก่ ไขมันที่ไม่อยู่ในรูปของกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ Fatty alcohol สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์อย่างแข็ง Tri-Terpene Alcohol สารประกอบแคโรทีน วิตามิน และอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบน้ำมันพืชเริ่มต้น โดยทั่วไปสิ่งปนเปื้อนทั้งหมดจะถูกกำจัดออกจากไบโอดีเซลในขั้นตอนการล้างน้ำ สิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลมีผลเสียต่อเครื่องยนต์หลายด้าน เช่น คุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซลระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบของสารที่ไม่เกิดการ Sponified เปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารที่มีผลในการลดคุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซล

10) การกักกร่อนแผ่นทองแดง แสดงถึงการกักกร่อนของน้ำมันต่อโลหะที่ใช้ทำเป็นชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากปริมาณกรด เช่น กรดไขมันอิสระ และ สารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำมัน ซึ่งค่าการกักกร่อนนี้ มีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์

11) ค่าของกรด แสดงความเป็นกรดในน้ำมันไบโอดีเซลเป็นผลมาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบน้ำมันพืช และปริมาณกรดที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีผลต่อการกักกร่อนในเครื่องยนต์ ทำให้อายุการใช้งานของปั๊ม และไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมัน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกจากปริมาณน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมันและผลของสภาวะในการจัดเก็บ

12) กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงพันธะคู่หรือความไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซล ซึ่งมีแนวโน้มก่อให้เกิดพอลิเมอร์ในเครื่องยนต์ ทำให้เกิดการอุดตัน และการเสื่อมสภาพของน้ำมันเครื่อง ปริมาณกรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เลือกมาใช้เป็นวัตถุดิบ

13) เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากการเกิดสารประเภทเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Linkage) ขึ้นระหว่างพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่อยู่ในโครงสร้างของไบโอดีเซล ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดเมื่อน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ โดยที่ความร้อนและแสงแดดมีผลช่วยเร่งปฏิกิริยา ในขณะที่โลหะ เช่น ทองแดง และตะกั่ว ก็เป็นตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น ผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดสารพอลิเมอร์ (Oxidation Polymerization) และเกิดของแข็งที่ไม่ละลายในไบโอดีเซล เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากจะขึ้นกับประเภทและคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบแล้ว ยังขึ้นกับกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วย โดยกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อนสูงแก่ไบโอดีเซลเป็นระยะเวลาาน อาจส่งผลให้เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ที่ให้มีความสูงกว่า 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

14) ค่าไอโอดีน แสดงพันธะคู่ในน้ำมัน เป็นคุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ค่าไอโอดีนต่ำ แสดงถึงการมีสัดส่วนกรดไขมันอิ่มตัวในโครงสร้างไบโอดีเซลสูง ทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ค่าไอโอดีนยังมีความสัมพันธ์กับจุดขุ่น ซึ่งแสดงถึงอุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มเกิดไข หรือจับตัวเป็นก้อนแข็ง ไบโอดีเซลที่มีค่าไอโอดีนต่ำ จะมีจุดขุ่นสูง ซึ่งมีผลต่อการใช้งานสภาพอากาศเย็น ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบมีค่าไอโอดีนในช่วง 50 – 55 กรัมไอโอดีน/100 กรัม โดยที่กรมธุรกิจพลังงาน กำหนดให้ค่าไอโอดีนไม่สูงกว่า 120 กรัมไอโอดีน/100 กรัม

15) เมทานอลเป็นสารตั้งต้นที่เหลือจากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกให้หมดก่อนนำไปโอดีเซลออกจำหน่าย จึงต้องมีปริมาณต่ำในผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล จุกวบน้ำไฟฟ้ันต่ำของไบโอดีเซล คือ 130 องศาเซลเซียส เมทานอลมีค่าจุกวบน้ำไฟฟ้ันต่ำ ถ้ายังมีเมทานอลปะปนอยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูง จะทำให้ไบโอดีเซลมีจุกวบน้ำไฟฟ้ันต่ำลง ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยในการเก็บรักษา การขนส่ง และการนำมาใช้ในเครื่องยนต์ เมทานอลมีค่าความเข้มข้นมากกว่า 5% จะมีผลกระทบต่อค่าซีเทน และการหล่อลื่นของน้ำมัน

16) โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ แสดงถึงความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เหลือจากปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ จะส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณกรองเชื้อเพลิง หัวฉีด กระบอกสูบ และวาล์วภายในเครื่องยนต์

17) กลีเซอรินอิสระ (Free glycerin) ปริมาณกลีเซอรินที่ยังเหลืออยู่ในไบโอดีเซล เนื่องมาจากการแยกกลีเซอรินไม่สมบูรณ์ ทำให้มีปัญหาการแยกชั้นของกลีเซอรินในการจัดเก็บไบโอดีเซล รวมถึงการสะสมที่บริเวณด้านล่างของถังน้ำมัน กลีเซอรินมีผลต่อการอุดตันที่หัวฉีดและระบบจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์โดยตรง

18) กลีเซอรินทั้งหมด (Total glycerin) คือ ปริมาณของกลีเซอรินอิสระและปริมาณกลีเซอรินในโมเลกุลของโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เจือปนอยู่ในไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลมาจาก การเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ มีผลก่อให้เกิดการอุดตันที่บริเวณหัวฉีดและไส้กรอง ตลอดจนปัญหาการใช้งานในสภาพอากาศเย็น

19) โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและโพแทสเซียม) โลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและแมกนีเซียม) เป็นการวัดปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเบส สบู่ และโลหะหนักจากน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซล ที่หลงเหลือในไบโอดีเซล แคลเซียมมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี สำหรับกระบวนการโพลีเมอไรซ์ของเอสเทอร์อีกด้วย ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กำหนดให้ปริมาณโลหะกลุ่ม 1 และโลหะกลุ่ม 2 ไม่สูงกว่า 5.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

20) ฟอสฟอรัส เป็นสารที่ปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบน้ำมันพืชตั้งแต่เริ่มต้น หากไม่ทำการกำจัดออกจากระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีฟอสฟอรัสปะปนอยู่ด้วย ซึ่งจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์ Catalytic Converter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่มลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์

ประวัติความเป็นมา

การนำน้ำมันจากพืชมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลเป็นครั้งแรกเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2455 (ค.ศ. 1912) เมื่อใช้ไประยะหนึ่งก็ต้องหยุดไปเนื่องจากมีการค้นพบวิธีการผลิตน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมที่มีราคาถูกลงกว่า จนกระทั่งปี พ.ศ. 2513 (ค.ศ. 1970) เกิดวิกฤติราคาน้ำมันขึ้นทำให้พลังงานจากพืชได้รับความสนใจอีกครั้งหนึ่ง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ไบโอดีเซล มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศในแถบยุโรป มีการทดลองกระบวนการ Trans-Esterification ในปี พ.ศ.2525 โดยใช้เมล์เดรฟ ณ สถาบัน Institute of Organic Chemistry, Graz, Austria

ปัจจุบันในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา มีการผลิตและจำหน่ายอย่างกว้างขวางโดยได้รับการยอมรับจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์และผู้ค้าน้ำมัน โดยผสมไบโอดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 2 (B2) ซึ่งบังคับใช้ในมลรัฐมินิโซต้า และร้อยละ 20 (B20) ตามคำแนะนำให้ใช้ได้ ตามกฎหมายยานยนต์เชื้อเพลิงทดแทนของสหรัฐอเมริกา

กว่า 28 ประเทศทั่วโลกมีการศึกษาและพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลอย่างต่อเนื่อง และในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศที่ผลิตไบโอดีเซลเป็นอุตสาหกรรมมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เยอรมนี ฝรั่งเศส อิตาลี สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย

ประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันใช้แล้ว (Used Cooking Oil) เป็นวัตถุดิบ

ประเทศที่พัฒนาแล้ว ใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมันลินสีด และไขสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จาก น้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล์เดรฟ (Rape Seed) สบู่ดำ หรือ น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ ที่ใช้แล้ว ซึ่งพืชน้ำมันเหล่านี้เป็นแหล่งทรัพยากร ที่สามารถผลิตทดแทนได้ในธรรมชาติ

นโยบายส่งเสริม

จากเป้าหมายของภาครัฐ ในการส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอดีเซล ทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน และเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจากพืช อันเป็นผลผลิตภายในประเทศ รวมทั้งการใช้เชื้อเพลิงจากพืชยังช่วยลดมลพิษทางอากาศ และพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชน

มติคณะรัฐมนตรีวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 เห็นชอบในหลักการ จัดตั้งบริษัทจดทะเบียนเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในด้านการตลาด การเงิน และการจัดการ โดยจัดตั้งบริษัทจำกัด หรือนิติบุคคลเฉพาะกิจ (Special Purpose Vehicle: SPV) เพื่อสนับสนุนธุรกิจเกษตร

วันที่ 18 มกราคม 2548 กระทรวงพลังงานร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยมีเป้าหมายส่งเสริมการผลิตและการใช้ไบโอดีเซล 8.5 ล้านลิตร/วัน เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล 10% ในปี 2555

วันที่ 17 พฤษภาคม 2548 กระทรวงพลังงานร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงการคลัง จัดทำแผนปฏิบัติการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล เพื่อให้เกิดการพัฒนาตามยุทธศาสตร์ฯ อย่างเป็นรูปธรรม มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ของภาครัฐ มีแนวทางดังนี้

- สนับสนุนการปลูกปาล์ม 5 ล้านไร่ เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตไบโอดีเซล
- สนับสนุนผู้ประกอบการผลิตไบโอดีเซล ตามสิทธิประโยชน์ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน BOI เช่น ยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักร ยกเว้นภาษีรายได้ 8 ปี เป็นต้น
- สร้างตลาดสำหรับไบโอดีเซล โดยใช้มาตรการทางภาษี เพื่อให้ราคาขายปลีกน้ำมันไบโอดีเซลต่ำกว่าน้ำมันดีเซล
- ออกประกาศกรมธุรกิจพลังงานฯ เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2548 เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2548 เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค

ประโยชน์

สำหรับประเทศไทยซึ่งมีความต้องการใช้น้ำมันดีเซลสูงสุดในบรรดาผลิตภัณฑ์น้ำมันชนิดต่าง ๆ และมีอัตราการขยายตัวสูงมากในแต่ละปี ผลจากราคาน้ำมันดีเซลที่แพงขึ้นส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการขนส่ง และภาคการเกษตร ซึ่งเกี่ยวข้องกับประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศและเป็นผู้ที่มีรายได้น้อยที่ต้องเผชิญกับค่าครองชีพ และต้นทุนด้านการเกษตรที่สูงขึ้น ดังนั้นประโยชน์จากการผลิตไบโอดีเซลเพื่อนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล สรุปได้ดังนี้

- ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน
- แก้ไขปัญหาความยากจนในระดับรากหญ้าทำให้เกษตรกรมีรายได้อุดม
- เครื่องยนต์เกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์ทำให้ลดควันดำ จึงช่วยลดการ

ปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อแก้ปัญหาโลกร้อน

- ไอเสียยังมีมลพิษต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล คือ ไม่มีกำมะถันและสารก่อมะเร็งเป็นองค์ประกอบ

- เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ดีเช่นเดียวกับน้ำมันดีเซล และยังสามารถสลับกันใช้ได้โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

การนำน้ำมันที่ใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ยังช่วยลดปริมาณน้ำมันทอดซ้ำซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย ก่อให้เกิดมะเร็งในเม็ดเลือดขาว หรือเนื้องอกในอวัยวะต่าง ๆ ต่อผู้บริโภคได้ด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ขั้นตอนการทดสอบ วิธีการทดสอบ สถานที่ทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ น้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งสามารถกล่าวได้ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ขั้นตอนวางแผน

เริ่มจากแนวคิดที่ต้องการศึกษาผลกระทบของน้ำมันไบโอดีเซลต่อเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งกำลังเป็นที่น่าสนใจสืบเนื่องมาจากการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา และแหล่งน้ำมันใต้ดิน กำลังจะหมดไปจึงทำให้มีความสนใจในการวิจัย ค้นคว้าและศึกษาความเหมาะสมในการใช้น้ำมันไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลที่ใช้ในปัจจุบัน จึงมีข้อสงสัยในถึงผลกระทบในด้านสมรรถนะ ประสิทธิภาพและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อน้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง กำหนดจุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ และจัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เช่น หัวข้อของเนื้อหา รายละเอียดต่าง ๆ แต่ละหัวข้อตามแบบที่กำหนดของทางมหาวิทยาลัย และนำเสนอต่อคณะกรรมการประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน เพื่อขออนุมัติการทำวิทยานิพนธ์

3.1.2 ขั้นตอนการทำงาน

จัดหาเครื่องยนต์ที่มีสภาพพร้อมใช้งาน ทำการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์และปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อเพิ่มสภาพของเครื่องยนต์ให้เครื่องยนต์ใช้งานได้ 100% ออกแบบวิธีการทดสอบ และติดตั้งเครื่องยนต์กับไดนาโมมิเตอร์ ต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับเครื่องยนต์ ตรวจสอบเช็คเครื่องยนต์และเครื่องมือทำการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. ทำการอุ่นเครื่องยนต์เพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์เข้าที่ รวมถึงการชะล้างภายในของเครื่องยนต์โดยน้ำมันเครื่องที่เข้าไปหล่อลื่นชิ้นส่วนจะชะล้างเอาเศษโลหะและน้ำมันจากการล้างชิ้นส่วนออกจากเครื่องยนต์ลงในอ่างพักน้ำมันเครื่อง ทำการถ่ายน้ำมันเครื่องและเติมเข้าไปให้ได้ระดับที่กำหนดไว้

2. ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ๆ ละ 4 เครื่อง รวมทั้งหมด 12 เครื่องยนต์ โดยใช้เครื่องยนต์ 1 ยี่ห้อ ประกอบด้วยเครื่องยนต์ที่ 1 2 3 และ 4 กับน้ำมันเชื้อเพลิง

ทั้ง 4 ชนิด คือ Diesel B20 B50 และ B100 ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์อีก 2 ยี่ห้อทำการทดสอบในลักษณะและวิธีการเดียวกัน พร้อมทั้งวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง วัดปริมาณมลพิษจากไอเสียและวัดค่าความทึบแสงของไอเสียเครื่องยนต์

3. วิเคราะห์ผลจากการทดสอบโดยเปรียบเทียบสมรรถนะ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ปริมาณมลพิษไอเสียและค่าความทึบแสง ของแต่ละเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ๆ ละ 4 เครื่อง รวมทั้งหมด 12 เครื่องยนต์ กับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด

3.2 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบนี้เป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ทั่วไปอ้างอิงมาตรฐาน ISO 15550 – 2002 : International Combustion Engine Determination and Method for the Measurement of Engine Power (ISBGS, 2002) ที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเกือบทุกชนิด รวมถึงเครื่องยนต์เรือขนาดเล็ก – กลาง (Marine Craft up to 24 m Hull Length : ISO 8665) และทดสอบหาปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์อ้างอิงตามมาตรฐาน EMA – 1982 : The Alternative Fuels Committee of the Engine Manufacture’s Association (Sureshkumar, K., Velraj R., and Ganesan, R. 2008) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบมลพิษโดยวัดค่าความทึบแสงของควันไอเสียและปริมาณก๊าซไอเสียชนิดต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมา โดยจะทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันดีเซล (Diesel) กับเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ๆ ละ 1 เครื่อง สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงและเปรียบเทียบผลกับการทดสอบเครื่องยนต์ยี่ห้อเดียวกัน แต่ใช้น้ำมัน B20 B50 และ B100 ตามลำดับ มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

3.2.1 การทดสอบสมรรถนะและปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์

ทำการเดินเครื่องยนต์ในรอบเดินเบา เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิในการทำงานคงที่แล้ว ปรับรอบเครื่องยนต์เริ่มต้นที่ 2,200 รอบต่อนาที ทำการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์โดยไดนาโมมิเตอร์จนรอบของเครื่องยนต์เหลือ 1,100 รอบต่อนาที ทำการบันทึกค่าแรงบิด และกำลังเบรคจากหน้าจอแสดงผลทุก ๆ การลดลง 100 รอบต่อนาที ซึ่งค่าที่ได้จากการบันทึกนำไปวิเคราะห์ผล ทำการทดลองซ้ำกับขั้นตอนเดิมโดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์และน้ำมันเชื้อเพลิง ตามที่ได้กำหนด

3.2.2 การวิเคราะห์ผล

การทดสอบได้แบ่งการวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์ทางด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์และการวิเคราะห์ปริมาณไอเสียของเครื่องยนต์

1. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

เปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ระหว่างใช้น้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่ทำการวัด คือ แรงบิด กำลังเบรค และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

เชื้อเพลิง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

2. การวัดปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์

เปรียบเทียบปริมาณมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และควันดำ

3.3 สถานที่ทำการทดสอบ

สถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ คือ โรงไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 อุปกรณ์การทดสอบ

อุปกรณ์การทดสอบที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้คือ เครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 12 เครื่อง เป็นเครื่องยนต์ HINO 4 เครื่อง เครื่องยนต์ KOMATSU 4 เครื่อง และเครื่องยนต์ CUMMINS 4 เครื่อง ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้งานกับเรือประมง โดยมีข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ทดสอบ

Specifications	Hino	Cummins	Komatsu
Model	HO7C	6B5.9	S4D105-3
Brake power (bhp)	116 at 2,200 rpm	115 at 2,500 rpm	89 at 2,400 rpm
Engine torque (N-m)	442 at 2,000 rpm	327 at 2,500 rpm	263 at 2,400 rpm
Displacement (cc)	6,443	5,900	4,330
No. of cylinder	6	6	4
Firing order	1-4-2-6-3-5	1-5-3-6-2-4	1-2-4-3
Compression ratio	17.9 : 1	17.3 : 1	17 : 1
Fuel consumption (l/hr)	22.3 at 2,000 rpm	23.7 at 2,500 rpm	10.3 at 2,400 rpm



เครื่องยนต์ HINO



เครื่องยนต์ KOMATSU



เครื่องยนต์ CUMMINS

รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ

3.5 เครื่องมือทดสอบ

3.5.1 ไดนาโมมิเตอร์

ไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ AW Dynamometer, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น Neb 2-300 ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของเครื่องไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

Dynamometer	
Make	AW Dynamometer, Inc.
Model	Neb 2-300
Serial	230-108
Max. power	74.6 kW/540 rpm
	156.6 kW/1000 rpm
	223.7 kW/2000 rpm
Capacity torque dynamometer	1490 N-m
Capacity torque drive line (N-m)	4475 N-m



รูปที่ 3.2 เครื่องไดนาโมมิเตอร์

3.5.2 เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้

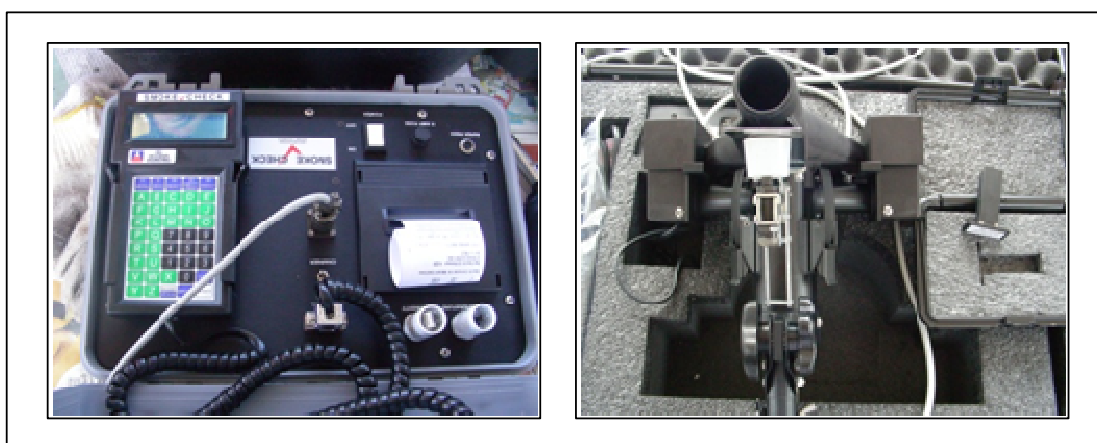
เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้ (Flue Gas Analyzer) ในการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่อง TESTO Model 350-XL ในการวัดค่าปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และอุณหภูมิของไอเสีย โดยมลพิษที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ CO CO₂ NO_x O₂ และ SO₂



รูปที่ 3.3 เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้

3.5.3 เครื่องวัดความทึบแสง

เครื่องวัดความทึบแสง (Opacity Meter) ในการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องวัดความทึบแสงของ RED MOUNTAIN ENGINEERING Model 1667 ซึ่งใช้สำหรับวัดเขม่าควันในไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เพื่อตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำของไอเสีย รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องวัดควันดำที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความทึบแสง

3.5.4 เครื่องมือวัดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

การวัดความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ สามารถหาได้จากปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยเวลา เครื่องมือวัดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มีลักษณะเป็นกระบอกตวงที่ผลิตจากวัสดุประเภทแก้ว โดยมีทางเข้าหลอดแก้ว 2 ทาง คือจากถังเก็บน้ำมัน และจากทางไหลกลับของปั๊มหัวฉีด ซึ่งมี 1 ทางออก คือ ทางเข้าปั๊มหัวฉีด และมีรูระบายอากาศเพื่อไม่ให้ภายในหลอดแก้วเกิดสุญญากาศ

3.6 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

3.6.1 น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซลที่ใช้ในการทดสอบนี้ จะใช้น้ำมันดีเซล ULSD (Ultra Low Sulfur Diesel) ตามมาตรฐานเชื้อเพลิงกรมธุรกิจพลังงาน

3.6.2 น้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซล B100 เป็นน้ำมันไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากกรมธุรกิจพลังงาน (กรมธุรกิจพลังงาน-ก, 2552) ในการทดสอบนี้ได้นำน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับ	สัดส่วนโดยปริมาตร (Biodiesel : Diesel)	ชนิดเชื้อเพลิง
1	0% : 100%	diesel
2	20% : 80%	B20
3	50% : 50%	B50
4	100% : 0%	B100

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ในการทดสอบ (n.a. = not analysis)

	คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ	D	B20	B50	B100
1	Density @ 15 °C kg/m ³ Density @ 30 °C g/ml	ASTM D 1298-99	868.1 851.3	867 856	869 859	873 863
2	Kinematic Viscosity @ 40 °C ไม่ต่ำกว่า - ไม่สูงกว่า	ASTM D 445	1.8 - 4.1	2.91	3.60	4.65
3	Flash Points (°C)	ASTM D 93	61	71	90	120
4	Cloud Points (°C)	ASTM D 97-96a	n.a.	n.a.	n.a.	16
5	Total Acid Number (mg KOH/g)	ASTM D 664-01	n.a.	n.a.	n.a.	0.358
6	Copper Corrosion Sheet @ 3h/50 °C	ASTM D 483	<1a	<1a	<1a	<1a
7	Oxidation Stability @ 110 °C (hour)	EN 14112	n.a.	n.a.	n.a.	17.34
8	Iodine Number	AOCS Tg 1-64		10	18	40
9	Methyl Ester (%vol.)	EN 14103		n.a.	n.a.	98.65
10	Lionolenic Acid Methyl Ester (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	0.063
11	Monoglyceride (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	0.37
12	Diglyceride (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	0.031
13	Triglyceride (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	<0.001
14	Free glycerin (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	<0.001
15	Total glycerin (%wt.)	EN 14105		n.a.	n.a.	0.1
16	Excess Methanol (%wt.)	EN 14110		n.a.	n.a.	<0.001
17	Water Content (%wt.)	EN 14103	0.049	0.047	0.041	0.035
18.1	Sulfur (น้ำมันดีเซล) ไม่สูงกว่า (%wt.)	ASTM D 4294	0.035	-	-	-
18.2	Sulfur (B100) ไม่สูงกว่า (%wt.)	ASTM 2622	-	n.a.	n.a.	0.0010

3.6.3 น้ำมันเครื่อง

น้ำมันเครื่องที่ใช้ในการทดสอบ เป็นน้ำมันเครื่องของบริษัท Castrol Tecron Extra SAE Grade 15W-40

3.6.4 น้ำมันไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้สำหรับเติมเครื่องทดสอบไดนาโมมิเตอร์ในการทดสอบนี้เป็นน้ำมันไฮดรอลิก Trane ที่มีมาตรฐานระดับ ISO 32 (NO.10)

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

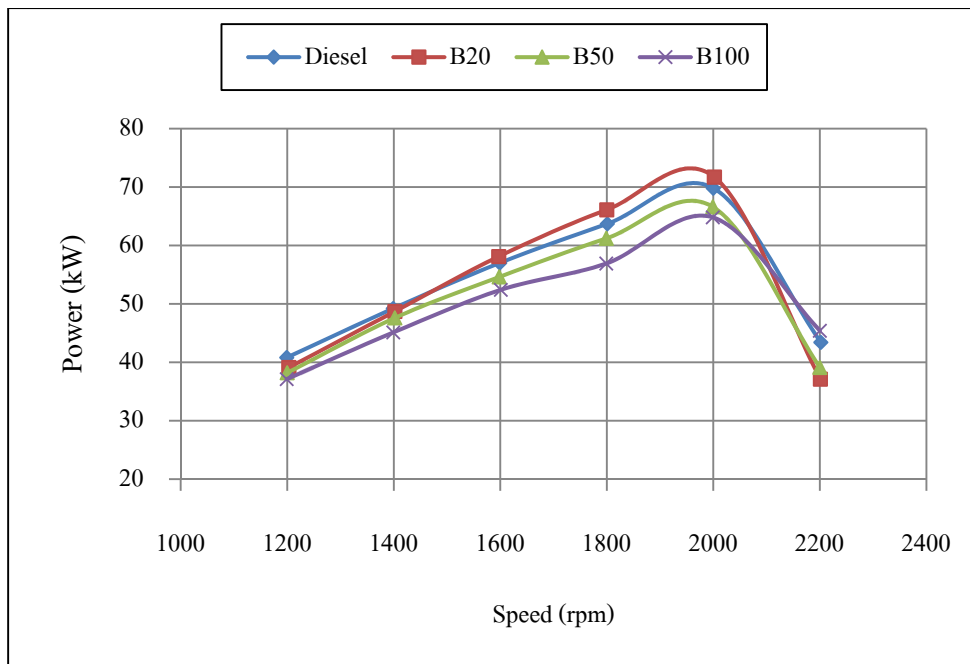
การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลทั้ง 3 ยี่ห้อ ประกอบด้วย HINO KOMATSU และ CUMMINS โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 4 ชนิด คือ Diesel B20 B50 และ B100 โดยมีผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลดังนี้

4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

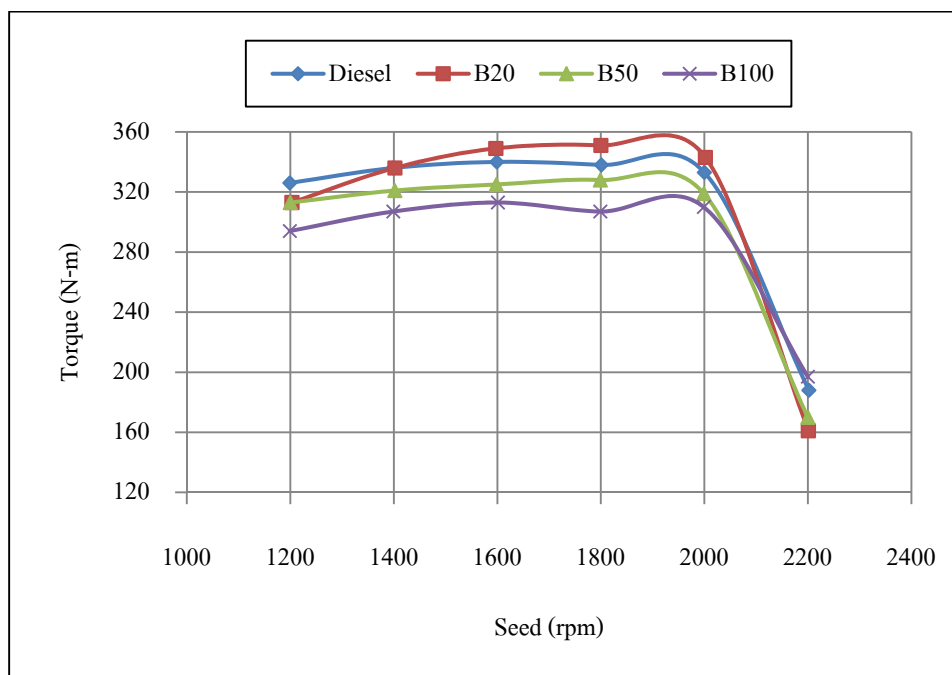
เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ 3 ตัวหลัก ได้แก่

1. ค่ากำลังของเครื่องยนต์ (Engine power)
2. ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ (Engine torque)
3. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption: SFC)

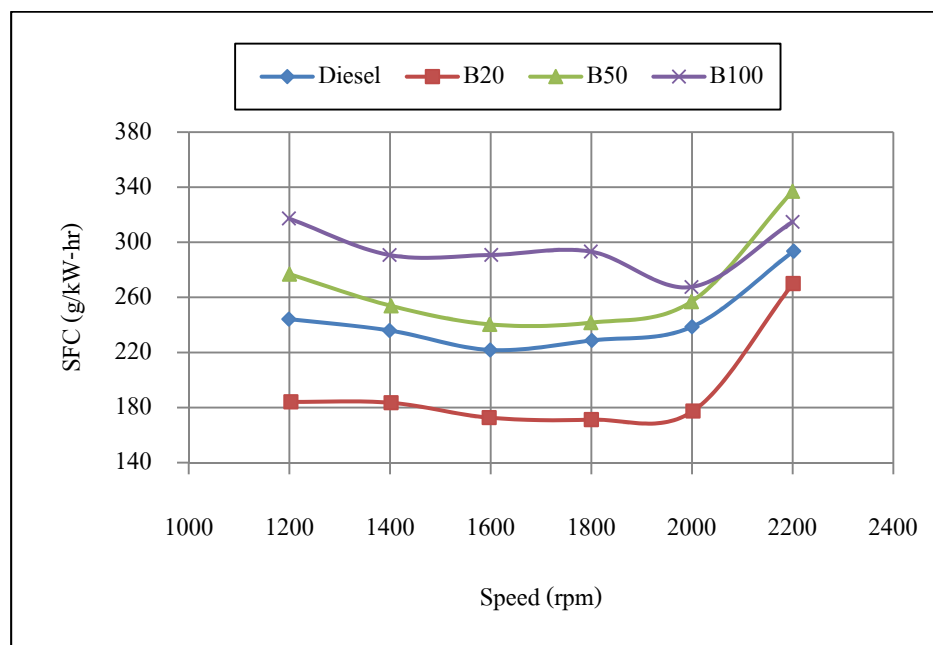
4.1.1 เครื่องยนต์ HINO



รูปที่ 4.1 แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ HINO



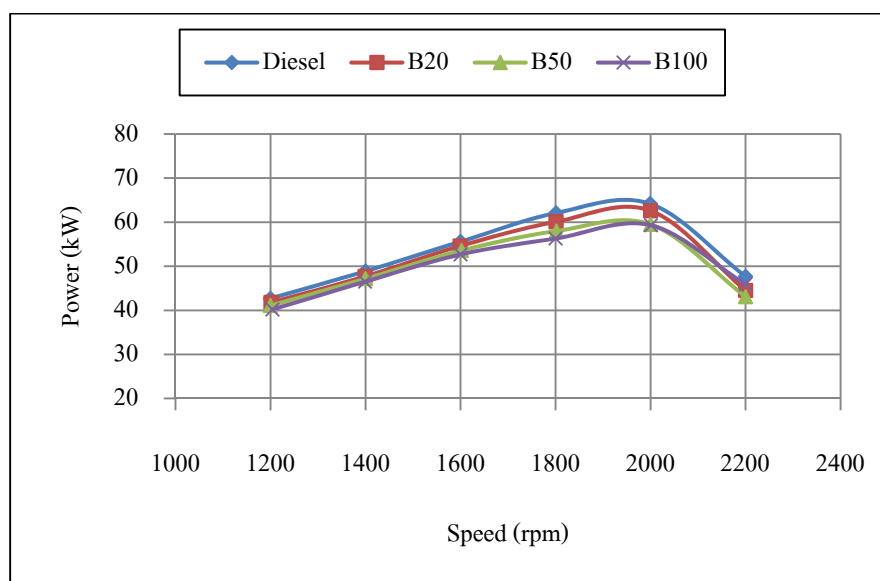
รูปที่ 4.2 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ HINO



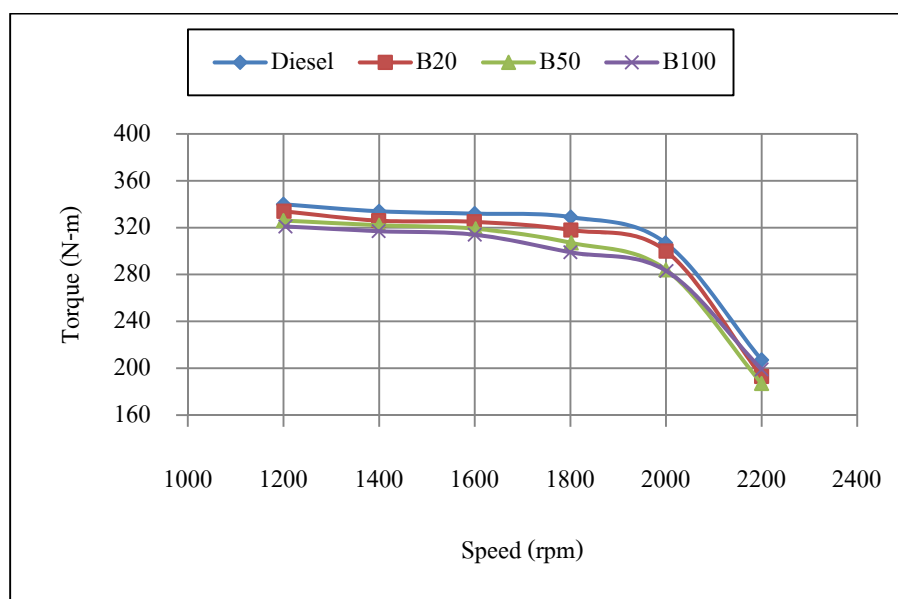
รูปที่ 4.3 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ HINO

จากรูปที่ 4.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ พบว่าค่ากำลังเบรคสูงสุดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 4.1) จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800 – 2,000 rpm สำหรับเครื่องยนต์ HINO รุ่นนี้ น้ำมัน B20 จะให้ค่ากำลังของเครื่องยนต์สูงสุด รองลงมา คือน้ำมัน Diesel B50 และ B100 โดยมีค่ากำลังสูงสุดที่ 71.7 69.8 67.5 และ 65.6 kW ตามลำดับ ซึ่งค่ากำลังสูงสุดนี้ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 4.2) เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption: SFC) ดังในรูปที่ 4.3 พบว่าเครื่องยนต์ HINO เมื่อใช้ B20 เป็นเชื้อเพลิง จะให้ค่า SFC เฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.172 kg/kW-hr โดยคิดค่าเฉลี่ยในช่วงที่รอบ เครื่องยนต์เรือใช้งานจริง (1,500 - 1,800 rpm) ในขณะที่น้ำมัน B100 B50 และน้ำมัน Diesel มีค่า SFC เฉลี่ยสูงกว่า คือ 0.291 0.242 และ 0.224 kg/kW-hr ตามลำดับ

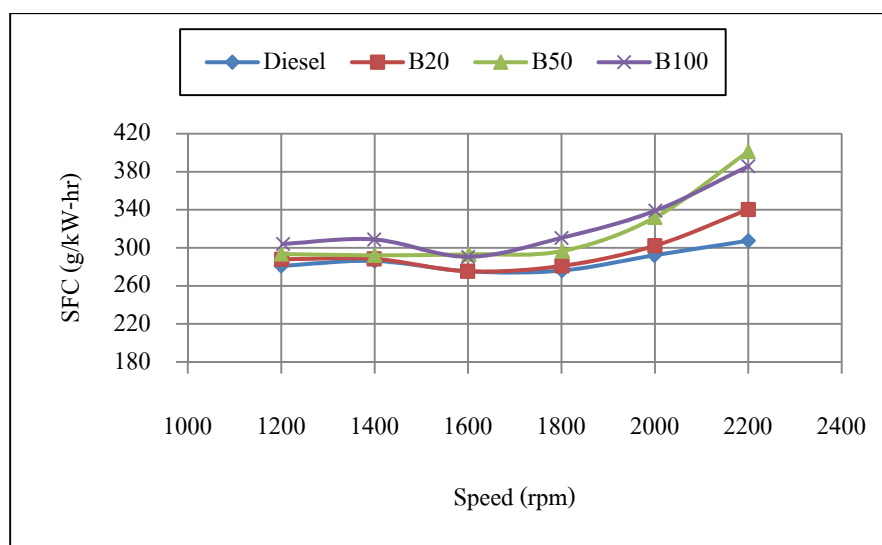
4.1.2 เครื่องยนต์ CUMMINS



รูปที่ 4.4 แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ CUMMINS



รูปที่ 4.5 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ CUMMINS

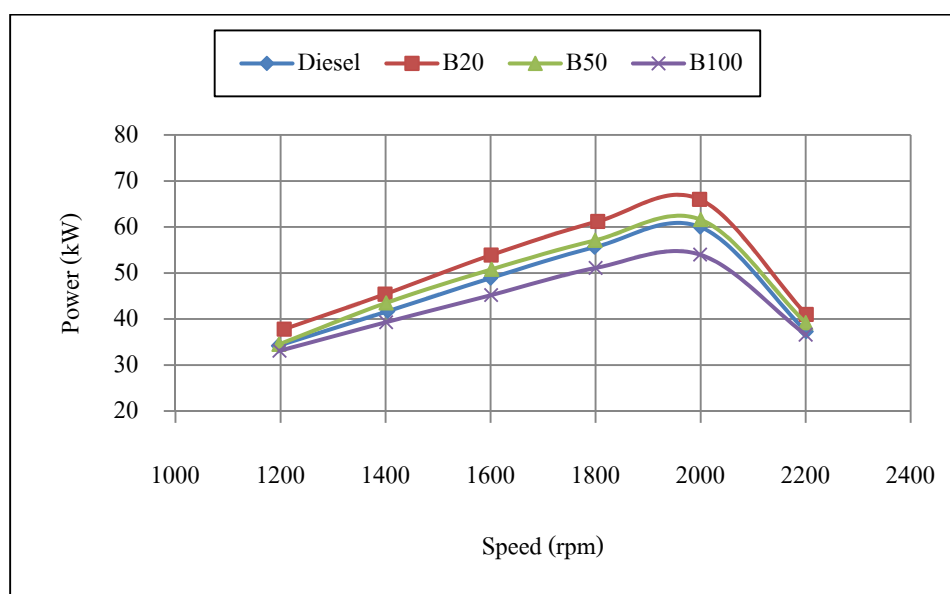


รูปที่ 4.6 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ CUMMINS

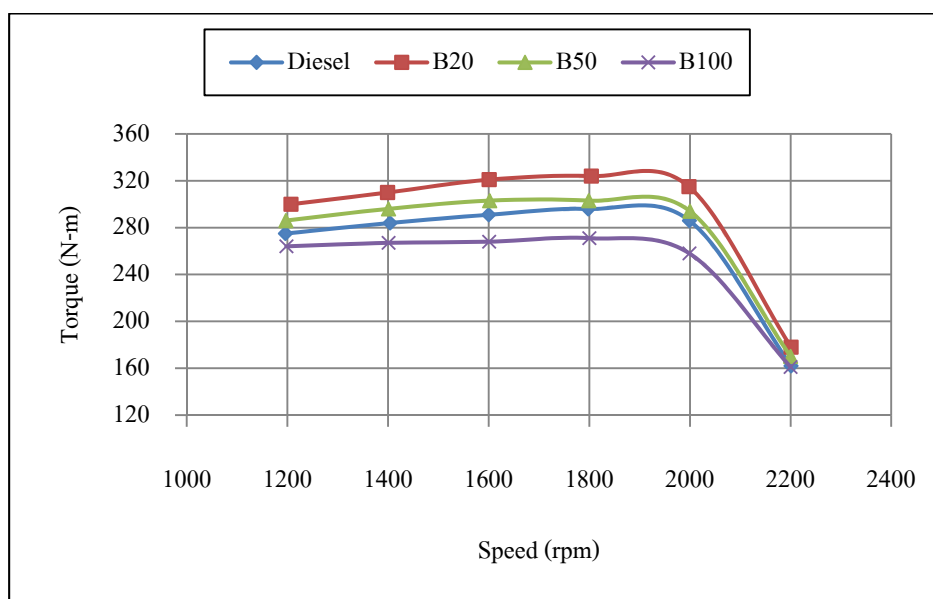
ผลการทดสอบเครื่องยนต์ CUMMINS โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่าค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800 – 2,000 rpm เมื่อใช้น้ำมัน Diesel เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งแตกต่างกับเครื่องยนต์ HINO โดยน้ำมันที่ให้ค่ากำลังสูงสุดสำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS คือ น้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ตามลำดับ โดยมีค่าที่ 65.5 62.9

59.5 และ 59.3 kW ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่า กำลังของเครื่องยนต์ CUMMINS จะลดลงเล็กน้อย เมื่อน้ำมันไบโอดีเซลในส่วนผสมที่สูงขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์ CUMMINS มีระบบปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Rotary ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถรักษา ระดับกำลังของเครื่องยนต์ได้ โดยพิจารณาจากค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ ซึ่งพบว่าตลอดช่วง ความเร็วรอบที่ทำการทดสอบ ค่าแรงบิดยังคงสม่ำเสมอสำหรับทุก ๆ ชนิดของน้ำมัน และเมื่อ พิจารณา ค่า SFC เฉลี่ย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ระหว่าง 0.277 – 0.303 kg/kW-hr

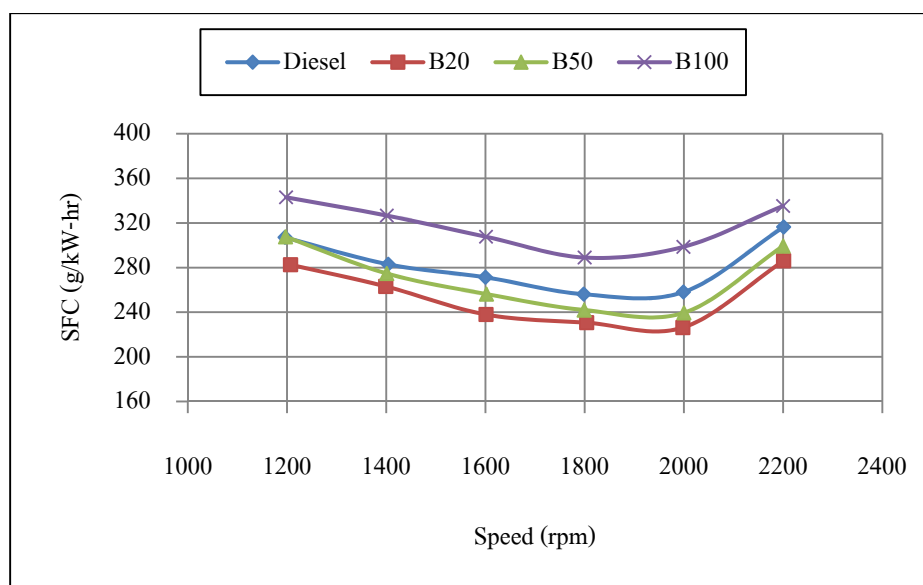
4.1.3 เครื่องยนต์ KOMATSU



รูปที่ 4.7 แสดงค่ากำลังของเครื่องยนต์ KOMATSU



รูปที่ 4.8 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ KOMATSU



รูปที่ 4.9 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ KOMATSU

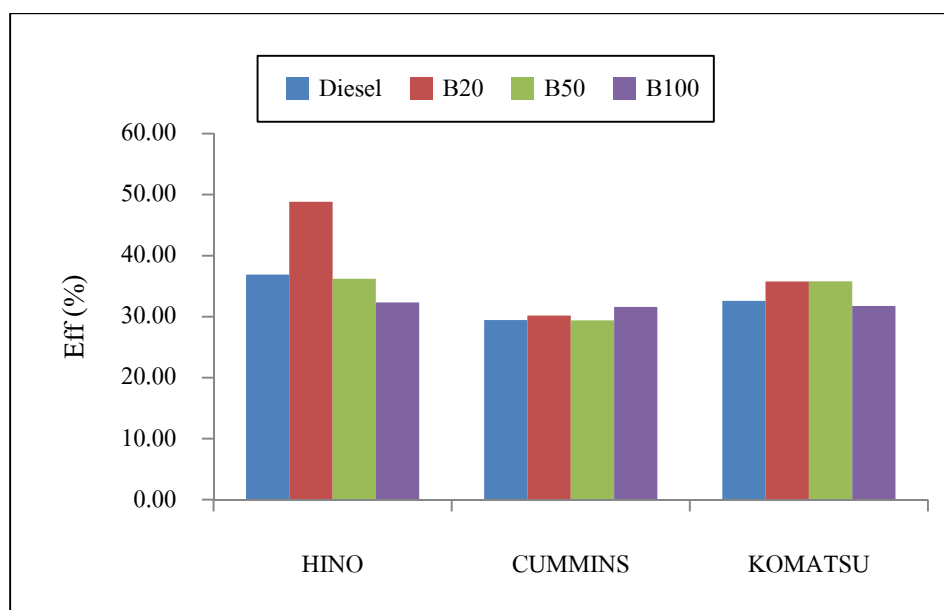
จากรูปที่ 4.7 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ พบว่าค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบเดียวกันกับของเครื่องยนต์ HINO และ เครื่องยนต์ CUMMINS คือ 1,800 – 2,000 rpm สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU รุ่นนี้

จะให้ผลการทดสอบคล้ายคลึงกันกับผลการทดสอบของเครื่องยนต์ HINO โดยน้ำมันที่ให้ค่ากำลังสูงสุดสำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ B20 B50 น้ำมัน Diesel และ B100 โดยมีค่ากำลังสูงสุดที่ 66.5 62.7 60.6 และ 55.9 kW ตามลำดับ

นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่ากำลังของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B50 จะมีกำลังสูงใกล้เคียงกับน้ำมัน Diesel ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่อง KOMATSU มีระบบ Turbo-charge ที่ช่วยในการบรรจุก๊าซที่มากเกินไป ทำให้การเผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลสูง ๆ ได้ดี

4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

การหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เราจะจำแนกตามยี่ห้อของเครื่องยนต์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดเมื่อมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด



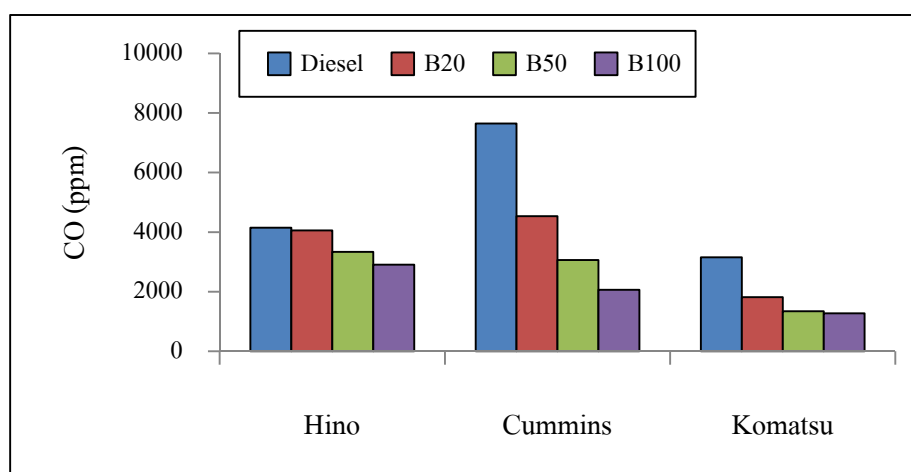
รูปที่ 4.10 แสดงค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ พบว่าประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงสุดของเครื่องยนต์ HINO อยู่ในช่วง 1,600 – 1,800 รอบต่อนาที โดยน้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงสุดคือ B20 Diesel B50 และ B100 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ 48.82 36.90 36.21 และ 32.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเครื่องยนต์ CUMMINS มีค่าประสิทธิภาพเครื่องยนต์ใกล้เคียงกันทุก ๆ น้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในช่วง 1,600 – 1,700 รอบ

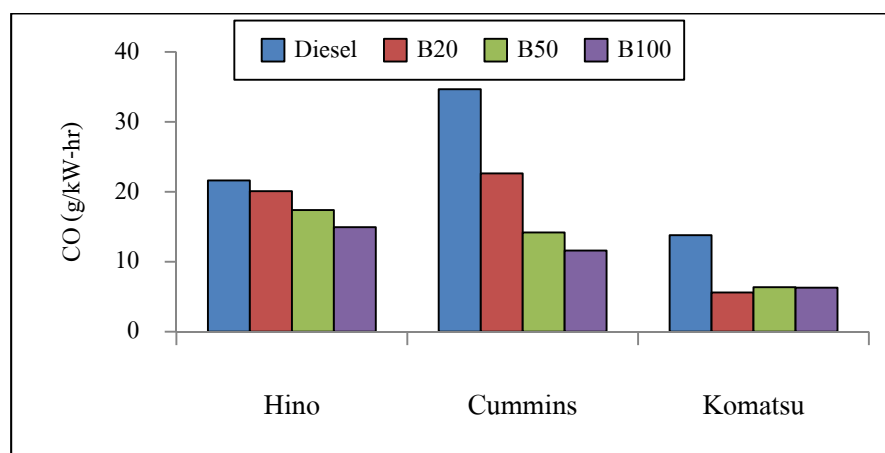
ต่อมาที่ ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิง B100 B20 Diesel และ B50 ให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ 31.60 30.17 29.43 และ 20.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับจากมากไปหาน้อย สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU มีประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูงสุดอยู่ในช่วง 1,800 – 1,900 รอบต่อนาที โดยน้ำมันเชื้อเพลิง B50 จะให้ค่าประสิทธิภาพเครื่องยนต์มากที่สุด รองลงมาคือ B20 Diesel และ B100 ซึ่งมีค่า 35.78 35.77 32.58 และ 31.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.3 ปริมาณมลพิษไอเสีย

4.3.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



รูปที่ 4.11 ผลการตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

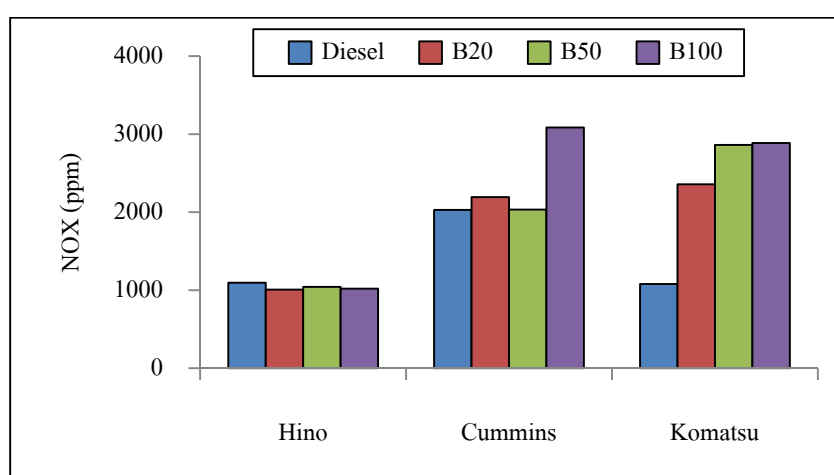


รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์อัตราการผลิตปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

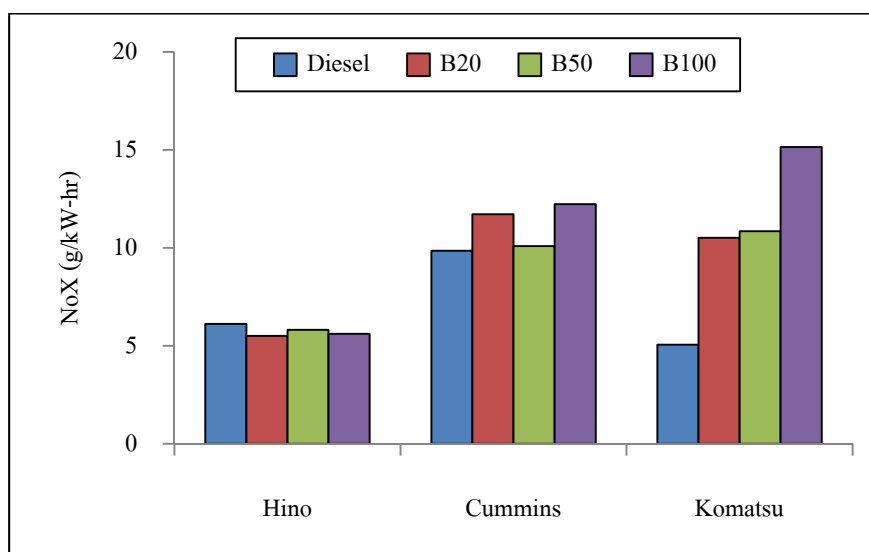
ผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากรูปที่ 4.11 ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ของเครื่องยนต์ HINO พบว่าน้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ 4,148 4,058 3,335 และ 2,908 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำมัน B20 ให้ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และมีแนวโน้มต่ำลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของน้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 มีค่า 7,647 4,534 3,065 และ 2,065 ppm ตามลำดับ โดยค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของน้ำมันดีเซลมีค่าสูงและลดต่ำลงเมื่อสัดส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มสูงขึ้น ส่วนเครื่องยนต์ KOMATSU ค่าการปล่อย CO เมื่อใช้น้ำมัน Diesel B20 B50 B100 มีค่า 3,153 1,816 1,346 และ 1,275 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ HINO และเครื่องยนต์ CUMMINS และเมื่อเทียบการปล่อยค่า CO ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ พบว่าเครื่องยนต์ CUMMINS ปล่อยค่า CO สูงสุด รองลงมา คือเครื่องยนต์ HINO และเครื่องยนต์ KOMATSU ตามลำดับ

ในรูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในสภาวะการทำงานที่กำลังสูงสุด เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ของเครื่องยนต์ KOMATSU มีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเครื่องยนต์ดังกล่าวมีระบบ Turbo-Charge ช่วยในการบรรจุก๊าซที่มากเกินไป ทำให้การเผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์ โดยที่อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ในช่วง 5.6 – 13.8 g/kW-hr

4.3.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน



รูปที่ 4.13 ผลการตรวจวัดค่าออกไซด์ของไนโตรเจน

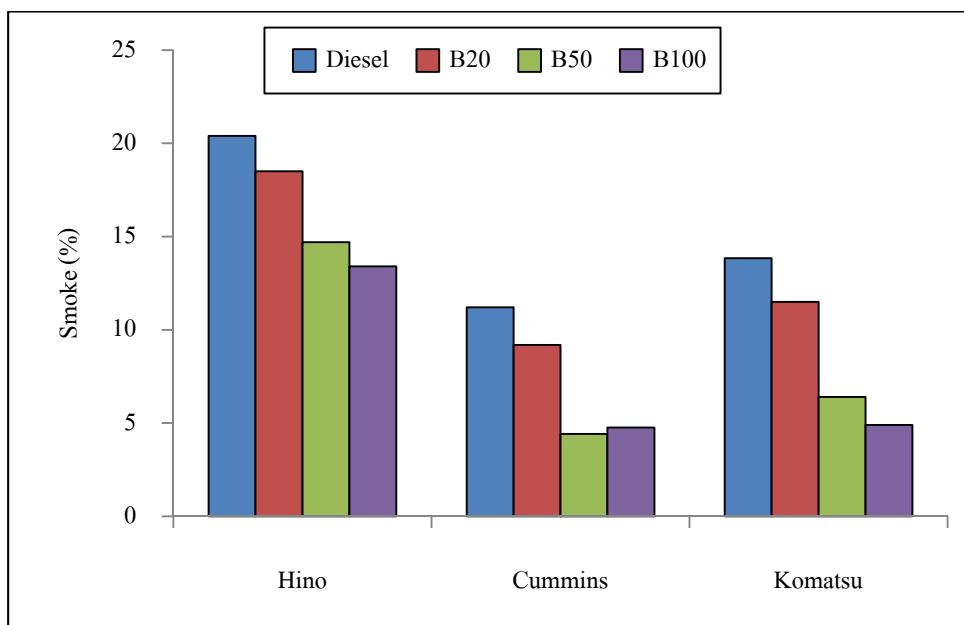


รูปที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์อัตราการผลิตปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน

ผลการตรวจวัดค่าออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ของเครื่องยนต์ HINO จากรูปที่ 4.13 พบว่าเครื่องยนต์ HINO ให้ค่าการปล่อย NO_x ที่ใกล้เคียงกันที่ทุก ๆ น้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดสอบ คือ น้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ให้ค่าการปล่อย NO_x ที่ 1,096 1,008 1,042 1,021 ppm ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อทดสอบน้ำมัน Diesel B20 50 และ B100 พบว่าค่าการปล่อย NO_x มีค่าดังนี้ คือ 2,029 2,193 2,034 และ 3,085 ppm ตามลำดับ โดยพบว่า แนวโน้มการปล่อย NO_x ของเครื่องยนต์ CUMMINS มีสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มสูงขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU ค่าการปล่อย NO_x มีค่าใกล้เคียงกันสำหรับทุก ๆ น้ำมันที่นำมาทดสอบ คือ ให้ค่าการปล่อย NO_x ที่ 1,080 2,537 2886 และ 2,862 ppm เมื่อใช้น้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์อัตราการผลิตปล่อย NO_x ในสภาวะการทำงานที่กำลังสูงสุด ของการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.14 พบว่าอัตราการผลิตปล่อย NO_x ของเครื่องยนต์ HINO มีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ยี่ห้ออื่น ๆ เนื่องจากอัตราการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ HINO ต่ำกว่าเครื่องยนต์ประเภทอื่น ๆ โดยที่อัตราการผลิตปล่อย NO_x อยู่ในช่วง 5 – 6 g/kW-hr

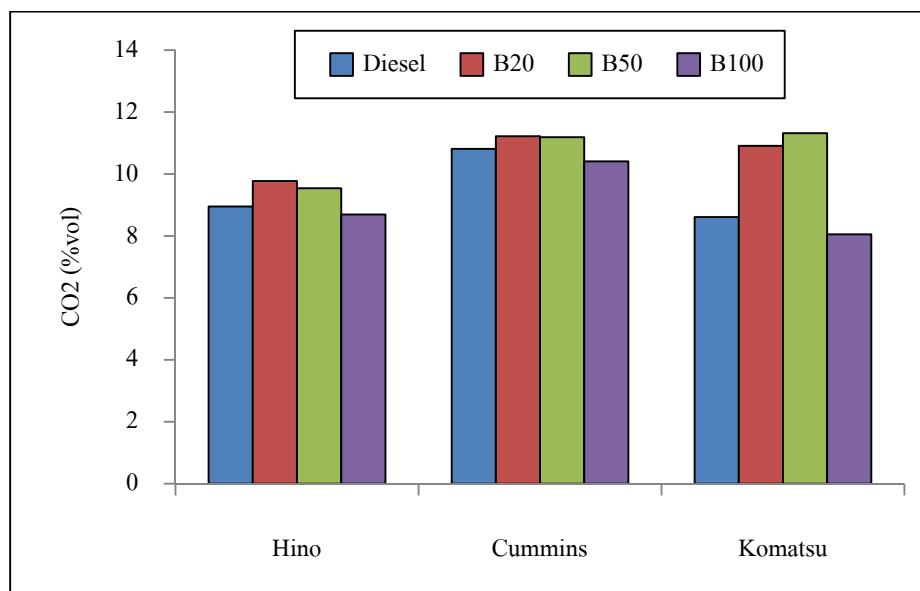
4.3.3 เขม่าควันดำ (Smoke)



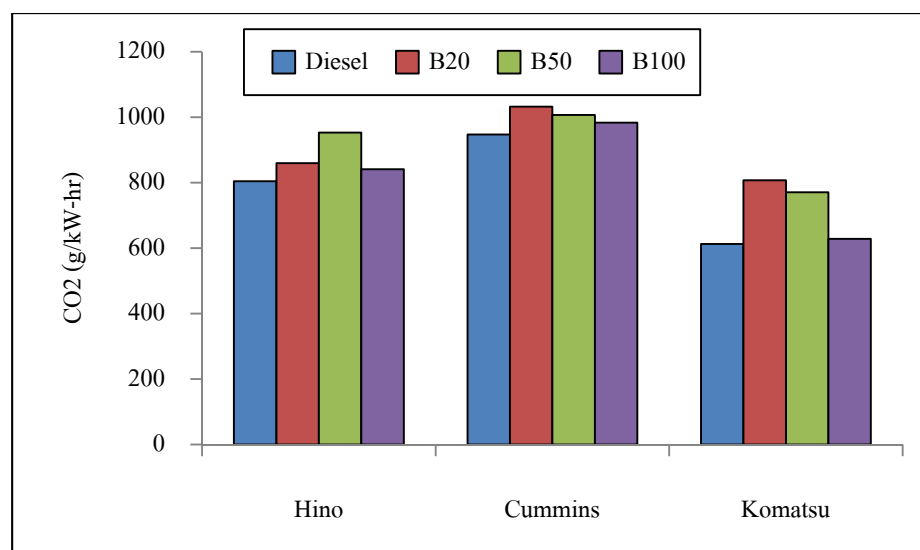
รูปที่ 4.15 ผลการตรวจวัดค่าเขม่าควันดำของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 4.15 ผลการตรวจวัดเขม่าควันดำในรูปของเปอร์เซ็นต์ smoke สำหรับเครื่องยนต์ HINO เมื่อนำน้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ค่าเขม่าควันดำที่เกิดขึ้น วัดค่าได้ คือ 20.4 18.5 14.7 และ 13.4% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงตามสัดส่วนผสมน้ำมัน ไบโอดีเซลที่เพิ่มขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS ค่าเขม่าควันดำของน้ำมัน Diesel และ B20 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 11.0 และ 9.19% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกับน้ำมัน B50 และ B100 ที่ให้ค่าเขม่าควันดำ 4.42 และ 4.76% ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU พบว่าค่าเขม่าควันดำที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกับของเครื่องยนต์ CUMMINS คือ ให้ค่าควันดำที่ 13.84 11.5 6.4 และ 4.9% เมื่อนำน้ำมัน diesel B20 B50 และ B100 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยเขม่าควันดำของเครื่องยนต์ทั้งสามชนิด พบว่าเครื่องยนต์ HINO ปล่อยเขม่าควันดำมากที่สุด รองลงมา คือ เครื่องยนต์ KOMATSU และ CUMMINS ตามลำดับ สำหรับทุก ๆ น้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาทดสอบ

4.3.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 4.16 ผลการตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากรูปที่ 4.16 ผลการตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ HINO พบว่าเมื่อใช้น้ำมัน B100 Diesel B50 และ B20 มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 8.69 8.95 9.54 และ 9.77 ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อทดสอบน้ำมัน B100 Diesel B50 และ B20 พบว่ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10.41 8.61 11.19 และ 11.22 ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU พบว่าเมื่อทดสอบน้ำมัน B100 Diesel B20 และ B50 มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 8.05 8.61 10.91 และ 11.32 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์อัตราการปลดปล่อย CO₂ ในสภาวะการทำงานที่กำลังสูงสุด ของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.17 พบว่าอัตราการปลดปล่อย CO₂ ของเครื่องยนต์ KOMATSU มีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ยี่ห้ออื่น ๆ โดยที่อัตราการปลดปล่อย NO_x อยู่ในช่วง 600 – 800 g/kW-hr

4.3.5 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

สำหรับการตรวจวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ที่เกิดขึ้น พบว่าน้ำมัน Diesel B20 B50 ให้ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 0 – 1 ppm ซึ่งค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่วัดได้นั้น เนื่องจากน้ำมันดีเซลที่นำมาใช้ในการทดสอบในครั้งนี้เป็นน้ำมันดีเซลเกรดที่มีกำมะถันต่ำ (Low Ultra Sulfur Diesel) ซึ่งมีปริมาณเพียง 0.035%wt. และสำหรับน้ำมัน B100 ไม่พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้เลย เนื่องจากน้ำมัน B100 มีปริมาณกำมะถันต่ำมาก คือ มีค่าเพียง 0.0010%wt.

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพและมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมสัดส่วน 20 50 และ 100% (B20 B50 และ B100) เปรียบเทียบสมรรถนะ ประสิทธิภาพและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อน้ำมันดีเซล โดยใช้เครื่องยนต์ 3 ยี่ห้อ 3 รุ่น คือ HINO CUMMINS และ KOMATSU สรุปได้ว่า

5.1.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์เมื่อน้ำมัน B20 มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กันปกติ ไม่ว่าจะเป็นกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุดและ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน แต่สมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มตกลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น

5.1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิง B20 B50 และ B100 มีประสิทธิภาพเครื่องยนต์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กันปกติ ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในช่วง 1,600 – 1,900 รอบต่อนาที

5.1.3 มลพิษไอเสียของเครื่องยนต์

ผลการตรวจวัดมลพิษพบว่าเครื่องยนต์เมื่อน้ำมัน B20 ขึ้นไป ในสภาวะที่กำลังสูงสุดมีการปล่อยมลพิษไอเสียน้อยกว่าหรือใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ยกเว้นการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจะปล่อยออกมามากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

5.2 ข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่ลดลงและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่เพิ่มขึ้นพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงร้อยละ 50 และ 100 อาจจะยังไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยเช่น การสึกหรอของเครื่องยนต์และราคาอะไหล่ ราคาน้ำมันไบโอดีเซล อย่างไรก็ตามผลการทดสอบด้านมลพิษไอเสีย ยังเป็นตัวยืนยันได้ว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลสามารถลดการปลดปล่อยมลพิษลงได้

การทดสอบการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำนั้น เนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลเป็นผลผลิตจากน้ำมันพืช ซึ่งสามารถกลายเป็นของแข็งหรือเป็นไขได้ ดังนั้นการนำน้ำมันไบโอดีเซลมาใช้งานในเครื่องยนต์ การทดสอบในส่วนนี้จึงมีความสำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องยนต์ที่ต้องทำงานอยู่ในสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น หรือมีอุณหภูมิต่ำ และต้องดับเครื่องยนต์เป็นเวลานาน ๆ การสตาร์ทเครื่องยนต์อาจไม่สามารถทำได้ เนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลมีสภาพเป็นไข (Wax)

รายการอ้างอิง

- กิติพงษ์ เสถียรเสาวภากร, กุลเชษฐ เพียรทอง, อิทธิพล วรพันธ์. 2549. ผลกระทบต่อสมรรถนะและการสึกหรอในการใช้งานระยะยาวของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20. จังหวัดนครราชสีมา.
- กรมธุรกิจพลังงาน-ก. 2552. รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซล (B100) ที่ได้รับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายจากกรมธุรกิจพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (ก.ค. 2552)
[Online]. available:<http://www.doeb.go.th/information/stat/B100.pdf>
- นคร ทิพยาวงศ์และอนุสาล เพิ่มสุวรรณ. 2546. การประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้งานยาวนาน โดยใช้น้ำมันปาล์มดีเซลเป็นเชื้อเพลิง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วัชรพล ปุณจันทร์, ประพัทธ์ สันติวารากร, สมนึก ชีรกุลพิศุทธิ์ และพงษ์พันธ์ ขยันเยี่ยม. 2550. การศึกษาสมรรถนะและการปล่อยก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลกับน้ำมันสบู่ดำ. วารสารวิจัย มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา 7(4): 29-38
- เสมอขวัญ ตันติกุล. 2544. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, กรุงเทพฯ. 598 น.
- สวีนทชาติ ญาณแก้ว. 2548. “การทดสอบการใช้น้ำมันปาล์มลดกัมลัดกรด และเมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันปาล์ม ทดแทนน้ำมันดีเซลในเครื่องจักรกลทางการเกษตร” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จิระศักดิ์ เพียรเจริญ. 2550. “ การทดสอบน้ำมันพืชใช้แล้วผสมน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุภาพ แยม ไตรพัฒน์. 2550. “การศึกษาเชิงทดลองการใช้น้ำมันไบโอดีเซลทำจากน้ำมันพืชใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

- วัชรพล ปุณจันทร์, “การศึกษาสมรรถนะและปล่อยก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วเมื่อนำน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันสบู่ดำ,” วารสารวิจัย มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 4, pp. 29-38, ตุลาคม-ธันวาคม 2550.
- ชฎานนท์ แสงมณี, “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอลเรลโดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง,” การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, พฤษภาคม 2550.
- ชัยนิกร กุลวงษ์. 2545. “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อมโดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิง” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นพพร เทนอิสระ. 2546. “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดโดยตรงโดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิง” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- บริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน). 2552. ไบโอดีเซล
[Online]. Available : <http://www.bangchak.co.th/th/Biodiesel.aspx>
- บริษัท สยาม โกลบอล ลูบริแคนท์ จำกัด. 2553. เครื่องยนต์ดีเซล
[Online]. Available : <http://www.lube999.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=302006>
- Antolin, G., Tinaut, F.V., Briceno, V., Castano, V., Perze, C., and Ramierz, A.I. Optimisation of Biodiesel Production by Sunflower Oil Transesterification, *Bioresource Technology* Vol. 83 pp. 111 – 114, 2002.
- Gumus, M. 2008. Evaluation of hazelnut kernel oil of Turkish origin as alternative fuel in diesel engines. *Renewable Energy*. 33: 2448-2457
- International standards for Business, Government and Society. 2002. ISO 15550: 2002 Internal Combustion Engines – Determination and Method for Measurement of Engine Power – General Requirements. International Organization for standardization. (March 2002).
[Online]. available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28185
- Sureshkumar, K., Velraj, R., and Ganesan. R. (2008). Performance and exhaust emission characteristics of a CI engine fueled with Pongamis pinnata methyl ester (PPME) and its blends with diesel – College of Engineering. *Renewable Energy*. 33: 2294 – 2302.

Ramadshas, A. S., Jayaraj, S., MuraLeedharan, C. (2005). Characterization and effect of using Rubber seed oil as fuel in the compression ignition engine. Nation Institute technology Calicut India, Renewable Energy 30 795-803

Cetinkaya, M., Ulusoy, Y. (2004). Engine and winter road test performances of used cooking oil originated biodiesel.

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบ

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,202	43.4	188	293.56
2,000	69.8	333	238.61
1,801	63.7	338	228.71
1,599	57.0	340	221.75
1,399	49.2	336	235.92
1,199	40.8	326	244.17

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อใช้น้ำมัน B20 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,201	37.1	161	270.03
2,002	71.7	343	177.48
1,800	66.1	351	171.24
1,597	58.1	349	172.70
1,402	48.7	336	183.49
1,203	39.1	313	184.16

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อใช้น้ำมัน B50 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	39.1	170	337.00
1,999	66.6	319	256.89
1,799	61.2	328	241.61
1,598	54.6	325	240.36
1,402	47.6	321	253.79
1,200	38.2	313	276.84

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ HINO เมื่อใช้น้ำมัน B100 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	45.4	197	314.85
1,999	64.8	310	267.58
1,799	56.9	307	293.30
1,601	52.4	313	290.86
1,399	45.1	307	290.80
1,199	37.1	294	317.34

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	47.7	207	307.53
1,999	64.2	307	292.15
1,801	62.1	329	276.12
1,600	55.6	332	275.20
1,400	48.9	334	286.20
1,200	42.7	340	281.02

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อใช้น้ำมัน B20 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	44.5	193	340.33
2,000	62.6	300	302.24
1,801	60.1	318	281.02
1,599	54.6	325	275.44
1,399	47.7	326	288.39
1,201	41.8	334	287.96

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อใช้น้ำมัน B50 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	43.1	187	401.16
2,000	59.5	284	331.85
1,802	58	307	296.53
1,602	53.6	319	293.11
1,400	47.2	322	292.12
1,200	41.1	326	293.39

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS เมื่อใช้น้ำมัน B100 เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	45.9	199	385.77
2,001	59.3	283	339.07
1,800	46.3	299	310.39
1,600	52.7	314	290.53
1,399	46.5	317	308.73
1,204	40.2	321	304.13

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,201	37.3	162	316.36
1,999	60.0	286	258.10
1,798	55.6	296	256.20
1,600	48.9	291	271.35
1,404	41.7	284	282.98
1,196	34.2	275	307.08

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B20
เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,201	41.0	178	286.11
1,998	66.0	315	226.28
1,804	61.2	324	230.68
1,601	53.9	321	237.97
1,399	45.4	310	263.16
1,207	37.8	300	282.58

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B50
เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	39.2	170	299.33
2,000	61.6	294	239.50
1,799	57.1	303	241.99
1,602	50.8	303	256.28
1,401	43.5	296	307.53
1,197	34.5	286	307.50

ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B100
เป็นเชื้อเพลิง

Engine Speed (rpm)	กำลัง (kW)	แรงบิด (N-m)	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (g/kW-hr)
2,200	36.6	161	335.28
1,999	54	258	298.60
1,800	51.1	271	289.02
1,601	45.2	268	307.68
1,401	39.3	267	326.65
1,198	33.1	264	342.99

ตารางที่ ก.13 ผลการตรวจวัดควันดำ (%)

น้ำมัน	ENGINE		
	HINO	CUMMINS	KOMATSU
Diesel	20.40	11.21	13.84
B20	18.50	9.19	11.50
B50	14.70	4.42	6.40
B100	13.40	4.76	4.90

ตารางที่ ก.14 ผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ppm)

น้ำมัน	ENGINE		
	HINO	CUMMINS	KOMATSU
Diesel	4,148	7,647	3,153
B20	4,058	4,534	1,816
B50	3,335	3,065	1,346
B100	2,908	2,065	1,275

ตารางที่ ก.15 ผลการตรวจวัดออกไซด์ของไนโตรเจน (ppm)

น้ำมัน	ENGINE		
	HINO	CUMMINS	KOMATSU
Diesel	1,096	2,029	1,080
B20	1,008	2,193	2,357
B50	1,042	2,034	2,862
B100	1,021	3,085	2,886

ตารางที่ ก.16 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิแก๊ซไอเสีย (°C)

น้ำมัน	ENGINE		
	HINO	CUMMINS	KOMATSU
Diesel	477.00	574.00	448.83
B20	478.00	553.50	516.90
B50	522.00	597.50	580.73
B100	525.00	481.00	410.80

ตารางที่ ก.17 ผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

น้ำมัน	ENGINE		
	HINO	CUMMINS	KOMATSU
Diesel	8.95	10.81	8.61
B20	9.77	11.22	10.91
B50	9.54	11.19	11.32
B100	8.69	10.41	8.05

ภาคผนวก ข

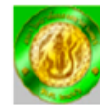
รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

เกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ คงเดช พะสีนาม และ วีรชัย อาจหาญ (2553). การศึกษาสมรรถนะและ
มลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสม. การประชุมวิชาการสมาคม
วิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11. หน้า 327.



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 ประจำปี 2553
6 – 7 พฤษภาคม 2553 อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



การศึกษาสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลผสม

A Study on Performance and Pollution of Diesel Engine using Blended Biodiesel Fuel

เกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ¹ ดงเดช พะสินาม¹ และ วีรชัย อัจจาญญ²

Kiattisak Nikhomchaiprasert¹ Khongdet Phasinam¹ and Weerachai Arjhan²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลผสมในสัดส่วน 20% (B20), 50% (B50) และ 100% (B100) โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D) โดยทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 3 เครื่อง 3 ยี่ห้อ คือ HINO รุ่น HO7C CUMMIN รุ่น 6B5.9 และ KOMATSU รุ่น S4D105-3 ผลการศึกษาพบว่า เครื่องยนต์ทุกยี่ห้อเมื่อนำน้ำมัน B20 จะให้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ไม่ว่าจะเป็นกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุดและ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และสมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มตกลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น เมื่อนำน้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ เมื่อทำการวัดค่ามลพิษไอเสียของการทดสอบเครื่องยนต์ ทั้ง 3 เครื่อง โดยใช้น้ำมัน B20 B50 และ B100 พบว่าค่าการปลดปล่อยมลพิษ CO ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มน้อยลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก ตรงกันข้ามกับการปลดปล่อย NO_x จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_x ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_x เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล ทั้งนี้ในส่วนของ SO₂ พบในปริมาณน้อยมากในการทดสอบครั้งนี้

คำสำคัญ: น้ำมันไบโอดีเซล สมรรถนะของเครื่องยนต์ มลพิษ

ABSTRACT

This research is to study on performance and exhaust emission of diesel engine using blended biodiesel fuel. with The blended biodiesel comprised of biodiesel mixed at 20% (B20), 50% (B50) and 100% (B100). The tested engines were employed 3 engines with 3 models which included คือ HINO model HO7C, CUMMIN model 6B5.9, and KOMATSU model S4D105-3. The results showed better performance when the engine was fueled by B20 for all engines. However, the tested showed depletion of the performance when the engine was operated with the higher ratio of Biodiesel of B50 and B100. The exhaust emits for the engine was shown lower level of CO when the tested used the Biodiesel. Unlike the emission of NO_x, they showed the higher level of NO_x compare to the level of emission from the diesel fuel. Anyway, there were very few SO_x emission form the tested.

Keywords: Biodiesel performance pollution

บทนำ

เครื่องยนต์ดีเซลนิยมใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะหรือใช้ในการทำงานประเภทงานหนัก สืบเนื่องมาจาก เครื่องยนต์ดีเซลให้พลังงานสูง มีความประหยัด เชื้อเพลิงมีราคาถูก และเครื่องยนต์มีความทนทาน ทำให้กิจการต่าง ๆ เช่น รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ และ เรือประมง ส่วนใหญ่ นิยมใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก แต่ในสภาวะวิกฤตการณ์น้ำมันในปัจจุบัน ส่งผลให้

กิจการดังกล่าวพยายามที่จะนำน้ำมันไบโอดีเซล ที่ผลิตจากพืชผลทางการเกษตรมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ตลอดจนรัฐบาลให้การสนับสนุนด้านราคาทำให้ราคาน้ำมันไบโอดีเซลสามารถแข่งขันกับน้ำมันดีเซลได้

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการดำเนินการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 5 กับรถยนต์ทั่วไป ตลอดจนมีแผนการขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซล โดยมีเป้าหมายขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้

¹ Student, School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 30000

² Assistant professor, School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 30000

มากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้กับภาคธุรกิจอื่น ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรมและประมง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้มีการเพิ่มสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้มากขึ้นนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลสนับสนุน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านสมรรถนะ มลพิษและ การสึกหรอของเครื่องยนต์ รวมไปถึงถึงศักยภาพการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของประเทศ

จากการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลขึ้น โดยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล 100% จะให้แรงบิดและกำลังเบรกดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 5% และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉพาะสูงกว่าประมาณ 10% ส่วนการสึกหรอพบว่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล (กิตติพงษ์ และคณะ, 2550; นคร และอนุชาล, 2546) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยมากมายอื่นเกี่ยวข้องกับมลพิษไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล ที่ยืนยันได้อย่างชัดเจนว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลมีส่วนช่วยลดการปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลได้ (Antolin et al., 2002)

สำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 20 ต่อสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางที่ใช้ในเรือประมง โดยจะกระทำในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อยืนยันในด้านประสิทธิภาพสำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการทดสอบในภาคสนามต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำมันดีเซลที่ใช้ในการทดสอบนี้ จะใช้น้ำมันดีเซล ULSD (Ultra low sulfur diesel) ตามมาตรฐานเชื้อเพลิงกรมธุรกิจพลังงาน ส่วนน้ำมันไบโอดีเซล B100 เป็นน้ำมันไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากกรมธุรกิจพลังงาน (กรมธุรกิจพลังงาน-ก, 2552) โดยน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลที่ได้ จะนำมาผสมกันในสัดส่วน 20% โดยปริมาตร (B20) และสัดส่วน 50% โดยปริมาตร (B50)

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ มี 3 เครื่อง 3 ยี่ห้อ คือ HINO รุ่น HO7C CUMMIN รุ่น 6B5.9 KOMATSU รุ่น S4D105-3 ทั้งหมดเป็นเครื่องยนต์ดีเซลสภาพเก่าที่ถอดออกมาจากเรือประมงแบบลากเดี่ยว โดยมีพิกัดเครื่องยนต์รายละเอียดดังตารางที่ 1

มาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ อ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 15550 – 2002: International

Combustion Engine Determination and Method for the Measurement of Engine Power ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ทั่วไปที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเกือบทุกชนิด (ISBGS, 2002) ในการทดสอบจะใช้น้ำมันดีเซล (D) ก่อน สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอ้างอิงและเปรียบเทียบกับผลการทดสอบโดยใช้น้ำมัน B20, B50 และ B100

การทดสอบเพื่อหาผลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ อ้างอิงตามมาตรฐาน EMA-1982: The Alternative Fuels Committee of the Engine Manufacture's Association (Sureshkumar, K., R. Velraj and R. Ganesan, 2008) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบมลพิษ โดยวัดค่าความทึบแสงของควันไอเสีย ปริมาณก๊าซไอเสียชนิดต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมา

ขั้นตอนการทดสอบ คือ เดินเครื่องยนต์ โดยอุ่นเครื่องให้มีอุณหภูมิในการทำงานคงที่แล้ว ตั้งความเร็วรอบของเครื่องยนต์เริ่มต้นที่ 2,200 รอบต่อนาที ทำการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์โดยไดนาโมมิเตอร์จนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลง และทำการบันทึกค่า ทุก ๆ ความเร็วรอบที่ตกลง 50 รอบต่อนาที โดยพารามิเตอร์ที่ทำการวัดมีดังนี้

- 1) แรงบิด (Engine Break Torque)
- 2) กำลังเบรค (Engine Break Power)
- 3) การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 4) อุณหภูมิไอเสีย (Exhaust Gas Temperature)
- 5) องค์ประกอบแก๊สไอเสีย
- 6) ควันดำ (Smoke Opacity)

ทั้งนี้ข้อมูลแรงบิด กำลังเบรค และการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่าง ๆ จะนำมาแสดงผลวิเคราะห์ในรูปของกราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Performance curves)

เครื่องมือทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

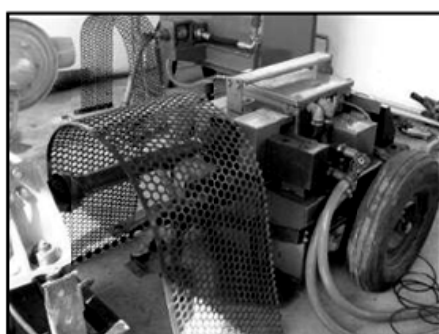
ไดนาโมมิเตอร์แบบ Hydraulic บริษัท AW Dynamometer, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น Neb 2-300 ตั้งแดงไว้ในรูปที่ 1 มีช่วงการวัดตั้งแต่ 74.6-223.7 kW ที่ความเร็วรอบ 540-2,000 RPM

เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Volumetric gravitational flow meter เพื่อใช้สำหรับวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้และไอเสียจากปล่องยี่ห้อ TESTO Model 350-XL สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซไอเสียได้ คือ CO CO₂ O₂ NO NO₂ SO₂ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 พิกัดข้อกำหนดของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ทดสอบ

Specifications	Hino Model-HO7C	Cummins Model 6B5.9	Komatsu Model S4D105-3
Brake power (bhp)	116 at 2,200 rpm	115 at 2,500 rpm	89 at 2,400 rpm
Engine torque (N-m)	442 at 2,000 rpm	327 at 2,500 rpm	263 at 2,400 rpm
Displacement (cc)	6,443	5,900	4,330
No. of cylinder	6	6	4
Firing order	1-4-2-6-3-5	1-5-3-6-2-4	1-2-4-3
Compression ratio	17.9 : 1	17.3 : 1	17 : 1
Fuel consumption (l/hr)	22.3 at 2,000 rpm	23.7 at 2,500 rpm	10.3 at 2,400 rpm



รูปที่ 1 ไดนาโมมิเตอร์ AW Dynamometer



รูปที่ 3 เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย TESTO Model 350-XL



รูปที่ 2 เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 4 เครื่องวัดความทึบแสงสำหรับวัดควันดำ

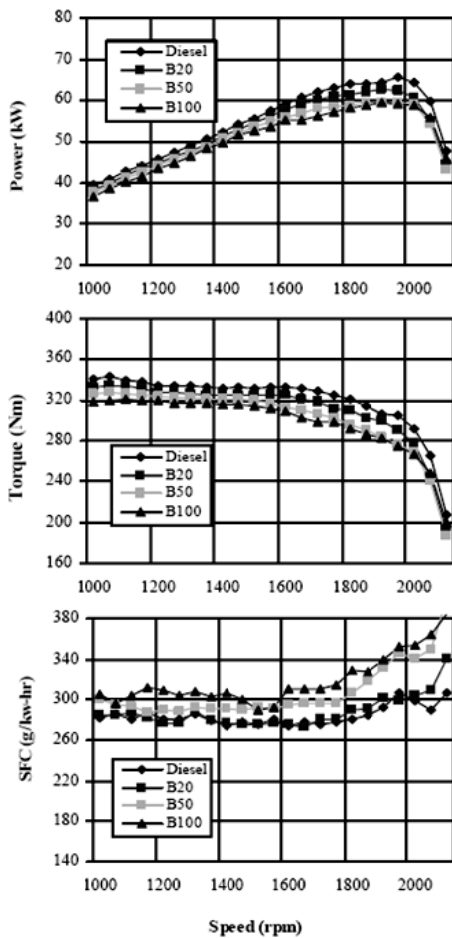
เครื่องวัดความทึบแสง (Opacity meter) ยี่ห้อ RED MOUNTAIN ENGINEERING Model 1667 ใช้สำหรับวัดเขม่าควันในไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เพื่อตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำของไอเสีย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ สมรรถนะเครื่องยนต์

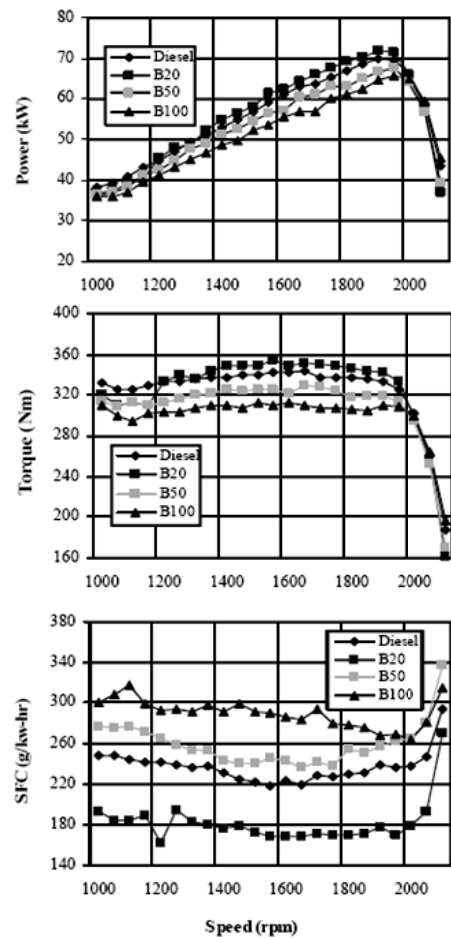
จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ 3 ยี่ห้อ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะ ของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 4 ชนิด คือ น้ำมัน Diesel, B20, B50 และ B100 ผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมัน B20 มีสมรรถนะอยู่ใน

เกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กันปกติ ไม่ว่าจะเป็นกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุดและ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และสมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มตกลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น โดยในส่วนของเครื่องยนต์ HINO ค่ากำลังของเครื่องยนต์จะลดลงหรือเพิ่มขึ้น (-/+) -4.4 และ -7.9% เครื่องยนต์ CUMMINS ค่ากำลัง -9.3 และ -9.6% เครื่องยนต์ KOMATSU ค่ากำลังตกลง +3.4 และ -7.6% เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

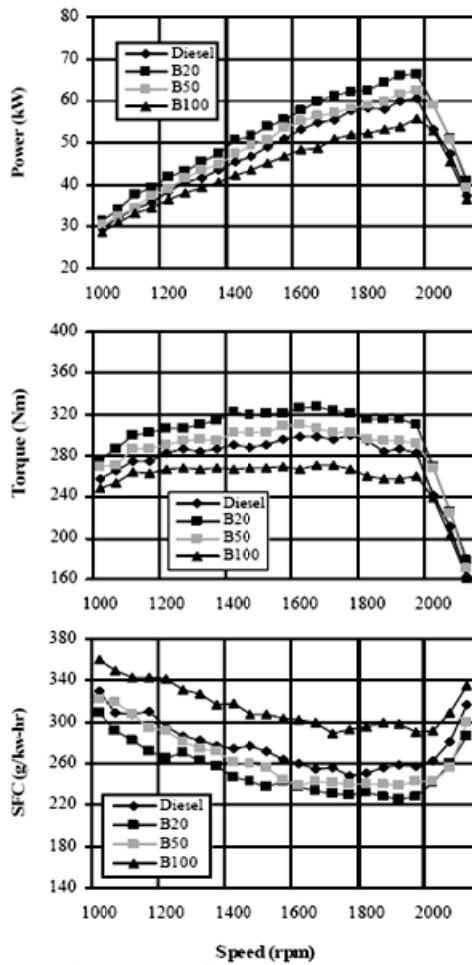
จำเพาะ(SFC) พบว่า เครื่องยนต์ HINO มีค่า SFC ลดลงหรือเพิ่มขึ้น (-/+) +7.7 และ +29.8% เครื่องยนต์ CUMMINS ค่า SFC +6.1 และ +9.4% เครื่องยนต์ KOMATSU ค่า SFC -7.0 และ +11.0% เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาสมรรถนะที่ลดลงและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่เพิ่มขึ้น พบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงร้อยละ 50 และ 100 อาจจะไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ตามก็จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยเช่น การสึกหรอของเครื่องยนต์ ราคาน้ำมันไบโอดีเซล และมลพิษไอเสีย



รูปที่ 5 สมรรถนะเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9



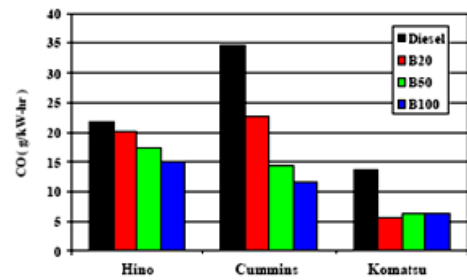
รูปที่ 6 สมรรถนะเครื่องยนต์ HINO รุ่น HO7C



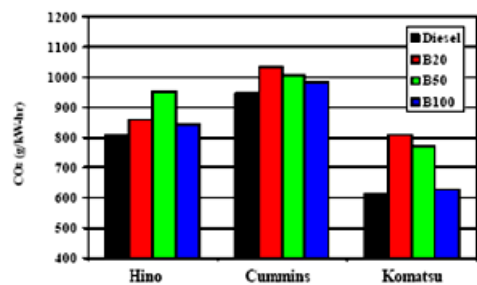
รูปที่ 7 สมรรถนะเครื่องยนต์ KOMATSU รุ่น S4D105-3

มลพิษจากไอเสีย

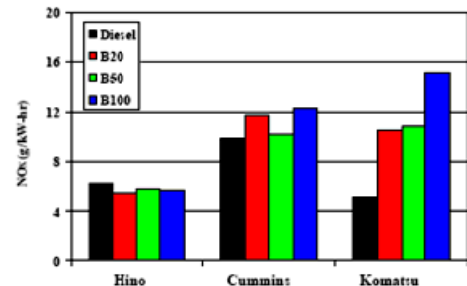
จากผลการวัดค่ามลพิษไอเสียของการทดสอบเครื่องยนต์ ทั้ง 3 เครื่องโดยใช้น้ำมัน B20, B50 และ B100 พบว่าค่าการปลดปล่อยมลพิษ CO ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก และเป็นไปในทางเดียวกันกับค่าเขม่าหรือ %ควันดำ ที่วัดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลไม่ว่าจะสัดส่วนเท่าใด จะสามารถลดการปลดปล่อย CO และเขม่าได้ อย่างไรก็ดีเมื่อทำการวิเคราะห์หาการปลดปล่อย NO_x จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_x ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_x เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล นั่นเป็นเพราะในน้ำมันไบโอดีเซลมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากเป็นน้ำมันที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้ในส่วนของ SO₂ พบในปริมาณน้อยมากในการทดสอบครั้งนี้



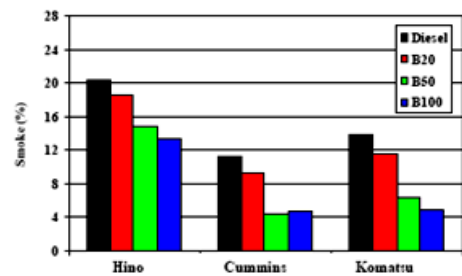
รูปที่ 8 อัตราการปล่อย CO ที่กำลังสูงสุด



รูปที่ 9 อัตราการปล่อย CO₂ ที่กำลังสูงสุด



รูปที่ 10 อัตราการปล่อย NO_x ที่กำลังสูงสุด



รูปที่ 11 ปริมาณควันดำ (%ที่บัสแสง)

สรุป

จากการทดสอบสมรรถนะและมลพิษจากไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมสัดส่วน 20, 50 และ 100% (B20, B50 และ B100) เปรียบเทียบกับสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซล โดยใช้เครื่องยนต์ 3 ยี่ห้อ 3 รุ่น สรุปได้ว่า เครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมัน B20 มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กันปกติ ไม่ว่าจะเป็นกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุดและ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน แต่สมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มตกลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น ทั้งนี้เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่ลดลงและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่เพิ่มขึ้นพบว่า การใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงร้อยละ 50 และ 100 อาจจะไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น การสึกหรอของเครื่องยนต์และราคาอะไหล่ ราคา น้ำมันไบโอดีเซล อย่างไรก็ตามผลการทดสอบด้านมลพิษไอเสีย ยังเป็นตัวยืนยันได้ว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลสามารถลดการปลดปล่อยมลพิษลงได้

คำขอบคุณ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยและทดสอบการใช้ไบโอดีเซลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปกับเรือประมง ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ เสถียรเสาวภากร, กุลเชษฐ เพียรทอง, อธิธิพล วพันธ์. 2549. ผลกระทบต่อสมรรถนะและการสึกหรอในการใช้งานระยะยาวของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20. จังหวัดนครราชสีมา.

กรมธุรกิจพลังงาน-ก. 2552. รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซล (B100) ที่ได้รับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายจากกรมธุรกิจพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (ก . ค . 2 5 5 2) Online available: <http://www.doeb.go.th/information/stat/B100.pdf>

นคร ทิพย์วงศ์และอนุศาล เพิ่มสุวรรณ. 2546. การประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้งานยาวนานโดยใช้น้ำมันปาล์มดีเซลเป็นเชื้อเพลิง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วัชรพล ปุณชันย์, ประพัทธ์ สันติวารากร, สมนึก ธีรกุลพิศุทธิ์

และพงษ์พันธ์ ชัยนิตย์ม. 2550. การศึกษาสมรรถนะและการปล่อยก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลกับน้ำมันสบู่ดำ. วารสารวิจัย มช. ฉบับบัณฑิตศึกษา 7(4): 29-38

เสมอขวัญ ต้นติกุล. 2544. เครื่องยนต์สันดาปภายใน.

สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, กรุงเทพฯ. 598 น.

Antolin, G., Tinaut, F.V., Briceno, V., Castano, V., Perze, C., and Ramierz, A.I. Optimisation of Biodiesel Production by Sunflower Oil Transesterification, Bioresource Technology Vol. 83 pp. 111 – 114, 2002.

Gumus, M. 2008. Evaluation of hazelnut kernel oil of Turkish origin as alternative fuel in diesel engines. Renewable Energy. 33: 2448-2457

International standards for Business, Government and Society. 2002. ISO 15550: 2002 Internal Combustion Engines – Determination and Method for Measurement of Engine Power – General Requirements. International Organization for standardization. (March 2002). Online available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28185

Sureshkumar, K., R. Velraj and R. Ganesan. 2008. Performance and exhaust emission characteristics of a CI engine fueled with Pongamis pinnata methyl ester (PPME) and its blends with diesel – College of Engineering. Renewable Energy. 33: 2294 – 2302.

ประวัติผู้เขียน

นายเกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ เกิดเมื่อ วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2527 ณ อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี เป็นบุตรของพ่ออนันต์ นิคมชัยประเสริฐ และแม่จุฬาทิพย์ นิคมชัยประเสริฐ ศึกษา ระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนวัฒนาอนุศาสน์ ตำบลพนัสนิคม อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายที่โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ตำบลพนัสนิคม อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2550 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการพลังงาน สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2551