บทที่ 4

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบซึ่งจะประกอบไปด้วย อุณหภูมิการอุ่น CPO ก่อนการผสมและผลการทดสอบหาส่วนผสม การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ รวมถึงการแบ่งชนิดของเชื้อเพลิง และการควบคุมคุณภาพ

4.1 ผลการทดสอบส่วนผสมของเชื้อเพลิง

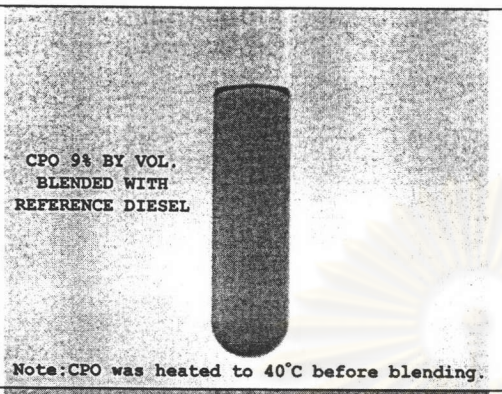
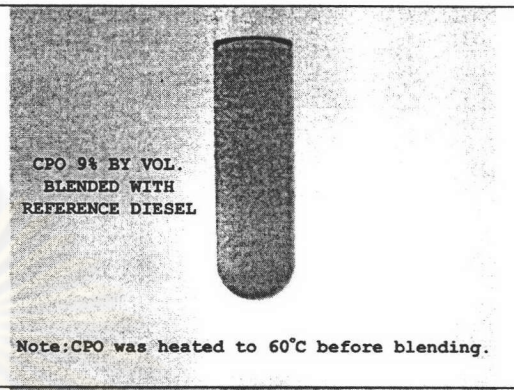
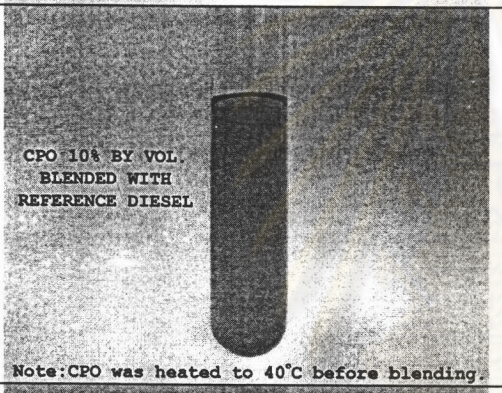
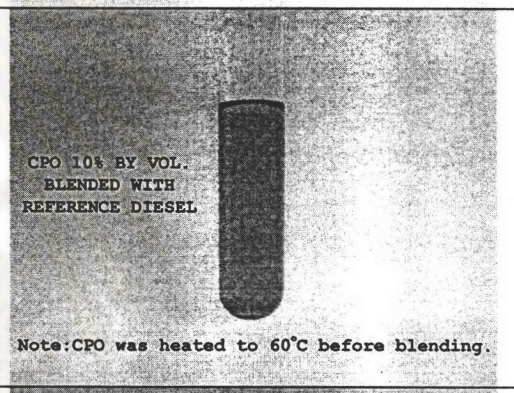
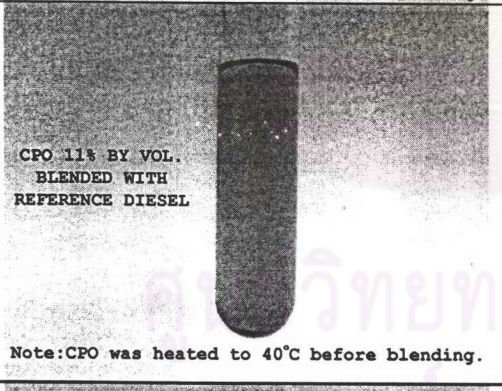
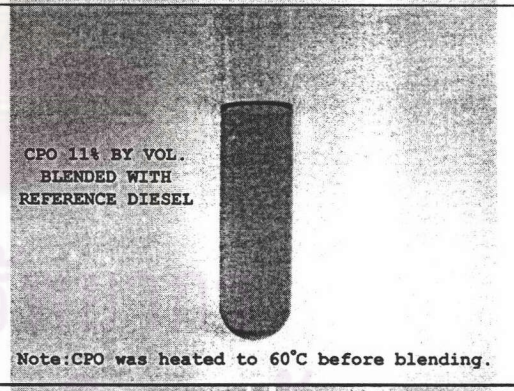
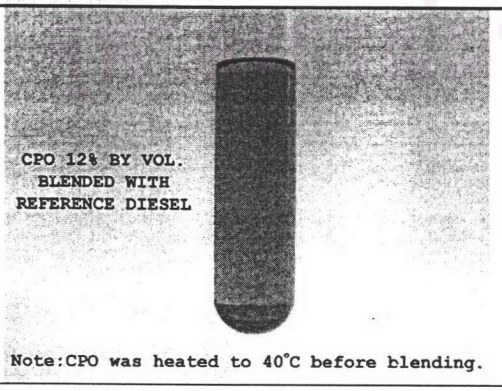
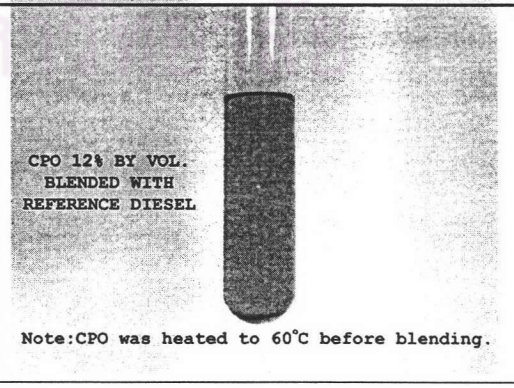
จากการทดสอบส่วนผสมของน้ำมันปาล์มดิบกับน้ำมันดีเซลและอุณหภูมิน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสม จากการตรวจพินิจปริมาณตะกอนที่อยู่ในหลอดแก้วที่ตั้งทิ้งไว้หลังการผสม และจากการตรวจวัดปริมาณตะกอนหลังนำไปผ่านกระบวนการเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากเก็บน้ำมันผสมทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบปริมาณไขตะกอนที่เกิดขึ้นที่ส่วนผสมต่างๆ จากการตรวจพินิจแสดงในตารางที่ 4-1 พบว่า ปริมาณตะกอนในทุกส่วนผสมของการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสม 60°C น้อยกว่า ปริมาณตะกอนในทุกส่วนผสมของการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสม 40°C และพบว่า ณ อุณหภูมิน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสม 60°C สามารถเห็นปริมาณตะกอนได้ชัดเจนในปริมาณที่มากเมื่อปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่นำมาผสมมีปริมาณตั้งแต่อัตราส่วนผสมที่ 13% ขึ้นไป

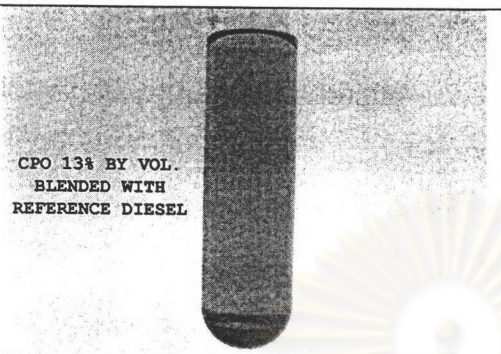
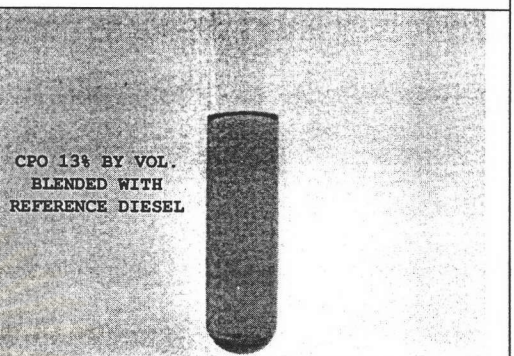
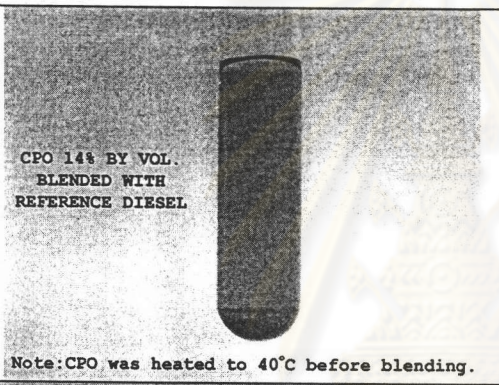
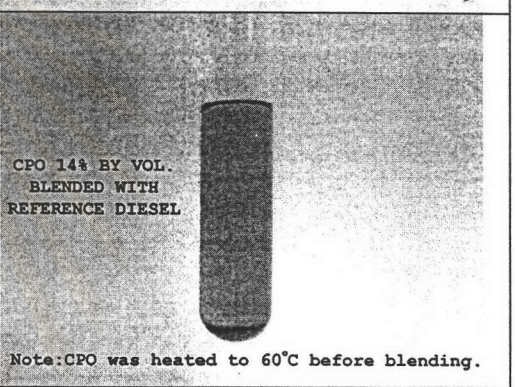
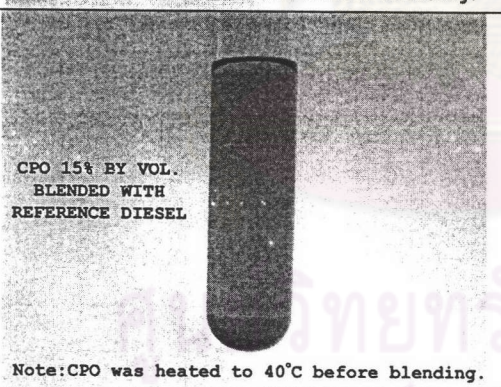
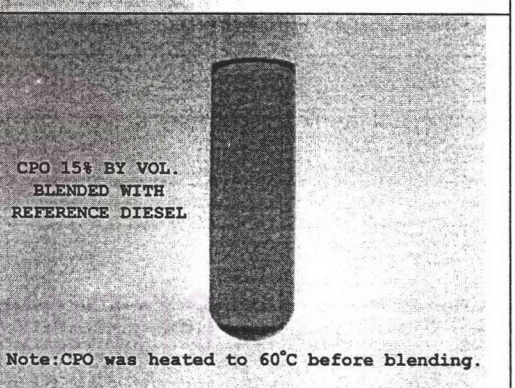
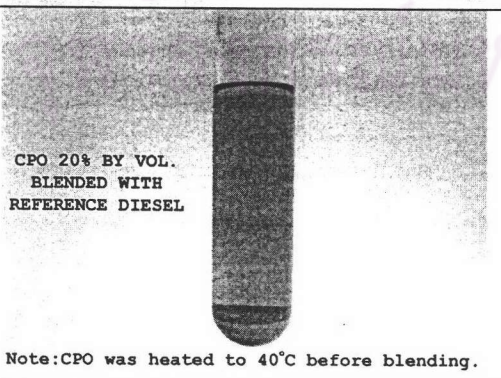
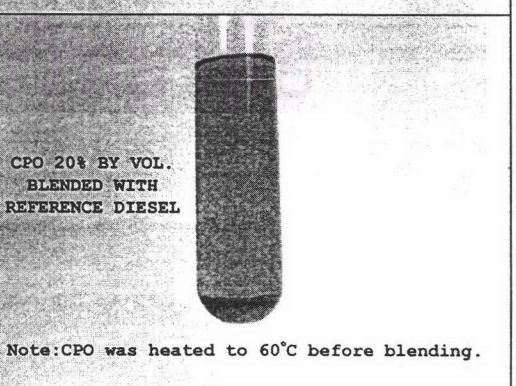
ผลจากการนำน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลผ่านกระบวนการเหวี่ยงพบว่าตะกอนถูกแรงเหวี่ยงอัดชิดปลายหลอดแก้วซึ่งพบปริมาณตะกอนที่น้อยมาก จากการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นพบว่าการเพิ่มส่วนผสมของน้ำมันปาล์มดิบ จะทำให้ตะกอนที่ก้นหลอดมีปริมาณมากขึ้นตามปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่เพิ่มขึ้น และพบว่าตะกอนนี้จะมีปริมาณลดลงเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นก่อนการผสมมีค่าสูงขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนของน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับน้ำมันดีเซลอ้างอิงระหว่างการใช้อุณหภูมิการอุ่นปาล์มดิบก่อนการผสมที่ 40°C และ60°C ที่ส่วนผสมต่างๆ

	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 40°C	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 60°C
น้ำมันปาล์มดิบ 9%		
น้ำมันปาล์มดิบ 10%		
น้ำมันปาล์มดิบ 11%		
น้ำมันปาล์มดิบ 12%		

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) ภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนของน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับน้ำมันดีเซลอ้างอิงระหว่างการใช้อุณหภูมิการอุ่นปาล์มดิบก่อนการผสมที่ 40°C และ 60°C ที่ส่วนผสมต่างๆ

	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 40°C	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 60°C
น้ำมันปาล์มดิบ 13%		
น้ำมันปาล์มดิบ 14%		
น้ำมันปาล์มดิบ 15%		
น้ำมันปาล์มดิบ 20%		

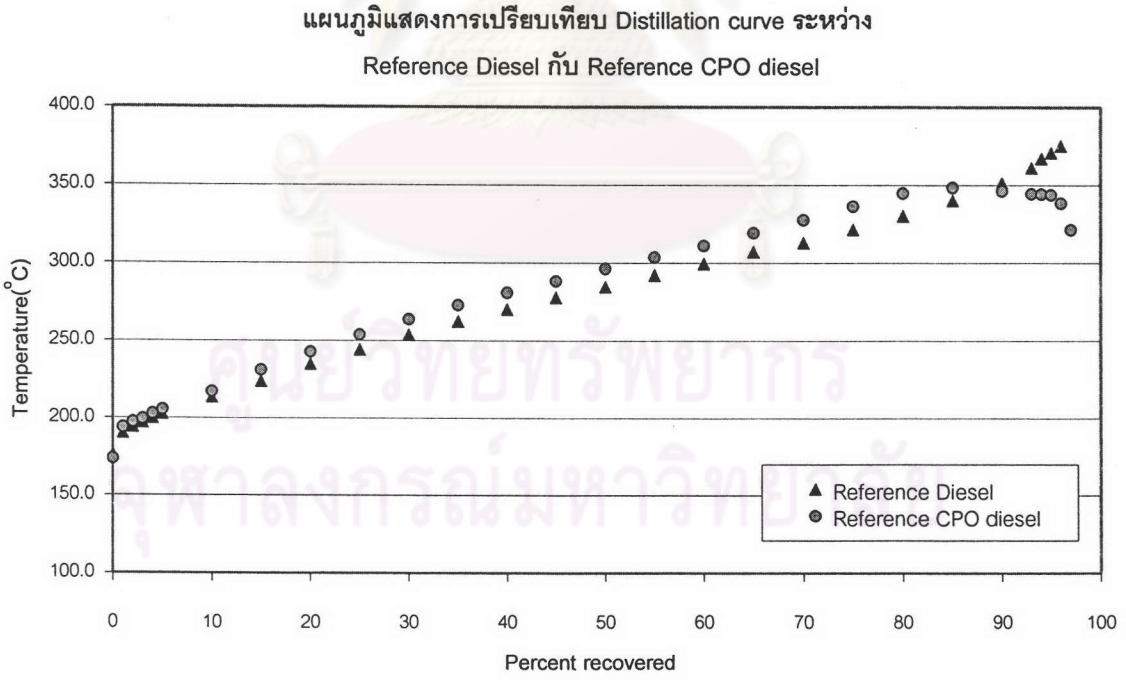
เมื่อนำน้ำมันที่ผ่านกระบวนการทดสอบมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 6 เดือน แล้วทำการตรวจสอบพบว่าปริมาณไขและตะกอนเพิ่มขึ้นจนสามารถเปรียบเทียบผลของปริมาณที่เกิดขึ้นได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิงที่ใช้อุณหภูมิอุ่นปาล์มดิบก่อนการผสม 40°C มีปริมาณไขและตะกอนเกิดขึ้นมาก และปริมาณและตะกอนมีน้อยที่อุณหภูมิปาล์มดิบก่อนการผสม 60 °C และปริมาณไขและตะกอนจะมีแนวโน้มที่มากขึ้นตามส่วนผสมของน้ำมันปาล์มดิบที่มากขึ้น สรุปได้ว่าแนวโน้มของการเกิดไขจากการเก็บรักษามีแนวโน้มเดียวกับปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นหลังการผสมน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซล

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบปริมาณไขและตะกอนที่เกิดขึ้นหลังเก็บน้ำมันเป็นเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้องระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 40°C และ 60°C

NO.	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 40°C					
	9% CPO		10% CPO		11% CPO	
	ปริมาณตะกอน	(%vol)	ปริมาณตะกอน	(%vol)	ปริมาณตะกอน	(%vol)
1	0.5	5.00	0.6	6.00	0.65	6.50
2	0.5	5.00	0.5	5.00	0.6	6.00
3	0.5	5.00	0.5	5.00	0.6	6.00
Avg.		5.0		5.3		6.2
NO.	อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ 60°C					
	9% CPO		10% CPO		11% CPO	
	ปริมาณตะกอน	(%vol)	ปริมาณตะกอน	(%vol)	ปริมาณตะกอน	(%vol)
1	0.2	2.00	0.15	1.50	0.4	4.00
2	0.15	1.50	0.35	3.50	0.5	5.00
3	0.15	1.50	0.1	1.00	0.5	5.00
Avg.		1.7		2.0		4.7

จากผลดังกล่าวข้างต้นน้ำมันปาล์มดิบ 10% ผสมกับน้ำมันดีเซล 90% จึงเป็นส่วนผสมที่ถูกเลือกใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจาก เพราะว่าเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณตะกอนไม่มากนักและสะดวกในการผสม อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสมเท่ากับ 60°C เนื่องจากมีปริมาณของตะกอนและปริมาณการเกิดไขเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานที่น้อยกว่าจากการอุ่นที่อุณหภูมิ 40°C และพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบก่อนการผสมนั้นยิ่งมากก็ยิ่งมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดไขตะกอนหลังจากการผสมจะลดลงอย่างไรก็ตาม 60°C เป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงจนเกินไปนักและเป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้ไขในน้ำมันปาล์มดิบละลายเป็นเนื้อเดียวกันได้

จากนั้นนำส่วนผสมที่เลือกใช้มาทำการทดสอบการกลั่นตัวที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันปาล์มดิบ 10% ผสมดีเซลอ้างอิง 90% มีอุณหภูมิของโค้งการกลั่นตัว (Distillation Curve) สูงกว่าอุณหภูมิการกลั่นตัวของน้ำมันดีเซลอ้างอิง ซึ่งหมายความว่าที่อุณหภูมิเดียวกันน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิงจะมีปริมาณของไอที่ได้จากการระเหยของน้ำมันในปริมาณที่น้อยกว่า และช่วงปลายของการกลั่นตัวพบว่าในน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิง ได้เกิดการแตกตัว (Cracking) เป็นโครงสร้างที่เล็กลงทำให้อุณหภูมิการกลั่นตัวของน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิงมีค่าลดลง ซึ่งรวมถึงค่า T90 ด้วย



รูปที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการกลั่นตัวที่อุณหภูมิต่างๆ ของน้ำมันดีเซลอ้างอิงและปาล์มดิบผสมน้ำมันดีเซลอ้างอิง ตามมาตรฐาน ASTM D86

4.2 รูปแบบน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบ

สำหรับงานวิจัยนี้ได้แบ่งเชื้อเพลิงตามรูปแบบการทดสอบออกเป็นสองชนิด คือ เชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ และเชื้อเพลิงสำหรับทดสอบความทนทาน

รูปแบบการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นแตกต่างไปจากรูปแบบการทดสอบความทนทาน โดยการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นเป็นการศึกษาในเชิงคุณภาพ ซึ่งต่างจากการทดสอบความทนทานซึ่งเป็นการทดสอบในเชิงปริมาณ

ตารางที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ระหว่างน้ำมันดีเซลอ้างอิงกับน้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดีเซลอ้างอิง

Properties	Unit	Test Method	Reference Diesel	Reference CPO/Diesel	Thailand Diesel Specification
Specific Gravity @ 15.6/15.6 °C		ASTM D1298	0.8266	0.8360	0.810 – 0.870
Cetane Index		ASTM D976	58.9	-	47 min.
Cetane number		ASTM D613	59.3	55.4	47 min.
Viscosity @ 40 °C	CST	ASTM D445	3.10	3.910	1.8 – 4.1
Pour point	°C	ASTM D97	-3	-6	10 max.
Sulfer content	%wt.	ASTM D4294	0.040	-	0.05 max.
Copper strip corrosion number	Number	ASTM D130	1a	1a	1a
Carbon residue	%wt.	ASTM D4530	< 0.001	0.039	0.05 max.
Water and sediment	%vol	ASTM D2709	Trace	0.025	0.05 max.
Ash, %wt.		ASTM D482	< 0.001	0.002	0.01 max.
Flash point	°C	ASTM D93	70	73	52 min.
Distillation		ASTM D86			
90 % recovered	°C		350.6	346.2	350 max.
Colour		ASTM D1500	L0.5	-	-
Lubricity by HFRR	µm	CEC F-06-A-96	522 (+ LA = 398)	209	460 max.
Total Acid Number		ASTM D974	0.04	1.02	-
Gross heating value	J/g		45,968	44,982	44,500 min.

ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นได้ดำเนินการทดสอบภายใต้สภาวะที่ถูกควบคุม เนื่องจากการทดสอบกระทำในช่วงเวลาสั้นๆและมีค่าใช้จ่ายสูงดังนั้นจะต้องทำการทดสอบอย่างด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างมากเพื่อให้ผลที่ได้ออกมามีความเที่ยงตรงและแม่นยำและจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงอ้างอิงจากแหล่งเดียวกันตลอดทั้งน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลและน้ำมันดีเซล เพื่อที่จะนำผลมาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิงและน้ำมันดีเซลอ้างอิงที่ใช้ในการนำมาผสมกับน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ในการทดสอบนี้ แสดงดังตารางที่ 4-3

ในการทดสอบความทนทานนั้นเป็นการทดสอบที่ต้องดำเนินการเป็นระยะเวลานาน การทดสอบนี้จึงต้องใช้เชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากประกอบกับการหาน้ำมันที่มาจากแหล่งเดียวกันและเพื่อใช้ในการทดสอบตลอดโครงการจำเป็นต้องมีสถานที่จัดเก็บซึ่งไม่สามารถกระทำได้และเพื่อเป็นการจำลองการนำแนวคิดสูตรเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะไปปฏิบัติจริงตลอดจนศึกษาการสึกหรออันรวมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการแกว่งของค่าคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลที่มีในท้องตลาดซึ่งมาจากแหล่งและ/หรือวาระ (batch) ที่ต่างกัน ดังนั้นเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบนี้จึงควบคุมเฉพาะวิธีการผสมโดยที่ไม่ควบคุมแหล่งหรือ batch ในขั้นตอนการผสมนั้นน้ำมันปาล์มดิบจะถูกนำมาทำให้ร้อนจนกระทั่งน้ำมันปาล์มดิบใส ที่อุณหภูมิประมาณ 60°C จากนั้นนำน้ำมันปาล์มดิบมาผสมกับน้ำมันดีเซลในภาชนะที่ได้เตรียมไว้ ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซล อนึ่งในการทดสอบความทนทานนี้ จะใช้น้ำมันผสมดังกล่าวควบคู่กับน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิง ดังรายละเอียดดังนี้

1. น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิง น้ำมันชนิดนี้จะถูกใช้สำหรับการวัดค่าสมรรถนะ และการวัดค่าไอเสีย
2. น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซล เป็นน้ำมันผสมที่ถูกผสมเองโดยผู้ใช้ น้ำมันผสมชนิดนี้จะถูกใช้สำหรับการทดสอบความทนทาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย