

การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์คอมมอนเรล

**EXPERIMENT STUDY ON USED VEGETABLE OILS BIODIESEL
IN COMMONRAIL ENGINE**



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้ในเครื่องยนต์คอมมอนเรล



มงคล สมประสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์คอมมอนเรล

Experiment Study on Used Vegetable Oils Biodiesel in Commonrail Engine

ชื่อ - นามสกุล

นายมงคล สมประสิทธิ์

สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล


อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.


ปีการศึกษา

2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์มนูศักดิ์ งานทอง, Dr.-Ing.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ, Ph.D.)


..... กรรมการ
(อาจารย์ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์, Ph.D.)


..... กรรมการ
(อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิวกอ อ่างทอง, Ph.D.)

วันที่ 28 เดือน เมษายน พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์คอนมอนเรล
ชื่อ-นามสกุล นายมงคล สมประสิทธิ์
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิพัฒน์ ปราโมทย์, Ph.D.
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

จากวิกฤตการณ์พลังงานที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ทำให้รัฐบาลมีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2551-2565 ไบโอดีเซลเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีความสำคัญ โดยน้ำมันปาล์มมีศักยภาพสูงสุดในการผลิตไบโอดีเซล รองลงมาคือน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันสบู่ดำตามลำดับ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการศึกษาน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันไบโอดีเซล B5 มาเปรียบเทียบกับทดสอบในเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลในรถยนต์กระบะโตโยต้ารุ่น Hilux Vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV 4 สูบ ปริมาตรกระบอกสูบ 2982 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II ทำการทดลอง ภาระการทำงาน ปริมาตรการฉีด การฉีดนำร่อง ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง ความดันสมบูรณ์ภายในท่อร่วมไอดี อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัด การทดลองครั้งนี้เป็นแบบภาระเต็ม ล้นเต็ม (Full Load-Full Throttle) ความเร็วรอบเริ่มต้นที่ 750 รอบต่อนาที หลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระ โดยการเพิ่มความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบต่อนาที

จากการทดสอบพบว่าคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซล B5 ทั้งนี้คุณสมบัติบางชนิด เช่นค่าความหนาแน่นมีค่ามากกว่าไบโอดีเซล B5 ทำให้ภาระการทำงานของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีค่ามากกว่า 52.23% แต่คุณสมบัติต่างๆที่ทดสอบมามีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก จึงสรุปได้ว่า เชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนของเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอนมอนเรลได้

คำสำคัญ: เครื่องยนต์แบบคอนมอนเรล ไบโอดีเซล น้ำมันพืชใช้แล้ว

Thesis Title	Experiment Study on Used Vegetable Oils Biodiesel in Commonrail Engine
Name - Surname	Mr. Mongkol Somprasit
Program	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Mr. Pipat Pramot, Ph.D.
Academic Year	2014

ABSTRACT

Due to the energy crisis, the government has been promoting the renewable energy development plan (2008-2022) and the use of biodiesel across the country is one strategy in this plan. According to the plan, the palm oil is the most potential source for biodiesel while vegetable oils and black soap oil are less potential sources in the production of biodiesel.

In this research, both vegetable-oils biodiesel and B5 biodiesel were tested on Toyota Hilux Vigo truck 1KD-FTV 4 cylinders commonrail 2,982 cc engine using the Intelligent Tester II. The experimental subjects are calculate load, injection volume, pilot 1 injection rate, pilot 2 injection rate, fuel pressure, Manifold Absolute Pressure (MAP) and Manifold Air-Fuel ratio (MAF). The experiment was operated at the full load - full throttle, which the throttle was fully opened and held at the top position. The initial speed was idle and the load of the engine was continuously added to speed up the engine from 750 rpm to 3,000 rpm by the increased speed step about 500 rpm.

The results show that the properties of used-vegetable-oils biodiesel are close to those of the standard B5 biodiesel. However, some properties, such as density, are higher than those of B5 biodiesel. Consequently, the work load of the used-cooking-oil biodiesel is 52.23% greater than that of B5 biodiesel. The rest of the properties are not different to B5 biodiesel. This can be concluded that biodiesel fuel made from used cooking oil can be used as an alternative fuel for commonrail diesel engines.

Keywords: commonrail diesel engine, biodiesel, used vegetable oil

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จอย่างลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงและความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงจากดร. พิพัฒน์ ปราโมทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำการศึกษาวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ทั้งนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์, ดร.ปรัชญา เปรมปราณีรัชย์ กรรมการการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัยเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และขอขอบคุณบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด และวิทยาลัยเทคโนโลยียานยนต์โตโยต้าที่สนับสนุนข้อมูลและรถยนต์ทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณและมอบความดีนี้ให้แก่คุณพ่อมังกร ให้สุขและคุณแม่สมศรี ไตรประสิทธิ์ รวมทั้งภรรยา พี่น้องและเพื่อนที่แสนดีและคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ให้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ หากการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

มงคล สมประสิทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญรูป.....	(9)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	(12)
บทที่ 1 บทนำ.....	13
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	13
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	14
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	14
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.2 คุณลักษณะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV.....	24
2.3 ระบบคอมมอนเรลไดเรคอินเจคชั่น.....	26
2.4 น้ำมันดีเซล.....	32
2.5 น้ำมันพืช.....	38
2.6 น้ำมันไบโอดีเซล.....	41
2.7 น้ำมันไบโอดีเซล B100.....	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	50
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
3.2 สัญญาณของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ที่มีผลต่อการทดสอบ.....	57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
4.1 ผลการวิเคราะห์.....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล	70
5.1 ข้อเสนอแนะ.....	71
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก.....	76
ภาคผนวก ข.....	88
ประวัติผู้เขียน.....	114



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	รายละเอียดเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล 1KD-FTV..... 25
ตารางที่ 2.2	แสดงคุณสมบัติน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว..... 33
ตารางที่ 2.3	การกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลสำหรับใช้กับเครื่องยนต์หมุนช้าใน ประเทศไทย..... 34
ตารางที่ 2.4	ข้อกำหนดของไบโอดีเซล (Specification for Biosiesel (B100) ตามมาตรฐาน ASTM D6751-03 เดือนธันวาคม 2001..... 43
ตารางที่ 2.5	เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลเบอร์ 2 กับน้ำมันไบโอดีเซลบางตัว..... 48
ตารางที่ 3.1	รายละเอียดเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล 1KD-FTV..... 51
ตารางที่ 3.2	คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ..... 52
ตารางที่ 4.1	ตารางค่าเฉลี่ยการทดสอบเครื่องยนต์ 1KD-FTV เปรียบเทียบระหว่างน้ำมัน ดีเซลและไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง..... 69
ตารางที่ ก1	ผลทดสอบการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์1KD-FTV.... 77
ตารางที่ ก2	ผลการทดสอบการไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับ เครื่องยนต์1KD-FTV 80

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1	กระบวนการการผลิตไบโอดีเซล..... 16
รูปที่ 2.2	ลักษณะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆที่ความดัน800-1200 bar..... 17
รูปที่ 2.3	ผลการทดสอบ B0, B5, B10, B20 และ B50..... 18
รูปที่ 2.4	การทดสอบความล่าช้าของการจุดระเบิด..... 19
รูปที่ 2.5	ลักษณะการทดสอบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง..... 20
รูปที่ 2.6	แรงบิดของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (a) และเปรียบเทียบกับระยะ ระยะเวลาการทำงาน..... 21
รูปที่ 2.7	อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (a) และเปรียบเทียบกับ กำลังเครื่องยนต์(b) 21
รูปที่ 2.8	ผลการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และควันดำของเครื่องยนต์ ทั้งก่อนและหลังการใช้งานระยะยาว..... 23
รูปที่ 2.9	โครงสร้างของเครื่องยนต์ 1KD-FTV..... 24
รูปที่ 2.10	ชิ้นส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล..... 28
รูปที่ 2.11	ระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์คอมมอนเรล..... 29
รูปที่ 2.12	การทำงานของระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิง..... 30
รูปที่ 2.13	การทำงานของปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง..... 30
รูปที่ 2.14	การทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูด เชื้อเพลิงเล็กน้อย..... 31
รูปที่ 2.15	การทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูด เชื้อเพลิงกว้าง..... 32
รูปที่ 2.16	โมโนกราฟสำหรับการประมาณหาค่าดัชนีซีเทน..... 36
รูปที่ 3.1	รายการของเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II..... 50
รูปที่ 3.2	ข้อต่อต่างๆของ DLC 3..... 53
รูปที่ 3.3	จุดต่อ DLC 3เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) 54
รูปที่ 3.4	เครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II และรถที่ใช้ในการทดสอบ..... 55

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.5	ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II กับรถที่ใช้ในการทดสอบ.....	55
รูปที่ 3.6	เซตค่าและอ่านค่าจากเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II กับรถที่ใช้ในการทดสอบ.....	56
รูปที่ 3.7	ขั้นตอนการเข้าเมนู Snapshot.....	56
รูปที่ 3.8	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการ Snapshot.....	57
รูปที่ 3.9	เซนเซอร์แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง.....	57
รูปที่ 3.10	สัญญาณของแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง.....	58
รูปที่ 3.11	ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง.....	58
รูปที่ 3.12	ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซนเซอร์เพลาค้อเหวี่ยง.....	59
รูปที่ 3.13	ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซนเซอร์เพลาลูกเบี้ยว.....	60
รูปที่ 3.14	ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์วัดการไหลของอากาศ.....	60
รูปที่ 3.15	ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์วัดแรงดันเทอร์โบ.....	61
รูปที่ 4.1	ผลทดสอบภาระของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	62
รูปที่ 4.2	ผลทดสอบแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	63
รูปที่ 4.3	ผลทดสอบอัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	64
รูปที่ 4.4	ผลทดสอบแรงดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดีระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	65
รูปที่ 4.5	ผลทดสอบปริมาตรการฉีดของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	66
รูปที่ 4.6	ผลทดสอบการฉีดนำร่องครั้งที่ 1 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	67
รูปที่ 4.7	ผลทดสอบการฉีดนำร่องครั้งที่ 2 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.....	68

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ ก.1	ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันพืชใช้แล้วตัวอย่างที่ 1 จากมาตรวัดวิทยา.....	86
รูปที่ ก.2	ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันพืชใช้แล้วตัวอย่างที่ 2 จากมาตรวัดวิทยา.....	87



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

การฉีดน้ำร้อน	การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงช่วงแรกในระบบ
แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าของแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในคอมมอนเรลที่ส่งข้อมูลย้อนกลับไปยัง ECU
MAP	แรงดันสุญญากาศในท่อร่วมไอดี
MAF	อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดปริมาณอากาศ
NE	สัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากสถานะที่ราคาน้ำมันจากฟอสซิลเพิ่มสูงขึ้น และมีที่คาดว่าไม่กี่สิบปีมนุษยโลกจะเผาผลาญน้ำมันหมด ทำให้แต่ละประเทศต่างมีแผนความมั่นคงด้านพลังงานเกิดขึ้น โดยเฉพาะพลังงานทดแทนมีความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ จากสถานการณ์ดังกล่าวมีผลให้ราคาน้ำมันดีเซลมีการปรับตัวสูงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาทั้งภาคอุตสาหกรรม และ เกษตรกรรม ทำให้รัฐบาลมีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง จากแผนพัฒนาไป โอดีเซล พ.ศ. 2551-2565 ทำให้มีการประกาศใช้น้ำมันปี2-ปี3 ในปี 2551-2553 และในปี 2554 จะมีการบังคับใช้ ปี5 ควบคู่ไปกับการเพิ่มทางเลือกการใช้ปี10 ทำให้ปัจจุบันมีการใช้ไบโอดีเซลให้แพร่หลายทั่วประเทศ

โดยนอกเหนือจากน้ำมันปาล์มที่เป็นน้ำมันที่มีศักยภาพสูงสุดที่ใช้ผลิตไบโอดีเซลแล้ว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันสบู่ดำเป็นน้ำมันที่มีศักยภาพรองลงมาในการผลิตไบโอดีเซล โดยน้ำมันพืชใช้แล้วนั้น ในน้ำมันพืชใช้แล้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำมีสารพิษก่อมะเร็ง (carcinogen) อยู่ 2 กลุ่ม คือ อนุมูลอิสระ (free radicals) และ ไดออกซิน จึงสมควรนำน้ำมันเก่าเหล่านั้นมาแปรรูปให้เกิดประโยชน์เป็นพลังงานแทนการนำกลับไปใช้บริโภคที่จะทำให้เกิดผลกระทบและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

อีกทั้งจากรายงานผลการสำรวจน้ำมันพืชใช้แล้ว ภายใต้โครงการน้ำมันพืชใช้แล้วเพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลในปี 2548 ของสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงานพบว่าน้ำมันพืชที่เหลือจากแหล่งที่ใช้ทั้งหมดทั่วประเทศ มีปริมาณรวมปีละ 74.5 ล้านลิตร โดยกลุ่มครัวเรือนมีปริมาณน้ำมันพืชเหลือจากการใช้มากที่สุดคือ 47.2 ล้านลิตรต่อปี รองลงมาได้แก่สถานประกอบการ 22.5 ล้านลิตรต่อปี โรงงานอุตสาหกรรม 3.4 ล้านลิตรต่อปี และผู้จำหน่ายของทอดในตลาด 1.3 ล้านลิตรต่อปี สำหรับการสำรวจปริมาณน้ำมันใช้แล้วจากสถานประกอบการนั้นพบว่าได้จากกลุ่มผู้ผลิตฟาสต์ฟู้ดส์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ร้านอาหาร โรงแรม โรงพยาบาลและห้างสรรพสินค้า จากผลการสำรวจพบว่าน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณมากพอที่จะนำมาแปรรูปเพื่อใช้ในรถกระบะ 1 คัน

ที่ผ่านมาในกลุ่มรถกระบะ 1 คันนำระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบระบบคอมมอนเรล ไคเร็ค อินเจกชั่นหรือ CDI (Commonrail Direct Injection) ได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อใช้งานกับรถยนต์ที่เน้นทั้งแรงม้า แรงบิด และความนุ่มนวลในการทำงานของเครื่องยนต์ บนพื้นฐานความประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งนี้การทำงานของเครื่องยนต์ซึ่งมีห้องเผาไหม้แบบเปิด และบีบแรงดันสูงส่งน้ำมันเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยตรง จุดเด่นของเครื่องยนต์ดีเซล Di คือ ความประหยัดน้ำมัน แต่ก็ยังมีข้อเสียในเรื่อง

สมรรถนะ เสียงดัง เครื่องยนต์สั่นสะเทือนมาก , ให้คำมลพิษสูงโดยเฉพาะค่าก๊าซในโตรเจนออกไซด์ ในไอเสีย เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์แบบมากขึ้น จึงออกแบบให้มีการติดตั้งเทอร์โบ เปลี่ยนฝาสูบเป็นแบบทวินแคมและนำระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมการทำงาน ซึ่งล้วนเป็นสิ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

จากสถานการณ์ราคาน้ำมันดังกล่าวและประกอบกับปัจจุบันรถกระบะ 1 ตัน ส่วนใหญ่ใช้ระบบคอมมอนเรลในการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์คอมมอนเรลที่ใช้ไบ โอดีเซล งานวิจัยชิ้นนี้จึงดำเนินการทดสอบสมรรถนะ, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, ปริมาณการฉีด, ปริมาณการฉีดหลักและการฉีดนำร่อง, แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง, อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดปริมาณอากาศ, อัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้ไบ โอดีเซลส่วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้ว เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำรถยนต์ Toyota hilux vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ ปริมาตรกระบอกสูบ 2982 cc. มาทำการทดสอบกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยการทำการต่อสายเชื่อมต่อข้อมูล (Datalink Cable) เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) และขั้วต่อเชื่อมต่อข้อมูลด้านตัวรถ (DLC 3) ให้เสียบสายเชื่อมต่อข้อมูลตรงเข้ากับขั้วต่อ การทดสอบครั้งนี้เป็นแบบ Full load-Full Throttle ซึ่งเป็นการเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นทดสอบอยู่ที่รอบเดินเบาหลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระโดยการเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นประมาณครั้งละ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทดสอบ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 ศึกษาและทดลองการประยุกต์ใช้น้ำมันพืชใช้แล้วกับสถานะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ในรอบความเร็วต่างๆ

1.2.2 ศึกษาลักษณะทางกายภาพ สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์ 1KD-FTV

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ทดลองการประยุกต์ใช้น้ำมันพืชใช้แล้วกับสถานะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ในรอบความเร็วตั้งแต่ 500 rpm – 3000 rpm โดยทดลองสถานะของเครื่องยนต์และวิเคราะห์ห้องค์ประกอบต่อไปนี้เป็นปริมาณการฉีด, ปริมาณการฉีดหลักและการฉีดนำร่อง, แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง, อัตราการไหลของอากาศ, อุณหภูมิอากาศเข้า

1.3.2 เปรียบเทียบสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันพืชใช้แล้ว และเปรียบเทียบผลกระทบของความหนืดของน้ำมันพืชใช้แล้วที่นำมาทดลองกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการนำน้ำมันพืชไปใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

1.4.2 สามารถรู้คุณสมบัติของน้ำมันพืชใช้แล้วกับเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

1.4.3 เพิ่มทางเลือกในการใช้พลังงานทดแทนในอนาคต



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนบทความงานวิจัยที่กล่าวถึงการศึกษาผลกระทบของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซล โดยหลายงานที่นำเสนอถึงการทดลองด้านต่างๆ เช่นระยะเวลาการฉีดและความดันในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง วัดสมรรถนะเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน เมื่อทำการศึกษแล้วพบว่าในแต่ละงานต่างมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันไปตามรายละเอียดดังนี้

2.1.1 An Experimental study in biodiesel characteristics in a commonrail direct injection diesel engine ปี 2012 โดย Jaewoong Kim , Hyungik Kim , Jungmo Oh

งานที่ได้นำเสนอมีการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากพืชสองชนิดในการทดลองได้แก่ น้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากถั่วเหลืองและคาโนล่า การทดลองทำโดยการวัดปริมาณการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการใช้ระยะเวลาการฉีดและความดันที่ถูกปรับแต่งโดย PCV Valve , ปรับแรงดันต่ำและแรงดันสูง โดยการฉีดทำติดต่อกัน 200 ครั้งเพื่อดูความดันและระยะเวลาการฉีด ข้อดีของงานวิจัยนี้คือสามารถศึกษาการฉีดเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันโดยใช้ปริมาณการฉีด 20 mm^3 และเปรียบเทียบความดันจาก 800-1200 bar

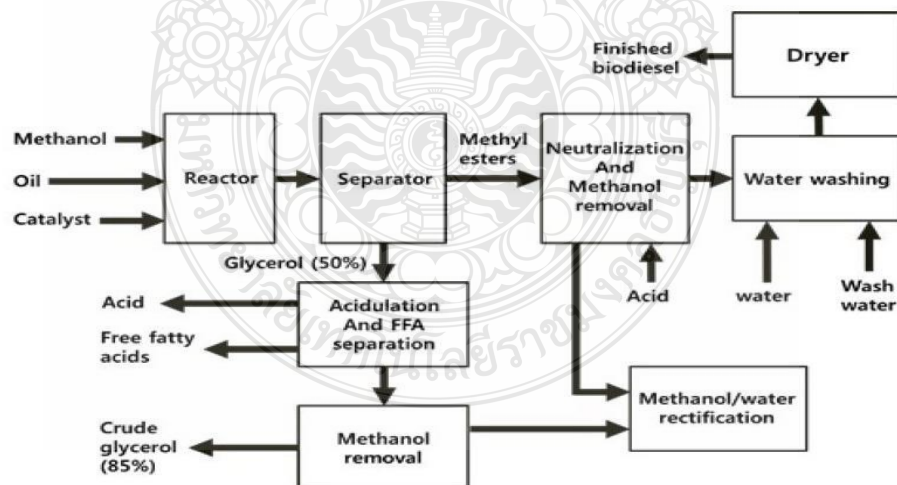
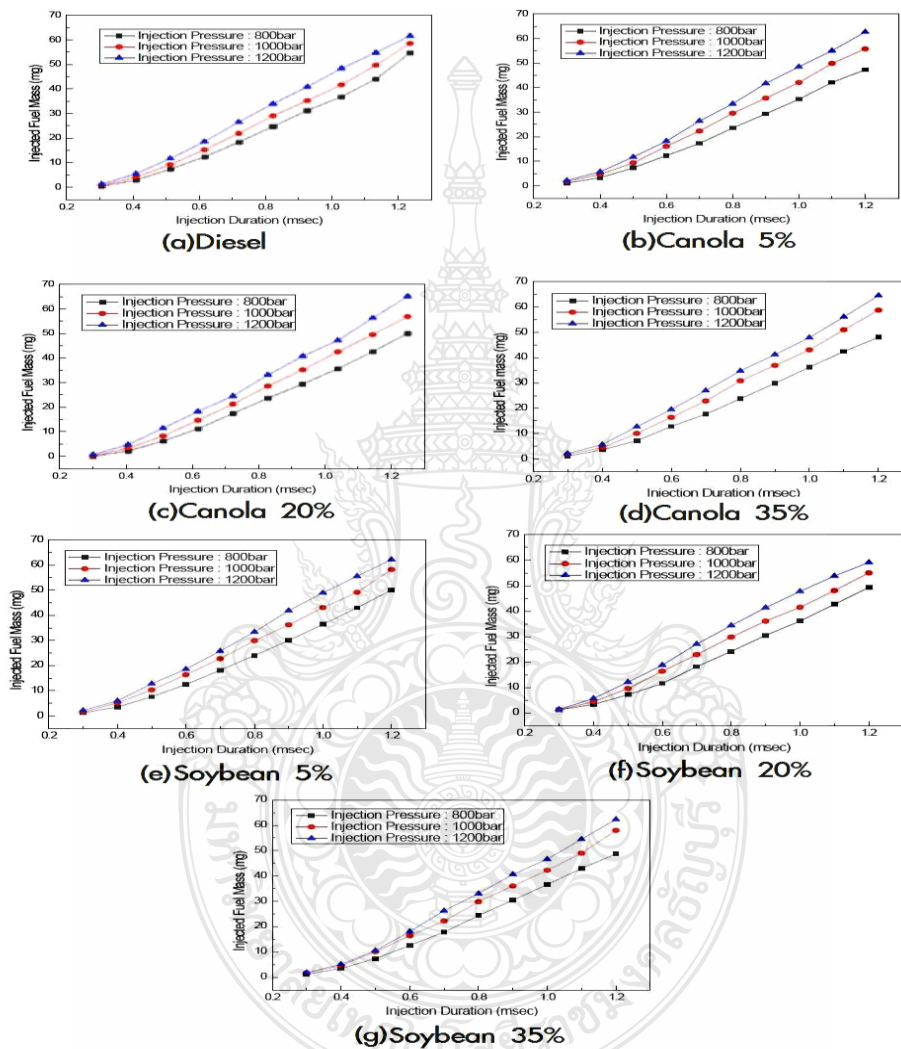


Diagram of biodiesel of manufacturing process

รูปที่ 2.1 กระบวนการการผลิตไบโอดีเซล (An Experimental study in biodiesel characteristics in a commonrail direct injection diesel engine ปี 2012 โดย Jaewoong Kim , Hyungik Kim , Jungmo Oh) [21]

ในการทดลองมีการเปรียบเทียบปริมาณการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิง จากรูปที่ 2.1 เมื่อความดันและระยะเวลาการฉีดเพิ่มขึ้น ปริมาณการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตาม และในส่วนของ การผสมของน้ำมันถั่วเหลืองและคาโนล่า ในอัตรา 5 %, 20 %, 35 % ผลของการทดลองที่ออกมาจะต่างจากส่วนผสม ในอัตรา 100%เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งแสดงว่าน้ำมันทั้งสองชนิดสามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้



Result of injection quantity according to various fuel

รูปที่ 2.2 ลักษณะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ความดัน 800-1200 bar (An Experimental study in biodiesel characteristics in a commonrail direct injection diesel engine ปี 2012 โดย Jaewoong Kim , Hyungik Kim , Jungmo Oh) [21]

2.1.2 An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas โดย คุณนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์, คุณก่อเกียรติ บุญชูโกศล

งานที่ได้นำเสนอคือการทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซลเพื่อทดสอบเครื่องยนต์สองแบบคือเครื่องยนต์ห้องเผาไหม้แบบเปิดและเครื่องยนต์คอมมอนเรล มีการทดสอบประสิทธิภาพ และคุณภาพการเผาไหม้ ซึ่งต้องปรับปรุงค่าซีเทนแต่จะไม่เน้นสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยเปรียบเทียบความดันจาก 300-500 bar

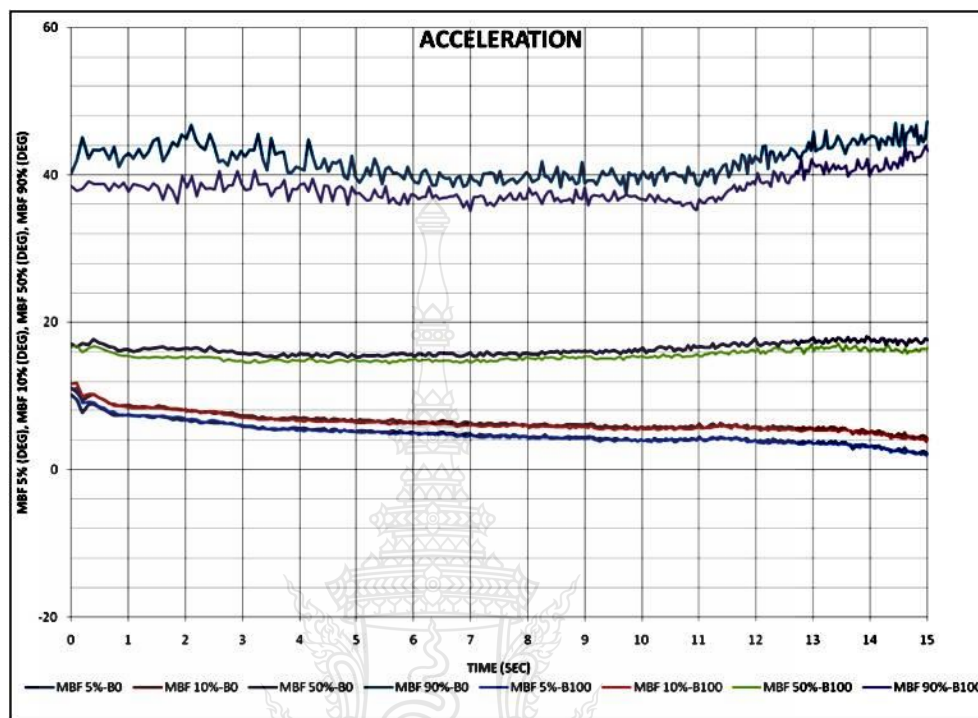
การทดสอบใช้เครื่องยนต์ 2 เครื่องคือเครื่องยนต์ห้องเผาไหม้แบบเปิด(เครื่องยนต์ Ricrodo hydra)และเครื่องยนต์คอมมอนเรล(เครื่องยนต์ 2KD-FTV) โดยใช้น้ำมัน B0, B5, B10, B20, B50 , ทดสอบภายใต้เงื่อนไข ความเร็ว , ความดันหัวฉีด , จังหวะเริ่มฉีดและระยะเวลาการฉีด ทำการทดสอบที่ความเร็ว 5 สปีด ที่ความดัน 300-500 บาร์ ก่อนที่จะทำการวัดค่าตัวแปรต่างๆข้างต้น มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 40°C และควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ 85°C โดยค่าต่างๆจะถูกบันทึกภายในระยะเวลา 30 วินาที และผลการทดสอบปรากฏดังรูปที่ 2.3

SPEED (RPM)	INJECTION PRESSURE (BAR)	START OF INJECTION (DEG)	INJECTION DURATION (DEG)
1200	300	-7.0	9.0
	400	-8.0	7.7
	500	-10.0	6.5
1500	300	-10.0	12.0
	400	-11.0	10.1
	500	-12.0	8.5
1800	300	-14.0	15.5
	400	-15.0	12.8
	500	-16.0	11.0
2000	300	-16.0	18.7
	400	-13.0	15.3
	500	-11.0	12.7
2500	300	-20.0	24.5
	400	-18.0	19.6
	500	-16.0	16.0

รูปที่ 2.3 ผลการทดสอบ B0, B5, B10, B20 และ B50 (An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas โดย คุณนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์, คุณก่อเกียรติ บุญชูโกศล) [4]

จากการทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลมีค่าความร้อนต่ำเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล สำหรับเครื่องยนต์ห้องเผาไหม้แบบเปิด ความดันในการฉีดที่สูงขึ้นจะสามารถลดเสียงรบกวน เมื่อทำงานที่

ความเร็วรอบปานกลางและสูงซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้ที่สั้นกว่า อีกทั้งในการทดสอบความล่าช้าของการจุดระเบิดไม่มีความแตกต่างมากระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล ดังรูปที่ 2.4



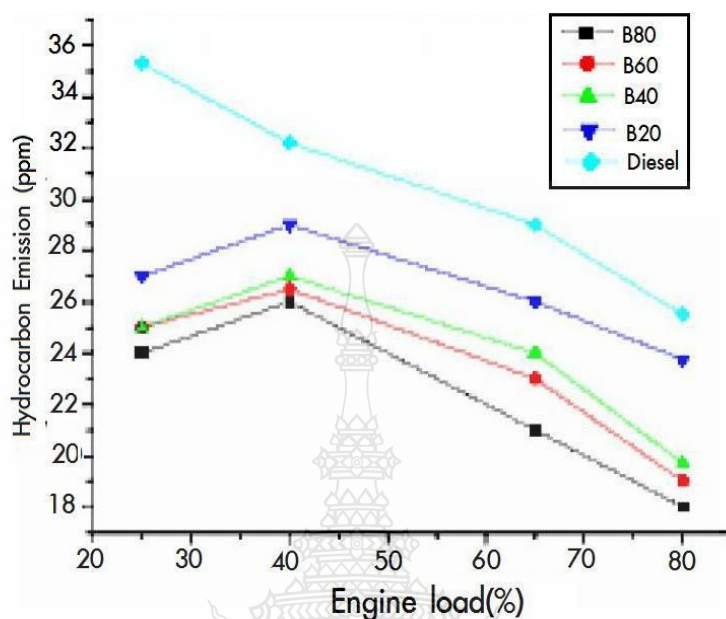
รูปที่ 2.4 แสดงการทดสอบความล่าช้าของการจุดระเบิด (An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas โดย คุณนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์, คุณก่อเกียรติ บุญชูโกศล [4])

2.1.3 Effects of biodiesel and engine load on some emission characteristics of a direct injection diesel engine ปี 2012 โดย Alireza Shirmeshan , Morteza Almassi , Barat ghobadian , Ali Mohammad Borghei and Gholam Hassan Najafi.

งานที่ได้นำเสนอมีการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล (B20 , B40 , B60 , B80) ทดสอบที่ความเร็วรอบที่ 1800 rpm ภายใต้ภาระเครื่องยนต์ที่ 25% , 40% , 65% และ 80% โดย เครื่องที่ใช้ทดสอบคือเครื่องไดนาโมมิเตอร์ที่กำลังสูงสุด 110 kW (± 0.1 kW) การทดสอบทำงานที่แรงบิดต่างๆ โดยเมื่อใช้น้ำมันต่างชนิดทดสอบ จะใช้เสตรนเกจตรวจสอบค่าน้ำหนักมาตรฐานก่อนการทดลอง

การทดสอบน้ำมันดีเซลดำเนินตามความเร็วรอบที่ 1800 rpm ภายใต้ภาระเครื่องยนต์ที่ 25% , 40% , 65% และ 80% จากรูปที่ 2.5 ความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิในห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้นแต่มีการปล่อยไฮโดรคาร์บอนลดลงสวนทางกัน และเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลการปล่อยไฮโดรคาร์บอนก็มีค่าลดลง โดยเมื่อส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น ค่าการปล่อย

ไฮโดรคาร์บอนก็มีค่าลดลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามค่าการปล่อยไฮโดรคาร์บอนจะสูงที่สุดที่ภาระเครื่องยนต์อยู่ที่ 40%

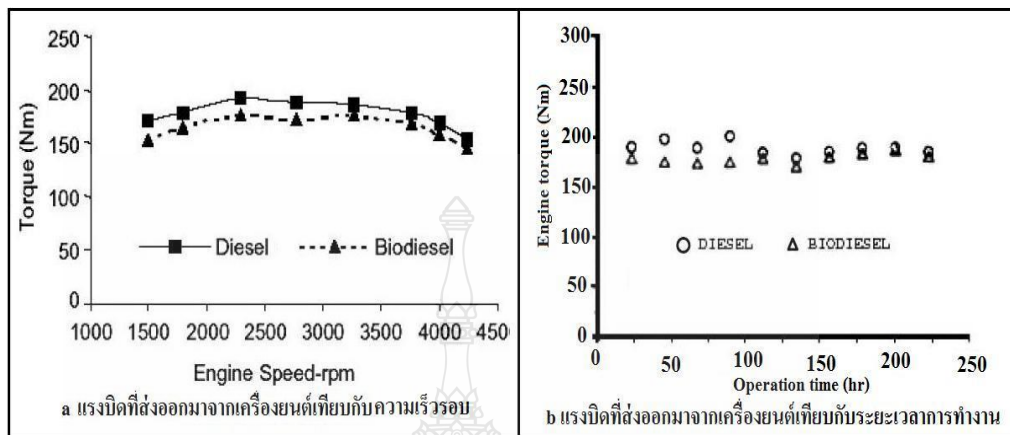


รูปที่ 2.5 ลักษณะการทดสอบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง Effects of biodiesel and engine load on some emission characteristics of a direct injection diesel engine ปี 2012 โดย Alireza Shirneshan , Morteza Almassi , Barat ghobadian , Ali Mohammad Borghei and Gholam Hassan Najafi. [20]

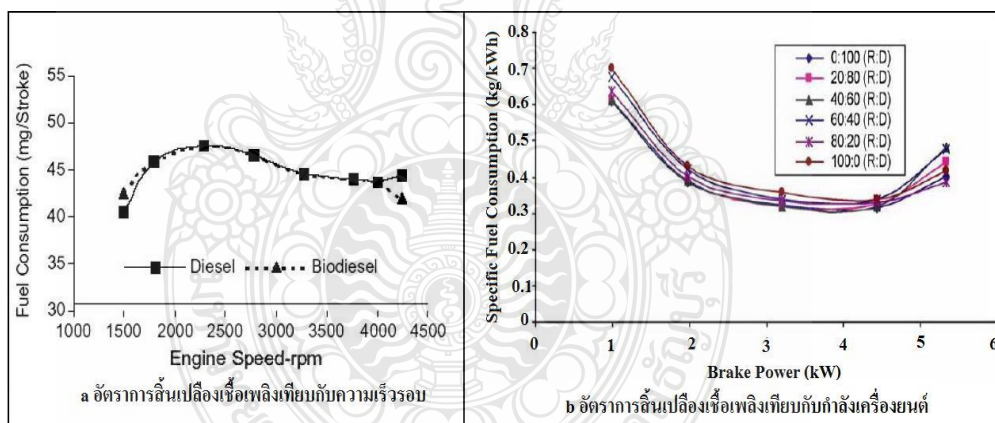
2.1.4 ผลกระทบของน้ำมันไบโอดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปี 2006 โดย วัชรพล ปุณจันทร์, ประพัทธ์ สันติวรารกร, สมนึก วีระกุลพิศุทธิ์และ ชนกนันท์ สุขกำเนิด

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลมาทดสอบแรงบิดโดยใช้ น้ำมันไบโอดีเซล (B100) และน้ำมันดีเซลทดสอบกับเครื่องยนต์ Renault Megane Automobile 4 จังหวะ 4 กระบอกสูบ ซึ่งมีกำลังงาน 75 kW ทดสอบเป็นระยะทาง 7,500 km พบว่าแรงบิดที่ส่งออกมาจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันพืชที่ใช้ทำอาหารแล้วมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 3 – 5 % ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 2.6(a) และจากการทดสอบการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลสัดส่วน B10 (น้ำมันปาล์มดิบ 10% และน้ำมันดีเซล90%) กับเครื่องยนต์ดีเซลแบบฉีดตรงขนาด 2,771 cc กำลังเครื่องยนต์ 110 hp พบว่าแรงบิดที่ส่งออกมาจากเครื่องยนต์เทียบกับระยะเวลาการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และมีค่าค่อนข้างคงที่ดังรูปที่ 2.6(b) โดยที่แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้

เนื่องจากค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลมีค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ยังพบว่าค่าแรงบิดและกำลังที่ได้จากเครื่องยนต์ เป็นสัดส่วน โดยตรงกับภาระโหลดของเครื่องยนต์ด้วย



รูปที่ 2.6 แรงบิดของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ(a)และเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทำงาน (b)(ผลกระทบของน้ำมันไบโอดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปี 2006 โดย วัชรพล ปุณจันทร์, ประพัทธ์ สันติวรากร, สมนึก ชีระกุลพิศุทธิ์และ ชนกนันท์ สุขกำเนิด) [7]



รูปที่ 2.7 อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (a) และกำลังเครื่องยนต์(b) (ผลกระทบของน้ำมันไบโอดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ปี 2006 โดย วัชรพล ปุณจันทร์, ประพัทธ์ สันติวรากร, สมนึก ชีระกุลพิศุทธิ์และ ชนกนันท์ สุขกำเนิด) [7]

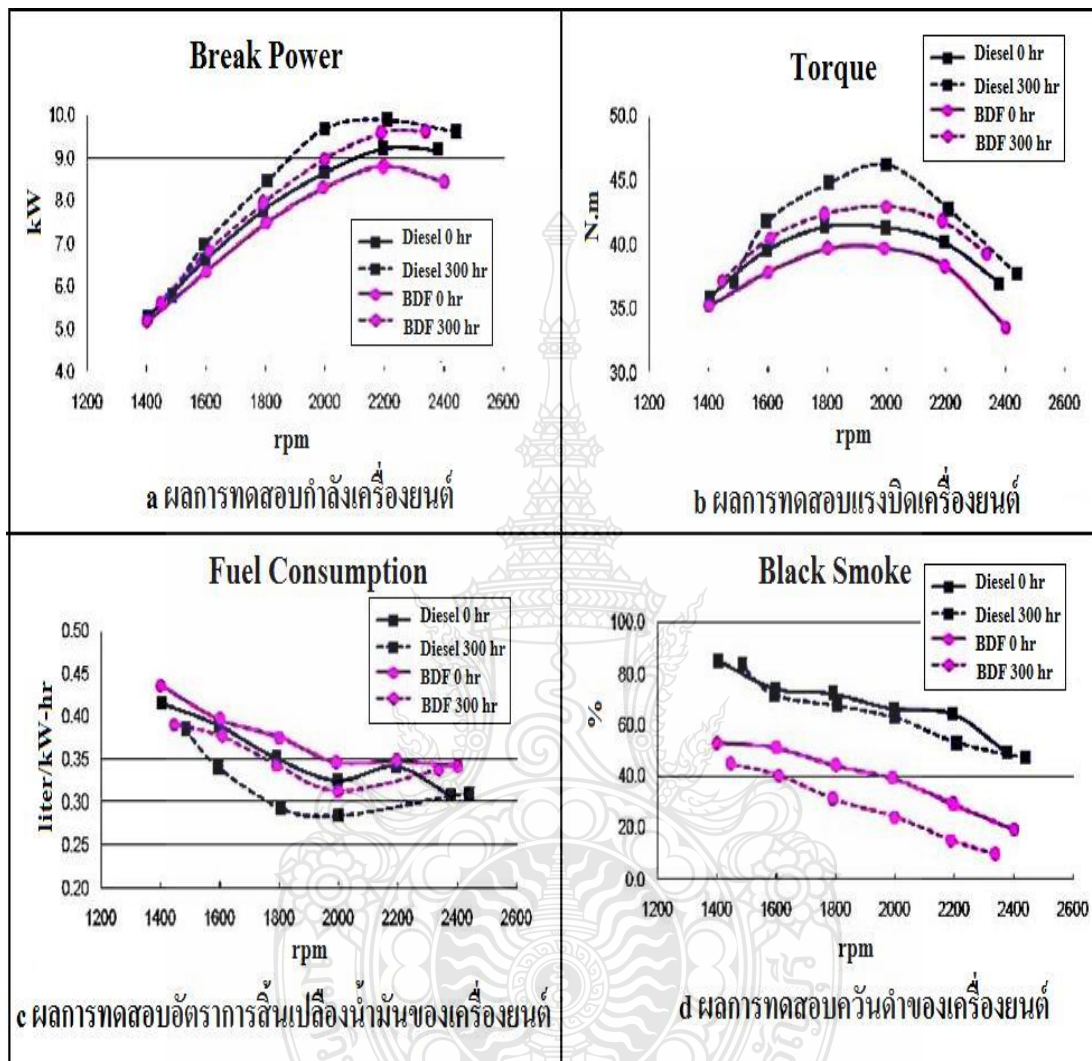
นอกจากนี้อัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งในความเร็วรอบต่ำ และสูง เนื่องจากจำนวนโมเลกุลของออกซิเจนในน้ำมันไบโอดีเซลมีมากกว่าในน้ำมันดีเซลทำให้การเผาไหม้ของน้ำมันไบโอดีเซลสมบูรณ์มากกว่าการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลจึงทำให้ได้ค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าน้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันดีเซลก็ตามจึงเป็น

ผลทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันดังรูปที่ 2.7 แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันกับกำลังของเครื่องยนต์ จะพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของไบโอดีเซลมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลเนื่องจากไบโอดีเซลมีความหนาแน่นมากกว่า ทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าเครื่องยนต์มีปริมาณมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาระโหลดและการออกแบบของเครื่องยนต์ด้วย

2.1.5 การทดสอบการใช้ไบโอดีเซลส่วนในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว: สมรรถนะ ควันค่าและผลการใช้งานระยะยาว, ชีรพงษ์ บ่ายเที่ยง, เกียรติก้อง สุวรรณกิจ, ธนากร ค้างมูพะเนา, ชไมพร สุขแจ่มศรี, สุนงข โดไพบูลย์ และ นวงศ์ ชลคุป, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากปาล์มเสดิยรินมาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวที่หือคูโบต้า รุ่น RT 140 การทดสอบแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นการนำเครื่องยนต์ไปทดสอบกับชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เพื่อวัดกำลังเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และควันค่าโดยใช้เครื่องวัดควันค่ายี่ห้อ TECHNO TEST โดยใช้ไบโอดีเซลและดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จากนั้น นำเครื่องยนต์ไปทดสอบระยะยาวด้วยการติดตั้งกับเครื่องสูบน้ำ และใช้งานต่อเนื่องจนครบ 300 ชั่วโมง โดยใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สุดท้ายจึงนำเครื่องยนต์ดังกล่าวมาทดสอบกับชุดทดสอบสมรรถนะ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของกำลังอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และควันค่าเมื่อใช้ไบโอดีเซล และดีเซลเป็นเชื้อเพลิงโดยการทดสอบครั้งนี้ เป็นแบบ Full load-Full Throttle ซึ่งเป็นการเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2,400 รอบต่อนาที หลังจากนั้น จะทำการเพิ่มภาระ เพื่อให้ความเร็วรอบลดลงประมาณครึ่งละ 200 รอบต่อนาที จนถึงประมาณ 1,400 รอบต่อนาที ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะและควันค่า ของเครื่องยนต์

โดยผลการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และควันค่าของเครื่องยนต์ ทั้งก่อนและหลังการใช้งานระยะยาวพบว่ามีผลสอดคล้องกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งพบว่าสมรรถนะทางด้านกำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าใกล้เคียงกัน โดยกำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อใช้ไบโอดีเซลจะมีค่าลดลงเล็กน้อย ดังรูป 2.8a และ 2.8b ตามลำดับสำหรับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่ามีอัตราการกินน้ำมันเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล ดังรูป 2.8c เนื่องจากค่าความร้อน (Heating value) ของไบโอดีเซลต่ำกว่าดีเซลเครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องฉีดไบโอดีเซลในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อรักษากำลังของเครื่องยนต์ไว้ให้คงที่ ส่วนค่าความหนาแน่น ควันค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังรูป 2.8d แสดงให้เห็นว่าไบโอดีเซลมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า ซึ่งเกิดจากการที่ไบโอดีเซลมีปริมาณออกซิเจนมากกว่าน้ำมันดีเซล



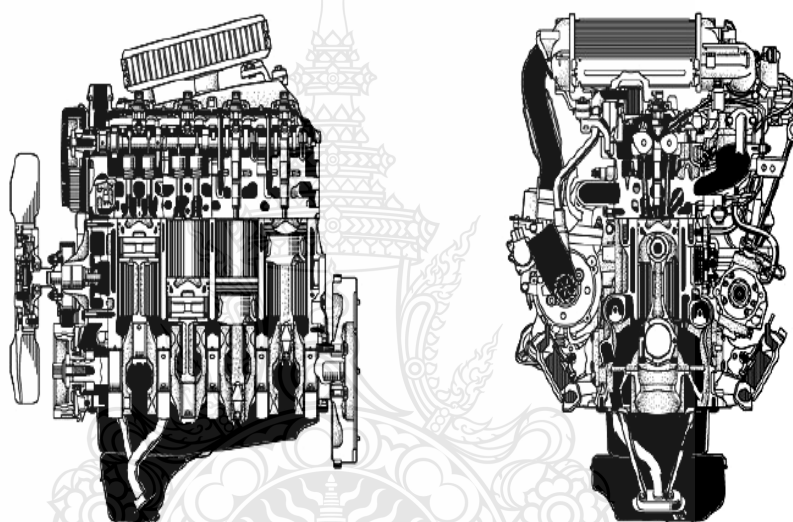
รูปที่ 2.8 ผลการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และควันดำของเครื่องยนต์ทั้งก่อนและหลังการใช้งานระยะยาว(การทดสอบการใช้ไบโอดีเซลล้วนในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว: สมรรถนะ ควันดำและผลการใช้งานระยะยาว, ชีรพงษ์ บ่ายเที่ยง, เกียรติก้อง สุวรรณกิจ, ธนากร ค้วง मुखพะเนา, ชไมพร สุขแจ่มศรี, สุนงกช โตไพบุลย์ และ นววงศ์ ชลคุป, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22)

อีกทั้งเมื่อใช้งานจนครบ 300 ชั่วโมง พบว่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ทั้งแรงบิดและกำลังมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและควันดำมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบระยะแรก อาจมีสาเหตุเนื่องจากการที่เครื่องยนต์ทดสอบเป็นเครื่องยนต์ใหม่ จึงทำให้ประสิทธิภาพดี

ขึ้น เมื่อใช้งานไปในระยะหนึ่ง นอกจากนี้ได้ทำการสังเกตและตรวจสอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ซึ่งพบว่าที่กรองน้ำมันเชื้อเพลิงหยาบจะมีเศษผงติดตามกรองทำให้ยากต่อการเทน้ำมัน เมื่อเริ่มมีเศษผงมากขึ้นสามารถล้างออกแล้วประกอบเข้าที่เดิม ส่วนกรองละเอียดมีเศษผงติดตามกรอง บ้างเล็กน้อย กรองไม่เกิดการยุบ สามารถทำการล้างแล้วประกอบเข้าที่เดิม ในขณะเดียวกันเมื่อทดสอบ จนครบ 300 ชั่วโมง ได้ทำการถอดหัวฉีดของเครื่องยนต์นำมาตรวจสอบผลปรากฏว่าหัวฉีดเริ่มมีเขม่า จับตรงปลาย แต่ก็ยังสามารถเดินเครื่องทดสอบได้ต่อไปโดยเครื่องยนต์ไม่เกิดการสะดุด

2.2 คุณลักษณะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV

►เครื่องยนต์ 1KD-FTV◄



271EG97

รูปที่ 2.9 โครงสร้างของเครื่องยนต์ 1KD-FTV (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

เครื่องยนต์คอมมอนเรลดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ รหัส 1KD-FTV เป็นเครื่องยนต์ขนาด 3.0 ลิตร , 4 กระบอกสูบแถวเรียง 16-วาล์ว DOHC โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลเทอร์โบชาร์จเจอร์ระบบการฉีดเชื้อเพลิงโดยตรงและระบบคอมมอนเรลเพื่อให้ได้สมรรถนะสูง, ไร้มลพิษ, เสียงรบกวนต่ำ และการสิ้นเปลืองต่ำ เครื่องยนต์มีขนาดกะทัดรัดและน้ำหนักเบา , ซ่อมบำรุงได้ง่าย , ไร้มลพิษและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง อีกทั้งอินเตอร์คูลเลอร์มีอยู่ในเครื่องยนต์ 1KD-FTV ทุกรุ่นสำหรับจำหน่ายในประเทศไทย อินเตอร์คูลเลอร์นี้จะลดอุณหภูมิอากาศเข้าและทำให้กำลังของเครื่องยนต์สูงขึ้น

2.2.1 โครงสร้างของเครื่องยนต์

ก. ฝาครอบวาล์วทำด้วยพลาสติกเพื่อให้มีน้ำหนักเบาและลดเสียงดังรบกวน โดยภายในของฝาครอบวาล์วมีแผงกันลมเพื่อลดการกินน้ำมันเครื่องที่เป่าผ่านด้วยก๊าซ

ข. ปะเก็นฝาสูบเป็นแบบชั้นเหล็กซ้อน (Steel-laminate) และเสริมซึมรอบๆ ครอบอกสูบเพื่อเพิ่มการซีลผิวสัมผัส ด้วยเหตุนี้ทำให้การซีลตัวดีมาก

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล 1KD-FTV

แบบเครื่องยนต์	ดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ
จำนวนกระบอกสูบและการจัดวาง	4 สูบ แถวเรียง
แบบเผาไหม้	ใช้ลูกสูบเป็นห้องเผาไหม้ (จุดระเบิดในหัวลูกสูบ) ร่วมกับการฉีดเชื้อเพลิง โดยตรง
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	96 x 103 มม.
ปริมาตรกระบอกสูบ	2982 cc.
ค่าซีเทน	50 หรือสูงกว่า
Calculate Load	เดินเบา 11.4 ถึง 16.4 รถวิ่งโดยไม่มีน้ำหนักบรรทุก 13.1-18.9% (2,500 รอบ/นาที)
แรงดันสัมบูรณ์ภายในที่อ่วมไอดี(MAP)	95 ถึง 105 กิโลปาสกาล: เดินเบา • 100 ถึง 120 กิโลปาสกาล: เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที • 110 ถึง 130 กิโลปาสกาล: เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที
อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดปริมาณอากาศ(MAF)	• เดินเบา 5 ถึง 12 กรัม/วินาที • รถวิ่งโดยไม่มีน้ำหนักบรรทุก 28 ถึง 46 กรัม/วินาที (2,000 รอบ/นาที)
กำลังแรงม้าสูงสุด	161/3400 hp/รอบต่อนาที (120/3400 kW/รอบต่อนาที)
แรงบิดสูงสุด	(343/1600-3200 J/รอบต่อนาที)
ปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	5 ถึง 12 มม. ³ (รอบเดินเบา)

ค. ฝาสูบทำจากอะลูมิเนียมอัลลอยด์ โดยติดตั้งหัวฉีดตรงกลางห้องเผาไหม้เพื่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ดียิ่งขึ้นและไรมลพิษ มีพอร์ตไอดี 2 ช่องซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกัน ใช้รวมกันเพื่อการผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศหมุนเวียนเข้าไปในกระบอกสูบได้มากที่สุด โดยใช้โครงสร้างตั้งตรง 2 ตอนโดยให้มีโพรงน้ำเพื่อการระบายความร้อนได้ดีขึ้น และมีหัวเผาถูกติดตั้งระหว่างพอร์ตไอดีทั้งสองของแต่ละสูบเพื่อให้สตาร์ทติดง่าย ด้านในฝาสูบมีทางผ่านเข้าของ EGR โดยจะระบายความร้อนของก๊าซไอเสีย ทำแบบนี้เพื่อหมุนเวียนก๊าซไอเสียให้ได้มากที่สุด และโบลท์ยึดฝาสูบแบบโบลท์พลาสติกกรีเจียน

ง. เสื้อสูบ ทำจากเหล็กหล่อ (Liner Less Cast Iron Alloy) มีการเพิ่มสันที่เสื้อสูบเพื่อลดการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์

จ. ลูกสูบทำด้วยอะลูมิเนียมอัลลอยด์มีช่องระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิของลูกสูบ มีการนำร่องแหวนเหล็กชุบแข็ง SIRM(Sintered Iron Reinforced Metal) เพื่อให้ความต้านทานต่อการสึกหรอของร่องแหวนลูกสูบตัวบนดีขึ้น

ฉ. ก้านสูบทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง มีการนำสลักยึดมาใช้ที่หน้าสัมผัสประกับแบร็งของก้านสูบเพื่อให้ขยับได้น้อยที่สุดในระหว่างประกอบ และใช้โบลท์ขันยึดแบบพลาสติกกรีเจียน

ช. เพลาข้อเหวี่ยงมี 5 ข้อ และค้ำน้ำหนักถ่วงสมดุล 8 ตัว โดยผิวสัมผัสข้อหลักกับสลักทุกตำแหน่งเคลือบผิวเรียบสนิท เพื่อลดแรงเสียดทาน

ซ. แบร็งเพลาข้อเหวี่ยงทำด้วยอะลูมิเนียมอัลลอยด์ ผิวชั้นในของแบร็งเพลาข้อเหวี่ยงจะมีร่องเล็กถี่เพื่อให้มีช่องว่างน้ำมันที่มากที่สุดซึ่งทำให้เครื่องยนต์ทำงานเย็นลงและลดการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์ลงนอกจากนั้นแบร็งหลักตัวบนมีร่องน้ำมันรอบๆ ด้านในของแบร็งตัวบน

ณ. เพลาสมดุลมี 2 ตัวจะถูกติดตั้งเข้าไปในเสื้อสูบ จับด้วยเฟืองไทม์มิ่ง, เพลาสมดุลจะหมุนสองรอบตามความเร็วของเพลาข้อเหวี่ยงและ ในทิศทางตรงกันข้ามของเพลาแต่ละตัว เพลาสมดุลมีเพื่อชดเชยแรงเฉื่อยที่ไม่สมดุล และลดเสียงก้องของเครื่องยนต์

2.3 ระบบคอมมอนเรล ใดเรค อินเจคชั่น (Common Rail Direct Injection)

ระบบคอมมอนเรล หรือระบบจ่ายน้ำมันแบบรางร่วม เป็นระบบจ่ายน้ำมันที่ได้พัฒนาขึ้นมาล่าสุดในปัจจุบัน ระบบจ่ายเชื้อเพลิงประกอบด้วย ปั๊มแรงดันสูง (ปัจจุบันสามารถทำได้สูงถึง 1800 บาร์ ในประเทศไทย) ในการอัดน้ำมันเข้าสู่รางร่วม (Common Rail) เพื่อรอจังหวะการฉีดที่เหมาะสมที่ประมวลได้จากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit, ECU) เมื่อถึงจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงที่ ECU ประมวลผลออกมาได้ วาล์วน้ำมันหรือเข็มหัวฉีดจะถูกยกด้วยแรงขับจากโซลินอยด์โดยใช้ไฟฟ้า ซึ่งระบบฉีดเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์รุ่นเก่าที่เป็นปั๊มเชื้อเพลิงแบบแถวเรียงหรือจานจ่ายจะ

ใช้วิธีการยกเข็มหัวฉีดด้วยแรงดันในตัวน้ำมันที่ปั๊มเชื้อเพลิงอัดเข้ามา (ประมาณ 120 -250 บาร์) และสามารถเอาชนะแรงกดของสปริงที่หัวฉีดทำให้เข็มหัวฉีดยกเปิดน้ำมันให้ไหลผ่านไปได้ วิธีแบบนี้ จะไม่สามารถควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงให้ยืดหยุ่นได้ แตกต่างจากระบบคอมมอนเรลซึ่งใช้ไฟฟ้า ในการควบคุม ดังนั้นระบบคอมมอนเรลจึงสามารถฉีดเชื้อเพลิงยืดหยุ่นได้ตามสภาวะการทำงานที่ เหมาะสมตามการประมวลผลของ ECU โดย ECU ของเครื่องยนต์สามารถรับรู้สภาวะการทำงานของ เครื่องยนต์ได้จาก Sensor ต่างๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนในไอเสีย แรงดันในรางร่วม คัมแรง อุณหภูมิ ต่างๆ หรือ อื่นๆ ข้อดีจากการที่เราสามารถควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงได้ตามต้องการ ECU ปัจจุบันจึง สามารถควบคุมให้มีการฉีดแบบหลายครั้ง (Multiple-Injection) โดยสามารถที่จะช่วยลดปริมาณ มลพิษในตริกออกไซด์ และช่วยให้การเผาไหม้ที่ไม่รุนแรง ลดการน็อกของเครื่องยนต์ได้ บริษัทผู้ผลิต ระบบเชื้อเพลิงให้กับรถยนต์ปัจจุบันสามารถผลิต ECU ให้ควบคุมการฉีดสูงสุดได้ถึง 5 ครั้งมีพื้นฐาน ดังนี้คือ การฉีดครั้งที่ 1 เป็นการฉีดล่อ (Pilot Injection) เป็นส่วนช่วยให้เชื้อเพลิงส่วนแรกผสมกับ อากาศได้ดีก่อน หลังจากนั้นจึงฉีดครั้งที่ 2 ตามมาเรียกว่า Pre-Injection เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ เชื้อเพลิงในการเริ่มการเผาไหม้ส่วนแรก การฉีดครั้งที่ 3 เป็นการฉีดเชื้อเพลิงหลัก Main-Injection เป็น การฉีดที่ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ตามคัมแรง การฉีดครั้งที่ 4 เรียกว่า After-Injection เป็นการฉีดเพื่อเผาเขม่าหรืออนุภาคคาร์บอน (PM) ส่วนสุดท้ายเพื่อให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด และ การฉีดที่ 5 สุดท้ายคือ Post-Injection เป็นการฉีดควบคุมอุณหภูมิไอเสีย สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นการฉีดเชื้อเพลิงแบบ 2 ครั้ง คือ Pilot และ Main-Injection

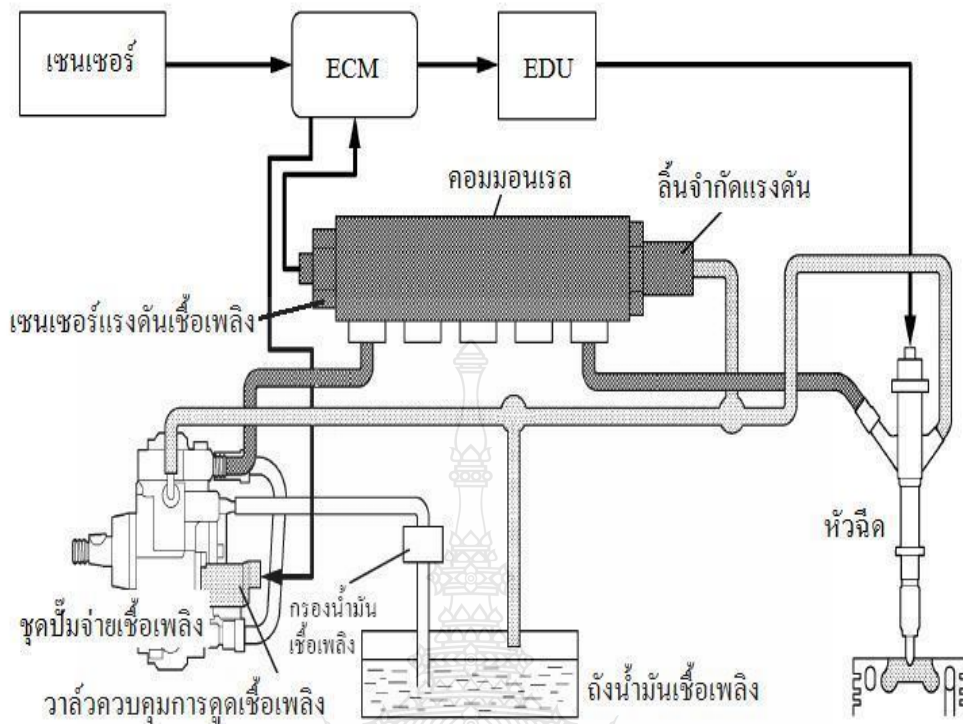
2.3.1 ชิ้นส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล

ก. ปั๊มจ่ายน้ำมัน(supply pump)จะถูกขับเคลื่อนโดยเพลลาข้อเหวี่ยงจากเครื่องยนต์เพื่อ สร้างน้ำมันแรงดันสูงขึ้นมาปั๊มจ่ายน้ำมัน ประกอบด้วยตัวปั๊ม, Feed Pump และลิ้นควบคุมปั๊ม ที่มีหน้าที่ส่งจ่ายน้ำมันตามคำสั่งของ ECU ไปยังคอมมอนเรล ตัวปั๊มทำหน้าที่ดูดและจ่ายน้ำมัน โดยอาศัย การทำงานของ plunger ในการเคลื่อนที่ขึ้นลง

ข. รางคอมมอนเรล(Common-Rail)ทำหน้าที่กักเก็บเชื้อเพลิงแรงดันสูงที่สร้างจากปั๊ม จ่ายเชื้อเพลิง

ค. หัวฉีดน้ำมัน (Injector)ถูกติดตั้งไว้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์แต่ละสูบ น้ำมัน แรงดันสูงที่ถูกส่งมาจากปั๊มจ่ายน้ำมันจะถูกส่งให้หัวฉีดในแต่ละกระบอกสูบโดยผ่านรางคอมมอน เรล เข้าสู่ห้องเผาไหม้ตามสัญญาณจาก ECM

ง. เซ็นเซอร์แรงดันเชื้อเพลิง(Fuel Pressure Sensor)ทำหน้าที่ในการตรวจสอบแรงดัน เชื้อเพลิงภายในท่อคอมมอนเรลและส่งสัญญาณไปยัง ECM

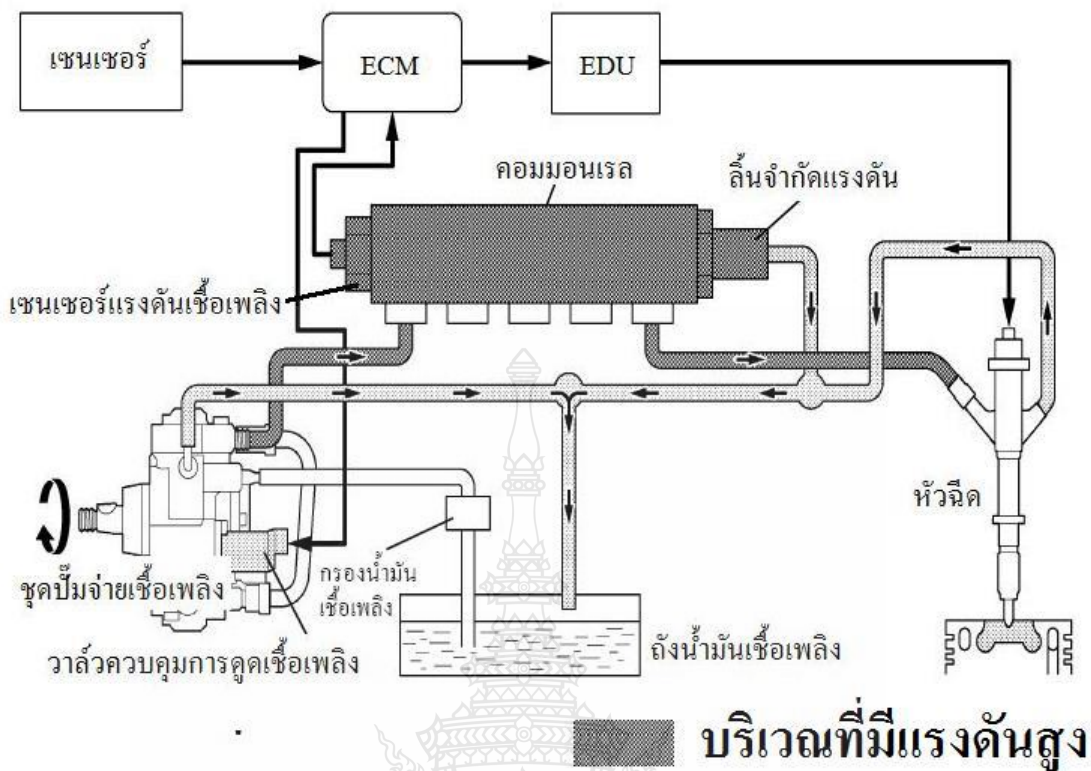


รูปที่ 2.10 ชิ้นส่วนประกอบของระบบคอมมอนเรล(โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

จ. ลิ้นจำกัดแรงดันทำหน้าที่เปิดลิ้น(Pressure Limiter)จำกัดแรงดันเพื่อลดแรงดันภายในคอมมอนเรลเมื่อแรงดันคอมมอนเรลเกินระดับที่กำหนดควาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงทำหน้าที่ในการปรับปริมาณเชื้อเพลิงที่จ่ายให้กับคอมมอนเรลรวมทั้งควบคุมแรงดันเชื้อเพลิงภายในตามสัญญาณจาก ECM

2.3.2 การทำงานของระบบคอมมอนเรล

ระบบคอมมอนเรลใช้เชื้อเพลิงแรงดันสูงเพื่อให้เครื่องยนต์มีกำลังแรงและประหยัดเชื้อเพลิงได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่เกิดเสียงรบกวนและการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ ระบบนี้กักเก็บเชื้อเพลิงซึ่งถูกทำให้มีแรงดันสูงและจ่ายโดยปั๊มเชื้อเพลิงไว้ในคอมมอนเรล การกักเก็บเชื้อเพลิงขณะแรงดันสูงทำให้เชื้อเพลิงมีแรงดันการฉีดคงที่และไม่ต้องคำนึงถึงความเร็วรอบหรือภาระของเครื่องยนต์ ECM ใช้ EDU ให้กระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ควาล์วในหัวฉีดเพื่อควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงและปริมาตรการฉีด ทั้งยังใช้เซ็นเซอร์แรงดันเชื้อเพลิงคอยควบคุมแรงดันเชื้อเพลิงภายในท่อคอมมอนเรล ECM จึงทำให้ปั๊มเชื้อเพลิงจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำเป็นต่อแรงดันเชื้อเพลิงได้

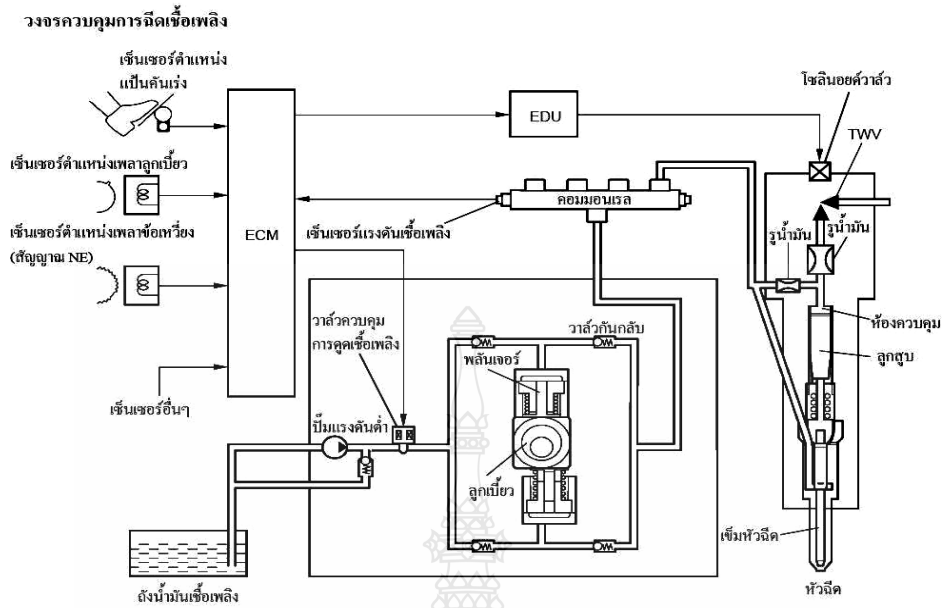


รูปที่ 2.11 ระบบเชื้อเพลิงเครื่องยนต์คอมมอนเรล (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

ระบบนี้ยังใช้วาล์ว 2 ทาง (TWV) ภายในหัวฉีดเพื่อเปิดและปิดช่องทางเชื้อเพลิงด้วยเหตุนี้ ECM จึงสามารถควบคุมทั้งจังหวะการฉีดและปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำ ระบบคอมมอนเรลมีการฉีดเชื้อเพลิง 2 ครั้งเพื่อลดความรุนแรงในการจุดระเบิดโดยระบบจะทำการ “ฉีดนำร่อง” เป็นการฉีดย่อยก่อนที่ทำการฉีดจริงซึ่งช่วยลดการสะท้อนของเครื่องยนต์และเสียงรบกวนลงได้

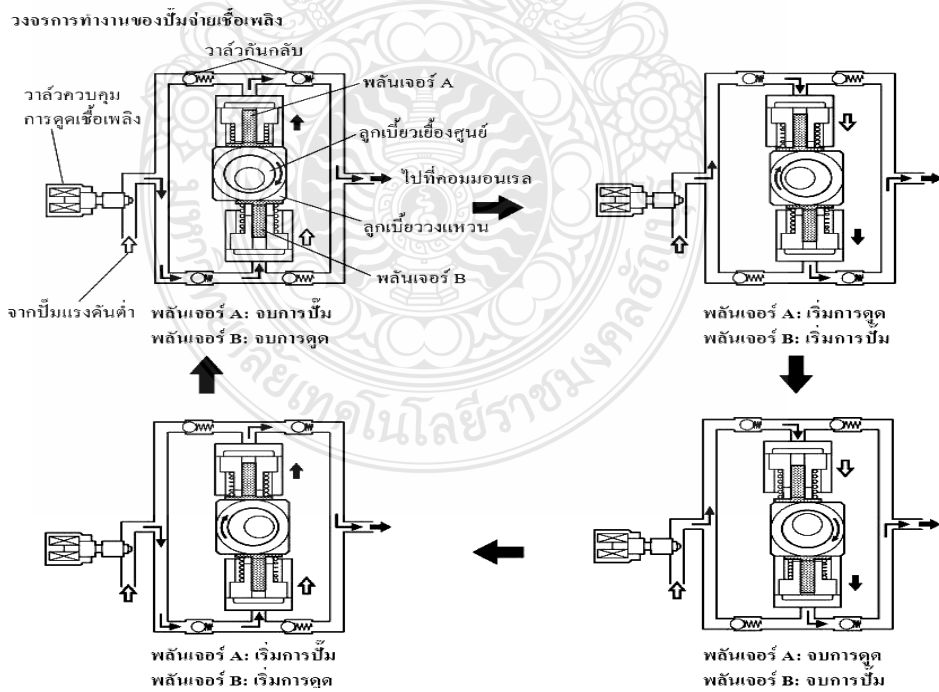
2.3.3 การทำงานของระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิง

ECM ควบคุมระบบการฉีดเชื้อเพลิงโดยใช้หัวฉีดและปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง ECM จะกำหนดปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงและจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงโดยควบคุมทั้งระยะเวลาและจังหวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์วในหัวฉีด ECM กำหนดแรงดันการฉีดเชื้อเพลิงโดยควบคุมวาล์วควบคุมการคูดเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในปั๊มจ่ายเชื้อเพลิงปั๊มแรงดันต่ำจะใช้ในการปั๊มเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.12 การทำงานของระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิง (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

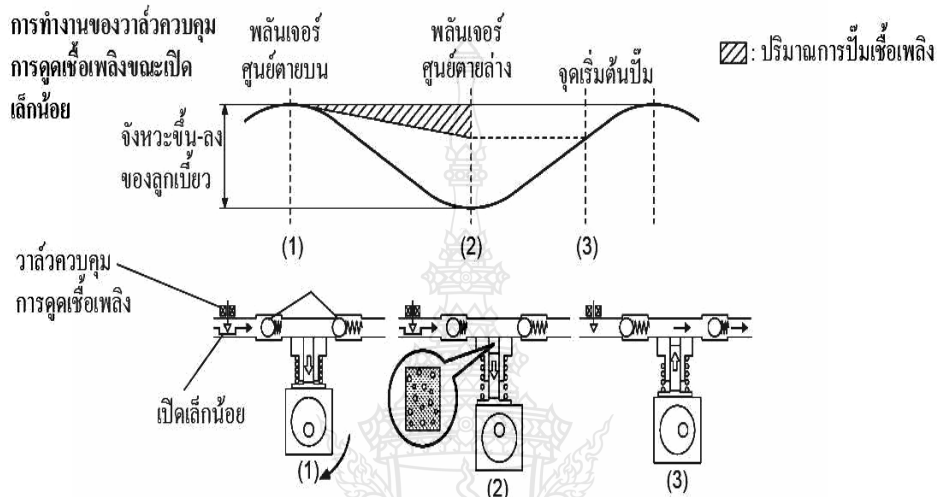
2.3.4 การทำงานของปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.13 การทำงานของปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

ลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์กลางหมุนทำให้ลูกเบี้ยววงแหวนดันปลั๊กเจอร์ A เลื่อนขึ้นข้างบนดังในรูปด้านล่าง แรงดันสปริงจะดึงปลั๊กเจอร์ B (ติดตั้งอยู่ตรงข้ามปลั๊กเจอร์ A) ให้เลื่อนขึ้น เป็นผลให้ปลั๊กเจอร์ B คูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาขณะเดียวกันกับที่ปลั๊กเจอร์ A ป้อนจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงออกไป

2.3.5 การทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิง

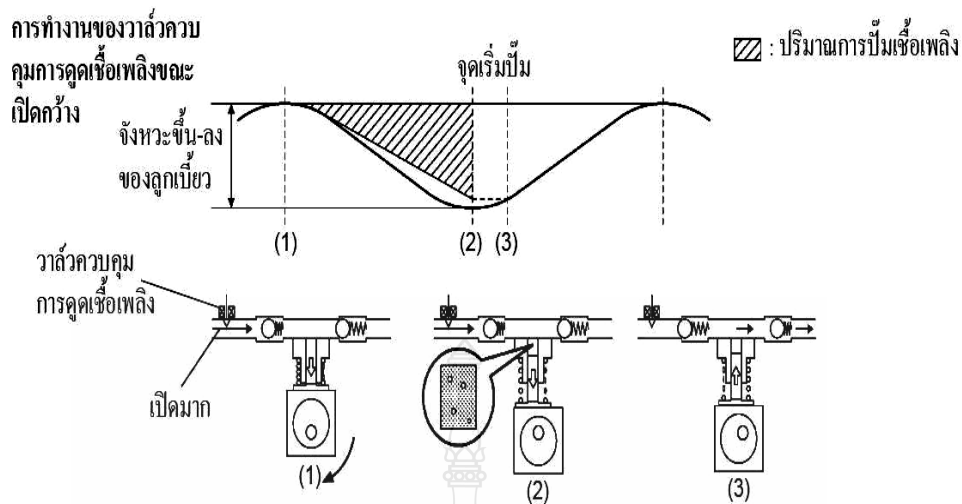


รูปที่ 2.14 การทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงเล็กน้อย (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

ECM ควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงเพื่อกำหนดปริมาณเชื้อเพลิงที่จะถูกปั๊มจ่ายไปยังคอมมอนเรล โดยปั๊มจ่ายเชื้อเพลิง การควบคุมนี้กระทำเพื่อปรับแรงดันเชื้อเพลิงภายในของคอมมอนเรลให้ได้แรงดันการฉีดเชื้อเพลิงตามเป้าหมาย

ก. ตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงเล็กน้อย; เมื่อวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงเปิดเล็กน้อย เส้นทางดูดเชื้อเพลิงจะยังคงแคบอยู่ ดังนั้นปริมาณเชื้อเพลิงที่ไหลผ่านได้จึงลดน้อยลง เนื่องจากเส้นทางแคบ ปริมาณการดูดเชื้อเพลิงจึงน้อยลงที่ระยะชักปลั๊กเจอร์เต็มสูบ ความแตกต่างระหว่างปริมาตรตามหลักเรขาคณิตกับปริมาณการดูดเชื้อเพลิงทำให้เกิดสุญญากาศ การปั๊มจึงเริ่มขึ้นในเวลา que แรงดันเชื้อเพลิงสูงกว่าแรงดันคอมมอนเรล

ข. ตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงกว้าง; เมื่อวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงเปิดกว้าง เส้นทางดูดเชื้อเพลิงจะขยายออกกว้าง ดังนั้น ปริมาณเชื้อเพลิงไหลผ่านได้จึงเพิ่มขึ้น และจากเส้นทางที่กว้างขึ้นนี้เอง หากระยะชักปลั๊กเจอร์เต็มสูบปริมาณการดูดเชื้อเพลิงก็จะมาก การปั๊มจะเริ่มขึ้นในเวลา que แรงดันเชื้อเพลิงสูงกว่าแรงดันคอมมอนเรล



รูปที่ 2.15 การทำงานของวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงตำแหน่งเปิดวาล์วควบคุมการดูดเชื้อเพลิงกว้าง (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

2.4 น้ำมันดีเซล (Diesel Oil)

น้ำมันดีเซล(Diesel Oil) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แต่จะมีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีมูลฐานการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างมากในกระบอกสูบ แล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำการเผาไหม้ไม่ใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลในสมัยแรกๆนั้นมีขนาดใหญ่โตมาก เพราะต้องการให้ทนกับความร้อนและแรงอัดสูงๆได้ มีการใช้เครื่องยนต์ดีเซลสมัยก่อนเป็นเครื่องต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้า, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และใช้ในเรือเป็นต้น ต่อมาได้มีการพัฒนาสร้างเครื่องยนต์ให้มีเล็กกลง แต่มีประสิทธิภาพสูงเช่นรถไฟ รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้งานงานนั้นๆ

2.4.1 น้ำมันดีเซลแบ่งออกเป็นสามชนิดดังนี้

ก. ชนิดความเร็วรอบต่ำ จำนวนรอบจะน้อยกว่า 300 rpm ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานหนักต่อเนื่อง เช่น เครื่องยนต์ของเรือขนาดใหญ่ เป็นต้น

ข. ชนิดความเร็วรอบปานกลาง มีจำนวนรอบอยู่ระหว่าง 300 ถึง 1000 rpm ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานค่อนข้างหนัก เช่น สถานีสูบน้ำ เป็นต้น

ค. ชนิดความเร็วรอบสูง จำนวนรอบจะสูงกว่า 1000 rpm ขึ้นไป ใช้สำหรับเครื่องยนต์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบบ่อย เช่น รถบรรทุกสำหรับขนส่ง เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

ข้อกำหนด	หน่วย	ต่ำสุด/สูงสุด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะ @ 15.6 C/15.6 °C		ต่ำสุด 0.82 สูงสุด 0.90	ASTM D-1298
2.ดัชนีซีเทนหรือค่าซีเทน		ต่ำสุด 47	ASTM D-613
3.ความข้นใสแบบคิเนแมติกที่อุณหภูมิ 40°C	cSt	ต่ำสุด 1.8 สูงสุด 5.0	ASTM-D445
4. จุดไหลเท	°C	สูงสุด 10	ASTM D-97
5. ปริมาณกำมะถัน	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด 1.0	IP242
6. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง ที่อุณหภูมิ 50°C นาน 3 ชั่วโมง	%โดยน้ำหนัก	สูงสุดเบอร์ 1	ASTM D-130
7. กากคาร์บอน (โดยวิธีคอนรัดสัน)	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด 0.05	ASTM D-189
8. น้ำและตะกอนสิ่งสกปรก	%โดยปริมาตร	สูงสุด 0.02	ASTM D-482
9. เถ้า	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด 0.005	ASTM D-482
10. จุดวาบไฟ PMCC	°C	ต่ำสุด 66	ASTM D-482
11. การกลั่น อุณหภูมิที่กลั่นได้90%	%โดยน้ำหนัก	สูงสุด 370	ASTM D86

เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลมีหลายชนิด น้ำมันดีเซลที่ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล จึงถูกแบ่งไว้หลายเกรดซึ่งมาตรฐานที่ใช้ในการแบ่งเกรด ซึ่งมีอยู่หลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน ASTM D975, Standard Specification For Diesel Fuel Oils และมาตรฐานการแบ่งเกรดน้ำมันดีเซลของประเทศไทย

2.4.2 การแบ่งเกรดน้ำมันดีเซลในประเทศไทย

ก. น้ำมันดีเซลเครื่องรอบเร็ว (Automotive Diesel Oil) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า น้ำมันโซล่า หมายถึงน้ำมันที่กลั่นมาจากน้ำมันดิบ และต้องมีสารในน้ำมันไม่เกิน 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยมีการกำหนดค่าซีเทนนิมเบอร์ (Cetane Numer) อย่างต่ำไว้ที่ 47 น้ำมันดีเซลหมุนเร็วใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีความเร็วรอบมากกว่า 1000 rpm ขึ้นไป ได้แก่ รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เรือประมง เรือโดยสาร เป็นต้น

ข. น้ำมันดีเซลเครื่องรอบช้า (Industrial Diesel Oil) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า น้ำมันจี้โล่ โดยกำหนดค่าซีเทนน้ำมันเบอร์อย่างต่ำไว้ที่ 45 น้ำมันดีเซลหมุนช้าใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีความเร็วรอบปานกลางถึงความเร็วรอบช้า โดยทั่วไปต่ำกว่า 1000 rpm เช่น เรือโดยสาร เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ของเรือประมง เป็นต้น โดยการจำหน่ายน้ำมันดีเซลเครื่องรอบช้าจะมีบริษัทที่จำหน่ายน้ำมันส่งโดยตรงไปที่โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงาน หรือบริษัทที่ต้องการใช้

ตารางที่ 2.3 การกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลสำหรับใช้กับเครื่องยนต์หมุนช้าในประเทศไทย

ข้อกำหนด	ต่ำสุด/สูงสุด	วิธีทดสอบ
1. ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6 °C	ต้องไม่สูงกว่า 0.920	ASTM D-1298
2. ดัชนีซีเทนหรือจำนวนซีเทน	ต้องไม่ต่ำกว่า 45	ASTM D-1298 ASTM D-613
3. ความหนืดกินมาติก ณ อุณหภูมิ 40 °C	ต้องไม่สูงกว่า 8.0 cSt	ASTM D-445
4. จุดไหลเท	ต้องไม่สูงกว่า 16 °C	ASTM D-97
5. ปริมาณกำมะถันต่อน้ำหนักของน้ำมัน % โดยน้ำหนัก	ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 1.5	ASTM D130
6. น้ำและตะกอนสิ่งสกปรก	ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.2	ASTM D-2709
7. เถ้า% โดยน้ำหนัก	ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.02	ASTM D-482
8. จุดวาบไฟ	ต้องไม่ต่ำกว่า 66	ASTM D-93

2.4.3 คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล

ก. การระเหยตัว (Volatility) ความสามารถในการระเหยของน้ำมันจะมีผลต่อจุดเดือด (Boiling Point) จุดวาบไฟ (Flash Point) และจุดติดไฟ (Fire Point) ของน้ำมันดีเซล ช่วงจุดเดือดของน้ำมันดีเซลทั่วไปมีค่าประมาณ 280-725°F (138-385°C)

ข. จุดวาบไฟ (Flash Point) คือ อุณหภูมิแรกที่น้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มระเหยและเกิดวาบไฟ จุดวาบไฟสามารถบ่งบอกถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการระเบิด หรือการจุดติดไฟ เมื่อมีประกายไฟเกิดขึ้นในระบบกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง

ค. การติดไฟ (Ignition Quality) คือคุณสมบัติที่แสดงความสามารถในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ การป้องกันการน็อคในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบอกสูบ การเผาไหม้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง คุณสมบัติจะแสดงออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทนหรือค่าจากซีเทนน้ำมันเบอร์

ง. ซีเทนัมเบอร์ (Cetane Number) คือ สมบัติที่ใช้วัดคุณภาพการติดไฟ (Ignition Quality) ของน้ำมันดีเซล การแสดงค่าจะออกมาเป็นตัวเลขหรือที่เรียกว่า ซีเทนัมเบอร์ (CN) เป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำมันดีเซลในด้านคุณสมบัติในการติดไฟ ค่าซีเทนัมเบอร์ควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การติดเครื่องยนต์ง่ายไม่เกิดการน็อกในเครื่องยนต์ และเป็น การประหยัดการใช้เชื้อเพลิงด้วย

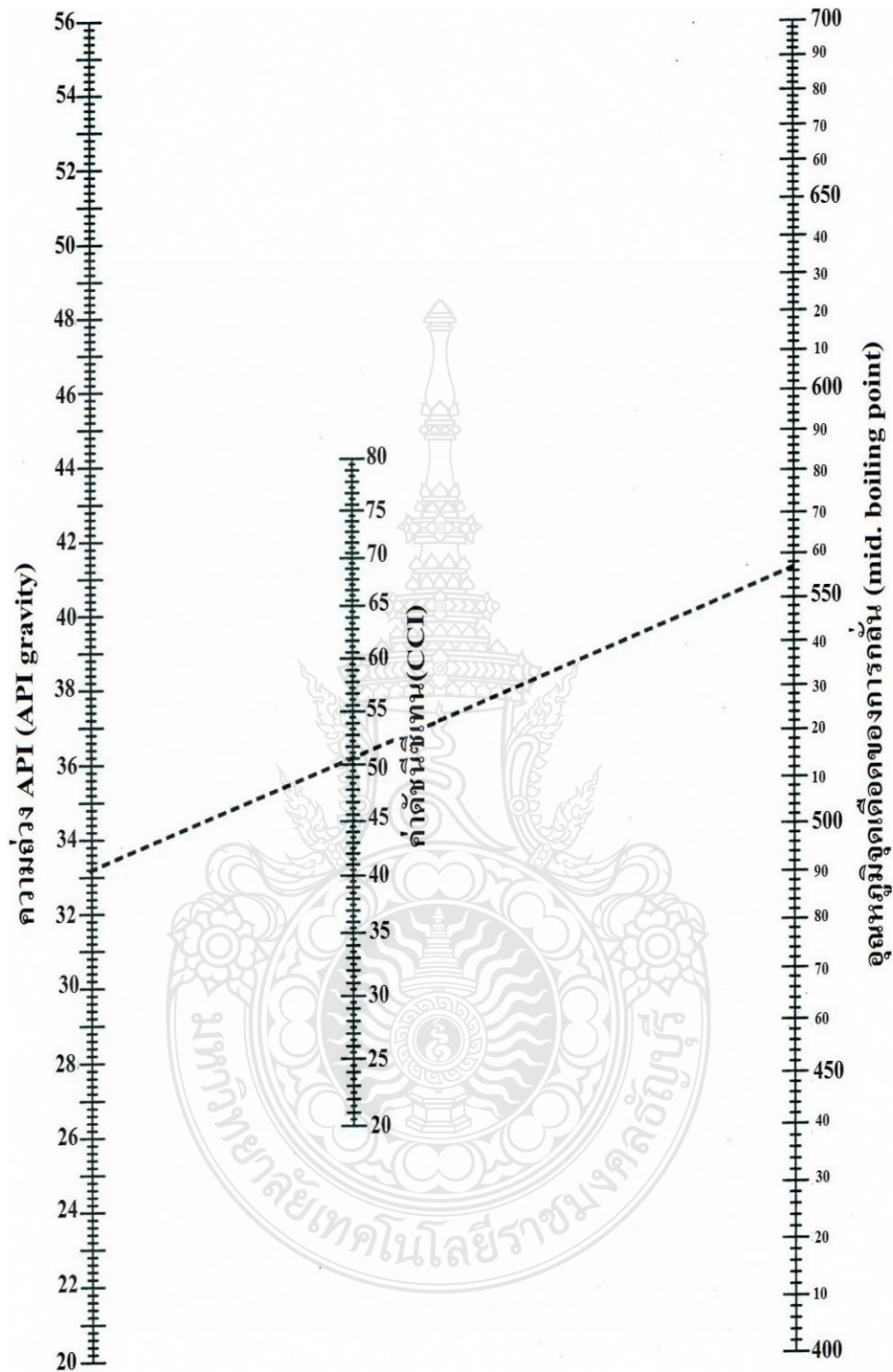
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซลนั้นต้องใช้เวลาเล็กน้อยในการระเหยและผสมกับอากาศก่อนเกิดลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่า Ignition Delay ทำให้ช่วงนี้ มีการสะสมน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เมื่อเกิดการลุกไหม้จึงมีการเผาไหม้อย่างรุนแรง ทำให้การเผาไหม้นั้นมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการหาวิธีลดช่วง Ignition Delay ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งกระทำได้โดยการเลือกความดันหัวฉีดน้ำมันและการออกแบบห้องเผาไหม้ที่เหมาะสม และสิ่งสำคัญคือ คุณภาพของน้ำมันดีเซล

การหาซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซลสามารถกระทำได้จากห้องทดสอบ เช่น โดยการใช้น้ำมันดีเซลเครื่องยนต์ดีเซลมาตรฐานสูงเดียวที่สามารถปรับอัตราส่วนการอัดตัวได้ โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับน้ำมันมาตรฐานที่ส่วนผสมของนอร์มัลซีเทน [Normal Cetane($C_{16}H_{34}$)] กับแอลฟาเมทิลแนพทาลิน [Alphamethyl Naphthalene ($C_{11}H_{10}$)] เช่นน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนัมเบอร์เท่ากับ 60 จะมีคุณสมบัติในการติดไฟและป้องกันการน็อกได้ดีเท่ากับน้ำมันมาตรฐานที่มีส่วนผสมของนอร์มัลซีเทน 60 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรกับแอลฟาเมทิลแนพทาลิน 40 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร

ค่าซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วคือตัวเลขที่บ่งบอกถึง Ignition Delay ของน้ำมันที่ได้จากการทดสอบจากเครื่องยนต์มาตรฐาน CFR และหลังจากปี 2505 เป็นต้นมา ได้มีการใช้เฮปตาเมทิล โนเนน (Heptamethylnonane) เป็นมาตรฐานแทนแอลฟาเมทิลแนพทาลิน (ซึ่งลุกติดไฟยาก มีค่าซีเทนเป็น 0) และตั้งให้เฮปตาเมทิล โนเนนมีค่าซีเทนเป็น 15 การหาซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซลนั้นใช้การเปรียบเทียบ Ignition Delay ของน้ำมันตัวอย่างที่ต้องการหาค่าซีเทนัมเบอร์กับน้ำมันมาตรฐาน โดยใช้วิธีการทดสอบค่ามาตรฐาน ASTM D613 หรือ IP41

ค่าซีเทนัมเบอร์คือตัวเลขจำนวนเต็มที่คำนวณจากอัตราส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรของนอร์มัลซีเทนกับเฮปตาเมทิล โนเนนที่มีคุณสมบัติการติดไฟเทียบเท่ากับน้ำมันตัวอย่างที่ต้องการหาค่าซีเทน โดยใช้เครื่องทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (2.1)

$$\text{ซีเทนัมเบอร์} = \text{ร้อยละของนอร์มัลซีเทน} + 0.15\% (\text{ร้อยละของเฮปตาเมทิล โนเนน}) \quad (2.1)$$



รูปที่ 2.16 โมโนกราฟสำหรับการประมาณหาค่าดัชนีซีเทน(ขวัณชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ประเสริฐ เทียนนิมิตและปานเพชร ชินินทร. (2536). เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.) [6]

จ.ดัชนีสีเทน (Cetane Index) จะแสดงคุณภาพในการติดไฟของน้ำมันดีเซลหาได้จากค่าความถ่วงAPI และอุณหภูมิการกลั่นที่ 50 เปอร์เซ็นต์หรือจุดกลางของการเดือด (Mid Boiling Point) ค่าทั้งสองหาได้จากสมการ 2.2

$$CCI = 97.833(\log T) + 2.2088(G)(\log T) + 0.01247(G)^2 + 423.51(\log T) + 4.7808 + 119.59 \quad (2.2)$$

เมื่อ CCI = ค่าคำนวณดัชนีสีเทน

G = ค่าความถ่วงAPI

M = อุณหภูมิการกลั่นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของความดันบรรยากาศหาได้ด้วยวิธี

ASTM D86 หรือ D158

หรือเราสามารถหาดัชนีซีเทนได้จากโมโนกราฟซึ่งง่ายกว่าการใช้สูตร การหาดัชนีซีเทนวิธีนี้เหมาะสำหรับการประมาณค่าซีเทนของน้ำมันใส (Distillate Fuels) แสดงดังรูปที่ 2.16

โดยดัชนีสีเทนสามารถประมาณค่าซีเทนได้อย่างแม่นยำกว่าวิธีต่อไปนี้

- (1) เชื้อเพลิงที่เติมสารเพิ่มค่าซีเทน
- (2) สารไฮโดรคาร์บอนบริสุทธิ์ เชื้อเพลิงสังเคราะห์จากสารอัลคิลेट
- (3) ทราชน้ำมัน หินน้ำมันหรือน้ำมันจากถ่านหิน น้ำมันดิบ น้ำมันเตาหรือน้ำมันที่มี

อุณหภูมิต่ำกว่า 260°C

ฉ. ค่าความร้อน (Heating Value) เป็นมาตรฐานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงนั้นๆถูกเผาไหม้ โดยทั่วไปค่าความร้อนมี 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูง (High Heating Value) และค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) ซึ่งค่าความร้อนสูงเป็นค่าที่วัดได้โดยรวมความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้าด้วยกัน เมื่อพูดถึงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ จะนำค่าความร้อนต่ำมาใช้ เนื่องจากไม่มีการกลั่นตัวของไอน้ำในห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์

ช. ความหนืด (Viscosity) คือ ค่าความต้านทานการไหลของของเหลว ค่าความหนืดเป็นแรงที่ต้องการเพื่อเลื่อนพื้นผิวของของไหลขนาดหนึ่งตารางเมตรด้วยอัตราเร็วสัมพัทธ์ 1 เมตรต่อวินาที(m/s) ออกจากพื้นที่ผิวที่สองในทิศทางที่วางขนานกัน แรงดังกล่าวจึงมีหน่วยเป็น นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร (Ns/m²) ความหนืดมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลว เพราะการนำเชื้อเพลิงเหลวไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงผ่านหัวฉีด เพื่อให้ให้น้ำมันเชื้อเพลิงเกิดเป็นฝอยละอองในขณะที่มีการใช้งาน นอกจากนี้ความหนืดยังมีผลต่อระบบ การส่งถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยการวิเคราะห์หาค่าความหนืดทำได้หลายวิธี วิธีดั้งเดิมที่เคยนิยมใช้วิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์จำพวกปิโตรเลียม คือ เครื่องวิเคราะห์ความหนืด เซย์โบลต์ – พีวโรล (Saybol – Furol Viscometer) ตามมาตรฐานของอเมริกา และเครื่องวิเคราะห์ความหนืดเรดวูด (Redwood Viscometer) ตามมาตรฐานอังกฤษ ทั้งสองวิธีใช้หลักการการจับเวลาของเหลวปริมาตรที่แน่นอนไหล

ผ่านรูออริฟิซ (Orific) ขนาดเล็ก ความหนืดที่วิเคราะห์ได้จะอยู่ในหน่วย นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร (Ns/m^2) ซึ่งเรียกว่า ความหนืดพลวัต (Dynamic Viscosity) ในการคำนวณสามารถเปลี่ยนความหนืดคิเนมาติกเป็นความหนืดพลวัตได้ตามสมการที่ (2.3)

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2.3)$$

เมื่อ ν = ความหนืดคิเนมาติก ตารางเมตรต่อวินาที (m^2/s)

η = ความหนืดพลวัต นิวตัน วินาทีต่อตารางเมตร (Ns/m^2)

ρ = ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

หน่วยของความหนืดคิเนมาติก เรียกว่า สโตก (stoke) มีค่าเท่ากับ 1×10^{-4} ตารางเมตรต่อวินาที จึงนิยมใช้หน่วย เซนติสโตก (cSt) แทน ตามมาตรฐานของประเทศไทยความหนืดคิเนมาติกของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 cSt ถึง 4.1 cSt ที่อุณหภูมิ 40°C และน้ำมันดีเซลหมุนช้า ความหนืดคิเนมาติกที่อุณหภูมิ 40°C ต้องไม่สูงกว่า 8 cSt และที่อุณหภูมิ 50°C ไม่สูงกว่า 6 cSt

ซ. จุดไหลเท (Pour Point) คือ จุดที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุด ที่ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงหยุดไหล 3°C หรือ 5°C เมื่อทำให้เย็นตามสภาวะมาตรฐาน การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D-97, Test Method for Pour Point of Petroleum Products ของน้ำมันดีเซล

ฉ. ความหนาแน่น (Density) คือ ปริมาณของมวลสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของๆ ไหลเป็นตัวชี้วัดถึงความหนืด คุณลักษณะการกลั่น และค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งบอกถึงเกรดของน้ำมันเชื้อเพลิงโดยประมาณ

ญ. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) อัตราความหนาแน่นของสารต่อความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ที่มีปริมาตรเท่ากันและที่อุณหภูมิเดียวกัน ความสำคัญของความถ่วงจำเพาะคือ ใช้แสดงชนิดของน้ำมันพื้นฐาน คำนวณหาปริมาณและน้ำหนัก โดยถ้าความถ่วงจำเพาะแตกต่างไปจากเดิมอาจมีการปนกันของน้ำมันต่างชนิด ตัวอย่างความถ่วงของน้ำมันเช่นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของ ปตท. กำหนดไว้ว่าค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 60°F จะต้องมีค่าอย่างต่ำ 0.82 แต่ไม่เกิน 0.90

2.5 น้ำมันพืช

น้ำมันพืชเป็นสารเคมีที่มีอยู่ในพืชจำพวกพืชน้ำมัน เช่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ซึ่งจะเป็นพืชน้ำมันซึ่งให้น้ำมันในส่วนที่เป็นผล ส่วนงา ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ทานตะวัน จะสามารถให้น้ำมันในส่วนที่เป็นเมล็ด โดยพืชน้ำมันเหล่านี้จะถูกนำมาผ่านกระบวนการผลิตเพื่อสกัดออกเป็นน้ำมัน โดยองค์ประกอบในการผลิตน้ำมันนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชน้ำมัน สายพันธุ์ อากาศ แหล่งเพาะปลูก และการดูแลรักษา

2.5.1 องค์ประกอบของน้ำมันพืช

น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันที่กลั่นระเหยได้จากปิโตรเลียม โดยกำหนดปริมาณการกลั่นได้ร้อยละ 90 ให้มีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 357°C น้ำมันดีเซลมีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างโมเลกุล ไม่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ขณะที่น้ำมันพืชมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 10-12 และมีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล น้ำมันพืชและสัตว์เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 10 ถึง 30 ตัว โครงสร้างเป็น C_3H_5 เชื่อมต่อกับกรดไขมันจากการที่มีกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ถึงร้อยละ 94-96 % ของน้ำหนักโมเลกุล ทำให้คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันพืชนั้นๆ มีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ส่วนใหญ่น้ำมันพืชมีองค์ประกอบของกรดไขมัน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนระหว่าง 12 ถึง 18 ตัว โดยมีกรดไขมันทั้งอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในปริมาณที่แตกต่างกัน

เนื่องจากน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพด้วย เช่น น้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล 6-7 เท่า การระเหยเป็นไอได้น้อยกว่าน้ำมันดีเซล รวมถึงคุณสมบัติที่น้ำมันพืชรวมตัวเป็นก้อนที่อุณหภูมิสูงหรือที่เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรส์ได้ ซึ่งน้ำมันดีเซลไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว

จากการที่น้ำมันพืชมีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุลทำให้น้ำมันพืชไม่อยู่ตัว ไม่เสถียร ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ค่าไอโอดีนของน้ำมันพืชจะเป็นดัชนีชี้วัดถึงปริมาณพันธะคู่ (double band) ที่มีอยู่ในโครงสร้างน้ำมันพืชชนิดนั้นๆ โดยถ้าค่าไอโอดีนสูงน้ำมันพืชชนิดนั้นๆ จะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรส์ได้มากและเร็วกว่าน้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า

น้ำมันพืชสามารถแบ่งชนิดตามค่าไอโอดีนได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

(1) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนระหว่าง 160-230 เรียกว่าน้ำมันชั๊กแห้ง เป็นน้ำมันที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรส์ได้มากเช่นน้ำมันลินสีด น้ำมันมะพอก เป็นต้น

(2) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนระหว่าง 125-150 เป็นน้ำมันกึ่งชั๊กแห้ง เช่นน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดคางพารา เป็นต้น

(3) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า 120 เป็นน้ำมันไม่ชั๊กแห้ง เช่นน้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว น้ำมันสบู่ดำ น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

น้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การฉีดน้ำมันเป็นฝอยได้ยาก เกิดเป็นอุปสรรคต่อการป้อนเชื้อเพลิงและเกิดการสันดาปไม่สมบูรณ์ นอกจากนั้นการที่การระเหยเป็นไอน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้เกิดการจุดระเบิดได้ยาก เครื่องยนต์ติดยากและเหลือคราบเขม่าเกาะอยู่ที่หัวฉีด แหวนและวาล์ว

2.5.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลเป็นผลผลิตที่ได้จากน้ำมันพืชผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่เนื่องจากองค์ประกอบและโครงสร้างที่แตกต่างกันของน้ำมันทั้งสอง ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันทั้งสองชนิดแตกต่างกันด้วย เช่นน้ำมันไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้มีความปลอดภัยในการขนส่งมากกว่า โดยทั่วไปสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันทั้งสองชนิดได้ดังนี้

(1) น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ทำให้ไอเสียที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ไม่ก่อให้เกิดภาวะฝนกรด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกเผาไหม้แล้ว กำมะถันในน้ำมันดีเซลจะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกรดซัลฟิวริกหรือกรดกำมะถันตามลำดับเกิดเป็นมลพิษทางอากาศ เมื่อฝนตกจะชะล้างมลพิษนี้เป็นฝนกรดได้

(2) น้ำมันดีเซลไม่มีออกซิเจนในโครงสร้างโมเลกุล และมีองค์ประกอบของสาร Aromatic Compound ถึงร้อยละ 20-40 ขณะที่ไบโอดีเซลไม่มีสารประกอบประเภท Aromatic Compound แต่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้างโมเลกุลถึงร้อยละ 10-12 ทำให้ไอเสียที่เกิดขึ้นของน้ำมันไบโอดีเซลมีปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก และมีควันดำต่ำกว่าการใช้้ำมันดีเซล

(3) น้ำมันไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีค่าในการจุดระเบิดสูงกว่าน้ำมันดีเซล

(4) น้ำมันดีเซลไม่มีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล ขณะที่น้ำมันไบโอดีเซลมีพันธะคู่ในน้ำมันพืช ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันตามชนิดของน้ำมัน ทำให้น้ำมันไบโอดีเซลไม่เสถียร เกิดการออกซิเดชันได้เร็วกว่าน้ำมันดีเซล และมีระยะเวลาเก็บหลังการผลิตสั้นกว่าน้ำมันดีเซล

(5) น้ำมันไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้

น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติต่างกันตามองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ถึงร้อยละ 94-96 % ของน้ำหนักโมเลกุล ทำให้คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันพืชนั้นๆ มีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้นเมื่อน้ำมันจากพืชชนิดนั้นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ

2.6 น้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลสามารถนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลที่มีฐานของปิโตรเลียมในระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้ โดยมีการปรับแต่งเล็กน้อย หรือไม่ต้องปรับแต่งเลยก็ได้ สิ่งที่น้ำมันไบโอดีเซลไม่เหมือนกับน้ำมันพืชดิบ (raw vegetable oil) ก็คือ น้ำมันไบโอดีเซลเป็นผลผลิตจากกรรมวิธีทางเคมีที่นำกลีเซอริน (glycerin) ออกจากน้ำมัน

2.6.1 ความหมายทางเทคนิคของน้ำมันไบโอดีเซล ตามมาตรฐาน ASTM D6751 และน้ำมันไบโอดีเซลผสม (Technical Definition for Biodiesel (ASTM D6751) and Biodiesel Blend)

น้ำมันไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงที่ประกอบด้วย Mono-alkyl esters of long chain fatty acids ได้มาจากน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ เขียนกำหนดเป็น B100 และได้ตามมาตรฐาน ASTM D6751

น้ำมันไบโอดีเซล เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ กับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล (Methanol) หรือ เอทานอล (Ethanol) ที่มีปรากฏอยู่ในสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อให้ได้ mono-alkyl esters และกลีเซอริน (กลีเซอรินจะถูกขจัดออกมา)

น้ำมันไบโอดีเซล คือ เชื้อเพลิงที่ถูกนำมาใช้แทนน้ำมันดีเซล ซึ่งผลิตจากน้ำมันพืช น้ำมันหมวนเวียนจากการปรุงอาหาร (น้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร) หรือน้ำมันจากสัตว์

2.6.2 กรรมวิธีผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

กรรมวิธีผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คือการเปลี่ยนน้ำมันและไขมันในรูปเคมี เรียกว่า “long chain mono alkyl ester” หรือไบโอดีเซล ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้ ยังมีความหมายถึง “Fatty acid methyl ester” หรือ FAME ในขบวนการผลิตน้ำมันหรือไขมัน 100 ปอนด์ จะถูกทำปฏิกิริยากับหัวโซ่สั้นๆ ของแอลกอฮอล์ 10 ปอนด์ (ปกติจะใช้ Methanol) ที่มีอยู่ในสารเร่งปฏิกิริยา (ปกติจะใช้โซเดียม หรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์) เพื่อให้ได้ น้ำมันไบโอดีเซล 100 ปอนด์ และกลีเซอริน 10 ปอนด์กลีเซอริน ก็คือ น้ำตาลชนิดหนึ่ง และเป็นผลผลิตพลอยได้จากขบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันพืชดิบหรือน้ำมันพืชที่ผ่านการกลั่นแล้ว หรือไขมันที่ใช้หมวนเวียน ที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการทำน้ำมันไบโอดีเซล เราไม่ถือว่าเป็นน้ำมันไบโอดีเซล และควรหลีกเลี่ยง หรือไม่ควรนำมาใช้ ผลการวิจัยได้แสดงว่า น้ำมันพืช หรือไขมันที่ใช้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยกำลังอัด (CI Engines) ที่ผสมในอัตราค่า ระหว่าง 10%-20% จะทำให้การใช้งานของเครื่องยนต์ในระยะยาวเกิดการสะสมของเขม่า แหวนลูกสูบติด น้ำมันหล่อลื่นเหนียวขึ้น (เหมือนวุ้น) ปัญหาเรื่องการบำรุงรักษาอื่นๆ และยังสามารถทำให้อายุการใช้เครื่องยนต์สั้นลง สาเหตุของปัญหาส่วนมากเกิดจาก น้ำมันพืชดิบมีความหนืดของน้ำมันหรือความหนาแน่นมากกว่า (ประมาณ 40 mm²/s) เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่ใช้กับหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซลที่ออกแบบมา (ประมาณ 1.3-1.4 mm²/s) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกี่ยวกับความหนืดของน้ำมันพืชและน้ำมันจากแหล่งต่างๆ ที่นำมาทำน้ำมันไบโอดีเซล เราจึงได้ลดความหนืด

ของน้ำมันไบโอดีเซลให้ใกล้เคียงกับค่าความหนืดของน้ำมันดีเซล (น้ำมันไบโอดีเซลจะมีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 4-5 mm²/s) ในระหว่างขบวนการเปลี่ยนน้ำมันพืชหรือพวกไขมันให้เป็นน้ำมันไบโอดีเซล

2.7 น้ำมันไบโอดีเซล B100

2.7.1 คุณสมบัติพื้นฐานและการผสม

น้ำมันเชื้อเพลิง B100 มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ (กายภาพ) และทางเคมีที่คล้ายกับน้ำมันดีเซลที่มีฐานของปิโตรเลียม และในบางกรณีก็อาจสามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้เลย โดยมีการปรับปรุงเครื่องยนต์หรือระบบน้ำมันเชื้อเพลิงบริสุทธิ์ (ไม่ต้องผสมกับน้ำมันดีเซล) ในเครื่องจักรที่ใช้ น้ำมันดีเซลได้ มีข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิง B100 กับน้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ต้องให้ความสนใจเมื่อมีการเก็บรักษา หรือใช้งาน

2.7.2 ข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล B100

สมาคมการทดสอบและวัสดุสากลของสหรัฐอเมริกา (ASTM) ได้กำหนดคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล ตาม ASTM D6751 – 03 สรุปรวมตาราง 2.4 ข้อกำหนดนี้เพื่อเป็นหลักประกันคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่นำมาผสม ให้ได้ไบโอดีเซลผสมที่ 20% หรือต่ำกว่า โดยไบโอดีเซลชนิดใดๆ ที่ใช้อยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ควรได้มาตรฐาน ASTM D6751 ก่อนที่จะนำมาใช้ผสม

มาตรฐาน ASTM เป็นความเห็นชอบโดยเอกฉันท์ ที่มาจากกลุ่มงานมาตรฐานประกอบด้วย บริษัทผลิตเครื่องยนต์ บริษัทผลิตอุปกรณ์การฉีดเชื้อเพลิง ผู้ผลิตเชื้อเพลิง และผู้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมาตรฐานได้รับการรับรองจากรัฐบาล โดยสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อม (EPA) และรัฐบาลของรัฐต่างๆ โดยส่วนใหญ่ให้ความเห็นชอบ

ในขณะที่มีมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง ASTM อื่นๆ อยู่แล้ว มาตรฐาน ASTM D6751 กำหนดคุณสมบัติตามกายภาพ และทางเคมี โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล มาตรฐานนี้ไม่ได้ขึ้นกับรายละเอียดของวัตถุดิบ หรือกรรมวิธีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องได้ตามคุณสมบัติตามตารางที่ 2.4 ตามคำจำกัดความ ดังนี้ น้ำมันไบโอดีเซล คือเชื้อเพลิงที่ประกอบด้วย Mono Alkyl Esters of Long Chain Fatty Acid ได้จากน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ ให้ชื่อว่า “B100”

จากตารางที่ 2.4 ใช้กับเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยกำลังอัด (เครื่องยนต์ดีเซล) ข้อกำหนดนี้ใช้สำหรับน้ำมันไบโอดีเซลบริสุทธิ์ ก่อนนำไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

จากคำจำกัดความของน้ำมันไบโอดีเซล ในมาตรฐาน ASTM D6751 ตามข้อกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ทำให้คำว่า “Biofuel” ที่เราใช้เรียกกันในอดีตว่าเป็นน้ำมันไบโอดีเซล (Biodiesel) ถูกตัดออก วัตถุดิบน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ น้ำมันหรือไขมัน

เก่า ถ่านหิน หรือสิ่งต่างๆ ที่มาจากสิ่งมีชีวิต (Biologically Derived) ที่ไม่ได้ตามคำจำกัดความและตารางข้างต้น ไม่ถือว่าเป็น “น้ำมันไบโอดีเซล”

ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนดของไบโอดีเซล (B100) ตามมาตรฐาน ASTM D6751-03 เดือนธันวาคม 2001

คุณสมบัติ	วิธีทาง ASTM	ค่ากำหนด	หน่วยที่ใช้วัด
จุดวาบไฟ (Flash Point)	D 93	ต่ำสุด 130	°C
น้ำและสิ่งตะกอน (Water & Sediment)	D 2709	สูงสุด 0.050	% ปริมาตร
ความหนืดจลน์ (Kinematic Viscosity, 40°C)	D 445	1.9 – 6.0	mm ² /sec
เถ้าซัลเฟต (Sulfated Ash)	D 874	0.020	% มวล
กำมะถัน (Sulfur) S 15 Grade S 500 Grade	D 5453	สูงสุด 15 สูงสุด 500	Ppm
การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	D 130	สูงสุด No.3	
ซีเทน (Cetane)	D613	ต่ำสุด 47	
จุดเมฆหมอก (Cloud Point)	D2500	แจ้งให้ผู้ใช้	°C
ตัวอย่างเขม่าตกค้าง 100% (Carbon Residue 100% Sample)	D 4530**	สูงสุด 0.050	% มวล
ปริมาณกรด (Acid Number)	D 664	สูงสุด 0.80	mg KOH / gm
กลีเซอรินที่มีอิสระ (Free Glycerin)	D 6584	สูงสุด 0.020	% มวล
กลีเซอรินรวม (Total Glycerin)	D 6584	สูงสุด 0.240	% มวล
ฟอสฟอรัสที่มี (Phosphorus Content)	D 4951	สูงสุด 0.001	% มวล
อุณหภูมิกลั่นที่บรรยากาศ เทียบเท่ากับอุณหภูมิที่ 90% Recovered (T90)	D 1160	สูงสุด 360	°C

ข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล B100 ต้องพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้

ก. จุดวาบไฟต่ำสุด (Minimum Flash Point) กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยทางด้านเพลิงไหม้ จุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง B100 จะสูงกว่าน้ำมันดีเซล 150°C เปรียบเทียบ 70°C เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าบริษัทผู้ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงได้กำจัดเมทานอล (Methanol) ส่วนที่เกินที่ใช้ในขบวนการผลิตออก เมทานอลตกค้างในเชื้อเพลิงเป็นเครื่องชี้เรื่องความปลอดภัย เพราะแม้ปริมาณเมทานอลน้อยนิด ก็ทำให้อุณหภูมิจุดวาบไฟลดลงได้ เมทานอลตกค้างซึ่งสามารถพบได้ในน้ำมันไบโอดีเซล มีปริมาณที่ต่ำ จุดวาบไฟที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดเหล่านี้ สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง ซิล และชิ้นส่วนที่เป็นยาง และยังทำให้คุณสมบัติการเผาไหม้ไม่ดีด้วย

ข. น้ำ และตะกอน (Water and Sediment) หมายถึง การปราศจากหยดน้ำ และสิ่งตกตะกอน ระดับที่ยอมให้มีได้ ใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับน้ำมันดีเซล ในระหว่างขบวนการผลิตที่ใช้เทคนิคการขจัดน้ำออกที่ไม่ดี หรือน้ำมันเชื้อเพลิงสัมผัสกับน้ำระหว่างการขนส่งหรือจัดเก็บ สามารถทำให้น้ำมันเชื้อเพลิง B100 มีน้ำอยู่เกินข้อกำหนด น้ำที่เกินนี้สามารถก่อให้เกิดสนิมและทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดจุลินทรีย์ (Microorganisms) น้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำปฏิกิริยากับอากาศ (Fuel Oxidation) ยังสามารถทำให้เกิดสิ่งตกตะกอนเพิ่มขึ้น การทดสอบนี้ยังสามารถนำมาใช้ร่วมกับการหาค่าความเป็นกรด และค่าความหนืด เพื่อให้ทราบว่าเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยากับอากาศ (Oxidized) มากเกินไประหว่างการจัดเก็บหรือไม่

ค. ค่าความหนืดต่ำสุด (Minimum Viscosity) กำหนดไว้สำหรับเครื่องยนต์บางชนิด เนื่องจากว่า เกิดการสูญเสียพลังงานในตัวเอง จากการที่ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีดรั่ว แต่สิ่งนี้ไม่ได้เป็นประโยชน์สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง B100 และค่าความหนืดต่ำสุดของน้ำมันไบโอดีเซลก็กำหนดอยู่ในระดับเดียวกันกับน้ำมันดีเซล ส่วนค่าความหนืดสูงเกินไปจะทำให้การเผาไหม้ไม่ดี ทำให้เกิดสิ่งตกค้างในทำนองเดียวกับการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากเกินไปจนความจำเป็น ก็สามารถเป็นเหตุให้ปริมาณน้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าความหนืดสูงสุดที่ยอมได้ ตามมาตรฐาน ASTM D975 สำหรับน้ำมันดีเซลเบอร์ 2 คือ 4.1 mm²/s ในครั้งแรกๆ มาตรฐาน ASTM D9751 ยอมให้ค่าความหนืดสูงกว่ามาตรฐาน D975 เล็กน้อย เพราะว่ามีมาตรฐานนี้เป็นค่าความหนืดปกติของน้ำมันเชื้อเพลิง B100 ที่กำหนดขึ้นมาก่อนแล้ว การศึกษาคู่มือหรือปรึกษากับผู้ผลิตเครื่องยนต์ ถ้าหากอยากใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B100 ที่มีค่าความหนืดสูงกว่าเครื่องยนต์หรือระบบเชื้อเพลิงที่ได้ออกแบบไว้

ง. เถ้าซัลเฟต (Sulfated Ash) เป็นการทดสอบหาปริมาณสาร Alkali Catalyst ที่ตกค้างในน้ำมันไบโอดีเซล ในทำนองเดียวกับ เถ้าอื่นๆ ที่เกิดจากการรวมตัวของส่วนผสมในน้ำมันที่สามารถก่อให้เกิดเขม่าจับที่หัวฉีด หรือทำให้ระบบเชื้อเพลิงทำงานไม่ได้

จ. กำมะถัน (Sulfur) การจำกัดค่ากำมะถันเป็นการลดกำมะถัน (Sulfate) และกรดกำมะถัน (Sulfuric Acid) ในไอเสียเครื่องยนต์ และช่วยป้องกันระบบฟอกไอเสีย (Exhaust Catalyst Systems) ที่จะนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลในอนาคต กำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลต้องมีน้อยกว่า 15 ppm. การทดสอบน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีกำมะถันต่ำ เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง ให้ทดสอบตามมาตรฐาน M D5453 แทนมาตรฐาน D2662 เพราะมาตรฐาน D2662 ให้ผลที่ผิดพลาดสูง เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงชนิดที่มีออกซิเจนอยู่ในตัวเอง

ฉ. การสึกหรอของแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) เป็นการทดสอบเพื่อแสดงความสามารถของน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะทำปฏิกิริยาต่อชิ้นส่วนของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำจากโลหะทองแดงหรือบรอนซ์ สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง B100 และน้ำมันดีเซลก็ต้องทำการทดสอบในลักษณะเช่นเดียวกัน น้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานข้อกำหนดอื่นๆ ของ D6751 เสมอ แม้ว่าทองแดงและบรอนซ์อาจไม่สึกกร่อน ปรากฏให้เห็นในน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซล แต่สำหรับการสัมผัสกันที่ยาวนาน สามารถทำให้เชื้อเพลิงลดคุณภาพและเกิดสิ่งตกตะกอนได้

ช. ซีเทน (Cetane) กำหนดเพื่อให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี น้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ทั่วไปในประเทศสหรัฐอเมริกาต้องมีค่าซีเทนต่ำสุดที่ 40 ค่าซีเทนยิ่งสูงจะช่วยให้คุณสมบัติการสตาร์ทติดเครื่องยนต์ง่ายขึ้น และได้ดีขึ้น และเกิดควันไอเสียสีขาวต่ำ มาตรฐาน ASTM กำหนดค่าซีเทนของน้ำมันเชื้อเพลิง B100 ที่ 47 ขณะที่ค่าซีเทนอยู่ในระดับเดียวกับน้ำมันดีเซลชนิดพิเศษ (Premium Diesel Fuel) ที่กำหนดโดย The National Conference of Weights and Measures โดยความเป็นจริงแล้วค่าซีเทน 47 เป็นค่าต่ำที่สุดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้อยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ดัชนีค่าซีเทน (ASTM D976) นี้ไม่ใช่เครื่องมือที่จะบอกค่าซีเทนของน้ำมันไบโอดีเซลหรือไบโอดีเซลผสมได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากดัชนีค่าซีเทนได้จากพื้นฐานการคำนวณจากค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) และกราฟการกลั่น (Distillation Curve) ซึ่งทั้ง 2 ค่ามีความแตกต่างสำหรับน้ำมันไบโอดีเซลมากกว่าน้ำมันปิโตรดีเซล

ซ. จุดเมฆหมอกหรือจุดขุ่นมัว (Cloud Point) เป็นสิ่งสำคัญเพื่อประกันว่าเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพการทำงานที่อุณหภูมิหนาวเย็นได้ดี น้ำมันเชื้อเพลิง B100 มีจุดเมฆหมอก (Cloud Point) ของน้ำมันที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป

ณ. เขม่าตกค้าง (Carbon Residue) เป็นการกำหนดปริมาณเขม่าสะสมที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง และเป็นการประมาณค่าว่าจะมีเขม่าสะสมในเครื่องยนต์เท่าใด กรณีของน้ำมันดีเซลทั่วไป ปริมาณเขม่าตกค้างจะวัดที่ 10% ของน้ำมันที่เหลือจากการกลั่น เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิง B100 มีจุดเดือดสมบูรณ์ช่วงปลายสูงสุดของน้ำมันดีเซล ประมาณว่าเป็นที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อทำการกลั่นน้ำมันไบโอดีเซล จึงเป็นการยากที่จะปล่อยให้เหลือไว้ 10% ดังนั้นการกำหนดค่าเขม่าตกค้างสำหรับ

น้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจะใช้การวัดจากตัวอย่างของน้ำมันได้ตลอดเวลา มากกว่าที่จะวัดที่ 10% ของเชื้อเพลิงที่เหลือจากการกลั่น

ญ. ความเป็นกรด (Acid Number) สำหรับน้ำมันไบโอดีเซล เป็นเครื่องชี้ว่ามีกรดไขมันในน้ำมันเชื้อเพลิงหรือไม่ (ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไขมันและน้ำมันจะมีคุณภาพลดลงโดยธรรมชาติ) และความเป็นกรดสามารถเพิ่มขึ้นได้ ถ้าเชื้อเพลิงนั้นผลิตมาไม่ถูกต้อง หรือดำเนินการลดการออกซิเดชั่น ถ้าค่าความเป็นกรดสูงกว่า 0.80 จะช่วยให้เกิดตะกอนในระบบเชื้อเพลิงและลดอายุของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงลงด้วย

ฎ. กลีเซอรินที่มีได้ และกลีเซอรินรวม (Free and Total glycerin) เป็นการวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงไขมันเกิดมากน้อยแค่ไหน และผลพลอยได้จากกลีเซอรินที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงในกรณีที่แปลงไขมันและน้ำมันมาเป็นน้ำมันไบโอดีเซลได้ไม่หมด จะทำให้ได้กลีเซอรินรวมสูง การกำจัดกลีเซอรินได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดกลีเซอรินในน้ำมันและกลีเซอรินรวมสูง ถ้าตัวเลขนี้สูงมากจะเป็นสาเหตุทำให้ถังเชื้อเพลิง ระบบเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์มีปัญหาได้ เชื้อเพลิงที่มีค่านี้เกินกำหนดจะมีอาการเหมือนกับไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงติดขัดและเกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา

ฏ. กำมะถัน (Phosphorus) ปริมาณกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลมีได้ไม่เกิน 10 ppm. เพราะกำมะถันสามารถทำลายเครื่องฟอกไอเสีย (Catalytic Converters) และในน้ำมันพืชบางชนิด เราจะพบว่ามีความกำมะถันเกินกว่า 10 ppm. โดยทั่วไปแล้ว น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีกำมะถันในระดับที่ต่ำกว่ากำหนด คือ 1 ppm.

ฐ. อุณหภูมิกลั่น T90 (T90 Distillation) ถูกจัดรวมไว้ในข้อกำหนดมาตรฐานนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าเชื้อเพลิงจะไม่เสื่อมสภาพเมื่อสัมผัสกับวัตถุที่มีจุดเดือดสูง เช่น นำไปใช้กับน้ำมันเครื่อง โดยทั่วไปจุดเดือดของน้ำมันไบโอดีเซล ณ บรรยากาศ อยู่ในช่วง $330^{\circ}\text{C} - 357^{\circ}\text{C}$

ข้อกำหนด D6751 ยังรวมไปถึงเงื่อนไขที่ว่าเป็น “ต้องมองไม่เห็นว่ามีหยดน้ำ ตะกอน และสิ่งแขวนลอย อยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล” เชื้อเพลิง B100 ควรดูแล้วใส แม้ว่าจะมาในรูปลักษณะของสีต่างๆ สีของน้ำมันไบโอดีเซลไม่ได้เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำมัน

ในปัจจุบัน มีข้อกำหนดมาตรฐาน ASTM สำหรับน้ำมันไบโอดีเซล (D6751) และน้ำมันปิโตรดีเซล (D975) แต่ก็ยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับตรวจสอบน้ำมันไบโอดีเซลผสม ปัจจุบันการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลผสม ใช้น้ำมันปิโตรดีเซลเบอร์ 1 หรือเบอร์ 2 ตามข้อกำหนด D975 และน้ำมันไบโอดีเซลตามข้อกำหนด D6751 ก่อนผสม ซึ่งเป็นการยากมากที่จะบอกคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผสมแล้ว มาตรฐาน ASTM สำหรับน้ำมันไบโอดีเซลผสมสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมถึง B20 ยังไม่มีการพัฒนา ดังนั้นขอได้ตรวจสอบจากมาตรฐาน ASTM และจากคณะกรรมการไบโอดีเซลแห่งชาติ (NBB) สำหรับข้อมูลที่มีการปรับปรุง

โดยทั่วไป น้ำมันเชื้อเพลิง B5 และต่ำกว่า จะได้คุณภาพตามรายการมาตรฐาน ASTM D975 ซึ่งเป็นคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ทั่วไป น้ำมันเชื้อเพลิง B20 หรือที่สูงกว่า ก็ยังสามารถทำให้ได้คุณภาพตามรายการมาตรฐาน ASTM D975 ได้ โดยอาจจะไม่ต้องคำนึงถึงความหนืดและกรรมวิธีการกลั่น ทั้งนี้ส่วนใหญ่ขึ้นกับน้ำมันดีเซลที่นำมาผสม ประชาคมผู้ผลิตเครื่องยนต์ได้มีความเห็นพ้องกันว่า ถ้าให้อุณหภูมิการกลั่นของน้ำมันไบโอดีเซลผสมสูงกว่าเล็กน้อย จะไม่เกิดปัญหาทางด้านเทคนิคที่จะเกื้อหนุนให้จุดเดือดของน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรดีเซลสูงขึ้นด้วย อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลทำตามมาตรฐาน D6751 (จุดเดือดของน้ำมันไบโอดีเซลสูงกว่าน้ำมันดีเซล) ยังทำให้ความหนืดสูงกว่าข้อกำหนด D975 ซึ่งอาจทำให้ระบบเชื้อเพลิงเกิดความเค้นเพิ่มขึ้น และฉีดเชื้อเพลิงเป็นฝอยออกมาไม่ดี เป็นเหตุให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพต่ำ และหัวฉีดมีเขม่าจับ โดยทั่วไปน้ำมันไบโอดีเซลผสมที่ได้ตามมาตรฐาน ASTM D975 สามารถนำมาใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ในงานปกติ นานครบเท่าที่น้ำมันไบโอดีเซลได้ตามมาตรฐาน ASTM D6751 และคุณสมบัติการไหลขณะเย็นเพียงพอตามสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศ และในช่วงเวลาหนึ่งปีที่ใช้เชื้อเพลิง

2.6.3 ข้อควรระวังในการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100

ก. น้ำมันเชื้อเพลิง B100 จะแข็งตัวที่อุณหภูมิสูงกว่าน้ำมันดีเซลที่ใช้ทั่วไป (แข็งตัวเร็วกว่าน้ำมันดีเซล) ข้อนี้จึงต้องนำมาพิจารณา ถ้าต้องมีการเก็บรักษาและใช้งาน ส่วนใหญ่ของน้ำมันเชื้อเพลิง B100 จะเริ่มเป็นไข (Cloud) ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 35°F - 60°F ดังนั้นการให้ความร้อนแก่ท่อส่งและถังเชื้อเพลิงอาจมีความจำเป็นแม้ว่าสภาพอากาศไม่เย็นมาก ขณะที่น้ำมันเชื้อเพลิง B100 เริ่มเป็นไขหรืออุ่น ความหนืดก็เริ่มสูงขึ้นเช่นกัน และสูงเกินกว่าความหนืดของน้ำมันดีเซล จึงเป็นเหตุให้ปั๊ม น้ำมันเชื้อเพลิง และระบบฉีดเชื้อเพลิงเกิดความเค้นเพิ่มขึ้น อากาศเย็นจึงเป็นเหตุผลใหญ่ที่สุดที่คนส่วนมากหันมาใช้ น้ำมันไบโอดีเซลผสม

ข. น้ำมันเชื้อเพลิง B100 ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับท่อและปะเก็นบางชนิด เพราะจะทำให้ท่อและปะเก็น อ่อนตัวหรือมีคุณภาพลดลงเช่น ท่อที่ทำจากยางเทียม (Buna N) ยางธรรมชาติ ทำให้เกิดการรั่ว และเมื่อคุณภาพลดลงถึงจุดหนึ่งก็จะแตกหรือป่น ไม่สามารถใช้งานได้ เป็นเหตุให้เชื้อเพลิงปนปะทะกับเครื่องยนต์ที่ร้อน ทำลายปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง หรือทำให้ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงอุดตัน เนื่องจากวัสดุของท่อและปะเก็น หลุดออก การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B100 จึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษว่า ชิ้นส่วนต่างๆ ของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องสัมผัสกับน้ำมันต้องมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ ชิ้นส่วนของบางระบบก็ได้มีการเลือกใช้วัสดุที่สามารถทนน้ำมันไบโอดีเซลได้แล้ว (เช่น ใช้ผลิตภัณฑ์ชื่อ Viton) แต่ส่วนใหญ่แล้วยังไม่มีการใช้วัสดุเหล่านั้นเพราะว่าค่อนข้างมีราคาสูงมาก

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลเบอร์ 2 กับน้ำมันไบโอดีเซลบางตัว

คุณสมบัติของเชื้อเพลิง	ดีเซล	ไบโอดีเซล
มาตรฐานเชื้อเพลิง	ASTM D975	ASTM D6751
Lower Heating Value, Btu/gal	~129.050	~118.170
Kinematic Viscosity,@	1.3-4.1	4.0-6.0
Specific Viscosity,@ 60°F	0.85	0.88
Density, lb/gal @ 15°C	7.079	7.328
Water and Sediment , vol %	0.05 max	0.05 max
Carbon , wt %	87	77
Hydrogen, wt%	13	12
Oxygen, by dif wt%	0	11
Boiling Point. °C	180 to 340	315 to 350
Flash Point . °C	60 to 80	100 to 170
Cloud Point. °C	- 15 to 5	-3 to 12
Pour Point . °C	-35 to -15	-15 to 10
Cetane Number	40 – 55	48 – 65
Lubricity SLBOCLE , grams	2,000 – 5,000	> 7,000
Lubricity HFRR, microns	300 – 600	< 300

ค. น้ำมันเชื้อเพลิง B100 ไม่เหมาะกับวัสดุโลหะและพลาสติกบางชนิด น้ำมันไบโอดีเซลจะทำให้เกิดตะกอนตกค้างได้มาก ถ้าได้สัมผัสกับวัสดุหรือโลหะที่ไม่เหมาะสม เป็นเวลานาน เช่น ทองแดง หรือโลหะที่มีทองแดงผสม (ทองเหลือง, บรอนซ์) ดีบุก ตะกั่ว หรือสังกะสี (โลหะที่ชุบผิวหน้าด้วยสังกะสี) ปริมาณตะกอนที่ตกค้างมากอาจเป็นเหตุให้ไส้กรองเชื้อเพลิงอุดตัน เพราะระบบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลไม่ได้มีการรองรับเศษตะกอนเหล่านี้ นอกจากนี้ เมื่อเวลาผ่านไปน้ำมันเชื้อเพลิง B100 อาจแทรกซึมได้ในบางชนิดของพลาสติก เช่น Polyethylene , Polypropylene จึงไม่เหมาะที่จะนำวัสดุดังกล่าวมาใช้เก็บรักษาน้ำมัน B100

นอกจากนี้คุณสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมีอื่นๆ ที่น้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันปิโตรเลียมดีเซล มีความแตกต่างที่เด่นชัดซึ่งความแตกต่างเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อดี คือน้ำมันไบโอดีเซลมีระดับกำมะถัน (Sulfur) ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ทุกวันนี้และมีการหล่อลื่นมากกว่า

ในปี ค.ศ.2006 น้ำมันเชื้อเพลิง B100 จะต้องผลิตตามข้อกำหนดใหม่ของสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อม (EPA) ที่กำหนดว่า รถยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลทุกคันบนท้องถนน ต้องมีกำมะถันในน้ำมันไม่เกิน 15 ppm. เราเรียกน้ำมันดีเซลในอนาคตที่มีกำมะถัน 15 ppm. ว่า “Ultra Low Sulfur Diesel หรือ ULSD” น้ำมัน ULSD ชนิดนี้มีปัญหาในเรื่องของการหล่อลื่น ขณะที่กรรมวิธีการกลั่นแบบใหม่ มีแนวโน้มที่จะลดการหล่อลื่นตามธรรมชาติของน้ำมันดีเซลลง ถ้านำน้ำมันไปโอดีเซลบริสุทธิ์ หรือน้ำมันไปโอดีเซลผสมมาผสมกับน้ำมัน ULSD จะทำให้การหล่อลื่นกลับคืนมาประมาณ 1%-2% แต่ก็ยังคงมีออกซิเจนอยู่ 11% โดยน้ำหนัก และได้ค่าซีเทนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้นและช่วยลดมลภาวะอากาศได้อย่างมาก



บทที่ 3

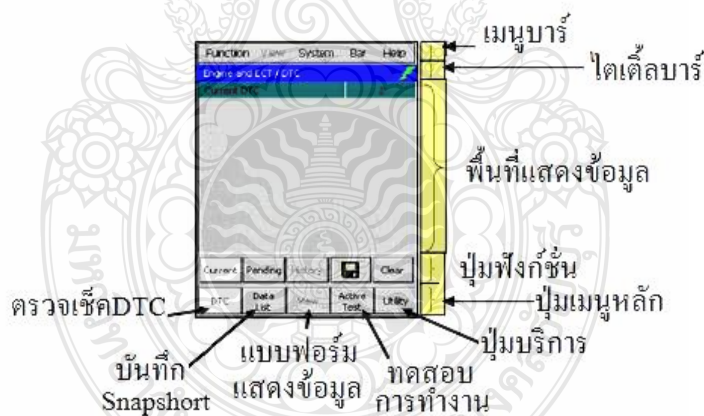
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยประกอบด้วย ศึกษาและทดลองการประยุกต์ใช้น้ำมันพืชใช้แล้วกับสถานะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ในรอบความเร็วตั้งแต่ 500 rpm – 2500 rpm โดยทำ การทดลองที่ วิทยาลัยเทคโนโลยียานยนต์โตโยต้า ซึ่งวิธีดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการทดลองผู้วิจัยได้นำรถยนต์ Toyota Hilux Vigo เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ 1KD-FTV ปริมาตรกระบอกสูบ 2982 cc. มาทำการทดสอบกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยการทำการต่อสายเชื่อมต่อข้อมูล (Datalink Cable) เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) และเชื่อมต่อเชื่อมต่อข้อมูลด้านตัวรถ (DLC 3) โดยคุณสมบัติของเครื่องทดสอบIntelligent Testerมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 คุณสมบัติของเครื่องทดสอบIntelligent Tester



รูปที่ 3.1 รายการของเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหาIntelligent Tester II [9]

3.1.2 คุณสมบัติของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ Toyota hilux vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV มาทำการทดสอบเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบคือ ไบโอดีเซล B100 ที่นำมาจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยมีข้อมูลรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล 1KD-FTV

จำนวนกระบอกสูบและการจัดวาง	4 สูบ แถวเรียง
แบบเผาไหม้	ใช้ลูกสูบเป็นห้องเผาไหม้ (จุดระเบิดในหัวลูกสูบ) ร่วมกับการฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	96 x 103 มม.
ปริมาณกระบอกสูบ	2982 cc.
ค่าซีเทน	50 หรือสูงกว่า
กำลังแรงม้าสูงสุด	161/3400 hp/รอบต่อนาที (120/3400 kW/รอบต่อนาที)
แรงบิดสูงสุด	(343/1600-3200 J/รอบต่อนาที)
Calculate Load	<p>ค่ามาตรฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ต่ำสุด: 0% - เคนเบา: 11.4 ถึง 16.4 - สูงสุด: 100% - รถวิ่งโดยไม่มีน้ำหนักบรรทุก: 13.1-18.9% (2,500 รอบ/นาที)
แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง	<p>ค่ามาตรฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ต่ำสุด: 0 เมกกะปาสกาล - เคนเบา: 30 ถึง 40 เมกกะปาสกาล - สูงสุด: 655.350 เมกกะปาสกาล
แรงดันสัมบูรณ์ภายในท่อร่วมไอดี/(MAP)	<p>ค่ามาตรฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - เคนเบา: 95 ถึง 105 กิโลปาสกาล - เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที : 100 ถึง 120 กิโลปาสกาล - เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที : 110 ถึง 130 กิโลปาสกาล

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล IKD-FTV(ต่อ)

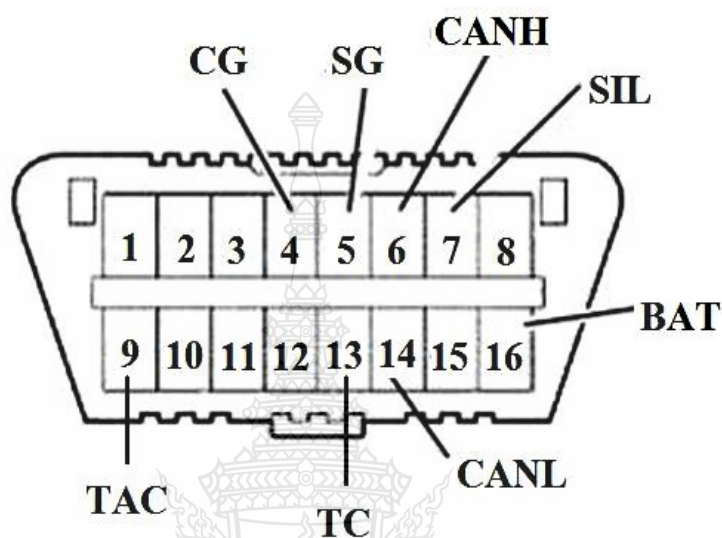
อัตราการไหลของอากาศจาก มาตรวัดปริมาณ/(MAF)	ค่ามาตรฐาน - เดินเบา: 5 ถึง 12 กรัม/วินาที - รถวิ่งไม่มีน้ำหนักบรรทุก: 28 ถึง 46 กรัม/วินาที (2,000 รอบ/นาที)
ปริมาตรการฉีด	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 มม. ³ . - รอบเดินเบา: 5 ถึง 12 มม. ³ - สูงสุด: 1279.98 มม. ³
การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 1	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 ไมโครวินาที - เดินเบา: 380 ถึง 480 ไมโครวินาที - สูงสุด: 65,535 ไมโครวินาที
การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 2	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 ไมโครวินาที - เดินเบา: 380 ถึง 480 ไมโครวินาที - สูงสุด: 65,535 ไมโครวินาที

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ใช้ในการทดสอบเทียบกับคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล

รายการวิเคราะห์	คุณสมบัติ ของน้ำมัน ดีเซล	คุณสมบัติ ของไบโ อดีเซล	น้ำมันทดสอบ	
			ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
1.Density,kg/m ³	848.259	878.096	880.00	880.00
2. Kinematic Viscosity,cst	1.30-4.10	4.00-6.00	4.04	3.84
3.Specific Volume, m ³ / kg	0.00118	0.00114	0.00113	0.00113
4.Specific weight, N/m ³	8321.421	8614.122	8632.800	8632.800
5.Specific gravity	0.85	0.88	0.88	0.88

3.1.3 การทดสอบเครื่องยนต์ด้านสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

วิธีการทดสอบดำเนินการโดยนำรถยนต์ Toyota hilux vigo เครื่องยนต์1KD-FTV มาทำการทดสอบกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยการทำการต่อสายเชื่อมต่อข้อมูล (Datalink Cable) เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) และขั้วต่อเชื่อมต่อข้อมูลด้านตัวรถ (DLC 3)

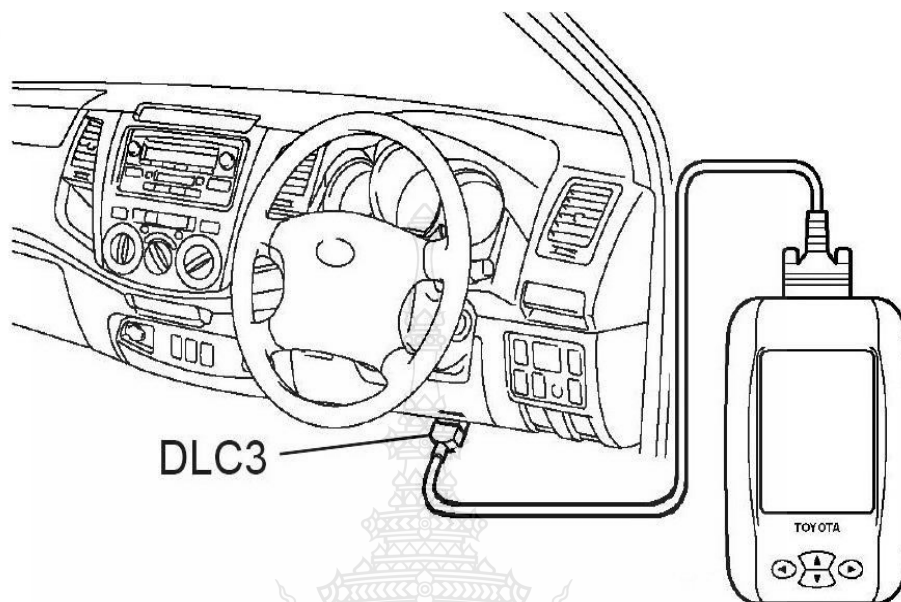


รูปที่ 3.2 ขั้วต่อต่างๆของ DLC 3(โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

สำหรับการทดสอบเครื่องยนต์1KD-FTV เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันพีชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล จะทดสอบที่ความเร็ว 6 สปีด (เริ่มที่ 750รอบต่อนาทีหลังจากนั้น เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบ) มีการกำหนดค่าของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น คือ 60°C (140°F) หรือสูงกว่า (หลังจากอุ่นเครื่องยนต์), ความจุแบตเตอรี่ 12 volt ,อุณหภูมิอากาศเข้า 40°C โดยขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

- ก. ต่อเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) เข้ากับขั้วต่อ DLC3
- ข. บิดสวิทช์จุดระเบิดไปที่ตำแหน่ง ON
- ค. เปิดเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) ในขั้นตอนนี้ ห้ามสตาร์ทเครื่องยนต์
- ง. เข้าเมนูรายการดังนี้: Enter / Powertrain / Engine / Utility
- จ. กด Next
- ฉ. กด Next
- ช. กด Exit

ข. สตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อตรวจเช็คว่าการตั้งค่าเริ่มต้นเสร็จสมบูรณ์ ถ้าไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ ให้ปฏิบัติขั้นตอนการตั้งค่าเริ่มต้นซ้ำตั้งแต่เริ่มต้น



รูปที่ 3.3 จุดต่อDLC 3เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) (โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัท จำกัด, คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO) [9]

ฉ. เดินเบาเครื่องยนต์ โดยอย่าเร่งเครื่องทันทีหลังจากสตาร์ทเครื่องยนต์ ควรติดเครื่องเดินเบาอย่างน้อย 1 นาที ต้องอยู่ภายใต้สภาวะดังต่อไปนี้คือความจุแบตเตอรี่ 12 volt, อุณหภูมิห้องเย็น เท่ากับ 60°C (140°F) หรือสูงกว่า, อุณหภูมิอากาศเข้า 40°C และอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิง คือ 20°C (68°F) หรือสูงกว่าโดยหลังจากเดินเบาแล้วจึงเร่งเครื่องทำการทดสอบเป็นแบบ Full load-Full Throttle ซึ่งเป็นการเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นทดสอบอยู่ที่รอบเดินเบาหลังจากนั้น จะทำการเพิ่มภาระโดยการเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบต่อนาทีเพิ่มขึ้น ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- ภาระของเครื่องยนต์
- อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัด
- อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
- แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง
- อัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง
- แรงดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดี

จากรูปที่ 3.4 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านขั้วต่อ DLC3 แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 เครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II และรถที่ใช้ในการทดสอบ



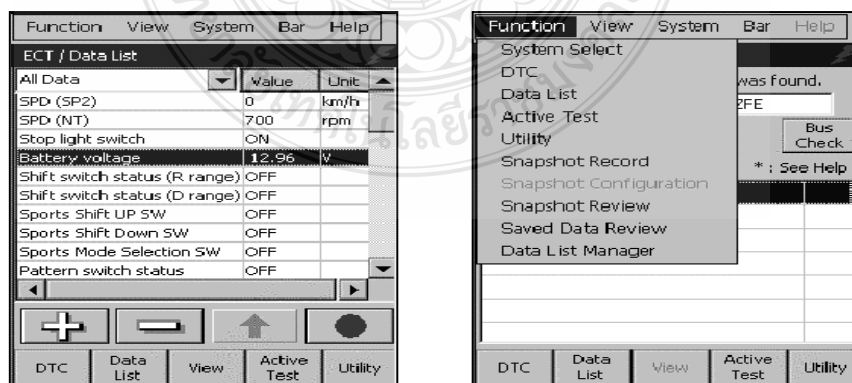
รูปที่ 3.5 ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II กับรถที่ใช้ในการทดสอบ

สำหรับการเก็บข้อมูลใช้วิธีการการเซตค่าเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II แสดง
 ดังรูปที่ 3.6 โดยการเก็บข้อมูลโดยวิธีการ snapshot มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.6 เซตค่าและอ่านค่าจากเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II กับรถที่ใช้ในการทดสอบ

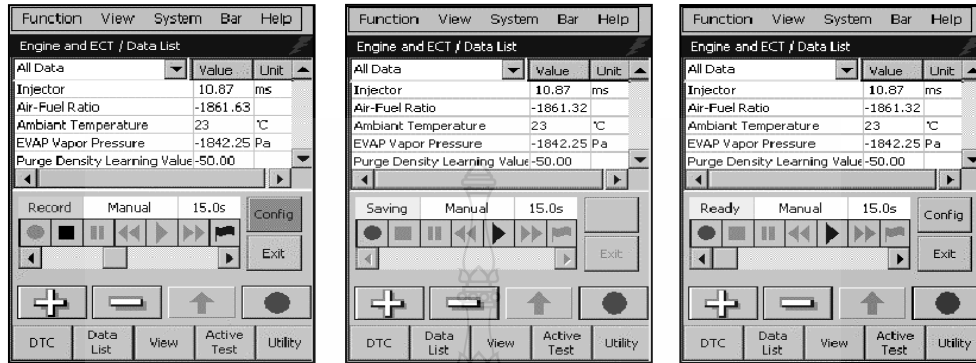
1. สัมผัสปุ่มฟังก์ชัน  หรือ ในเมนูลิสต์ของ (Function) ที่หน้าจอของบันทึกข้อมูล
 ให้สัมผัส (Snapshot Record) หน้าจอบันทึก/เก็บ Snapshot จะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเข้าเมนู Snapshot ที่มา:คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหา

Intelligent Tester II , บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด , หน้า 58-59[8]

2. เริ่มการบันทึก/เก็บข้อมูล โดยอัตโนมัติ เมื่อสิ้นสุดการบันทึก/การเก็บข้อมูล ระบบจะเข้าไปที่โหมดเรียกดูข้อมูล/เตรียมพร้อมบันทึกใหม่ ดังรูปที่ 3



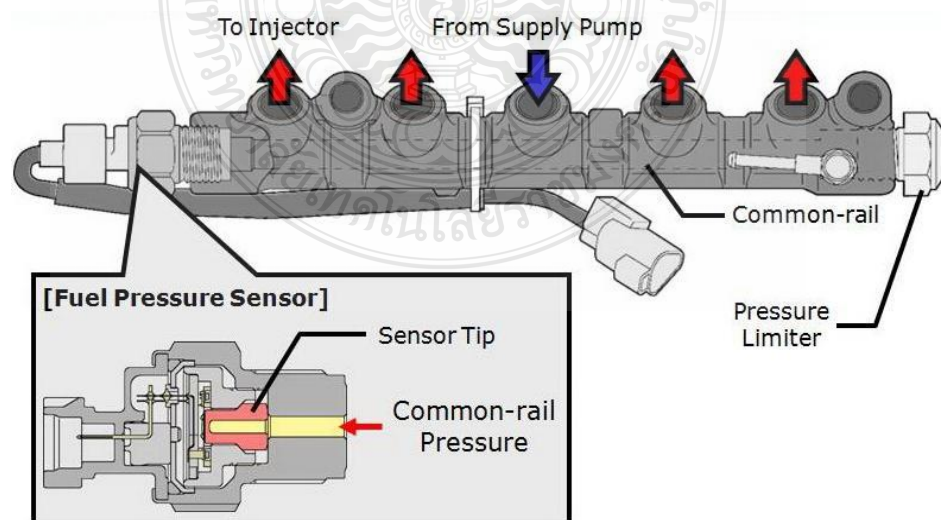
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการ Snapshot ที่มา:คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหา

Intelligent Tester II , บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด , หน้า 58-59 [8]

3.2 สัญญาณของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ที่มีผลต่อการทดสอบระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

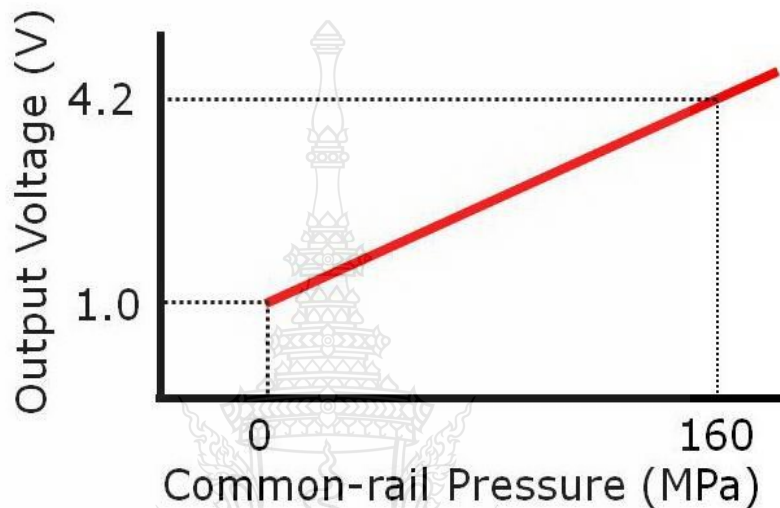
สัญญาณต่างๆที่มีมีผลต่อการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์1KD-FTV มีดังนี้คือ

3.2.1 เซนเซอร์แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel pressure sensor) ทำหน้าที่คำนวณน้ำมันเชื้อเพลิงในท่อร่วมและส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องยนต์เพื่อกำหนดระยะเวลาในการเปิดของหัวฉีด ในการทำงานจะมีซิลิโคนชิปทำหน้าที่ในการเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อซิลิโคนชิปเปลี่ยนรูปร่าง



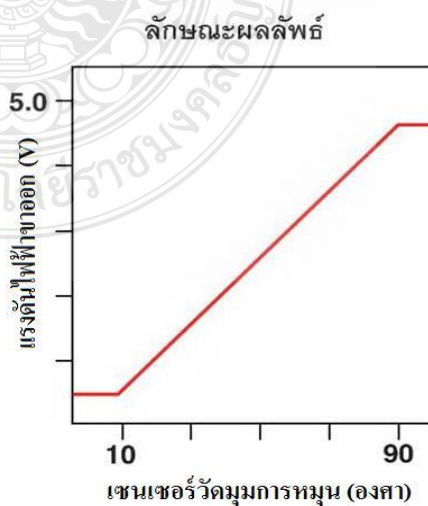
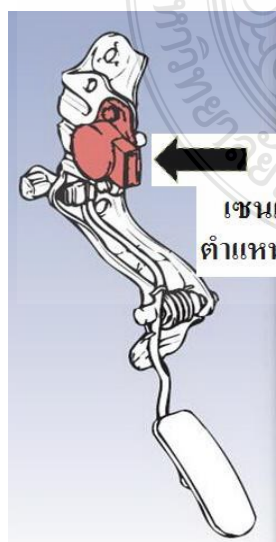
รูปที่ 3.9 เซนเซอร์แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, (2548).
 คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

โดยสัญญาณของแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ในระหว่างสภาวะการทำงานปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากการทำงานของหัวฉีด โดยแรงดันของน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงอยู่ประมาณ 1-2 Mpa



รูปที่ 3.10 สัญญาณของแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

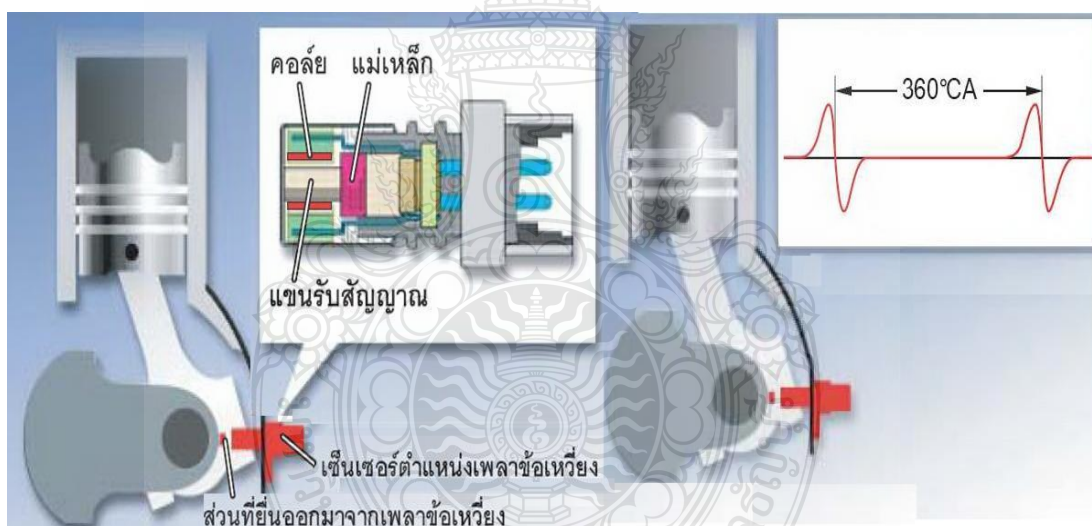
3.2.2 เซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง (Accelerator pedal sensor)



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซนเซอร์ตำแหน่งคันเร่ง ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

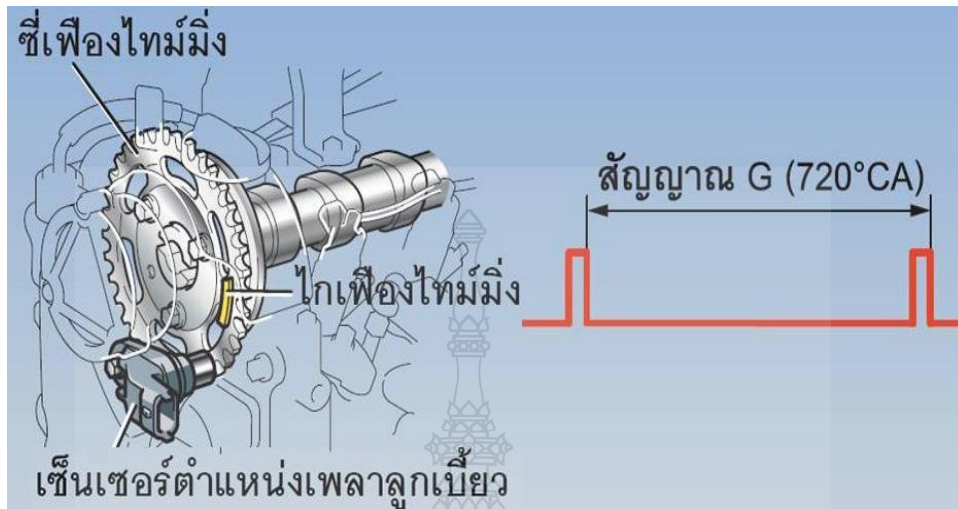
เป็นเซนเซอร์แบบฮอลล์ทำงานโดยเปลี่ยนมุมกดของขาคันเร่งส่งไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องยนต์ ซึ่งจะส่งสัญญาณเป็น 2 สัญญาณต่างกัน โดยสัญญาณแรกจะส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าในเชิงเส้นให้สัมพันธ์กับมุมเปิดของคันเร่ง ส่วนสัญญาณที่สองจะถูกส่งออกมานานกับสัญญาณแรก

3.2.3 เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาค้อเหวี่ยง (Crankshaft position sensor) ติดตั้งอยู่บนเสื้อเครื่องยนต์ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งองศาเพลาค้อเหวี่ยงในรูปของสัญญาณศูนย์ตายบนไปยังคอมพิวเตอร์ด้วยโรเตอร์จำนวน 34 ฟัน การส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณความเร็วรอบเครื่องยนต์ (NE) สัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณพัลส์ซึ่งถูกสร้างขึ้นเมื่อส่วนที่ยื่นออกมาของเพลาค้อเหวี่ยงไปหมุนใกล้ๆ กับเซ็นเซอร์ เนื่องจากการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยงสัญญาณพัลส์จะถูกสร้างขึ้นหนึ่งครั้งทุกๆ รอบการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยง และจะถูกตรวจจับในรูปของสัญญาณบอกตำแหน่งอ้างอิงองศาเพลาค้อเหวี่ยง เพื่อกำหนดช่วงเวลาการฉีดพื้นฐาน และช่วงเวลาการจุดระเบิดล่วงหน้าขึ้นพื้นฐาน



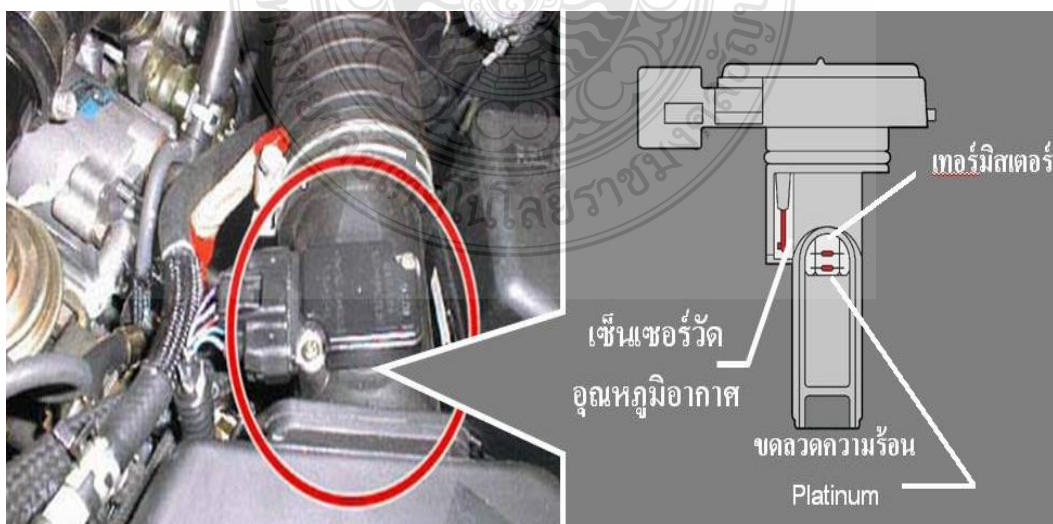
รูปที่ 3.12 ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซนเซอร์เพลาค้อเหวี่ยง ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

3.2.4 เซ็นเซอร์ตำแหน่งเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft position sensor) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณมุมเพลาลูกเบี้ยว จะประกอบด้วยพูลเลย์เพลาลูกเบี้ยวจำนวน 5 ฟัน ซึ่งทุกๆ 2 รอบการหมุนของเพลาลูกเบี้ยว จะมีสัญญาณที่ถูกส่งออกมา 5 สัญญาณ โดยจะส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณ G ซึ่งใช้กำหนดจังหวะการฉีดและจังหวะการจุดระเบิดให้สัมพันธ์กับตำแหน่งศูนย์ตายบนของแต่ละกระบอกสูบ



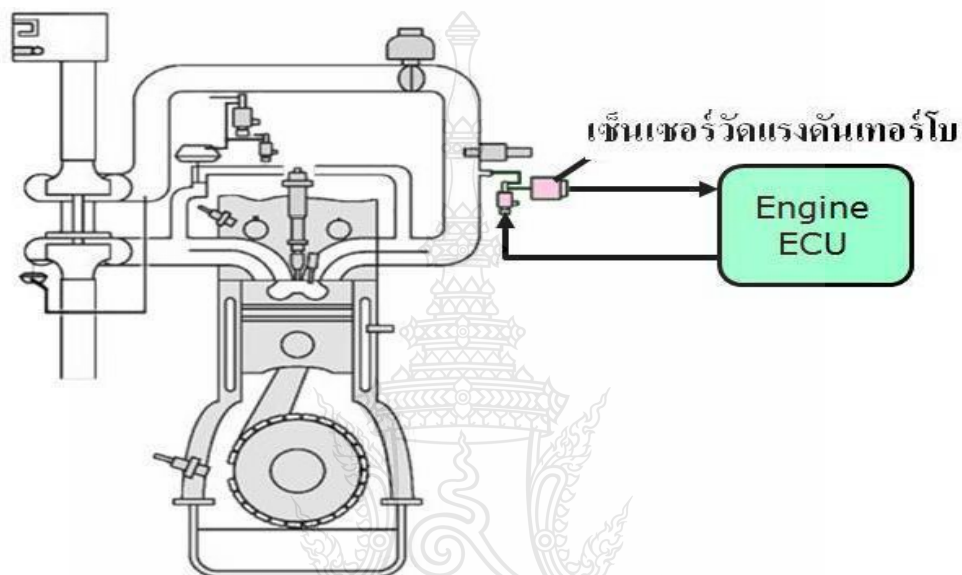
รูปที่ 3.13 ตำแหน่งติดตั้งและสัญญาณของเซ็นเซอร์เพลาลูกเบี้ยว ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

3.2.5 เซ็นเซอร์วัดการไหลของอากาศ (Air flow meter) ทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณของไอดีและส่งสัญญาณพัลส์ไปยังคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะกำหนดปริมาณการฉีดเบื้องต้นให้หัวฉีดการทำงานใช้วิธีการวัดจำนวนของอากาศที่ไหลเข้าไปในเครื่องยนต์ ทำให้สามารถกำหนดจำนวนการฉีดน้ำมันสูงสุดได้



รูปที่ 3.14 ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์วัดการไหลของอากาศ ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัท จำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

3.2.6 เซ็นเซอร์วัดแรงดันเทอร์โบ(Turbo Pressure Sensor) ถูกเชื่อมต่อกับท่อร่วมไอดีผ่านทางท่ออากาศ ทำหน้าที่ตรวจจับแรงดันท่อร่วมไอดีหรือปริมาณไอดี, ตรวจสอบแรงดันเทอร์โบ, ใช้เพื่อคำนวณปริมาณการฉีดสูงสุด โดยจะส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณPIM



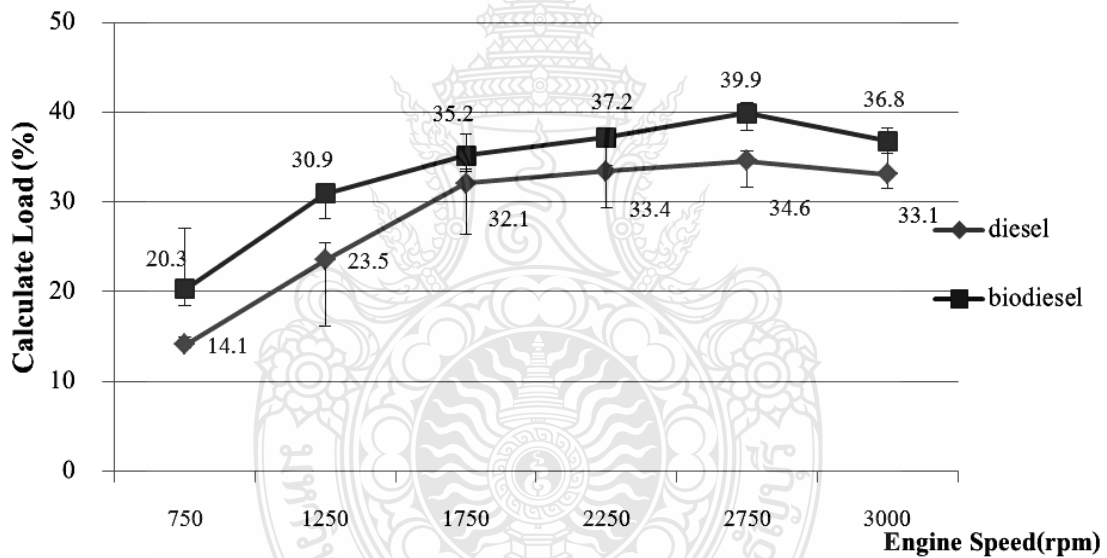
รูปที่ 3.15 ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์วัดแรงดันเทอร์โบ ที่มา:โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัท จำกัด, (2548). คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician [10]

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์

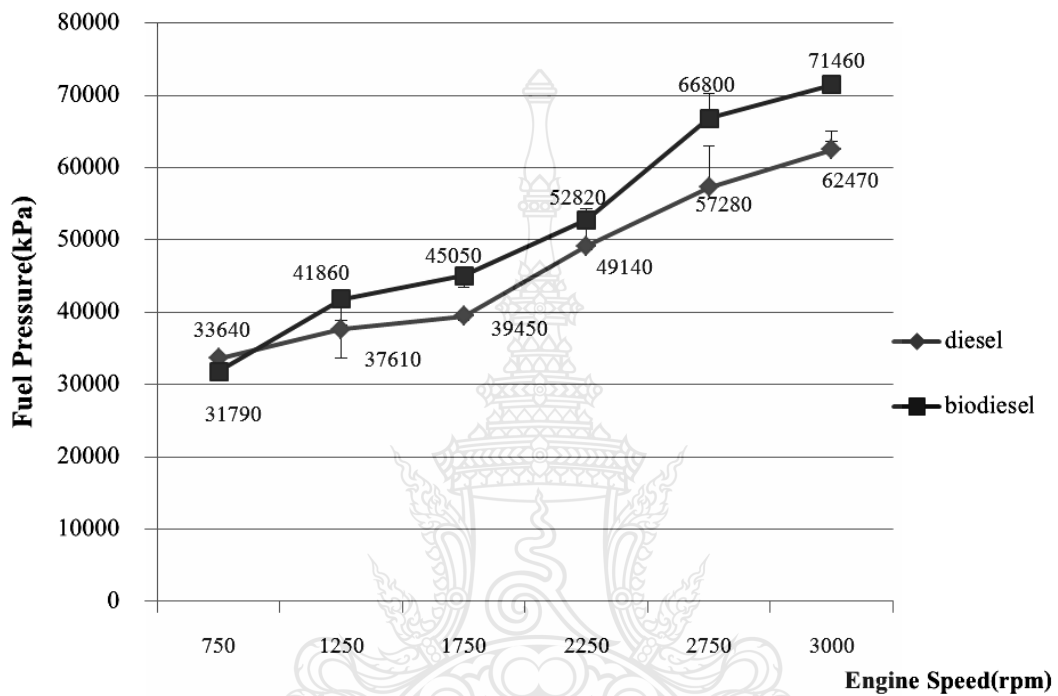
เนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วยผลการทดสอบเครื่องยนต์ 1KD-FTV จากการทดสอบเครื่องยนต์ พบว่าภาระของเครื่องยนต์พบว่าที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าที่รอบเดินเบาภาระของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์(จากเริ่มต้นที่ 32.5 % จนถึง 10.1 % ที่ความเร็วรอบสูง) ดังรูปที่ 4.1 ดังนั้นการใช้ไบโอดีเซลจึงมีความเหมาะสมกับรอบปานกลาง



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
ต่ำสุด	0%	0%	0%
เดินเบา	11.4 ถึง 16.4	13.7	20.3
3000 rpm	-	33.1	36.8

รูปที่ 4.1 ผลทดสอบภาระของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

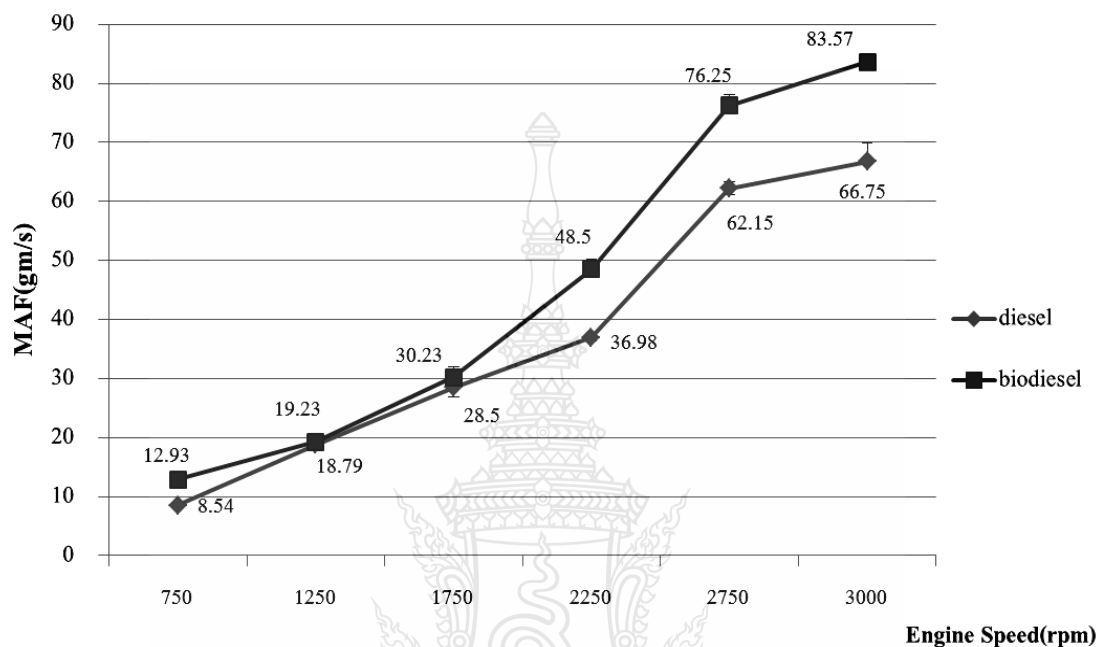
สำหรับการทดสอบแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐานและเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ อยู่ในค่าประมาณ 10-17 % ดังรูปที่ 4.2



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
ต่ำสุด(kPa)	0	0	0
เดินเบา(kPa)	30000 ถึง 40000	33640	31790
3000 rpm(kpa)	-	62470	71460

รูปที่ 4.2 ผลทดสอบแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

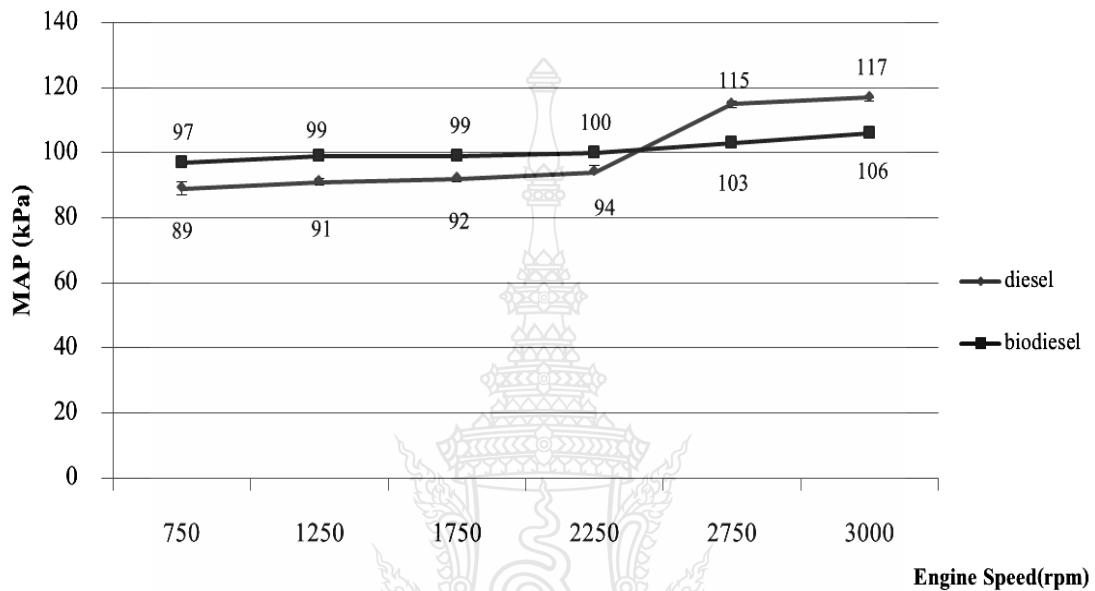
สำหรับการทดสอบอัตราการไหลจากมาตรวัด พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ อยู่ในค่าประมาณ 20-30 % ดังรูปที่ 4.3



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
เดินเบา(กรัม/วินาที)	5 ถึง 12	8.54	12.93
2000 rpm(กรัม/วินาที)	28 ถึง 46	31.59	42.28

รูปที่ 4.3 ผลทดสอบอัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

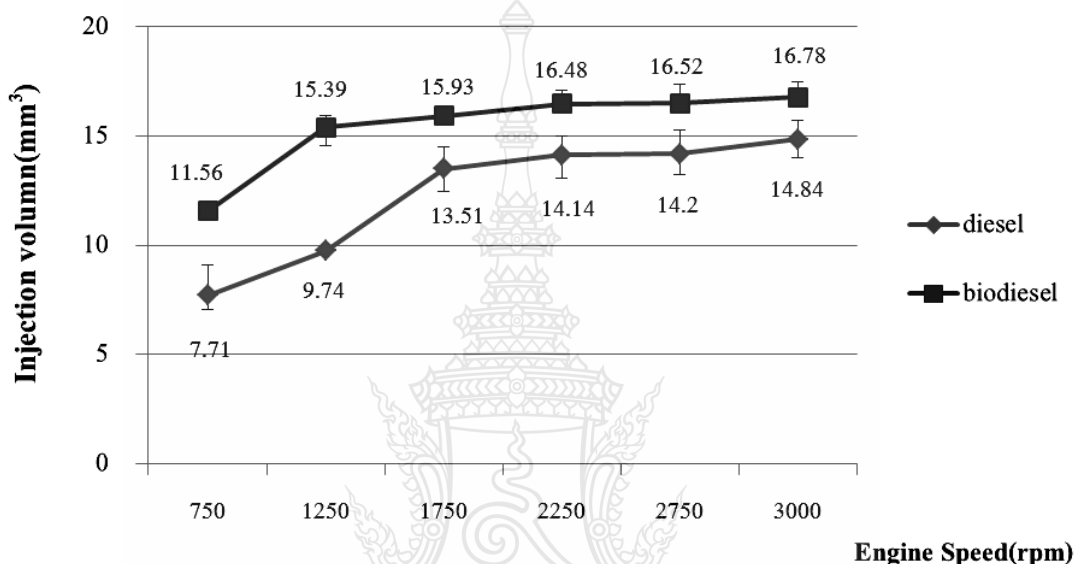
สำหรับการทดสอบแรงดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดี พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมัน ไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐานและเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ อยู่ในค่าประมาณ 10 % ดังรูปที่ 4.4



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
เดินเบา(kPa)	95 ถึง 105	89	97
2000 rpm(kPa)	100 ถึง 120	92	99
3000 rpm(kPa)	110 ถึง 130	117	106

รูปที่ 4.4 ผลทดสอบแรงดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดีระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

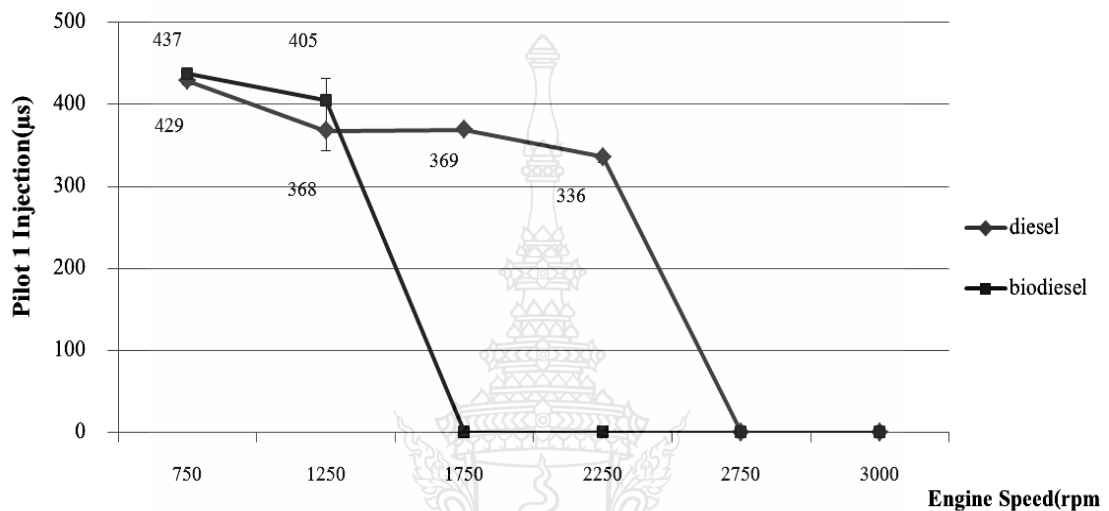
สำหรับการทดสอบปริมาตรการฉีด พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลค่าของน้ำมันดีเซลจะมีค่ามากกว่าที่ 1250 รอบต่อนาที นอกนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ อยู่ในค่าประมาณ 10 % ดังรูปที่ 4.5



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
ต่ำสุด	0	0	0
เดินเบา (mm ³)	5 ถึง 12	7.71	11.56
3000 rpm (mm ³)	-	14.84	16.78

รูปที่ 4.5 ผลทดสอบปริมาตรการฉีดของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

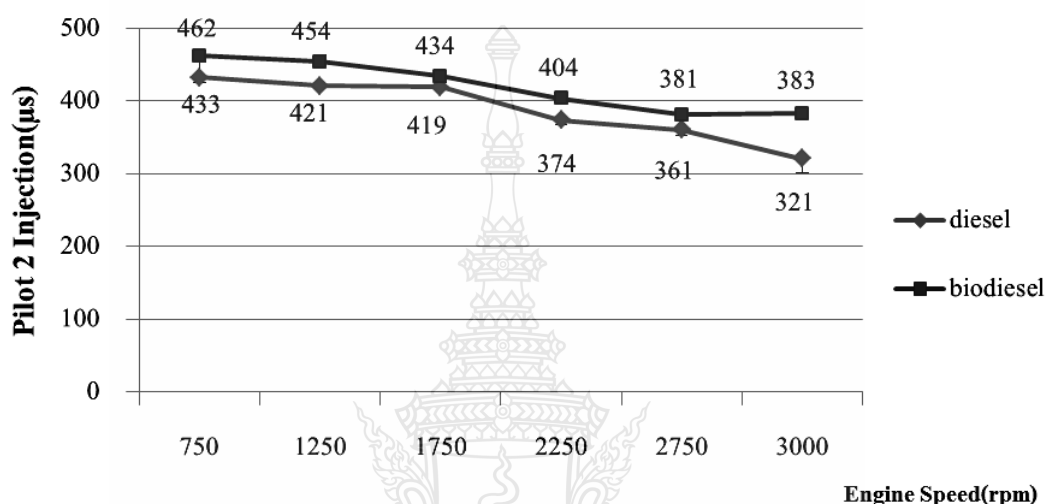
สำหรับการฉีดนำร่องของน้ำมันเชื้อเพลิงครั้งที่ 1 ที่เกิดขึ้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าตามมาตรฐาน อีกทั้งจะเห็นได้ว่าการฉีดนำร่องของไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว จะสูงกว่าที่ความเร็วรอบ 1250 รอบต่อนาที จากนั้นจะหยุดฉีดที่ความเร็วรอบ 1750 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 4.6



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของรถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
ต่ำสุด	0	0	0
เดินเบา(ไมโครวินาที)	380 ถึง 480	429	437
3000 rpm(ไมโครวินาที)	-	0	0

รูปที่ 4.6 ผลทดสอบการฉีดนำร่องครั้งที่ 1 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

สำหรับการฉีดนำร่องของน้ำมันเชื้อเพลิงครั้งที่ 2 ที่เกิดขึ้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบจากตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าตามมาตรฐาน อีกทั้งเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น โดยค่าของของไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมากกว่า 5-19 % ดังรูปที่ 4.7



สภาวะ	ค่ามาตรฐานของ รถยนต์	น้ำมันดีเซล	น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้ แล้ว
ต่ำสุด	0	0	0
เดินเบา(ไมโครวินาที)	380 ถึง 480	433	462
3000 rpm(ไมโครวินาที)	-	321	383

รูปที่ 4.7 ผลทดสอบการฉีดนำร่องครั้งที่ 2 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์ Toyota Hilux Vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV เมื่อใช้ไบโอดีเซลล้วนเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับใช้น้ำมันดีเซล โดยผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชใช้แล้วมีคุณสมบัติการเป็น

น้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเพราะเมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลไปทดสอบกับเครื่องยนต์แล้วมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐานของเครื่องยนต์ อีกทั้งพบว่าให้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกันจากการใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อีกทั้ง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของก่อเกียรติ บุญชูโกศลและนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์ที่ทำการวิจัยเรื่อง An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas(4.) โดยพบว่าคุณสมบัติของน้ำมัน B0 และ B100 เมื่อทดสอบกับเครื่องยนต์แล้วผลทดสอบที่ได้มีความใกล้เคียงกันรวมทั้งทิศทางของกราฟเป็นลักษณะเดียวกัน โดยผลการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของเครื่องยนต์ ทั้งก่อนและหลังการใช้งานระยะยาวพบว่า มีความสอดคล้องกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งพบว่าสมรรถนะทางด้านกำลังของเครื่องยนต์นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่ามีอัตราการกินน้ำมันเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล เนื่องจากค่าความร้อน (Heating value) ของไบโอดีเซลต่ำกว่าดีเซล เครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องฉีดไบโอดีเซลในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อรักษากำลังของเครื่องยนต์ไว้ให้คงที่ ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยการทดสอบเครื่องยนต์ 1KD-FTV เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง

Topics	Type of fuel		Different (%)	Results
	Diesel	Used Vegetable oils biodiesel		
Calculate Load (%)	17.90	27.25	34.31	increase
MAF (g/s)	29.50	33.38	11.62	increase
MAP (kPa)	98.10	99.83	1.73	increase
Injection Volume (mm ³ /st)	8.95	13.73	34.81	increase
Pilot 1 Injection Period (μs)	289.00	231.71	-24.72	decrease
Pilot 2 Injection Period (μs)	392.00	437.43	10.38	increase
Fuel Press (kPa)	44391.16	44316.90	-0.17	decrease

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือในส่วนแรกเป็นการศึกษาตัวแปรต่างๆอัน ได้แก่ ระบบคอมมอนเรลไครเคอินเจกชั่น คุณลักษณะของเครื่องยนต์ 1KD-FTV ระบบคอมมอนเรล องค์ประกอบของน้ำมันชนิดต่างๆเช่น น้ำมันพืช, น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล รวมทั้งหาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ปริมาณการฉีด ปริมาณการฉีดหลัก การฉีดนำร่อง แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดปริมาณอากาศ อัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง

ส่วนที่สองเป็นการทดสอบและศึกษาตัวแปรต่างๆข้างต้นประโยชน์ที่ได้คือกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรข้างต้นกับพฤติกรรมการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ของเครื่องยนต์คอมมอนเรลโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยการทำการต่อสายเชื่อมต่อข้อมูล (Datalink Cable) เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) และขั้วต่อเชื่อมต่อข้อมูลด้านตัวรถ (DLC 3) ให้เสียบสายเชื่อมต่อข้อมูลตรงเข้ากับขั้วต่อ การทดสอบใช้วิธีเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นทดสอบอยู่ที่รอบเดินเบาหลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระโดยการเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นประมาณครั้งละ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 2,500 รอบต่อนาที และกำหนดค่าของอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจะอยู่ที่ 85C (หลังจากอุ่นเครื่องยนต์), ความจุแบตเตอรี่ 12 volt ,อุณหภูมิอากาศเข้า 40°C และทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทดสอบ

5.1 สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล

5.1.1 ผลกระทบต่อระบบคอมมอนเรล

ระบบคอมมอนเรล ประกอบด้วย บั๊มแรงดันสูง ในการอัดน้ำมันเข้าสู่รางร่วม (Common Rail) เพื่อรอจังหวะการฉีดที่เหมาะสมที่ประมวลได้จากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit, ECU) ดังนั้นระบบคอมมอนเรลจึงสามารถฉีดเชื้อเพลิงได้ตามสภาวะการทำงานที่เหมาะสมตามการประมวลผลของ ECU โดย ECU ของเครื่องยนต์สามารถรับรู้สภาวะการทำงาน of เครื่องยนต์ได้จาก Sensor ต่างๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนในไอเสีย แรงดันในรางร่วม ฯลฯ จากการทดสอบในเครื่องยนต์ 1KD-FTV สามารถสรุปผลที่ขึ้นในระบบคอมมอนเรลดังนี้

แรงดันเชื้อเพลิงภายในของคอมมอนเรล ในสภาวะรอบเดินเบาค่าจากการทดสอบแรงดันเชื้อเพลิงภายในของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล เท่ากับ 31790 kPa , 33640 kPa ตามลำดับ (ค่ามาตรฐานอยู่ที่ประมาณ 30000 ถึง 40000 kPa) ส่วนในสภาวะรอบสูง(วัดค่าที่

3000 rpm) ค่าจากการทดสอบแรงดันเชื้อเพลิงภายในของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล เท่ากับ 71460 kPa , 62470 kPa ตามลำดับ ทั้งนี้จากการที่แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อทางคอมมอนเรลของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีค่ามากกว่าเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันที่มีความหนืดมากกว่าจึงต้องทำให้น้ำมันเป็นฝอยละอองขนาดเล็กเพื่อช่วยในการเผาไหม้ได้เป็นอย่างดี ทั้งยังมีผลให้ภาระการทำงานของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วมากขึ้นตามไปด้วย โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 34.31% จากค่าเฉลี่ย

5.1.2 สรุปการทดสอบและศึกษาตัวแปรต่างๆ

จากการทดสอบเครื่องยนต์ IKD-FTV พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ที่รอบเดินเบาภาระของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (จากเริ่มต้นที่ 32.5 % จนถึง 10.1 % ที่ความเร็วรอบสูง) ดังนั้นการใช้ไบโอดีเซลจึงมีความเหมาะสมกับรอบปานกลาง

สำหรับการทดสอบแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐานและค่าต่างกันเล็กน้อย โดยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรวมแล้วพบว่า น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีค่าน้อยกว่า 0.17 %

ส่วนการทดสอบปริมาตรการฉีด พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมีการวัดน้ำมันทั้งสองชนิดจะเริ่มมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่ความเร็วรอบที่ 1250 รอบต่อนาที แต่ค่าของน้ำมันทั้งสองชนิดมีความใกล้เคียงกัน และเมื่อเรานำค่าจากการทดสอบมาสรุปผลเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรวมแล้วพบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีปริมาตรการฉีดมากกว่าน้ำมันดีเซลอยู่ 53.41 % ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นของไบโอดีเซลมีความหนาแน่นมากกว่า โดยสามารถดูเปรียบเทียบได้จากตารางที่ 3.2 จึงมีผลให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าเครื่องยนต์มีปริมาณมากกว่า อีกทั้งค่าความร้อน (Heating Value) ของไบโอดีเซลต่ำกว่าดีเซล เครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องฉีดไบโอดีเซลในปริมาณที่มากขึ้น โดยค่ามาตรฐานการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ IKD-FTV ที่รอบเดินเบา อยู่ที่ 5-12 mm³ แต่ค่าจากการทดสอบน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะอยู่ที่ 7.71 mm³ และ 11.56 mm³ ตามลำดับ ทั้งนี้การฉีดน้ำมันที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเพื่อรักษากำลังของเครื่องยนต์ไว้ให้คงที่ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษาการใช้น้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล โดยการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบซึ่งจากการค้นคว้าในงานวิจัยพบว่ามีปัญหาในการรวบรวมน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบ อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันได้ผ่านการทอดที่อุณหภูมิสูงหลายครั้ง และมีการปนเปื้อนจากกระบวนการทำอาหาร ทำให้ต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำมันเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลตามมาตรฐานที่กำหนด

ในการพัฒนาขั้นต่อไปควรกระทำดังนี้การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์คอมมอนเรลเป็นการทดสอบที่ใช้เวลาในการทดสอบที่สั้น โดยในการใช้งานจริงความหนืดอาจมีผลต่อการสันดาป ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยถึงผลกระทบของความหนืดต่อการใช้งาน, ความสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลในระยะยาวต่อไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และให้เกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้นสำหรับผู้บริโภคเครื่องยนต์ดีเซลในการตัดสินใจเปลี่ยนมาใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในอนาคต



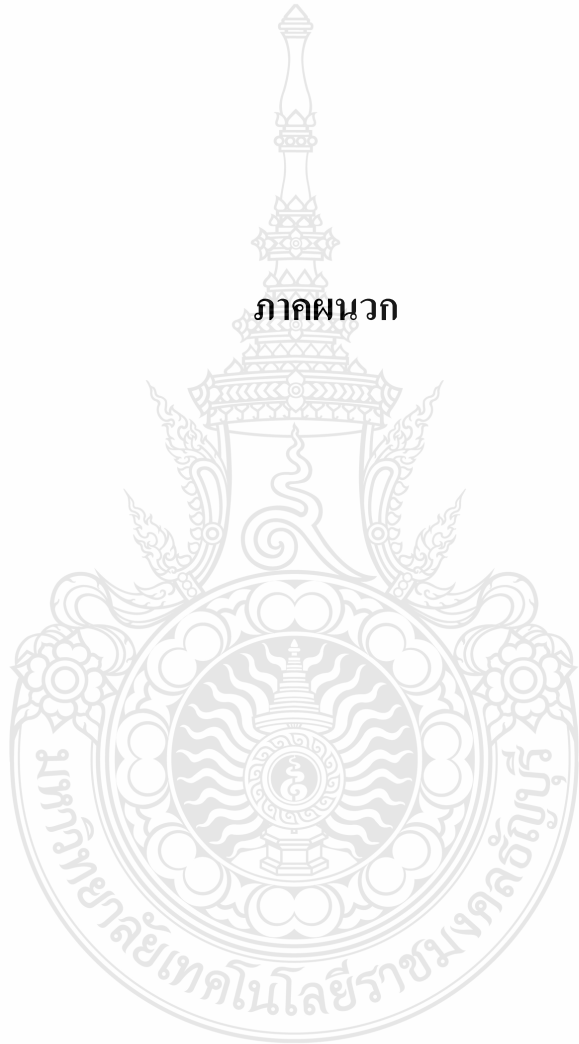
รายการอ้างอิง

- [1] กัญญา บุญเกียรติ. *เชื้อเพลิงและการเผาไหม้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
- [2] กรมธุรกิจพลังงาน. [online]. Available: มาตรฐานไบโอดีเซล. <http://www.doeb.go.th> 10 มกราคม 2558
- [3] กำพล กาหลง, คมสัน หุตะแพทย์, ณีฐภูมิ สุกแก้ว, สุัทศนา กำเนิดทอง. *BIODIESEL ทำไบโอดีเซลใช้เอง*. กรุงเทพฯ: เกษตรกรรมธรรมชาติ สำนักพิมพ์. 2554.
- [4] เกียรติก้อง สุวรรณกิจ, ชไมพร สุขแจ่มศรี, ธนากร ดั่งมูขพะเนา, ชีรพงษ์ บ่ายเที่ยง, นวรงค์ ชลคุป และสุบงกช โตไพบุลย์. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2552. การทดสอบการใช้ไบโอดีเซลล้วนในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว: สมรรถนะ คว้นค่าและผลการใช้งานระยะยาว, 15-17 ตุลาคม 2551. ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี.
- [5] ก่อเกียรติ บุญชูโกศลและนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์. An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas. 28 มีนาคม-1 เมษายน 2554. ณ อิมแพค ชาเลนเจอร์ เมืองทองธานี กรุงเทพฯ. 2554.
- [6] ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ประเสริฐ เทียนนิมิตและปานเพชร ชินินทร. *เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2536.
- [7] ชนกนันท์ สุขกำเนิด, ประพัทธ์ สันติวารการ, วัชรพล ปุณจันทร์, และสมนึก ชีระกุลพิศุทธิ. *ผลกระทบของน้ำมันไบโอดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล*. 2006
- [8] โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, *คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II*
- [9] โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, *คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ TOYOTA HILUX VIGO* , 2547.
- [10] โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) บริษัทจำกัด, *คู่มือการฝึกอบรม Diagnosis Master Technician*. 2548.
- [11] ชำรง โชตะมังสะและสุจิตต์ สนองคุณ. *เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น*. กรุงเทพฯ: มณีรัตน์การพิมพ์. 2532.
- [12] นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์และปราโมทย์ ไซยเวช. *ปิโตรเลียมเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- [13] ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. *งานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2548.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [14] ประสานพงษ์ หาเรือนชัย, เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2543.
- [15] ปราโมทย์ อ่อนประไพ. เทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซล. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2538.
- [16] พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, ยุทธนา ฐานมงคล, ลลิตา อัดนโธและอมรรัตน์ สื่อมโนธรรม. *รอบรู้เรื่องราวไบโอดีเซล*. ปทุมธานี: วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.), สถาบัน. 2549.
- [17] มหาวิทยาลัยรังสิต. [online]. Available: ความรู้เรื่องไบโอดีเซล. <http://www.rsu.ac.th> (19 ธันวาคม 2557
- [18] ยอดขวัญ สิทธิชัยทิวกุล. “สมบัติทางเชื้อเพลิงและการปรับสภาพของน้ำมันพืชเพื่อใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล”. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2546.
- [19] สุทัศน์ ตั้งนิตยวงศ์. *คู่มือการใช้น้ำมันดีเซล B100, B20*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2548.
- [20] Alireza Shirneshan, Ali Mohammad Borghei, Barat Ghobadian, Gholam Hassan Najafi and Morteza Almassi, “Effects of biodiesel and engine load on some emission characteristics of a direct injection diesel engine,” *Current World Environment*, Vol. 7, pp207-212, 2012.
- [21] Hyungik Kim, Jaewoong Kim, Jungmo Oh. “An Experimental study in biodiesel characteristics in a commonrail direct injection diesel engine,” in *International Conference on Mechanical, Automobile and Robotics Engineering (ICMAR'2012)*. December 14-15, 2012. Singapore.

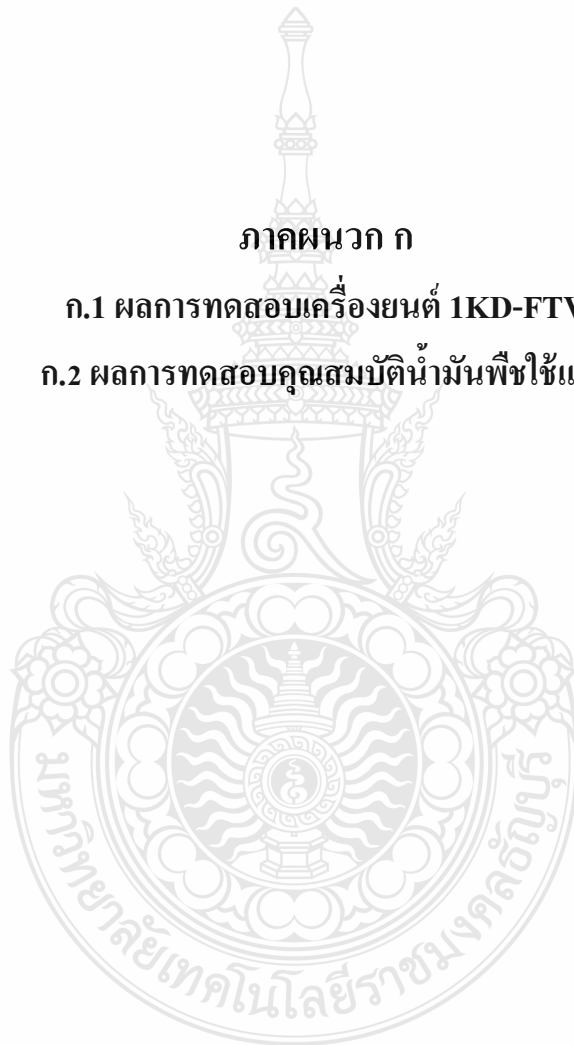
ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ก.1 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ 1KD-FTV

ก.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันพีซีใช้แล้ว



ตารางที่ ก1 ผลการทดสอบการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV

Engine Speed (rpm)	Calculate Load (%)	MAF (gm/s)	MAP (kPa)	Coolant Temp (°C)	Intake Air (°C)	Injection Volume (mm ³ /st)	Pilot 1 Injection Period (µs)	Pilot 2 Injection Period (µs)	Fuel Press (kPa)	Fuel Temp (C)
748	14.1	8.7	87	83	38	7.0	431	452	34870	56
750	14.1	8.3	87	83	38	7.0	428	429	33340	59
758	16.4	9.1	90	84	38	8.3	432	452	33950	59
761	16.4	8.4	87	83	38	12.1	439	463	32730	59
771	23.5	8.6	89	83	38	7.9	431	451	33950	59
786	30.5	9.2	89	83	38	15.4	429	433	33030	59
804	39.6	10.7	91	83	38	19.4	439	444	34570	59
846	40.0	13.3	94	83	38	20.7	433	497	34570	59
865	40.0	12.4	101	83	38	0.0	433	497	35480	60
918	40.0	13.5	102	83	38	0.0	432	497	34250	60
922	41.1	13.6	97	83	39	20.3	419	462	39140	59
950	43.5	13.4	97	83	39	26.9	410	464	39140	59
976	45.7	14.5	104	84	39	26.9	410	464	33640	60
1003	46.0	15.0	99	83	39	24.5	395	445	45550	59
1040	45.8	16.5	105	84	39	25.5	395	445	34570	60
1063	43.9	14.9	99	84	40	27.2	379	416	49820	59
1094	45.8	16.4	99	83	40	23.7	384	419	46160	59
1101	45.8	18.0	105	83	40	23.7	384	419	36090	59
1186	45.1	17.6	99	83	40	22.4	363	393	52870	59
1199	45.0	10.5	96	83	40	22.4	427	430	33640	59
1223	44.9	14.8	92	83	40	22.4	426	446	34570	59
1243	45.9	18.2	90	83	40	22.4	432	444	33640	59
1260	46.1	19.5	97	83	40	21.6	359	388	56840	59
1285	47.3	22.6	104	84	40	21.6	421	444	36090	60
1305	47.3	20.1	92	83	40	21.8	424	447	34570	59
1321	48.6	21.0	92	84	40	23.3	418	437	36700	59
1338	48.4	20.5	92	83	40	22.2	423	441	35780	59
1368	48.6	21.5	94	83	40	23.3	423	447	35780	59
1380	48.3	21.9	97	84	40	22.8	368	390	46460	59
1403	42.7	22.4	95	84	40	20.4	422	441	36090	59
1410	41.5	22.4	95	83	40	19.5	414	432	37610	60
1417	42.7	23.8	95	84	40	20.4	422	441	36090	59

ตารางที่ ก1 ผลการทดสอบการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV (ต่อ)

1435	41.5	22.4	99	83	40	18.9	408	421	34870	60
1448	40.8	23.7	95	84	40	18.9	406	423	36700	59
1466	40.0	23.8	96	83	40	18.8	378	385	36380	59
1500	39.0	22.4	96	84	40	18.8	400	419	36700	59
1523	39.0	23.8	97	84	40	18.8	396	421	35480	59
1529	38.4	24.1	95	83	40	17.9	361	386	53480	59
1588	36.0	25.0	94	83	40	16.5	346	399	48900	59
1642	33.7	25.4	91	83	40	15.5	359	433	40060	59
1686	33.7	26.9	91	83	40	14.5	372	448	38530	60
1729	32.1	28.5	91	83	40	13.9	368	441	38830	60
1765	30.1	28.6	92	83	40	13.5	369	436	39140	60
1799	29.4	29.3	92	83	40	13.1	367	429	39750	60
1827	28.6	29.0	91	83	40	12.7	366	422	39450	59
1857	28.2	29.3	90	83	40	12.4	365	417	40060	59
1882	28.2	29.0	90	83	40	12.0	365	416	40060	59
1901	28.2	29.8	89	83	40	11.8	363	411	40060	59
1921	27.8	30.0	89	83	40	11.5	367	414	40060	59
1938	27.0	30.5	89	83	40	11.3	366	410	40360	59
1957	27.0	30.5	89	83	40	11.2	365	408	43100	59
1974	26.2	30.1	89	83	40	10.8	365	406	42800	59
1990	25.8	29.9	87	83	40	10.6	362	402	41280	59
2005	25.4	31.6	87	83	40	10.5	362	401	41280	59
2021	25.0	31.6	87	83	40	10.3	363	400	40670	59
2036	24.7	30.9	87	83	40	10.1	367	403	42190	59
2047	24.3	31.8	89	83	40	10.0	367	402	41890	59
2055	23.9	33.2	89	83	40	9.9	360	393	41280	59
2062	23.5	32.0	90	83	40	9.8	359	391	41890	59
2071	23.1	32.4	90	83	40	9.7	361	394	44640	59
2088	22.3	33.2	91	83	40	9.4	345	375	45850	59
2103	23.5	34.1	91	83	40	10.2	350	381	47680	60
2107	23.5	33.6	91	83	40	10.0	347	381	46460	59
2117	23.1	34.4	91	83	40	10.0	350	379	47680	59
2122	23.3	35.2	91	83	40	10.2	349	382	47920	59
2122	23.3	35.2	91	83	40	10.2	349	378	47890	59
2126	23.5	35.5	92	83	40	10.2	340	380	47950	59

ตารางที่ ก1 ผลการทดสอบการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV (ต่อ)

2126	23.3	35.2	91	83	40	10.2	349	382	47920	59
2134	23.2	35.1	91	83	40	10.1	345	380	48510	59
2144	23.1	35.0	92	83	40	10.0	341	382	49520	59
2150	24.7	36.3	94	83	40	10.8	343	373	48900	59
2174	27.4	35.7	94	83	40	11.7	341	379	52870	59
2189	28.6	36.0	94	83	40	12.6	340	382	52260	59
2207	28.2	36.4	95	83	40	12.5	336	377	52870	59
2228	27.4	37.0	95	83	40	12.3	336	374	57140	59
2249	27.0	37.9	95	83	40	12.0	330	366	55620	59
2267	25.8	39.3	96	83	40	11.8	332	367	55620	59
2284	25.4	38.3	96	83	40	11.5	332	365	54400	59
2298	24.7	38.6	97	83	40	11.3	333	366	54710	59
2314	24.3	39.6	97	83	40	11.2	332	362	54400	59
2326	23.5	38.8	99	83	40	11.1	334	365	55620	59
2337	23.1	39.6	99	83	40	10.8	332	362	53780	59
2353	21.1	42.5	104	83	40	10.6	336	365	55920	59
2369	19.2	45.2	109	83	40	10.4	335	363	53780	59
2385	19.2	44.3	107	83	40	10.3	335	361	51960	59
2400	19.2	44.4	105	83	40	10.1	337	363	53480	59
2421	18.8	44.3	105	83	40	9.8	329	364	54400	59
2444	18.4	45.9	105	83	40	9.6	314	361	54100	59
2467	18.0	45.3	105	83	40	9.3	302	359	55620	59
2485	18.0	45.6	106	83	40	9.5	295	362	55320	59
2504	19.2	45.2	106	83	40	9.6	284	358	52870	59
2518	19.6	46.5	106	83	40	10.2	279	361	53780	59
2536	19.2	45.8	106	83	40	10.0	269	357	53780	59
2543	18.8	46.6	106	83	40	9.9	265	360	55320	59
2562	18.4	47.8	107	83	40	9.7	255	359	57140	59
2592	17.6	47.7	109	83	40	9.4	0	387	56840	59
2614	19.2	48.3	109	83	40	9.8	0	383	55920	59
2629	20.3	48.5	110	83	40	10.5	0	381	56530	59
2659	21.5	51.6	107	83	40	10.5	0	373	58360	59
2667	21.1	55.5	107	83	40	10.5	0	371	59280	59
2685	20.7	56.6	107	83	40	10.2	0	368	59280	59
2700	20.3	57.5	110	83	40	10.0	0	364	57140	59

ตารางที่ ก1 ผลการทดสอบการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV (ต่อ)

2714	20.3	57.5	110	83	40	10.0	0	362	57140	59
2721	21.2	60.2	112	83	40	10.4	0	364	59780	59
2746	22.7	61.1	115	83	40	11.8	0	360	60500	59
2759	24.3	63.4	115	83	40	12.4	0	358	61110	59
2770	24.7	63.5	115	83	40	12.7	0	352	62940	59
2792	23.9	62.8	116	83	40	12.4	0	346	64170	59
2808	23.1	63.0	116	83	40	12.2	0	344	64170	59
2815	23.1	66.2	117	83	40	12.1	0	341	64170	59
2827	22.7	65.0	117	83	40	11.9	0	338	62640	59
2843	21.9	67.0	117	83	40	11.7	0	336	61720	59
2866	21.5	65.1	117	83	40	11.4	0	333	63250	59
2882	23.5	65.9	117	83	40	12.4	0	331	62640	59
2904	23.1	66.7	117	83	40	12.2	0	324	65080	59
2925	22.3	66.4	117	83	40	11.9	0	320	62940	59
2942	22.7	66.8	117	83	40	12.1	0	321	62940	59
2964	22.3	68.1	117	83	40	11.9	0	310	63860	59
2978	21.9	66.8	117	83	40	11.7	0	305	63550	59
2992	21.5	68.1	117	83	40	11.5	0	299	63250	59
3000	21.5	68.3	117	83	40	11.4	0	298	64170	59
3010	21.5	71.8	117	83	40	11.3	0	294	65080	59
3023	22.3	71.0	117	83	40	11.9	0	289	62940	59

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ 1KD-FTV

Engine Speed (rpm)	Calculate Load (%)	MAF (gm/s)	MAP (kPa)	Coolant Temp (°C)	Intake Air (°C)	Injection Volume (mm ³ /st)	Pilot 1 Injection Period (μs)	Pilot 2 Injection Period (μs)	Fuel Press (kPa)	Fuel Temp (C)
789.0	20.3	12.9	98.0	83	32.0	11.6	439.0	462.0	31790.0	55.0
791.0	20.3	12.7	98.0	83	32.0	11.8	437.0	459.0	32100.0	55.0
801.0	19.2	12.7	98.0	83	33.0	11.2	432.0	466.0	33620.0	55.0
825.0	20.4	13.1	98.0	83	33.0	11.2	432.0	482.0	32100.0	55.0
861.0	21.0	14.5	99.0	83	33.0	12.0	434.0	467.0	31180.0	55.0
911.0	21.1	15.8	98.0	83	33.0	13.1	434.0	455.0	38810.0	55.0
930.0	20.3	15.1	98.0	83	33.0	10.9	409.0	455.0	35150.0	55.0

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์1KD-FTV (ต่อ)

953.0	29.4	15.9	98.0	83	33.0	16.0	429.0	480.0	34230.0	55.0
1005.0	33.5	16.3	98.0	83	33.0	17.2	421.0	444.0	36045.0	55.0
1066.0	34.9	17.4	98.0	83	33.0	17.2	421.0	444.0	36070.0	55.0
1124.0	33.0	18.3	97.0	83	33.0	17.2	411.0	455.0	38795.0	55.0
1175.0	32.9	18.3	97.0	83	33.0	17.2	411.0	455.0	38810.0	55.0
1220.0	31.9	19.2	97.0	83	33.0	15.9	405.0	444.0	42454.0	55.0
1262.0	30.9	19.2	97.0	83	33.0	15.9	405.0	444.0	42470.0	55.0
1314.0	29.4	20.8	97.0	84	33.0	15.0	403.0	446.0	37590.0	55.0
1345.0	29.0	20.8	97.0	83	33.0	14.6	408.0	455.0	41860.0	55.0
1377.0	27.8	22.2	97.0	84	33.0	14.2	398.0	444.0	39730.0	55.0
1392.0	27.8	22.1	97.0	84	33.0	13.9	414.0	464.0	42170.0	55.0
1411.0	29.4	22.7	97.0	83	33.0	13.7	395.0	443.0	43690.0	55.0
1449.0	30.1	23.2	97.0	83	33.0	14.9	0.0	445.0	38810.0	55.0
1478.0	29.4	24.2	98.0	83	33.0	14.9	0.0	438.0	44610.0	55.0
1506.0	29.0	24.8	98.0	83	33.0	14.6	0.0	432.0	43080.0	55.0
1535.0	28.6	25.2	98.0	83	33.0	14.2	0.0	445.0	40340.0	55.0
1557.0	27.8	25.8	98.0	83	33.0	13.8	0.0	429.0	41860.0	55.0
1566.0	27.8	25.9	98.0	83	33.0	13.7	0.0	441.0	40340.0	55.0
1576.0	28.2	26.1	98.0	83	33.0	14.0	0.0	434.0	42780.0	55.0
1593.0	30.1	26.4	98.0	83	33.0	14.2	0.0	438.0	43690.0	55.0
1618.0	30.1	27.5	98.0	83	33.0	15.1	0.0	431.0	48270.0	55.0
1640.0	29.8	28.0	98.0	83	33.0	14.8	0.0	430.0	43390.0	55.0
1653.0	29.4	27.5	98.0	83	33.0	14.6	0.0	441.0	45830.0	55.0
1667.0	30.1	27.9	98.0	83	33.0	14.4	0.0	425.0	44610.0	55.0
1678.0	29.4	28.1	98.0	83	33.0	14.7	0.0	438.0	45830.0	55.0
1696.0	31.7	28.6	98.0	83	33.0	14.8	0.0	429.0	41860.0	55.0
1721.0	30.9	30.2	98.0	83	33.0	15.4	0.0	434.0	47050.0	55.0
1735.0	30.5	30.8	98.0	83	33.0	15.1	0.0	424.0	45530.0	55.0
1738.0	31.3	30.9	98.0	83	32.0	15.0	0.0	436.0	45830.0	55.0
1771.0	32.9	33.0	98.0	83	33.0	16.3	0.0	430.0	45830.0	55.0
1793.0	32.9	35.3	98.0	83	32.0	16.0	0.0	419.0	47050.0	55.0
1805.0	32.1	35.1	98.0	83	32.0	15.8	0.0	424.0	48880.0	55.0
1824.0	33.3	35.7	98.0	83	33.0	16.4	0.0	424.0	47050.0	55.0
1842.0	32.9	36.1	99.0	83	32.0	16.1	0.0	430.0	49800.0	55.0

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์1KD-
FTV (ต่อ)

1853.0	32.9	36.7	99.0	83	32.0	16.0	0.0	425.0	46440.0	55.0
1861.0	32.5	35.9	99.0	83	32.0	15.9	0.0	419.0	49180.0	55.0
1877.0	35.2	36.7	99.0	83	32.0	16.1	0.0	425.0	44610.0	55.0
1907.0	34.9	37.4	99.0	83	32.0	17.0	0.0	419.0	48270.0	55.0
1932.0	34.5	39.1	99.0	83	33.0	16.8	0.0	426.0	44300.0	55.0
1947.0	34.1	39.6	99.0	83	32.0	16.5	0.0	418.0	47050.0	55.0
1955.0	33.7	39.2	99.0	83	32.0	16.4	0.0	424.0	44000.0	55.0
1967.0	34.5	40.4	99.0	83	32.0	16.6	0.0	429.0	46140.0	55.0
1997.0	35.2	41.7	99.0	83	32.0	17.1	0.0	429.0	49500.0	55.0
2014.0	35.6	42.3	99.0	83	32.0	16.8	0.0	424.0	44000.0	55.0
2033.0	35.2	42.4	100.0	83	32.0	16.9	0.0	418.0	48270.0	55.0
2050.0	34.9	43.8	100.0	83	32.0	16.6	0.0	421.0	47960.0	55.0
2057.0	34.5	43.5	100.0	83	32.0	16.7	0.0	420.0	50100.0	55.0
2069.0	35.2	44.0	100.0	83	32.0	16.5	0.0	417.0	46750.0	55.0
2081.0	35.2	44.3	100.0	83	32.0	16.8	0.0	415.0	47660.0	55.0
2093.0	35.6	44.2	100.0	83	32.0	16.6	0.0	415.0	47960.0	55.0
2128.0	34.9	45.9	100.0	83	32.0	16.7	0.0	413.0	52240.0	55.0
2108.0	35.2	45.0	100.0	83	32.0	16.8	0.0	414.0	48570.0	55.0
2149.0	34.9	46.0	101.0	83	32.0	16.5	0.0	416.0	53460.0	55.0
2188.0	36.8	46.7	101.0	83	32.0	16.2	0.0	414.0	52540.0	55.0
2227.0	36.8	48.5	100.0	83	32.0	17.4	0.0	404.0	56820.0	55.0
2255.0	36.4	50.3	100.0	83	32.0	17.1	0.0	406.0	54380.0	55.0
2282.0	35.2	50.8	100.0	83	32.0	16.8	0.0	404.0	55290.0	55.0
2303.0	34.9	50.9	101.0	83	32.0	16.4	0.0	402.0	56210.0	55.0
2319.0	34.1	50.8	101.0	83	32.0	16.2	0.0	404.0	56510.0	55.0
2328.0	34.1	50.5	101.0	83	32.0	16.1	0.0	406.0	53760.0	55.0
2340.0	34.1	50.9	101.0	83	32.0	16.0	0.0	405.0	53460.0	55.0
2345.0	33.7	50.7	101.0	83	32.0	15.9	0.0	406.0	54070.0	55.0
2354.0	33.7	51.1	101.0	83	32.0	15.8	0.0	405.0	53760.0	55.0
2360.0	34.5	51.4	101.0	83	32.0	15.7	0.0	406.0	53760.0	55.0
2372.0	34.5	52.3	101.0	83	32.0	15.9	0.0	405.0	54070.0	55.0
2384.0	34.9	53.1	101.0	83	32.0	15.8	0.0	405.0	54380.0	55.0
2403.0	34.9	54.3	101.0	83	32.0	16.3	0.0	404.0	58950.0	55.0
2410.0	34.9	54.7	101.0	83	32.0	16.2	0.0	402.0	58920.0	55.0

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์1KD-FTV (ต่อ)

2413.0	34.9	55.0	101.0	83	32.0	16.2	0.0	402.0	58950.0	55.0
2421.0	34.5	55.3	101.0	83	32.0	16.1	0.0	398.0	57420.0	55.0
2425.0	35.2	55.8	101.0	83	32.0	16.1	0.0	399.0	57730.0	55.0
2437.0	34.9	56.1	101.0	83	32.0	16.3	0.0	400.0	59870.0	55.0
2450.0	36.4	56.4	101.0	83	32.0	16.5	0.0	397.0	59260.0	55.0
2463.0	36.4	58.4	101.0	83	32.0	16.8	0.0	393.0	59570.0	55.0
2481.0	35.6	58.4	101.0	83	32.0	16.7	0.0	397.0	61700.0	55.0
2487.0	36.8	58.5	102.0	83	32.0	16.4	0.0	392.0	59570.0	55.0
2500.0	36.8	58.7	102.0	83	32.0	16.8	0.0	396.0	62610.0	55.0
2505.0	37.2	63.2	101.0	83	32.0	17.0	0.0	390.0	59870.0	55.0
2514.0	36.8	64.5	102.0	83	32.0	16.8	0.0	393.0	61700.0	55.0
2515.0	35.6	64.3	104.0	83	33.0	16.9	0.0	392.0	63530.0	55.0
2522.0	35.6	60.2	105.0	83	32.0	16.7	0.0	390.0	59570.0	55.0
2527.0	35.6	58.2	104.0	83	32.0	16.5	0.0	390.0	62000.0	55.0
2535.0	35.6	58.5	103.0	83	32.0	16.6	0.0	392.0	63530.0	55.0
2532.0	36.4	59.6	102.0	83	32.0	16.7	0.0	389.0	60170.0	55.0
2533.0	36.4	60.5	102.0	83	33.0	16.6	0.0	388.0	62000.0	55.0
2534.0	36.4	63.5	101.0	83	32.0	16.6	0.0	393.0	63530.0	55.0
2529.0	36.4	64.5	102.0	84	33.0	16.6	0.0	393.0	60170.0	55.0
2532.0	36.8	64.1	104.0	84	32.0	17.0	0.0	389.0	62610.0	55.0
2540.0	36.0	63.5	104.0	84	32.0	17.0	0.0	391.0	62920.0	55.0
2553.0	36.4	61.1	105.0	84	33.0	17.2	0.0	391.0	65060.0	55.0
2567.0	38.0	60.8	104.0	84	32.0	16.9	0.0	388.0	62000.0	55.0
2582.0	38.4	64.8	102.0	84	32.0	17.4	0.0	386.0	64450.0	55.0
2593.0	38.4	65.7	102.0	84	33.0	17.3	0.0	386.0	64750.0	55.0
2600.0	37.6	67.1	104.0	83	33.0	17.3	0.0	388.0	65060.0	55.0
2609.0	36.8	66.7	106.0	83	33.0	17.2	0.0	388.0	65060.0	55.0
2617.0	36.8	65.4	105.0	83	33.0	17.2	0.0	388.0	65060.0	55.0
2627.0	37.6	64.6	105.0	83	33.0	17.1	0.0	388.0	65060.0	55.0
2645.0	40.3	67.3	103.0	84	33.0	17.3	0.0	387.0	66580.0	55.0
2687.0	41.5	72.5	101.0	83	33.0	18.2	0.0	385.0	68710.0	55.0
2735.0	39.6	76.3	103.0	84	33.0	17.8	0.0	381.0	72070.0	55.0
2770.0	38.4	78.0	105.0	84	33.0	17.5	0.0	382.0	70250.0	55.0
2790.0	38.0	79.9	106.0	83	33.0	16.9	0.0	380.0	70830.0	55.0

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์1KD-FTV (ต่อ)

2808.0	37.2	79.9	106.0	83	33.0	16.9	0.0	380.0	70850.0	55.0
2832.0	36.4	80.6	106.0	83	33.0	16.7	0.0	382.0	72990.0	55.0
2846.0	36.0	81.0	106.0	83	33.0	16.4	0.0	382.0	68410.0	55.0
2857.0	35.6	81.1	106.0	83	33.0	16.2	0.0	382.0	68710.0	55.0
2860.0	35.6	80.7	106.0	83	33.0	16.1	0.0	381.0	68410.0	55.0
2864.0	35.2	81.1	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	69640.0	55.0
2866.0	35.2	81.1	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	70250.0	55.0
2868.0	35.2	81.6	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	69940.0	55.0
2871.0	35.2	81.1	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	70250.0	55.0
2875.0	35.2	82.0	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	69640.0	55.0
2875.0	35.2	81.8	106.0	83	33.0	15.8	0.0	381.0	69940.0	55.0
2875.0	35.2	81.7	106.0	84	33.0	15.8	0.0	381.0	69940.0	55.0
2876.0	35.2	81.5	106.0	83	33.0	15.7	0.0	381.0	70250.0	55.0
2876.0	35.2	82.2	106.0	84	33.0	15.7	0.0	381.0	69640.0	55.0
2877.0	35.2	81.5	106.0	84	33.0	15.7	0.0	381.0	69330.0	55.0
2882.0	34.9	80.9	106.0	84	33.0	15.8	0.0	381.0	68100.0	55.0
2882.0	35.2	82.2	106.0	84	33.0	15.8	0.0	383.0	67800.0	55.0
2885.0	34.9	81.2	106.0	84	33.0	15.8	0.0	383.0	67800.0	55.0
2882.0	35.2	82.0	106.0	84	33.0	15.7	0.0	383.0	67800.0	55.0
2885.0	34.9	81.3	106.0	84	33.0	15.7	0.0	383.0	71160.0	55.0
2888.0	34.9	81.9	106.0	84	33.0	15.7	0.0	383.0	71770.0	55.0
2888.0	34.9	81.6	106.0	84	33.0	15.7	0.0	383.0	71770.0	55.0
2892.0	35.6	82.4	106.0	83	33.0	15.7	0.0	383.0	72070.0	55.0
2898.0	36.0	82.1	106.0	83	33.0	16.0	0.0	382.0	72070.0	55.0
2912.0	35.6	82.2	106.0	83	33.0	16.2	0.0	382.0	72380.0	55.0
2928.0	36.8	82.7	106.0	83	33.0	16.3	0.0	382.0	70850.0	55.0
2940.0	36.8	83.6	106.0	83	33.0	16.4	0.0	380.0	71460.0	55.0
2966.0	36.8	83.7	106.0	83	33.0	16.4	0.0	382.0	71550.0	55.0
2978.0	36.6	83.6	106.0	83	33.0	16.4	0.0	380.0	72464.0	55.0
2980.0	35.6	82.7	106.0	83	33.0	16.2	0.0	382.0	72380.0	55.0
2988.0	36.8	82.7	106.0	83	33.0	16.3	0.0	382.0	70850.0	55.0
2990.0	36.8	83.6	106.0	83	33.0	16.4	0.0	380.0	71460.0	55.0
2996.0	36.8	83.7	106.0	83	33.0	16.4	0.0	382.0	71550.0	55.0
2995.0	36.8	83.7	106.0	83	33.0	16.4	0.0	382.0	72460.0	55.0

ตารางที่ ก2 ผลการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์1KD-FTV (ต่อ)

2994.0	36.8	83.8	106.0	83	33.0	16.4	0.0	380.0	72464.0	55.0
2996.0	35.6	82.2	106.0	83	33.0	16.2	0.0	382.0	72780.0	55.0
2997.0	36.8	83.7	106.0	83	33.0	16.3	0.0	382.0	70850.0	55.0
2997.0	35.6	82.5	106.0	83	33.0	16.5	0.0	382.0	72880.0	55.0
2998.0	36.7	83.8	106.0	83	33.0	16.4	0.0	382.0	70850.0	55.0





รายงานผลทดสอบ

คำขอบริการที่ : 25-58/0330

ศทท.ทป.คท. 520-1/58

ลูกค้า : มงคล สมประสิทธิ์

หน้า : 1 ของ 1

82/43 หมู่บ้านโพธิ์วิลลี่

วันที่รับตัวอย่าง : 10 กุมภาพันธ์ 2558

ต.คลองประเวศ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา 24140

วันที่ทดสอบ : 27 กุมภาพันธ์ 2558

ภาวะแวดล้อม : อุณหภูมิ 25 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 50 ± 20

ชื่อตัวอย่าง : น้ำมันไบโอดีเซล (ตัวอย่างที่ 1)

ผลทดสอบ :

รายการ	หน่วย	ผลทดสอบ	วิธีทดสอบ
ความหนาแน่น (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)	กรัมต่อมิลลิเมตร	0.880	Hydrometer
ความหนืดคินแมติก (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)	เซนติสโตก	4.04	ASTM D 445

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์

- 1 *กมล งาม*
- 2
- 3
- 4

วันที่ 13 มีนาคม 2558

ผู้รับรอง

(นายคณัย ศรีทองคำ)

นักวิชาการ

รักษาการในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

Ref. 2025258021000475001/1

รายงานผลการทดสอบ/ใบรับรองการสอบเทียบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ หรือ สอบเทียบเท่านั้น แล้วแต่กรณี การนำรายงานผล/ใบรับรองนี้ไปโฆษณาและการคัดถ่ายหรือการนำผลบางส่วนไปเผยแพร่ต่อสาธารณะต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าราชการ วว.

FM.BL.MTC.001 Rev.3

สำนักงานใหญ่
35 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ (66) 0 2577 9000
โทรสาร (66) 0 2577 9009
E-mail : rumpai@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

สำนักงานห้องปฏิบัติการ
ซอย 1C นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท
ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280
โทรศัพท์ (66) 0 2323 1672-80 ต่อ 115, 116
โทรสาร (66) 0 2323 9165
E-mail : mtc@tistr.or.th

สำนักงาน
196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ (66) 0 2579 1121-30 ต่อ 5219,5225,5217
โทรสาร (66) 0 2579 8592
E-mail : sumalee@tistr.or.th

รูปที่ ก1 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันพืชใช้แล้วตัวอย่างที่ 1 จากมาตรวัดวิทยา



รายงานผลทดสอบ

คำขอบริการที่ : 25-58/0330

ศทม.พ.คท. 520-2/58

ลูกค้า : มงคล สมประสิทธิ์

หน้า : 1 ของ 1

82/43 หมู่บ้านโพธิ์วิลลี่

วันที่รับตัวอย่าง : 10 กุมภาพันธ์ 2558

ต.คลองประเวศ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา 24140

วันที่ทดสอบ : 27 กุมภาพันธ์ 2558

ภาวะแวดล้อม : อุณหภูมิ 25 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 50 ± 20

ชื่อตัวอย่าง : น้ำมันไบโอดีเซล (ตัวอย่างที่ 2)

ผลทดสอบ :

รายการ	หน่วย	ผลทดสอบ	วิธีทดสอบ
ความหนาแน่น (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)	กรัมต่อมิลลิเมตร	0.880	Hydrometer
ความหนืดคินเนติก (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)	เซนติสโตก	3.84	ASTM D 445

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์

ผู้รับรอง

- 1
กมล งาม
- 2
- 3
- 4

วันที่ 13 มีนาคม 2558

.....
 (นายคณัย ศรีทองคำ)
 วิศวกร
 รักษาการในตำแหน่ง
 ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

Ref. 2025258021000475001/2

รายงานผลการทดสอบ/ใบรับรองการสอบเทียบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ หรือ สอบเทียบเท่านั้น แล้วแต่กรณี การนำรายงานผล/ใบรับรองนี้ไปโฆษณาและการคัดลอกหรือการนำผลบางส่วนไปเผยแพร่ต่อสาธารณะต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าการ วว.

FM.BL.MTC.001 Rev.3

สำนักงานใหญ่
 35 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง
 จังหวัดปทุมธานี 12120
 โทรศัพท์ (66) 0 2577 9000
 โทรสาร (66) 0 2577 9009
 E-mail : rumpai@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

สำนักงาน/ห้องปฏิบัติการ
 ซอย 1C นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท
 ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280
 โทรศัพท์ (66) 0 2323 1672-80 ต่อ 115, 116
 โทรสาร (66) 0 2323 9165
 E-mail : mtc@tistr.or.th

สำนักงาน
 196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
 โทรศัพท์ (66) 0 2579 1121-30 ต่อ 5219,5225,5217
 โทรสาร (66) 0 2579 8592
 E-mail : sumalee@tistr.or.th

รูปที่ ก2 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันพืชใช้แล้วตัวอย่างที่ 2 จากมาตรวัดวิทยา



ภาคผนวก ข

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

ข.1 An Experimental study on used vegetable oil biodiesel in Commonrail Truck

ข.2 An Analysis of Biodiesel Combustion Process on Common Rail Diesel Engine.

ด.1 An Experimental study on used vegetable oil biodiesel in Commonrail Truck



ขอเชิญร่วมงานประชุมวิชาการระดับชาติ
“มสร.วิจัย ประจำปี 2558”
STOU Research 2015

วันที่ 8 เมษายน 2558 เวลา 08.30 - 16.00 น.

ณ ห้องประชุม 5209 อาคารสัมมนา 1 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พบกับกิจกรรมน่าสนใจ

- พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัยประจำปี 2557
- การอภิปรายทางวิชาการเรื่อง

“การสร้างสรรคงานวิจัยสู่การตีพิมพ์เผยแพร่และใช้ประโยชน์ในระดับสากล”



โดย **รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ธีระตระกูลชัย**

รองกรรมการผู้จัดการอาวุโสด้านคุณภาพและมาตรฐานสากล
 บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)



นายแพทย์กิตติศักดิ์ กุลวิชัย อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รองศาสตราจารย์ ดร.กมลรัฐ อินทรทัศน์

อาจารย์ประจำสาขาวิชานิเทศศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ดำเนินรายการ



รองศาสตราจารย์ชฎปนรรต พรหมอินทร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

- การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย
- ชมนิทรรศการผลงานวิจัย และ
 ผลงานของศูนย์วิจัยเฉพาะทาง มสร.



กำหนดการเปิดรับบทความวิจัย

เปิดรับบทความวิจัย	
● ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ตั้งแต่บัดนี้ - 30 พฤศจิกายน 2557
● ด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์	
● ด้านการศึกษา	
วันสุดท้ายของการลงทะเบียนและชำระเงิน	30 พฤศจิกายน 2557
แจ้งผลการพิจารณาบทความวิจัย	2 กุมภาพันธ์ 2558
ผู้วิจัยปรับแก้ไขบทความ	3-17 กุมภาพันธ์ 2558
ประกาศผลการพิจารณา	2 มีนาคม 2558

สถาบันวิจัยและพัฒนา
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
 โทร. 0 2504 7588-9 โทรสาร 0 2503 4898
<http://ird.stou.ac.th/stouconference>

กำหนดการ
การประชุมทางวิชาการระดับชาติ และการนำเสนอผลงานวิจัย
“มสธ. วิจัย ประจำปี 2558”
วันพุธที่ 8 เมษายน 2558
ณ ห้องประชุม 5209 อาคารสัมมนา 1



- 08.00-09.00 น. ลงทะเบียนรับเอกสาร
- 09.00-09.15 น. พิธีเปิดการประชุม โดยอธิการบดีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- 09.15-09.30 น. พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัย มสธ. ประจำปี 2557
- 09.30-12.30 น. การอภิปรายทางวิชาการ เรื่อง “การสร้างสรรคงานวิจัยสู่การตีพิมพ์เผยแพร่และใช้ประโยชน์ในระดับสากล”
วิทยากรอภิปราย
- รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง ธรรมศิริรักษ์
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
 - นายแพทย์กิตติศักดิ์ กุลวิจิต
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - รองศาสตราจารย์ ดร.กมลรัฐ อินทรทัศน์
สาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- วิทยากรผู้ดำเนินรายการ**
รองศาสตราจารย์ฐปนรุต พรหมอินทร์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- 12.30-13.30 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.30-16.30 น. แบ่งกลุ่มนำเสนอผลงานวิจัยดังนี้

สาขา	ชื่อบทความ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(1) ห้อง 5211 อาคารสัมมนา 1	1.การพัฒนาอัลกอริทึมรูปแบบเปรียบเทียบ (นางสาวคนันพร อัครศิริโรจน์)
	3.การพิจารณาจำนวนคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยวิธี ARIMA และการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (นายธนรักษ์ ลัมจิตสมบุรณ์)
	3.ความมั่นคงปลอดภัยด้านระบบสารสนเทศของนักศึกษาามมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (รองศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์พงษ์ ลิ้มปิยะเชือวร)

สาขา	ชื่อบทความ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2) ห้อง 5212 อาคารสัมมนา 1	1.ผลของการชลประทานแบบน้ำหยดคุณค่าทางโภชนาการของโพแทสเซียมและซิลิคอนต่อผลผลิตการปรากฏและการทำลายของโรคและแมลงศัตรูมันสำปะหลังที่ปลูกปลายฤดูฝน (นางสาวมาลี ลิขิตชัยกุล)
	2.ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของวัยรุ่นในจังหวัดศรีสะเกษ (นางสาวชญาภัทร พันธังาม)
	3.การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์คอนมอนเรล (นายมงคล สมประสิทธิ์)
	4.เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงใช้พลังงานลมอัดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (นายบุญชู เกตุยงค์)
	5.การเกิดไบโอฟิล์มบนพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นที่เติมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียเอชพีคิวเอ็ม (นางสาวกุลสุชา ปิ่นเงิน)
	6.ผลของโปรแกรมการกำกับตนเองในการบริโภคอาหารของหญิงตั้งครรภ์ที่มีปัจจัยเสี่ยงเบาหวาน (ร.ต.อ.ไปрма นาคเนียม)
	7.การพัฒนารูปแบบพยาบาลที่เลี้ยงสำหรับพยาบาลจบใหม่ โรงพยาบาลสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ (นางปิยะอร รุ่งธนเกียรติ)
	8.ปัจจัยทำนายความตั้งใจในการรับวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูกของนักศึกษาหญิงวิทยาลัยพยาบาลจังหวัดราชบุรี (นางสาวเอมอร ลีณา)
สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (1) ห้องประชุม 231 อาคารสัมมนา 2	1.รูปแบบการนำตนเองเข้าไปผูกพันมีบทบาทในการแก้ไขปัญหาลังคมของพระสงฆ์ (นายบูรกรณ์ บริบูรณ์)
	2.วัฒนธรรมการแต่งกายที่ฟ้าของคนไทยเชื้อสายจีนในสังคมไทย (Miss Huang Yuanyuan)
	3.ความขัดแย้งในเรื่องสิ่งรางวัลสุภาเทวฤกษ์ พ.ศ.2546-2556 (Miss Zhao Danping)
	4.ภาพสะท้อนสังคมไทยในเรื่องสิ่งรางวัลอินทร์หรือสวรรค์ พ.ศ.2552-2556 (Miss Li Yuanchun)
	5.ภาพสะท้อนสังคมไทยในนวนิยายรางวัลสุภาเทวฤกษ์ พ.ศ.2549-2553 (Miss Huang Piaoyun)
	6.ภาพสะท้อนสังคมชนบทไทยในนวนิยายของโชติ ศรีสุวรรณ (Miss Chang Xiaoqu)
	7.การศึกษาเปรียบเทียบนิทานพื้นบ้านภาคเหนือของไทยกับนิทานพื้นบ้านชนเผ่าจ้วงของจีน (Mr.Zhao Peng)
	8.การวิเคราะห์สารคดีที่ได้รับรางวัลแว่นแก้วปี พ.ศ.2553-2556 (Miss Liu Sunyue)
	9.การวิเคราะห์นิทานอาเซียนที่แปลเป็นภาษาไทย (Miss Pan Xiaohua)
	10.ห้องเรียนแห่งการตื่นรู้ระดับบัณฑิตศึกษา (ดร.มนตรี วิวัฒน์สุข)
	11.สุขภาพทางเพศและกิจกรรมทางเพศนักศึกษาชายรักชาย (นายวิชวุฒิ ซื่อสัตย์)

การทดสอบไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในรถยนต์คอนมอนเรล
An Experimental study on used vegetable oil biodiesel in Commonrail Truck

นาย มงคล สมประสิทธิ์ และ ดร. พิพัฒน์ ปราโมทย์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
E-Mail: som13mongkol@gmail.com

บทคัดย่อ

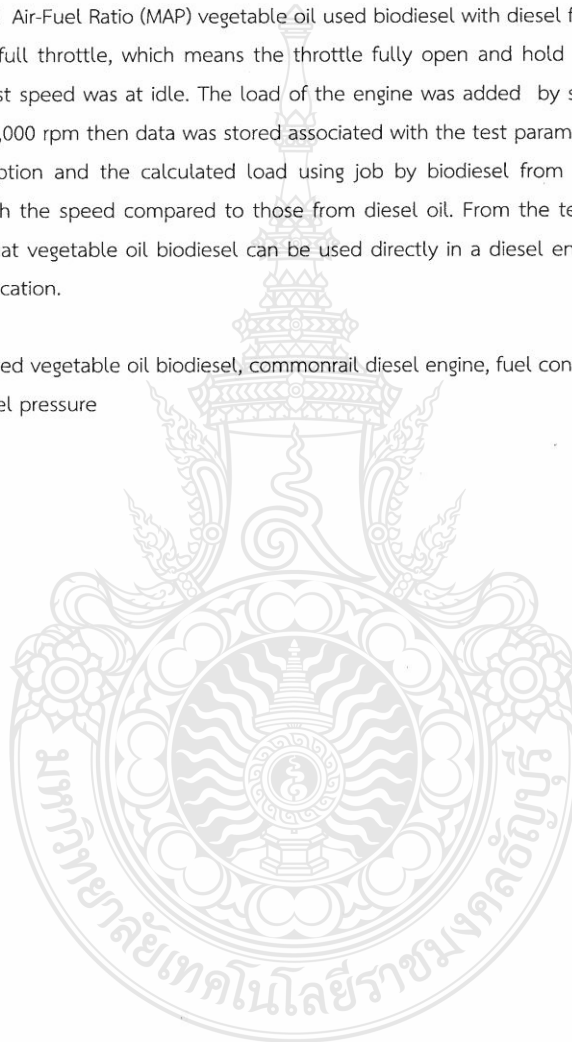
บทความนี้ผู้วิจัยได้นำรถยนต์ Toyota hilux vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ ปริมาตรกระบอกสูบ 2982 cc. มาทำการทดสอบกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยทำการทดสอบ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ปริมาตรการฉีด ปริมาตรการฉีดหลัก การฉีดนำร่อง แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดปริมาณอากาศ อัตราส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้ไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้ว เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล การทดสอบครั้งนี้เป็นแบบ Full load-Full Throttle ซึ่งเป็นการเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นทดสอบอยู่ที่รอบเดินเบา 750 รอบต่อนาทีหลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระโดยการเร่ง เพื่อให้ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นประมาณครึ่งละ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและภาระของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์เล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ทั้งนี้จากผลการทดสอบข้างต้นจึงสรุปได้ว่า เชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลคอนมอนเรลได้

คำสำคัญ: ไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เครื่องยนต์คอนมอนเรล อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง

Abstract

The reaserch tested Toyota hilux vigo truck 1KD-FTV commonrail 2982 cc diesel engine which has 4 stroke, 4 cylinder using analysis Intelligent Tester II. The test conditions according to calculate load, the rate of capacity, fuel consumption, injection volumn, main injection, pilot 1 injection, pilot 2 injection, fuel pressure, Manifold Absolute Pressure (MAP) and Manifold Air-Fuel Ratio (MAP) vegetable oil used biodiesel with diesel fuel. The test was on full load-full throttle, which means the throttle fully open and hold the top position. The initial test speed was at idle. The load of the engine was added by speeding up from 750 rpm to 3,000 rpm then data was stored associated with the test parameters. The rate of fuel consumption and the calculated load using job by biodiesel from used cooking oil increased with the speed compared to those from diesel oil. From the test results, it was concluded that vegetable oil biodiesel can be used directly in a diesel engine without any engine modification.

Keywords: used vegetable oil biodiesel, commonrail diesel engine, fuel consumption, fuel pressure



ก.2 An Analysis of Biodiesel Combustion Process on Common Rail Diesel Engine

DPU
DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
PROGRESSIVE UNIVERSITY

PRN
เครือข่ายวิจัยประชาชน
Prachachuen Research Network

การประชุมวิชาการ
การบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 10
“การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป”

วันศุกร์ที่ 27 มีนาคม 2558
ณ ห้องประชุม ดร.ไสว สุทธิพิทักษ์
อาคาร 6 ชั้น 7 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ณ ห้องประชุม ดร.ไผ่ ตูฐิทธิพิทักษ์ อาคาร 6 ชั้น 7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 – 09.15 น.	พิธีเปิด โดย รองศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ งามไกลเสศ อธิการบดี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
09.15 – 09.30 น.	กล่าวต้อนรับ โดย ผู้แทนเครือข่ายวิจัยประจักษ์ ◆ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ อัครภรณ์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
09.30 – 10.30 น.	ปาฐกถาพิเศษ หัวข้อ “การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป” ◆ ดร.โชค มุลกุล กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยมหิดล และกรรมการผู้จัดการ กลุ่มบริษัทฟาร์มโชคชัย
10.30 – 11.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
11.00 – 12.00 น.	อภิปราย “การบริหารจัดการเพื่อการปฏิรูป” ◆ คุณฉวีรัฐา โคมลาวาทิน ผู้ประกาศข่าว และบรรณาธิการข่าวเอเชียของสถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส ◆ ดร.ไกรยศ กัทธราบาท ผู้เชี่ยวชาญนโยบายเศรษฐศาสตร์การศึกษา สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้ และคุณภาพเยาวชน (สสค.) ◆ คุณทณง โชติธรรมยุทธ์ กรรมการผู้จัดการ บมจ. ซีเอ็มยูเคชั่น ผู้ดำเนินรายการ ◆ ดร.เกียรติอนันต์ ส้วนแก้ว ผู้ช่วยรองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย
14.30 – 15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.00 – 16.00 น.	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย (ต่อ)
16.00	ปิดประชุมวิชาการ

ตารางนำเสนอผลงานวิชาการ
ประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ การบริหารจัดการ การปฏิรูป"
วันศุกร์ที่ 27 มีนาคม 2558

ห้องนำเสนอ อาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร 7 ชั้น 4) ห้อง 7410 กลุ่มที่ 11 วิทยาลัยสารพัดช่างทอไทย
ผู้ดำเนินรายการ ผ.ศ.ดร.ธีรวัฒน์ ทิพรส / ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ทนงศักดิ์ ศิริยงค์

ที่	เวลาที่นำเสนอ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงานที่สังกัด	ชื่อบทความวิจัย
1	13.20-13.40 น.	คุณอนันท์ อมรศรีแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การตรวจสอบความคิดเห็นของซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบในขั้นตอนภาษาทอทวิซีไบเน หรืออีเอสดีทีวี ทรซัน
2	13.40-14.00 น.	ศ.ดร.ปภา อริราณูรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์	การยอมรับนวัตกรรมระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้
3	14.00-14.20 น.	คุณฐิพรเทพ จันทร์ภูม	มหาวิทยาลัยมหิดล	การประเมินศักยภาพชีวมวลไม้สับเพื่อการผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษา : โรงไฟฟ้าขนาดเส็กมาก บริษัท วาลดี โคราช เอ็นเนอจี จำกัด จังหวัดบุรีรัมย์
4	14.20-14.40 น.	ศ.ดร.อุทก ทองทิพย์	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญกรุงเทพฯ	ดัชนีการจ้างและการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียม SMMS
5	14.40-15.00 น.	คุณมงคล สบประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	การวิเคราะห์กระบวนการสันดาปภายในของไบโอดีเซล ในเครื่องชนิดดีเซลแบบคอมมอนเรล
6	15.00-15.20 น.	คุณบุญชู เกตุพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	การศึกษาเครื่องดนตรีที่ใช้พลังงานอัดลมต่อตั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้าที่กระแสดรง
7	15.20-15.40 น.	คุณอัครนันท์ อริยศรีพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	รูปแบบการจัดการทอทไบโอดีเซลสารทอทอสรู้งบ้านพักในท้องถิ่นแบบครบวงจรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง
8	15.40-16.00 น.	ว่าที่ ร.อ.รมพฤกษ์ เพิ่มเกียรติศักดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	ผลของวิถีการหมักที่ได้อุณหภูมิทางเคมีและการยอมรับปุ๋ยหมักในระดับชุมชน

คำสั่งมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ที่ 0101/1002
เรื่อง แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลบทความวิชาการ
การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10

เพื่อให้การดำเนินงานจัดประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10 ในวันที่ 27 มีนาคม 2558 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามความในข้อ 18 แห่งระเบียบ ว่าด้วย การบริหารงานและการจัดส่วนงานมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต พ.ศ. 2555 จึงแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลบทความวิชาการ "การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10" โดยประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากสถาบันต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ กัมพูสิริ | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ มีโชค | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 3. รองศาสตราจารย์ยุทธนา ธรรมเจริญ | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณ ศิลปอาษา | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุตารัตน์ สารสว่าง | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ จักรกรณ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 7. ดร.เยาวลักษณ์ ราชแพทยาคม | นักวิชาการอิสระ |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.บงการ หอมน่าน | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.วราพร จิระพันธุ์ทอง | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 11. รองศาสตราจารย์พินิจ ทิพย์มณี | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญชัช วิรัตน์ภูมิประเทศ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ปานเจริญ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิฎีรัตน์ ทิพรส | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทาสารี สุขโต | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนารัตน์ ลิ้ม | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิสรณ์ พงศ์ยี่หล้า | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุวัฒน์ ชลไพศาล | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศวิน แสงพิกุล | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุลศักดิ์ ชาญณรงค์ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |

- | | |
|---|-------------------------|
| 21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะวิทย์ ทิพรส | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญสินี ชวนะคุรุ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 23. ดร.อสมมา มาตยาบุญ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 24. ดร.เกียรติอนันต์ ล้วนแก้ว | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |
| 25. ดร.สันต์ รั้ววิบูลย์ | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต |

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 8 ตุลาคม 2557 เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2557

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินารัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี



เพื่อให้การดำเนินงานจัดประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10 ในวันที่ 27 มีนาคม 2558 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามความในข้อ 18 แห่งระเบียบ ว่าด้วย การบริหารงานและการจัดส่วนงานมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต พ.ศ. 2555 จึงแต่งตั้งคณะทำงานโครงการ “การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการ ครั้งที่ 10” โดยประกอบด้วยบุคลากรของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และเครือข่ายวิจัยประชาชน ดังนี้

- | | |
|---|---------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ สีนลรัตน์
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.เกียรติอนันต์ ล้วนแก้ว
ผู้ช่วยรองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต | รองประธาน |
| 3. ดร.อภิเทพ แซ่โล้ว
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยนานาชาติแสดมฟอร์ด | กรรมการ |
| 4. ดร.ดิเรก จิมชนะ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ | กรรมการ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรางณี สวัสดิ์สรพร
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ | กรรมการ |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ
อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี | กรรมการ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฬา พีร์พัชระ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร | กรรมการ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ศักดิ์ จักรกรณ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร | กรรมการ |
| 9. รองศาสตราจารย์ฐปนรุต พรหมอินทร์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช | กรรมการ |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.สมโรจน์ โกมลวณิช
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ | กรรมการ |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย พณานานนท์
ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ | กรรมการ |
| 12. ดร.กรวิก พรนิมิต
รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง | กรรมการ |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต | กรรมการ |
| 14. ดร.ชนะศึก นิษานนท์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต | กรรมการ |

- | | |
|--|---------------------|
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ยุระริช
ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม | กรรมการ |
| 16. ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย สุวรรณสิขณน์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ
ผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร | กรรมการ |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ ชื่นวัฒนา
ผู้อำนวยการศูนย์สนเทศและหอสมุด มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 19. นายณัฐสิทธิ์ พุฒิสารทาศย์
หัวหน้าแผนกเทคโนโลยีห้องสมุด มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนารัตน์ ลิ้ม
ผู้อำนวยการสำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 21. นายทองศักดิ์ ศรียงส์
รักษาการผู้อำนวยการศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 22. นางสาวปริญญา คล้ายเจริญ
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 23. นางสาวนันทวัน งามเดชะ
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการ |
| 24. นางสกุลทิพย์ อนันตกรักษ์
นักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | กรรมการและเลขานุการ |
| 25. นายศักดิ์สิทธิ์ คณะชาติ
ผู้ช่วยนักวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 26. นายศราวุธ โกมรพันธุ์
เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 27. นางสาวสมภัส ปันทะมาลีกุล
เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ | ผู้ช่วยเลขานุการ |

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 6 ตุลาคม 2557 เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2557

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรากรณ์ สามโกเศศ)
อธิการบดี

25. การวิเคราะห์กระบวนการสันดาปภายในของไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอนมอนเรล	384
26. การวิเคราะห์ตัวแปรที่วัดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจโดยโมเดลวิเคราะห์การถดถอย โลจิสติกประยุกต์และการปรับปรุง กรณีศึกษาผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลหัวใจ	397
27. การวิเคราะห์ทัศนคติการอยู่ก่อนแต่งงานของประชาชน : กรณีศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น	414
28. การศึกษาเครื่องดนตรีที่ใช้พลังงานลมอัดปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสตรง	426
29. การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมในการเลือกซื้อวัสดุก่อสร้างในเขตสาทร กรุงเทพมหานคร	438
30. การศึกษาปัญหาและข้อจำกัดด้านนโยบายและกฎหมาย เพื่อสนับสนุนการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายโดยเกษตรกรรายย่อย กลุ่มเกษตรกร และวิสาหกิจชุมชน	454
31. การศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประชากร เศรษฐกิจ สังคม และวิธีการทำงานของสมาชิกสภาท้องถิ่นและผู้บริหารท้องถิ่นที่ได้มาจากการเลือกตั้งและการสรรหา : กรณีศึกษาเทศบาลตำบลลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ	465
32. การศึกษาและการพัฒนาประชาธิปไตยในเกาหลีใต้ (1950s-1987)	479
33. การสร้างความหมายและมูลค่าของการเช่าบูชาพระเครื่องหลวงปู่ทวด	490
34. การสื่อสารเพื่อจูงใจของผู้นำและวัฒนธรรมองค์กรที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม การเป็นสมาชิกที่ดีขององค์กร ในบริษัท ลิลลี่ โทแบก้า จำกัด	506
35. การสื่อสารภายในองค์กรกับบรรยากาศองค์กรที่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ภาคขายและบริการนครหลวงที่ 1	521
36. การอยู่ร่วมกันอันสามัคคีของบุคคลเพศเดียวกันตามกฎหมายไทยเปรียบเทียบกับกฎหมายฝรั่งเศส	535
37. ความคาดหวังและความพึงพอใจในการสื่อสารภายในองค์กรด้วยระบบอินทราเน็ตของพนักงานบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ภาคขายและบริการนครหลวงที่ 1	549
38. ความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพบริการของเจ้าหน้าที่ที่มีต่อร้านค้าสวัสดิการทหารบก ค่ายสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา	563

การวิเคราะห์กระบวนการสันดาปภายในของไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซล
แบบคอมมอนเรล

An Analysis of Biodiesel Combustion Process on Common Rail Diesel Engine.

มงคล สมประสิทธิ์
พิพัฒน์ ปราโมทย์

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการศึกษาน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วทดสอบในเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลโดยผู้วิจัยได้นำรถยนต์กระบะโตโยต้ารุ่น Hilux Vigo ชนิดเครื่องยนต์ 1KD-FTV เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 4 สูบ ปริมาตรกระบอกสูบ 2982 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทดสอบกับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II โดยทำการทดลอง ภาระการคำนวณ ปริมาตรการฉีด การฉีดนำร่อง ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง ความดันสมบูรณ์ภายในห้องรวมไอดี อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัด โดยใช้ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล การทดลองครั้งนี้เป็นแบบภาระเต็ม ล้นเต็ม (Full Load-Full Throttle) ซึ่งเป็นการเปิดคันเร่งค้างไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ความเร็วรอบเริ่มต้นที่รอบเดินเบา 750 รอบต่อนาทีหลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระโดยการเพิ่มความเร็วยุโรป 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบต่อนาที พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์เล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันดีเซล จึงสรุปได้ว่า เชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลได้ อีกทั้งยังใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเชื้อเพลิงทดแทนได้ต่อไป

คำสำคัญ: ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์แบบคอมมอนเรล น้ำมันพืชใช้แล้ว ไบโอดีเซล ปริมาตรการฉีด อัตราการไหลอากาศ

Abstract

The reaserch tested Toyota truck of Hilux Vigo 1KD-FTV engine of the 2982 cc commonrail diesel engine which has 4 strokes, 4 cylinders using the Intelligent Tester II. The experimental subjects are calculate load, injection volumn, pilot 1 injection, pilot 2 injection, fuel pressure, Manifold Absolute Pressure (MAP) and Manifold Air-Fuel ratio (MAF). The Vegetable oil used biodiesel was compared to diesel fuel. The experiment was on the full load-full throttle, condition the throttle was fully opened and holded the top position. The initial speed was idle and the load of the engine was continuously added to speed up the engine from 750 rpm to 3,000 rpm, with the speed step of 500 rpm. The rate of fuel consumption from vegetable oil biodiesel small increased, with the speed, compared to those from diesel oil. From the results, the vegetable oil biodiesel can be used directly in the commonrail diesel engine without any engine modification, and used as a basis for the development of alternative fuels.

Keywords: air flow, biodiesel, common rail diesel engine, fuel pressure, injection volume , used vegetable oil



บทนำ

ไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม สนุ่ดำ มะพร้าว ทานตะวัน ถั่วเหลือง เมล็ดเรพ และน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำมาทำปฏิกิริยา “transesterification” ร่วมกับเมทานอล จนเกิดเป็นสารเอสเทอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และจากสภาวะวิกฤตพลังงานในปัจจุบัน ประเทศไทยจึงมีนโยบายสนับสนุนให้ใช้ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ ประกอบกับการที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีแนวโน้มที่จะสามารถนำวัตถุดิบมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ โดยกลุ่มที่เป็นเป้าหมายในการใช้น้ำมันไบโอดีเซลคือกลุ่มรถกระบะ 1 ตัน

โดยที่ผ่านมามีในกลุ่มรถกระบะรถกระบะ 1 ตันนำเครื่องยนต์ดีเซลระบบคอมมอนเรล ไดเร็กอินเจกชันหรือ CDI (Common rail Direct Injection) ที่ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้งานกับรถยนต์ในระดับหรูหรา ที่เน้นทั้งแรงม้า แรงบิด และความนุ่มนวลในการทำงาน บนพื้นฐานความประหยัด น้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งนี้การทำงานของเครื่องยนต์ซึ่งมีห้องเผาไหม้แบบเปิด และส่งน้ำมันเข้าสู่ห้องเผาไหม้โดยตรง จุดเด่นของเครื่องยนต์ดีเซล CDI คือ ความประหยัดน้ำมัน แต่มีข้อเสียในเรื่องสมรรถนะ ได้แก่ เสียงดัง เครื่องยนต์สั่นสะเทือนมากกว่าทำให้ค่ามลพิษสูง โดยเฉพาะค่าแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ในไอเสีย

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองการใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลขนาด 161 แรงม้า ในการหาสมรรถนะต่างๆ ได้แก่ ภาระการคำนวณ ปริมาตรการฉีด การฉีดนำร่องครั้งที่ 1 การฉีดนำร่องครั้งที่ 2 ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัด ความดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดี โดยใช้ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล ผลการทดลองสามารถชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดของการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ชนิดเดียวกัน และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงเครื่องยนต์หรือคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานมากยิ่งขึ้นในอนาคต

กรอบแนวคิดและทฤษฎี

ไบโอดีเซล คือเชื้อเพลิงที่ถูกนำมาใช้แทนน้ำมันดีเซล ซึ่งผลิตจากน้ำมันพืช น้ำมันหมุนเวียนจากการปรุงอาหาร หรือน้ำมันจากสัตว์ พืชสามารถผลิตน้ำมันจากการใช้แสงอาทิตย์และอากาศ บนพื้นดินเกษตรกรรม ส่วนน้ำมันจากสัตว์เกิดจากการกินน้ำมันพืช และไขมันจากสิ่งอื่น ๆ แต่ไขมันที่ใช้ในการปรุงอาหาร ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันพืช และอาจจะมีไขมันสัตว์ปนอยู่ก็ได้ จึงถือว่าน้ำมันมีการหมุนเวียน (recycled) และกรรมวิธีผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ใช้การเปลี่ยนน้ำมันและไขมันในรูปเคมี เรียกว่า “Long chain mono alkyl ester” ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้ ยังมีความหมายถึง “Fatty Acid Methyl Ester” หรือ FAME การผลิตน้ำมันหรือไขมัน 100 ปอนด์ จะถูกทำปฏิกิริยากับ

ห้วงโซ่สั้น ๆ ของแอลกอฮอล์ 10 ปอนด์ (ปกติจะใช้ Methanol) ที่มีอยู่ในสารเร่งปฏิกิริยา (ปกติจะใช้โซเดียมหรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์) เพื่อให้ได้ น้ำมันไบโอดีเซล 100 ปอนด์ และกลีเซอริน 10 ปอนด์ โดยกลีเซอรินคือ น้ำตาลชนิดหนึ่ง และเป็นผลผลิตพลอยได้จากขบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

กรรมวิธีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันและไขมันที่รู้จักทั่วไป มีอยู่ 3 วิธี คือ

1. วิธีการใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำมันให้เป็นสารประกอบเอสเทอร์
2. วิธีการใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางเคมีในการเปลี่ยนน้ำมันให้เป็นสารประกอบทางเคมีเอสเทอร์
3. การเปลี่ยนน้ำมันให้อยู่ในรูปของกรดไขมัน แล้วทำให้น้ำมันไบโอดีเซล

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันปิโตรเลียมดีเซล

คุณสมบัติทางกายภาพหรือทางเคมีที่น้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันปิโตรเลียมดีเซล จากตารางที่ 1 มีความแตกต่างที่เด่นชัด เช่น น้ำมันไบโอดีเซลมีระดับกำมะถัน (sulfur) ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล และมีคุณสมบัติการหล่อลื่นมากกว่า ในปี ค.ศ.2006 น้ำมันไบโอดีเซลบริสุทธิ์ (B100) จะต้องผลิตตามข้อกำหนดใหม่ของสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อม (EPA) ที่กำหนดให้ รอยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทุกคันบนท้องถนน ต้องมีกำมะถันในน้ำมันไม่เกิน 15 ppm. ขณะที่กรรมวิธีการกลั่นแบบใหม่ มีแนวโน้มที่จะลดคุณสมบัติการหล่อลื่นตามธรรมชาติของน้ำมันดีเซลลง ถ้านำน้ำมันไบโอดีเซลบริสุทธิ์ หรือไบโอดีเซลผสมมาผสมกับน้ำมัน Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD) จะทำให้คุณสมบัติการหล่อลื่นกลับคืนมาประมาณ 1%-2% แต่ก็ยังคงมีออกซิเจนอยู่ 11% โดยน้ำหนัก และได้ค่าซีเทนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น ทั้งยังช่วยลดมลภาวะอากาศ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซล

คุณสมบัติของเชื้อเพลิง	ดีเซล	ไบโอดีเซล
มาตรฐานเชื้อเพลิง	ASTM D975	ASTM D6751
ค่าความร้อนต่ำ, Btu/gal	~129,050	~118,170
ความหนืดจลน์, cm ² /s	1.3-4.1	4.0-6.0
ความหนืดจลน์, cm ² /s ที่ 60°F	0.85	0.88
ความหนาแน่น, lb/gal ที่ 15°C	7.079	7.328
น้ำและสิ่งตะกอน, vol %	0.05 max	0.05 max

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำมันดีเซลกับไบโอดีเซล(ต่อ)

คุณสมบัติของเชื้อเพลิง	ดีเซล	ไบโอดีเซล
คาร์บอนด์, wt%	87	77
ไฮโดรเจน, wt%	13	12
ออกซิเจน, by dif wt%	0	11
กำมะถัน, wt%	0.05 max	0.0 to 0.0024
จุดเดือด. °C	180 to 340	315 to 350
จุดวาบไฟ. °C	60 to 80	100 to 170
จุดเมฆหมอก. °C	- 15 to 5	-3 to 12
จุดไหลเท. °C	-35 to -15	-15 to 10
ซีเทน	40 – 55	48 – 65
คุณสมบัติการหล่อลื่น SLBOCLE , grams	2,000 – 5,000	> 7,000
คุณสมบัติการหล่อลื่น HFRR, microns	300 – 600	< 300

ที่มา: สุทัศน์ ตั้งนิธยวงศ์. (2548). คู่มือการใช้น้ำมันดีเซล B100 ,B20. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. หน้า17-18

- เครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรล

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ เครื่องยนต์ IKD-FTV โดยการทำงานของระบบ CDI จะใช้ปั๊มเชื้อเพลิงความดันสูงเพื่อให้เครื่องยนต์มีกำลังแรงและประหยัดเชื้อเพลิงได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่เกิดเสียงรบกวนและการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ ระบบนี้กักเก็บเชื้อเพลิงซึ่งถูกทำให้มีความดันสูงและจ่ายโดยปั๊มเชื้อเพลิงไว้ในรางร่วม (Common rail) การกักเก็บเชื้อเพลิงขณะความดันสูงทำให้ระบบCDI สามารถให้เชื้อเพลิงที่ความดันการฉีดเชื้อเพลิงคงที่โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเร็วรอบหรือภาระของเครื่องยนต์ หน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หรือECU (Electronics Control Unit)ใช้ หน่วยขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์หรือEDU(Electronic Driving Unit) ให้กระแสไฟฟ้ากับวาล์วขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Valve)ในหัวฉีดเพื่อควบคุมจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงและปริมาณการฉีดทั้งยังใช้เซ็นเซอร์ความดันเชื้อเพลิงควบคุมแรงดันเชื้อเพลิงภายในรางร่วม ECU จึงทำให้ปั๊มเชื้อเพลิงจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำเป็นต่อการได้รับความดันเชื้อเพลิงเป้าหมายได้ นอกจากนี้ยังใช้วาล์ว 2 ทางหรือTWV(Two Way Valve) ภายในหัวฉีดเพื่อเปิดและปิดช่องทางเชื้อเพลิง ดังนั้น ECU จึงสามารถควบคุมทั้งจังหวะการฉีดและปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำ ระบบCDI จัดการฉีดเชื้อเพลิงเป็น 2 ครั้งเพื่อลดความรุนแรงในการจุดระเบิดโดยระบบจะทำ “การฉีดนำร่อง” เป็นการฉีดย่อยก่อนที่ทำการฉีดจริงซึ่งช่วยลดการสั่นของเครื่องยนต์และเสียงรบกวนลงได้

สำหรับรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ รถกระบะโตโยต้ารุ่น Hilux Vigo เครื่องยนต์ IKD-FTV เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบคือ ไบโอดีเซล B100 ที่นำมาจากน้ำมันพืชใช้แล้วเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล โดยมี รายละเอียด ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดและค่ามาตรฐานต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ 1KD-FTV

แบบเครื่องยนต์	คิเซล 4 จังหวะ 4 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ
จำนวนกระบอกสูบและการจัดวาง	4 สูบ แถวเรียง
แบบเผาไหม้	ใช้ลูกสูบเป็นห้องเผาไหม้ (จุดระเบิดในหัวลูกสูบ) ร่วมกับการฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง
ความกว้างกระบอกสูบ X ช่วงชัก	96 X 103 มม.
ปริมาณกระบอกสูบ	2982 cc.
ค่าซีเทน	50 หรือสูงกว่า
ภาระการคำนวณ (Calculated Load)	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0% - เฉลี่ย: 11.4 ถึง 16.4% - สูงสุด: 100% - ระวังโดยไม่มีน้ำหนักบรรทุก: 13.1-18.9% (2,500 รอบ/นาที)
ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 เมกะปาสคาล - เฉลี่ย: 30 ถึง 40 เมกะปาสคาล - สูงสุด: 655.350 เมกะปาสคาล
ความดันสัมบูรณ์ภายในท่อร่วมไอ ดี(MAP)	ค่ามาตรฐาน - เฉลี่ย: 95 ถึง 105 กิโลปาสคาล - เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที: 100 ถึง 120 กิโลปาสคาล - เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที: 110 ถึง 130 กิโลปาสคาล
อัตราการไหลของอากาศจากมาตร วัด(MAF)	ค่ามาตรฐาน - เฉลี่ย: 5 ถึง 12 กรัม/วินาที - ระวังโดยไม่มีน้ำหนักบรรทุก: 28 ถึง 46 กรัม/วินาที (2,000 รอบ/นาที)
ปริมาตรการฉีด	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 ม. ³ - รอบเฉลี่ย: 0.000000005 ถึง 0.000000012 ม. ³ - สูงสุด: 0.00000128 ม. ³
การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 1	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 ไมโครวินาที - เฉลี่ย: 380 ถึง 480 ไมโครวินาที - สูงสุด: 65,535 ไมโครวินาที

ตารางที่ 2 รายละเอียดและค่ามาตรฐานต่างๆ ของเครื่องยนต์ IKD-FTV (ต่อ)

การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 2	ค่ามาตรฐาน - ต่ำสุด: 0 ไมโครวินาที - เฉลี่ย: 380 ถึง 480 ไมโครวินาที - สูงสุด: 65,535 ไมโครวินาที
กำลังแรงม้าสูงสุด	161/3400 กำลังแรงม้า/รอบต่อนาที (120/3400 กิโลวัตต์/รอบต่อนาที)
แรงบิดสูงสุด	(343/1600-3200 จูล/รอบต่อนาที)

ที่มา: คู่มือซ่อมเครื่องยนต์ IKD-FTV , บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด) , หน้า 57-60

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาและทดลองการใช้ไบโอดีเซลล้วนที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้ว เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลโดยทดลองกับรถยนต์ โตโยต้า Hilux Vigo เครื่องยนต์ IKD-FTV ด้วยรอบความเร็วตั้งแต่ 750 รอบต่อนาที (rpm) – 3000 รอบต่อนาที (rpm) รวมทั้งศึกษาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันพืชใช้แล้ว

วิธีดำเนินการวิจัย


วิธีการทดสอบดำเนินการโดยใช้ชุดทดสอบกับรถยนต์ โตโยต้า Hilux Vigo เครื่องยนต์ IKD-FTV ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3 โดยรถยนต์ที่ทดสอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ใด และเครื่องทดสอบคือเครื่องวิเคราะห์ปัญหาหรือ IT II (Intelligent Tester II) ดังภาพที่ 1 และมีเงื่อนไขในการทดสอบคือทดสอบที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 750 ถึง 3,000 รอบต่อนาที (rpm) โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 2

การทดสอบทำโดยการต่อสายเชื่อมโยงข้อมูล (DataLink Cable) เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหา (IT II) และชุดข้อมูลด้านตัวรถ การทดลองครั้งนี้เป็นแบบภาระเต็ม ล้นเต็ม (Full load-Full Throttle) ความเร็วรอบเริ่มต้นทดลองอยู่ที่รอบเดินเบา โดยเริ่มเก็บข้อมูลที่ 750 รอบต่อนาที หลังจากนั้นจะทำการเพิ่มภาระโดยการเร่งเครื่องยนต์เพื่อให้ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นประมาณครั้งละ 500 รอบต่อนาทีจนถึงประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ทำการเก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสมรรถนะต่างๆ ได้แก่ ภาระการคำนวณ ปริมาตรกรรณิด การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 1 การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 2 ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัด ความดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดี โดยใช้ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

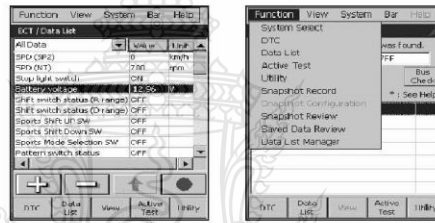


ภาพที่ 1 เครื่องวิเคราะห์ปัญหา Intelligent Tester II และรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

สำหรับการเก็บข้อมูลใช้วิธีการกำหนดค่า IT II และเก็บข้อมูล โดยวิธีการ snapshot ดังแสดงในภาพที่ 2

1. สัมผัสปุ่มฟังก์ชัน  หรือ ในเมนู (Function) ที่หน้าจอของ IT II ให้สัมผัส

Snapshot Record



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเข้าเมนู Snapshot

ที่มา:คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหาIntelligent Tester II บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด หน้า 58-59

2. เริ่มการเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ เมื่อสิ้นสุดการเก็บข้อมูล ระบบจะเข้าไปที่โหมดเรียกดูข้อมูล/เตรียมพร้อมบันทึกใหม่ ดังภาพที่ 3

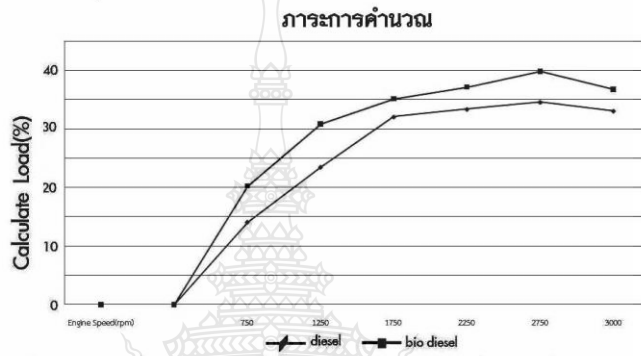


ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการ Snapshot

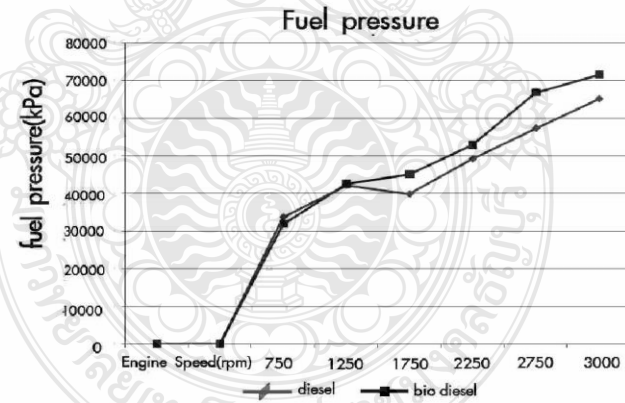
ที่มา:คู่มือการใช้งานเครื่องวิเคราะห์ปัญหาIntelligent Tester II บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด หน้า 58-59

การอภิปรายผล

จากการทดลองเครื่องยนต์IKD-FTV โดยเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 พบว่าที่รอบเดินเบาภาระการคำนวณของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลจะมีค่ามากกว่าตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังภาพที่ 4 ดังนั้นการใช้ไบโอดีเซลจึงมีความเหมาะสมกับรอบปานกลาง ที่มีภาระการคำนวณไม่สูงจนเกินไป

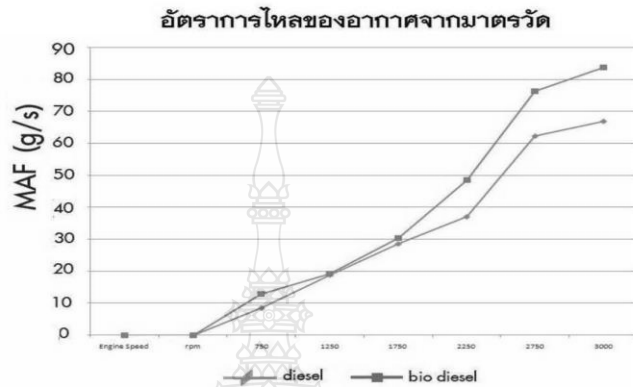


ภาพที่ 4 ภาระของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว สำหรับการทดลองความดันน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตาราง 2 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และมีค่าสูงสุดประมาณ 11 และ 10% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5



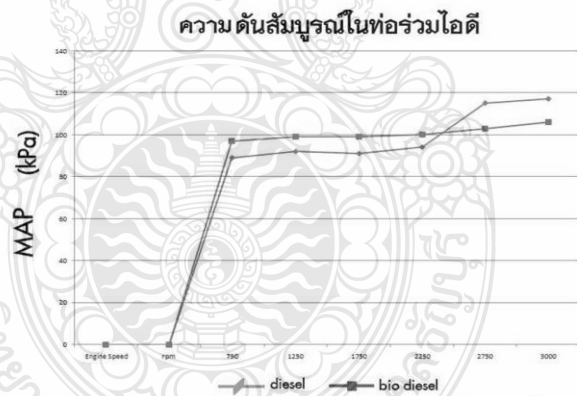
ภาพที่ 5 ความดันน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การทดลองอัตราการไหลจากมาตรวัด พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 6



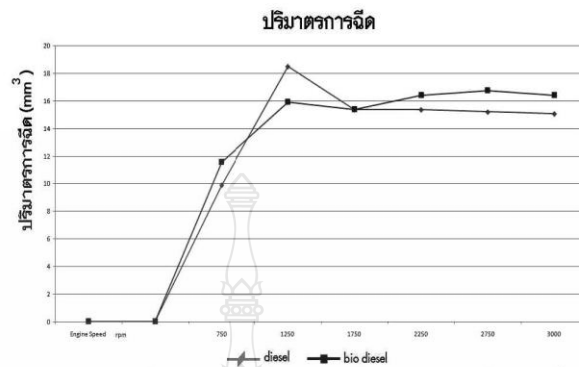
ภาพที่ 6 อัตราการไหลของอากาศจากมาตรวัดระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับ ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การทดลองความดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดี พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 7



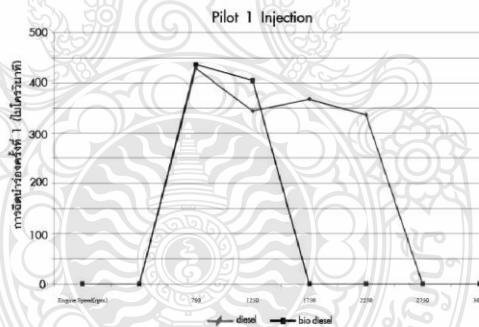
ภาพที่ 7 ความดันสัมบูรณ์ในท่อร่วมไอดีระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับ ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การทดลองปริมาณการฉีด พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยมีค่าสูงตั้งแต่ที่ 1250 รอบต่อนาที นอกนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 8



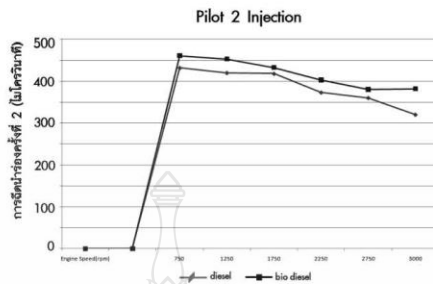
ภาพที่ 8 ปริมาณการฉีดของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การฉีดน้ำร่องของน้ำมันเชื้อเพลิงครั้งที่ 1 ที่เกิดขึ้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมัน ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชเก่าที่เลิกใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าตามมาตรฐาน อีกทั้งจะเห็นได้ว่าปริมาณการฉีดน้ำร่องของน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้ว สูงกว่า ปริมาณการฉีดน้ำร่องของน้ำมันดีเซลที่ความเร็วรอบ 1250 รอบต่อนาที จากนั้นจะหยุดฉีดที่ความเร็วรอบ 1750 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การฉีดน้ำร่องครั้งที่ 1 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

สำหรับการฉีดน้ำร่องของน้ำมันเชื้อเพลิงครั้งที่ 2 ที่เกิดขึ้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมัน ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซลมีค่าตามมาตรฐาน อีกทั้งเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น ปริมาณการฉีดน้ำร่องน้ำมันของไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมากกว่าปริมาณการฉีดน้ำร่องน้ำมันดีเซล 5-19 % ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การฉีดนำร่องครั้งที่ 2 ระหว่างน้ำมันดีเซลเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบสมรรถนะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์โตโยต้า Hilux Vigo เครื่องยนต์ 1KD-FTV เมื่อใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชใช้แล้วมีคุณสมบัติการเป็น น้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเพราะเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์แล้วมีค่าอยู่ใน ค่ามาตรฐานของเครื่องยนต์ อีกทั้งพบว่าให้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของก่อเกียรติ บุญชู โกลสและนิโรจน์ อัครปัญญาวิทย์ที่ทำการวิจัยเรื่อง An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas (ก่อเกียรติ บุญชู โกลสและนิโรจน์ อัครปัญญา วิทย์. (2554). "An Analysis of biodiesel combustion diesel technogas. 28 มีนาคม-1เมษายน 2554. ณ อิมแพค ชาเลนเจอร์ เมืองทองธานี กรุงเทพฯ.) โดยพบว่าคุณสมบัติของน้ำมัน B0 และ B100 เมื่อ ทดสอบกับเครื่องยนต์แล้วใกล้เคียงกันและมีลักษณะเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

การทดลองไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้แล้วในเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลเป็นการทดลองที่ใช้เวลาที่สั้น โดยในการใช้งานจริงความหนืดอาจมีผลต่อการสันดาป ดังนั้นจึง ควรมีการศึกษาวิจัยถึงผลกระทบของความหนืดต่อความสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอน เรลในระยะยาวต่อไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และให้เกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้นสำหรับ ผู้ใช้รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในการตัดสินใจเปลี่ยนมาใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้ แล้วในอนาคต

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายมงคล สมประสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	13 ตุลาคม 2514
ที่อยู่	82/43 หมู่ที่ 1 ต.คลองประเวศ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา 24140
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปี พ.ศ. 2547
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2547 – พ.ศ. 2551	อาจารย์ประจำแผนกช่างยนต์ โรงเรียนฐานเทคโนโลยี
พ.ศ. 2551 – พ.ศ. ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีรถยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยียานยนต์โตโยต้า

