



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

ปริญญา

วิศวกรรมเครื่องกล

สาขา

วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำต่อความสิ้นเปลืองน้ำมัน
เชื้อเพลิงและสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์

The Effects of Gasoline-Jatropha Blended Fuel on the Fuel Consumption and Exhaust
Emission in Motorcycles

นามผู้วิจัย นายอภิเทพ สุวงศ์เครือ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย ศิวะโกศิษฐ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ชวลิต กิตติชัยการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
และสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์

The Effects of Gasoline-Jatropha Blended Fuel on the Fuel Consumption and
Exhaust Emission in Motorcycles

โดย

นายอภิเทพ สุวงศ์เครือ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

พ.ศ. 2552

อภิเทพ สุวงศ์เครือ 2552: การศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมัน
เบนซิน-สบูดำต่อความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์, Ph.D. 117 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมัน
เบนซิน-สบูดำในรถจักรยานยนต์ โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการ
ทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ โดยเริ่มจากการสกัดน้ำมันสบูดำ ทำการ
กรองขจัดสิ่งปนเปื้อนแล้วนำมาผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วน 95:5 และ 90:10 ทำการ
ทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ค่าความหนืด (Viscosity) ค่าออกเทน
(Octane number) และค่าการกลั่นตัว (Distillation) พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 10 สัปดาห์ ทั้งค่า
เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระและค่าความหนืดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อยซึ่งยังคงอยู่
ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าออกเทนทั้งค่า RON และ MON ก็ใกล้เคียงกับค่าของน้ำมันเบนซิน 91
และค่าการกลั่นตัว พบว่า อุณหภูมิการกลั่นใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 แต่ให้ค่ากากน้ำมัน
(Residue) ที่มากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 ในการทดลองส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบการใช้เชื้อเพลิง
ผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำที่ได้ไปทดสอบจริงกับรถจักรยานยนต์ทั้งระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบ
หัวฉีดแล้วเปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลง สารมลพิษและผลกระทบจากการเผาไหม้เบื้องต้นกับ
น้ำมันทดสอบทั้ง 3 ชนิด เมื่อทำการทดสอบเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำที่อัตราส่วนร้อยละ
5 และ 10 จากผลการทดสอบในด้านความเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำมี
ความเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 เล็กน้อย ปริมาณมลพิษจากเครื่องยนต์ HC และ
CO มีปริมาณที่ต่ำกว่าการใช้เบนซิน 91 ส่วนในเรื่องของผลกระทบจากการเผาไหม้เบื้องต้นของ
เครื่องยนต์จากการใช้งาน พบว่า รถจักรยานยนต์ทั้ง 2 ระบบ จะมีคราบเขม่าดำและยางเหนียวเกาะ
บนหัวเทียน หัวลูกสูบ ฝาสูบด้านวาล์วไอดีและไอเสีย นานกว่าการใช้น้ำมันเบนซิน 91

Apithep Suwongkrua 2009: The Effects of Gasoline-Jatropha Blended Fuel on the Fuel Consumption and Exhaust Emission in Motorcycles. Master of Engineering (Mechanical Engineering), Major Field: Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Taweedej Sirithanapipat, Ph.D. 117 pages.

This research is aimed to study the possibility of using the blended fuel between Jatropha and Gasoline in motorcycles. The research divides into two parts. The first part is the study of the properties of the blended fuel. Using the extracted jatropha oil from a screw press machine, eliminate a contaminant by filter and blended with Gasoline at 95:5 and 90:10. Then these blended fuel are tested for free fatty acid, viscosity, octane number, and distillation point. The stability of the free fatty value and the viscosity is verified after ten weeks period. This stability exhibits an insignificant change within the standard. The octane numbers, both RON and MON, are closed to Gasoline 91. The distillation point of the blended fuels is about the same as Gasoline 91, but the residue is more than Gasoline 91. The second part is the testing of the blended fuel, without treatment of the jatropha. The ratio of 5% and 10% Jatropha mixed with Gasoline and the pure Gasoline are tested in motorcycles which are carburetor and injection engines. The fuel consumption, emission and preliminary wear are studied and compared between the blended fuels and pure gasoline. The results showed that the fuel consumption is a slightly more than the Gasoline 91 fuel. The emission of HC and CO from the engine with blended fuels is lower than the engine with the Gasoline 91 fuel. With the blended fuels, both carburetor and injection engines are showing the thicker carbon deposit and sticky gum at the pistons, spark plugs, valves, and piston covers than the engines running the Gasoline 91 fuel.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.วิชัย ศิวะโกศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ช่วยเหลือในการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร. วิทิต จิตร์รัตนกุลชัย ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร. สโรช ไทรเมฆ อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โครงการ เอยู-ไบโอดีเซล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้สนับสนุนทุนในการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ คุณสุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์และคุณพิชัย มณีโชติ ที่ให้การสนับสนุนน้ำมันสุญุดำ คุณกรินทร์ คาราสีฆณ์ กรรมการผู้จัดการบริษัท เวลด์สปีด เซลล์เอนด์เซอร์วิส จำกัด ที่ได้สนับสนุนรถจักรยานยนต์และอะไหล่รถจักรยานยนต์ให้ใช้ตลอดการทดสอบ คุณอนุชา ศรีภา ผู้จัดการแผนกบริการผู้จำหน่าย และคุณอรัญ ใจกันทะ ผู้ช่วยผู้จัดการแผนกบริการผู้จำหน่าย ที่ได้ช่วยติดต่อและประสานงานกับบริษัท เอ พี ฮอนด้า คุณพรศักดิ์ เกาะลอย นายช่างเทคนิค (ชำนาญการ) ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและเพื่อนนิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

อภิเทพ สุวงศ์เครือ

มกราคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	49
สรุปและข้อเสนอแนะ	81
สรุป	81
ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	83
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบ	87
ภาคผนวก ข กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำและ	
ภาพถ่ายงานวิจัย	101
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี	
และตารางแสดงผลการเปรียบเทียบทางสถิติ	107
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันสบู่ดำ	18
2	คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันสบู่ดำ	18
3	สภาวะการทำงานมาตรฐานของเครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับการหาเลขออกเทนด้วยวิธีวิจัยและวิธีเครื่องยนต์	20
4	รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ที่ใช้ทดสอบ	30
5	ระบบวิเคราะห์ค่ามลพิษ (Emission analysis system)	37
6	ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำโดยวิธี ASTM D445	49
7	ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของน้ำมันผสมเบนซิน-สบู่ดำ	50
8	การทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำกับน้ำมันเบนซิน 91	53
9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	59
10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	61
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	63
12	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงวิธี Carbon Balance ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	65
13	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงวิธีหั่งมวลที่เปลี่ยนแปลงในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	67
14	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	71
16	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	73
17	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด	75
18	ปริมาณธาตุโลหะหนักที่พบโดยน้ำหนักในคราบเขม่าที่เกิดจากการใช้งาน	78
19	การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเทียน	80

ตารางผนวกที่

ก1	ผลการทดสอบหาค่าความหนืดของเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบู่มากน้อย	88
ก2	ผลการตรวจสอบมลพิษทางอากาศและเสียงรถจักรยานยนต์ สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก	89
ก3	ผลการตรวจวัดสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กรมควบคุมมลพิษ	90
ก4	ผลการตรวจวัดสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กรมควบคุมมลพิษ	91
ก5	ผลการทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กรมควบคุมมลพิษ	92
ค1	องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันสบู่มาก	109
ค2	ผลการคำนวณอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในทางทฤษฎี	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค3	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	111
ค4	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	111
ค5	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนใน รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	111
ค6	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนใน รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	112
ค7	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของระดับเสียงในรถจักรยานยนต์ระบบ คาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	112
ค8	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของระดับเสียงในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วย วิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	112
ค9	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซไฮโดรคาร์บอนในรถจักรยานยนต์ระบบ คาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	113
ค10	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซไฮโดรคาร์บอนในรถจักรยานยนต์ระบบ หัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	113
ค11	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรถจักรยานยนต์ ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	113
ค12	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรถจักรยานยนต์ ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	114
ค13	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถจักรยานยนต์ ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	114
ค14	ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถจักรยานยนต์ ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค15 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	115
ค16 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	115
ค17 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธี Carbon Balance ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	115
ค18 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธี Carbon Balance ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	116
ค19 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธีซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลงในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	116
ค20 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธีซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลงในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS	116

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ	5
2	วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ	6
3	คาร์บูเรเตอร์แบบวาล์วเลื่อนในรถจักรยานยนต์	8
4	ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบหัวฉีดในรถจักรยานยนต์	9
5	ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D-Jetronic	10
6	ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ L-Jetronic	11
7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย	12
8	ลักษณะผลเมล็ดสบูดำ	16
9	เครื่องหีบน้ำมันสบูดำแบบอัดเกลียวและแบบระบบไฮดรอลิก	17
10	รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ	29
11	เครื่องกรองขนาด 3 ไมครอนสำหรับกรองตะกอนปนเปื้อนจากน้ำมันสบูดำ	31
12	Viscometer (แท่งแก้วสำหรับวัดค่าความหนืด)	32
13	อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ	33
14	อุปกรณ์บรรจุเชื้อเพลิงและขนาดของอุปกรณ์	34
15	เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัล	34
16	ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถจักรยานยนต์	35
17	อุปกรณ์วิเคราะห์สารมลพิษในไอเสียและถุงเก็บตัวอย่างไอเสีย	36
18	รายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศ	37
19	อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน	38
20	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียง	39
21	วิธีการทดสอบค่าความหนืดของเชื้อเพลิง	41
22	อุปกรณ์ในการทดสอบค่าความหนืด	41
23	วิธีการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิง	42
24	วิธีการตรวจวัดสารมลพิษขณะเดินเบา	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25 การตรวจวัดสารมลพิษขณะเดินเบา ณ สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก	44
26 วิธีการตรวจวัดค่าสารมลพิษบนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์	44
27 การทดสอบการขับจี้รถจักรยานยนต์บนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์	45
28 รูปแบบการวิ่งที่จำลองลักษณะการขับจี้รถจักรยานยนต์ในกรุงเทพฯ (Bangkok driving cycle test)	45
29 วิธีการทดสอบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยวิธีช่วงมวลที่เปลี่ยนแปลง	46
30 แผนผังการวิจัยทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อยสารมลพิษไอ เสียจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สปูดำในรถจักรยานยนต์	48
31 อัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สปูดำ 5 เปอร์เซ็นต์ (J5) และ 10 เปอร์เซ็นต์ (J10)	51
32 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมัน เบนซิน-สปูดำ 5 เปอร์เซ็นต์ (J5) และ 10 เปอร์เซ็นต์ (J10)	52
33 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถจักรยานยนต์เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ต่างๆ ขณะเดินเบา	57
34 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถจักรยานยนต์เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ขณะเดินเบา	60
35 ปริมาณระดับเสียงของรถจักรยานยนต์เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	62
36 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์โดยวิธี Carbon Balance เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	64
37 ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์โดยวิธีช่วงมวลที่เปลี่ยนแปลง เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	66
38 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน	68
39 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	70
40 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	74
42	ผิวหน้าของลูกสูบภายหลังจากการทดสอบในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงทดสอบชนิดต่างๆ (1) ลูกสูบไม่ผ่านการใช้งาน (2) น้ำมันเบนซิน 91(3) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 (4) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน- สบูดำร้อยละ 10	76
43	ผิวหน้าของลูกสูบภายหลังจากการทดสอบในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด เมื่อใช้เชื้อเพลิงทดสอบชนิดต่างๆ (1) ลูกสูบไม่ผ่านการใช้งาน (2) น้ำมันเบนซิน 91(3) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 (4) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน- สบูดำร้อยละ 10	76
ภาพผนวกที่		
ก1	ใบแสดงผลการทดสอบค่าการกลั่นตัวของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ ร้อยละ 5	93
ก2	ใบแสดงผลการทดสอบค่าการกลั่นตัวของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ ร้อยละ 10	94
ก3	ใบแสดงผลการทดสอบค่าเลขออกเทนผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5	95
ก4	ใบแสดงผลการทดสอบค่าเลขออกเทนผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10	96
ก5	จดหมายแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน	97
ก6	ภาพตารางสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันเบนซิน 91	98
ก7	ภาพตารางสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ	99
ก8	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเทียนจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมัน เบนซิน-สบูดำ	100
ข1	เครื่องกรองขนาด 3 ไมครอน	102
ข2	การผสมน้ำมันสบูดำให้เข้ากับน้ำมันเบนซิน	103

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข3 รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda Wave R ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์	103
ข4 รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda Wave I ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด	104
ข5 การเตรียมรถจักรยานยนต์บนแท่นทดสอบไดนาโมมิเตอร์	104
ข6 การจับจี้รถจักรยานยนต์ขณะเก็บตัวอย่างไอเสีย	105
ข7 ถังเก็บตัวอย่างและเครื่องมือวิเคราะห์สารมลพิษไอเสีย	105
ข8 รถจักรยานยนต์ที่ได้รับการ Overhaul ใหม่ที่เครื่องยนต์	106

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AH	=	Ampare-Hour แอมแปร์ชั่วโมง
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
C ₈ H ₁₈	=	Isooctane
CDI	=	Capacitor Discharge Ignition System
CLD	=	Chemiluminescence Detector
CO	=	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
CO ₂	=	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
cSt	=	เซนติสโตก
CVS	=	Constant Volume Sampler
dB	=	เดซิเบล
E10	=	น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วผสมเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์
ECM	=	Engine Control Module
EFI	=	Electronics Fuel Injection System
FID	=	Flam Ionization Detector
G91	=	น้ำมันแก๊สโซลีน 91
HC	=	ก๊าซไฮโดรคาร์บอน
IBP	=	Initial Boiling Point
J5	=	น้ำมันสปูดำร้อยละ 5 โดยปริมาตรในน้ำมันแก๊สโซลีน (น้ำมันสปูดำต่อน้ำมันเบนซิน = 5 : 95)
J10	=	น้ำมันสปูดำร้อยละ 10 โดยปริมาตรในน้ำมันแก๊สโซลีน (น้ำมันสปูดำต่อน้ำมันเบนซิน = 10 : 90)
JIS	=	Japanese Industrial Standards
kcl/kg	=	กิโลแคลอรี ต่อ กิโลกรัม
MON	=	Motor Octane Number
MTBE	=	Metyl Tertiary Butyl Ether
n-C ₇ H ₁₆	=	Normal Heptane
NDIR	=	Nondispersive Infrared Analyzer
NO _x	=	ออกไซด์ของไนโตรเจน

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

°C	=	องศาเซลเซียส
OHC	=	Overhead Camshaft
PGM-FI	=	Programmed Fuel Injection ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์
ppm	=	Part Per Million หนึ่งส่วนในล้านส่วน
rev/min	=	รอบต่อนาที
RON	=	Research Octane Number
SG	=	Specific Gravity
%vol.	=	ร้อยละโดยปริมาตร
%wt.	=	ร้อยละโดยน้ำหนัก

**การศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำต่อความสิ้นเปลือง
น้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์**

**The Effects of Gasoline-Jatropha Blended Fuel on the Fuel Consumption and
Exhaust Emission in Motorcycles**

คำนำ

จากสถานการณ์ปัจจุบันที่น้ำมันปิโตรเลียมมีความผันผวนทางด้านราคาขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในต่างประเทศ ก่อให้เกิดความไม่มั่นคงทางด้านพลังงาน น้ำมันเบนซินก็เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ต้องการเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นมาทดแทน เนื่องจากปริมาณการใช้ น้ำมันเบนซินมากถึง 7,834 ล้านลิตรในปี 2550 หรือร้อยละ 17.88 จากปริมาณการใช้น้ำมันรวมทั้งประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2550) ปัจจุบันจึงมีหลายหน่วยงานที่ให้ความสนใจและทำการศึกษาวิจัยในเรื่องของเชื้อเพลิงทางเลือกรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถผลิตได้จากทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศ ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือการนำวัตถุดิบทางการเกษตร เช่น พืชน้ำมันชนิดต่าง ๆ มาผลิตน้ำมันเพื่อใช้ทดแทนน้ำมัน เนื่องจากหากสามารถผลิตน้ำมันเพื่อใช้ภายในประเทศได้จะช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศจากการนำเข้าน้ำมัน รวมทั้งเป็นการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้กับประเทศ และนอกจากนี้ที่สำคัญที่สุดคือการนำน้ำมันจากพืชมาใช้ทดแทนน้ำมันจะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากร เนื่องจากพืชน้ำมันเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถเสริมสร้างขึ้นมาได้ตามขบวนการธรรมชาติซึ่งแตกต่างจากน้ำมันปิโตรเลียมที่เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้นไป สำหรับประเทศไทยมีการเพาะปลูกพืชน้ำมัน 6 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน ถั่วลิสง มะพร้าว ละหุ่ง และงา นอกเหนือจากพืชน้ำมันเหล่านี้ที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกแล้วยังมีแหล่งน้ำมันอื่น ๆ เช่น สบู่ดำ น้ำมันสัตว์ และน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว แหล่งน้ำมันเหล่านี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทนได้ทั้งสิ้น ดังนั้นการนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศมาผลิตเป็นน้ำมันทดแทนการใช้น้ำมันจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดไปสู่ทางเลือกในการใช้ที่ดีที่สุด

รถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะอีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความคล่องแคล่ว มีความคล่องตัวสูง มีความสะดวกสบาย อีกทั้งราคาไม่แพงมาก เหมาะสำหรับการใช้เป็นพาหนะในการติดต่อกิจการหรือการกิจต่างๆ ทั้งในเมืองและตามชนบททั่วไป ซึ่งปริมาณของรถจักรยานยนต์ในปัจจุบันและอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นโดยเมื่อพิจารณาจากสถิติจำนวนยานพาหนะ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 2550 มีรถจักรยานยนต์ที่จดทะเบียนทั่วประเทศทั้งสิ้นจำนวน 1,606,697 คัน พบว่ามีแนวโน้มจำนวนการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์เพิ่มมากขึ้นทุกปี (กรมขนส่งทางบก, 2550) ซึ่งส่งผลทำให้อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำสบู่อามาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันในรถจักรยานยนต์เพื่อเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลกระทบของความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษในไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยดังกล่าว

วัตถุประสงค์

วิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ ต่อความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ มีวัตถุประสงค์หลักดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำ กับมาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและตรวจสอบคุณภาพเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำ
2. เพื่อทำการศึกษเปรียบเทียบปริมาณสารมลพิษในไอเสีย (คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน, ออกไซด์ของไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์) และความเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิง โดยทำการศึกษเปรียบเทียบผลจากการใช้น้ำมันเบนซินและเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 10 โดยปริมาตร
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันสบูดำ-เบนซินในรถจักรยานยนต์ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์และระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด

การตรวจเอกสาร

เนื่องจากวิทยานิพนธ์เรื่องการศึกษาผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ได้กำหนดกรอบใน ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์
2. ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์
3. สารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์
4. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ
5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งในแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์

โดยทั่วไปเครื่องยนต์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดโดยใช้หัวเทียนและเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดโดยใช้การอัดอากาศ แต่เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ทั้งหมดจะเป็นเครื่องยนต์แบบที่จุดระเบิดโดยใช้หัวเทียนทั้งหมด เนื่องจากมีขนาดเล็กและให้กำลังงานต่อน้ำหนักสูง ดังนั้นเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ในปัจจุบันจึงแบ่งได้ตามจังหวะการทำงานได้เป็น 2 แบบ คือ เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะและเครื่องยนต์แบบ 2 จังหวะ

1.1 เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ (Four Stroke Cycle)

การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะในแต่ละกระบอกสูบของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน หรือ 2 รอบหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1

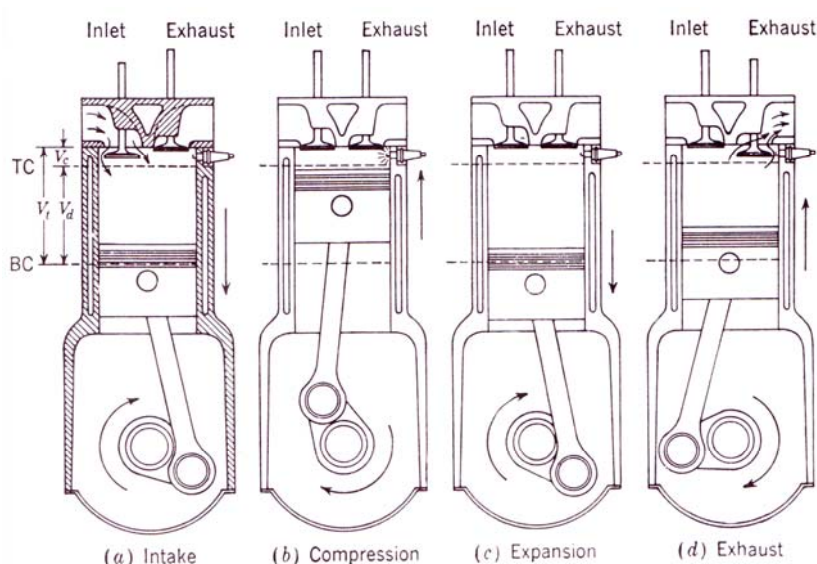
1.1.1 จังหวะดูด (Intake Stroke) เป็นจังหวะเริ่มต้นการทำงานเครื่องยนต์ โดยลูกสูบจะถูกดึงให้เคลื่อนที่ลงจากศูนย์ตายบน (Top Dead Center) มายังศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead

Center) และในจังหวะนี้วาล์วไอดีจะเปิดออกเพื่อนำไอดีซึ่งเป็นส่วนผสมของอากาศกับละอองน้ำมันเชื้อเพลิงให้สามารถไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้

1.1.2 จังหวะอัด (Compression Stroke) ในจังหวะนี้วาล์วไอดีและวาล์วไอเสียจะถูกปิดลงเพื่อให้ภายในห้องเผาไหม้กลายเป็นระบบปิด จากนั้นลูกสูบจะถูกขับให้เคลื่อนที่ขึ้นเพื่อที่จะอัดให้ไอดีในห้องเผาไหม้มีความดันและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการจุดระเบิดจากประกายไฟของหัวเทียนเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายบน

1.1.3 จังหวะกำลัง (Power Stroke) เป็นจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงเพื่อถ่ายทอดกำลังที่ได้จากการเผาไหม้ไอดีภายในห้องเผาไหม้ไปยังเพลาคูเหวี่ยงในระหว่างจังหวะกำลังนั้นทั้งวาล์วไอดีและวาล์วไอเสียจะปิด โดยจังหวะนี้เป็นเพียงจังหวะเดียวในสี่จังหวะการทำงานที่ให้กำลังออกมาจากเครื่องยนต์

1.1.4 จังหวะคาย (Exhaust Stroke) เป็นจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อระบายไอเสียที่ถูกเผาไหม้หลังการจุดระเบิดผ่านทางวาล์วไอเสียที่ถูกเปิดออก เพื่อเป็นช่องทางให้ไอเสียสามารถออกไปตามท่อไอเสียไปสู่บรรยากาศภายนอกได้



ภาพที่ 1 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

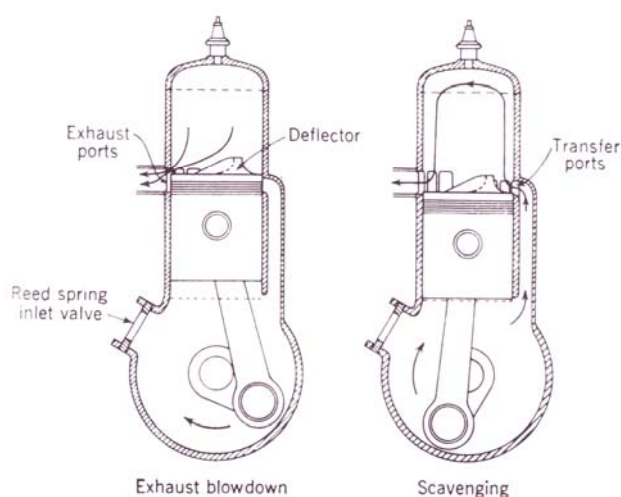
ที่มา: วีระศักดิ์ (2546)

1.2 เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ (Two Stroke Cycle)

การทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะในแต่ละกระบอกสูบของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์มีขบวนการทำงาน 2 ขั้นตอน หรือ 1 รอบหมุนของเพลาคือเหวี่ยง ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2

1.2.1 จังหวะอัด เริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายล่าง ช่องไอดีและช่องไอเสียยังเปิดอยู่ ทำให้ไอดีเข้าไปไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบจนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ไปปิดช่องไอดีและไอเสีย ลูกสูบก็จะอัดสารผสมในกระบอกสูบและเมื่อลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน การจุดระเบิดและการเผาไหม้จะเกิดขึ้น

1.2.2 จังหวะกำลัง เป็นจังหวะที่ลูกสูบอยู่ที่ศูนย์ตายบน แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างอากาศกับละอองน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีอุณหภูมิและความดันสูงจะดันลูกสูบเคลื่อนที่ลงและทำให้เพลาคือเหวี่ยงหมุน เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ใกล้ถึงศูนย์ตายล่างลูกสูบจะไปเปิดช่องไอเสียก่อน ทำให้ไอเสียในกระบอกสูบไหลออกจากกระบอกสูบแล้วช่องไอดีจึงจะถูกเปิดให้ไอดีเข้าไปไล่ไอเสียออกจนลูกสูบเคลื่อนที่ถึงศูนย์ตายล่างซึ่งเป็นการเริ่มจังหวะอัดของวัฏจักรต่อไป



ภาพที่ 2 วัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

ที่มา: วีระศักดิ์ (2546)

2. ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์

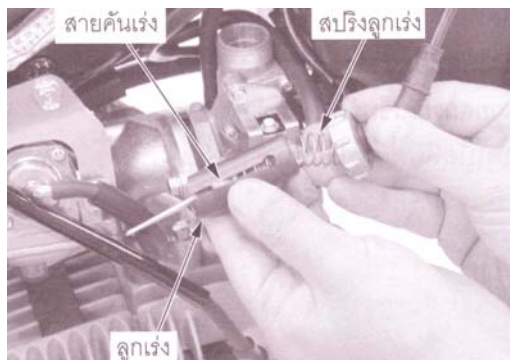
ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์โดยทั่วไปจะมีหน้าที่คลุกเคล้าผสมระหว่างอากาศจากบรรยากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งส่วนผสมนี้ก็จะถูกนำไปยังกระบอกสูบ โดยที่ปริมาณและความเข้มข้นของส่วนผสมนี้จะขึ้นอยู่กับภาระงานและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ นอกจากนี้แล้วระบบการจ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ดีจะต้องคอยควบคุมอัตราส่วนระหว่างมวลอากาศกับมวลน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีค่าเหมาะสม เพื่อช่วยให้เครื่องยนต์ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ผลิตรถกำลังม้าที่เครื่องยนต์ต้องการทำงานได้อย่างราบเรียบและก่อให้เกิดมลพิษในก๊าซไอเสียเล็กน้อย

ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor System) และระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Fuel Injection System, EFI)

2.1 ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของเชื้อเพลิงเข้าไปในท่อไอดี และกระจายเชื้อเพลิงเข้าไปในสายธารการไหลของอากาศ ในคาร์บูเรเตอร์ อากาศจะไหลผ่านท่อที่มีหน้าตัดสอบเข้าแล้วบานออกที่เรียกว่า ท่อเวนจูรี (Venturi) ความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นระหว่างทางเข้าและคอคอของท่อเวนจูรี (ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศ) ถูกใช้ในการควบคุมการไหลของเชื้อเพลิงสำหรับการไหลของอากาศนั้นๆ เชื้อเพลิงจะไหลเข้าไปในสายธารของอากาศโดยผ่านทางท่อทางออกหรือช่องในตัวคาร์บูเรเตอร์ แล้วแตกเป็นละอองและถูกพาไปโดยสายธารของอากาศผ่านลิ้นเร่งเข้าไปสู่ในท่อไอดี การกลายเป็นไปของเชื้อเพลิงจะเริ่มต้นในคาร์บูเรเตอร์และต่อเนื่องไปในท่อไอดี

สำหรับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่จะใช้คาร์บูเรเตอร์แบบวาล์วเลื่อนโดยคาร์บูเรเตอร์ชนิดนี้ประกอบด้วยวาล์วทรงกระบอกซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นและลงภายในคาร์บูเรเตอร์ดังแสดงในภาพที่ 3 ปลายข้างหนึ่งของวาล์วเลื่อนมีวาล์วเข็มลักษณะยาวติดอยู่ วาล์วเข็มทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งจะไหลเข้าผสมกับอากาศ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของวาล์วเลื่อนจะต่อกับสายเคเบิล ซึ่งเชื่อมต่อไปยังวาล์วปีกผีเสื้อ หรือ ลิ้นเร่ง (Throttle valve) (ธีระยุทธ, 2536)



ภาพที่ 3 คาร์บูเรเตอร์แบบวาล์วเลื่อนในรถจักรยานยนต์

ที่มา: บริษัท เอ. พี. ฮอนด์ จำกัด (2550)

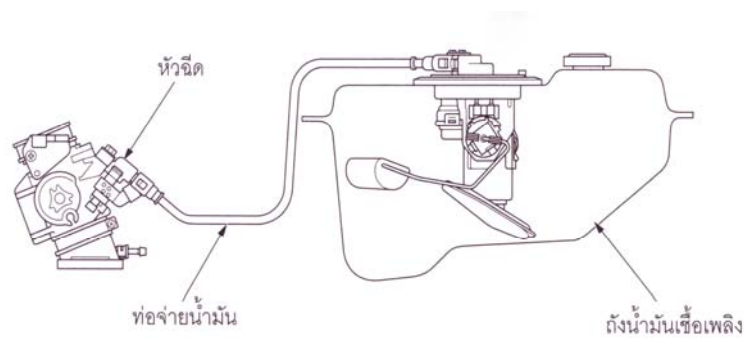
2.2 ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์

เป็นระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่องยนต์โดยใช้หัวฉีด (Injector) ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าเครื่องยนต์ ซึ่งจะแตกต่างจากระบบที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ตรงที่มีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบไฟฟ้าและกลไกร่วมกันควบคุมการทำงานของระบบ จึงทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาและปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ได้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในทุกสภาวะการทำงาน ซึ่งหัวฉีดจะถูกควบคุมการทำงานโดยกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ (Engine Control Module, ECM) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับโปรแกรมการฉีดเชื้อเพลิงไว้ล่วงหน้าแล้ว โดยอาศัยข้อมูลที่ถูกส่งมาจากตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลหาปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในสภาวะนั้นๆ จากนั้นกล่องควบคุมจะสั่งให้หัวฉีด ฉีดน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ตามปริมาณที่คำนวณได้ จึงทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์และได้กำลังสูงสุด

หลักการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกส่งผ่านกรองน้ำมัน ไปยังหัวฉีดซึ่งติดตั้งไว้ที่บริเวณท่อไอดี โดยใช้ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ภายในถังน้ำมัน (ดังภาพที่ 4) เมื่อสัญญาณจากกล่องควบคุมป้อนเข้าหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความดันประมาณ 250 kPa จะถูกฉีดเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี จากนั้นจะถูกดูดเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์เพื่อเข้าสู่

กระบวนการเผาไหม้ สำหรับปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดออกมาจะมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนไฟฟ้าเข้าหัวฉีด



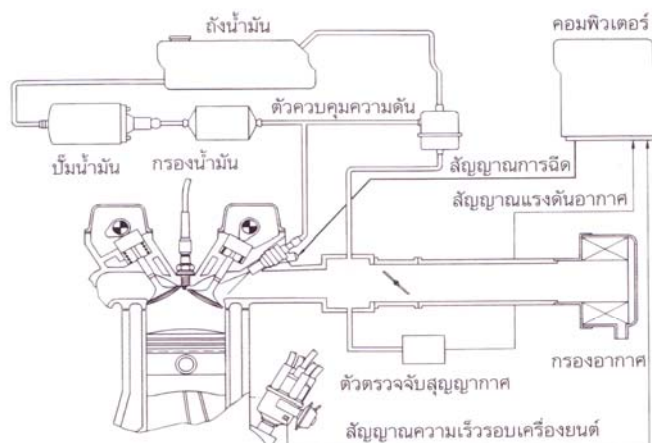
ภาพที่ 4 ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบหัวฉีดในรถจักรยานยนต์

ที่มา: บริษัท เอ. พี. สอนดำ จำกัด (2550)

โดยชนิดของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันมากในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 แบบ ใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

2.2.1 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D-Jetronic

ระบบ EFI แบบ D-Jetronic เป็นระบบที่มีการควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด โดยอาศัยวิธีการวัดแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดีด้วยตัวตรวจจับสัญญาณอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้ากล่องควบคุมเพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดที่เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้ากระบอกสูบ ดังแสดงในภาพที่ 5

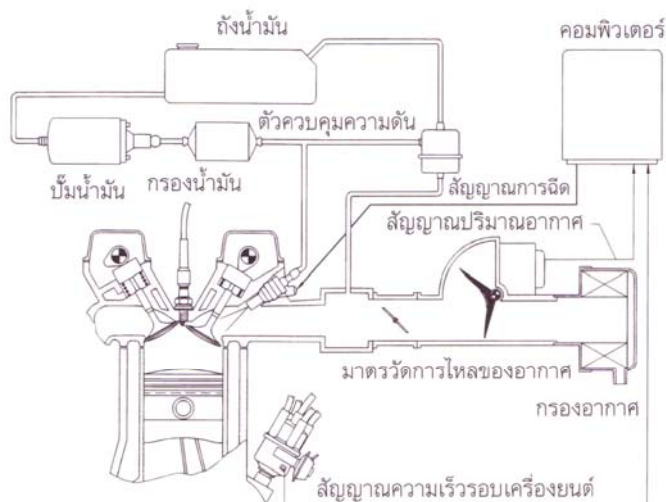


ภาพที่ 5 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D-Jetronic

ที่มา: นพคต (2549)

2.2.2 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ L-Jetronic

ระบบ EFI แบบ L-Jetronic เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบ EFI แบบ D – Jetronic ซึ่งมีการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบจากแรงดันอากาศในท่อร่วมไอดี แต่เนื่องจากปริมาณของอากาศไม่แปรผันตรงกับแรงดัน ทำให้การวัดปริมาณอากาศจากค่าแรงดันไม่ค่อยเที่ยงตรง จึงเป็นเหตุให้คอมพิวเตอร์กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขาดความเที่ยงตรงไปด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ในระบบฉีดแบบ L- Jetronic สามารถทำการวัดปริมาณอากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบได้โดยตรง โดยใช้มาตรวัดการไหลของอากาศ (Air flow meter) เป็นตัวตรวจจับปริมาณอากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 6 เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม (นพดล, 2549)



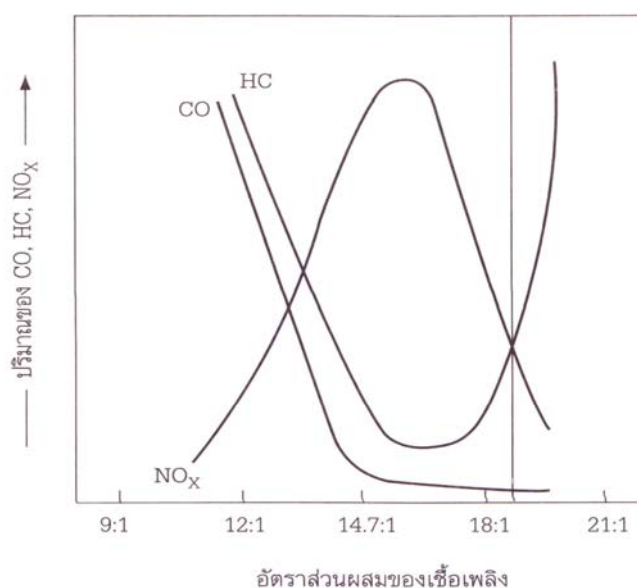
ภาพที่ 6 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ L-Jetronic

ที่มา: นพดล (2549)

3. สารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์

ปัญหาสารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมากับไอเสียของรถจักรยานยนต์ ถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ซึ่งรวมทั้งปัญหาสุขภาพของมนุษย์ในเรื่องระบบทางเดินหายใจอีกด้วย สำหรับสารมลพิษไอเสียที่ปนออกมากับไอเสียของรถจักรยานยนต์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

การเกิดสารมลพิษแต่ละชนิดล้วนมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ทั้งสิ้น โดยอัตราการเกิดสารมลพิษจะแสดงไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงต่อส่วนประกอบของไอเสีย

ที่มา: นพดล (2549)

3.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide, CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ เนื่องมาจากมีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการสันดาปกับน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น เกิดจากส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงหนา หรือเวลาในการเผาไหม้ที่น้อยเกินไป เป็นต้น โดยทางทฤษฎีแล้วก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่ควรเกิดถ้าส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงบาง แต่ในความเป็นจริงแล้วก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้นได้แม้ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงบางและเกิดได้หลายสาเหตุดังมีรายละเอียดดังนี้ คือ

3.1.1 การกระจายส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงไม่ทั่วถึงและเท่ากันทุกส่วนของห้องเผาไหม้ ทำให้บางส่วนเผาไหม้สมบูรณ์และบางส่วนเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดก๊าซออกซิเจน

3.1.2 อุณหภูมิโดยรอบบริเวณผนังห้องเผาไหม้จะมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้เปลวไฟจากการเผาไหม้เข้าไปไม่ถึง หรือเกิดการดับของเปลวไฟทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

3.1.3 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ เมื่อเพิ่มก๊าซออกซิเจนเข้าไปในกระบวนการ ดังสมการ $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ แต่ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้หมดในแต่ละวัฏจักรการทำงาน

3.2 ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon, HC)

ในการสันดาปนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเกิดการเผาไหม้ แต่จะมีน้ำมันบางส่วนไม่เผาไหม้ในบางจังหวะ สารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ได้เผาไหม้จะกลายเป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกไปกับไอเสียซึ่งก๊าซดังกล่าวเกิดได้จากหลายสาเหตุ คือ

3.2.1 อัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงไม่ถูกต้อง ถ้าส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงหนา (Fuel-Rich mixture) เกินไป จะทำให้ขาดออกซิเจนไปทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำมันทั้งหมดจึงเหลือเป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกมา ในขณะที่เดียวกันหากอัตราส่วนผสมบาง (Fuel-Lean mixture) ก๊าซไฮโดรคาร์บอนก็เกิดได้เช่นเดียวกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะการที่เชื้อเพลิงมีน้อยทำให้ความเร็วในการแพร่กระจายของเปลวไฟลดลง ทำให้เชื้อเพลิงบางส่วนเผาไหม้ไม่ทันและถูกระบายออกมากับไอเสีย

3.2.2 อัตราส่วนการอัดของกระบอกสูบต่ำ ในขณะที่วัฏจักรยานยนต์ในอัตราเร็วต่ำหรือเหยียบเบรก ล้อคันเร่งของเครื่องยนต์จะปิดแฉกทำให้อากาศเข้าบรรจุในกระบอกสูบได้น้อย ส่งผลให้ อัตราส่วนการอัดต่ำและในเวลาเดียวกันวงจรเดินเบาจะทำให้เกิดส่วนผสมหนา ทั้งอัตราส่วนการอัดต่ำและขาดออกซิเจนในไอดีทำให้เหลือเชื้อเพลิงบางส่วนที่ไม่เผาไหม้ทำให้ก๊าซไฮโดรคาร์บอนปนมากับไอเสีย

3.2.3 การเปิดร่วมกันของวาล์วไอดีและไอเสีย (Overlap) ในขบวนการทำงานของวาล์วจะมีช่วงที่วาล์วไอดีและวาล์วไอเสียเปิดร่วมกันอยู่ช่วงหนึ่ง ในช่วงปลายจังหวะคายไอเสีย

และเริ่มต้นจั้งหะจุดไอดี ไอดีซึ่งเป็นส่วนผสมของอากาศและน้ำมันนั้นจะถูกดูดเข้ามาในกระบอกสูบ จะมีบางส่วนที่เล็ดลอดออกไปทางวาล์วไอดีและระบายออกไปสู่บรรยากาศ

3.2.4 อุณหภูมิต่ำ ไอดีที่อยู่ในห้องเผาไหม้ที่ติดกับผนังกระบอกสูบจะมีอุณหภูมิต่ำทำให้เปลวไฟมีอุณหภูมิต่ำลง ส่งผลให้การเผาไหม้ที่บริเวณดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์จึงเหลือก๊าซไฮโดรคาร์บอนระบายออกไปพร้อมกับไอดี

3.3 ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of Nitrogen, NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจนมีหลายรูปแบบ เช่น ไนตริกออกไซด์ (NO) หรือ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งไนโตรเจนจะรวมตัวกับออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 1,800 องศาเซลเซียส ออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดมากถ้าการเผาไหม้สมบูรณ์ โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจน คือ

3.3.1 อัตราส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงและอุณหภูมิห้องเผาไหม้ ออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดมากที่สุดเมื่ออัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 16:1 เพราะอัตราส่วนผสมนี้จะเกิดความร้อนสูงสุดในห้องเผาไหม้ อัตราส่วนผสมที่หนาหรือบางกว่านี้ ออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดน้อยกว่า ในกรณีที่ส่วนผสมหนาออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดน้อยลง เพราะก๊าซออกซิเจนในการสันดาปมีปริมาณน้อย ส่วนกรณีที่ส่วนผสมบางเป็นเพราะการเผาไหม้เกิดขึ้นได้ช้าส่งผลให้อุณหภูมิต่ำลง ทำให้เกิดการรวมตัวระหว่าง N_2 และ O_2 ได้ยาก

3.3.2 องศากระเปิด องศาที่หัวเทียนจุดระเบิดมีผลต่อการเกิดออกไซด์ของไนโตรเจน เมื่อหัวเทียนเกิดประกายไฟที่มีค่าความร้อนสูง ออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดมากขึ้น เพราะอุณหภูมิขณะเผาไหม้สูงขึ้น ปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดขึ้น 700 ส่วนต่ออากาศล้านส่วน เมื่อองศาจุดระเบิดก่อนศูนย์ตายบนเป็น 10° และจะเพิ่มเป็น 2,700 ส่วนต่ออากาศล้านส่วน เมื่อองศาจุดระเบิดอยู่ที่ 30° ก่อนศูนย์ตายบน (อัมพร และคณะ, 2543)

4. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

4.1 น้ำมันแก๊สโซลีน (Gasoline)

น้ำมันแก๊สโซลีน หรืออีกชื่อหนึ่งที่นิยมเรียกคือ น้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) น้ำมันแก๊สโซลีนได้มาจากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันปิโตรเลียม มีการวัดค่าคุณภาพของน้ำมัน โดยใช้เลข3ออกเทน (Octane Number) ซึ่งในสมัยก่อนใช้วิธีเติม4ตะกั่วลงไปเพื่อปรับค่าออกเทน แต่ได้วิจัยพบว่าเป็นอันตรายต่อธรรมชาติ ปัจจุบันจึงได้ใช้สาร MTBE (Metyl Tertiary Butyl Ether) แทน เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินชนิดสันดาปภายใน โดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด (Spark Ignition Internal Combustion Engine) ความสามารถในการระเหยน้ำมันต้องพอเหมาะกับการเผาไหม้ในกระบอกสูบและต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เครื่องยนต์แต่ละชนิดมีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน รัฐบาลจึงแบ่งน้ำมันแก๊สโซลีนออกเป็น 2 ชนิด ตามค่าออกเทนนัมเบอร์ ดังนี้

4.1.1 น้ำมันแก๊สโซลีนพิเศษ (Premium motor gasoline) มีค่าออกเทนนัมเบอร์ 95 มีสีเหลืองอ่อน เหมาะสมกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่า 8:1 ขึ้นไปซึ่งได้แก่รถยนต์นั่งทั่วไป รถบรรทุกเล็กที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน

4.1.2 น้ำมันแก๊สโซลีนธรรมดา (Regular motor gasoline) มีเลขจำนวนออกเทน 91 สีแดง ใช้กับน้ำมันเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีอัตราส่วนกำลังอัดต่ำกว่า 8:1 ซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซด์ เครื่องยนต์ขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นไฟ, รถตัดหญ้า หรือ ปั๊มน้ำขนาดเล็ก

4.2 น้ำมันสบู่ดำ

สบู่ดำ (Physic nut or Purging nut) เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha Curcas* Linn อยู่ในวงศ์ไม้ยูโฟรไบอะเซีย (Euphorbiaceae) เช่นเดียวกับสบู่แดง ปัตตาเวีย ผื่นคันหรือมะละกอฝรั่ง หนุมานนั่งแท่น โป๊ยเซียน มันสำปะหลัง มะยม มะขามป้อม ผักหวานบ้าน ฯลฯ สบู่ดำเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้ กระจายอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อน ชาว

โปรตุเกสนำเข้ามาในเมืองไทยนานกว่า 200 ปี ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยาเพื่อรับซื้อเมล็ดไปคัดบิบน้ำมันเพื่อใช้สำหรับทำสบู่

สบู่ดำ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ภาคเหนือเรียกว่า ต้นมะหุ้งฮั่ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า ต้นหมากเข้า มะเข่าหรือสีหลอด ภาคใต้เรียกว่า ต้นระหงเทศ (เพราะต้นโต) และภาคกลางเรียก สบู่ดำ ชาวเขาเรียก ไท้ยู หรือเกงยู (เพราะน้ำมันมีสีดำ) พม่าเรียกว่า Thinbankyeksu อินโดนีเซียเรียกว่า Jurak budge ฟิลิปปินส์เรียกว่า Tuba และอินเดียเรียกว่า Baghevenda, Nepa lam (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร ลำต้นมีลักษณะเกลี้ยงเกลา ใบเรียบมี 4 แฉก คล้ายใบละหุ่ง แต่มีหยักตื้นกว่าใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ มีขนาดเท่าฝ่ามือ ลำต้น ใบ ผล และเมล็ด มีสารไฮโดรไซยานิกสังเคราะห์ได้เมื่อหักลำต้น ส่วนยอดหรือส่วนก้านใบจะมียางสีขาวข้นคล้ายน้ำมันไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเขียว ต้นสบู่ดำออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอด ขนาดดอกเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อนๆ รูปผลมีลักษณะทรงกลมขนาดปานกลาง เปลือกหนาปานกลาง ดังแสดงในภาพที่ 8 มีปลุกทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ส่วนมากผลหนึ่งมี 3 พู เมล็ดมีสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่ง น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว (กรมวิชาการเกษตร, 2549)



ภาพที่ 8 ลักษณะผลเมล็ดสบู่ดำ

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2549)

สบู่ดำเป็นพืชที่ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี หากมีการตัดแต่งกิ่งและให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ มีการจัดการและดูแลอย่างถูกต้องสามารถให้ผลผลิตประมาณ 100-500 กิโลกรัม/ไร่ ปกติสบู่ดำให้ผลผลิตปีละ 2 ครั้ง ในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม และเดือนตุลาคม-ธันวาคม ผลผลิต “เมล็ดสบู่ดำ” โดยเฉลี่ยทุกๆ เดือน จะให้ผลผลิตประมาณ 100 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 800 กิโลกรัม/ไร่/ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การดูแลเอาใจใส่เป็นหลัก (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

การสกัดน้ำมันสบู่ดำ สามารถทำได้หลายวิธีโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. การสกัดในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีบีบให้ละเอียดแล้วสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ จะได้น้ำมัน 34.96% จากเมล็ดรวมเปลือก และ 54.68% จากเนื้อเมล็ด

ข. การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) จะได้น้ำมันประมาณ 25-30% มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15%

ค. การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว (Screw Press) จะได้น้ำมันประมาณ 25-30% มีน้ำมันตกค้าง ในกาก 10-15%



ภาพที่ 9 เครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำแบบอัดเกลียว (ซ้าย) และแบบระบบไฮดรอลิก (ขวา)

น้ำมันสบู่ดำที่ได้หีบเมล็ดสบู่ดำสามารถนำไปใช้ทดแทนน้ำมันได้ (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) คุณสมบัติของน้ำมันเมล็ดคอกทานตะวันแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันสบูดำ

Fatty acid Composition	ปริมาณ (%)
Plamitic acid ($C_{16}H_{32}O_2$)	14.7
Stearic acid ($C_{18}H_{36}O_2$)	6.9
Total saturated fatty acid	21.7
Oleic acid ($C_{18}H_{34}O_2$)	42.4
Linoleic acid ($C_{18}H_{32}O_2$)	35.2
Total unsaturated fatty acid	78.4

ที่มา: ปฐม และคณะ (2548)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันสบูดำ

คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง	Method	Unit	น้ำมันสบูดำ
Specific gravity	JIS-K-2249	-	0.9186
Flash point	JIS-K-2265	°C	240
Carbon residue	JIS-K-2270	%	0.64
Distillation	JIS-K-2254	°C	295
Kinematic viscosity	JIS-K-2283	cSt	50.73
Sulphur	JIS-K-2273	%	0.13
Caloryfic value	JIS-K-2271	Kcl/kg	9.470

ที่มา: ระพีพันธ์ และ สุขสันต์ (2525)

4.3 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาพิจารณาในงานวิจัย

4.3.1 การกลั่น (Distillation)

เป็นการวัดอัตราการระเหยกลายเป็นไอของน้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งน้ำมันแก๊สโซลีนประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ไฮโดรคาร์บอนบางอย่างระเหยเป็นไอได้เร็ว บางอย่าง-ระเหยช้า ส่วนที่ระเหยเร็วเรียกว่า Front-end ส่วนกลางๆ เรียกว่า Mid-fill หรือ Mid-range ส่วนที่ระเหยช้าเรียกว่า Back-end คุณสมบัติการระเหยเป็นไอของน้ำมันแก๊สโซลีนมีผลต่อเครื่องยนต์ เช่น ส่วนระเหยเร็วช่วยให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายเวลาอากาศเย็น แต่ถ้าระเหยเร็วเกินไปน้ำมันจะเดือดเป็นไออยู่ในท่อทางส่งน้ำมัน ทำให้เกิดปัญหา Vapor lock เวลาอากาศร้อน ส่วนกลางจะเกี่ยวกับการอุ่นเครื่องยนต์ (Warm up) และการเร่งเครื่องยนต์ได้เรียบ ส่วนที่ระเหยได้ยากช่วยให้รถกินน้ำมันน้อยแต่อาจเกิดคราบตะกอนในเครื่องยนต์ได้ (ศรีณรงค์, 2524)

4.3.2 ค่าเลขออกเทน (Octane number)

ค่าเลขออกเทนหรือค่าคุณสมบัติในการต้านทานการน็อกของเครื่องยนต์ ถ้าเชื้อเพลิงมีค่าออกเทนสูงจะมีคุณสมบัติในการต้านทานการน็อกได้ดี โดยมาตรฐานของเลขออกเทนนั้นจะใช้ไฮโดรคาร์บอนอ้างอิงสองชนิด ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติต้านทานการน็อกไม่ดี คือ นอร์แมลเฮปเทน (Normal heptane, $n-C_7H_{16}$) ให้มีเลขออกเทนเป็นศูนย์ และอีกชนิดหนึ่งมีสมบัติต้านทานการน็อกดี คือ ไอโซออกเทน (Isooctane, C_8H_{18}) ให้มีเลขออกเทนเป็น 100 (วิระศักดิ์, 2546)

การกำหนดวิธีมาตรฐานในการหาเลขออกเทนที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 วิธีคือ วิธีวิจัย (Research method) และวิธีเครื่องยนต์ (Motor method) โดยมีสภาวะการทำงานที่แตกต่างกันตามรายละเอียดในตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่า การหาเลขออกเทนตามวิธีเครื่องยนต์จะใช้สภาวะการทำงานที่รุนแรงกว่าวิธีวิจัย (อุณหภูมิไอดีเข้าสูงกว่าและจังหวะการจุดระเบิดล่วงหน้ามากกว่า) ดังนั้นเลขออกเทนเครื่องยนต์ (Motor octane number, MON) โดยทั่วไปจะต่ำกว่าเลขออกเทนวิจัย (Research octane number, RON) โดยความแตกต่างระหว่างเลขออกเทนทั้งสองจะถูกเรียกว่า ความไวเชื้อเพลิง (Fuel sensitivity)

$$\text{Fuel sensitivity} = \text{RON} - \text{MON}$$

และได้กำหนด ครรชนีด้านทานการน็อก (Antiknock index) ให้เป็นค่าเฉลี่ยของเลขออกเทนวิจัยและเลขออกเทนเครื่องยนต์

$$\text{ครรชนีด้านทานการน็อก} = (\text{RON} + \text{MON})/2$$

ตารางที่ 3 สภาวะการทำงานมาตรฐานของเครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับการหาเลขออกเทนด้วยวิธีวิจัยและวิธีเครื่องยนต์

	วิธีวิจัย	วิธีเครื่องยนต์
อุณหภูมิไอดีเข้า	52°C	149°C
ความดันไอดีเข้า	บรรยากาศ	
ความชื้น	0.0036 - 0.0072 kg/kg อากาศแห้ง	
อุณหภูมิสารหล่อเย็น	100°C	
อัตราเร็วเครื่องยนต์	600 rev/min	900 rev/min
จังหวะการจุดระเบิด	13° BTC (คงตัว)	19-26° BTC (เปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนการอัด)
อัตราส่วนระหว่างอากาศ/เชื้อเพลิง	ปรับสำหรับการน็อกสูงสุด	

ที่มา: วีระศักดิ์ (2546)

4.3.3 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) (ประเสริฐและคณะ, 2544)

คืออัตราส่วนที่แสดงให้เห็นว่าสารนั้นหนักกว่าน้ำบริสุทธิ์กี่เท่าเมื่อมีปริมาตรเท่ากันและวัดที่อุณหภูมิเดียวกัน

$$\text{ความถ่วงจำเพาะสารใดๆ} = \frac{\text{น้ำหนักสารนั้น}}{\text{น้ำหนักน้ำ}}$$

ความถ่วงจำเพาะไม่มีหน่วย เพราะเป็นอัตราส่วน ดังนั้นจึงมีหลักเกณฑ์ คือ

- สารใดที่เบากว่าน้ำ จะมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1
- สารใดที่หนักกว่าน้ำ จะมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1

ความถ่วงจำเพาะแบบ API (API gravity) ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน เพราะอ่านค่าได้สะดวก ไม่อ่านค่าหลังจุดทศนิยม

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{ความถ่วงจำเพาะ}@60^{\circ}\text{F}} - 131.5$$

เมื่อ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ}@60^{\circ}\text{F} = \frac{\text{ความหนาแน่นของสารนั้นที่ } 60^{\circ}\text{F}}{\text{ความหนาแน่นน้ำที่ } 60^{\circ}\text{F}}$$

เครื่องมือที่ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำมันคือ ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน การทราบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดทำให้สามารถใช้ค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อบอกความบริสุทธิ์ของน้ำมันได้ เพราะถ้ามีการปลอมปนน้ำมันจะทำให้มีค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย

4.3.4 ความหนาแน่น (Density)

คืออัตราส่วนระหว่างมวลของน้ำมันกับปริมาตร ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น kg/m^3 โดยทั่วไปแล้วความหนาแน่นของน้ำมันขึ้นอยู่กับค่าไอโอดีน ปริมาณกรดไขมันอิสระ ปริมาณน้ำมันและอุณหภูมิน้ำมัน เป็นต้น

4.3.5 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของของเหลวคือ อัตราการต้านทานการไหลภายในเนื้อของของเหลว ดังนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำจะไหลได้ง่าย ส่วนน้ำมันที่มีความหนืดสูงจะไหลได้ช้า ซึ่งความหนืดต้องมีค่าที่เหมาะสม ความหนืดของน้ำมันมีผลต่ออิทธิพลรูปร่างของละอองน้ำมันที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด หากน้ำมันมีความหนืดสูงจะทำให้การฉีดเป็นฝอยไม่ดี ละอองน้ำมันที่มีขนาดใหญ่จะพุ่งไปไกลและเป็นสาย ทำให้น้ำมันรวมกับอากาศได้ไม่ดีทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ลดลง น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำจะส่งผลให้การฉีดน้ำมันออกมาเป็นฝอยละเอียดมากจึงไม่พุ่งไปไกลเท่าที่ควร การเผาไหม้จะไม่สมบูรณ์ กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะลดลงเช่นกัน นอกจากนี้อาจจะส่งผลต่อความสึกหรอของชิ้นส่วน

ในระบบเชื้อเพลิงด้วย เนื่องจากน้ำมันที่มีความหนืดต่ำจะทำให้การหล่อลื่นไม่ดี (บริษัท เชลล์ ประเทศไทย, 2545)

วิธีหาความหนืดของน้ำมันจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Viscometer” ซึ่งเป็นการจับเวลาที่น้ำมันจำนวนหนึ่งไหลผ่านรูมาตรฐาน ณ อุณหภูมิที่กำหนดและ Viscometer ที่ใช้ในการหาความหนืดมีอยู่หลายระบบด้วยกัน แต่ปัจจุบันทั่วโลกได้ตกลงใช้ระบบเดียวกันคือ ค่าความหนืดจลน์ (Kinematic Viscometer) ซึ่งมีหน่วยเป็น เซนติสโตก (cSt)

4.3.6 ค่าความเป็นกรด (Acid Value) และกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)

ค่าความเป็นกรด (Acid Value) ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม เป็นกลางพอดี บางครั้งการวัดอาจจะวัดในรูปของมิลลิลิตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำกรดไขมัน 100 กรัมเป็นกลาง

กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกรดไขมันอิสระแต่ละชนิด โดยการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในไขมันหรือน้ำมันจะคำนวณอยู่ในรูปกรดโอเลอิก สำหรับน้ำมันมะพร้าวจะคำนวณอยู่ในรูปกรดลอริก น้ำมันปาล์มคำนวณอยู่ในรูปกรดปาล์มมิก ซึ่งค่าความเป็นกรดและค่ากรดไขมันอิสระสามารถเปลี่ยนกลับไปได้โดยใช้การคำนวณ (Conversion Factor)

ค่าความเป็นกรดจะเป็นการวิเคราะห์โดยตรงของปริมาณกรดไขมันอิสระ ซึ่งกรดไขมันอิสระจะทำให้เกิดการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ โดยทั่วไปแล้วค่าความเป็นกรดจะมีค่าสูงเมื่อมีการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากการสัมผัสกับอากาศและน้ำ ส่งผลให้เกิดการหืนขึ้นได้ จึงควรวิเคราะห์ค่านี้อย่างสม่ำเสมอ

ค่ากรดไขมันอิสระที่แสดงอยู่ในรูปของค่าความเป็นกรด

$$AV = 1.99 \times \%FFA_{oleic}$$

$$AV = 2.81 \times \%FFA_{lauric}$$

$$AV = 2.19 \times \%FFA_{palmitic}$$

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยดังกล่าวได้ใช้ความรู้หลายด้านประกอบกัน รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในลักษณะเดียวกัน โดยสามารถสรุปแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนที่เกี่ยวข้องคืองานวิจัยที่นำน้ำมันสนุดำมาทดสอบกับเครื่องยนต์และงานวิจัยที่ทดสอบเกี่ยวกับเครื่องยนต์และมลพิษไอเสียได้ดังนี้

5.1 งานวิจัยที่นำน้ำมันสนุดำมาทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมัน

ระพีพันธ์และสุขสันต์ (2525) ทำการทดสอบใช้น้ำมันสนุดำร้อยละ 5-10 โดยปริมาตร ผสมกับน้ำมันเบนซินในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ พบว่า รถจักรยานยนต์ที่นำมาทดสอบสามารถวิ่งได้ราบเรียบสม่ำเสมอ และเมื่อผสมน้ำมันสนุดำเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร รถจักรยานยนต์ดังกล่าวจะมีอาการสตาร์ทติดยาก หัวเทียนบอดง่าย เครื่องยนต์เดินไม่สม่ำเสมอ จากนั้นนำมาทดสอบกับรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ พบว่า การใช้น้ำมันสนุดำร้อยละ 30 โดยปริมาตร ผสมกับน้ำมันเบนซิน รถจักรยานยนต์สามารถวิ่งได้ราบเรียบปกติ แต่เมื่อปริมาตรน้ำมันสนุดำเกินร้อยละ 30 ขึ้นไป รถจักรยานยนต์มีอาการสตาร์ทติดยาก กำลังและสมรรถนะของเครื่องยนต์ตก ซึ่งการทดสอบดังกล่าวเป็นการทดสอบถึงการนำน้ำมันสนุดำมาทดลองใช้เบื้องต้น เพื่อทดสอบว่าสามารถจับไฟได้หรือไม่ โดยไม่ได้มีการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลตามหลักวิศวกรรม

นอกจากนี้ได้ทำการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสนุดำเป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อคูโบต้า 1 สูบ 4 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ปริมาตรกระบอกสูบ 400 ซี.ซี. 7 แรงม้า โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสนุดำเดินเรียบอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีการน็อค อัตราการเร่งและการสิ้นเปลืองน้ำมันใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ความสิ้นเปลืองของน้ำมันสนุดำน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย ผลการตรวจสอบสภาพของเครื่องยนต์หลังจากเดินเครื่องยนต์ครบ 1,000 ชั่วโมง พบว่าทุกส่วนของเครื่องยนต์ไม่มียางเหนียวจับ

จากการทดสอบดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันสนุดำสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก ความเร็วรอบไม่สูงได้

พลพร (2525) ร่วมกับกรมส่งเสริมการเกษตรทำการทดสอบการใช้น้ำมันสนุ่ดำกับเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ทางการเกษตร เช่น รถแทรกเตอร์ เป็นต้น จากผลการทดลองพบว่าสามารถใช้น้ำมันสนุ่ดำในเครื่องยนต์ดีเซลได้ โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาในด้านกำลัง หรือ การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง แต่จะพบปัญหาทางด้านการเกิดยางเหนียวจับเกาะที่ผนังของลูกสูบ และหัวฉีด

วัฒนา และคณะ (2526) ได้รายงานว่าน้ำมันสนุ่ดำที่จะใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ควรจะเป็นน้ำมันสนุ่ดำที่ทำการกำจัดยางเหนียว (Gum) ออกให้หมด โดยได้ทดลองกำจัดยางเหนียวโดยวิธีการต่างๆ และได้นำน้ำมันสนุ่ดำไปวิเคราะห์คุณภาพในการเป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว พบว่ามีความแตกต่างอย่างมากโดยเฉพาะค่าความหนืด และจุดวาบไฟ

ศิริพรและสุกัลยา (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดความหนืดของน้ำมันสนุ่ดำเพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้จริง โดยศึกษาเกี่ยวกับการผสมสารละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ และอัตราส่วนที่แตกต่างกันน้ำมันสนุ่ดำ โดยค่าความหนืดที่ได้จะต้องมีค่าต่ำกว่า 17.481 cSt สารละลายที่สามารถลดค่าความหนืดได้ดีที่สุดคือ น้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งอัตราส่วนในการผสมน้ำมันสนุ่ดำที่สามารถใช้ได้คือ 30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่วน White spirit น้ำมันสน น้ำมันดีเซลและตัวทำละลาย 3040 มีความสามารถในการลดความหนืดน้อยกว่า

Takeda et al. (1981) ได้ทำการทดลองขั้นต้นในการใช้น้ำมันเมล็ดสนุ่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซลและศึกษาทางด้านวิศวกรรม โดยร่วมกับบริษัท ชันมาร์ (ประเทศไทย) จำกัด นอกจากนี้ยังได้ส่งตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์คุณภาพทางฟิสิกส์และเคมีในประเทศญี่ปุ่น จากการทดลองสกัดน้ำมันโดยวิธีชาวบ้าน พบน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีดังกล่าวยังไม่สะอาดพอที่จะใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล และมีความสิ้นเปลืองมากกว่า

Pramanik (2003) ทดลองผสมน้ำมันสนุ่ดำกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อลดความหนืดของน้ำมันสนุ่ดำซึ่งมีค่าสูง ทำการทดสอบสมบัติของน้ำมันผสมที่ได้และเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลพบว่า ประสิทธิภาพในการเป็นเชื้อเพลิงของน้ำมันสนุ่ดำเพิ่มขึ้นหลังจากผสมกับน้ำมันดีเซล โดยการผสมน้ำมันสนุ่ดำในปริมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตรให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของน้ำมันผสมและทำการทดสอบในเครื่องยนต์พบว่า น้ำมันผสมที่มีน้ำมันสนุ่ดำอยู่ร้อยละ 40-50 สามารถนำเข้าไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์

5.2 งานวิจัยที่ทดสอบเกี่ยวกับเครื่องยนต์และมลพิษไอเสีย

นายธัญญา (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารมลพิษในไอเสียรถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะและสี่จังหวะ โดยทำการทดสอบที่สภาวะความเร็วรอบและภาระงานคงที่ ใช้เครื่องยนต์จักรยานยนต์แบบสองจังหวะขนาด 125 ซี.ซี. และแบบสี่จังหวะขนาด 95 ซี.ซี. ในการทดสอบใช้น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ตะกั่วไลต์คอนเวเตอร์แบบสามทางกับรถจักรยานยนต์ทั้งสองชนิด รวมถึงทำการศึกษาผลกระทบของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วที่มีค่าออกเทนัมเบอร์ 92 และ 97 ต่อปริมาณมลพิษในไอเสียรถจักรยานยนต์ด้วย จากผลการทดลองพบว่า เครื่องยนต์แบบสองจังหวะปล่อยไฮโดรคาร์บอนในระดับความเข้มข้นมากกว่าเครื่องยนต์แบบสี่จังหวะถึง 17 เท่า แต่เครื่องยนต์แบบสี่จังหวะปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนมากกว่าถึง 1.8 และ 24 เท่าตามลำดับ เมื่อใช้ตะกั่วไลต์คอนเวเตอร์ในเครื่องยนต์สองจังหวะสามารถบำบัดสารมลพิษได้เล็กน้อยแต่เมื่อใช้ในเครื่องยนต์สี่จังหวะสามารถลดคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและออกไซด์ของไนโตรเจนลงได้ในทุกๆ สภาวะการทดสอบ และในส่วนของผลการทดสอบเมื่อใช้น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูงขึ้น พบว่าเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะ ปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้น 3.5 เท่า ส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสี่จังหวะ ออกไซด์ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 คาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน ลดลงร้อยละ 25 และร้อยละ 23 ตามลำดับ

แสนศักดิ์ (2544) ได้ศึกษาผลกระทบจากการปรับแต่งและปรับสภาพเครื่องยนต์ต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ความเข้มข้นสารมลพิษในไอเสียขณะเดินเบา และมวลสารมลพิษเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก.1360-2539 พบว่าการปรับแต่งเครื่องยนต์ช่วยลดระดับควันขาวโดยเฉลี่ยจาก 18.0 % ให้เหลือ 14.5% ขณะที่ความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของ CO และ HC กลับมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.6% และ 4,720 ppm โดยปริมาตร ไปเป็น 1.7% และ 4,770 ppm ตามลำดับ และได้ศึกษาผลกระทบของการปรับสภาพเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 2 กลุ่มซึ่งกลุ่มที่ 1 มีการปรับสภาพมากกว่ากลุ่มที่ 2 พบว่ารถจักรยานยนต์กลุ่มที่ 1 ความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของ CO HC และระดับควันขาวขณะเดินเบามีค่าลดลงจาก 3.80% 12,510 ppm โดยปริมาตร และ 36.8% มีค่าเหลือ 2.46% 9,950 ppm และ 22.1% ตามลำดับ รถจักรยานยนต์กลุ่มที่ 2 ความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของ CO และ HC ขณะเดินเบามีค่าลดลงจาก 3.15% 9,860 ppm โดยปริมาตร มีค่าเหลือ 2.98% และ 9,580 ppm ตามลำดับ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงหลังปรับสภาพเครื่องยนต์เมื่อทดสอบที่ความเร็ว 30 และ 50

กม./ชม. กลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.95 และ 2.28 ลิตร/100 กม. เป็น 2.57 และ 2.65 ลิตร/100 กม. สำหรับกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 2.30 และ 2.50 ลิตร/100 กม. เป็น 2.40 และ 2.60 ลิตร/100 กม.

อัจฉรา (2545) ได้ศึกษาหาปริมาณและเปรียบเทียบการระบายสารมลพิษจากไอเสียรถจักรยานยนต์ที่ใช้งานแล้ว กับน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 95 น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 91 ผสมเอทานอล 10% (E10) โดยปริมาตรและน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 91 ผสมเอทานอล 15% โดยปริมาตร (E15) ในเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ ประกอบกับปัจจัยอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ (Catalytic converter) สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ นำมาทดสอบบนแท่นทดสอบไดนาโมมิเตอร์ในห้องปฏิบัติการด้วยรูปแบบการวิ่งแบบ Bangkok driving cycle พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณลดลงเมื่อใช้ E10 และ E15 เปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน สำหรับก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากน้ำมันเบนซินมาเป็นน้ำมัน E10 และ E15 นอกจากนี้ Catalytic converter และประเภทของเครื่องยนต์ก็มีผลให้ปริมาณสารมลพิษไอเสียลดลงด้วย กล่าวคือ รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 4 จังหวะ แม้จะไม่ติด Catalytic converter ก็ระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 2 จังหวะทั้งที่ติดและไม่ติด Catalytic converter เนื่องจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าของเครื่องยนต์ประเภทนี้ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 2 จังหวะด้วยกัน พบว่าการติด Catalytic converter จะระบายสารมลพิษน้อยกว่าการไม่ติด Catalytic converter

อุทัย (2545) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษไอเสียระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ น้ำมันเบนซินกับแก๊สโซฮอล์มีค่าออกเทนต่างกัน ทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ TOYOTA 5A-FE ขนาด 1,498 ซีซี. อัตราส่วนการอัด 9.8:1 ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงเป็นแบบหัวฉีด โดยเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษไอเสีย ผลการทดสอบเมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันแต่ค่าออกเทนแตกต่างกัน (ค่าออกเทนระหว่าง 95 กับ 91) พบว่าแรงบิดและกำลังเบรคของเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทน 95 นั้นมีค่าสูงกว่าออกเทน 91 ประมาณ 0.75 และ 0.76% ตามลำดับ ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคพบว่าเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทน 95 มีค่าต่ำกว่าออกเทน 91 ประมาณ 0.22% ปริมาณมลพิษไอเสียพบว่าไม่แตกต่างกัน ส่วนเชื้อเพลิงต่างชนิดกันแต่ค่าออกเทนเท่ากัน พบว่าแรงบิดและกำลังเบรคของเบนซินมีค่าสูงกว่าแก๊สโซฮอล์ประมาณ 1.39 และ 1.67% ตามลำดับ โดยอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคพบว่าเมื่อใช้แก๊สโซฮอล์มีค่าสูงกว่าเบนซิน

ประมาณ 3.32% ส่วนมลพิษไอเสียพบว่าแก๊สโซฮอล์ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่าเบนซินประมาณ 17.95 และ 17.28% ตามลำดับ

ศุภชัย (2547) ได้ทำการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับสมรรถนะของเครื่องยนต์และมลพิษที่เกิดจากการใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยเปรียบเทียบสมบัติของไบโอดีเซลกับมาตรฐาน ASTM D 975 และ ASTM D 6751 และทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะและควันดำบนแท่นทดสอบเครื่องยนต์ระหว่างไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลที่ภาระงานและอุณหภูมิเดียวกัน จากผลการทดสอบพบว่า การผสมไบโอดีเซลช่วยเพิ่มความสามารถในการหล่อลื่นได้ แต่เมื่อสัดส่วนของไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นเกินกว่าร้อยละ 25 ความหนืดยังคงสูงขึ้นโดยที่ความสามารถในการหล่อลื่นไม่เพิ่มขึ้น ในด้านสมรรถนะ ไบโอดีเซลจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าน้ำมันดีเซลในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1000 ถึง 1500 รอบต่อนาทีเนื่องจากมีช่วงล่าช้าในการเผาไหม้สั้น ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1750 ถึง 2000 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำลงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเนื่องจากไบโอดีเซลมีความหนืดสูง จึงมีขนาดของละอองฝอยใหญ่ทำให้เผาไหม้ได้ช้า ส่วนอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของไบโอดีเซลจะสูงกว่าน้ำมันดีเซลเนื่องจากมีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ในด้านมลพิษ ไบโอดีเซลจะมีอุณหภูมิไอเสียต่ำกว่าน้ำมันดีเซล และมีควันดำน้อยกว่าน้ำมันดีเซลถึงร้อยละ 40.8 เมื่อทำงานที่ภาระงานเท่ากัน เนื่องจากสามารถเผาไหม้ได้ดีที่ส่วนผสมหนา เพราะมีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง

ธนวัฒน์และจินดา (2551) ทำการศึกษาผลกระทบต่อเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทั้งในระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดในเครื่องยนต์มอเตอร์ไซด์ พบว่าแรงม้าของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นและมลภาวะที่ออกมาต่ำกว่าแต่จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง แต่จะต้องมีการปรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสมตลอดจนแก้ปัญหาในการสตาร์ทเครื่องยนต์ขณะที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากคุณสมบัติการระเหยของเอทานอล

อนุศิษฐ์ (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างเครื่องยนต์เบนซิน 4 ช่วงชักกับเครื่องยนต์เบนซิน 6 ช่วงชัก ในรถจักรยานยนต์ขนาด 100 ซีซี. สำหรับการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้ใช้ไฮดรอลิกส์ไดนาโมมิเตอร์แบบอจิตเตอร์ (AGITATOR) ผลจากการทดสอบพบว่าที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm ในตำแหน่งเกียร์ 1 จะพบว่าแรงบิดสูงสุด กำลังเบรกสูงสุดและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขณะทดสอบเครื่องยนต์เบนซิน 4

ช่วงชักคือ 2.5 นิวตัน.เมตร 13.96 กิโลวัตต์และ 7.3 ซีซี. ตามลำดับ สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 6 ช่วงชักจะได้ 2.6 นิวตัน.เมตร 14.51 กิโลวัตต์และ 5.1 ซีซี. ตามลำดับ

Tsai. et al. (2000) ได้ทำการตรวจวัดก๊าซมลพิษในไอเสียจากรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยได้หวั่น จำนวน 19 คัน แบ่งเป็นรถจักรยานยนต์ที่ใช้แล้ว 12 คัน ประกอบด้วยรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ 8 คัน รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ 4 คัน และรถจักรยานยนต์ใหม่อีก 7 คัน แบ่งเป็นรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ 4 คัน รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ 3 คัน ซึ่งรถจักรยานยนต์ที่ทำการทดสอบบางคันอาจมีการติดตั้งอะไหล่ผิดมาด้วย ในการตรวจวัดและวิเคราะห์มลพิษจากไอเสียจะทำการจับจีทดสอบบน Chassis Dynamometer โดยมีรูปแบบการจับจีเหมือนกับการจับจีแบบ ECE จากการทดสอบพบว่า มลพิษจากรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะที่ใช้งานแล้วมีค่า CO ในไอเสียมีค่าสูงกว่ารถจักรยานยนต์ใหม่ 8-15 เท่า ส่วนรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะที่ใช้งานแล้วมีค่า CO ในไอเสียมีค่าสูงกว่ารถจักรยานยนต์ใหม่ 6 เท่า ขณะที่ปริมาณ THC ในรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะที่ใช้งานแล้วมีค่าสูงกว่ารถใหม่ 4-6 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าอะไหล่ผิดสามารถลดค่า CO และ THC ในไอเสียให้ลดน้อยลงได้ เมื่อเปรียบเทียบมลพิษที่เกิดจากรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะกับ 4 จังหวะ พบว่าปริมาณ CO THC และ VOCs ในรถ 2 จังหวะมีค่าสูงกว่า 4 จังหวะมาก ไม่ว่าจะเป็นหรือไม่มีอะไหล่ผิด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อยสารมลพิษไอเสียในงานวิจัยนี้คือ รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda รุ่น Wave125 ขนาดความจุกระบอกสูบของเครื่องยนต์ 125 ซี.ซี. 4 จังหวะ จำนวน 2 คัน ได้แก่ ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ 1 คัน และระบบหัวฉีด 1 คัน จากบริษัท เอ. พี. ฮอนด์ จำกัด ดังแสดงในภาพที่ 10 โดยเป็นรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว ไม่มีการปรับแต่งหรือดัดแปลงเครื่องยนต์แต่ประการใด ซึ่งรถจักรยานยนต์ทั้งสองคันมีการบำรุงรักษาที่ดีและมีการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ตามที่บริษัทผู้ผลิตรับไว้และมีความเหมาะสมสามารถนำมาทดสอบได้ โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 4



ภาพที่ 10 รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 4 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ที่ใช้ทดสอบ

รุ่น	Honda Wave 125R	Honda Wave 125I
เครื่องยนต์	4 จังหวะแบบ OHC ระบายความร้อนด้วยอากาศ	4 จังหวะแบบ OHC ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ปริมาตรกระบอกสูบ	124.9 ซีซี	124.9 ซีซี
ระบบจ่ายน้ำมัน	คาร์บูเรเตอร์	หัวฉีด PGM-FI ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	52.4 x 57.9 มม.	52.4 x 57.9 มม.
ระบบการติดเครื่องยนต์	สตาร์ทเท้า	สตาร์ทมือ
อัตราส่วนแรงอัด	9.3 : 1	9.3 : 1
ระบบเกียร์	โรตารี (เกียร์วัน) 4 ระดับ	โรตารี (เกียร์วัน) 4 ระดับ
ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง)	705 x 1,870 x 1,050 มม.	706 x 1,881 x 1,082 มม.
ระยะห่างช่วงล้อ	1,205 มม.	1,239 มม.
น้ำหนักสุทธิ	93.5 กก.	99 กก.
ระบบจุดระเบิด	CDI	CDI
ระบบห้ามล้อ หน้า	ดิสเบรกแบบลูกสูบคู่	ดิสเบรกแบบลูกสูบคู่
หลัง	ดรัมเบรก	ดรัมเบรก
แบตเตอรี่	แบบแห้งขนาด 12V.-2.5 AH	แบบแห้งขนาด 12V.-3.5 AH
ความจุน้ำมันเชื้อเพลิง	4.0 ลิตร	4.0 ลิตร
ค่ามาตรฐานไอเสีย	ผ่านค่ามาตรฐานไอเสียระดับ 5	ผ่านค่ามาตรฐานไอเสียระดับ 5

ที่มา : บริษัท เอ. พี. ฮอนด้า จำกัด (2548)

2. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 91 ของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) เปรียบเทียบกับน้ำมันผสมสบู่ดำ โดยน้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการหีบด้วยระบบอัดเกลียว (Screw Press) และทำการกำจัดสิ่งเจือปนด้วยเครื่องกรองขนาด 3 ไมครอน ที่ห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังรูปที่ 11 โดยสามารถแบ่งน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 น้ำมันเบนซินออกเทน 91 ที่จำหน่ายทั่วไปตามมาตรฐานของกระทรวงพาณิชย์

กลุ่มที่ 2 น้ำมันเบนซินออกเทน 91 ที่เติมน้ำมันสบู่อ้อยละ 5 โดยปริมาตร (J5)

กลุ่มที่ 3 น้ำมันเบนซินออกเทน 91 ที่เติมน้ำมันสบู่อ้อยละ 10 โดยปริมาตร (J10)



ภาพที่ 11 เครื่องกรองขนาด 3 ไมครอนสำหรับกรองตะกอนปนเปื้อนจากน้ำมันสบู่อ้อย

3. อุปกรณ์และสารเคมีในการทดสอบค่าความหนืดและค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ

3.1 อุปกรณ์ทดสอบค่าความหนืด

3.1.1 Viscometer

3.1.2 Viscometer bath

3.1.3 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.4 นาฬิกาจับเวลา

3.1.5 ลูกยางสำหรับดูดของเหลว



ภาพที่ 12 Viscometer (แท่งแก้วสำหรับวัดความหนืด)

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด

3.2.2 ปีเปต

3.2.3 ขวดชมพู

3.2.4 บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร

3.2.5 สารละลาย 0.25 M NaOH

(เตรียมโดยละลาย NaOH 10 กรัมในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร)

3.2.6 เอทานอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.7 ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

(เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาลีน 5.00 กรัมในเมทิลแอลกอฮอล์ 1,000

มิลลิลิตร)



ภาพที่ 13 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ

4. อุปกรณ์ทดสอบความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1 ท่อสำหรับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

4.2 สายไฟ

4.3 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

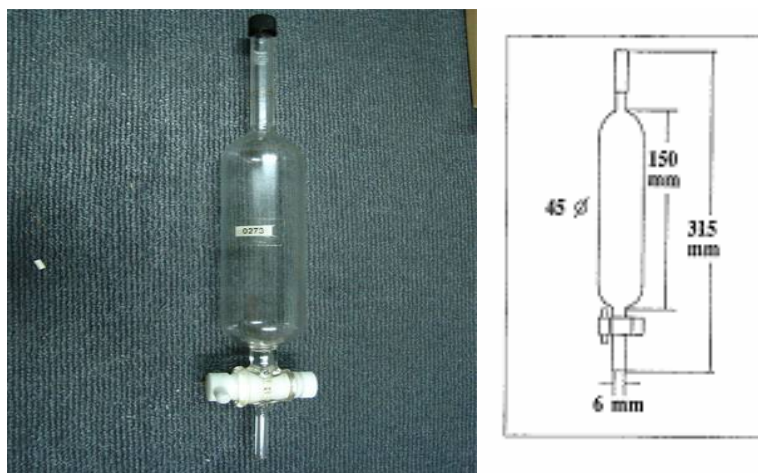
- มีหน้าที่สร้างแรงดันให้กับน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังน้ำมันส่งไปยังชุดหัวฉีด โดยปั๊มจะติดตั้งไว้ภายในถังน้ำมัน

- เป็นปั๊มแบบใบพัด (Turbine Pump) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12

โวลต์

- จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 18 ลิตร/ชั่วโมง ที่แรงดัน 294 กิโลพาสคาล

4.4 หลอดแก้วสำหรับวัดความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงจากการขับ



ภาพที่ 14 อุปกรณ์บรรจุเชื้อเพลิง (ซ้าย) ขนาดของอุปกรณ์ (ขวา)

4.5 เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัลยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PG12001-S

- น้ำหนักสูงสุดที่สามารถชั่ง 12,100 กรัม
- ค่าความละเอียด 0.1 กรัม



ภาพที่ 15 เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัล

5. เครื่องมือและอุปกรณ์การตรวจวัดปริมาณสารมลพิษในห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถจักรยานยนต์ กรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในภาพที่ 16 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 แซสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassis dynamometer) ประกอบด้วย ลูกกลิ้ง (Roller) พัดลมระบายความร้อน (Cooling fan) ที่ให้ความเร็วลมแปรตามความเร็วของลูกกลิ้ง

5.2 ระบบเก็บตัวอย่าง (Exhaust gas sampling system) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้เก็บและเตรียมตัวอย่างสำหรับการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษ ทั้งแบบ วัดโดยตรง (Direct Sampler) และวัดโดยการเจือจางไอเสีย (Constant Volume Sampler, CVS)

5.3 ระบบควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูล (Vehicle emission test control system) ประกอบด้วยเครื่องควบคุมการทำงานและประมวลผล อุปกรณ์ช่วยการขับรถยนต์ (Driver's Aid)

5.4 อุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ สำหรับปรับเทียบเครื่องมือ (Calibration equipment)

5.5 ก๊าซต่าง ๆ สำหรับการวิเคราะห์ปรับเทียบเครื่องมือ (Calibration and operating gases)



ภาพที่ 16 ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถจักรยานยนต์

5.6 อุปกรณ์วิเคราะห์สารมลพิษในไอเสีย

5.6.1 เครื่องวิเคราะห์อินฟราเรดแบบไม่กระจาย (Nondispersive Infrared Analyzer, NDIR)

- ยี่ห้อ PIERBURG รุ่น NDIR BINOS-2000
- ใช้ในการวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในไอเสีย
- ค่าช่วงของการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ระหว่าง 0-1 %
- ค่าช่วงของการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 0-2 %

5.6.2 เครื่องตรวจจับการเกิดไอออนของเปลวไฟ (Flam Ionization Detector, FID)

- ยี่ห้อ PIERBURG รุ่น FID PM-2000
- ใช้วัดปริมาณของไฮโดรคาร์บอน (HC) ในไอเสีย
- ค่าช่วงของการตรวจวัดก๊าซไฮโดรคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0-5 %

5.6.3 เครื่องวิเคราะห์การเปล่งรังสีทางเคมี (Chemiluminescence Detector, CLD)

- ยี่ห้อ PIERBURG รุ่น CLD PM-2000
- ใช้วัดปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ในไอเสีย
- ค่าช่วงของการตรวจวัดออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0-5,000 ppm



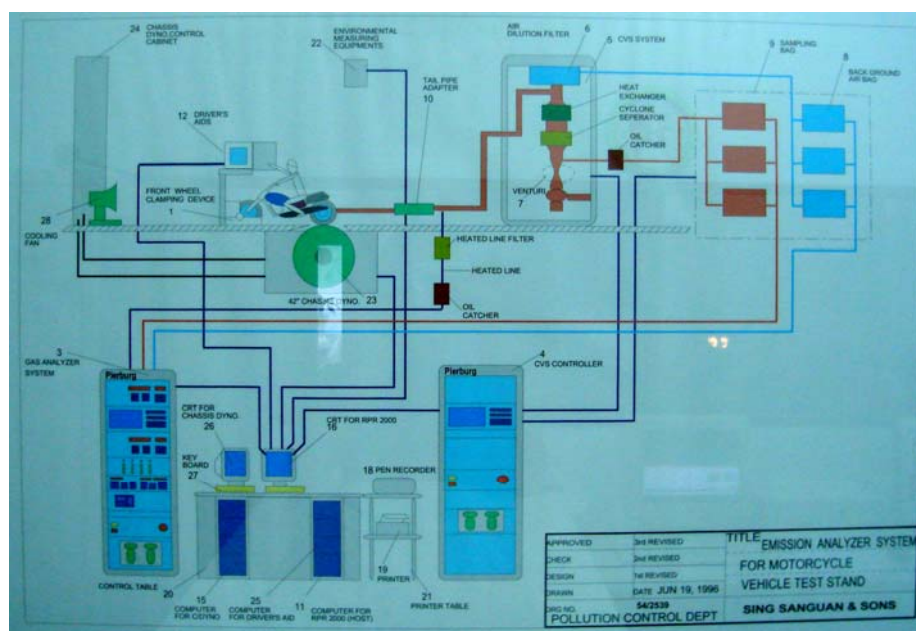
ภาพที่ 17 อุปกรณ์วิเคราะห์สารมลพิษในไอเสียและดูดเก็บตัวอย่างไอเสีย

ตารางที่ 5 ระบบวิเคราะห์ค่ามลพิษ (Emission analysis system)

วิธีการตรวจวัด	สารมลพิษ	เครื่องมือ
Direct Measurement	CO/CO ₂	Non-Dispersive Infrared (NDIR)
	HC	Flam Ionization Detector (FID)
	NO _x	Chemiluminescence Detector (CLD)
CVS Measurement	CO/CO ₂	Flame Ionization Detector (FID)
	THC (Total HC)	Flame Ionization Detector (FID)
	NO _x	Chemiluminescence Detector (CLD)
Weighting	Particulate Matter (PM)	Micro Balance

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2550)

โดยเครื่องมือและอุปกรณ์การตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศมีรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 รายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศ

6. เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจสอบสารมลพิษทางอากาศและเสียงรถจักรยานยนต์ สำนัก วิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก

6.1 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนขณะเดินเบา ยี่ห้อ HORIBA รุ่น MEXA 324GF

- ใช้การตรวจวัดแบบ Non-Dispersive Infrared (NDIR) ซึ่งอาศัยหลักการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของสารต่างชนิดที่ไม่เท่ากัน โดยสารต่างชนิดกันจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นต่างกัน

- สามารถตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ในช่วงร้อยละ 0-10 โดยปริมาตร มีค่าคลาดเคลื่อนในระหว่างการตรวจวัดไม่เกินร้อยละ ± 0.01

- สามารถตรวจวัดไฮโดรคาร์บอนได้ในช่วง 0-10,000 ppm. มีค่าคลาดเคลื่อนในระหว่างการตรวจวัดไม่เกิน ± 10 ppm.



ภาพที่ 19 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน

6.2 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียง (Sound Level meter) ยี่ห้อ KION รุ่น MA25

- สามารถตรวจวัดระดับเสียงได้ในช่วง 30-130 เดซิเบล

- มีค่าคลาดเคลื่อนในระหว่างการตรวจวัดไม่เกิน ± 1.5 เดซิเบล



ภาพที่ 20 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียง

7. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับศึกษาผลกระทบภายหลังการเผาไหม้ในกระบอกสูบ

7.1 กล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่ค่อนข้างละเอียด

วิธีการ

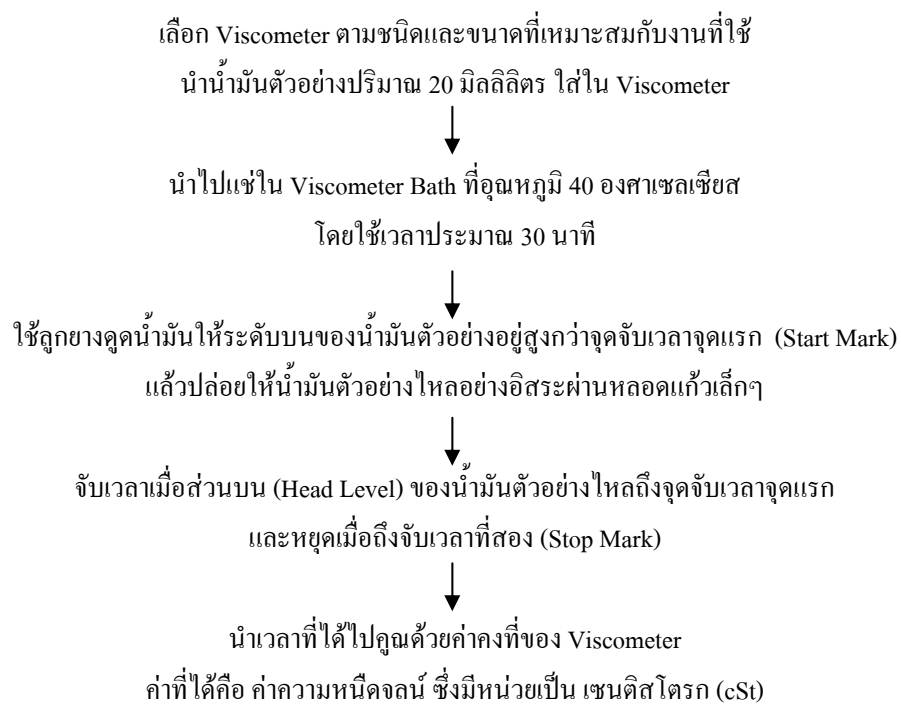
จากงานวิจัยเรื่องการศึกษาผลกระทบการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำต่อความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษในรถจักรยานยนต์ ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบคุณสมบัติการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) ซึ่งประกอบด้วยค่าความหนืด ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความดันไอ ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ ค่าออกเทนและค่าการกลั่นตัว โดยเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐานตามข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์ ซึ่งได้ทำการทดสอบค่าความหนืดและค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความดันไอ ค่าออกเทนและค่าการกลั่นตัวได้ทำการส่งตรวจวิเคราะห์ที่สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน

1.1 ค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ (Viscosity)

ใช้วิธีการทดสอบวัดตามมาตรฐาน ASTM D445 โดยเป็นวิธีการหาค่าความหนืดจลน์ (Kinetic Viscosity) ดังแสดงในภาพที่ 21

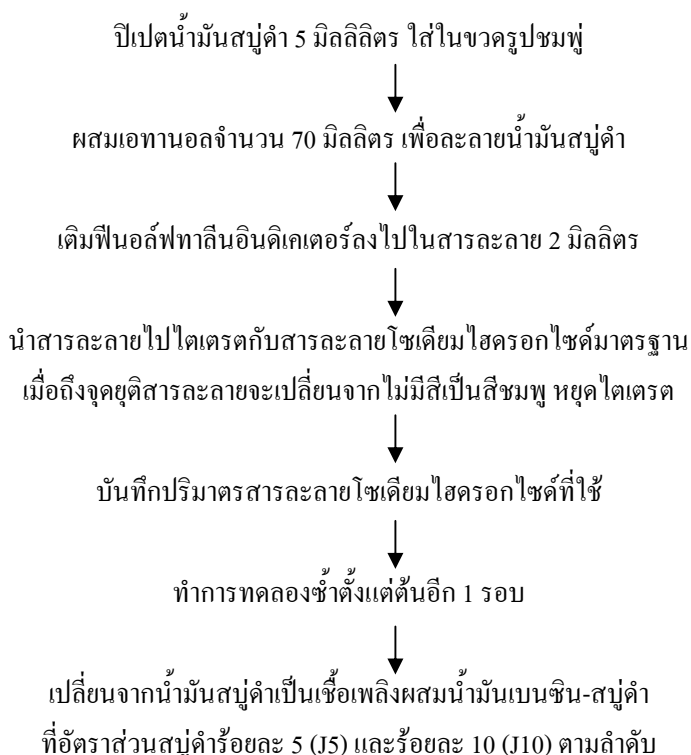


ภาพที่ 21 วิธีการทดสอบค่าความหนืดของเชื้อเพลิง



ภาพที่ 22 อุปกรณ์ในการทดสอบค่าความหนืด

1.2 การทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (Free Fatty acid) ของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 วิธีการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิง

1.3 ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดและเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ ในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

ทดสอบการเก็บรักษาของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำเป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงไปของค่าความหนืดและค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ

1.4 ศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ กับมาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ ไปทดสอบคุณสมบัติตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน โดยส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และสำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน

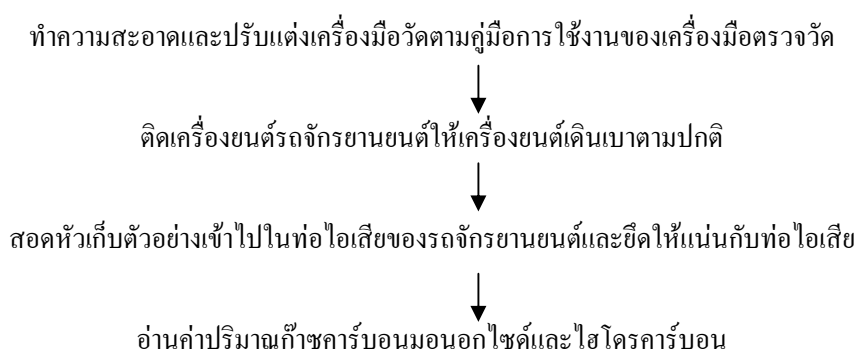
2. การทดสอบการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในรถจักรยานยนต์

การทดสอบจะเน้นในด้านความสิ้นเปลืองน้ำมันและสารมลพิษไอเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน การทดสอบใช้น้ำมันเบนซิน 91 เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำที่อัตราส่วนสบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 จะทำการทดสอบโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบขับขึ้นจริงบนท้องถนนและทดสอบบนแท่นทดสอบแซลชีสไดนาโมมิเตอร์ ในการทดสอบแต่ละครั้งเชื้อเพลิงจะถูกใช้ครั้งละ 1 ประเภทและจะเปลี่ยนประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิงให้ครบทั้ง 3 ประเภทในการทดสอบกับรถจักรยานยนต์ที่ได้รับการเปลี่ยนลูกสูบ แหวน ประเก็นและน้ำมันเครื่องใหม่ที่เครื่องยนต์

2.1 การทดสอบขับขึ้นจริงบนท้องถนน

เพื่อให้การทดสอบเครื่องยนต์เป็นไปโดยใกล้เคียงกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์จริงมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ จึงได้ทำการขับขึ้นจริงก่อนการทดสอบสารมลพิษไอเสียบนแท่นทดสอบ (Run in) ที่ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร เพื่อให้อุปกรณ์ภายในอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเต็มกำลัง โดยใช้วิธีการขับขึ้นจริงบนท้องถนน ทำการบันทึกการขับขึ้นในสภาพจริง โดยตรวจเช็คการติดเครื่องยนต์ อัตราเร่ง อาการขณะขับขี่ อุณหภูมิของเครื่องยนต์ ตลอดจนการทดสอบการตรวจวัดสารมลพิษไอเสียขณะเดินเบาและตรวจวัดระดับเสียงที่ระยะ 250 500 และ 750 กิโลเมตร ที่สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก

2.1.1 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนขณะเดินเบา ซึ่งมีวิธีการตรวจวัด ดังแสดงในภาพที่ 23



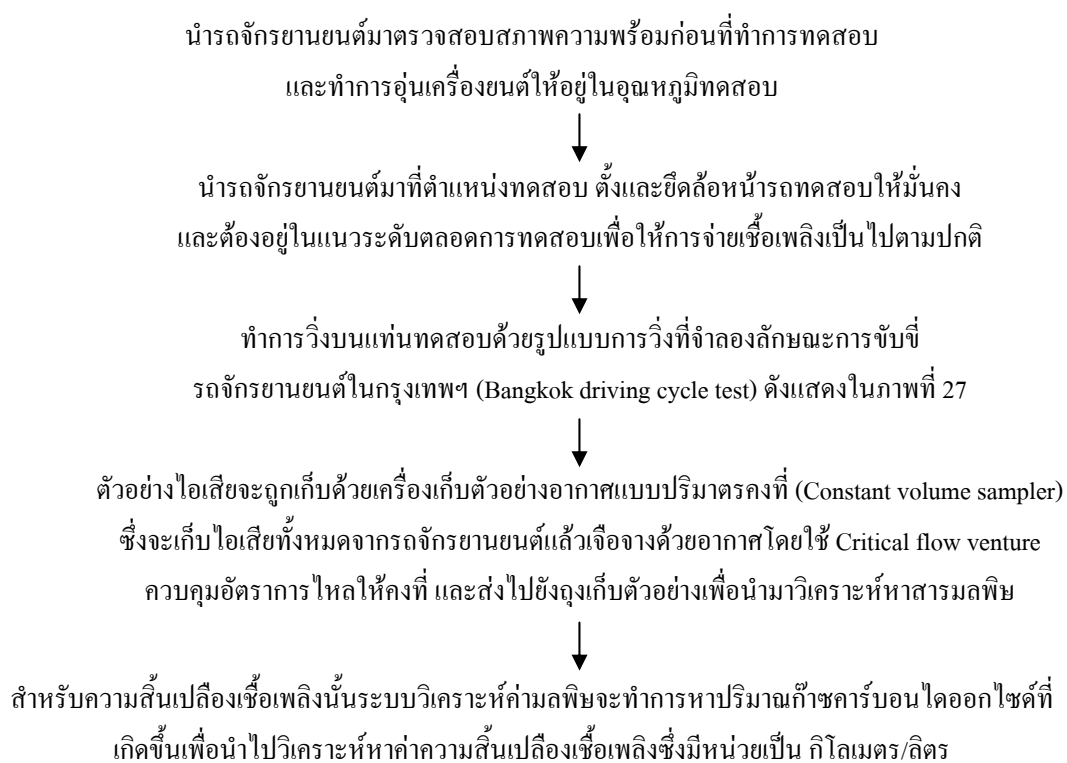
ภาพที่ 24 วิธีการตรวจวัดสารมลพิษขณะเดินเบา



ภาพที่ 25 การตรวจวัดสารมลพิษขณะเดินเบา ณ สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย
กรมการขนส่งทางบก

2.2 การทดสอบรถจักรยานยนต์บนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์

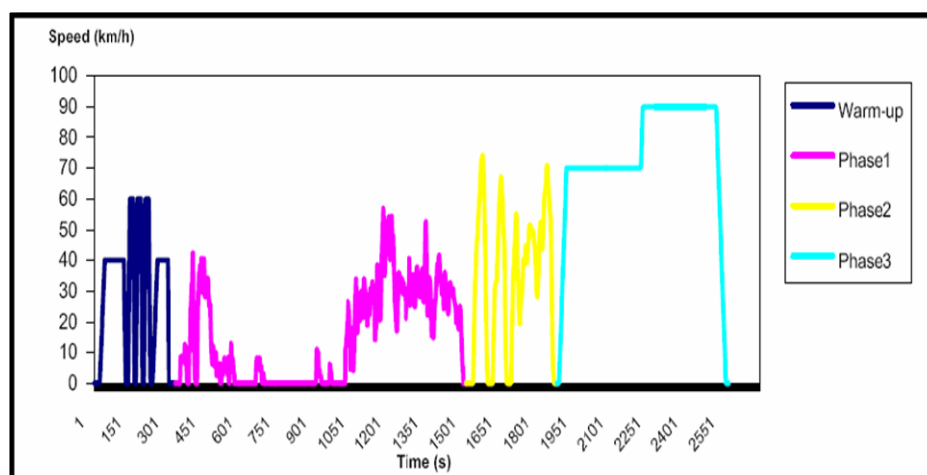
2.2.1 วิธีการตรวจวัดค่าสารมลพิษและทดสอบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยวิธี
Carbon Balance บนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งมีวิธีการตรวจวัดดังแสดงในภาพที่ 26



ภาพที่ 26 วิธีการตรวจวัดค่าสารมลพิษบนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์

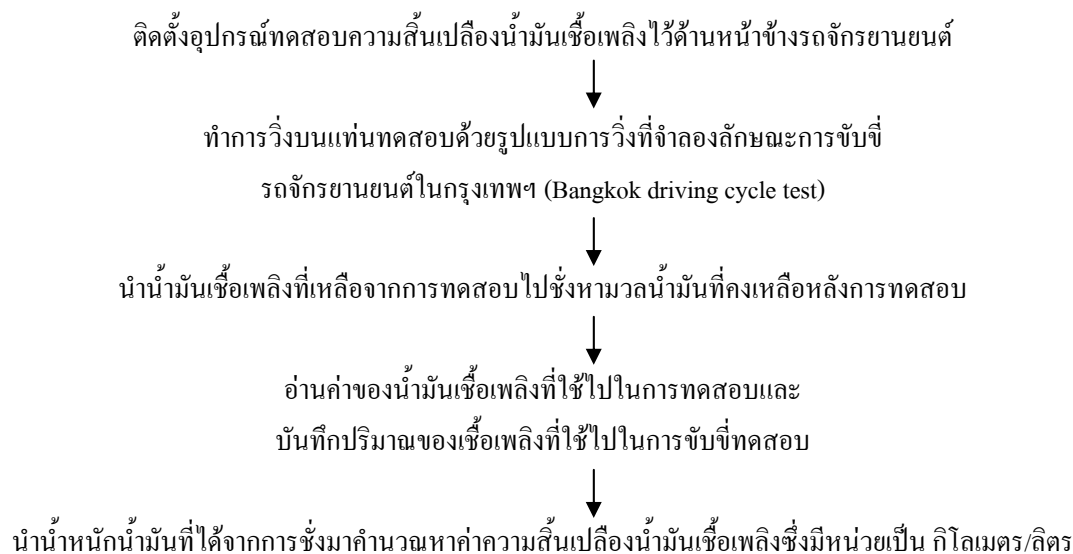


ภาพที่ 27 การทดสอบการขับจักรยานยนต์บนแชสซิสไดนาโมมิเตอร์



ภาพที่ 28 รูปแบบการวิ่งที่จำลองลักษณะการขับจักรยานยนต์ในกรุงเทพฯ (Bangkok driving cycle test)

2.2.2 การทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธีซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลงบนแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 29



ภาพที่ 29 วิธีการทดสอบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยวิธีชั่งมวลที่เปลี่ยนแปลง

$$\text{อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร)} = \frac{\text{ระยะทางในการวิ่ง (เมตร)} \times \text{ความหนาแน่น (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเชื้อเพลิงที่สิ้นเปลือง (กรัม)}}$$

3. ศึกษาผลกระทบภายหลังการเผาไหม้ในกระบอกสูบ

3.1 การวิเคราะห์สภาพชิ้นส่วนเครื่องยนต์โดยใช้ภาพถ่ายเปรียบเทียบ

ทำการถอดแยกชิ้นส่วนและสังเกตลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนต่าง ๆ และใช้การถ่ายภาพเพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างชิ้นส่วนใหม่ที่ไม่ได้ผ่านการใช้งาน ชิ้นส่วนที่ผ่านการใช้งานด้วยเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 และชิ้นส่วนที่ผ่านการใช้งานด้วยเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซินผสมสปูดำ ภายหลังการขับขี่จริงเป็นระยะทาง 1,000 กิโลเมตร และผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการบนแท่นทดสอบแชสซีไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) เรียบร้อยแล้ว

3.2 การวิเคราะห์เขม่าที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าลูกสูบและห้องเผาไหม้

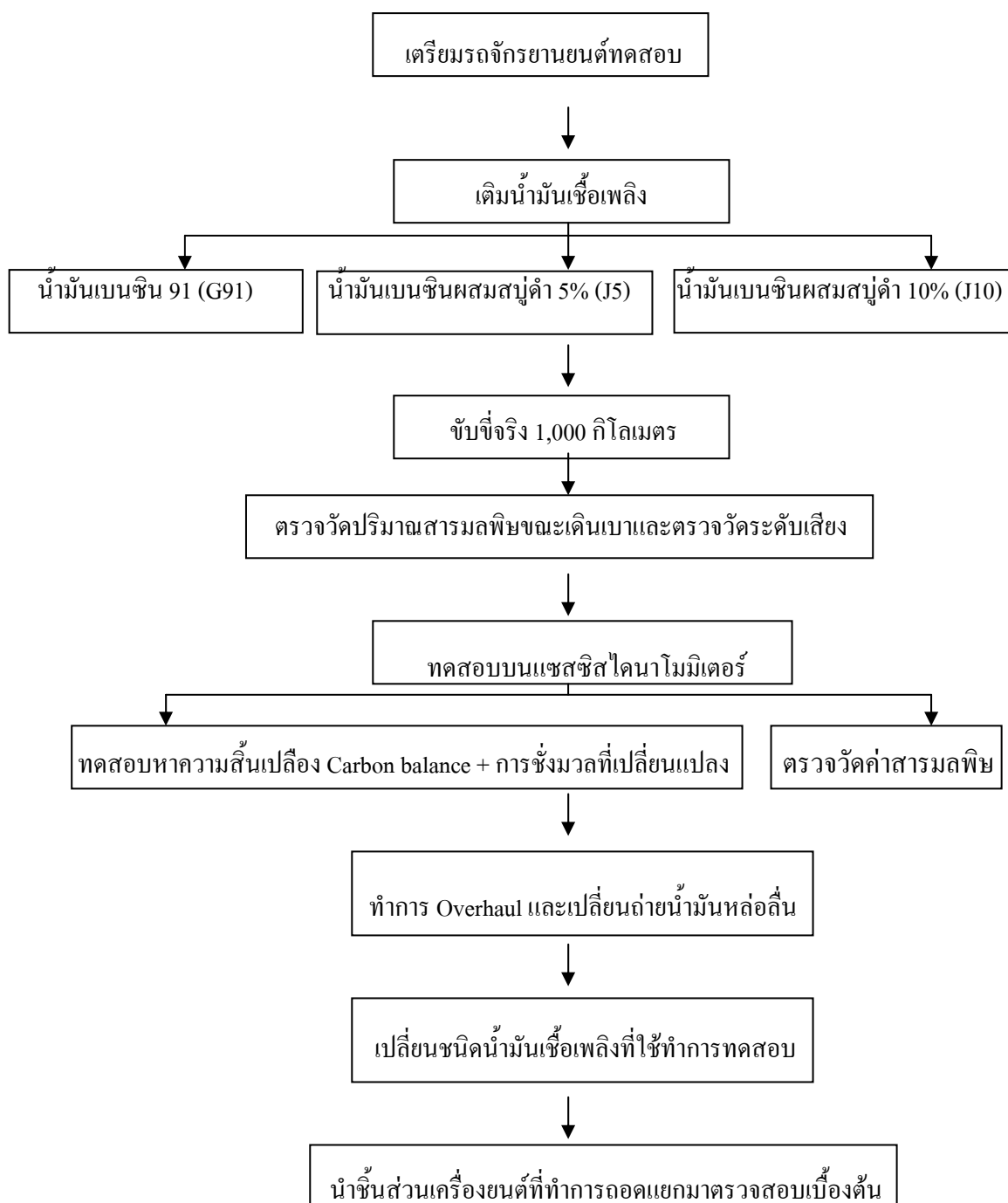
ทำการส่งตัวอย่างคราบเขม่าไปวิเคราะห์ถึงปริมาณธาตุตกค้าง โดยใช้เครื่องมือ Energy Dispersive X-ray Spectrophotometer (EDS) ณ ห้องปฏิบัติการฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เพื่อวิเคราะห์ว่าปริมาณธาตุใดที่ส่งผลให้เกิดการระเบิดต่างกัน

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพหัวเทียนหลังจากผ่านการใช้งานแล้ว (Sparking Test)

ส่งตัวอย่างหัวเทียนที่ผ่านการใช้งานแล้ว ไปทำการวิเคราะห์ยังบริษัทผู้ผลิต (บริษัท สยาม เอ็นจิเนียร์ สปาร์คปลั๊ก จำกัด) เพื่อทดสอบคุณสมบัติของหัวเทียนภายหลังจากการใช้งานด้วยเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันเบนซินและสบูดำ

แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 30 แผนผังการวิจัยทดสอบความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อยสารมลพิษ
ไอเสียจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่น้ำมันในรถจักรยานยนต์

ผลและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำเทียบกับน้ำมันเบนซิน

1.1 ผลของค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ

ทำการศึกษาค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำเมื่อทำการผสมน้ำมันเบนซิน 91 เข้ากับน้ำมันสบูดำในอัตราส่วนต่างๆ โดยปริมาตร ทำการทดสอบในหลอด Viscometer จับเวลาเมื่อของเหลวไหลผ่าน Capillary จากจุดจับเวลาแรกถึงจุดจับเวลาที่ 2 โดยจับเวลาซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำเวลาที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อใช้คำนวณหาค่าความหนืดและร้อยละของการเปลี่ยนแปลงความหนืด แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำโดยวิธี ASTM D445

ตัวอย่าง	ค่าความหนืด (cSt)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง
น้ำมันสบูดำ	45.68	-
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (10:90)	27.34	40.15
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (30:70)	10.41	77.21
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (40:60)	7.26	84.11
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (50:50)	6.04	86.78
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (60:40)	4.27	90.65
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (70:30)	3.09	93.24
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (90:10)	0.71	98.44
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (95:5)	0.65	98.58
น้ำมันเบนซิน 91	0.61	-

จากตารางที่ 6 พบว่า น้ำมันเบนซินจะมีค่าความหนืดต่ำที่สุดซึ่งมีค่า 0.61 cSt ส่วนน้ำมันสบู่ดำจะให้ค่าความหนืดที่สูงที่สุดซึ่งมีค่า 45.68 cSt ตามลำดับ นั้นแสดงว่าน้ำมันสบู่ดำค่อนข้างมีความหนืดที่สูงมากเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 และเมื่อพิจารณาความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ ที่อัตราส่วนต่างๆ จะให้ค่าความหนืดตั้งแต่ 0.65 cSt ถึง 27.34 cSt ที่น้ำมันเบนซิน:สบู่ดำในอัตราส่วน 95:5 และเบนซิน:สบู่ดำในอัตราส่วน 10:90 โดยปริมาตร ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าน้ำมันเบนซินต่อสบู่ดำที่อัตราส่วน 95:5 และที่อัตราส่วน 90:10 มีค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 จึงมีความเป็นไปได้ต่อการใช้งานกับเครื่องยนต์ได้ ส่วนค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลง พบว่าที่น้ำมันเบนซินต่อสบู่ดำที่อัตราส่วน 10:90 มีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 40.15 รองลงมาคือ น้ำมันเบนซินต่อสบู่ดำที่อัตราส่วน 30:70 มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 77.21 ส่วนที่น้ำมันเบนซินต่อสบู่ดำที่อัตราส่วน 95:5 และที่ 90:10 มีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสูงที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 98.58 และร้อยละ 98.44 ตามลำดับ ซึ่งร้อยละของการเปลี่ยนแปลงบ่งบอกถึงความหนืดของน้ำมันผสมที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับน้ำมันสบู่ดำบริสุทธิ์

1.2 ผลของค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ

ทำการศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของน้ำมันผสมเบนซิน-สบู่ดำ

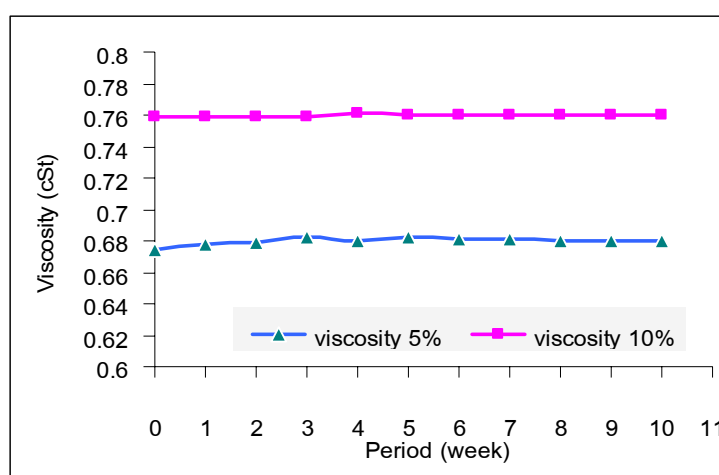
ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (โอเลิก)
น้ำมันสบู่ดำ	4.42
น้ำมันเบนซิน 91	0.31
น้ำมันเบนซินผสมสบู่ดำ 95:5	0.42
น้ำมันเบนซินผสมสบู่ดำ 90:10	0.68

จากตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำที่เทียบกับกรดโอเลิก จะเห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของน้ำมันสบู่ดำมีค่า 4.42 ในขณะที่น้ำมันเบนซิน 91 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระเพียง 0.68 และเมื่ออัตราส่วนของน้ำมันสบู่ดำเพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำจะเพิ่มขึ้นตาม

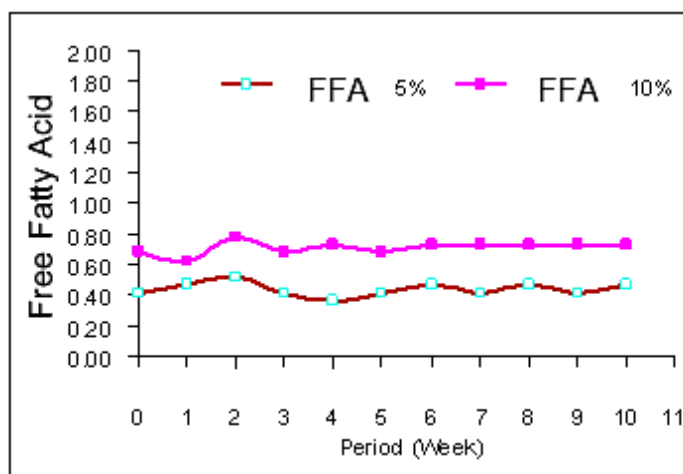
สัดส่วนการผสม นั่นคือน้ำมันเบนซินผสมสบู่ดำร้อยละ 5 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ 0.42 และน้ำมันเบนซินผสมสบู่ดำร้อยละ 10 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ 0.68 ตามลำดับ

1.3 ผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดและเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ ในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

ในการทดสอบดังกล่าว เนื่องจากน้ำมันสบู่ดำถือได้ว่าเป็นน้ำมันพืชมีคุณสมบัติที่สามารถเกิดการหืนได้ เมื่อทำการเก็บรักษาไว้นาน จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบการเก็บรักษาของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำทั้งสองอัตราส่วน ในด้านอัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดและเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของน้ำมันในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ หรือแทบไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในภาพที่ 31 ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงน้ำมันผสมเบนซิน-สบู่ดำซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากสารด้านการรวมตัวกับอากาศ (Anti-Oxidation) ในน้ำมันเบนซิน 91 ป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศได้ โดยง่ายและทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน



ภาพที่ 31 อัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ 5 เปอร์เซ็นต์ (J5) และ 10 เปอร์เซ็นต์ (J10)



ภาพที่ 32 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสม
น้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ 5 เปอร์เซ็นต์ (J5) และ 10 เปอร์เซ็นต์ (J10)

ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ ดังแสดงในภาพที่ 32 เป็นค่าได้มาจากการไตเตรตและในแต่ละสัปดาห์ที่ทำการวัดค่า ไม่ได้มีการเก็บตัวอย่างเก่าที่ผ่านการไตเตรตแล้วมาเปรียบเทียบกับค่า ดังนั้นอาจทำให้ค่าที่ได้จากการไตเตรตเมื่อถึงจุดยุติอาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ส่งผลต่อปริมาตรค่าที่ใช้ในการไตเตรต ซึ่งมีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีค่าไม่คงตัวและแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นค่าที่ยอมรับได้

1.4 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำกับมาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ในการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันเบนซินตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ได้ทำการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ผลที่บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และสำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน ให้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่น้ำมันเบนซิน 91

รายการวิเคราะห์	วิธีทดสอบ	อัตราสูง-ต่ำ	น้ำมันเบนซิน ออกเทน 91	น้ำมันเบนซินผสม สบู่น้ำมันเบนซิน 5 (J5)	น้ำมันเบนซินผสม สบู่น้ำมันเบนซิน 10 (J10)
ค่าออกเทน (Octane Number)					
(1) โดยวิธีวิจัย (Research Octane Number)	ASTM D2699	ไม่ต่ำกว่า 90.6	91.0	90.6	90.6
(2) โดยวิธีมอเตอร์ (Motor Octane Number)	ASTM D2700	ไม่ต่ำกว่า 79.6	82	82.0	81.9
กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, % wt.)	ASTM D4294	ไม่สูงกว่า 0.05	0.02	0.01	0.01
การกลั่น อยาเซลเซียส (Distillation, °C)					
- อุณหภูมิ (Temperature, °C)			35.9°C	35.7°C	35.7°C
Initial Boiling Point, IBP					
(1) การระเหยในอัตราร้อยละ 10 โดย ปริมาตร (10% Evaporated)	ASTM D86	ไม่สูงกว่า 70	54.5°C	55.4°C	51.9°C
(2) การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดย ปริมาตร (50% Evaporated)		70-110	95.9°C	97.8°C	92.1°C
(3) การระเหยในอัตราร้อยละ 90 โดย ปริมาตร (90% Evaporated)		ไม่สูงกว่า 170	162.9°C	163.9°C	172.9°C

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการวิเคราะห์	วิธีทดสอบ	อัตราสูง-ต่ำ	น้ำมันเบนซิน ออกเทน 91	น้ำมันเบนซินผสม สบู่อ้อยละ 5 (J5)	น้ำมันเบนซินผสม สบู่อ้อยละ 10 (J10)
(4) จุดเดือดสุดท้าย (End point) - กากน้ำมัน (Residue)	ASTM D86	ไม่สูงกว่า 200 ไม่สูงกว่า 2.0	195.6°C 0.8 %vol.	183.4°C 11.7 %vol.	331.4°C 1.0 %vol.
ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °ซ. กิโลปาสกาล (Vapour Pressure@37.8°C, kPa)	ASTM D4953	ไม่สูงกว่า 62	57	62.4	60.5
ชนิดของสี (Hue)	ASTM D1500	แดง	แดง	แดง	แดง
น้ำ ร้อยละ โดยน้ำหนัก (Water, % wt.)	ASTM E203	ไม่สูงกว่า 0.7	0.0	0.03	0.03
ออกซิเจนเนต ร้อยละโดยปริมาตร (Oxygenate, %vol.)	ASTM D4815	ไม่สูงกว่า 11.0	2.0	0.51	2.49
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40°C (Kinematic Viscosity@ 40°C)	ASTM D445	-	0.61 cSt	0.648 cSt	0.712 cSt
ความหนาแน่น (Density)	ASTM D4052	-	0.7429	0.7466	0.7566
ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	ASTM D4052	-	0.7432	0.7514	0.7613
ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (Acid number)	-	-	0.31	0.42	0.68

จากตารางที่ 8 พบว่าคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 (J5) และร้อยละ 10 (J10) พบว่าให้ค่า Research Method (RON) และ Motor Method (MON) ที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติน้ำมันแก๊สโซลีนปิโตรเลียมออกเทน 91 (เบนซิน 91) และยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนด ส่วนค่ากำมะถัน (Sulphur) อยู่ในปริมาณที่ต่ำและอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าไม่ส่งผลกระทบต่ออาการกัดกร่อนและสึกหรอในส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ เมื่อพิจารณาที่ค่าการกลั่น (Distillation) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิการกลั่นในส่วนของการระเหยในอัตราส่วนต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างน้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมสบูดำ-เบนซินทั้งสองอัตราส่วน แต่เมื่อพิจารณาที่จุดเดือดสุดท้ายของอุณหภูมิการกลั่นกลับพบว่าที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 มีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนด เนื่องจากในการทดสอบการกลั่นที่น้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 ได้มีการกำหนดค่าอุณหภูมิของเครื่อง Automatic Distillation ไว้ใช้สำหรับการทดสอบน้ำมันเบนซิน แต่ที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 10 ไม่ได้มีการกำหนดค่าอุณหภูมิดังกล่าวไว้ ดังนั้น อุณหภูมิที่จุดเดือดสุดท้ายจึงมีค่าที่สูง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้อุณหภูมิที่จุดเดือดสุดท้ายของการกลั่นทั้งเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีค่าที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก ส่วนค่ากากน้ำมันที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 มีค่ากากน้ำมัน (Residue) ที่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งอาจมีผลทำให้หัวฉีดและห้องเผาไหม้สกปรกได้ เหตุที่เชื้อเพลิงผสมดังกล่าวมีค่ากากน้ำมันหลงเหลืออยู่สูงน่าจะเป็นเพราะในน้ำมันสบูดำมียางเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่ภายใน ส่วนค่าความดันไอ (Vapour Pressure) ของเชื้อเพลิงผสมสบูดำ-เบนซินทั้งสองอัตราส่วน จะพบว่า ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทำให้สามารถลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากน้ำมันเบนซินระเหยออกจากที่เก็บน้ำมันมากเกินไปรวมถึงการลดปัญหาการเกิด Vapor Lock ได้ เมื่อพิจารณาในเรื่องของสีของน้ำมันทั้งสามชนิดพบว่ามียูอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้นั้นคือ สีแดง อีกทั้งปริมาณน้ำในน้ำมันยังคงพบอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก และอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ค่าออกซิเจนเนตก็ให้ผลการทดสอบของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดด้วยเช่นเดียวกัน เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำทั้งสองอัตราส่วนให้ค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 ส่วนค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสพบว่า ทั้งสองอัตราส่วนมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันเบนซิน 91 อาจส่งผลทำให้ขนาดของละอองน้ำมันใหญ่ขึ้น ทำให้การเผาไหม้เป็นไปได้ล่าช้า ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำทั้งสองอัตราส่วนจะมีค่าค่อนข้างสูงกว่าน้ำมันเบนซิน 91 เล็กน้อย

สำหรับปริมาณความร้อน (Gross Heat of Combustion) ของตัวอย่างน้ำมันสบูดำที่ส่งไปวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 9,523.28 แคลอรีต่อกรัม

อาจกล่าวได้โดยรวมว่าเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้ค่าทางคุณภาพต่าง ๆ ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 91 และส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดเอาไว้ มีเพียงคุณภาพทางด้านอุณหภูมิการกลั่น ณ จุดเดือดสุดท้ายของเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 และค่าการกลั่น ณ จุดเดือดสุดท้ายของการกลั่นของเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 เพียงเท่านั้นที่มีค่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดหรือมีค่าสูงกว่ามาตรฐานแค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2. ผลการทดสอบการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในรถจักรยานยนต์

2.1 ผลการทดสอบการขับขี่จริงบนท้องถนน

2.1.1 ลักษณะการขับขี่ของรถจักรยานยนต์เมื่อใช้น้ำมันผสมเบนซิน-สบูดำ

จากการสังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ เมื่อนำเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 (J5) และร้อยละ 10 (J10) มาทำการทดสอบกับรถจักรยานยนต์ทดสอบรุ่น Honda wave ความจุกระบอกสูบ 125 ซีซี ทั้งระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) และระบบหัวฉีด (Honda Wave I) ในการทดสอบการใช้งานเบื้องต้น 1,000 กิโลเมตรพบว่า

ก. เมื่อติดเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำทั้งสองอัตราส่วน มีอาการเดินเรียบ ไม่มีอาการสะดุดของเครื่องยนต์แต่อย่างใด ความรู้สึกและการตอบสนองในการขับขี่ใกล้เคียงการใช้น้ำมันเบนซิน 91 โดยไม่สามารถรู้สึกได้ถึงการเปลี่ยนแปลงไปของกำลังของเครื่องยนต์

ข. ลักษณะการขับขี่ด้านอัตราเร่งทั้งในช่วงรอบต่ำและรอบสูง ราบเรียบ ไม่พบอาการสะดุดสำคัญ และอาการเครื่องยนต์อืดแต่อย่างใด

ค. ลักษณะของควันไอเสียที่เกิดจากการใช้งานเชื้อเพลิงผสมทั้ง 2 อัตราส่วน มีกลิ่นฉุน ลักษณะคล้ายการเผาไหม้ของน้ำมันพืช มีเขม่าดำเหนียวติดบริเวณปลายท่อไอเสีย มากกว่าการใช้น้ำมันเบนซิน 91 มาตรฐานเล็กน้อย

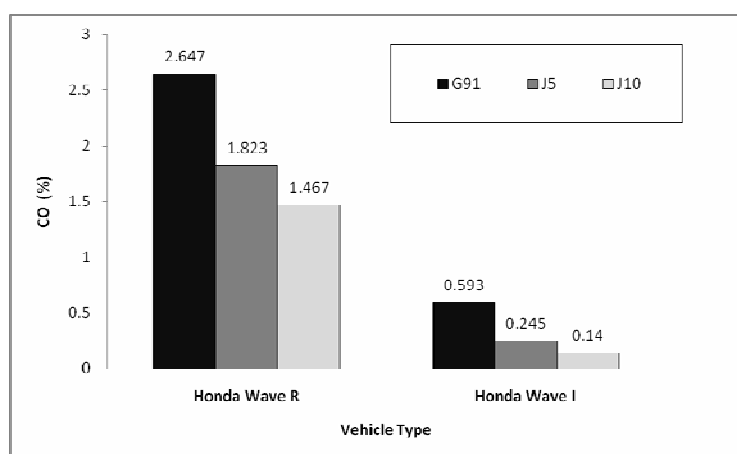
ง. ในการขับขี่โดยทั่วไปในระยะเวลาหนึ่งพบว่า เครื่องยนต์มีอาการสตาร์ทติดยากกว่าปกติ โดยเฉพาะเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 พบอาการสตาร์ทติดยากเมื่อเครื่องยนต์เย็น แต่ไม่พบปัญหาอื่นแรงใด ๆ โดยสามารถทำการทดสอบครบระยะทางที่กำหนดได้ (1,000 กิโลเมตร)

2.1.2 ผลการทดสอบสารมลพิษทางอากาศและเสียงของรถจักรยานยนต์ขณะเดินเบา

ในระหว่างการทดสอบขับที่จริงบนท้องถนน ได้ทำการวัดค่าสารมลพิษทางอากาศและระดับเสียงขณะเดินเบา จากระบบการขับเคลื่อนทั้งสองคัน (ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด) โดยใช้น้ำมันทั้งสามชนิด (น้ำมันเบนซิน 91 เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และ ร้อยละ 10) ณ สำนักสำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก ซึ่งทำการวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนและระดับเสียง จะได้ผลการทดสอบดังนี้

ก. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ผลการทดสอบก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากรถทั้งสองคัน พร้อมการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างน้ำมันทั้งสามชนิดในระหว่างการทดสอบขณะเดินเบา พบว่า รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ ซึ่งให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาร้อยละ 2.647 ร้อยละ 1.823 และร้อยละ 1.467 ตามลำดับ ส่วนในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I) ก็ให้ผลการทดสอบออกมาในแนวโน้มเดียวกันนั่นคือ ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ ซึ่งให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาร้อยละ 0.593 ร้อยละ 0.245 และร้อยละ 0.14 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถจักรยานยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ขณะเดินเบา

จากภาพที่ 33 ซึ่งแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากไอเสียของรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดที่ใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 (J5) และร้อยละ 10 (J10) โดยปริมาตร เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 (G91) ทำการทดสอบวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขณะเครื่องยนต์เดินเบาพบว่า รถจักรยานยนต์ระบบระบบคาร์บูเรเตอร์มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากไอเสียลดลง คิดเป็นร้อยละ 31.13 และ 44.58 ที่เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ ส่วนเครื่องยนต์หัวฉีดพบว่า ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากไอเสียลดลง คิดเป็นร้อยละ 58.68 และ 76.39 ที่เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ เช่นกัน เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดโดยกรมการขนส่งทางบกพบว่า การใช้น้ำมันเบนซินผสมสบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดซึ่งกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 4.5

นอกจากนี้ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 9 จะเห็นว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ที่เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดพบว่า ที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ไม่แตกต่างกับเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูร้อยละ 5 แต่กลับให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่แตกต่างจาก เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และเชื้อเพลิงน้ำมัน-สบูร้อยละ 10 ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

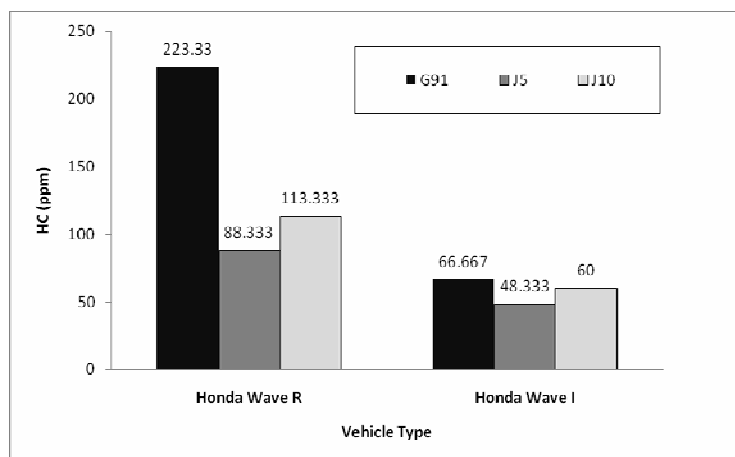
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ร้อยละ)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	2.6467 ^a	1.8233 ^a	1.4667 ^a
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	0.1400 ^a	0.2467 ^{ab}	0.5933 ^b

หมายเหตุ ^a^b ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)

ผลการทดสอบก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ปล่อยออกมาจากรถทั้งสองคัน พร้อมการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนระหว่างน้ำมันทั้งสามชนิดในระหว่างการทดสอบขณะเดินเบาพบว่า รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะมีปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงที่สุด รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 และ ร้อยละ 5 ตามลำดับ ซึ่งให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกมา 223.33 ppm 113.33 ppm และ 88.33 ppm ตามลำดับ ส่วนในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I) ก็ให้ผลการทดสอบออกมาในแนวโน้มนเดียวกัน คือ ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 และร้อยละ 5 ตามลำดับ ซึ่งให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน 66.67 ppm 48.33 และ 60.00 ppm ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถจักรยานยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ขณะเดินเบา

จากภาพที่ 34 จะแสดงค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอนซึ่งคือเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด โดยเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากไอเสียของรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดที่ใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 (J5) และร้อยละ 10 (J10) โดยปริมาตร เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 (G91) โดยทำการทดสอบวัดปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนขณะเครื่องยนต์เดินเบาพบว่า เครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์มีปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ออกมาจากไอเสียลดลง เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 การลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 60.45 และร้อยละ 49.25 ตามลำดับ ส่วนเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด พบว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอนลดลงเป็นในแนวทางเดียวกันกับเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ คือ เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 การลดลงของไฮโดรคาร์บอนอยู่ในช่วงร้อยละ 27.5 และร้อยละ 10 ตามลำดับ เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดโดยกรมการขนส่งทางบกพบว่า การใช้น้ำมันเบนซินผสมสบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดซึ่งกำหนดปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ไว้ไม่เกิน 10,000 ppm.

นอกจากนี้ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 10 จะเห็นว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์พบว่า ที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่แตกต่างกับเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูร้อยละ 10 แต่กลับให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่

แตกต่างจากเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สปูดำร้อยละ 10 และเชื้อเพลิงเบนซิน 91 ให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดที่เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

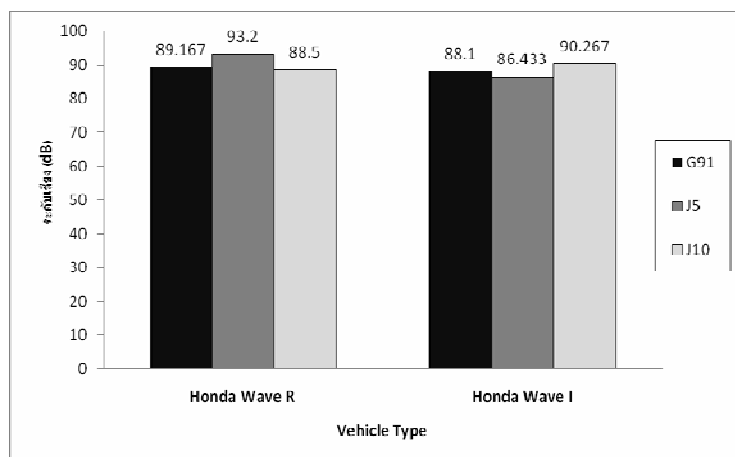
ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (ppm)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	290.0000 ^b	88.3333 ^a	113.3333 ^{ab}
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	66.6667 ^a	48.3333 ^a	60.000 ^a

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค. ระดับเสียง

ผลการทดสอบระดับเสียงที่ปล่อยออกมาจากรถทั้งสองคัน พร้อมการเปรียบเทียบระดับเสียงระหว่างน้ำมันทั้งสามชนิดในระหว่างการทดสอบ พบว่า รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) ที่เชื้อเพลิงผสมสปูดำ-เบนซินร้อยละ 5 จะมีระดับเสียงสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมันเบนซิน 91 และสุดท้ายเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สปูดำร้อยละ 10 ตามลำดับ ซึ่งให้ระดับเสียงที่ 93.2 dB 89.167 dB และ 88.5 dB ตามลำดับ ซึ่งในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I) กลับให้ผลในทิศทางตรงกันข้าม นั่นคือที่เชื้อเพลิงผสมสปูดำ-เบนซินร้อยละ 10 กลับให้ระดับเสียงที่สูงที่สุด 90.267 dB รองลงมาคือ น้ำมันเบนซิน 91 ให้ระดับเสียง 88.1 dB และสุดท้ายเชื้อเพลิงผสมสปูดำ-เบนซินร้อยละ 5 ให้ระดับเสียงที่น้อยที่สุด คือ 86.433 dB แสดงดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 ปริมาณระดับเสียงของรถจักรยานยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ในภาพที่ 35 จะแสดงปริมาณระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดที่ใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 (J5) และร้อยละ 10 (J10) โดยปริมาตร เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 (G91) โดยทำการทดสอบวัดปริมาณระดับเสียง พบว่า เครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์มีปริมาณระดับเสียงเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.52 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และระดับเสียงจะลดลงร้อยละ 0.75 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 10 ส่วนเครื่องยนต์ระบบหัวฉีด พบว่า ปริมาณระดับเสียงลดลงร้อยละ 1.89 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 และปริมาณระดับเสียงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.46 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนร้อยละ 10 เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดโดยกรมการขนส่งทางบกพบว่า การใช้น้ำมันเบนซินผสมสบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดซึ่งกำหนดปริมาณระดับเสียงไว้ไม่เกิน 95 dB

นอกจากนี้ ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 11 จะเห็นว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์พบว่า ที่เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 ให้ระดับเสียงที่ไม่แตกต่างกับเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูร้อยละ 10 แต่เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดนี้ให้ระดับเสียงที่แตกต่างจากเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดที่เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ให้ระดับเสียงที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ระดับเสียง (dB)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	89.1667 ^a	93.1667 ^b	88.5333 ^a
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	88.1000 ^a	86.4333 ^a	90.2667 ^a

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

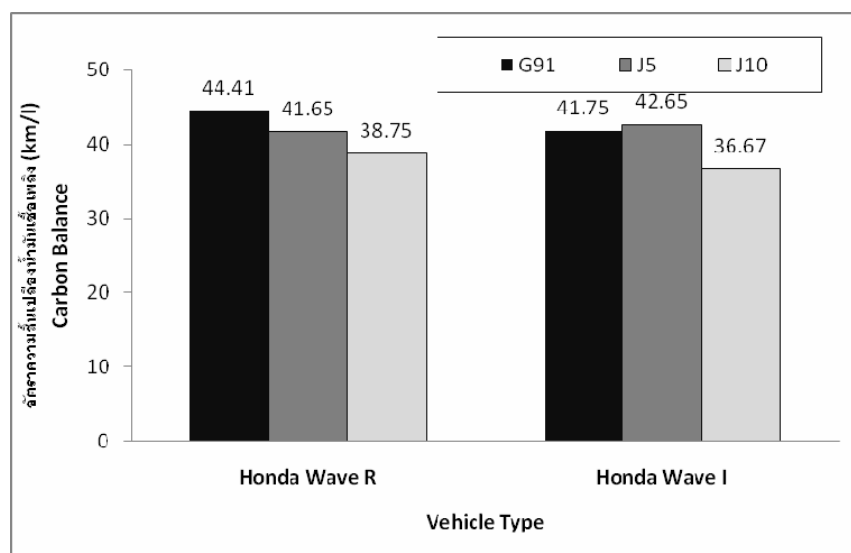
2.2 ผลการทดสอบบนแซชชีสไดนาโมมิเตอร์

หลังจากทำการทดสอบขับจีกระยะทาง 1,000 กิโลเมตร เพื่อให้การทดสอบตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 5 (มอก. 2130-2545) จึงได้มีการนำรถจักรยานยนต์มาทำการทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและค่ามลพิษไอเสียที่เกิดขึ้น บนแท่นทดสอบแซชชีสไดนาโมมิเตอร์ ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถจักรยานยนต์ กรมควบคุมมลพิษ ได้ผลการทดสอบดังนี้

2.2.1 ผลการทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทดสอบได้ เป็นการทดสอบโดยนำรถจักรยานยนต์วิ่งบนแท่นทดสอบแซชชีสไดนาโมมิเตอร์ด้วยรูปแบบการวิ่งที่จำลองการขับจีกระถจักรยานยนต์ในกรุงเทพฯ (Bangkok driving cycle test) ซึ่งอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบได้มีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อลิตร (km/l) โดยทำการทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเบนซิน 91 เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ทำการศึกษาและเปรียบเทียบ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธี Carbon Balance และวิธีชั่งมวลที่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในภาพที่ 36 และภาพที่ 37 ตามลำดับและ

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ด้วยโปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 12 และตารางที่ 13 ตามลำดับ



ภาพที่ 36 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์โดยวิธี Carbon Balance เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

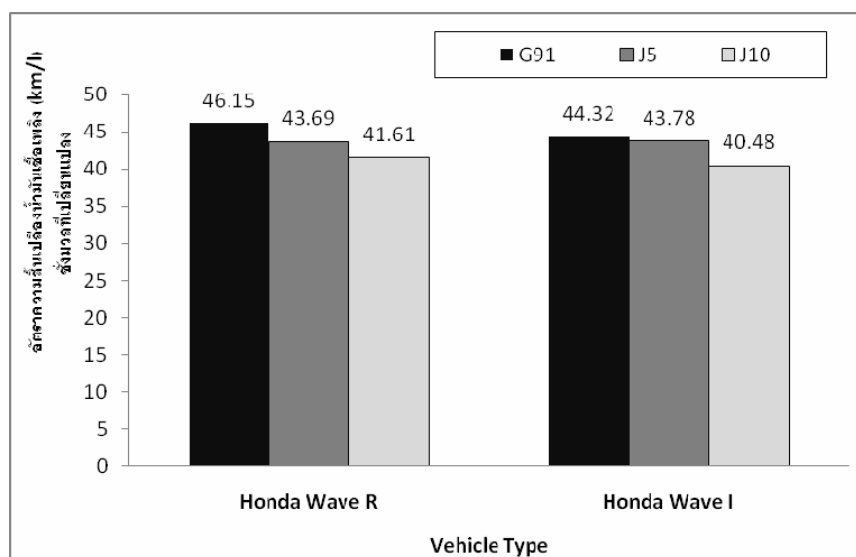
จากภาพที่ 12 แสดงอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดโดยวิธี Carbon Balance พบว่า อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าลดลงโดยที่ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าน้อยที่สุดคือ 44.41 กิโลเมตรต่อลิตร รองลงมาคือที่เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 41.65 กิโลเมตร และ 38.75 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนที่รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I) ที่เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้อัตราความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคิดเป็น 42.65 กิโลเมตรต่อลิตร รองลงมาคือ น้ำมันเบนซิน 91 ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 41.75 กิโลเมตรต่อลิตร และเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคิดเป็น 36.67 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์
โดยวิธี Carbon Balance ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	44.41 ^c	41.65 ^b	38.75 ^a
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	41.75 ^b	42.65 ^b	36.67 ^a

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 12 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธี Carbon Balance ด้วยวิธี Duncan โดยในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ พบว่าเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิดมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด พบว่า น้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สปูดำร้อยละ 5 มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าและถือว่าแตกต่างจากเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สปูดำร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 37 อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์โดยวิธีซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลง
เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

จากภาพที่ 37 แสดงอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีดโดยวิธีซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลง พบว่า อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าลดลงโดยที่ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R) ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าน้อยที่สุดคือ 46.15 กิโลเมตรต่อลิตร รองลงมาคือที่เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สปูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 43.69 กิโลเมตร และ 41.61 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนที่รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I) ที่ น้ำมันเบนซิน 91 ให้อัตราความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคิดเป็น 44.32 กิโลเมตรต่อลิตร รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สปูดำร้อยละ 5 ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 43.78 กิโลเมตรต่อลิตร และเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สปูดำร้อยละ 10 ให้อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุดคิดเป็น 40.48 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ

นอกจากนี้ ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 13 จะเห็นว่า ในรถจักรยานยนต์ทั้งสองระบบ (ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด) พบว่า ที่เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ให้อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์
โดยวิธีชั่งมวลที่เปลี่ยนแปลงในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	46.15 ^a	43.69 ^a	41.61 ^a
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	44.32 ^a	43.78 ^a	40.48 ^a

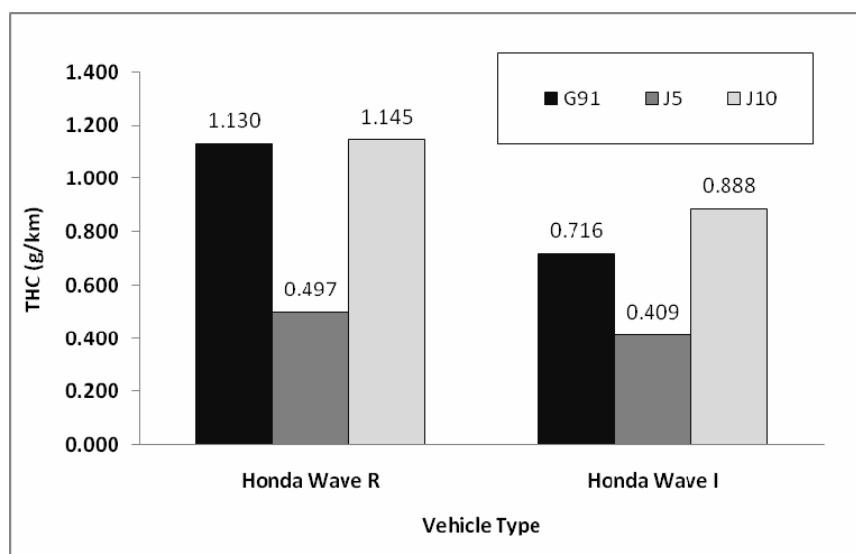
หมายเหตุ ^a ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2.2 ผลการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำที่มีต่อสารมลพิษไอเสียของ รถจักรยานยนต์

ผลการทดสอบรถจักรยานยนต์ทั้ง 2 ประเภทคือ รถจักรยานยนต์ระบบการจ่าย
เชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์และแบบหัวฉีด ใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ
10 มีผลต่อสารมลพิษในไอเสียของรถจักรยานยนต์ดังนี้

ก. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)

ผลการทดสอบปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ถูกปล่อยออกมาจาก
รถจักรยานยนต์จากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน-สบูดำบนแท่นทดสอบแซดซิสไดนาโม
มิเตอร์ พบว่าที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะให้ก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงที่สุดทั้งรถ
ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด คิดเป็น 1.145 กรัมต่อกิโลเมตรและ 0.888 กรัมต่อกิโลเมตร
ตามลำดับ เชื้อเพลิงที่ให้ก๊าซไฮโดรคาร์บอนในปริมาณที่รองลงมาคือ เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่ง
ให้ก๊าซไฮโดรคาร์บอน 1.130 กรัมต่อกิโลเมตร และ 0.716 กรัมต่อกิโลเมตรในระบบ
คาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด ตามลำดับ ในขณะที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5
กลับให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนให้ระดับที่น้อยที่สุด คิดเป็น 0.497 กรัมต่อกิโลเมตรในระบบ
คาร์บูเรเตอร์ และ 0.409 กรัมต่อกิโลเมตรในระบบหัวฉีด แสดงดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ถูกปล่อยออกมาจากรถ ทั้ง 2 ระบบ มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงที่สุด รองลงมา ก็คือเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91 และน้อยที่สุดก็คือ เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ซึ่งในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะลดลงร้อยละ 56.02 แต่จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.32 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 โดยเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 เช่นเดียวกันในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะลดลงร้อยละ 42.88 แต่จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.02 เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10

ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเกิดจากน้ำมันบางส่วนไม่เผาไหม้ในบางจังหวะ ส่งผลให้สารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ได้เผาไหม้กลายเป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนออกไปกับไอเสีย (อัมพร และคณะ, 2543) ซึ่งจากภาพที่ 38 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 พบว่าปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนมีค่าลดลง แต่เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนมีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของก๊าซไฮโดรคาร์บอนเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 น่าจะมีสาเหตุมาจากคราบเขม่าดำเหนียวที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันสบูดำไปเกาะติดอยู่ตามบริเวณหัวเทียนมากกว่าปกติ (การทดสอบ บริษัท สยาม เอ็นจิเน

สปาร์คปลั๊ก จำกัด, 2551) ทำให้หัวเทียนเริ่มมีอาการจุดติด (Sparking) ผิดปกติส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ภายในห้องเผาไหม้ได้

นอกจากนี้นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยโปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 14 พบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์น้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้ให้ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มากกว่าและถือว่าแตกต่างจากเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดพบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดส่งผลต่อปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

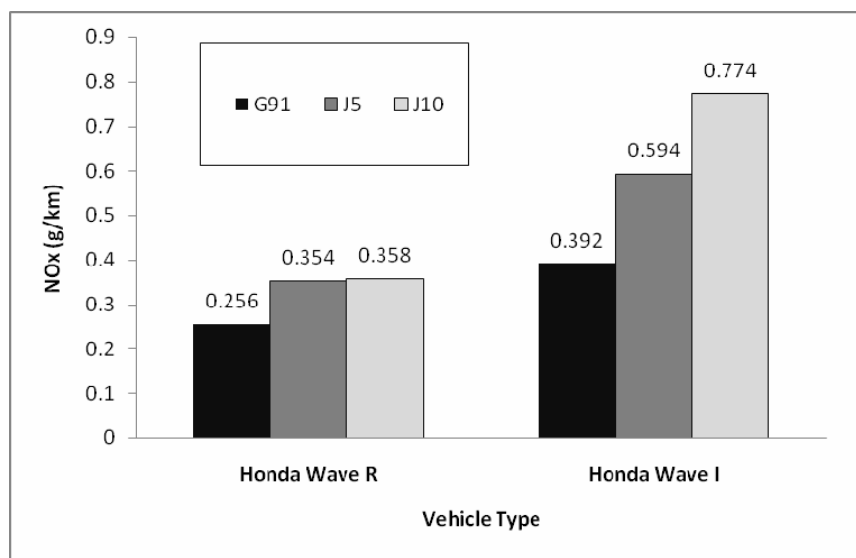
ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (กรัม/กิโลเมตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	1.130 ^b	0.497 ^a	1.145 ^b
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	0.716 ^b	0.409 ^a	0.888 ^c

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะให้ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ 0.256 กรัมต่อกิโลเมตร ซึ่งเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนสูงที่สุด คิดเป็น 0.358 กรัมต่อกิโลเมตร รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนเป็น 0.354 กรัมต่อกิโลเมตร ในทำนอง

เดียวกันที่รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดที่เชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนสูงที่สุด คิดเป็น 0.774 กรัมต่อกิโลเมตร รองลงมาคือเชื้อเพลิงผสมเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งให้ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนคิดเป็น 0.594 กรัมต่อกิโลเมตร และ 0.392 กรัมต่อกิโลเมตร ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่ถูกปล่อยออกมาจากรถทั้ง 2 ระบบ มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันพบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.28 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 39.84 โดยเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 เช่นเดียวกันในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.53 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 97.45

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมักจะเกิดจากการเผาไหม้ของส่วนผสมที่มีออกซิเจนเกินอัตราส่วนที่เหมาะสม (Stoichiometric Ratio) และเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ในสภาวะอุณหภูมิห้องเผาไหม้สูง ทำให้เกิดการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างอะตอมของไนโตรเจนกับอะตอมของออกซิเจนที่หลงเหลือ (อัมพร และคณะ, 2543) ในกรณีของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำนั้นถึงแม้ว่าอุณหภูมิของไอเสียจะต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 แต่เนื่องจากองค์ประกอบภายในตัว

น้ำมันสบูดำมีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบภายในตัวเชื้อเพลิงจึงช่วยในการเผาไหม้สมบูรณ์ได้ดีขึ้น และออกซิเจนยังสามารถรวมตัวกับไนโตรเจนเกิดเป็นก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมากขึ้นอีกด้วย จึงส่งผลต่อปริมาณของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนให้เพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยโปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้ ให้ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่มากกว่าและถือว่าแตกต่างจากน้ำมันเบนซิน 91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด พบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดส่งผลต่อปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นแสดงว่า หากยังใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมากขึ้นด้วย

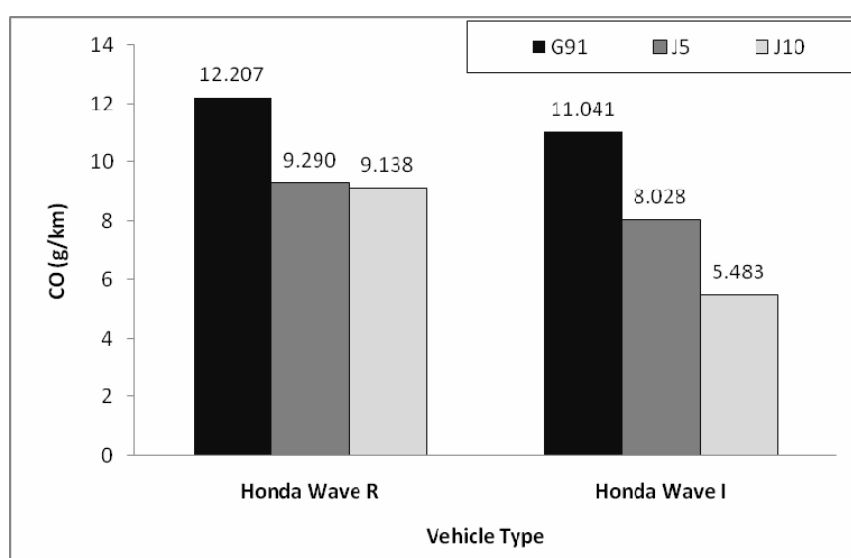
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (กรัม/กิโลเมตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	0.256 ^a	0.354 ^b	0.358 ^b
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	0.392 ^a	0.594 ^b	0.774 ^c

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์พบว่า ที่น้ำมันเบนซิน 91 จะให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 12.207 กรัมต่อกิโลเมตร เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 9.290 กรัมต่อกิโลเมตร และที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 9.138 กรัมต่อกิโลเมตร ในขณะที่รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดที่น้ำมันเบนซิน 91 ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 11.041 กรัมต่อกิโลเมตร ที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 8.028 กรัมต่อกิโลเมตร และที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 5.483 กรัมต่อกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากรถทั้ง 2 ระบบ มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันพบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลงร้อยละ 23.9 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะลดลงร้อยละ 25.14 โดยเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 เช่นเดียวกันในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลงร้อยละ 27.29 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะลดลงร้อยละ 50.34

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และเป็นก๊าซพิษที่เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์ที่ทำงานภายใต้ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงหนา เมื่อไม่มีออกซิเจนเพียงพอที่จะเปลี่ยนคาร์บอนทั้งหมดให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เชื้อเพลิงบางส่วนจะเผาไหม้และคาร์บอนจะก่อตัวเป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (สมรรถ, 2549) จากการทดสอบดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จะลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำมันสบู่มากขึ้น น่าจะเป็นผลจากการที่น้ำมันสบู่มากมีองค์ประกอบของออกซิเจนอยู่และมีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากขึ้น โดยออกซิเจนที่เพิ่มมากขึ้นช่วยให้คาร์บอนเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามไปด้วย ทำให้มีแนวโน้มการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยกว่าเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน 91

นอกจากนี้ นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยโปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 16 พบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่มากร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่น้อยกว่าและถือว่าแตกต่างจากน้ำมันเบนซิน 91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด พบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดส่งผลต่อปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

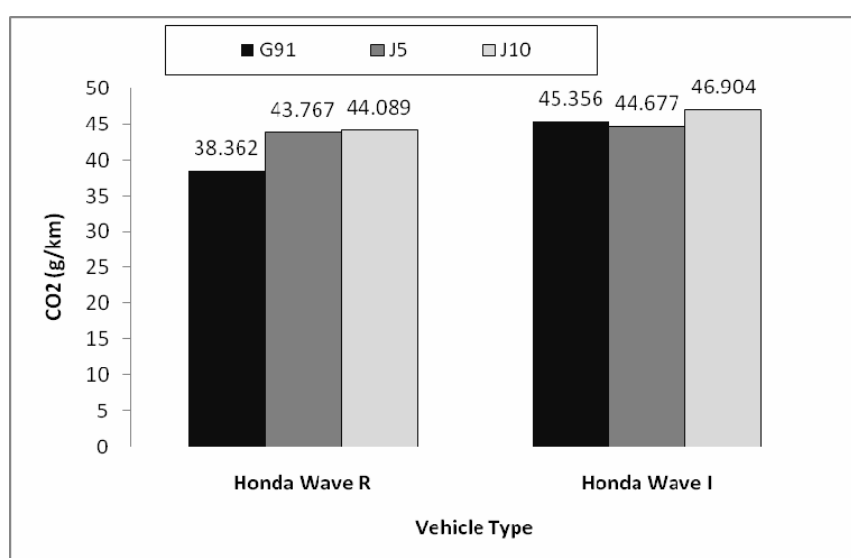
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (กรัม/กิโลเมตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	12.207 ^b	9.290 ^a	9.138 ^a
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	11.041 ^c	8.028 ^b	5.483 ^a

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ที่น้ำมันเบนซิน 91 มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 38.362 กรัมต่อกิโลเมตร เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 43.767 กรัมต่อกิโลเมตร ส่วนเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 44.089 กรัมต่อกิโลเมตร ในขณะที่รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดที่น้ำมันเบนซิน 91 ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 45.356 กรัมต่อกิโลเมตร เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 44.677 กรัมต่อกิโลเมตร และที่เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 46.904 กรัมต่อกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 41



ภาพที่ 41 ผลของประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากรถทั้ง 2 ระบบพบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.09 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.93 โดยเทียบกับน้ำมันเบนซิน 91 ส่วนในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลงร้อยละ 1.5 และเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.41

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีปริมาณมากขึ้นตามอัตราส่วนของน้ำมันสบู่มากกว่าที่ผสมเข้าไป ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถือได้ว่าเป็นตัวชี้วัดถึงการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จากสมการการเผาไหม้ เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่มากกว่าจึงมีส่วนช่วยในการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เนื่องจากน้ำมันสบู่มากกว่ามีองค์ประกอบของออกซิเจนอยู่นอกจากนี้ น้ำมันสบู่มากกว่าถือว่าเป็นพลังงานทดแทนตามธรรมชาติ จึงสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม

นอกจากนี้ นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยโปรแกรม SPSS แสดงดังตารางที่ 17 พบว่า ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่มากกว่าร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่น้ำมันผสมทั้งสองอัตราส่วนนี้ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่าและถือว่าแตกต่างจากน้ำมันเบนซิน 91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดพบว่า น้ำมันเบนซิน 91 และเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่มากกว่าร้อยละ 5 ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยกว่าและถือว่าแตกต่างจากเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่มากกว่าร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบทั้งสามชนิด

ประเภทรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กรัม/กิโลเมตร)		
	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ (Honda Wave R)	38.362 ^a	43.767 ^b	44.089 ^b
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด (Honda Wave I)	45.356 ^a	44.677 ^a	46.904 ^b

หมายเหตุ ^{a b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

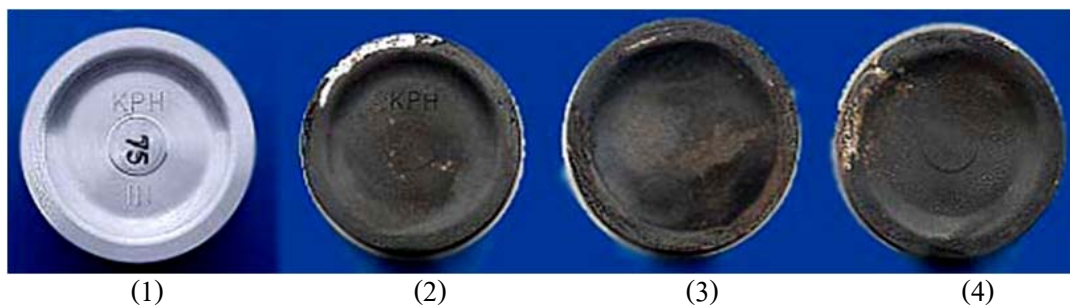
3. ผลกระทบภายหลังการเผาไหม้ในกระบอกสูบ

3.1 ผลวิเคราะห์สภาพชิ้นส่วนเครื่องยนต์โดยใช้ภาพถ่ายเปรียบเทียบ

ภายหลังจากการทดสอบที่สภาวะการทดสอบขับจีจริงเป็นระยะทาง 1,000 กิโลเมตร และการทดสอบในห้องปฏิบัติการบนแท่นทดสอบแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด แล้วทำการถอดแยกชิ้นส่วน และสังเกตลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนต่างๆ ของการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำกับเครื่องยนต์นั้น จะพบว่า ในรถจักรยานยนต์ทั้งสองระบบ มีคราบเขม่าที่เกาะอยู่บนหัวลูกสูบ ฝาสูบ ด้านวาล์วไอดีและไอดีเสีย หนากว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 (เบนซิน 91) ดังภาพที่ 42 และภาพที่ 43 โดยมีลักษณะเป็นคราบเขม่าดำและเหนียว ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำมันสบูดำมีปริมาณยางเหนียวปนอยู่ จึงทำให้เกิดการหลุดก้างในห้องเผาไหม้และจับตัวกันเป็นเขม่าหนาและเหนียว



ภาพที่ 42 ผิวหน้าของลูกสูบภายหลังจากการทดสอบในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์เมื่อใช้เชื้อเพลิงทดสอบชนิดต่างๆ (1) ลูกสูบไม่ผ่านการใช้งาน (2) น้ำมันเบนซิน 91 (3) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 (4) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10



ภาพที่ 43 ผิวหน้าของลูกสูบหลังจากการทดสอบในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดเมื่อใช้เชื้อเพลิงทดสอบชนิดต่างๆ (1) ลูกสูบไม่ผ่านการใช้งาน (2) น้ำมันเบนซิน 91 (3) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 (4) เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10

3.2 การวิเคราะห์เขม่าที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าลูกสูบและห้องเผาไหม้

การวิเคราะห์เขม่าที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าลูกสูบและห้องเผาไหม้ทำเพื่อวิเคราะห์ว่าปริมาณธาตุใดในน้ำมันทดสอบที่ส่งผลให้เกิดคราบเขม่าตกค้าง จึงได้ส่งตัวอย่างคราบเขม่าไปวิเคราะห์ถึงปริมาณธาตุตกค้าง โดยใช้เครื่องมือ Energy Dispersive X-ray Spectrometer (EDS) ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วิศวกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 18

ตารางที่ 18 ปริมาณธาตุโลหะหนักที่พบโดยน้ำหนักรวมในคราบเขม่าที่เกิดจากการใช้งาน

Sample		ปริมาณธาตุที่พบโดยน้ำหนัก										
		C	O	Na	Al	S	Si	Cl	Ca	Fe	Ni	Zn
Honda Wave 125R (Carburetor)	G91	62	23.5	-	0.98	-	-	0.24	6.91	2	-	4.32
	J5	62.5	25.3	-	1.33	-	0.47	0.51	4.04	0.37	-	5.5
	J10	68.8	23.3	-	0.48	-	-	0.35	1.36	-	-	5.64
Honda Wave 125I (Injection)	G91	21	26.3	0.45	0.66	0.1	0.19		1.66	0.73	0.37	5.6
	J5	21.3	22.5	1.56	0.47	-	-	0.22	1.85	-	1.13	10.5
	J10	23.8	24.8	-	1.7	-	-	1.1	2.47	-	-	16.1

ที่มา: ห้องปฏิบัติการฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2551)

จากการทดสอบดังกล่าวเมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่า ปริมาณน้ำมันสบู่อัดที่ผสมกับน้ำมันเบนซินนั้นส่งผลทำให้ธาตุองค์ประกอบประเภทคาร์บอน (C) ตกค้างมากขึ้นกว่าการใช้งานน้ำมันแก๊สโซลีนหรือน้ำมันเบนซิน 91 (G91) ส่วนปริมาณธาตุองค์ประกอบอื่น ๆ นั้นจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจนเท่าใดนัก จากการทดสอบดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าการใช้รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์และระบบหัวฉีด กล่าวคือในการจัดส่วนผสมของน้ำมันของระบบคาร์บูเรเตอร์จะให้ปริมาณคาร์บอนที่เหลืตกค้างจากการเผาไหม้มากกว่าการใช้ระบบหัวฉีดในการจัดส่วนผสมอีกด้วย

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพหัวเทียนหลังจากผ่านการใช้งานแล้ว (Sparking Test)

ทำการส่งตัวอย่างของหัวเทียนที่ผ่านการใช้งานไปทำการวิเคราะห์ยังบริษัทผู้ผลิต (บริษัท สยาม เอ็นจิ เค สปาร์คปลั๊ก จำกัด) เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติของหัวเทียนหลังการใช้งาน จากการทดสอบพบว่า หัวเทียนหลังจากผ่านการใช้งานของน้ำมันเบนซินผสมสบู่อัดร้อยละ 5 (J5) มีคราบเขม่าไม่ต่างจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐาน และหัวเทียนยังมีการจุดที่ดีสามารถนำไปใช้งานต่อไปได้ในระดับหนึ่ง แต่ลักษณะหัวเทียนของน้ำมันเบนซินผสมสบู่อัดร้อยละ 10 (J10) มีเขม่าเกาะบริเวณหัวเทียนอยู่ในปริมาณมากกว่าปกติ เชื้อหัวเทียนมีคราบเขม่าดำเกิดขึ้น เมื่อทดสอบการจุดติดพบว่า หัวเทียนเริ่มมีอาการจุดติดผิดปกติและมีการสปาร์คที่ระหว่างเขี้ยวกับแกนกลางสลับกับวิ่งลงกราวด์ ดังแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเทียน

Item	Spec	Inspection	Gasoline 91		Gasoline-Jatropha Blended 5%		Gasoline-Jatropha Blended 10%	
			Honda Wave	Honda Wave	Honda Wave	Honda Wave	Honda Wave	Honda Wave
			125R	125i	125R	125i	125R	125i
Insulation resistance	$\geq 500 \text{ M}\Omega$	Multimeter	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Sparking	$\geq 8 \text{ kg/cm}^2$	Sparking M/C	11.5	11.5	11.5	8.5	7.5	4.5
Inside Resistance	$3.0\text{-}7.5 \text{ k}\Omega$	Resistant Meter	4.039	5.438	5.720	4.832	4.818	4.730
		Judge ment	OK	OK	OK	OK	NG	NG

ที่มา: บริษัท สยาม เอ็นจีเค สปาร์คปลั๊ก จำกัด (2551)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

สรุปผลการวิจัยการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำกับรถจักรยานยนต์

1. เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนการผสมน้ำมันเบนซินกับน้ำมันสบูดำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ และความหนืด พบว่า เมื่อทำการผสมน้ำมันสบูดำในอัตราส่วนที่มากกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร จะทำให้คุณสมบัติของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความหนืดที่มีค่ามากขึ้นตามอัตราส่วนของสบูดำที่ผสมเข้าไป

2. จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำ กับมาตรฐานน้ำมันเบนซินปีโตรเลียมออกเทนัมเบอร์ 91 (น้ำมันเบนซิน 91) ของกรมธุรกิจพลังงาน พบว่า ค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของเชื้อเพลิงใกล้เคียงกันในส่วนของการกลั่น (Distillation) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิการกลั่นใกล้เคียงกัน ในขณะที่น้ำมันผสมแก๊สโซลีน-สบูดำ 5% มีค่า Residue มากกว่าน้ำมันพื้นฐาน เนื่องจากน้ำมันสบูดำมียางเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่ภายใน เมื่อทดสอบค่า Octane Number จะพบว่าน้ำมันผสมมีค่า Research Method (RON) และ Motor Method (MON) ที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติน้ำมันแก๊สโซลีนปีโตรเลียมออกเทน 91 และยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนด

3. ในด้านของสารมลพิษ (ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน) และระดับเสียง เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดโดยกรมการขนส่งทางบกพบว่า การใช้น้ำมันเบนซินผสมสบูดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ตรวจวัดซึ่งกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไม่เกินร้อยละ 4.5 ปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ไม่เกิน 10,000 ppm และระดับเสียงไม่เกิน 95 dB

4. การทดสอบปริมาณสารมลพิษ ทำการทดสอบโดยนำรถจักรยานยนต์วิ่งบนแท่นทดสอบด้วยรูปแบบการวิ่งที่จำลองลักษณะการขับขี่แบบกรุงเทพฯ (Bangkok driving cycle test) เมื่อใช้น้ำมันผสมเบนซิน-สบูดำจะสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ แต่ปริมาณก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนที่ค่าเพิ่มมากขึ้น ส่วนก๊าซไฮโดรคาร์บอนในเชื้อเพลิง J5 มีค่าลดลงแต่เชื้อเพลิง J10 มีค่าเพิ่มขึ้น

5. เมื่อนำเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำมาทดสอบในรถจักรยานยนต์โดยการขับจีจิ้ง พบว่าเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 5 สามารถใช้ได้ทั้งเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ และระบบหัวฉีด เครื่องยนต์เดินเรียบ ไม่มีอาการสะดุดหรือสั่นแต่ประการใด แต่กลิ่นของไอเสียที่เกิดขึ้นมีกลิ่นคล้ายกับการเผาไหม้ของน้ำมันพืช ในส่วนของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำร้อยละ 10 พบว่าเครื่องยนต์สามารถใช้งานได้ดี เครื่องยนต์เดินเรียบไม่พบอาการสะดุด แต่เมื่อผ่านการใช้งานไประยะหนึ่งพบอาการเครื่องยนต์สตาร์ทติดยากเนื่องจากมีปริมาณเขม่าตกค้างในเครื่องยนต์สูงกว่าการใช้งานเบนซิน 91

6. โดยสรุปแล้ว น้ำมันสบูดำร้อยละ 5 โดยปริมาตรในน้ำมันเบนซิน 91 (น้ำมันสบูดำต่อ น้ำมันเบนซิน = 5 : 95) สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ได้โดยไม่มีปัญหา โดยการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามปกติที่ผู้ผลิตแนะนำการใช้งานที่กล่าวไว้ข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุน้ำมันสบูดำดิบ หรือน้ำมันเบนซินผสมน้ำมันสบูดำควรจะต้องปิดให้สนิททุกครั้ง เนื่องจากน้ำมันสบูดำมีคุณสมบัติที่สามารถเกิดการเหิน ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นซึ่งถ้าค่าความเป็นกรดสูงมากๆ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้

2. ปริมาณกาตะก่อนคาร์บอนที่สูงกว่าปกติในน้ำมันสบูดำจะส่งผลให้ปริมาณเขม่าในห้องเผาไหม้สูงขึ้นอาจทำให้เกิดปัญหาต่อระบบเผาไหม้ได้หากใช้ในอัตราส่วนน้ำมันสบูดำสูงควรนำน้ำมันสบูดำไปกำจัดขางเหนียวออกเสียก่อนที่จะนำมาทำการทดสอบ

3. การศึกษาวิจัยดังกล่าวเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันสบูดำผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 โดยมีการขับจีเบื่องต้นในระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการทดสอบที่สั้น อาจไม่เพียงพอที่จะสรุปผลกระทบต่อเครื่องยนต์ที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้น เพื่อให้การศึกษาดังกล่าวมีความถูกต้องจึงควรทำการศึกษาถึงผลกระทบต่อเครื่องยนต์ระยะยาวด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2549. **สบู่ดักกับน้ำมันดีเซล**. แหล่งที่มา <http://www.doa.go.th> , 2 มีนาคม 2549.

ฝ่ายบริการหลังการขาย บริษัท เอ. พี. ฮอนด์ จำกัด. 2550. **พื้นฐานเครื่องยนต์ 4 จังหวะและเทคโนโลยีเครื่องยนต์ฮอนด้า**. ครั้งที่ 1.

ชนวัฒน์ ศรีรักษา และ จินดา เจริญพรพาณิชย์. 2551. **จักรยานยนต์เชื้อเพลิงเอทานอล**. รวมบทความวิชาการ การประชุมวิชาการเครือข่ายเครื่องกลครั้งที่ 22.

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2536. **หลักการทำงาน และการบำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็ก**. ครั้งที่ 1. ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ธัญญา จันทร์ประสพชัย. 2538. **การศึกษาเปรียบเทียบสารมลพิษในไอเสียของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะและสี่จังหวะ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นพดล เวชวิฐาน. 2549. **ทฤษฎี ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์**. ครั้งที่ 6. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

ปฐมมา จาดกานนท์, กล้าณรงค์ ศรีรอด, Laurent Vaysse, ศิริลักษณ์ เลี้ยงประยูร. 2548. **กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบและสมบัติของน้ำมันสบู่ดำและเมทิลเอสเทอร์**.

ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ปานเพชร ชินินทร. 2544. **เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น**. ครั้งที่ 1. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, หจก. เม็ดทรายพรินต์.

พูลพร แสงบางปลา. 2525. **การใช้เชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์และยานพาหนะขนส่งในประเทศไทย**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร, สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2525. การใช้น้ำมันสบู่น้ำมันเครื่องยนต์ดีเซล. ครั้งที่ 1.

สมรัฐ เกิดสุวรรณ. 2549. การเผาไหม้และควบคุมมลพิษ. ครั้งที่ 1. บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, บริษัท พี เอ็น เค แอนด์ สกายพริ้นติ้งส์ จำกัด.

แสนศักดิ์ ดันดิบุญทวีวัฒน์. 2544. การประเมินสภาพรถจักรยานยนต์ในเขตกรุงเทพมหานครและการศึกษาผลกระทบจากการปรับสภาพรถจักรยานยนต์ต่อความเปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษในไอเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วีระศักดิ์ กรีชัยเชียร. 2543. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ทฤษฎีและการคำนวณ. วิทยพัฒน์, กรุงเทพฯ. แปลจาก เฮย์วูด, จอห์น บี. 2543. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill, Inc.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์, ศรีwana นิมุลชาติ, เรณู เอี่ยมชนาภรณ์. 2526. การเตรียมน้ำมันสบู่น้ำมันสำหรับเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล. น. 1-17. โครงการวิจัยพืชเพื่อการพลังงานและอุตสาหกรรม ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศรีณรงค์ ตู๋ทองคำ, ธิตี ธาตรีนันท์ และ พงษ์วุฒิ สิทธิผล. 2524. ทฤษฎีเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. ครั้งที่ 1. พีเอ็ด, กรุงเทพฯ.

ศิริพร ประเสริฐสุข, สุกัลยา ชัยรัตนงามเดช. 2549. การลดความหนืดของน้ำมันสบู่น้ำมันโดยการผสมสารละลายอินทรีย์และการทำไบโอดีเซล. รายงานปัญหาพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภชัย กุลมุตติวัฒน์. 2547. ผลกระทบของการใช้เชื้อเพลิงเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีต่อเครื่องยนต์ดีเซล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อนุศิษฐ์ อัมมานะตระกูล, บรรจบ อรชรและประมวล รอนยุทธ. 2551. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซิน 4 ช่วงชักและเครื่องยนต์เบนซิน 6 ช่วงชัก ในรถจักรยานยนต์ขนาด 100 ซีซี. รวมบทความการประชุมเชิงวิชาการ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46. (1): 119-126.
- อจลรา นรนนันท์. 2545. ผลกระทบการใช้เอทานอลผสมน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสารมลพิษในไอเสียของรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาทรณสุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมพร ภัคดีชาติ เกษม ประพฤติธรรม บุญทัน สมนึก คำนึ่ง สาขากร. 2543. เครื่องยนต์ **Automotive Engine**. ศูนย์หนังสืออาชีวะศึกษา. ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ
- อุทัย อึ้งเจริญ. 2548. การเปรียบเทียบสมรรถนะและมลพิษไอเสียระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันเบนซินกับแก๊สโซลีนที่มีค่าออกเทนต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน.
- Pramanik, K. 2003. Properties and use of *Jatropha curcas* oil and diesel fuel blends in compression ignition engine. **Renewable Energy** 28(2003) 239-248.
- Tsai, J.H., Y.C. Hsu, H.C. Weng, W.Y. Lin, F.T. Jeng. 2000. Air pollutant emission factors from new and in-use motorcycles. **Atmospheric Environment** 34(2000) 4747-4754.
- Takeda, Y., M. Okada and R. Pasbutch. 1981. **Interin report on the study of *Jatropha curcas* oil as a substitute for engine fuel in Thailand**. Eng. Div. Dep. of Agr., Bangkok, Thailand.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบ

ตารางผลการทดสอบและรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเชื้อเพลิง

ตารางผนวกที่ ก1 ผลการทดสอบหาค่าความหนืดของเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง
เบนซิน-สบูดำต่างๆ

ตัวอย่าง	ค่าความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส (cSt)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำมันสบูดำ	44.25	46.89	45.9	45.68
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (10:90)	27.56	27.45	27.01	27.34
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (30:70)	11.34	9.76	10.13	10.41
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (40:60)	7.76	7.58	6.44	7.26
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (50:50)	6.56	6.42	5.14	6.04
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (60:40)	4.75	4.05	4.01	4.27
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (70:30)	3.12	3.17	2.98	3.09
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (90:10)	0.71	0.72	0.7	0.712
น้ำมันเบนซิน:สบูดำ (95:5)	0.66	0.66	0.63	0.648
น้ำมันเบนซิน 91	-	-	-	0.61

ตารางผนวกที่ ก2 ผลการตรวจสอบมลพิษทางอากาศและเสียงรถจักรยานยนต์ สำนักวิศวกรรม
และความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก

ประเภท รถจักรยานยนต์	ประเภทน้ำมัน เชื้อเพลิง	ครั้งที่	เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด			หมายเหตุ
			CO (%)	HC(ppm)	ระดับเสียง(dB)	
			4.5%	10,000 ppm	95 dB	
รถจักรยานยนต์ ระบบ คาร์บูเรเตอร์ Honda Wave R	น้ำมันแก๊สโซลีน 91 (G91)	1	2.52	410	88.8	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
		2	2.87	190	89.4	"
		3	2.55	270	89.3	"
		เฉลี่ย	2.647	223.33	89.167	"
	เชื้อเพลิงผสม น้ำมันเบนซิน-สบู ค่า 5 % (J5)	1	1.76	65	95.0	"
		2	1.08	70	91.0	"
		3	2.63	130	93.5	"
		เฉลี่ย	1.823	88.333	93.2	"
	เชื้อเพลิงผสม น้ำมันเบนซิน-สบู ค่า 10 % (J10)	1	2.21	250	90.0	"
		2	0.86	40	88.8	"
		3	1.33	50	86.8	"
		เฉลี่ย	1.467	113.333	88.5	"
รถจักรยานยนต์ ระบบหัวฉีด Honda Wave I	น้ำมันแก๊สโซลีน 91 (G91)	1	0.71	50	87.5	"
		2	0.28	110	87.6	"
		3	0.79	40	89.2	"
		เฉลี่ย	0.593	66.667	88.1	"
	เชื้อเพลิงผสม น้ำมันเบนซิน-สบู ค่า 5 % (J5)	1	0.34	55	79.1	"
		2	0.23	50	91.2	"
		3	0.17	40	89.0	"
		เฉลี่ย	0.243	48.333	86.433	"
	เชื้อเพลิงผสม น้ำมันเบนซิน-สบู ค่า 10 % (J10)	1	0.14	120	91.1	"
		2	0.19	30	90.5	"
		3	0.09	30	89.2	"
		เฉลี่ย	0.14	60	90.267	"

ตารางผนวกที่ ก3 ผลการตรวจวัดสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ระบบการจ่ายน้ำมัน
เชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ
กรมควบคุมมลพิษ

สารมลพิษ	รูปแบบการ ขับเคลื่อน กรุงเทพฯ	ปริมาณสารมลพิษ (กรัม/กิโลเมตร)		
		G91	J5	J10
ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (THC)	Phase 1	1.216	0.524	1.155
	Phase 2	1.099	0.484	1.158
	Phase 3	1.076	0.485	1.121
	Avg	1.130	0.498	1.145
ก๊าซออกไซด์ของ ไนโตรเจน (NO _x)	Phase 1	0.296	0.374	0.369
	Phase 2	0.239	0.349	0.344
	Phase 3	0.233	0.339	0.362
	Avg	0.256	0.354	0.358
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	Phase 1	10.348	7.792	8.235
	Phase 2	11.898	9.011	8.975
	Phase 3	14.374	11.067	10.205
	Avg	12.207	9.290	9.138
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	Phase 1	44.290	49.721	48.963
	Phase 2	34.837	41.269	40.486
	Phase 3	35.960	40.310	42.817
	Avg	38.362	43.767	44.089

ตารางผนวกที่ ก4 ผลการตรวจวัดสารมลพิษไอเสียในรถจักรยานยนต์ระบบการจ่ายน้ำมัน
เชื้อเพลิงแบบ หัวฉีด ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ
กรมควบคุมมลพิษ

สารมลพิษ	รูปแบบการ	ปริมาณสารมลพิษ (กรัม/กิโลเมตร)		
	ขับเคลื่อน	G91	J5	J10
	กรุงเทพฯ			
ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (THC)	Phase 1	0.765	0.436	1.006
	Phase 2	0.705	0.401	0.868
	Phase 3	0.677	0.389	0.791
	Avg	0.716	0.409	0.888
ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx)	Phase 1	0.411	0.597	0.747
	Phase 2	0.382	0.589	0.784
	Phase 3	0.383	0.597	0.791
	Avg	0.392	0.594	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	Phase 1	9.888	7.600	4.525
	Phase 2	10.666	7.527	5.285
	Phase 3	12.568	8.957	6.639
	Avg	11.041	8.028	5.483
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)	Phase 1	50.759	49.177	50.902
	Phase 2	42.561	41.911	44.556
	Phase 3	42.748	42.944	45.254
	Avg	45.356	44.677	46.904

ตารางผนวกที่ ก5 ผลการทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ห้องปฏิบัติการตรวจวัด
มลพิษจากยานพาหนะ กรมควบคุมมลพิษ

ประเภท รถจักรยานยนต์	รูปแบบการขับ ขี่แบบ กรุงเทพฯ	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร)					
		Carbon Balance			วิธีช่วงมวลที่เปลี่ยนแปลง		
		G91	J5	J10	G91	J5	J10
รถจักรยานยนต์	Phase 1	42.04	39.16	36.60	49.77	43.88	43.62
ระบบ	Phase 2	47.49	43.74	41.19	48.19	44.56	39.02
คาร์บูเรเตอร์	Phase 3	43.70	42.06	38.45	40.49	42.63	42.19
(Honda Wave R)	Avg	44.15	41.69	38.61	46.15	43.69	41.61
รถจักรยานยนต์	Phase 1	39.40	39.87	34.90	42.58	40.66	38.76
ระบบหัวฉีด	Phase 2	43.98	45.30	38.41	47.99	44.13	41.43
(Honda Wave I)	Phase 3	41.88	42.77	36.71	42.39	46.55	41.25
	Avg	41.75	42.59	36.64	44.32	43.78	40.48

PTT Public Company Limited
PTT Research and Technology Institute



Petroleum Products and
Alternative Fuels Research Department

71 Moo 2 Phahonyothin Rd., Wangnoi, Ayutthaya 13170 Tel. 0-2537-3000 Ext. 8183 Fax. 0-2537-3000 Ext. 8146

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Company/Customer's Name : คุณณัฐวุฒิ ศศิธร, โครงการ เค-ยู ไบโอดีเซล

Address : ม.เกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900

Certificate Number	FLA-F066/51	Page Number	1/1
Reference Number	100-101/51	Sample Received Date	13/05/51
Sample ID	FA-566/51	Sample Condition	Good
Sample Name	น้ำมันผสม สบู่ดำ-เบนซิน 5%	Operator's Name	AD

Item	Property	Unit	Test Method	Result
1	Distillation		ASTM D86	
	IBP	°C		35.7
	10% Evaporated	°C		55.4
	50% Evaporated	°C		97.8
	85% Evaporated	°C		163.9
	End point	°C		183.4
	Residue	%vol.		11.7

Remarks :

Reported By : UW

Approved By :

Mr. T.
(Mr. Wichian Tantithumpoosit)

Specialist

Date of Issue : 23 May 2008

This certificate of analysis is referred to only submitted sample(s). It is your responsibility to use herein results in any purposes. This certificate shall not be reproduced, except in full, and herein results shall not be used for advertising or public relation without the written approval of the Specialist or Department Manager.

FR-RTI-SP-023-001

Revision 2 10/04/51

ภาพผนวกที่ ก1 ใบแสดงผลการทดสอบค่าการกลั่นตัวของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ
ร้อยละ 5

PTT Public Company Limited
PTT Research and Technology Institute



Petroleum Products and
Alternative Fuels Research Department

71 Moo 2 Phahonyothin Rd., Wangnoi, Ayutthaya 13170 Tel. 0-2537-3000 Ext. 8183 Fax. 0-2537-3000 Ext. 8146

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Company/Customer's Name : คุณณัฐวุฒิ ศศิธร, โครงการ เค-ยู ไบโอดีเซล

Address : ม.เกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ 50 พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900

Certificate Number	FLA-F067/51	Page Number	1/1
Reference Number	100-101/51	Sample Received Date	13/05/51
Sample ID	FA-567/51	Sample Condition	Good
Sample Name	น้ำมันผสม สบู่ดำ-เบนซิน 10%	Operator's Name	AD

Item	Property	Unit	Test Method	Result
1	Distillation		ASTM D86	
	IBP	°C		35.7
	10% Evaporated	°C		51.9
	50% Evaporated	°C		92.1
	90% Evaporated	°C		172.9
	End point	°C		331.4
	Residue	%vol.		1.0

Remarks :

Reported By : UW

Approved By :

W. T.
(Mr. Wichian Tantithumposit)

Specialist

Date of Issue :

23 May 2008

This certificate of analysis is referred to only submitted sample(s). It is your responsibility to use herein results in any purposes. This certificate shall not be reproduced, except in full, and herein results shall not be used for advertising or public relation without the written approval of the Specialist or Department Manager.

RTI-SP-023-001

Revision 2 10/04/51

ภาพผนวกที่ ก2 ใบแสดงผลการทดสอบค่าการกลั่นตัวของเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ
ร้อยละ 10



PTT PUBLIC COMPANY LIMITED

PTT Research & Technology Institute

71 Moo 2, Pahon Yo Thin Rd. km 78, Wang Noi, Ayuttaya 13170 THAILAND Tel. (662)537-3000

FAX (662)537-3000 Ext. 8316

Energy Application Technique and Engine Lab Department

TEST REPORT

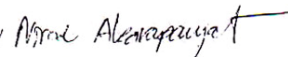
Test Number : CFR-2008 - 17
 Test Cell Number : TB111
 Sample Description : น้ำมันผสม สบู่ดำ-เบนซิน 5 เปอร์เซนต์
 Customer : Kasetsart University Department of Chemical Engineering
 Faculty of Engineering .
 Customer Address : 50 Phaholyothin Bangkok 10900
 Sample Received Date : May 15 , 2008
 Tested Date : June 2, 2008

Test Item	Methods	Result
Octane Number, Research Method (RON)	ASTM D 2699	90.6
Octane Number, Motor Method (MON)	ASTM D 2700	81.9
Cetane Number (CN)	ASTM D 613	-

REMARK

Tested by 
 (Chaivat Pranpaew)
 Technician

June 3, 2008

Approved By 
 (Nirod Akarapanjavit)
 Vice President,
 Energy Application Technique and Engine Lab Department

June 3, 2008

This test result is referred to only submitted sample.

(File Name: CFRTESLE.DOC) Revised as 2/5/2008

ภาพผนวกที่ ก3 ใบแสดงผลการทดสอบค่าเลขออกเทนผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำร้อยละ 5



PTT PUBLIC COMPANY LIMITED

PTT Research & Technology Institute

71 Moo 2, Pahon Yo Thin Rd. km 78, Wang Noi, Ayutthaya 13170 THAILAND Tel. (662)537-3000

FAX (662)537-3000 Ext. 8316

Energy Application Technique and Engine Lab Department

TEST REPORT

Test Number : CFR-2008 - 18
 Test Cell Number : TB111
 Sample Description : น้ำมันผสม สบู่น้ำมันเบนซิน 10 เปอร์เซนต์
 Customer : Kasetsart University Department of Chemical Engineering
 Faculty of Engineering .
 Customer Address : 50 Phaholyothin Bangkok 10900
 Sample Received Date : May 15 , 2008
 Tested Date : June 2, 2008

Test Item	Methods	Result
Octane Number, Research Method (RON)	ASTM D 2699	90.6
Octane Number, Motor Method (MON)	ASTM D 2700	82.0
Cetane Number (CN)	ASTM D 613	-

REMARK

Tested by 
 (Chaiwat Pranpaew)

Technician

June 3, 2008

Approved By 
 (Nirod Akarapanavit)

Vice President,

Energy Application Technique and Engine Lab Department

June 3, 2008

This test result is referred to only submitted sample.

(File Name: CFRTESLE.DOC) Revised as 2 5 2008

ภาพผนวกที่ ก4 ใบแสดงผลการทดสอบค่าเลขออกเทนผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่น้ำมัน 10



ที่ พน 0405/ 2278

สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง
ถนนนนทบุรี 1 อำเภอเมือง
จังหวัดนนทบุรี 11000

30 ธ.ค. 2551

เรื่อง ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน

①

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

อ้างถึง หนังสือที่ ศธ.0513.10805/980 ลงวันที่ 14 ตุลาคม 2551

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาตารางสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน จำนวน 2 ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้จัดส่งตัวอย่างน้ำมันเบนซินออกเทน 91 เอทานอล 100% น้ำมันผสม เบนซิน+เอทานอล 85% น้ำมัน แก๊สโซฮอล์ E 85 น้ำมันผสม เบนซิน+สบูดำ 5% น้ำมันผสม เบนซิน+สบูดำ 10% และน้ำมันสบูดำ 100% ชนิดละ 1 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง เพื่อให้สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงทำการตรวจวัด ค่าคุณสมบัติเชื้อเพลิงในรูปแบบแก๊สโซฮอล์ รายละเอียดดังกล่าวแล้ว นั้น

สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง ได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพตัวอย่างน้ำมันฯ ดังกล่าว แล้ว รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

④ เรือง อ.อ. อ.อ.อ.อ.อ.

เพื่อโปรดทราบ

ส.อ.อ.อ.อ.อ.อ.อ. ①

13 ม.ค. 52

(นายปราโมทย์ ญาณทัชชะ)

ผู้อำนวยการสำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

ส่วนตรวจวิเคราะห์

โทรศัพท์ 0 2547 4317-20

โทรสาร 0 2547 4320

โครงการ ธพ. : บัณฑิตคุณภาพ ปลอดภัย นำไปบริการ

ภาพผนวกที่ 5 จดหมายแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน

ตารางสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพ

ตัวอย่าง รับ เลขที่	ชนิด น้ำมัน	แหล่งที่มา	จังหวัด ที่ จัดเก็บ	ผลการตรวจสอบ														สี
				การกลั่น (° c)				RON	MON	RVP (kPa)	OXY (% vol)	S (%wt)	ARO (% vol)	BEN (% vol)	W (%wt)	EtOH (% vol)		
				10%	50%	90%	EP											
31/52	เอทานอล 100%	ม.เกษตรศาสตร์	กรุงเทพฯ	-	-	-	-	>100	-	15.7	-	0.00	-	-	0.13	99.33	ไม่มีสี	
32/52	น้ำมันผสม เบนซิน + เอทานอล 85%	"	"	74	78	78	80	>100	-	33.6	-	0.00	4.99	0.31	0.17	78.88	แดง	
33/52	น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85	"	"	71	78	79	80	>100	-	39.2	-	0.00	6.26	0.27	0.16	73.94	แดง	
34/52	น้ำมันผสม เบนซิน + สบู่ดำ 5%	"	"	53	92	164	212	-	80.5	62.4	0.51	0.01	-	-	0.03	-	แดง	
35/52	น้ำมันผสม เบนซิน + สบู่ดำ 10%	"	"	56	102	294	>303	-	84.6	60.5	2.49	0.01	-	-	0.03	-	แดง	
36/52	น้ำมันสบู่ดำ 100%	"	"	ตรวจเฉพาะปริมาณความร้อน (Gross Heat of Combustion) = 9,523.28 cal/g														
		หมายเหตุ	1. ตัวอย่างที่ 34/52 และ 35/52 ทากน้ำมัน = 3.5 และ 5.5 ml ตามลำดับ														รับรองสำเนาถูกต้อง	
			2. ตัวอย่างที่ 36/52 (น้ำมันสบู่ดำ 100 %) ปริมาณความร้อน = 9,523.28 cal/g														พรพนธ์ งามโพธิ์	
			3. ตัวอย่างที่ 34/52 วิเคราะห์ค่าออกซิเจนเนตพบพืค ethanol และ methyl tertiary butyl ether (MTBE)														(นางสาวประภาศรี สุนทรโตมา)	
			4. ตัวอย่างที่ 35/52 วิเคราะห์ค่าออกซิเจนเนตพบพืค methyl tertiary butyl ether (MTBE)														นักวิทยาศาสตร์ ว	

หมายเหตุ EP = จุดเดือดสุดท้าย RON = ออกเทนโดยวิธีวิจัย RVP = ความดันไอ S = กำมะถัน OXY = สารออกซิเจนเนต ARO = สารอะโรมาติก
BEN = เบนซิน W = น้ำ EtOH = เอทานอลแปลงสภาพ

ภาพผนวกที่ 67 แสดงภาพตารางสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ

การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเทียนจากการใช้น้ำมันเบนซินผสมกับสบู่ดำ

Items	spec	Inspection	Motorcycle	Gasoline 91		Gasoline-Jatropha Blended 5%		Gasoline-Jatropha Blended 10%	
				HONDA WAVE 125R	HONDA WAVE 125i	HONDA WAVE 125R	HONDA WAVE 125i	HONDA WAVE 125R	HONDA WAVE 125i
			Parts No.	CPR6EA-9	CPR6EA-9	CPR6EA-9	CPR6EA-9	CPR6EA-9	CPR6EA-9
Insulation resistance	$\geq 500 \text{ M}\Omega$	Multimeter		∞	∞	∞	∞	∞	∞
Sparking	$\geq 8 \text{ kg/cm}^2$	Sparking M/C		11.5	11.5	11.5	8.5	7.5	4.5
Inside Resistance	3.0 – 7.5 k Ω	Resistant Meter		4.039	5.438	5.720	4.832	4.818	4.730
		Judge ment		OK	OK	OK	OK	NG	NG

สรุป

Gasoline 91

Gasoline-Jatropha Blended 5%

Gasoline-Jatropha Blended 10%

Wave125R
Wave125i

Wave125R
Wave125i

Wave125R
Wave125i

การสปาร์คยังสปาร์คได้ดี สามารถนำไปใช้งานต่อไปได้
การสปาร์คยังสปาร์คได้ดี สามารถนำไปใช้งานต่อไปได้

การสปาร์คยังสปาร์คได้ดี สามารถนำไปใช้งานต่อไปได้
การสปาร์คยังสปาร์คได้ดีพอสมควร จะมีการสปาร์คที่เขี้ยวสลับกับการวิ่งลงกราวน
เพราะมีสิ่งตัวนำไปเคลือบติดที่ฉนวนกระแสน้ำวิ่งเข้าไปด้านใน

การสปาร์คยังสปาร์คได้ดี สามารถนำไปใช้งานต่อไปได้
การสปาร์คยังสปาร์คได้ดีพอสมควร จะมีการสปาร์คที่เขี้ยวสลับกับการวิ่งลงกราวน
เพราะมีสิ่งตัวนำไปเคลือบติดที่ฉนวนกระแสน้ำวิ่งเข้าไปด้านใน



จะมีการสปาร์คที่ระหว่งเขี้ยวกับแกนกลางเสมอ

จะมีการสปาร์คที่ระหว่งเขี้ยวกับแกนกลางสลับกับวิ่งลงกราวน



จะมีการสปาร์คที่ระหว่งเขี้ยวกับแกนกลางสลับกับวิ่งลงกราวนส่วนมากจะวิ่งลงกราวน

Chief
Quality Assurance Dept.

ภาพผนวกที่ 8 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเทียนจากการใช้เชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ

ภาคผนวก ข

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบูดำและภาพถ่ายในงานวิจัย

1. กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงผสมน้ำมันเบนซิน-สบู่ดำ มีวิธีการดังนี้

- 1.1 นำเมล็ดสบู่ดำมาล้างให้สะอาดแล้วตากแดดหรือผึ่งลมให้แห้ง
- 1.2 นำเมล็ดสบู่ดำที่ได้ไปทำการกะเทาะเปลือกให้แตก
- 1.3 นำเมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะเปลือกแล้วเข้าเครื่องสกัดด้วยระบบอัดเกลียว (Screw Press)
- 1.4 น้ำมันที่ได้จากการสกัดจะถูกนำมาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ในภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อให้เกิดการตกตะกอน
- 1.5 นำน้ำมันสบู่ดำไปทำการกรองตะกอนหยาบด้วยผ้าขาวบาง
- 1.6 นำน้ำมันสบู่ดำที่ได้ไปกรองละเอียดด้วยเครื่องกรองขนาด 3 ไมครอน



ภาพผนวกที่ ข1 เครื่องกรองขนาด 3 ไมครอน

- 1.7 น้ำมันสบู่ดำที่ผ่านการกรองจะมีลักษณะสีเหลืองใส
- 1.8 ทำการผสมน้ำมันเบนซิน 91 เข้ากับน้ำมันสบู่ดำที่อัตราส่วนน้ำมันสบู่ดำร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยปริมาตร



ภาพผนวกที่ ข2 การผสมน้ำมันสบู่อำให้เข้ากับน้ำมันเบนซิน

2. รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพผนวกที่ ข3 รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda Wave R ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์



ภาพผนวกที่ ข4 รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda Wave I ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบหัวฉีด

3. เครื่องมือและวิธีการทดสอบสารมลพิษในไอเสียจากรถจักรยานยนต์



ภาพผนวกที่ ข5 การเตรียมรถจักรยานยนต์บนแท่นทดสอบไดนาโมมิเตอร์



ภาพผนวกที่ ข6 การขับขี่รถจักรยานยนต์ขณะเก็บตัวอย่างไอเสีย



ภาพผนวกที่ ข7 ถุงเก็บตัวอย่างและเครื่องมือวิเคราะห์สารมลพิษไอเสีย

4. ทำการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องยนต์เพื่อควบคุมสถานะการทดสอบ



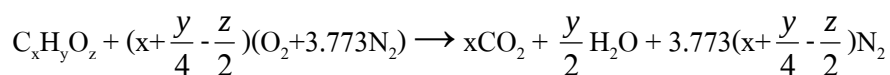
ภาพผนวกที่ ข8 รถจักรยานยนต์ที่ได้รับการ Overhaul ใหม่ที่เครื่องยนต์

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี
และตารางแสดงผลการเปรียบเทียบทางสถิติ

การคำนวณค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี

สมการปฏิกิริยาเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสามารถเขียนได้ดังนี้



โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่ามวลโมเลกุลของ C = 12.011, H = 1.008, O = 16 และ N₂ = 28.01 (วิระศักดิ์, 2546) ดังนั้น ค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีจะเท่ากับ

$$(A/F)_s = \frac{(32 + 3.773 \cdot 28.16) \cdot (x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})}{M_f}$$

โดยที่

M_f = มวลโมเลกุลของเชื้อเพลิง

X = จำนวนอะตอมของคาร์บอน

y = จำนวนอะตอมของไฮโดรเจน

z = จำนวนอะตอมของออกซิเจน

กรดไขมันแต่ละชนิดจะมีการบอกลักษณะโครงสร้างโดยการบอกจำนวนคาร์บอนทั้งหมดในโครงสร้างกับจำนวนพันธะคู่ (c:n) เช่น กรดสเตียริก คือ 18:0 หมายถึง มีจำนวนคาร์บอนอยู่ 18 อะตอม และไม่มีพันธะคู่ ส่วนกรดไลโนลินิก คือ 18:2 แสดงว่า มีคาร์บอน 18 อะตอมและมีพันธะคู่ 2 พันธะ

จากการวิเคราะห์กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันสบู่ดำ สามารถแสดงองค์ประกอบได้ดังตารางผนวกที่ ก6

ตารางผนวกที่ ค1 องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันสบู่ดำ

Fatty acid Composition	ปริมาณ (ร้อยละ)
Plamitic acid ($C_{16}H_{32}O_2$)	14.7
Stearic acid ($C_{18}H_{36}O_2$)	6.9
Total saturated fatty acid	21.7
Oleic acid ($C_{18}H_{34}O_2$)	42.4
Linoleic acid ($C_{18}H_{32}O_2$)	35.2
Total unsaturated fatty acid	78.4

ที่มา: ปฐมมา และคณะ (2548)

จากค่าในตารางผนวกที่ ก6 นำไปวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีของน้ำมันสบู่ดำจะได้ค่าดังแสดงในตารางผนวกที่ ก7

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการคำนวณอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในทางทฤษฎี

สูตรเคมี	มวลโมเลกุล	ปริมาณเฉลี่ย	สัดส่วนโดยมวล	อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี
$C_{16}H_{32}O_2$	256.432	14.7	0.147	10.243
$C_{18}H_{36}O_2$	284.486	6.9	0.069	12.635
$C_{18}H_{34}O_2$	282.47	42.4	0.424	12.480
$C_{18}H_{32}O_2$	280.454	35.2	0.352	12.324
รวม		99.2	0.992	12.007

โดยอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีรวมหาได้จาก (ศุภชัย, 2547)

$$(A/F)_{s,mix} = \sum m_i (A/F)_{s,i}$$

โดยที่

$$(A/F)_{s,mix} = \text{อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีรวม}$$

$$\begin{aligned} (A/F)_{s,i} &= \text{อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีของกรดไขมัน} \\ m_i &= \text{สัดส่วนโดยมวล} \end{aligned}$$

และเราสามารถหาจำนวนอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงได้โดย

$$x = \frac{\sum \frac{m_i x_i}{M_i}}{\sum \frac{m_i}{M_i}}, \quad y = \frac{\sum \frac{m_i y_i}{M_i}}{\sum \frac{m_i}{M_i}}, \quad z = \frac{\sum \frac{m_i z_i}{M_i}}{\sum \frac{m_i}{M_i}}$$

โดยที่

M_i = มวลโมเลกุลของกรดไขมันแต่ละชนิด

x_i = จำนวนอะตอมของคาร์บอนของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

y_i = จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

z_i = จำนวนอะตอมของออกซิเจนของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

จากตารางผนวกที่ ค2 ค่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎีของเชื้อเพลิงผสม
น้ำมันเบนซิน-สบู่ดำที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ 12.007 ส่วนน้ำมันเบนซินซึ่งมีสูตร โครงสร้างเป็น
 $C_n H_{1.87n}$ จะได้ค่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี คือ 14.6

ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบทางสถิติด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

ตารางผนวกที่ ค3 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน
รถจักรยานยนต์ระบบการบูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset
		1
J10	3	1.4667
J5	3	1.8233
G91	3	2.6467
Sig.		.088

ตารางผนวกที่ ค4 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J10	3	.1400	
J5	3	.2467	.2467
G91	3		.5933
Sig.		.505	.076

ตารางผนวกที่ ค5 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนใน
รถจักรยานยนต์ระบบการบูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J5	3	88.3333	
J10	3	113.3333	113.3333
G91	3		290.0000
Sig.		.716	.051

ตารางผนวกที่ ค6 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณก๊าซไฮโดรคาร์บอนใน
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset
		1
J5	3	48.3333
J10	3	60.0000
G91	3	66.6667
Sig.		.599

ตารางผนวกที่ ค7 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของระดับเสียงในรถจักรยานยนต์ระบบ
คาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J10	3	88.5333	
G91	3	89.1667	
J5	3		93.1667
Sig.		.637	1.000

ตารางผนวกที่ ค8 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของระดับเสียงในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด
ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset
		1
J5	3	86.4333
G91	3	88.1000
J10	3	90.2667
Sig.		.302

ตารางผนวกที่ ค9 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซไฮโดรคาร์บอนในรถจักรยานยนต์ระบบ
คาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J5	3	.4977	
G91	3		1.1303
J10	3		1.1447
Sig.		1.000	.649

ตารางผนวกที่ ค10 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซไฮโดรคาร์บอนในรถจักรยานยนต์
ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset		
		1	2	3
J5	3	.4087		
G91	3		.7157	
J10	3			.8883
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ ค11 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนใน
รถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
G91	3	.2560	
J5	3		.3540
J10	3		.3583
Sig.		1.000	.742

ตารางผนวกที่ ค12 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนใน
รถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset		
		1	2	3
G91	3	.3920		
J5	3		.5943	
J10	3			.7740
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ ค13 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถจักรยานยนต์
ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J10	3	9.1383	
J5	3	9.2900	
G91	3		12.2067
Sig.		.741	1.000

ตารางผนวกที่ ค14 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถจักรยานยนต์
ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset		
		1	2	3
J10	3	5.4830		
J5	3		8.0280	
G91	3			11.0407
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ ค15 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรถจักรยานยนต์
ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
G91	3	38.3623	
J5	3		43.7667
J10	3		44.0887
Sig.		1.000	.710

ตารางผนวกที่ ค16 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรถจักรยานยนต์
ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J5	3	44.6773	
G91	3	45.3560	
J10	3		46.9040
Sig.		.272	1.000

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธี
Carbon Balance ในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จาก
โปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset		
		1	2	3
J10	3	38.7467		
J5	3		41.6533	
G91	3			44.4100
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ ค18 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธี
Carbon Balance ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จาก
โปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset	
		1	2
J10	3	36.6733	
G91	3		41.7533
J5	3		42.6467
Sig.		1.000	.086

ตารางผนวกที่ ค19 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธีซึ่งมวล
ที่เปลี่ยนแปลงในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ด้วยวิธี Duncan จาก
โปรแกรม SPSS

TRT	N	Subset
		1
J10	3	41.6100
J5	3	43.6900
G91	3	46.1500
Sig.		.153

ตารางผนวกที่ ค20 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยวิธีซึ่งมวล
ที่เปลี่ยนแปลงในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดด้วยวิธี Duncan จากโปรแกรม
SPSS

TRT	N	Subset
		1
J10	3	40.4800
J5	3	43.7800
G91	3	44.3200
Sig.		.100

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอภิเทพ สุวงศ์เครือ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 8 เมษายน 2527
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	1. ผลงานวิจัย เรื่อง “ การศึกษาทดลองปรับสภาพเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระและความหนืดสำหรับเชื้อเพลิงผสมน้ำมันสบู่ดำ-เบนซิน ” การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 46 วันที่ 29 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2551 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2. ผลงานวิจัย เรื่อง “ การศึกษาการใช้ไขมันผสมเบนซิน-สบู่ดำเป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 วันที่ 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 3. ผลงานวิจัย เรื่อง “ การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและค่ามลพิษโดยใช้น้ำมันผสมเบนซิน-สบู่ดำและน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีด ” การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 5 วันที่ 8-9 ธันวาคม 2551 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา