สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
รายการตาราง	ฌ
รายการรูปประกอบ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ฏ

บทที่

1. บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 เครื่องยนต์ดีเซล	3
2.1.1 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง (Direct-Injection System, DI)	4
2.1.2 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อม (Indirect-Injection System, IDI)	4
2.2 สมรรถนะเครื่องยนต์และวัดมลพิษ	5
2.2.1 อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์	6
2.2.2 งานบ่งชี้ต่อวัฏจักรของเครื่องยนต์ (Indicated Work)	6
2.2.3 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque)	6
2.2.4 กำลังเพลาของเครื่องยนต์ (Brake Power)	7
2.2.5 กำลังบ่งชี้ (Indicated Power)	7
2.2.6 ความดันยังผลเฉลี่ย (Mean Effective Pressure)	7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7 อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air-Fuel Ratio)
และอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ (Fuel-Air Ratio) 8
2.2.8 อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) 9
2.2.9 ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานจากเชื้อเพลิง (Fuel Conversion Efficiency) 9
2.2.10 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency) 9
2.2.11 การปล่อยมลพิษ 10
2.3 น้ำมันไบโอดีเซล (Biodiesel) 11
2.3.1 วัตถุดิบในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 11
2.3.2 การผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 12
2.3.3 ข้อกำหนดทางคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล 14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 21
3.1 การเตรียมน้ำมันเชื้อเพลิง 21
3.2 เครื่องยนต์และอุปกรณ์วัดมลพิษ 22
3.2.1 เครื่องยนต์และระบบควบคุม 22
3.2.2 เครื่องมือวัดความดันในกระบอกสูบ 25
3.2.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ 27
3.2.3 เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย 28
3.4 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และวัดมลพิษ 29
3.5 สถานที่ทำการทดลอง 30

4. ผลการทดลอง 31
4.1 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบและการทดสอบหาสมบัติทางกายภายและทางเคมี 31
4.2 สมรรถนะของเครื่องยนต์ 32
4.2.1 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque) 33
4.2.2 กำลังเบรคของเครื่องยนต์ (Brake Power) 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเบรค (Brake Specific Fuel Consumption) 35
4.2.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรค (Brake Thermal Efficiency) 36
4.3 มลพิษที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์ 37
4.3.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 38
4.3.2 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) 39
4.3.3 ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) 40
4.4 ความดันที่เกิดขึ้นภายในกระบอกสูบ 41

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 45
5.1 สรุปผลการทดลอง 45
5.1.1 สรุปผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ 45
5.1.2 สรุปผลการวัดมลพิษของเครื่องยนต์ 45
5.1.3 สรุปผลการวัดค่าความดันภายในกระบอกสูบ 46
5.2 ข้อเสนอแนะ 46

เอกสารอ้างอิง 47

ภาคผนวก
ก ผลการทดสอบสมรรถนะ 50
ข ผลการวัดมลพิษ 56
ค ตัวอย่างการคำนวณ 62

ผลงานที่ตีพิมพ์ 65

ประวัติผู้ทำวิจัย 71

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 สมบัติและค่าความร้อนของวัตถุดิบชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล 11
2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบส กรด และเอนไซม์ 13
2.3 ข้อกำหนดทางคุณภาพของไบโอดีเซลตามมาตรฐาน DIN EN14214 BSEN14214 และASTM D6751 14
2.4 ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันพ.ศ. 2552 ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน 15
2.5 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 17
3.1 การกำหนดรหัสของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ 21
3.2 มาตรฐานการทดสอบและเครื่องมือที่ใช้ทดสอบหาสมบัติของเชื้อเพลิง 22
3.3 รายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซลยันม่าร์ (Yanmar) รุ่น TF75LM 23
3.4 รายละเอียดของเครื่องวัดอุณหภูมิ 26
3.5 รายละเอียดของเครื่องวัดค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ Testo 350XL 27
3.6 สภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ที่ทำการทดลอง 29
4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ 41
ก.1 ผลการทดสอบสมรรถนะเมื่อใช้น้ำมัน Diesel B5 51
ก.2 ผลการทดสอบสมรรถนะเมื่อใช้น้ำมัน Biodiesel 52
ก.3 ผลการทดสอบสมรรถนะเมื่อใช้น้ำมัน BE10 53
ก.4 ผลการทดสอบสมรรถนะเมื่อใช้น้ำมัน BE30 54
ก.5 ผลการทดสอบสมรรถนะเมื่อใช้น้ำมัน BE50 55
ข.1 ผลการวัดมลพิษเมื่อใช้น้ำมัน Diesel B5 57
ข.2 ผลการวัดมลพิษเมื่อใช้น้ำมัน Biodiesel 58
ข.3 ผลการวัดมลพิษเมื่อใช้น้ำมัน BE10 59
ข.4 ผลการวัดมลพิษเมื่อใช้น้ำมัน BE30 60
ข.5 ผลการวัดมลพิษเมื่อใช้น้ำมัน BE50 61

รายการรูปประกอบ

รูป **หน้า**

2.1 จังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 3
2.2 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง (Direct-Injection System, DI) 4
2.3 ระบบฉีดเชื้อเพลิงโดยอ้อม (Indirect-Injection System, IDI) 5
2.4 ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตของลูกสูบและกระบอกสูบ 5
2.5 ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) 12
3.1 เครื่องยนต์ดีเซลยันม่าร์ รุ่น TF75LM 22
3.2 ไดนาโมมิเตอร์แบบทอร์กน้ำ 23
3.3 ผังการทำงานของเครื่องยนต์พร้อมชุดไดนาโมมิเตอร์ 23
3.4 ลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง 24
3.5 ผังการทำงานของระบบเชื้อเพลิง 24
3.6 ตำแหน่งการติดตั้ง Pressure Transducer 25
3.7 การติดตั้ง Pressure Transducer 25
3.8 ชุดอ่านข้อมูล DEWE-801-CA-PROF 26
3.9 ซอฟแวร์ Dewesoft7 26
3.10 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ 5 ช่องสัญญาณ 27
3.11 เครื่องวัดค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ Testo 350XL 28
4.1 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง 31
4.2 แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 33
4.3 กำลังเพลาของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 34
4.4 อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 35
4.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรกของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 36
4.6 ความดันที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm 37
4.7 ความดันที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,600 rpm 38
4.8 ความดันที่เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,200 rpm 39
4.9 คาร์บอนมอนอกไซด์จากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 39
4.10 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 41
4.11 ออกไซด์ของไนโตรเจนจากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 42
4.12 อุณหภูมิไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ 43

รายการสัญลักษณ์

B	=	เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ, mm
F	=	แรงต้านการหมุนของเครื่องยนต์, N
L	=	ระยะชัก, mm
l	=	ความยาวก้านสูบ, mm
mep	=	ความดันยังผลเฉลี่ย, kPa
$\dot{m}_a$	=	อัตราการไหลของอากาศ, kg/s
$\dot{m}_f$	=	อัตราการไหลของเชื้อเพลิง, kg/s
N	=	ความเร็วรอบการหมุน, rpm
n_R	=	จำนวนรอบต่อหนึ่งวัฏจักร
P	=	ความดันในกระบอกสูบ, kPa
P_b	=	กำลังเบรค, kW
P_i	=	กำลังบ่งชี้, kW
Q_{HV}	=	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, MJ/kg
R	=	ระยะที่แรงกระทำถึงจุดศูนย์กลางการหมุน, m
r_c	=	อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์
S	=	ตำแหน่งลูกสูบ, mm
sfc	=	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ, g/kW.s
T	=	แรงบิด, N.m
v	=	ปริมาตรของกระบอกสูบ, cc
V_c	=	ปริมาตรอัด, cc
V_d	=	ความจุกระบอกสูบ, cc
V_{BDC}	=	ปริมาตรภายในกระบอกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด, cc
V_{TDC}	=	ปริมาตรภายในกระบอกสูบเมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด, cc
$W_{c,i}$	=	งานบ่งชี้ต่อวัฏจักร, kJ
θ	=	มุมข้อเหวี่ยง, rad
η_f	=	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานจากเชื้อเพลิง
η_v	=	ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร
$\rho_{a,i}$	=	ความหนาแน่นของอากาศ, kg/m^3