

การศึกษสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซล

รอบปานกลางเมื่อน้ำมันไบโอดีเซล

PERFORMANCE AND WEARING STUDIES ON MEDIUM SPEED

DIESEL ENGINES WITH BIODIESEL FUEL

คงเดช พะสินาม^{1*} ธันวามาส กาศสนุก¹ เกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ² และวีรชัย อัจหาญ²

Khongdet Phasinam^{1*} Thanwamas Kassanuk¹ Kiattisak Nikhomchaiprasert²

and Weerachai Arjarn²

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

²สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

*corresponding author e-mail: phasinam@psru.ac.th

(Received: 2 September 2018; Revised: 10 October 2018 ; Accepted: 22 October 2018)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลต่อเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อน้ำมันดีเซล B20 B50 และ B100 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ และ 2) การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800–2,000 รอบต่อนาที โดยที่ B20 B50 และ B100 ให้ค่ากำลังของเครื่องยนต์น้อยกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 4.57 9.30 และ 9.60 ตามลำดับ ส่วนค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ พบว่า B20 B50 และ B100 ให้ค่าแรงบิดต่ำกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 2.62 4.37 และ 9.60 ตามลำดับ สำหรับค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC) พบว่า B20 B50 และ B100 มีค่า SFC มากกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 1.81 6.14 และ 9.39 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์ พบว่าการสึกหรอของแหวนลูกสูบ (น้ำหนักที่สูญเสีย) สูงขึ้นเมื่อสัดส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ดีเซล การสึกหรอ ไบโอดีเซล

Abstract

The objective of this study was to investigate the performance and wear of medium speed diesel engine when different types of fuels including diesel, B20, B50 and B100 are used. The study was divided into two parts viz. 1) engine performance test and 2) engine wear test of long-term run. Performance test results showed that the maximum engine power was found at engine speeds ranging from 1,800 to 2,000 RPM, the power obtained from B20, B50 and B100 were less than that from diesel fuel by 4.57%, 9.30% and 9.60%, respectively. Engine torque of B20, B50, and B100 showed less engine torque than that of diesel fuel by 2.62%, 4.37% and 9.60% respectively. Specific fuel consumption (SFC) of B20, B50, and B100 were greater than that of diesel fuel by 1.81%, 6.14% and 9.39%, respectively. Considering the engine durability, the wear of piston rings (weight loss) increased with an increase in biodiesel concentration in biodiesel–diesel mixtures.

Keywords: diesel engine, wearing, biodiesel

บทนำ

ปัจจุบันโลกประสบปัญหาวิกฤตด้านพลังงาน เพราะความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การขนส่ง และการท่องเที่ยว เป็นต้น โดยพลังงานที่นำมาใช้เกือบทั้งหมดมาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและสามารถผลิตในประเทศได้จำนวนน้อย จึงมีการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งคิดเป็นมูลค่ามหาศาล เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน เป็นต้น (Kannika R. et al., 2013) ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีศักยภาพสูงในการผลิตวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ปัจจุบันมีการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลอย่างแพร่หลาย เพื่อช่วยลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ และช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ตลอดจนเป็นการสร้างงานให้กับเกษตรกรอีกด้วย (สุพิชชา และคณะ, 2560; นคร และคณะ, 2546) ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการปลูกพืชพลังงานเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิลอย่างชัดเจน โดยดำเนินการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 5 กับรถยนต์ทั่วไป ตลอดจนมีแผนการขยายสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้กับภาคธุรกิจอื่นๆ เช่น ภาคเกษตรกรรมและประมง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการส่งเสริมให้เพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซลให้มากขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลสนับสนุน ทั้งด้านสมรรถนะ มลพิษ และการสึกหรอ

ของเครื่องยนต์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ต่อสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางที่ใช้ในเรือประมง โดยกระทำในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นการประเมินความทนทานของเครื่องยนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

น้ำมันเชื้อเพลิง

การทดสอบนี้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 4 ชนิด คือน้ำมันดีเซล B20 B50 และ B100 โดยน้ำมันดีเซลเป็นแบบ ULSD (Ultra Low Sulfur Diesel) ตามมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงาน ส่วนน้ำมันไบโอดีเซล (B100) เป็นน้ำมันไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากกรมธุรกิจพลังงาน (กรมธุรกิจพลังงาน, 2556; กรมธุรกิจพลังงาน-ก, 2559; กรมธุรกิจพลังงาน-ข, 2559) B20 เป็นน้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วน 80:20 โดยปริมาตร และ B50 เป็นน้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วน 50:50 โดยปริมาตร คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 (คงเดช และวีรชัย, 2559)

เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อ CUMMINS รุ่น 6B5.9 สภาพเก่าซึ่งถอดออกมาจากเรือประมงแบบลากเดี่ยวมีความเร็วรอบปานกลางจำนวน 4 เครื่อง ถูกนำมาใช้ในการทดสอบ โดยมีข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดังตารางที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่อง AW-Dynamometer Model NEB2-300 ใช้สำหรับวัดแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ โดยมีความสามารถรับแรงบิดได้ถึง 1,490 N-m torque dynamometer และ 4,475 N-m torque drive line สามารถรับกำลังของเครื่องยนต์ได้ถึง 74.6 156.6 และ 223.7 kW ที่ความเร็วรอบ 540 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาที ตามลำดับ

เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Volumetric Gravitational Flow Meter ถูกใช้เพื่อวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) ยี่ห้อ DIGICON Model DT-240P ถูกนำมาวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถกำหนดรอบเครื่องยนต์ที่ค่าต่างๆ กัน ให้คงที่ตามมาตรฐานการทดสอบ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด

คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ	Diesel	B20	B50	B100
Density @ 15 °C (kg/m ³)	ASTM D 1298-99	0.8681	0.867	0.869	0.873
Density @ 30 °C (kg/m ³)	ASTM D 1298-99	0.8513	0.856	0.859	0.863
Kinematic Viscosity @ 40 °C ไม่ต่ำกว่า – ไม่สูงกว่า (cSt)	ASTM D 445	1.8–4.1	2.910	3.600	4.650
Flash Point (°C)	ASTM D 93	61	71	90	120
Cloud Point (°C)	ASTM D 97-96a	n.a.	n.a.	n.a.	16
Heating Value (MJ/kg)	ASTM D 240-92	44.61	43.79	41.99	39.22
Water Content (%wt)	EN 14103	0.049	0.047	0.041	0.035
Sulfur (ดีเซล) ไม่สูงกว่า (%wt)	ASTM D 4294	0.035	–	–	–
Sulfur (B100) ไม่สูงกว่า (%wt)	ASTM 2622	–	n.a.	n.a.	0.0010

ตารางที่ 2 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ

Specifications	Cummins Model 6B5.9
Brake Power(bhp)	115 at 2,500 rpm
Engine Torque(N-m)	327 at 2,500 rpm
Displacement (cc)	5,900
No. of Cylinder	6
Firing Order	1-5-3-6-2-4
Compression Ratio	17.3: 1
Fuel Consumption (l/hr)	23.7 at 2,500 rpm

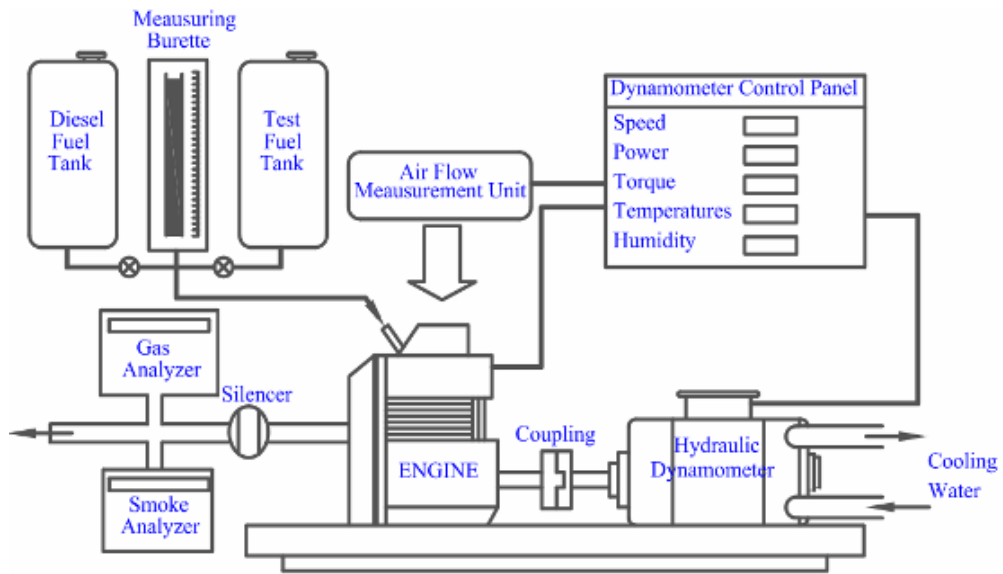
มาตรฐานและการทดสอบ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกเป็นการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้มาตรฐาน ISO 1550-2002 Internal Combustion Engine Determination and Method for the Measurement of Engine Power (ISBGS, 2002) เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการกำหนดภาระของเครื่องยนต์ในการทดสอบการสึกหรอ ทั้งนี้สมรรถนะเครื่องยนต์ ได้แก่ 1) ค่ากำลัง (Engine Break Power) 2) ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ (Engine Break Torque) และ 3) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) วิธีการทดสอบเริ่มด้วยการอุ่นเครื่องยนต์เดินเบาที่ 1,000 รอบต่อนาที จนเครื่องยนต์มีอุณหภูมิในการทำงานคงที่ (70 °C) และตั้งความเร็วรอบของเครื่องยนต์เริ่มต้นที่ 2,200 รอบต่อนาที จากนั้นเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์โดยไดนาโมมิเตอร์จนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลง และบันทึกค่าต่างๆ ความเร็วรอบที่ลดลง 50 รอบต่อนาที โดยนำข้อมูลมาแสดงผลวิเคราะห์ในรูปของกราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Performance

Curves) ตามมาตรฐานสากล และช่วงที่สองเป็นการทดสอบความสึกหรอของเครื่องยนต์ (Durability Test) อ้างอิงตามมาตรฐาน 200-hr Screening Test for Alternative Fuels หรือ EMA 200-hr Test ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือก/ทดแทน (Alternative Fuel) ที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงาน ชื่อ The Alternative Fuels Committee of the Engine Manufacturer's Association (1982) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Dept. of Energy, 1982) ซึ่งการทดสอบได้กำหนดรูปแบบของภาระงานหรือโหลด (Load) เป็นลักษณะ Duty Cycle ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยทำการทดสอบซ้ำต่อเนื่อง 18 ชั่วโมง (6 Cycles) และหยุดพัก 6 ชั่วโมง เพื่อให้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิเท่าบรรยากาศ และทำการทดสอบซ้ำและต่อเนื่องจนครบ 200 ชั่วโมง จำนวน 2 Cycles ซึ่งจะทำให้ได้ชั่วโมงทดสอบเป็น 400 ชั่วโมง (สะสม) และในการทดสอบนี้จะทำการเพิ่มชั่วโมงการทดสอบจนครบ 500 ชั่วโมง (สะสม) ทั้งนี้การสึกหรอของเครื่องยนต์จะประเมินจาก 1) น้ำหนักของแวนลูกลูบที่หายไปในช่วงการทดสอบที่ 200 และ 500 ชั่วโมง 2) ประเมินการสึกหรอของชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องยนต์ โดยทำการตรวจหาสิ่งปนเปื้อนประเภทโลหะและอโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก (Fe) อลูมิเนียม (Al) ทองแดง (Cu) และโครเมียม (Cr) โดยใช้เครื่อง XRF (X-Ray Fluorescence) และวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันเครื่องทุกๆ 50 ชั่วโมง ได้แก่ ค่าความหนืด และความหนาแน่น โดยน้ำมันเครื่องที่ใช้เกรด 15W-40 ยี่ห้อเดียวกันตลอดการทดสอบและทำการเปลี่ยนถ่ายทุกๆ 200 ชั่วโมง โดยการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดแสดงไว้ในภาพที่ 1 (คงเดช และวีรชัย, 2559)

ตารางที่ 3 แผนการทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์ตามมาตรฐาน EMA 200-hours Test

Cycle Step	Engine Speed (rpm)	Torque	Power	Time (min)
1	Rated	–	Rated	60
2	85%	Maximum	95%	60
3	90%	28%	25%	30
4	Idle	0	0	30

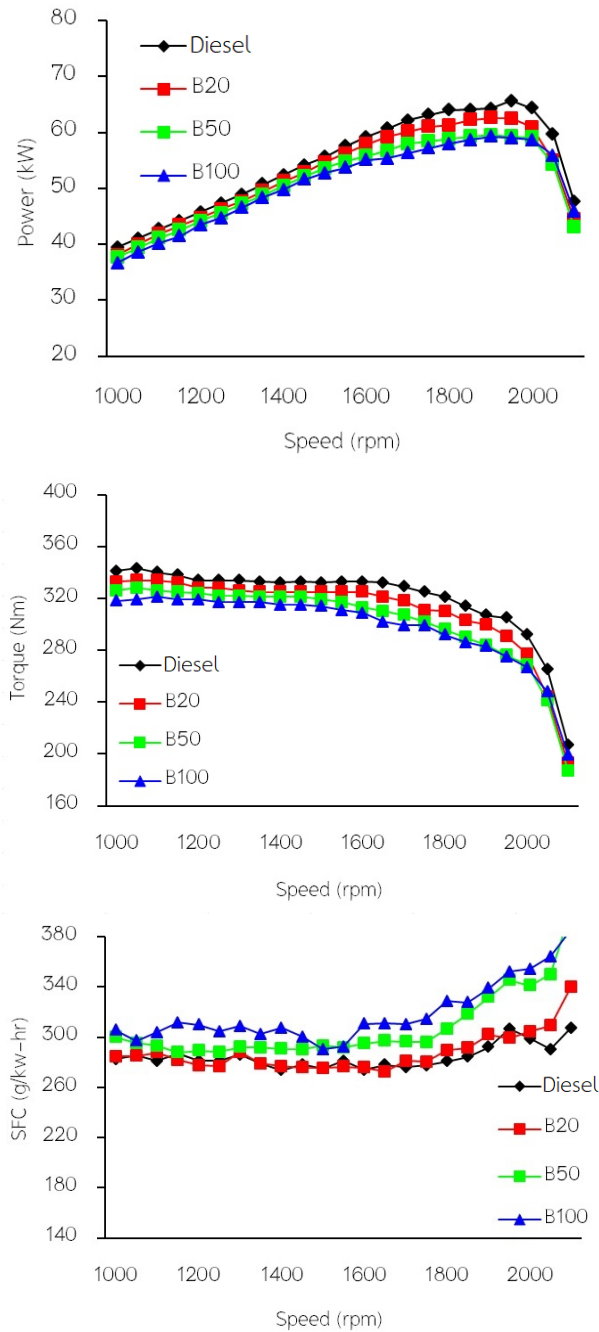


ภาพที่ 1 ชุดอุปกรณ์การทดสอบและการติดตั้งเครื่องมืวัด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สมรรถนะเครื่องยนต์

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9 โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ (ภาพที่ 2) พบว่า ค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800–2,000 รอบต่อนาที เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยน้ำมันที่ให้ค่ากำลังสูงสุดสำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS คือ Diesel B20 B50 และ B100 ตามลำดับ โดยมีค่า 65.5 62.9 59.5 และ 59.3 kW ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่า กำลังของเครื่องยนต์ CUMMINS จะลดลงเล็กน้อยเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลในส่วนผสมที่สูงขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์ CUMMINS มีระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Rotary ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถรักษาระดับกำลังของเครื่องยนต์ได้ โดยดูจากค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ ซึ่งพบว่า ตลอดช่วงความเร็วรอบที่ทำการทดสอบ ค่าแรงบิดยังคงสม่ำเสมอสำหรับทุกๆ ชนิดของน้ำมัน และเมื่อพิจารณาค่า SFC เฉลี่ย พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 0.277–0.303 kg/kW-hr



ภาพที่ 2 สมรรถนะเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9

การสึกหรอของเครื่องยนต์

1) การสึกหรอของแหวนลูกสูบ

จากผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักแหวนลูกสูบมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยจะเห็นได้ว่าการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลสัดส่วนร้อยละ 20 มีการสึกหรอเทียบเคียงได้กับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตามการทดสอบชี้ให้เห็นชัดเจนว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงร้อยละ 50 และ 100 จะมีการสึกหรอของแหวนลูกสูบมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

2) คุณสมบัติของน้ำมันเครื่อง

ตัวอย่างข้อมูลผลการวิเคราะห์น้ำมันเครื่องมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด

เชื้อเพลิง	น้ำหนักแหวนลูกสูบที่หายไป (%)	
	200 ชั่วโมง	500 ชั่วโมง
Diesel	0.03	0.06
B20	0.03	0.06
B50	0.08	0.19
B100	0.55	1.11

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์น้ำมันเครื่องขณะทดสอบ Durability ของเครื่องยนต์ชั่วโมงที่ 200

คุณสมบัติน้ำมันเครื่อง	ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง			
	Diesel	B20	B50	B100
ความหนืด(cSt)	117.8	121.5	122.6	125.7
ความหนาแน่น (kg/m ³)	874.6	876.1	879.6	882.5
pH (gKOH/g)	9.9	9.5	10.5	9.5
Fe (ppm)	21.96	19.97	20.49	18.97
Pb (ppm)	1.58	1.32	1.39	1.19
Cr (ppm)	0.83	0.69	0.72	0.62
Cu (ppm)	2.32	1.91	2.01	1.72
Al (ppm)	2.89	2.41	2.53	2.17
Si (ppm)	7.36	6.13	6.45	5.52

2.1) ความหนืด (ASTM D 445–04)

ผลการวิเคราะห์ความหนืดของน้ำมันเครื่อง (น้ำมันหล่อลื่น) ที่อุณหภูมิ 40 °C มีแนวโน้ม สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการทดสอบเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ น้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งนี้เนื่องมาจากเขม่า สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลมีผลต่อความหนืด พบว่าสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นส่งผลต่อความหนืดที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันเครื่องที่ช่วงการทำงานเท่ากัน

2.2) ความหนาแน่น (ASTM D 1298–99)

จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของน้ำมันเครื่องพบว่า มีความสอดคล้องกันกับความหนืดของน้ำมันเครื่อง โดยผลของการทดสอบการใช้ น้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 กับเครื่องยนต์ พบว่า ความหนาแน่นของน้ำมันเครื่องเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลมากกว่าร้อยละ 20 โดยปริมาตรจะทำให้ความหนาแน่นของน้ำมันเครื่องมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมันเครื่อง โดยหากต้องการยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์และน้ำมันเครื่องควรใช้สัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลไม่เกินร้อยละ 20

2.3) ปริมาณโลหะและอโลหะปนเปื้อน

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะปนเปื้อนในน้ำมันเครื่อง พบว่ามีโลหะปนเปื้อนเรียงจากมากไปหาน้อยคือ Fe, Pb, Cr และ Cu ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่น และความหนืด ของน้ำมันเครื่องที่เพิ่มขึ้น โดยที่การใช้ B100 มีการปนเปื้อนของโลหะสูงสุด รองมาคือ B50 Diesel และ B20 ตามลำดับ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการสึกหรอของชิ้นส่วนโลหะภายในเครื่องยนต์ เช่น แหวน กระบอกสูบ และอื่นๆ เป็นต้น จากการวิเคราะห์ปริมาณอโลหะปนเปื้อนในน้ำมันเครื่องพบว่า Al และ Si ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งค่า Al เป็นตัวบ่งชี้ถึงการสึกหรอของ Bearing ส่วนค่า Si อาจมาจากฝุ่นละอองที่สามารถผ่านกรองอากาศเข้ามาในเครื่องยนต์ได้นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการสึกหรอของเครื่องยนต์อีก เช่น 1) ค่าความชื้นที่เหลืออยู่ในกระบอกสูบ ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหรอในช่วง Start เครื่องยนต์ 2) การกระจายตัวของน้ำมันเครื่องที่ไม่ดีพอ 3) น้ำมันเครื่องสกปรกหรือเสื่อมสภาพ 4) ชนิดของเชื้อเพลิง และ 5) ระบบกรองอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ คือ Diesel B20 B50 และ B100 พบว่า B20 ให้ค่ากำลังใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดย B20 ให้ค่ากำลังน้อยกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 4.57 ส่วน B50 และ B100 ให้กำลังน้อยกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 9.30 และ 9.60 ตามลำดับ ค่าแรงบิดเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลพบว่า B20 B50 และ

B100 ให้ค่าแรงบิดน้อยกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 2.62 4.37 และ 9.60 ตามลำดับ สำหรับค่าอัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (SFC) พบว่า B20 B50 และ B100 มี SFC มากกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 1.81 6.14 และ 9.39 ตามลำดับ จากข้อมูลสมรรถนะ พบว่าควรเลือกใช้ B20 เพราะมีค่ากำลัง และแรงบิดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และมี SFC ที่ไม่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก เมื่อทำการ ทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการที่ 200 และ 500 ชั่วโมง พบว่า สัดส่วนผสม ของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น จะมีการสึกหรอของเครื่องยนต์มากขึ้น โดย B20 น่าจะเป็นทางเลือกที่ ดีสำหรับการส่งเสริมให้มีการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และอาจารย์ชาญชัย โรจนสโรช ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหา งานวิจัยเสร็จจุล่ง

เอกสารอ้างอิง

- กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ. 2556. กระทรวงพลังงาน.
- กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล ประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2556. กระทรวงพลังงาน.
- กรมธุรกิจพลังงาน-ก. (2559). รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซล (B100) ที่ได้รับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้ เพื่อจำหน่ายจากกรมธุรกิจพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2559, จาก <http://www.doeb.go.th/info/data/dataoil/SaleB100.pdf>
- กรมธุรกิจพลังงาน-ข. (2559). รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่ ได้รับความเห็นชอบจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซล. กระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2559, จาก http://www.doeb.go.th/info/data/dataoil/Bio_Public.pdf/
- คงเดช พะสินาม และ วีรชัย อาจหาญ. (2559). การศึกษาสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลรอบกลาง เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์, 8(8), 115–128.
- นคร ทิพย์าวงค์, ศุภรินทร์ ไชยกลางเมือง และ อนุสาล เพิ่มสุวรรณ. (2546). การประเมินการสึกหรอของ เครื่องยนต์ที่ใช้งานยาวนานโดยใช้น้ำมันปาล์มดีเซลเป็นเชื้อเพลิง. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สุพิชชา ชีวพุกษ์ และ เซษฐวดี ภูมิพัฒน์พงศ์. (2560). ศักยภาพการเพิ่มปริมาณการใช้น้ำมันไบโอดีเซล ปี100 ของเรือประมงชายฝั่งในประเทศไทย. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 27(2), 281–287.

- Cummins Engine Company, Inc. (2002). **Marine Auxiliary Engine General DataSheet**. Columbus, Indiana USA.
- Cummins Engine Company, Inc. (2001). **Marine Performance Curve**. Columbus, Indiana USA.
- Department of Energy. (1982). **Handbook of EMA 200 Hour Test—Hydrogenated Soy Ethyl Ester and Diesel Fuel**. University of Idaho, Department of Agricultural Engineering, USA. 78.
- International Standards for Business, Government and Society. (2002). **ISO 15550: 2002 Internal Combustion Engines—Determination and Method for Measurement of Engine Power—General Requirements**. International Organization for Standardization. Retrieved March 20, 2002 From <https://www.iso.org/standard/28185.html>
- Kannika, R., Yasuyuki, I., Kunn, K., Prapa, S., Vittaya, P., Pilanee, V., Ganda, N. and Sayan, T. (2013). Biomass Yield, Chemical Composition and Potential Ethanol Yields of 8 Cultivars of Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) Harvested 3–Monthly in Central Thailand. **Journal of Sustainable Bioenergy Systems**, 3(2), 107–112.