การศึกษาสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลรอบกลางเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล

A Study on Performance and Pollution of Medium Speed Diesel Engine using Biodiesel Fuel

คงเดช พะสีนาม* และวีรชัย อาจหาญ

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

*Email: phasinam@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลรอบกลาง เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมในสัดส่วนร้อยละ 20 (B20) ร้อยละ 50 (B50) และ ร้อยละ 100 (B100) โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D) การทดสอบใช้เครื่องยนต์ดีเซล3 ยี่ห้อ คือ HINO รุ่น HO7C CUMMIN รุ่น 6B5.9 และ KOMATSU รุ่น S4D105-3 ผลการศึกษาพบว่า เครื่องยนต์ทุกยี่ห้อเมื่อใช้น้ำมัน B20 จะให้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับการใช้น้ำมันดีเซล ทั้งกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน สมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ ส่วนค่ามลพิษไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมัน B20 B50 และ B100 พบว่า ค่าการปลดปล่อยมลพิษ CO ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มน้อยลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก ตรงกันข้ามกับการปลดปล่อย NO_X จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_X ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_Xเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล ทั้งนี้ในส่วนของ SO_2 พบในปริมาณน้อยมาก

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล เครื่องยนต์ดีเซล สมรรถนะของเครื่องยนต์ มลพิษ

Abstract

The purpose of this research is to study on performance and exhaust emission of medium speed diesel engine using blended biodiesel fuel with the blended biodiesel comprised of biodiesel mixed at 20% (B20), 50% (B50) and 100% (B100). The tested engines were employed 3 models which included HINO model HO7C, CUMMIN model 6B5.9, and KOMATSU model S4D105-3. The results showed better performance when the engine was fueled by B20 for all engines. However, the tested showed depletion of the performance when the engine was operated with the higher ratio of biodiesel of B50 and B100. The exhaust emits for the engine was shown lower level of CO when the tested used the biodiesel. Unlike the emission of NO_X,

they showed the higher level of NO_X compare to the level of emission from the diesel fuel. Anyway, there were very few SO_2 emission forms the tested.

Keywords: Biodiesel, Diesel Engine, Engine Performance, Pollution

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีศักยภาพสูงในการผลิตวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ปัจจุบันมีการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลอย่างแพร่หลาย เพื่อช่วยลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ และช่วยเพิ่มผลิตผลทางการเกษตร ตลอดจนเป็นการสร้างงานให้กับเกษตรกรอีกด้วย (นคร และคณะ, 2546) ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการปลูกพืชพลังงานเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิลอย่างชัดเจน โดยดำเนินการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 5 กับรถยนต์ทั่วไป ตลอดจนมีแผนการขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลโดยมีเป้าหมายขยายสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้มากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้กับภาคธุรกิจอื่นๆ เช่น ภาคเกษตรกรรมและประมง เป็นต้น อย่างไรก็ดีการส่งเสริมให้เพิ่มสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลให้มากขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลสนับสนุน ทั้งด้านสมรรถนะ มลพิษ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ รวมไปถึงศักยภาพการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของประเทศ

จากการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับไบโอดีเซล โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลร้อยละ 100 จะให้แรงบิดและกำลังเบรกต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 5 และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงกว่าประมาณร้อยละ 10 ส่วนการสึกหรอพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล (กิติพงษ์ และคณะ, 2549, 2550; นคร และคณะ, 2546)

จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซลโดยส่วนใหญ่จะไม่ผสมในสัดส่วนต่างๆ กันเพื่อวิเคราะห์ แต่จะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่าง น้ำมันดีเซลร้อยละ 100 กับไบโอดีเซลร้อยละ 100 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ต่อสมรรถนะและมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางที่ใช้ในเรือประมง โดยจะกระทำในห้องปฏิบัติการ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. น้ำมันเชื้อเพลิง

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

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด

	คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ	Diesel	B20	B50	B100
1	Density ที่ 15 ºC (kg/m^3)	ASTM D 1298-99	0.8681	0.867	0.869	0.873
	Density ที่ 30 ºC (kg/m^3)		0.8513	0.856	0.859	0.863
2	Kinematic Viscosity ที่ 40 ºC	ASTM D 445		2.91	3.60	4.65
	ไม่ต่ำกว่า – ไม่สูงกว่า (cSt)		1.8-4.1			
3	Flash Point (ºC)	ASTM D 93	61	71	90	120
4	Cloud Point (ºC)	ASTM D 97-96a	n.a.	n.a.	n.a.	16
5	Heating Value (MJ/kg)	ASTM D 240-92	44.61	43.79	41.99	39.22
6	Water Content (%wt.)	EN 14103	0.049	0.047	0.041	0.035
7	Sulfur (ดีเซล) ไม่สูงกว่า (%wt.)	ASTM D 4294	0.035	-	-	-
8	Sulfur (B100) ไม่สูงกว่า (%wt.)	ASTM 2622	-	n.a.	n.a.	0.0010

(n.a. = not analysis)

2. เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลในการทดสอบนี้เป็นเครื่องยนต์เรือประมงแบบลากเดี่ยวมีความเร็วรอบปานกลาง จำนวน 3 ยี่ห้อ ได้แก่ 1) เครื่องยนต์ HINOรุ่น HO7C 2) เครื่องยนต์ CUMMINSรุ่น 6B5.9 และ 3) เครื่องยนต์ KOMATSUรุ่น S4D105-3

3. มาตรฐานและการทดสอบ

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์อ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 15550–2002: International Combustion Engine Determination and Method for the Measurement of Engine Power(ISBGS, 2002)เป็นมาตรฐานการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ทั่วไปที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเกือบทุกชนิด รวมถึงเครื่องยนต์เรือขนาดเล็ก–กลาง (Marine Craft up to 24 m Hull Length; ISO 8665) ทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงทั้ง 3ยี่ห้อ สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอ้างอิงและเปรียบเทียบผลกับการทดสอบเครื่องยนต์ยี่ห้อเดียวกัน แต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำมัน B20, B50 และ B100 ตามลำดับเพื่อทดสอบหา 1) สมรรถนะเครื่องยนต์ ได้แก่ กำลัง (Engine Break Power) แรงบิด (Engine Break Torque) และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ และ 2) คุณภาพของไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ได้แก่เขม่าควันดำ (Smoke) ค่าไอเสียต่างๆ (Exhaust Gas Emissions) และอุณหภูมิไอเสีย (Exhaust Gas Temperature) ตามลำดับ โดยจะนำข้อมูลที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ในเชิงเปรียบเทียบ และแสดงผลในรูปของกราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Performance Curves) ตามมาตรฐานสากล

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

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

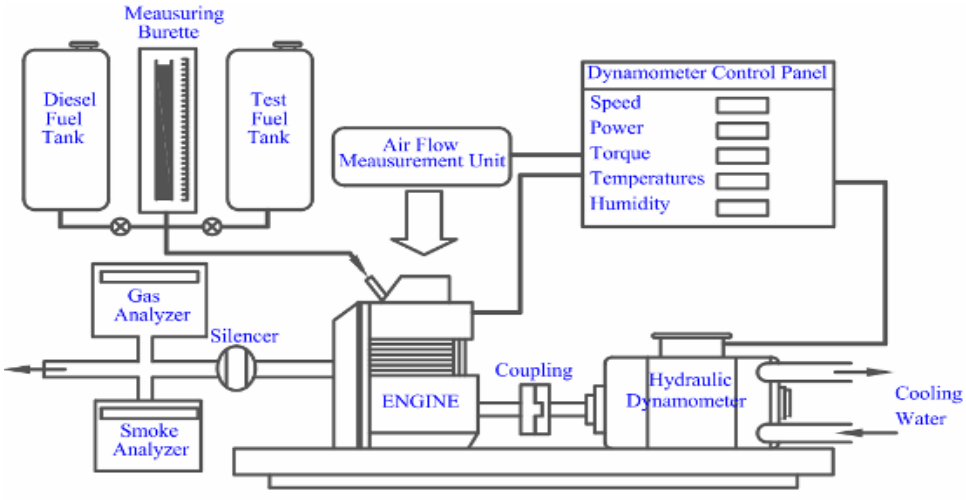
เครื่องวัดความทึบแสงสำหรับวัดควันดำ (Opacity meter) RED MOUNTAIN ENGINEERING Model 1667 ใช้สำหรับวัดเขม่าควันในไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เพื่อตรวจวัดค่าควันดำของไอเสีย

เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Volumetric Gravitational Flow Meter ถูกใช้เพื่อวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

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

เครื่องวิเคราะห์ไอเสียจากการเผาไหม้ (Flue Gas Analyzer) ยี่ห้อ TESTO Model 350-XL ใช้สำหรับวัดค่ามลพิษจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และอุณหภูมิของไอเสีย โดยมลพิษที่ทำการตรวจวัดได้แก่ CO, NO, NO_2, NO_X, CO_2, O_2 และ SO_2 โดยเฉพาะค่า CO นั้น ในกรณีที่มีค่าสูงเกิน 8,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตัวเครื่องจะสามารถทำการ Dilute ได้จนสามารถอ่านค่า CO ได้ถึง 100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (10 %vol.)

วิธีการทดสอบอุ่นเครื่องยนต์โดยเดินเบาที่ 1,000 รอบต่อนาที จนเครื่องยนต์มีอุณหภูมิในการทำงานคงที่ที่ 70 องศาเซลเซียส ตั้งความเร็วรอบของเครื่องยนต์เริ่มต้นที่ 2,200 รอบต่อนาที จากนั้นเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์ด้วยไดนาโมมิเตอร์จนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลง และบันทึกค่าทุกๆ ความเร็วรอบที่ตกลง 50 รอบต่อนาที โดยชุดอุปกรณ์การทดสอบและการติดตั้งเครื่องมือวัดต่างๆ เพื่อทำการตรวจวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์และมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่สัดส่วนต่างๆแสดงดังรูปที่ 1

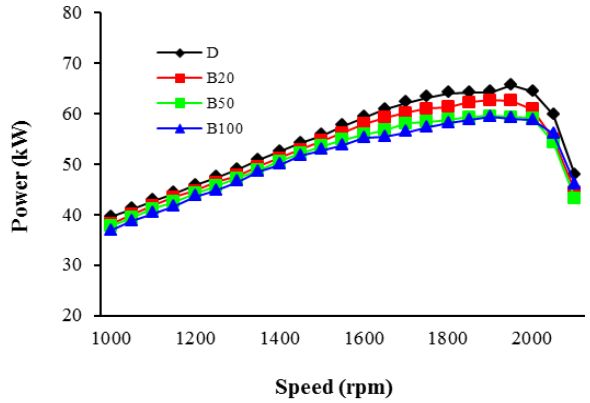


รูปที่ 1 ชุดอุปกรณ์การทดสอบและการติดตั้งเครื่องมือวัด

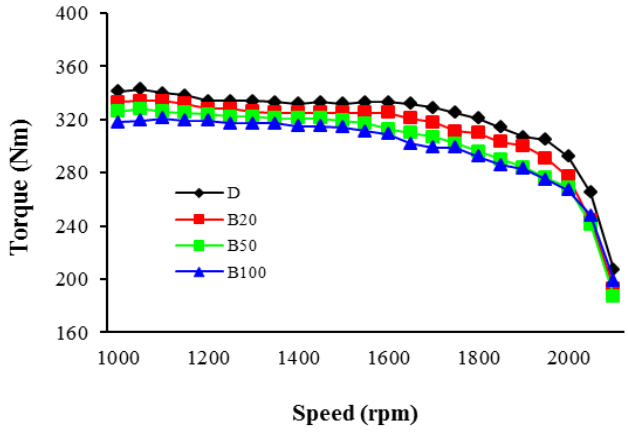
ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

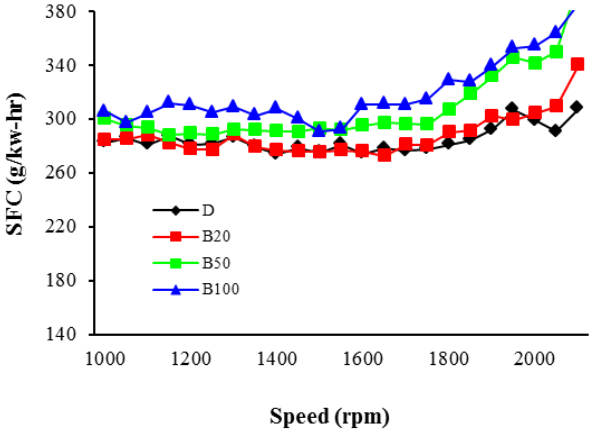
ผลการทดสอบเครื่องยนต์HINO รุ่น HO7C โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่า ค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 2-ก) จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800–2,000 รอบต่อนาที สำหรับเครื่องยนต์ HINO รุ่นนี้ น้ำมัน B20 จะให้ค่ากำลังของเครื่องยนต์สูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันดีเซล B50 และ B100 โดยมีค่ากำลังสูงสุดที่ 71.7 69.8 67.5 และ 65.6 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ซึ่งค่ากำลังสูงสุดนี้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดสอบค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 2-ข) เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ดังในรูปที่ 2-ค พบว่า เครื่องยนต์ HINO รุ่น HO7C เมื่อใช้ B20 เป็นเชื้อเพลิง จะให้ค่า SFC เฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.172 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยคิดค่าเฉลี่ยในช่วงที่รอบเครื่องยนต์เรือใช้งานจริง (1,500–1,800 รอบต่อนาที) ในขณะที่น้ำมัน B100 B50 และน้ำมันดีเซลมีค่า SFC เฉลี่ยสูงกว่า คือ 0.291 0.242 และ 0.224 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงตามลำดับ



(ก) ค่ากำลัง



(ข) ค่าแรงบิด

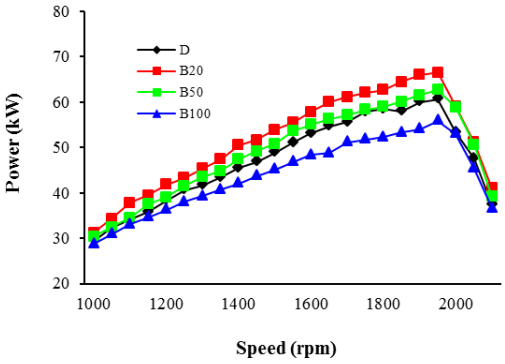


(ค) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ

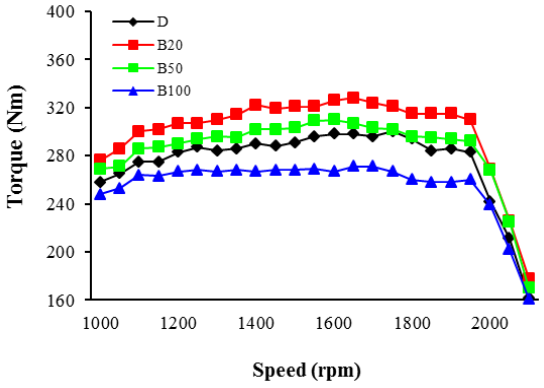
รูปที่ 3 สมรรถนะเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9

จากรูปที่ 3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์CUMMINS รุ่น 6B5.9-M โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆพบว่า ค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 3-ก) จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,800–2,000 รอบต่อนาที เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งแตกต่างกับเครื่องยนต์ HINO โดยน้ำมันที่ให้ค่ากำลังสูงสุดสำหรับเครื่องยนต์ CUMMINS คือ น้ำมันดีเซล B20 B50 และ B100 ตามลำดับ โดยมีค่าที่ 65.5 62.9 59.5 และ 59.3 กิโลวัตต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่า กำลังของเครื่องยนต์ CUMMINS จะตกลงเล็กน้อย เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลในส่วนผสมที่สูงขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์ CUMMINS มีระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Rotary ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถรักษาระดับกำลังของเครื่องยนต์ได้ โดยดูจากค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 3-ข) ซึ่งพบว่า ตลอดช่วงความเร็วรอบที่ทำการทดสอบค่าแรงบิดยังคงสม่ำเสมอสำหรับทุกๆ ชนิดของน้ำมันและเมื่อพิจารณาค่า SFC เฉลี่ย ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3-ค พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 0.277–0.303 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

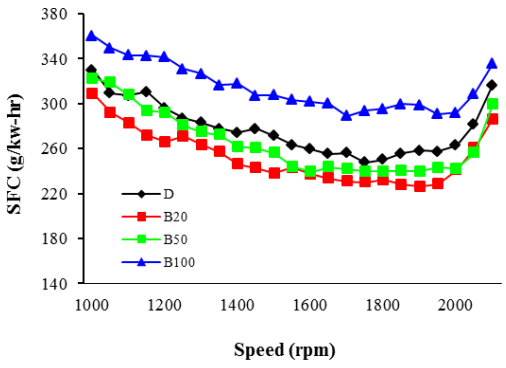
ผลการทดสอบเครื่องยนต์KOMATSUรุ่น S4D105-3Bดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่า ค่ากำลังสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบเดียวกันกับของเครื่องยนต์ HINO และ เครื่องยนต์ CUMMINS คือ 1,800–2,000 rpm สำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU รุ่นนี้ จะให้ผลการทดสอบคล้ายคลึงกันกับผลการทดสอบของเครื่องยนต์ HINO โดยน้ำมันที่ให้ค่ากำลังสูงสุดสำหรับเครื่องยนต์ KOMATSU เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ B20 B50 น้ำมันดีเซลและ B100 โดยมีค่ากำลังสูงสุดที่ 66.5, 62.7, 60.6 และ 55.9 kW ตามลำดับ และจะสังเกตได้ว่า กำลังของเครื่องยนต์KOMATSU เมื่อใช้น้ำมัน B50 จะมีกำลังสูงเทียบเคียงกับน้ำมันดีเซล ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่อง KOMATSUรุ่น S4D105-3B มีระบบระบบ Turbo-charge ที่ช่วยในการบรรจุอากาศที่มากเกินพอ ทำให้การเผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลสูงๆได้ เมื่อพิจารณาSFC พบว่า การทดสอบกับน้ำมัน B20 จะให้ค่า SFC เฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.238kg/kW-hr โดยคิดค่าเฉลี่ยในช่วงที่รอบเครื่องยนต์เรือใช้งานจริงรองลงมาคือ B50 Diesel และ B100 โดยมีค่า SFC เฉลี่ยที่ 0.250 0.269 และ 0.304 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ตามลำดับ



(ก) ค่ากำลัง



(ข) ค่าแรงบิด



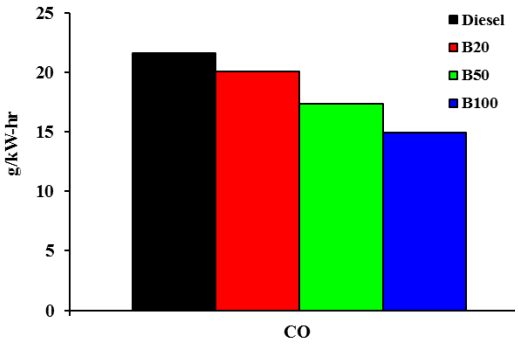
(ค) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ

รูปที่ 4 สมรรถนะเครื่องยนต์ KOMATSU รุ่น S4D105-3

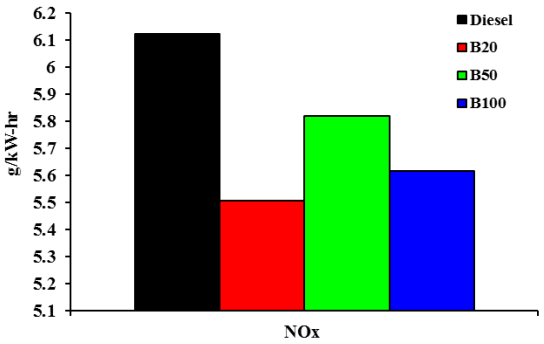
จากผลการทดสอบเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ (HINO, CUMMINS, KOMATSU) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 4 ชนิด คือน้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 ดังรูปที่ 23 และ 4 แสดงให้เห็นว่า B20 มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าหรือเทียบเคียงได้กับน้ำมันดีเซล ทั้งกำลังสูงสุด แรงบิดสูงสุด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง สมรรถนะของเครื่องยนต์มีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น โดยเครื่องยนต์ HINO ค่ากำลังของเครื่องยนต์จะลดลงหรือเพิ่มขึ้น (-/+) ร้อยละ -4.4 และ ร้อยละ -7.9 เครื่องยนต์ CUMMINS ค่ากำลังร้อยละ -9.3 และร้อยละ -9.6 เครื่องยนต์ KOMATSU ค่ากำลังร้อยละ +3.4 และร้อยละ -7.6 เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ(SFC) พบว่า เครื่องยนต์ HINO มีค่า SFC ลดลงหรือเพิ่มขึ้น (-/+) ร้อยละ +7.7 และร้อยละ +29.8 เครื่องยนต์ CUMMINS ค่า SFC ร้อยละ +6.1 และ ร้อยละ +9.4 เครื่องยนต์ KOMATSU ค่า SFC ร้อยละ-7.0 และ ร้อยละ+11.0 เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง B50 และ B100 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาสมรรถนะที่ลดลงและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่เพิ่มขึ้นพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงร้อยละ 50 และ 100 อาจจะยังไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ดีจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น การสึกหรอของเครื่องยนต์ ราคาน้ำมันไบโอดีเซล และมลพิษไอเสีย

2. ผลการตรวจวัดมลพิษไอเสีย

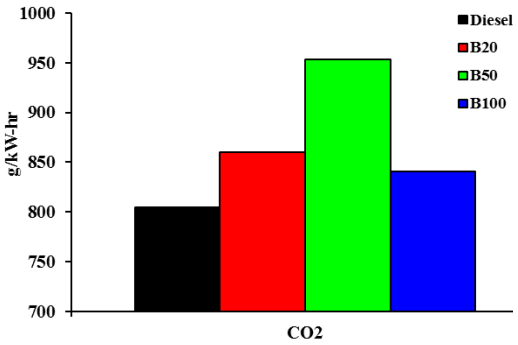
จากผลการวัดค่ามลพิษไอเสียของการทดสอบเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ดังแสดงตั้งแต่รูปที่ 5 ถึงรูปที่ 8 โดยใช้น้ำมัน Diesel B20 B50 และ B100 พบว่า ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก และเป็นไปในทางเดียวกันกับค่าเขม่า หรือ ร้อยละควันดำ ที่วัดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลไม่ว่าจะสัดส่วนเท่าใด จะสามารถลดการปลดปล่อย CO และเขม่าได้ อย่างไรก็ดีเมื่อทำการวิเคราะห์หาการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_X) จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_X ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_X เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล นั่นเป็นเพราะในน้ำมันไบโอดีเซลมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากเป็นน้ำมันที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้ในส่วนของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เกิดขึ้น พบว่า น้ำมัน Diesel B20 และ B50 ให้ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 0-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่วัดได้ค่าน้อยนั้น เนื่องจากน้ำมันดีเซลที่นำมาใช้ในการทดสอบในครั้งนี้ เป็นน้ำมันดีเซลเกรดที่มีกำมะถันต่ำที่มีปริมาณเพียงร้อยละ 0.035 โดยน้ำหนัก และสำหรับน้ำมัน B100 ไม่พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้เลย เนื่องจากน้ำมัน B100 มีปริมาณกำมะถันต่ำมาก คือ มีค่าเพียงร้อยละ 0.0010 โดยน้ำหนัก



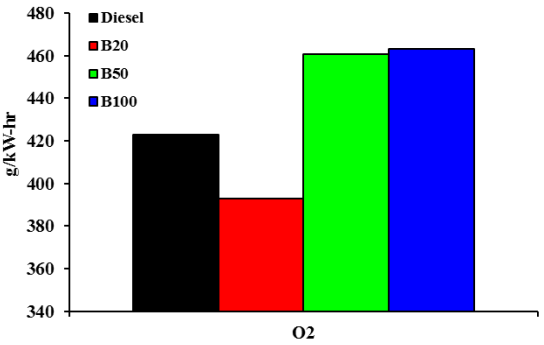
(ก) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์



(ข) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

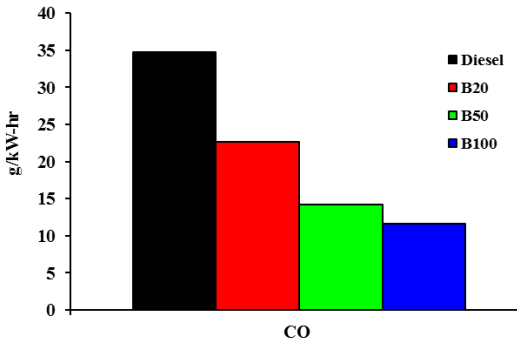


(ค) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

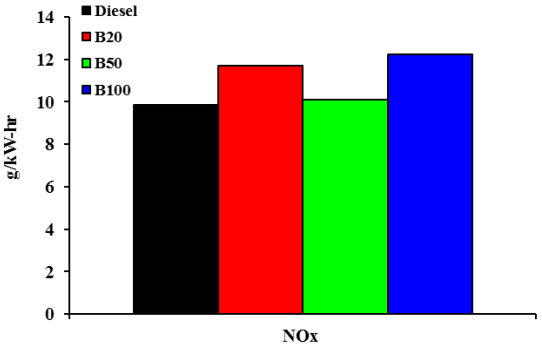


(ง) ก๊าซออกซิเจน

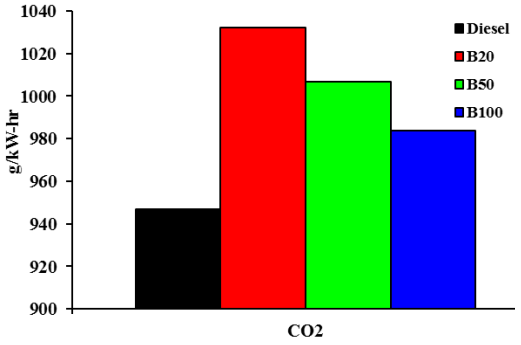
รูปที่5 อัตราการปล่อยก๊าซต่างๆ ที่กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ HINO รุ่น HO7C



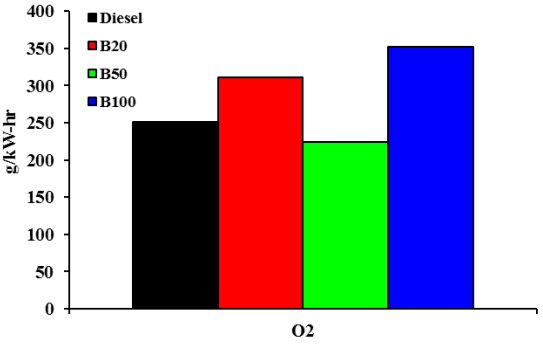
(ก) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์



(ข) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

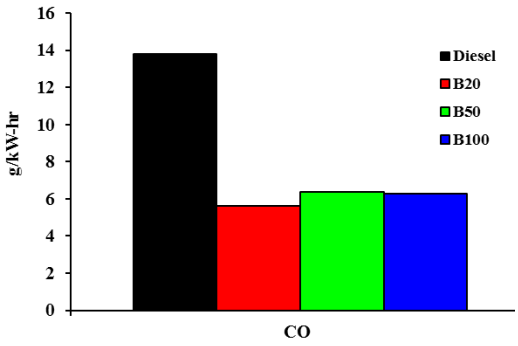


(ค) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

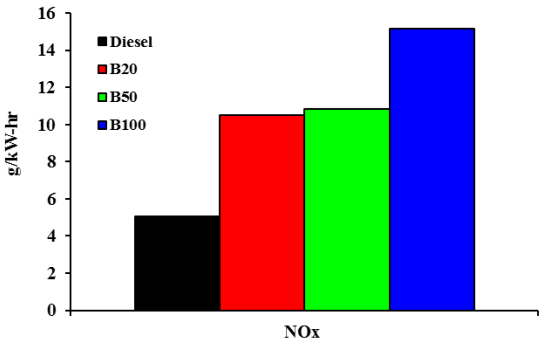


(ง) ก๊าซออกซิเจน

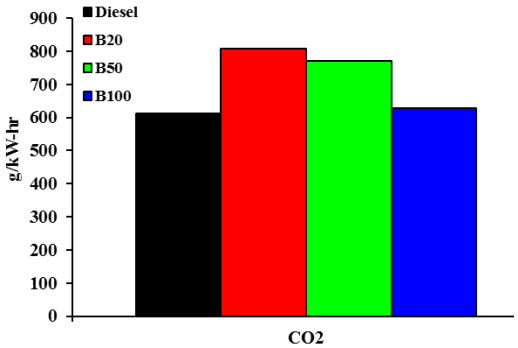
รูปที่6 อัตราการปล่อยก๊าซต่างๆ ที่กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ CUMMINS รุ่น 6B5.9



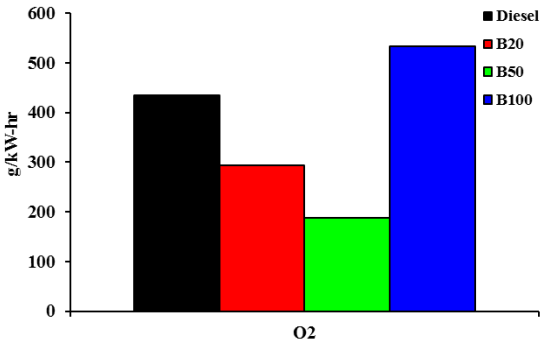
(ก) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์



(ข) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

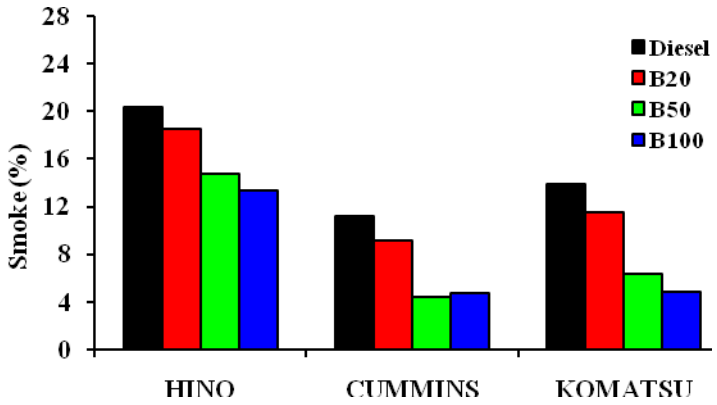


(ค) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



(ง) ก๊าซออกซิเจน

รูปที่ 7 อัตราการปล่อยก๊าซต่างๆ ที่กำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ KOMATSU รุ่น S4D105-3



รูปที่ 8 ปริมาณควันดำ (ร้อยละความทึบแสง)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ 3 ยี่ห้อ (HINO, CUMMINS, KOMATSU) โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 4 ชนิด (Diesel, B20, B50, B100) ในภาพรวม พบว่า น้ำมัน B20 มีแนวโน้มในการให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ดีกว่าน้ำมันในสัดส่วนอื่นๆ ที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ทั้งค่ากำลังสูงสุด ค่าแรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า น้ำมัน B20 สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลกับเรือประมงรอบกลางได้ และสามารถส่งผลให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีขึ้นด้วย ส่วนค่ามลพิษไอเสียของเครื่องยนต์ ทั้ง 3 ยี่ห้อ เมื่อใช้น้ำมัน B20 B50 และ B100 พบว่าค่าการปลดปล่อยมลพิษ CO ของเครื่องยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล มีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้อยไปหามาก ตรงกันข้ามกับการปลดปล่อย NO_X จากไอเสีย พบว่าแนวโน้มการปลดปล่อย NO_X ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณ NO_X เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซล ทั้งนี้ในส่วนของ SO_2พบในปริมาณน้อยมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย อาจารย์ชาญชัย โรจนสโรช และคุณเกียรติศักดิ์ นิคมชัยประเสริฐ ที่ให้คำปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหาจนงานวิจัยเสร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

กิติพงษ์ เสถียรเสาวภาคร์, กุลเชษฐ์ เพียรทอง และ อิทธิพล วรพันธ์. (2549). ผลกระทบต่อสมรรถนะและการสึกหรอในการใช้งานระยะยาวของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20. 18-20 ตุลาคม. นครราชสีมา.

กิติพงษ์ เสถียรเสาวภาคร์, อิทธิพล วรพันธ์ และ กุลเชษฐ์ เพียรทอง. (2550). การศึกษาผลกระทบจากการใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วต่อสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์ทางการเกษตรแบบสูบเดียวในการใช้งานระยะยาว. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3. 23-25 พฤษภาคม. โรงแรมใบหยกสกาย. กรุงเทพฯ.

กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ. 2556. กระทรวงพลังงาน.

กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2556. กระทรวงพลังงาน.

กรมธุรกิจพลังงาน-ก. (2559). รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซล (B100) ที่ได้รับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายจากกรมธุรกิจพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. (ก.ย. 2559) Online available: http://www.doeb.go.th/info/data/dataoil/SaleB100.pdf

กรมธุรกิจพลังงาน-ข. (2559). รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่ได้รับความเห็นชอบจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซล. กระทรวงพลังงาน. (มิ.ย. 2559) Online available: http://www.doeb.go.th/info/data/dataoil/Bio_Public.pdf

นคร ทิพยาวงศ์ ศุภรินทร์ ไชยกลางเมือง และ อนุศาล เพิ่มสุวรรณ. (2546). การประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้งานยาวนานโดยใช้น้ำมันปาล์มดีเซลเป็นเชื้อเพลิง. รายงานการวิจัย ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Cummins Engine Company, Inc. (2002). Marine Auxiliary General Data Sheet. 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 p.

Endurance Power Products, Inc. (2007). Replacement Parts for Komatsu Engines Industrial Applications. Japan.

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. (March, 2002). Online available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28185.