

AEC-2005

ผลกระทบของการเติมสารเติมแต่งนาโน TiO_2 ในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มที่มีผลต่อ สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

Effect of Nano- TiO_2 Additives Blended in Palm Biodiesel on Engine Performance

การุญ พังสุวรรณรักษ์^{1,*}, กิตติชัย ไตรรัตน์ศิริชัย¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา 30000

*ติดต่อ: E-mail: karoon@sut.ac.th, เบอร์โทรโทรศัพท์ 044 -224554, เบอร์โทรสาร 044 -224613

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติของไบโอดีเซลปาล์ม และสมรรถนะเครื่องยนต์ กับการใช้สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ โดยทำการผสมน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์ม และสารเติมแต่งด้วยเครื่องเขย่าไมเลกุล และทำการทดสอบคุณสมบัติเชื้อเพลิงภายใต้มาตรฐาน American Society of Testing and Materials (ASTM) โดยสัดส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มมี 7 ชนิดคือ 2%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% และ 100% เขียนเป็นสัญลักษณ์คือ B2, B10, B20, B30, B40, B50 และ B100 ผสมสารเติมแต่ง X% โดยปริมาตร ใช้สัญลักษณ์เช่น B2_X% งานวิจัยนี้ใช้สารเติมแต่งที่ X=0.1% และ X=0.2%

ผลการทดสอบพบว่าคุณภาพน้ำมันที่ผสมในแต่ละสัดส่วนกับสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณ 0.1% โดยปริมาตร ให้คุณสมบัติโดยรวมที่ดีที่สุดคือความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ซีเทนัมเบอร์เพิ่มสูงขึ้น ความร้อนเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น จุดวาบไฟมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามคุณภาพของเชื้อเพลิงลดลงตามสัดส่วนการเพิ่มปริมาณของน้ำมันไบโอดีเซล ในส่วนการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ ใช้เครื่องยนต์ระบบฉีดอ้อม โดยปราศจากการดัดแปลงเครื่องยนต์ ใช้วิธีแชสซิสไดนาโมมิเตอร์ภายใต้การจำลองภาระที่ถนน ใช้การเบรกจากกระแสไฟฟ้า ทำการวัดกำลังเครื่องยนต์ กำลังที่ล้อ แรงบิดเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ผลการทดสอบพบว่าสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณ 0.1% โดยปริมาตร ให้สมรรถนะดีที่สุดของการทดสอบเครื่องยนต์ คือกำลังเบรก กำลังที่ล้อ และแรงบิดเครื่องยนต์ คือเชื้อเพลิงไบโอดีเซลปาล์มระหว่าง B20_0.1% ถึง B100_0.1% ในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2000 ถึง 3000 รอบต่อนาที พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะลดลง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มที่ไม่ได้ผสมสารเติมแต่ง

คำหลัก: สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์, น้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม, คุณภาพน้ำมัน, สมรรถนะเครื่องยนต์, แชสซิส ไดนาโมมิเตอร์

Abstract

A comparative study of biodiesel properties and engine performance efficiency with using nano- TiO_2 additive were conducted initially. The basic properties of the base fuel and the modified fuel formed by dispersing the catalyst TiO_2 nanoparticles by ultrasonic are measured using ASTM standard test methods. The total of seven fuels, such as biodiesel blended fuels of 2%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% and 100% palm biodiesel with the rest of diesel fuel are denoted as B2, B10, B20, B30, B40, B50, and

AEC-2005

B100, respectively. The addition of nano-TiO₂ additive of X% by volume in the studied palm biodiesel denoted as B2_X%, for example, were selected for this investigation that X = 0.1% and 0.2%. It was found that the quality of the modified fuel with 0.1% TiO₂ shows better overall properties such as reduced kinematic viscosity, increased cetane number, increased lower-heating value, and increased flash point. However, the quality trend of the fuel properties has a decrease in the increase of biodiesel blend.

The aim of this work is to enhance the performance of an indirect injection (IDI) engine without modifying engine. A chassis dynamometer used under the simulation of road load conditions with eddy current brake was used to measure engine brake power, engine torque, wheel power, and specific fuel consumption (SFC). The experimental results showed the nano-TiO₂ additive of 0.1% by volume has the most effective performance of the tested engine for biodiesel blended fuel between B20_0.1% and B100_0.1% fuels. In the speed range of 2000-3000 rpm, it was found that all biodiesel fuel with 0.1% TiO₂ additive obtained the higher level of brake power, wheel power, and engine torque as compared with all biodiesel fuel without 0.1% TiO₂ additive. Meanwhile, the level of specific fuel consumption was significantly decreased.

Keywords: Nano-TiO₂ Additive, Palm Biodiesel, Fuel Properties, Engine Performance, Chassis Dynamometer

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ นำมาซึ่งปัญหาด้านความมั่นคง เศรษฐกิจ และพลังงานของประเทศ ซึ่งความต้องการใช้พลังงานมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก ทำให้ในอนาคตเชื้อเพลิงฟอสซิลลดลง จึงมีความจำเป็นต้องมีการส่งเสริมให้มีการผลิต และใช้พลังงานหมุนเวียนที่สามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ ได้แก่ เอทานอล และไบโอดีเซล น้ำมันปาล์มมีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ผลิตได้เองในประเทศ การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและรายได้โดยรวมของประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกเป็นความพยายามที่จะหาแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ โดยไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์ การเติมสารเติมแต่ง (additives) เข้าไปในน้ำมันไบโอดีเซลจะช่วยลดการเสื่อสภาพได้ ขณะเดียวกันก็จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางเคมีให้แก่ น้ำมันไบโอดีเซลได้อีกด้วย สารเติมแต่งมีหลายชนิดผลงานวิจัยต่างๆ [1-4] ให้ข้อมูลว่า กรด

4-Nonyl Phenoxy Acetic (NPAA) กลุ่มจำพวก Metallic Based จากการสังเคราะห์จากกรดเรซินกับ MnO₂ หรือ MgO เป็นต้น การนำสารเติมแต่งผสมในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มในอัตราส่วนต่างๆกันนั้นยังไม่มีผู้ใดศึกษามากนัก รวมถึงยังไม่มีผลการประเมินผลเป็นที่ชัดเจนถึงสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น กำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน และมลพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์ เป็นต้น

ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาการผสมสารเติมแต่งในน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มที่เหมาะสมที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล และคุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันหลังจากที่เติมสารเติมแต่งแล้วในแต่ละส่วนผสม เช่น คุณสมบัติจุดวาบไฟ ความหนืด ความร้อนเชื้อเพลิง ค่าดัชนีซีเทน

2. ทฤษฎี

เครื่องยนต์เป็นเครื่องจักรกลต้นกำลัง ที่ให้กำลังออกมาในรูปของแรงบิด และความเร็วในการหมุนเพื่อนำไปใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์และอุปกรณ์ต่างๆ

AEC-2005

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผู้ใช้คือ สมรรถนะของเครื่องยนต์ การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ราคาของเชื้อเพลิง เสียงและมลพิษทางอากาศ

2.1 กำลังเบรก

กำลังเบรก เป็นกำลังที่วัดได้ที่เพลลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกำลังที่นำไปใช้งานได้ การวัดกำลังเบรก ใช้เครื่องมือไดนาโมมิเตอร์ โดยวัดออกมาในรูปของแรงบิดและรอบการหมุนของเครื่องยนต์ ซึ่งหาได้จากสมการ

$$T = Fr \quad (1)$$

$$P_b = 2\pi TN \quad (2)$$

ซึ่ง P_b คือกำลังเบรก, T คือแรงบิดเครื่องยนต์, r คือรัศมี, F คือแรง และ N คือรอบการหมุนของเพลลาข้อเหวี่ยง

2.2 การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ และ ประสิทธิภาพ

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะถูกวัดเป็นอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงกำหนด ในรูปของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ซึ่งเป็นอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิงต่อหน่วยกำลังที่ให้ออกมา และเป็น การวัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานออกมา ซึ่งหาได้จาก

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{P_b} \quad (3)$$

ซึ่ง sfc คือการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, \dot{m}_f คืออัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิง

ค่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะยิ่งต่ำก็ยิ่งดี พลังงานเชื้อเพลิงที่สามารถปล่อยออกมาจากการเผาไหม้หาได้จาก มวลของเชื้อเพลิงที่ส่งเข้าไปในเครื่องยนต์ต่อวัฏจักรคูณด้วยค่าความร้อนของเชื้อเพลิง เรียกว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิง

$$\eta_f = \frac{P_b}{\dot{m}_f Q_{HV}} \quad (4)$$

ซึ่ง η_f คือประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิง, Q_{HV} คือค่าความร้อนเชื้อเพลิง

เมื่อแทนค่า $\frac{P_b}{\dot{m}_f}$ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง

η_f และ sfc คือ

$$\eta_f = \frac{1}{(sfc)(Q_{HV})} \quad (5)$$

2.3 สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์

เป็นนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นหลัก และพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยในการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ โดยผสมเข้าโดยตรงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงลดการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และมลพิษอื่นๆ ที่เกิดจากการใช้เครื่องยนต์ ลดการเกิดยางเหนียวบนวาล์วหัวฉีด และช่วยลดอุณหภูมิภายในเครื่องยนต์

3. วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบคุณภาพน้ำมันแสดงในหัวข้อ 3.1 และการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แสดงในหัวข้อ 3.2

3.1 การทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบคุณภาพน้ำมันตามมาตรฐาน ASTM โดยทำการทดสอบจุดวาบไฟตามรูปที่ 1 ความถ่วงจำเพาะตามรูปที่ 2 ความหนืดคิเนเมติกส์ตามรูปที่ 3 ค่าความร้อนเชื้อเพลิงตามรูปที่ 4 การกลั่นตามรูปที่ 5 เครื่องเขย่าโมเลกุลตามรูปที่ 6 และค่าดัชนีซีเทน ในส่วนตารางที่ 1 และ 2 แสดงการผสมน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์มและสารเติมแต่งในแต่ละสัดส่วน โดยใช้เครื่อง Ultrasonic ผสมน้ำมันและสารเติมแต่งเข้าด้วยกัน โดยใช้เวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 35 °C

AEC-2005

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการผสมน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์ม แบบไม่ได้ผสมสารเติมแต่ง โดยผสมที่ปริมาณ 2500 มิลลิลิตร

เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล (ml)	น้ำมันปาล์ม (ml)
Diesel	2500	-
B10	2250	250
B20	2000	500
B30	1750	750
B40	1500	1000
B50	1250	1250
B100	-	2500

ตารางที่ 2 อัตราส่วนในการผสมน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลและไบโอดีเซลปาล์มผสมสารเติมแต่งไทเทเนียมออกไซด์ (TiO₂) โดยผสมที่ปริมาณ 2500 มิลลิลิตร

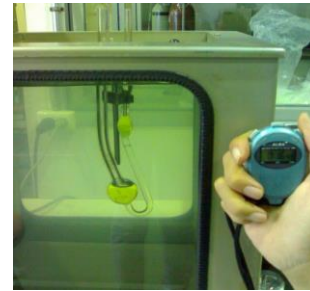
เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล (ml)	น้ำมันปาล์ม (ml)	TiO ₂ 0.1% โดยปริมาตร (ml)
Diesel	2497.5	-	2.5
B10	2247.5	250	2.5
B20	1997.5	500	2.5
B30	1747.5	750	2.5
B40	1497.5	1000	2.5
B50	1247.5	1250	2.5
B100	-	2497.5	2.5



รูปที่ 1 ทดสอบวัดจุดวาบไฟโดยใช้เครื่องมือ Pensky-Martens



รูปที่ 2 ทดสอบวัดความถ่วงจำเพาะโดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ Water bath



รูปที่ 3 ทดสอบวัดความหนืดโดยใช้ Capillary Tube Viscometer



รูปที่ 4 ทดสอบวัดค่าความร้อนเชื้อเพลิง



รูปที่ 5 ทดสอบวัดค่าอุณหภูมิการกลั่น



รูปที่ 6 เครื่องเขยาระดับโมเลกุล

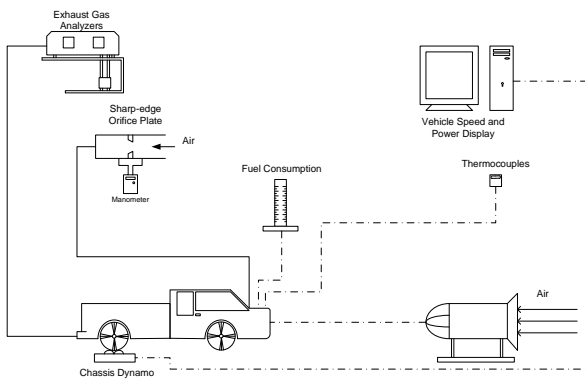
AEC-2005

3.2 ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ตามมาตรฐาน SAE J1349 ในการหาค่ากำลังเบรก แรงบิดเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยใช้วิธีแซสซีส์ไดนาโมมิเตอร์ ค่าความถูกต้อง $\pm 2\%$ และค่าความถูกต้องกำลังที่ล้อ $\pm 3\%$ ซึ่งแสดงข้อมูลจำเพาะเครื่องยนต์ในตารางที่ 3 และแผนภาพของเครื่องยนต์เครื่องมืวัต ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 3 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

Engine	TD27(New)
Displacement	2663 cc
Bore x Stroke	96.0 X 92.0 mm
Cooling system	Water cool
Intake Method	Natural aspiration
Maximum Power	83.8 bhp@4000rpm
Maximum Torque	166Nm-@2200rpm



รูปที่ 7 แผนภาพการทดสอบ

4. ผลการทดลอง

ผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 เป็นผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 7 ชนิด คือ B2, B10, B20, B30, B40, B50 และ B100 ผสมสารเติมแต่งไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ 0.1% และ 0.2% โดยปริมาตร แบ่งผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล ดังนี้

4.1 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM พบว่าความหนืดคิเนเมติกส์ จุดวาบไฟ ดัชนีซีเทน และความร้อนเชื้อเพลิงส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล พบว่าเมื่อนำไปผสมกับสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ส่วนผสม 0.1% โดยปริมาตร ให้ผลคุณภาพน้ำมันดีเซลที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

Fuel	Kinematic Viscosity (cSt)	Flash point (°C)	Cetane index	Heating value (MJ/kg)
ASTM Standard	ASTM D445 $1.8 \leq 4.1$	ASTM D93 > 52	ASTM D976 > 50	ASTM D240 42.5
B2	3.92	66	56.87	44.39
B10	4.02	65	55.99	43.79
B20	4.11	70	56.92	43.64
B30	4.16	85	56.30	37.25
B40	4.38	83	56.53	37.40
B50	4.52	90	55.22	38.22
B100	5.46	135	49.04	37.62
B2_0.1%	3.64	76	57.05	42.74
B10_0.1%	3.80	74	57.36	41.69
B20_0.1%	4.05	70	57.07	40.48
B30_0.1%	4.16	84	56.58	44.32
B40_0.1%	4.34	80	55.91	43.12
B50_0.1%	4.38	82	54.90	40.41
B100_0.1%	5.34	150	49.55	39.80
B2_0.2%	3.84	69	57.04	45.01
B10_0.2%	3.87	73	57.381	43.27
B20_0.2%	4.05	68	57.27	43.19
B30_0.2%	4.16	83	55.86	40.03
B40_0.2%	4.34	78	55.51	42.21
B50_0.2%	4.35	82	54.60	33.33
B100_0.2%	5.25	141	49.21	40.63

ความหนืดคิเนเมติกส์ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D445 ผลการทดสอบพบว่าค่าความหนืดคิเนเมติกส์ของน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นในสัดส่วนไปโอ

AEC-2005

ดีเซลเพิ่มสูงขึ้น สามารถลดค่าความหนืดโดยรวมใน
ทุกอัตราส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลกับสารเติมแต่ง
B2, B10, B20, B30, B40, B50 และ B100 อยู่ที่
7.14%, 5.47%, 1.45%, 0%, 0.91%, 3.09% และ
1.82% ตามลำดับ ซึ่งค่าความหนืดที่ลดลงนี้ส่งผลดีต่อ
การกระจายตัวเป็นละอองฝอย ในระบบป้อนเชื้อเพลิง
ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ไม่เกิดเขม่า และตะกรันใน
เครื่องยนต์

จุดวาบไฟทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D93
ผลการทดสอบพบว่าจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง
ตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซลมีค่ามากกว่าหรือ
เท่ากับ 52 °C พบว่าเมื่อผสมสารเติมแต่ง 0.1%TiO₂
คุณภาพน้ำมัน B2, B10, B20 และ B100 มีจุดวาบไฟ
สูงขึ้น 13.15%, 12.16%, 0% และ 10%, ตามลำดับ
ส่วน B30, B40, B50 มีจุดวาบไฟลดลง 1.17%,
3.61%, 8.88% ซึ่งจุดวาบไฟที่สูงขึ้นนี้ส่งผลต่อความ
ปลอดภัยในการใช้งาน การเก็บรักษา และการขนส่ง

ดัชนีซีเทนทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D976
ผลการทดสอบพบว่าค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันเชื้อเพลิง
ตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล มีค่ามากกว่า
หรือเท่ากับ 50 ยกเว้น B100 พบว่าเมื่อผสมสารเติม
แต่ง 0.1%TiO₂ คุณภาพน้ำมัน B2, B10, B20 B30
และ B100 มีดัชนีซีเทนสูงขึ้น 0.31%, 2.38%, 0.26%
0.49% และ 1.02%, ตามลำดับ ส่วน B40, B50 มีดัชนี
ซีเทนลดลง 1.11%, 0.57% ซึ่งดัชนีซีเทนที่สูงขึ้นนี้
ส่งผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง

ค่าความร้อนเชื้อเพลิงทดสอบตามมาตรฐาน
ASTM D240 ผลการทดสอบพบว่าค่าความร้อนของ
น้ำมันเชื้อเพลิง ตามมาตรฐานของน้ำมันดีเซล มีค่า
มากกว่าหรือเท่ากับ 42.5 MJ/kg ยกเว้น B30, B40,
B50 และ B100 พบว่าเมื่อผสมสารเติมแต่ง 0.1%TiO₂
คุณภาพน้ำมัน B2, B10, B20 มีค่าความร้อน
เชื้อเพลิงลดลง 3.71%, 4.79%, 7.24% ตามลำดับ
ส่วน B30 B40, B50 และ B100 มีค่าความร้อน
เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 15.95%, 13.26%, 5.41% และ
5.47% ตามลำดับ ซึ่งค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นนี้

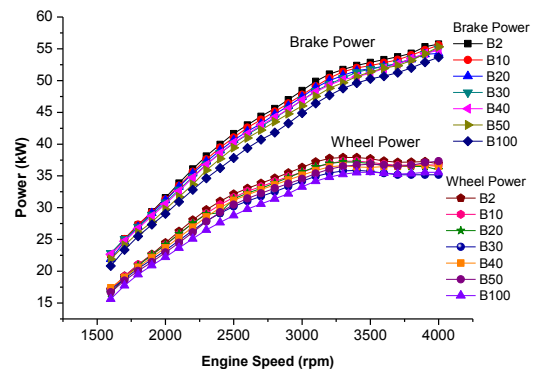
ส่งผลต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีความสมบูรณ์
มากขึ้น

4.2 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลสมรรถนะ เครื่องยนต์

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ การ
ทดสอบกำลังเบรกของเครื่องยนต์ การทดสอบกำลังที่
ล้อของรถยนต์ แรงบิดเครื่องยนต์ และอัตราการ
สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง แบ่งผลการทดลองและการ
วิเคราะห์ผล ดังนี้

4.2.1 กำลังเครื่องยนต์ และกำลังที่ล้อ

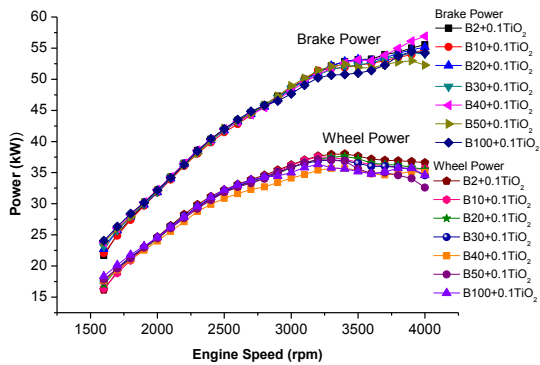
ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J1349 จากรูปที่ 8-
10 เป็นการเปรียบเทียบกำลังเบรก กำลังที่ล้อของ
เครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ช่วงความเร็ว
รอบ 1600 ถึง 4000 rpm พบว่ากำลังเบรก และกำลัง
ที่ล้อลดลงตามสัดส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม
เมื่อนำสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มาผสม
กับน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละสัดส่วนพบว่าสารเติมแต่ง
ปริมาณ 0.1% โดยปริมาตรให้ผลดีที่สุดในช่วง
ความเร็วรอบการใช้งานที่ 1600 ถึง 3000 rpm ทุก
สัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มที่ผสมสารเติมแต่ง
0.1%TiO₂ ให้กำลังเบรก และกำลังที่ล้อสูงขึ้น ในส่วน
การผสมสารเติมแต่ง 0.2%TiO₂ ที่ความเร็วรอบใช้งาน
เดียวกันนี้ พบว่ากำลังเบรก และกำลังที่ล้อลดลงทุก
สัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม ซึ่งกำลังที่เพิ่มขึ้น
ส่งผลถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ดี



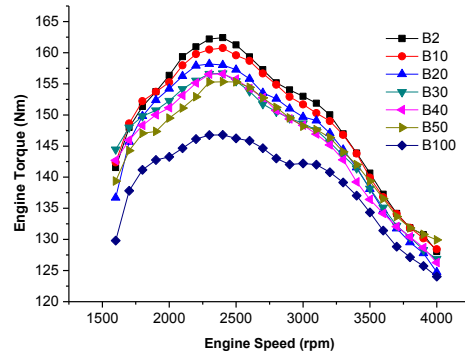
รูปที่ 8 กำลังเบรก กำลังเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบ
เครื่องยนต์ ไม่ได้ผสมสารเติมแต่ง

AEC-2005

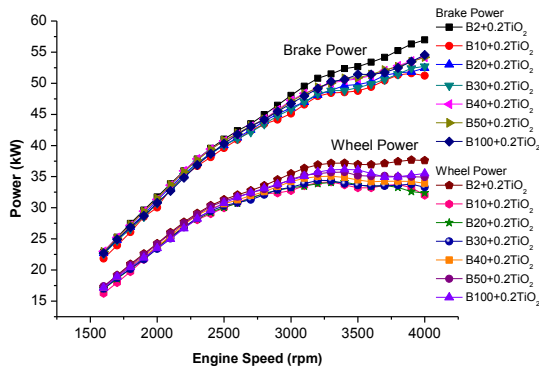
ดีเซลพาล์ม ซึ่งแรงบิดที่เพิ่มขึ้นส่งผลถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ดี



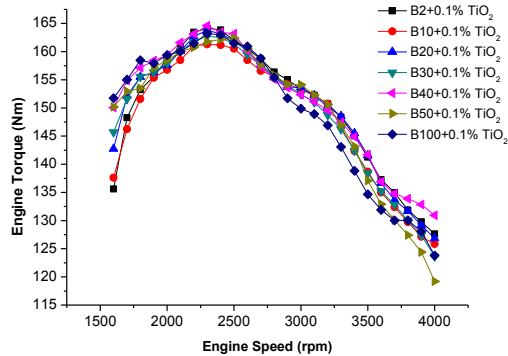
รูปที่ 9 กำลังเบรก กำลังเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ผสมสารเติมแต่ง 0.1% TiO₂



รูปที่ 11 แรงบิดเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ไม่ได้ผสมสารเติมแต่ง



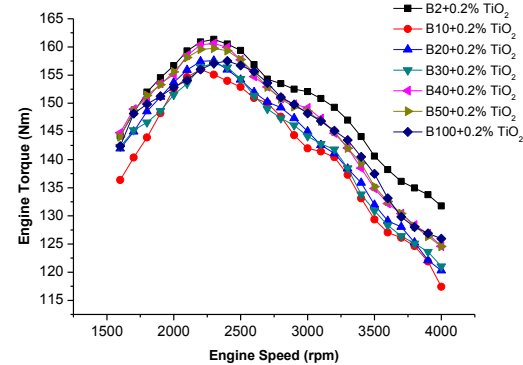
รูปที่ 10 กำลังเบรก กำลังเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ผสมสารเติมแต่ง 0.2% TiO₂



รูปที่ 12 แรงบิดเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ผสมสารเติมแต่ง 0.1% TiO₂

4.2.2 แรงบิดเครื่องยนต์

ทดสอบตามมาตรฐาน SAE J1349 จากรูปที่ 11-13 เป็นการเปรียบเทียบแรงบิดเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ช่วงความเร็วยรอบ 1600 ถึง 4000 rpm พบว่าแรงบิดเครื่องยนต์ลดลงตามสัดส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลพาล์ม เมื่อนำสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละสัดส่วนพบว่าสารเติมแต่งปริมาณ 0.1% โดยปริมาตรให้ผลดีที่สุดในช่วงความเร็วยรอบการใช้งานที่ 1600 ถึง 2500 rpm ทุกสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มที่ผสมสารเติมแต่ง 0.1%TiO₂ ให้แรงบิดเครื่องยนต์สูงขึ้น ในส่วนการผสมสารเติมแต่ง 0.2%TiO₂ ที่ความเร็วยรอบใช้งานเดียวกันนี้ พบว่าแรงบิดเครื่องยนต์ลดลงทุกสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลพาล์ม



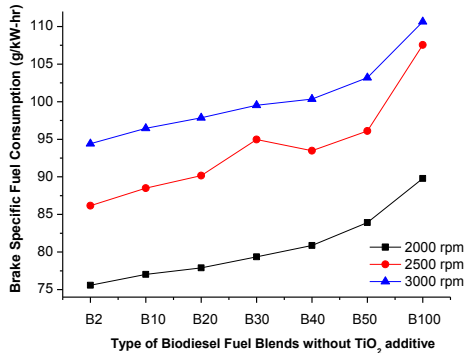
รูปที่ 13 แรงบิดเครื่องยนต์กับความเร็วยรอบเครื่องยนต์ ผสมสารเติมแต่ง 0.2% TiO₂

4.2.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

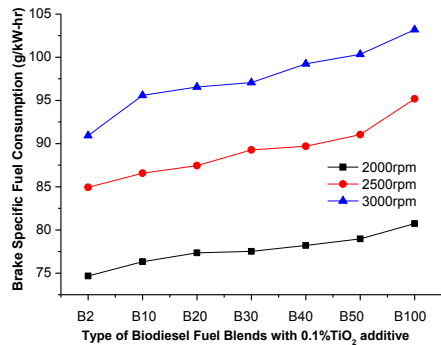
จากรูปที่ 14-16 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ความเร็วยรอบใช้งาน 2000 ถึง 3000 rpm พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากขึ้นตามสัดส่วนการผสมน้ำมันไบโอดีเซลพาล์มทุกสัดส่วน เมื่อนำสารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละสัดส่วน

AEC-2005

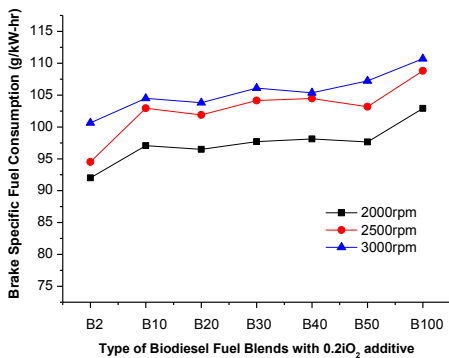
พบว่าสารเติมแต่งปริมาณ 0.1% โดยปริมาตรให้ผลดีที่สุด ทุกสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มที่ผสมสารเติมแต่ง 0.1%TiO₂ ให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันลดลง ในส่วนการผสมสารเติมแต่ง 0.2%TiO₂ ที่ความเร็วรอบใช้งานเดียวกันนี้ พบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นทุกสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าลดลงยิ่งดีส่งผลให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น



รูปที่ 14 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม ไม่ได้ผสมสารเติมแต่ง



รูปที่ 15 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์ม ผสมสารเติมแต่ง 0.1% TiO₂



รูปที่ 16 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มในแต่ละสัดส่วน ผสมสารเติมแต่ง 0.2% TiO₂

5. สรุปผลการทดลอง

สารเติมแต่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณ 0.1% โดยปริมาตรให้ผลดีที่สุด เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มในแต่ละสัดส่วน สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลปาล์มให้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลได้ ในส่วนสมรรถนะเครื่องยนต์ คือกำลังเบรค กำลังที่ล้น แรงบิดเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ วิศวกรประจำอาคารศูนย์เครื่องมือ 4 และ 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยในการทดสอบต่างๆ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] การุญ พังสุวรรณรักษ์ (2553). การศึกษาผลของการเติมสารเร่งผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถจักรยานยนต์, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, อุบลราชธานี
- [2] P.Benjumea, J. Agudelo and A. Agudeelo (2008). Basic properties of palm oil biodiesel blends, *Fuel, Volume 87, Pages 2069-2075*.
- [3] M.A. Kalam, H.H. Masjuki (2008). Testing palm biodiesel and NPAA additives to control NO_x and CO while improving efficiency in diesel engines, *Biomass and Bioenergy 32*, pp. 1116–1122.
- [4] M. Guru, B.D. Artukoglu, A. Keskin, A. Koca (2009). Biodiesel production from waste animal fat and improvement of its characteristics by synthesized nickel and magnesium additive, *Energy Conversion and Management 50*, pp. 498–502.