

การศึกษาสมรรถนะ และการปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วมน้ำมันดีเซล และการ ฉีดโปรดีวเซอร์ก๊าซ

The study of Performance and Emissions from Dual fuelled Engine with Diesel and Producer Gas

เมธี ช้างอาจหาญ^{1,3*}, ธวัชชัย วงศ์ช่าง^{2,3} และ กัมปนาท เทียนน้อย^{2,3}

¹โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ภาควิชาเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือก (CTAE) สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*ติดต่อ: E-mail: Methee.c@cit.kmutnb.ac.th โทรศัพท์: 022 555 2000 ext 6427, โทรสาร: 022 555 2000 ext 6427

บทคัดย่อ

โปรดีวเซอร์ก๊าซ เป็นพลังงานทางเลือกที่หาได้ง่ายในประเทศไทย ซึ่งสามารถนำมาใช้งานในเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะ การปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก 1 สูบ 4 จังหวะ ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 50 % ของภาระงานสูงสุด และที่ความเร็วรอบ 1200, 1500 และ 1800 รอบต่อนาที ที่ใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว และน้ำมันดีเซลกับโปรดีวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงร่วม ในงานนี้จำลองโปรดีวเซอร์ก๊าซที่มีส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรเจน, คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน ที่มีค่าความร้อน 4.09 MJ/Nm³ ฉีดผสมเข้ากับอากาศทางท่อร่วมไอดีในช่วง 10% และ 20% ของปริมาณอากาศ ผลที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์พบว่าเมื่อทำงานในโหมดเชื้อเพลิงร่วม ที่มีการเพิ่มอัตราส่วนโปรดีวเซอร์ก๊าซมากขึ้น สามารถทดแทนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลได้สูงสุดร้อยละ 41.27 ผลทางด้านมลพิษพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนโปรดีวเซอร์ก๊าซมากขึ้น ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ลดลง และปริมาณควันดำลดลง

คำหลัก: น้ำมันดีเซล, โปรดีวเซอร์ก๊าซ, เชื้อเพลิงร่วม

Abstract

Producer gas is alternative fuels readily available in Thailand. Which can be used in internal combustion engine. In this paper study comparing performance and emissions from the single cylinder small compression ignition engine, four stroke at a engine loads 50% of maximum load and rated speed of 1200, 1500 and 1800 rpm. The operated with conventional pure diesel and diesel with producer gas in dual fuel mode. The producer gas is a simulated gas which is contains H₂, CO, CO₂ and N₂. It has a 4.09 MJ/Nm³ heating value. The producer gas was introduced in the inlet manifold of engine at 10% and 20% by air in combustion. . The results obtained from the dual fuel mode. Diesel fuel can be saved to 41.27% with producer gas. Nitrous oxide emission was found to be very low in dual fuel and decrease the amount of smoke.

Keywords: Diesel, Producer gas, Dual Fuel

1. บทนำ

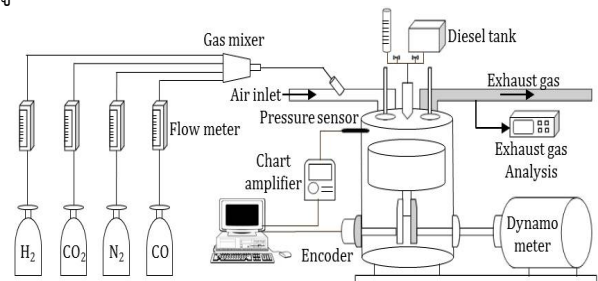
ปัจจุบันพลังงานทางเลือกมีบทบาทสำคัญในประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากความต้องการในการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศไทย [1] แต่ด้วยข้อจำกัดของแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เหลือน้อยลงอย่างต่อเนื่อง จนทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดความขาดแคลนในอนาคต ส่งผลให้การนำพลังงานทางเลือกมาใช้กับเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น พลังงานทางเลือกยังถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมทั้งพลังงานทางเลือกยังมีศักยภาพในการให้พลังงานได้ในระยะยาว [2] โพรติวเซอร์ก๊าซถือเป็นพลังงานทางเลือกรูปแบบหนึ่งที่ประกอบไปด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO), ก๊าซไฮโดรเจน(H₂), ก๊าซมีเทน(CH₄), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) และก๊าซไนโตรเจน(N₂) ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 5 MJ/Nm³ ที่มีศักยภาพในการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในได้ โดยเฉพาะในเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary engine) [3-4] อาทิ เช่น การใช้งานในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น โพรติวเซอร์ก๊าซสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลบางส่วนกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดได้ในรูปของเชื้อเพลิงร่วม (Dual fuel mode) โดยการนำโพรติวเซอร์ก๊าซฉีดผสมกับอากาศเข้าไปในกระบอกสูบ ซึ่งส่วนผสมของอากาศและโพรติวเซอร์ก๊าซจะไม่เกิดการจุดระเบิดอัตโนมัติ (Auto-ignition) จึงจำเป็นต้องใช้น้ำมันดีเซลบางส่วนช่วยในการเริ่มต้นการจุดระเบิด เนื่องจากโพรติวเซอร์ก๊าซมีค่าออกเทนสูงกว่า 105 จึงทำให้ไม่สามารถจุดระเบิดด้วยตัวเองภายใต้สภาวะแรงดันและอุณหภูมิภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปได้ [5-6] ในการใช้น้ำมันดีเซลฉีดตรงในกระบอกสูบเป็นเชื้อเพลิงหลักและใช้โพรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงรองในรูปของเชื้อเพลิงร่วมสามารถนำมาใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีทั่วไปได้อย่างสะดวก โดยที่ไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ซึ่งทำให้เครื่องยนต์ที่มีการทำงานแบบเชื้อเพลิงคู่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนกลับไปใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวได้อย่างง่ายดาย [6-8]

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้งานเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด ในรูปแบบเชื้อเพลิงร่วม ที่ฉีดน้ำมัน

ดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก และโพรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงรอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะและการปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ ที่ภาระงานและความเร็วรอบต่างๆ เมื่อใช้น้ำมันดีเซล พร้อมทั้งเพิ่มอัตราส่วนโพรติวเซอร์ก๊าซร้อยละ 10 และ 20 โดยไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานและพัฒนาต่อไปในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาศมรรถนะ และการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้นโดยการนำโพรติวเซอร์ก๊าซ มาใช้กับเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัดในรูปแบบของเชื้อเพลิงร่วม โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักเพียงอย่างเดียว (D100) และฉีดโพรติวเซอร์ก๊าซเข้าทางท่อไอดี (In-Port Injection) ด้วยอัตราส่วน 10% (PD10) และ 20% (PD20) ของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ทำการทดสอบที่ภาระงาน 50% ของภาระงานเครื่องยนต์สูงสุด ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์คงที่ 1,200 1,500 และ 1,800 รอบต่อนาที โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ

2.1 แท่นทดสอบ

ตารางที่ 1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์

รุ่นเครื่องยนต์	YANMAR L100V
ชนิดเครื่องยนต์	ดีเซล 4 จังหวะ
ปริมาตรกระบอกสูบ	0.435 ลิตร
จำนวนกระบอกสูบ	1
ระบบระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
กระบอกสูบ x ช่วงชัก	86 x 76 มิลลิเมตร
ชนิดการฉีดเชื้อเพลิง	ฉีดเชื้อเพลิงแบบตรง
อัตราส่วนการอัด	21.2 : 1
กำลังสูงสุด	6.8 kW @ 3600 RPM
จังหวะการฉีดเชื้อเพลิง	15.5° CA BTDC

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก 1 สูบ 4 จังหวะ ผลิตโดยบริษัท YANMAR รุ่น L100V ดังตารางที่ 1 โดยตัวเครื่องยนต์ทำการติดตั้งอยู่บนแท่นทดสอบซึ่งเชื่อมต่อกับไดนาโมมิเตอร์ แบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Eddy Current Engine Dynamometer) เพื่อควบคุมภาระการทำงานของเครื่องยนต์ วัดอากาศเข้าโดยชุดวัดอัตราการไหล ประกอบด้วย แผ่นออริฟิซและมานาไมเตอร์

ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล TYPE K เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศและโปรตีนเซอร์ก๊าซที่เข้าเครื่องยนต์ น้ำมันหล่อลื่น และไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์

2.2 เครื่องมือวิเคราะห์การเผาไหม้และมลพิษ

ชุดวิเคราะห์ความดันในห้องเผาไหม้ Pressure Transducer ยี่ห้อ Kistler รุ่น 6056A โดยต่อพ่วงกับ Charge Amplifier ของ Kistler รุ่น 5081 เพื่อขยายสัญญาณ ทำการติดตั้ง Shaft Encoder ยี่ห้อ British Encoder รุ่น 760 Commutated เพื่อวัดตำแหน่งของเพลลาข้อเหวี่ยง โดยใช้โปรแกรมเก็บข้อมูลของความดันในห้องเผาไหม้ที่ห้องศลาข้อเหวี่ยง

เครื่องมือที่ใช้วัดมลพิษจากการเผาไหม้ ยี่ห้อ Horiba รุ่น MEXA 584L ใช้วัดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ ไนโตรคาร์บอน และคาร์บอนมอนอกไซด์ ในส่วนของการวัด ระดับควันดำนั้นใช้เครื่องมือวัดควันดำยี่ห้อ Bosch Smoke Meter โดยค่าที่วัดได้จะเป็นค่าระดับตาม ความเข้มของแสงผ่านได้ ตั้งแต่ 0 ถึง 100 ตามปริมาณเขม่าจากน้อยไปหามากตามลำดับ ซึ่งมีหน่วยเป็น Bosch Smoke Number (BSN)

2.3 เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ น้ำมันดีเซลฉีดตรง ในกระบอกสูบเป็นเชื้อเพลิงหลัก และจำลองโปรตีนเซอร์ก๊าซที่มีองค์ประกอบของก๊าซ 4 ชนิดดังตารางที่ 2 มาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมโดยการฉีดเข้าทางท่อไอดีผสมกับอากาศ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของโปรตีนเซอร์ก๊าซ

ชนิดของก๊าซ	ร้อยละโดยปริมาตร
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	20
ไฮโดรเจน (H ₂)	15
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	15
ไนโตรเจน (N ₂)	50
ค่าความร้อน (HHV)	4.09 MJ/Nm ³

2.4 สมการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.4.1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซล โปรตีนเซอร์แก๊สคืออัตราส่วนของพลังงานที่ได้จาก การสันดาปของน้ำมันดีเซลร่วมกับโปรตีนเซอร์แก๊สเทียบกับ ปริมาณงานทางไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ผลิตได้โดย ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ดีเซลโปรตีน เซอร์แก๊สมีรูปแบบสมการดังนี้[9]

$$\eta_{th} = \frac{P}{FC_{Diesel} \times Q_{Diesel} + FC_{Gas} \times Q_{Gas}} \times 100$$

P = กำลังไฟฟ้า (Kw)

FC_{Diesel} = อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซล (kg/s)

Q_{Diesel} = ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล (kJ/kg)

FC_{Gas} = อัตราความสิ้นเปลืองโปรตีนเซอร์แก๊ส (Nm³/s)

Q_{Gas} = ค่าความร้อนของโปรตีนเซอร์แก๊ส (kJ/Nm³)

2.4.2 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

$$SEC = \frac{FC_{Diesel} \times Q_{Diesel} + FC_{Gas} \times Q_{Gas}}{P}$$

3. ผลการทดสอบ

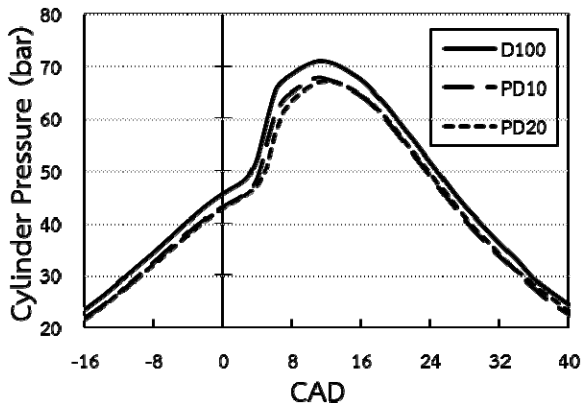
3.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ได้นำเสนอใน ส่วนของความดันในกระบอกสูบ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และอัตราการ ทดแทนน้ำมันดีเซล

3.1.1 ความดันในกระบอกสูบ

ความดันที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในกระบอกสูบลดลง เมื่อมีการฉีดโปรตีนเซอร์แก๊สในท่อร่วมไอดี เมื่อทำการ เปรียบเทียบกับการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ประกอบกับเมื่อมีการฉีดโปรตีนเซอร์แก๊สเพิ่มขึ้น พบว่าความดันในกระบอกสูบมีค่าลดลงตามลำดับ ดังรูป ที่ 3 เนื่องจากโปรตีนเซอร์แก๊สมีค่าความร้อนแฝงจากการ เผาไหม้ที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ การเผาไหม้ของน้ำมัน ดีเซล ประกอบกับความเร็วในการเผาไหม้ของโปรตีนเซอร์ แก๊สมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงทำให้การเผาไหม้ใน

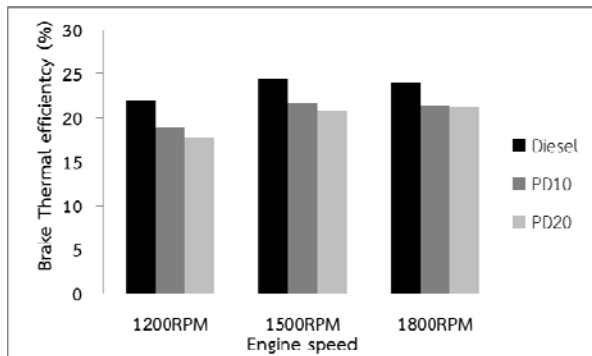
กระบอกสูบเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว [10] ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกันทั้งที่ภาระงานเครื่องยนต์และความเร็วรอบอื่นๆ



รูปที่ 2 ค่าความดันในกระบอกสูบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.1.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เมื่อฉีดโปรตีนเซอร์ก๊าสมีการลดลงตามอัตราการฉีดโปรตีนเซอร์ก๊าสตามลำดับ เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันดีเซลมีความร้อนที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลกับโปรตีนเซอร์ก๊าส ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกันทั้งที่ภาระงานเครื่องยนต์และความเร็วของเครื่องยนต์ที่เท่ากัน

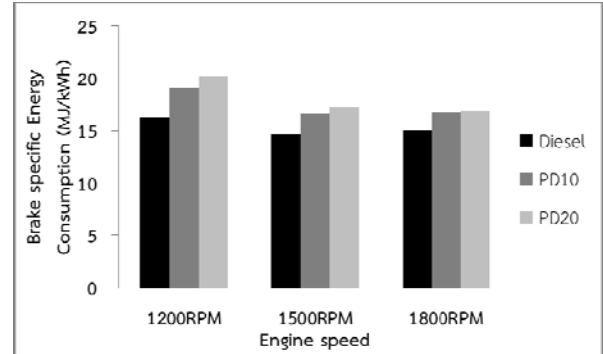


รูปที่ 3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.1.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่เกิดขึ้นจากเมื่อมีการฉีดโปรตีนเซอร์ก๊าสพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 4 เนื่องมาจากค่าความร้อนของโปรตีนเซอร์ก๊าสต่ำกว่าน้ำมันดีเซล จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง ดังนั้นเครื่องยนต์จึง

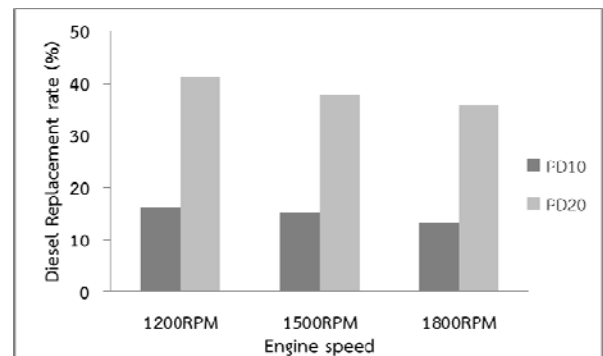
ต้องฉีดน้ำมันดีเซลมากขึ้นเพื่อรักษาเสถียรภาพของเครื่องยนต์ จึงส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะสูงขึ้น เมื่อมีการฉีดโปรตีนเซอร์ก๊าสเพิ่มขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.1.4 อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล

อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซลหาได้จากอัตราส่วนของผลต่างอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับโปรตีนเซอร์ก๊าส ผลที่เกิดขึ้นพบว่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลลดลง เมื่อมีการเพิ่มอัตราการไหลของโปรตีนเซอร์ก๊าสเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังรูปที่ 5 เนื่องจากถูกจำกัดด้วยอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิง (A/F ratio) ที่เหมาะสมในการเผาไหม้ เมื่อควบคุมภาระงานเครื่องยนต์และความเร็วของเครื่องยนต์ที่เท่ากัน



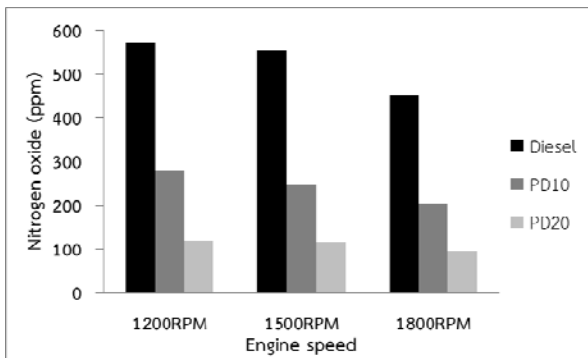
รูปที่ 5 อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.2 ผลการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์

ผลการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ได้นำเสนอในส่วนของไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และปริมาณควันดำ

3.2.1 ไนโตรเจนออกไซด์

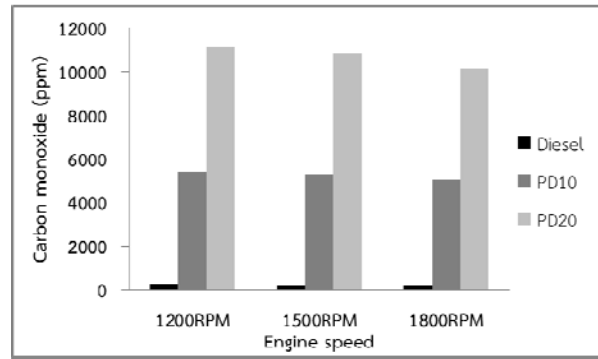
ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซลพบว่า เมื่อมีการฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงร่วมปริมาณของไนโตรเจนออกไซด์ลดลงจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 6 เนื่องจากน้ำมันดีเซลมีค่าความร้อนสูงกว่าโปรติวเซอร์ก๊าซ ส่งผลให้มีอุณหภูมิในการเผาไหม้สูงกว่าเป็นสาเหตุให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ [11] และการใช้งานในรูปแบบเชื้อเพลิงร่วมมีอากาศน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ก่อให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจนลดลง [12] เห็นได้จากการเพิ่มปริมาณโปรติวเซอร์ก๊าซมากขึ้น ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ลดลงตามลำดับ



รูปที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.2.2 คาร์บอนมอนอกไซด์

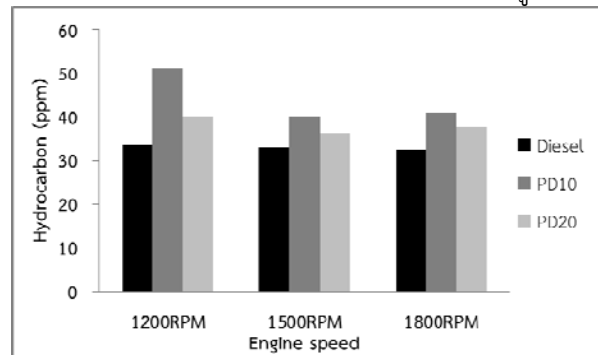
ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เมื่อฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงร่วม พบว่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นกว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล ดังรูปที่ 7 เนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจากการฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเข้าไปผสมกับอากาศ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ไม่เพียงพอ ซึ่งพบว่าการเพิ่มปริมาณโปรติวเซอร์ก๊าซมากขึ้น ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 7 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.2.3 ไฮโดรคาร์บอน

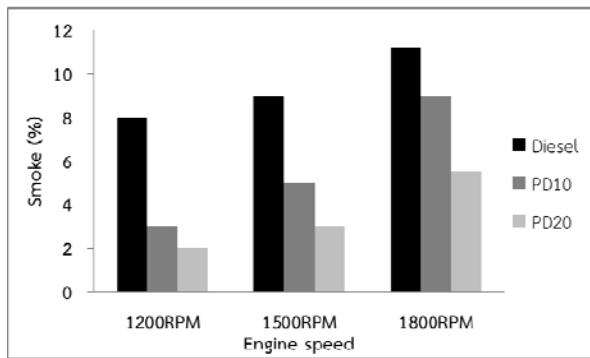
ปริมาณไฮโดรคาร์บอนจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงร่วม พบว่ามีปริมาณที่สูงกว่าปริมาณไฮโดรคาร์บอน จากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล ดังรูปที่ 8 เนื่องจากโปรติวเซอร์ก๊าซมีค่าความร้อนที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง ดังนั้นเครื่องยนต์จึงต้องฉีดน้ำมันดีเซลมากขึ้นเพื่อรักษาเสถียรภาพของเครื่องยนต์ จึงส่งผลให้มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่เหลือจากการเผาไหม้มีปริมาณที่สูง



รูปที่ 8 ปริมาณไฮโดรคาร์บอน ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์ ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.2.4 คิวน์ดำ

ปริมาณเขม่าที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงร่วม เปรียบเทียบกับปริมาณเขม่าจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล พบว่ามีปริมาณเขม่าลดลงตามลำดับ ดังรูปที่ 9 เนื่องจากการการฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเข้าไปผสมกับอากาศทางท่อร่วมไอดี ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วของโปรติวเซอร์ก๊าซ ส่งผลให้เผาไหม้น้ำมันดีเซลได้ดีขึ้น รวมทั้งเมื่อฉีดโปรติวเซอร์ก๊าซเพิ่มขึ้น การฉีดน้ำมันดีเซลลดลง เป็นผลให้ปริมาณเขม่าลดลง ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกันที่ภาระงานเครื่องยนต์และความเร็วรอบต่างๆ



รูปที่ 9 ปริมาณควันดำ ในแต่ละความเร็วรอบเครื่องยนต์
ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

4. สรุป

ผลจากการนำโปรตีนพืชก๊าซชนิดเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซล พบว่าที่ภาระงานเครื่องยนต์และความเร็วรอบต่างๆ สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้สูงสุด 41.27% แต่ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง 15% การปลดปล่อยมลพิษพบว่า ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ลดลงสูงสุด 79% และควันดำลดลงสูงสุด 75% แต่มีปริมาณไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทดแทน (CTAE) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการสนับสนุนทางวิชาการ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Energy Policy and Planning Office. "Planning Development of Renewable Energy for 15 years (2008 – 2022)". Ministry of Energy, Thailand, 2008. (In Thai)
- [2] G. Jose, T.C. Sauni, Renewable energy – traditional biomass vs. modern biomass, Energy policy 32 (2004) 771.
- [3] Martinez, J.D., Mahkamov, K., Andrade, R.V. and Silva Lora, E.E. (2012). Syngas production in downdraft biomass gasifiers and its application using internal combustion engines, Renewable Energy, vol. 38, pp.1-9.

[4] Ramadas, A.S., Jayaraj, S. and Muraleedharan, C. (2008). Dual fuel mode operation in diesel engines using renewable fuels: Rubber seed oil and coir-pith producer gas. Renewable Energy, vol 33, pp. 2077-2083.

[5] Banapurmath, N.R., Tewari, P.G., Yaliwal V.S., Kambalimath, Satish and Basavarajappa. 2009. Combustion characteristics of a 4-stroke CI engine operated on Honge oil, Neem and Rice Bran oils when directly injected and dual fuelled with producer gas induction, Renewable Energy, vol. 34, pp. 1877-1884.

[6] Sahoo BB, Sahoo N, Saha UK. Effect of engine parameters and type of gaseous fuel on the performance of dual-fuel gas diesel engines-A critical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009;13:1151-1184.

[7] Papagiannakis RG, Hountalas DT, Rakopoulos CD. Theoretical study of the effects of pilot fuel quantity and its injection timing on the performance and emissions of a dual fuel diesel engine. Energy Conversion and Management 2007;48:2951-2961.

[8] Poonia MP, Ramesh A, Gaur RR, Joshi A. Effect of pilot fuel quantity, injection needle lift pressure and load on combustion characteristics of a LPG Diesel dual fuel engine. IJEIT 2012;2:26-31

[9] Siripol Tongorn, (2007), Study on Advanced Injection Timing on A Dual Fuel Diesel Engine with Producer Gas for Power Generation, Thesis submitted in Partial Fulfillment of Requirements for The Degree of Master Science in Automotive Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

[10] Burke, M.P., Qin, X., Ju, Y. and Dryer, F.L. (2007). Measurement of hydrogen syngas flame speeds at elevated pressures, 5th US Combustion Meeting, March 2007, Paper # A 16.



[11] ผศ.ดร. ณัฐวุฒิ ดุษฎี (2553). ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าโดยใช้แก๊สเชื้อเพลิงจาก RDF-5 ศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้

[12] พิศาล สมบัติวงศ์, ผศ.ดร. ประชาสันติ ไตรยุทธ์ (2555). การศึกษาคุณลักษณะการเผาไหม้และสมรรถนะของเครื่องยนต์ก๊าซชีววมวลขนาดเล็ก สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี