



การศึกษาผลกระทบของปริมาณไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับเครื่องยนต์ดีเซลที่ส่งผลต่อสมรรถนะและการปลดปล่อยมลพิษ

The Effect of Hydrogen concentration in Producer Gas as secondary fuel for Diesel engine on Performance and Emissions

เมธี ช่างอาจหาญ^{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

ก๊าซชีววมวลถือเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย ซึ่งมีศักยภาพเพียงพอในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ในรูปแบบของการใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม และเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะ และการปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก 1 สูบ 4 จังหวะ ที่ภาระงานเครื่องยนต์ร้อยละ 25 ,50 และ 75 ของภาระงานสูงสุด และที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับก๊าซชีววมวลเป็นเชื้อเพลิงร่วม ในงานนี้ได้ทำการปรับสัดส่วนไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลโดยมีอัตราส่วนร้อยละ 5 ,10 และ 15 โดยปริมาตร จากนั้นฉีดก๊าซชีววมวลผสมเข้ากับอากาศทางท่อร่วมไอดีในอัตราส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ผลที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลมากขึ้น เป็นผลให้ความดันภายในกระบอกสูบและประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย สามารถทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลได้มากขึ้น ผลทางด้านมลพิษพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลมากขึ้น ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง และปริมาณควันดำลดลงตามลำดับ

คำหลัก: ก๊าซชีววมวล, เชื้อเพลิงร่วม, ไฮโดรเจน

Abstract

Producer gas is the one of alternative fuel which is easy to produce domestically in Thailand, Producer gas has a sufficient potential to applicate in diesel engine as an alternative fuel. This research is to study performance and emission gas from a small 4-stroke single piston compression ignition engine at 25%, 50% and 75% of maximum load. This experiment was operated at 1500 rpm on steady state engine condition, the engine was running with diesel and producer gas as dual fuel. In this experiment the amount of hydrogen gas in producer gas is 5,10 and 15% by volume. The of producer gas is inject into intake manifold and mixed with intake air before flow in combustion chamber, the amount of producer gas is controlled at 10% of air intake volume. From this experiment,



the result shows that increasing in hydrogen gas effect to slightly improve the cylinder pressure and thermal efficiency. The producer gas can achieve of reductant amount of diesel usage. The result of emission exhaust was improved, the carbon monoxide and black smoke was reduced while the fraction of hydrogen in producer gas was escalated.

Keywords: Producer gas, Dual fuel, Hydrogen

1. บทนำ

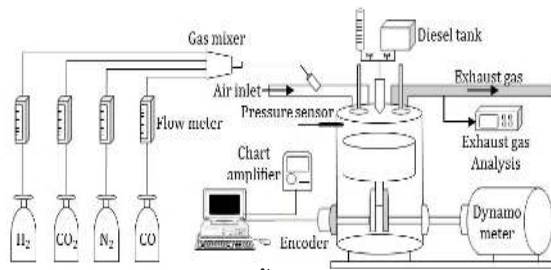
ในปัจจุบันการใช้เชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากความต้องการในการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมทั้งราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศไทย [1] แต่แหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีเหลือน้อยลงอย่างต่อเนื่อง จนทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดความขาดแคลนในอนาคต ส่งผลให้มีการศึกษาพัฒนาการนำพลังงานทางเลือกมาใช้กับเครื่องยนต์อย่างหลากหลาย เช่น แอลกอฮอล์, ก๊าซธรรมชาติ, ก๊าซหุงต้ม, ก๊าซชีวภาพ, ก๊าซชีวมวล และไฮโดรเจน เป็นต้น [2] เพื่อเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมทั้งพลังงานทางเลือกที่มีศักยภาพในการให้พลังงานได้ในระยะยาว [3] สำหรับประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ที่มีแหล่งเชื้อเพลิงชีวมวลอยู่ปริมาณมาก ก๊าซชีวมวลจึงเป็นหนึ่งในเชื้อเพลิงที่ได้รับความสนใจ ซึ่งมีศักยภาพในการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในได้ โดยเฉพาะในเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary engine) [4-5] อาทิ เช่น การใช้งานในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการผลิตพลังงานไฟฟ้า ก๊าซชีวมวลสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดได้ในรูปของเชื้อเพลิงร่วม (Dual fuel mode) โดยการนำก๊าซชีวมวลมาฉีดผสมกับอากาศเข้าไปในกระบอกสูบ ซึ่งส่วนผสมของอากาศและก๊าซชีวมวลจะไม่เกิดการจุดระเบิดอัตโนมัติ (Auto-ignition) จึงจำเป็นต้องใช้น้ำมันดีเซลบางส่วนช่วยในการเริ่มต้นการจุดระเบิด เนื่องจากโปรตีนเซอร์ก๊าซมีค่าออกเทนสูงกว่า 105 จึงทำให้ไม่สามารถจุดระเบิดด้วยตัวเองภายใต้สภาวะแรงดันและ

อุณหภูมิภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปได้ [6-7] ในการใช้น้ำมันดีเซลฉีดตรงในกระบอกสูบเป็นเชื้อเพลิงหลักและใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงรองในรูปของเชื้อเพลิงร่วมสามารถนำมาใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีทั่วไปได้อย่างสะดวก โดยที่ไม่ต้องมีการตัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ซึ่งทำให้เครื่องยนต์ที่มีการทำงานแบบเชื้อเพลิงคู่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนกลับไปใช้งานน้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวได้อย่างง่ายดาย [7-9] โดยทั่วไปก๊าซชีวมวลประกอบไปด้วยก๊าซเผาไหม้ประมาณ 40% ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) เล็กน้อย ส่วนที่เหลือจะเป็นก๊าซที่ไม่ติดไฟประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน (N_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ส่วนใหญ่ มีความร้อนประมาณ 5 MJ/Nm^3 ทั้งนี้องค์ประกอบของก๊าซชีวมวลขึ้นอยู่กับชีวมวลที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและปัจจัยต่างๆในการผลิตก๊าซชีวมวล [10]

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาถึงปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนที่อยู่ในองค์ประกอบหนึ่งของก๊าซชีวมวลที่มีศักยภาพในการเผาไหม้เมื่อใช้กับเครื่องยนต์ เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนมีค่าความร้อนสูง และก่อให้เกิดปริมาณมลพิษต่ำ [11-12] โดยทำการปรับปริมาณของไฮโดรเจนในก๊าซชีวมวลให้มีสัดส่วนร้อยละ 5, 10 และ 15 ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซล ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดโดยไม่มีการตัดแปลงเครื่องยนต์ ที่ภาระงานต่างๆและความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านสมรรถนะและการปลดปล่อยมลพิษ สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนา ก๊าซชีวมวลให้มีเหมาะสมกับการใช้งานเครื่องยนต์ต่อไปภายในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมรรถนะ และการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้นโดยการนำก๊าซชีววมวล มาใช้กับเครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัดในรูปแบบของเชื้อเพลิงร่วม โดยใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก และฉีดก๊าซชีววมวลเข้าทางท่อไอดี (In-Port Injection) เป็นเชื้อเพลิงรอง ที่อัตราส่วนร้อยละ 10 ของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ จากนั้นปรับปริมาณไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (H5), 10 (H10) และ 15 (H15) โดยปริมาตร ทำการทดสอบที่ภาระงานเครื่องยนต์ร้อยละ 25, 50 และ 75 ของภาระงานเครื่องยนต์สูงสุด ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์คงที่ 1,500 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

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก 1 สูบ 4 จังหวะ ผลิตโดยบริษัท YANMAR รุ่น

L100V ดังตารางที่ 1 โดยตัวเครื่องยนต์ทำการติดตั้งอยู่บนแท่นทดสอบซึ่งเชื่อมต่อกับไดนามิเตอร์ แบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Eddy Current Engine Dynamometer) เพื่อควบคุมภาระการทำงานของเครื่องยนต์ วัดอากาศเข้าโดยชุดวัดอัตราการไหลประกอบด้วย แผ่นออร์ฟิซและมานา มิเตอร์

ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล TYPE K เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศและก๊าซชีววมวลที่เข้าเครื่องยนต์ 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 เพื่อวัดตำแหน่งของเพลาคือเหียง โดยใช้โปรแกรมเก็บข้อมูลของความดันในห้องเผาไหม้ที่ต้อคาเพลาคือเหียง

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 น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักฉีดตรงในกระบอกสูบ และก๊าซชีววมวลที่ทำการผสมก๊าซไฮโดรเจน(H₂), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) และก๊าซไนโตรเจน (N₂) โดยมีสัดส่วนดังตารางที่ 2 มาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม โดยการฉีดเข้าทางท่อไอดีผสมกับอากาศ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของก๊าซชีววมวล



ชนิดเชื้อเพลิง	องค์ประกอบ				
	H ₂ (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	ค่าความร้อน (HHV) MJ/Nm ³
H15	15	20	15	50	4.09
H10	10	20	15	55	3.28
H5	5	20	15	60	2.9

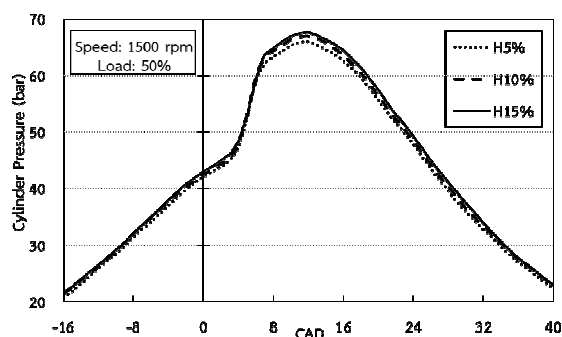
3. ผลการทดสอบ

3.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ได้นำเสนอในส่วนของความดันในกระบอกสูบ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และอัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล

3.1.1 ความดันในกระบอกสูบ

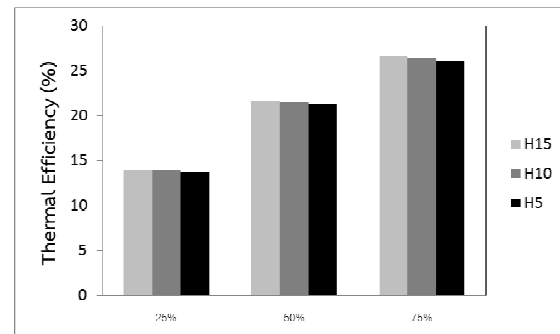
ความดันที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นตามลำดับดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกภาระงานเครื่องยนต์ เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลส่งผลให้มีความร้อนสูงขึ้นและการเผาไหม้รวดเร็วขึ้นภายในห้องเผาไหม้จึงทำให้ความดันภายในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2 ค่าความดันในกระบอกสูบที่ความเร็รรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที ภาระงานเครื่องยนต์ 50%

3.1.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

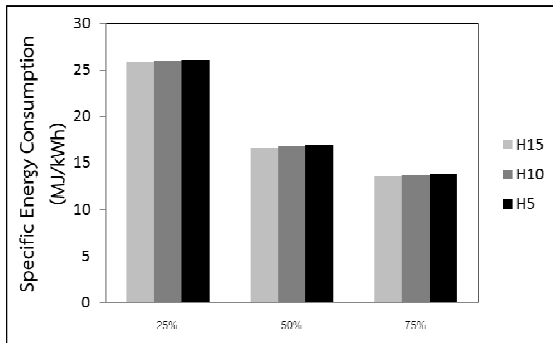
ประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นสังเกตได้ว่าที่สัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 15 มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดที่ 26.5% ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 75% เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลทำให้มีความร้อนสูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นตามลำดับดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ในแต่ละภาระงานเครื่องยนต์ ที่ความเร็รรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.1.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

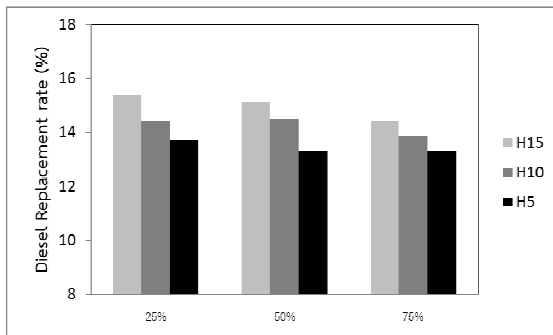
อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีแนวโน้มลดลง เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นตามลำดับดังรูปที่ 4 เนื่องจากค่าพลังงานของเชื้อเพลิงที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องยนต์ในเงื่อนไขเดียวกัน จึงส่งผลให้การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลง



รูปที่ 4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ในแต่ละภาระงานเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.1.4 อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล

อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซลสังเกตได้ว่าสามารถทดแทนได้สูงสุดที่ร้อยละ 15.38 ที่อัตราส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 15 ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 25% ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของผลต่างอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซชีววมวล ผลที่เกิดขึ้นพบว่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลลดลง เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังรูปที่ 5



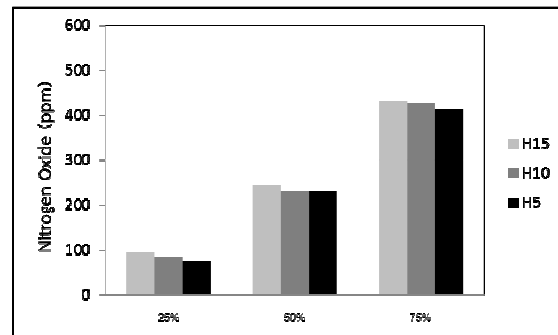
รูปที่ 5 อัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล ในแต่ละภาระงานเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.2 ผลการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์

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

3.2.1 ไนโตรเจนออกไซด์

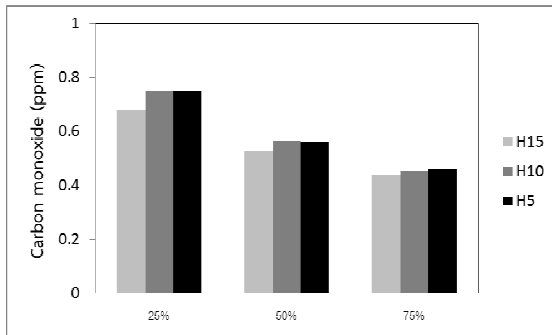
ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้น ตามลำดับดังรูปที่ 6 สังเกตได้ว่าปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ที่สัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 15 ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 75% มีปริมาณที่มากที่สุด 432.42 ppm เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้น ส่งผลให้มีอุณหภูมิในการเผาไหม้สูงด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์มากขึ้น



รูปที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ ในแต่ละภาระงานเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.2.2 คาร์บอนมอนอกไซด์

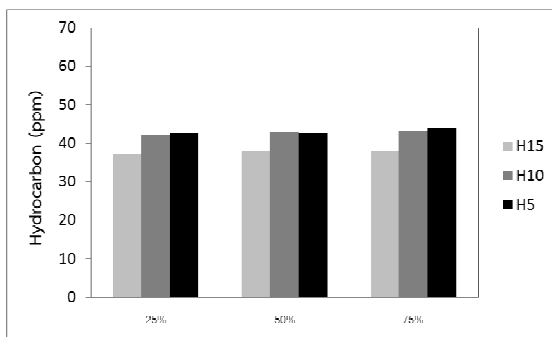
ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้มีแนวโน้มลดลง แต่เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มีปริมาณต่ำสุดที่สัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 15 ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 75% มีปริมาณ 0.43 ppm ดังรูปที่ 7 เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลทำให้การเผาไหม้ภายในกระบอกสูบรวดเร็วขึ้น เป็นสาเหตุให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง



รูปที่ 7 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ในแต่ละภาระงาน เครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.2.3 ไฮโดรคาร์บอน

ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้มีแนวโน้มลดลง เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นตามลำดับตั้งรูปที่ 8 เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลทำให้การเผาไหม้ดียิ่งขึ้น เป็นสาเหตุให้ปริมาณที่ลดลงจากการเผาไหม้ลดลง

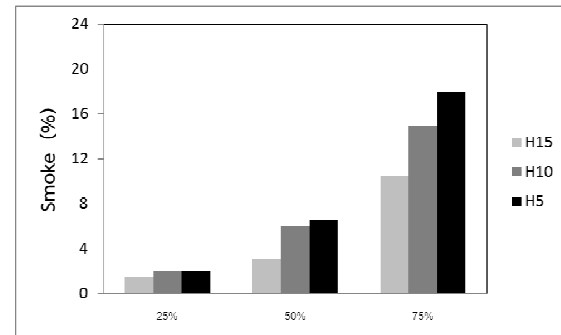


รูปที่ 8 ปริมาณไฮโดรคาร์บอน ในแต่ละภาระงาน เครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

3.2.4 คvdnด้า

ปริมาณคvdnด้าที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้มีแนวโน้มลดลง เมื่อทำการปรับอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลเพิ่มขึ้นตามลำดับตั้งรูปที่ 9 สังกเหตุได้ว่าลดลงต่ำสุดที่สัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 5 ที่ภาระงานเครื่องยนต์ 25% มีปริมาณคvdnด้าเพียงร้อยละ 2 เนื่องมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลที่ถูกฉีดเข้ามากับอากาศที่ทางเข้าไอดีทำให้การผสมกันระหว่างเชื้อเพลิง

กับอากาศดีขึ้น ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ปริมาณคvdnด้าลดลง



รูปที่ 9 ปริมาณคvdnด้า ในแต่ละภาระงานเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 รอบต่อนาที

4. สรุป

ผลจากการใช้งานเครื่องยนต์ดีเซลเชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซชีววมวล พบว่าก๊าซชีววมวลที่มีองค์ประกอบของก๊าซไฮโดรเจนมากขึ้น ที่ส่งผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ในทุกภาระงาน และความเร็วรอบมีแนวโน้มที่ดีขึ้น ทั้งประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สูงขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง และสามารถลดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลที่เป็นเชื้อเพลิงหลักได้อีกด้วย ส่วนผลทางด้านการปล่อยมลพิษ ช่วยในการลดปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และปริมาณคvdnด้าโดยรวมถือว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้งานเครื่องยนต์ที่ดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT310/2017

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] Lata DB, Misra A, Medhekar S. Effect of hydrogen and LPG addition on the efficiency and emissions on a dual fuel diesel engine. *Int J Hydrogen Energy* 2012;37:6084e96.
- [3] G. Jose, T.C. Sauni, Renewable energy - traditional biomass vs. modern biomass, *Energy policy* 32 (2004) 771.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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
- [10] Murari Mohon Roy, Eiji Tomita, Nobuyuki Kawahara, Yuji Harada, Atsushi Sakane. Performance and emission comparison of a supercharged dual-fuel engine fueled by producer gases with varying hydrogen content. *international journal of hydrogen energy* 3 4 (2009) 7811-7822
- [11] Santoso WB, Nur A, Ariyono S, Bakar RA. Combustion characteristics of diesel-hydrogen dual fuel engine. ISBN:978-967-0120-04-1.
- [12] Roy Murari Mohan, Tomita Eiji, kawahara Nobiyuki, Harada Yuji, sakane Atsushi. Comparison of performance and emissions of a supercharged dual- fuel engine fueled by hydrogen and hydrogen containing gaseous fuels. *Int J Hydrogen Energy* 2011;36:7339e52.