



## การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดพริกพราน Diesel Engine Performance Test Biodiesel oil from Indian Ivy-Rue

สุธิณา กสิพล<sup>1\*</sup> อุทัย ฟ่องรัศมี<sup>1</sup> เสนีย์ ศิริไชย<sup>1</sup> และ พิชิต สุดตา<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

<sup>2</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

Suthina Kasiphol<sup>1\*</sup> Uthai Phongrasamee<sup>1</sup> Seney Sirichai<sup>1</sup> and Pichit Sudta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,  
Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, 76000 Thailand

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, 76000 Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: suthina456@outlook.co.th

Received: 24 September 2019 | Revised: 24 December 2019 | Accepted: 22 January 2020

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดปริมาตรกระบอกสูบ 2,500 cm<sup>3</sup> โดยใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน และเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50 จากการทดสอบเครื่องยนต์ พบว่าใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงและใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานเป็นเชื้อเพลิงผสมกับน้ำมันดีเซลพบว่าทุกสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานได้กำลังของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น 8.5 % เช่น สัดส่วน 50 ได้กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย 99.5 HP กำลังที่ล้อเฉลี่ย 79.6 HP และกำลังที่สูญเสียที่เกิดจากการต้านทานเฉลี่ย 18.8 HP ที่แรงบิด 251.7 Nm ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,085 rpm นอกจากนี้ พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ย 0.54 g/km ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล

### ABSTRACT

This research aims to test diesel engine performance of 2,500 cc engine volume cylinder size by using diesel and biodiesel: diesel with ratio 5:95, 20:80 and 50:50. Results showed that power engine of biodiesel increases 8.5%. For 50% biodiesel concentration, an average engine power of 99.5 HP, an average wheel power 79.6 HP, an average resistance of the drag power of 18.8 HP at torque 251.7 Nm, and an engine cycles 2,085 rpm. In addition, they also found that the average carbon monoxide incomplete combustion of 0.54 g/km. that lower than that of diesel

**คำสำคัญ:** น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

**Keywords:** Biodiesel of Indian Ivy-Rue, Diesel Engine, Roller Dynamometer Performance Engine

## บทนำ

น้ำมันเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิต และนับวันราคาน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อประชาชนผู้บริโภคอย่างไรก็ตาม ประเทศไทยมีผลผลิตการเกษตรหลายชนิดที่นำมาใช้แทนน้ำมันได้ไม่ว่าจะเป็นมันสำปะหลังหรืออ้อย เพื่อทำเป็นเอทานอลผสมน้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ หรือพืชน้ำมันอย่างปาล์มน้ำมัน ละหุ่ง สบู่ดำ รวมถึงน้ำมันพืชใช้แล้วและไขมันสัตว์ ก็สามารถนำมาพัฒนาเป็น “Biodiesel” ใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ และคุณสมบัติสำคัญของไบโอดีเซลคือ สามารถย่อยสลายได้เองตามกระบวนการชีวภาพในธรรมชาติและไม่เป็นพิษ จึงเป็นเชื้อเพลิงไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550) วัตถุประสงค์ที่ใช้ทำน้ำมันไบโอดีเซลที่ต่างกันนั้นมีผลต่อคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้เช่นกันตัวอย่างน้ำมันจากเมล็ดพืชที่ได้มีการศึกษานำมาผลิตไบโอดีเซล ดังนี้ น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันสบู่ดำ น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันเมล็ดเรพ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันละหุ่ง น้ำมันงา เป็นต้น (ซีพีโอเอสโกเรท, 2561) พริกพราน (*Zanthoxylumrhetsa* (Roxb.)DC.) มีชื่อพ้อง

คือ *Z.limonella* และ *Z.budraga* Wall Ex.DC. มีชื่อสามัญคือ Indian Ivy-Rue พริกพรานพบมากในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นพืชที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งชาวบ้านนำเมล็ดใช้เป็นเครื่องเทศรสอาหาร และปลูกเพื่อเป็นสินค้า จัดเป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 10-20 m มีหนามรอบลำต้นและกิ่งใบเป็น ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่หรือคู่เรียงสลับ ออกดอกตรงปลายกิ่งช่วงเดือนเมษายน เป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ แยกเพศคนละต้น ติดผลประมาณปลายเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม มีผลค่อนข้างกลม เมล็ดขนาดเล็กเป็นมันสีดำ นอกจากจะพบพริกพรานในพื้นที่ภาคเหนือแล้ว ยังสามารถพบในบางพื้นที่ของภาคตะวันตกที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็น และมีฝนตกชุกในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางพื้นที่ของอำเภอหนองหญ้าปล้อง อำเภอเขาย้อย และอำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี โดยมีกลุ่มชาติพันธุ์กระเหรี่ยงและ ลาวโซ่งที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ได้ทำการเพาะปลูกสำหรับใช้เป็นอาหาร และนำมาใช้เป็นยาสมุนไพร โดยชนกลุ่มนี้เรียกพืชชนิดนี้ว่า “มะแข่น หรือมะแข่วน หรือพริกพราน หรือพริกนายพราน” ดังรูปที่ 1



(1)

(2)

(3)

รูปที่ 1 ส่วนประกอบต้นพริกพราน (1) ต้นพริกพรานลำต้น (2) หนามรอบลำต้น และ (3) ใบและผล

เมล็ดพริกพรานเป็นพืชที่เกิดในธรรมชาติที่มีองค์ประกอบหลักเป็นไขมัน (พิชิต, 2558) แต่ไม่เคยมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าในด้านการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เมล็ดพริกพรานเป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดเพื่อผลิตไบโอดีเซล จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบข้อมูลผลการวิจัยคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน (Indian Ivy-Rue) มีแต่พืชชนิดอื่น เช่น ในปี ค.ศ. 2004 Ajiwe and Obika ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง

และองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดลูกแพร์ (Pear Seed Oil) ที่มีแหล่งปลูกในทวีปแอฟริกาเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ผลจากการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของน้ำมันเมล็ดลูกแพร์ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก ได้แก่ ค่าความหนืด ค่าความร้อน และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเทคนิค FTIR พบว่าน้ำมันเมล็ดลูกแพร์มีหมู่ฟังก์ชันของอัลเคนเหมือนน้ำมันดีเซล แต่น้ำมันเมล็ดลูกแพร์มีองค์ประกอบไม่มีน้ำมันดีเซลคือหมู่ฟังก์ชันอัลคีนที่เป็นส่วนของไขมันไม่อิ่มตัว นอกจากนี้ยังพบว่า มีหมู่ฟังก์ชันของคาร์บอนิลและเอสเทอร์อยู่ในโมเลกุล ซึ่งเป็นองค์ประกอบ

ของน้ำมันพืชทั่วไป (Ajiwe and Obika, 2000) ซึ่งในงานวิจัยนั้นส่วนมากจะใช้วิธีสกัดน้ำมันโดยใช้สารละลายเพราะว่าพืชกลุ่มนี้จะมีน้ำมันอยู่ในเมล็ดเป็นหลัก สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยจะศึกษาคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานโดยวิธีการดังกล่าว นอกจากนั้นยังพบงานวิจัยภายในประเทศของพูนวิทย์ (พูนวิทย์ และคณะ, 2556) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำมันสกัดจากเปลือกส้มเพื่อเป็นน้ำมันไบโอดีเซลผลการศึกษาพบว่า น้ำมันจากเปลือกส้มไม่สามารถสกัดด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวอัด (Screw press) แต่สามารถสกัดได้โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายและน้ำมันเปลือกส้มเมื่อผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลได้ ในปีถัดมาอุษารัตน์ (อุษารัตน์, 2557) ได้ศึกษาการสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดกระบกโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยเมทานอล และใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและสกัดน้ำมันจากเมล็ดกระบกโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายและในปีเดียวกัน ศิวสม์ (ศิวสม์, 2557) ได้ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากเมล็ดเงาะโดยใช้ปฏิกิริยาสองขั้นตอน โดยนำตัวทำละลายร่วม คือ เฮกเซน เตตระไฮโดรฟูแรน และโทลูอินมาช่วยในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันแบบใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อนำไบโอดีเซลที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชนแล้ว ไบโอดีเซลที่ได้สามารถผ่านค่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน

สรุปจากการศึกษาเมล็ดพริกพรานและวรรณกรรมงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่างานวิจัยส่วนมากจะศึกษาน้ำมันจากเมล็ดพืชจากการสกัดทางเคมีโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย ซึ่งผลที่ได้มีน้ำมันของเมล็ดพืชต่าง ๆ และผลิที่จะนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติ น้ำมันไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D6751 จากที่ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสกัดน้ำมันของเมล็ดพริกพรานเพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล และนำมาทดสอบมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานตามข้อกำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิง ASTM D6751 และศึกษาน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันเมล็ดพริกพรานต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สัดส่วน 5 20 และ 50 และเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างการใช้เชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### 1. วัตถุประสงค์

ใช้เมล็ดพริกพรานในตำบลยางน้ำกลัดเหนือ อำเภอนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 36 kg ซึ่งผลเมล็ดพริกพรานมีคุณลักษณะแห้ง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เมล็ดพริกพราน

### 2. เครื่องมืออุปกรณ์หลักใช้ในการทดลอง

- 2.1 เครื่องระเหยลดความดัน
- 2.2 เครื่องมือวัดความหนืด (Viscosity Baths) ยี่ห้อ Julabo รุ่น ME-18V ตามมาตรฐาน ASTM D445
- 2.3 ไฮโดรมิเตอร์มาตรฐาน (g/cm<sup>3</sup>) Bez. Temp. 15 °C DIN 12791 Serie L50/SP BS 718
- 2.4 เครื่องมือทดสอบจุดวาบไฟ Pensky Closed Cup Flash Point Tester มาตรฐาน 9C/10, ASTM D93
- 2.5 เครื่องทดสอบคุณสมบัติ น้ำมัน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น 2010
- 2.6 เครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ Roller Dynamometer Performance and Function Tester Model: LPS 3000
- 2.7 เครื่องวิเคราะห์การเผาไหม้เครื่องยนต์ (Fuel Gas Analyzer Testo 320)

### 3. การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพริกพราน

น้ำมันแต่ละชนิดมีวิธีการสกัดที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของพืชน้ำมัน โดยการสกัดที่เป็นที่นิยม คือ การบีบและการสกัดด้วยตัวทำละลาย สำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีการสกัดโดยการแช่หมักเมล็ดพริกพรานที่บดละเอียดให้ตัวทำละลายที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย คือ เฮกเซน (Hexane) ปริมาตร 54 L ไหลซึมผ่าน

เมล็ดพืชที่บดละเอียด เป็นเวลา 72 hr น้ำมันในเมล็ดพืชจะละลายออกมากับตัวทำละลาย หลังจากนั้นจึงนำไปกลั่นแยกตัว

ทำละลายออก ทำการกรองสารสกัดและระเหยแยกเซนออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดัน ทำซ้ำทั้งหมด 4 ครั้ง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 น้ำมันเมล็ดพริกพรานที่สกัดได้

#### 4. การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผ่านกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน

ในน้ำมันพืชประกอบไปด้วยกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) Phospholipids Sterols น้ำ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ การนำน้ำมันมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอาจต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลของน้ำมันพืชให้เป็นสายโซ่ตรง ให้เป็นน้ำมันไบโอดีเซล (วิชาการ.คอม, 2553) โดยทั่วไปองค์ประกอบหลักของน้ำมันพืช คือ กรดไขมัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) ในปริมาณสัดส่วนของกรดทั้งสองชนิดจะแตกต่างกันทำให้คุณสมบัติของน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน กระบวนการทรานส์-

เอสเทอริฟิเคชัน เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างของโมเลกุลน้ำมันพืชให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยการนำเมทานอลเข้าไปทำปฏิกิริยากับกลีเซอไรด์ (โมโน-ได-ไตรกลีเซอไรด์) เพื่อแยกกลีเซอรอลออกจากกรดไขมัน โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น Sodium hydroxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้น คือ เมทิลเอสเทอร์ (เมทานอล + กรดไขมัน) และกลีเซอรอล หรือกลีเซอริน ในผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน โดยนำน้ำมันผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ใช้เมทานอลที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในอัตราส่วนน้ำมันเมล็ดพริกพราน:เมทานอล:โซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 200 ml:50 ml:1.5 g ปฏิกิริยาแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

#### 5. ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันเมล็ดพริกพรานตามข้อกำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิง ASTM D6751

กระบวนการในการตรวจสอบคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานจะใช้มาตรฐานเชื้อเพลิง ASTM D6751 และ EN 14214 ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนด

มาตรฐานของประเทศไทย โดยกรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.) เรื่องการกำหนดคุณลักษณะทางเคมีและคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (ส่วนพัฒนามาตรฐานสำนักคุณภาพเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560) ซึ่งมีรายละเอียดตัวแปรที่จะวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** มาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง ASTM D6751

ข้อกำหนด	เกณฑ์มาตรฐาน	วิธีทดสอบ
มอนอกลิเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.80	EN 14105
ไดกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.20	EN 14105
ไตรกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.20	EN 14105
กลีเซอรินอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.02	EN 14105
กลีเซอรินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.25	EN 14105
ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 °C (kg/m <sup>3</sup> )	860 - 900	ASTM D1298
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 °C (cSt)	3.5 - 5.0	ASTM D445
จุดวาบไฟ (°C)	>120	ASTM D93

## 6. ศึกษา น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันเมล็ดพริกพราน ต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

6.1 ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลมีขนาดปริมาตรกระบอกสูบรวม 2,500 cm<sup>3</sup> (112 HP) เครื่องยนต์มีการใช้งาน 385,114 km โดยใช้เครื่อง Roller Dynamometer Performance and Function Tester for cars Model: LPS

6.2 วิเคราะห์สมรรถนะการเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซล (Fuel Gas Analyzer Testo 320)

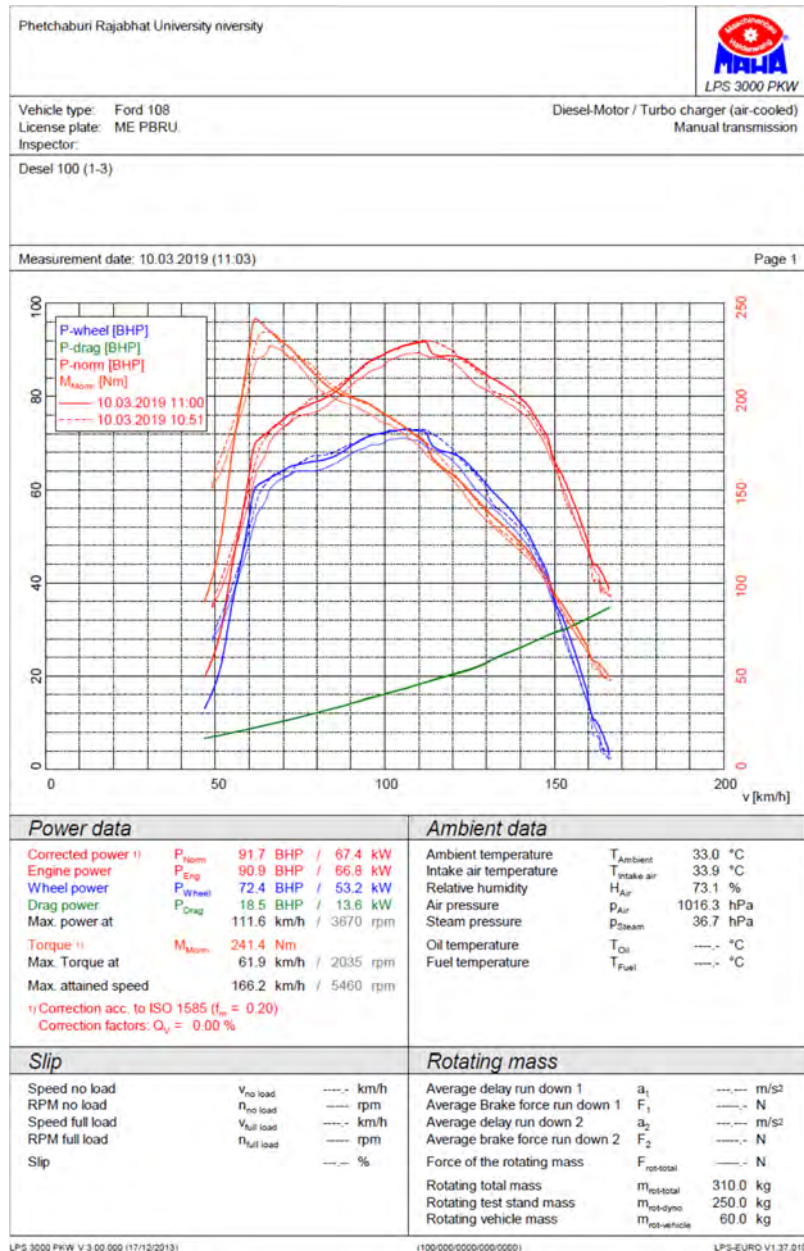
### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน จะนำเสนอเฉพาะส่วนที่นำน้ำมันของเมล็ดพริกพรานผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันเท่านั้น โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน ต่อ น้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50 สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ทดสอบสมรรถนะมีขนาดปริมาตรกระบอกสูบรวม (4 สูบ) 2,500 cc มีแรงม้าเครื่องยนต์ 112 HP (90 kW) รถยนต์ปี พ.ศ. 2547 มีอายุการใช้งาน 15 ปี และมีระยะการใช้งาน 385,114 km ซึ่งผลการวิจัยมีรายละเอียดที่จะนำเสนอ ดังนี้

1. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (Diesel Fuel) ดังรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 กราฟและผลการทดสอบได้จากการประมวลผลของเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันดีเซลและผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังตารางที่ 2 จากผลดังกล่าวพบว่า กำลังเครื่องยนต์มีการลดลง 18.12 % สาเหตุที่กำลังเครื่องยนต์ลดลงเพราะว่าชิ้นส่วนระบบของเครื่องยนต์มีการสึกหรอเนื่องจากเครื่องยนต์อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 15 ปี ในขณะเดียวกันก็ส่งผลกระทบต่อ การเผาไหม้ภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ โดยสามารถวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ 0.68 g/km ซึ่งค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะต้องควบคุมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 0.64 g/km

2. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานต่อ น้ำมันดีเซล ในสัดส่วน 5:95 ดังแสดงในรูปที่ 6



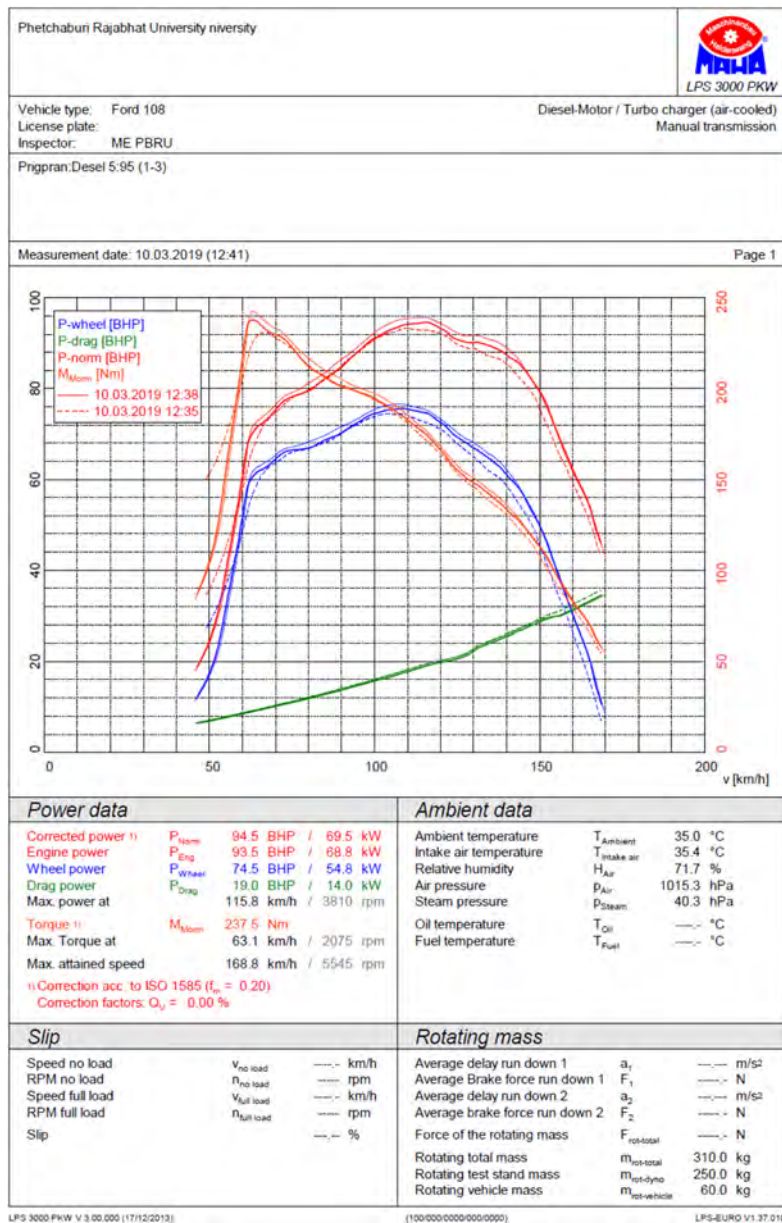
รูปที่ 5 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซล 100%

จากรูปที่ 6 กราฟและผลการทดสอบได้จากการประมวลผลของเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95 และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังตารางที่ 3 จากผลดังกล่าว พบว่ากำลังเครื่องยนต์มีการลดลงเพิ่มขึ้น 3 % สาเหตุกำลังต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานสูงกว่า

การใช้น้ำมันดีเซล เพราะว่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีน้อยกว่าน้ำมันดีเซล เช่น ค่าจุดวาบไฟ อยู่ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นผลให้เกิดการเผาไหม้เร็วขึ้นและได้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นด้วย และมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ลดลง 3 % ซึ่งส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพทางความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เพิ่มขึ้นและเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอสูบเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้น้ำมันดีเซล 100 % เปรียบเทียบกับกำลังเครื่องยนต์ตามคู่มือจดทะเบียนรถ

รายการ	ค่าที่วัดได้	กำลังเครื่องยนต์ตามคู่มือจดทะเบียนรถ	คิดเป็นร้อยละ
กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย (Corrected Power, $P_{Norm}$ )	91.7 HP (67.4 kW)	112 HP	ลดงร้อยละ 18.12
กำลังที่ล้อรถยนต์เฉลี่ย (Wheel Power, $P_{wheel}$ )	72.4 HP (53.2 kW)	-	-
กำลังที่สูญเสียจากการต้านทาน (Drag Power, $P_{Drag}$ )	18.5 HP (13.6 kW)	-	-
แรงบิด (Torque)	241.4 Nm	-	-
มาตรฐาน			
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	0.68 g/km	0.64 g/km	เกินมาตรฐานร้อยละ 6.25



รูปที่ 6 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5 : 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล 100%

รายการ	ค่าที่วัดได้		คิดเป็นร้อยละ
	ดีเซล 100%	น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95	
กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย (Corrected Power, $P_{Norm}$ )	91.7 HP (67.4 kW)	94.5 HP (69.5 kW)	เพิ่มขึ้นร้อยละ 3
กำลังที่ล้อรถยนต์เฉลี่ย (Wheel Power, $P_{wheel}$ )	72.4 HP (53.2 kW)	74.5 HP (54.8 kW)	เพิ่มขึ้นร้อยละ 3
กำลังที่สูญเสียจากการต้านทาน (Drag Power, $P_{Drag}$ )	18.5 HP (13.6 kW)	19.0 HP (14.0 kW)	เพิ่มขึ้นร้อยละ 3
แรงบิด (Torque)	241.4 Nm	237.5 Nm	ลดลงร้อยละ 2
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	0.68 g/km	0.64 g/km	ลดลงร้อยละ 3

3. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานต่อน้ำมันดีเซล ในสัดส่วน 20:80 ดังแสดงในรูปที่ 7

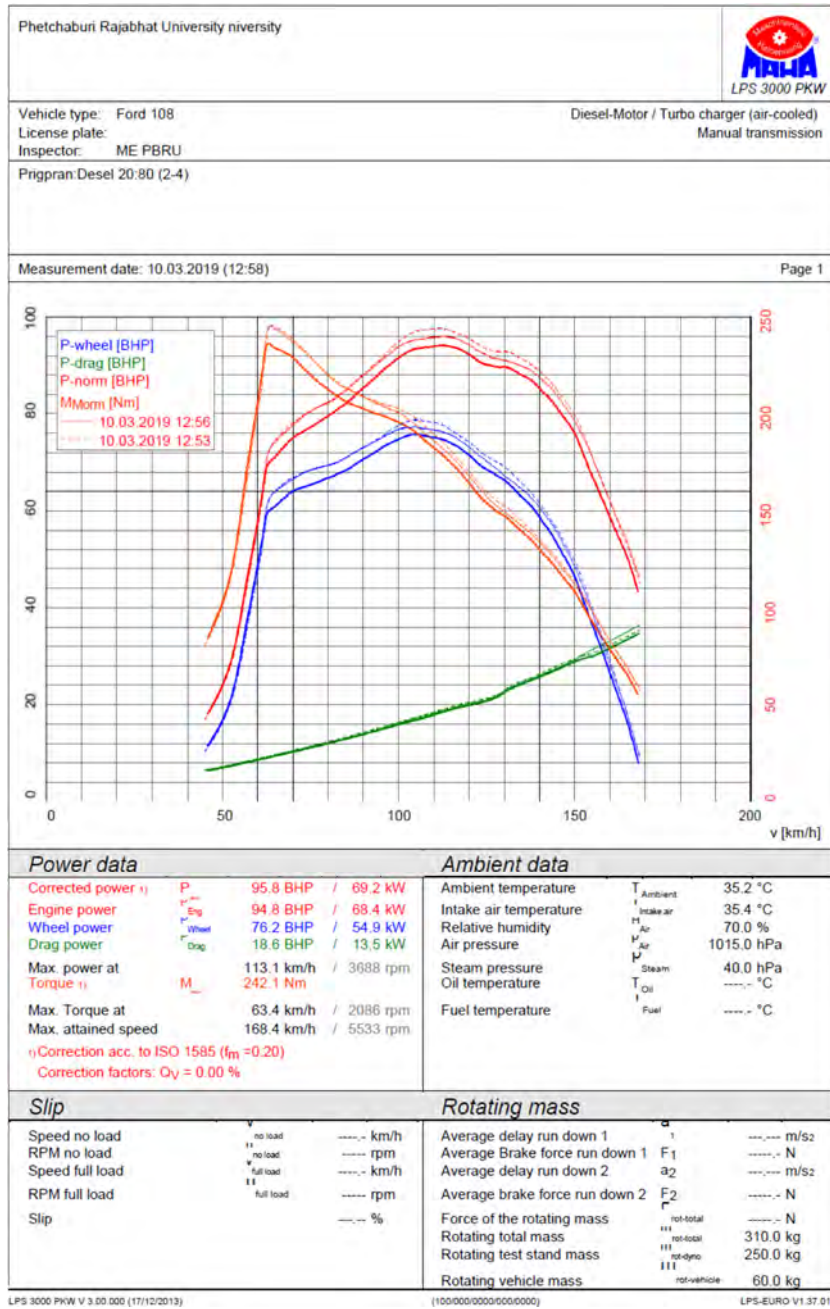
จากรูปที่ 7 กราฟและผลการทดสอบได้จากการประมวลผลของเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20:80 และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกำลังเครื่องยนต์ระหว่างการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สัดส่วน 5:95 กับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สัดส่วน 20:80 พบว่าสัดส่วนการผสมของน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สูง จะได้กำลังของเครื่องยนต์

เพิ่มขึ้นร้อยละ 2 และกำลังที่สูญเสียจากการต้านทานลดลงร้อยละ 2 สาเหตุกำลังต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานเพิ่มขึ้นเพราะว่าปริมาณน้ำมันของไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานมีสัดส่วนของการผสมเพิ่มขึ้นเป็น 20% ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานมีคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนที่กำหนดซึ่งส่งผลต่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์ เพราะว่าเกิดการเผาไหม้ได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานในสัดส่วนที่สูงจะมีปริมาณจำนวนโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน เป็นองค์ประกอบในจำนวนเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ลดลง 12 %

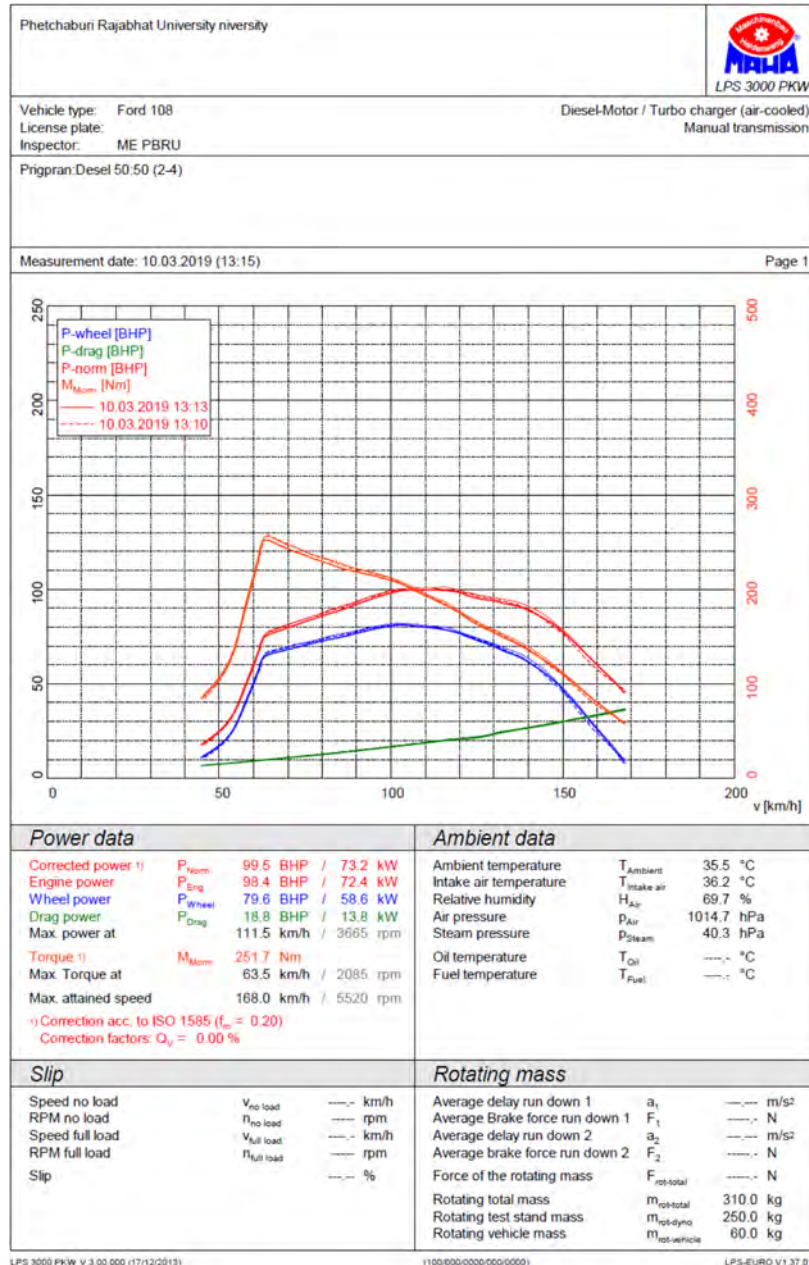
**ตารางที่ 4** ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20:80

รายการ	ค่าที่วัดได้		คิดเป็นร้อยละ
	น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95	น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20:80	
กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย (Corrected Power, $P_{Norm}$ )	94.5 HP (69.5 kW)	95.8 HP (69.2 kW)	เพิ่มขึ้นร้อยละ 1
กำลังที่ล้อรถยนต์เฉลี่ย (Wheel Power, $P_{wheel}$ )	74.5 HP (54.8 kW)	76.2 HP (54.9 kW)	เพิ่มขึ้นร้อยละ 2
กำลังที่สูญเสียจากการต้านทาน (Drag Power, $P_{Drag}$ )	19.0 HP (14.0 kW)	18.6 HP (13.5 kW)	ลดลงร้อยละ 2
แรงบิด (Torque)	237.5 Nm	242.1 Nm	เพิ่มขึ้นร้อยละ 2
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	0.64 g/km	0.58 g/km	ลดลงร้อยละ 12





รูปที่ 7 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ใช้น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20:80



รูปที่ 8 แสดงสมรรถนะเครื่องยนต์ ใช้น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 50:50

4. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานต่อน้ำมันดีเซล ในสัดส่วน 50:50 ดังแสดงในรูปที่ 8

จากรูปที่ 8 กราฟและผลการทดสอบได้จากการประมวลผลของเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 50:50 และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซล แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า สัดส่วนการผสมระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพราน กับน้ำมันดีเซลยังมี

สัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานยิ่งสูง จะได้กำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกำลังเครื่องยนต์การใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สัดส่วน 20:80 กับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่สัดส่วน 50:50 พบว่า สัดส่วนการผสมของน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานยิ่งสูง จะได้กำลังของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น 1 % และกำลังที่สูญเสียจากการต้านทานลดลง 2 % สาเหตุกำลังต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานเพิ่มขึ้น เพราะว่ามีปริมาณสัดส่วนของการผสมเพิ่มขึ้น 50% เนื่องจากน้ำมันไบโ

ดีเซลของเมสตีฟริกพรานมีคุณสมบัติในทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ในปริมาณเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนที่กำหนด โดยเฉพาะค่ากลีเซอรินอิสระ จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติในทางเคมี จากเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น 2010 ปรากฏว่าตรวจไม่พบค่ากลีเซอรินอิสระ (มาตรฐาน<0.02) แสดงดังตารางที่ 6 นอกจากนี้ยังพบว่า

คุณสมบัติทางกายภาพ ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานมีค่า 895.3 kg/m<sup>3</sup> ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล (860 - 900 kg/m<sup>3</sup>) แสดงดังตารางที่ 7 ซึ่งถ้าเพิ่มสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานยิ่งสูงเท่าใด จะได้กำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนที่กำหนด

**ตารางที่ 5** ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20 : 80 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 50:50

รายการ	ค่าที่วัดได้		คิดเป็น %
	น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 20 : 80	น้ำมันไบโอดีเซลของพริกพรานผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 50 : 50	
กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย (Corrected Power, P <sub>Norm</sub> )	95.8 HP (69.2 kW)	99.5 HP (73.2 kW)	เพิ่มขึ้น 4 %
กำลังที่ล้อรถยนต์เฉลี่ย (Wheel Power, P <sub>wheel</sub> )	76.2 HP (54.9 kW)	79.6 HP (58.6 kW)	เพิ่มขึ้น 4 %
กำลังที่สูญเสียจากการต้านทาน (Drag Power, P <sub>Drag</sub> )	18.6 HP (13.5 kW)	18.8 HP (13.8 kW)	เพิ่มขึ้น 1 %
แรงบิด (Torque)	242.1 Nm	251.7 Nm	เพิ่มขึ้น 4 %
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	0.58 g/km	0.54 g/km	ลดลง 7 %

**ตารางที่ 6** ผลการวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานตามมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง ASTM D6751

ข้อกำหนด	เกณฑ์มาตรฐาน	วิธีทดสอบ	ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบ	สรุปผลการทดสอบ
ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 °C (kg/m <sup>3</sup> )	860 - 900	ASTM D1298	895.3	ตามเกณฑ์
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 °C (cSt)	3.5 - 5.0	ASTM D445	8.07	สูงกว่าเกณฑ์
จุดวาบไฟ (°C)	>120	ASTM D93	20	ต่ำกว่าเกณฑ์

**ตารางที่ 7** แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันเมสตีฟริกพรานโดยใช้เครื่อง GC เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง ASTM D6751

ข้อกำหนด	เกณฑ์มาตรฐาน	วิธีทดสอบ	ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบ	สรุปผลการทดสอบ
มอนอกลิเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.80	EN 14105	0	อยู่ในเกณฑ์
ไดกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.20	EN 14105	9.084	สูงกว่าเกณฑ์
ไตรกลีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.20	EN 14105	0	อยู่ในเกณฑ์
กลีเซอรินอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.02	EN 14105	0	อยู่ในเกณฑ์
กลีเซอรินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	<0.25	EN 14105	1.326	สูงกว่าเกณฑ์

5. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลต่อน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 5:95 20:80 และ 50:50 แสดงดังตารางที่ 8

จากผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลและผลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซลของเมสตีฟริกพรานที่ผสมกับน้ำมันดีเซล ในสัดส่วน 5:95 20:80 และ

50:50 แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าจากสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลของ เมล็ดพริกพรานต่อน้ำมันดีเซลที่เพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้เครื่องยนต์ ดีเซลมีกำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นตามลำดับสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันการเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ พบว่า

ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์มี ปริมาณลดลง 3 15 % และ 20 % ตามลำดับ โดยค่าก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงตามสัดส่วนที่ผสมน้ำมันไบโอดีเซลของ เมล็ดพริกพรานต่อน้ำมันดีเซล

**ตารางที่ 8** แสดงการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบสำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลต่อน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50

รายการ	เปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซล 100 % คิดเป็น %		
	5:95	20:80	50:50
กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย (Corrected Power, $P_{Norm}$ )	เพิ่มขึ้น 3 %	เพิ่มขึ้น 4 %	เพิ่มขึ้น 9 %
กำลังที่ล้อรถยนต์เฉลี่ย (Wheel Power, $P_{wheel}$ )	เพิ่มขึ้น 3 %	เพิ่มขึ้น 5 %	เพิ่มขึ้น 9 %
กำลังที่สูญเสียจากการต้านทาน (Drag Power, $P_{Drag}$ )	เพิ่มขึ้น 3 %	เพิ่มขึ้น 1 %	เพิ่มขึ้น 2 %
แรงบิด (Torque) ที่ความเร็วรอบ 2035 rpm	ลดลง 2 %	เพิ่มขึ้น 0.2 %	เพิ่มขึ้น 4 %
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	ลดลง 3 %	ลดลง 15 %	ลดลง 20 %

สรุปจากการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานต่อน้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซลในสัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50 จะพบว่ายังเพิ่มปริมาณ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานเพิ่มขึ้นยิ่งจะทำให้ เครื่องยนต์ดีเซลได้กำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพทาง ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ จะแปรผันตามกำลังที่เพิ่มขึ้น ด้วย สาเหตุที่ กำลังของเครื่องเพิ่มขึ้นเพราะว่าน้ำมันไบโอดีเซล ของเมล็ดพริกพรานมีคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่าจุดวาบไฟต่ำ เป็นผลให้เกิดการเผาไหม้ได้เร็วขึ้นและเนื่องจากในโมเลกุลของ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานมีจำนวนโมเลกุลออกซิเจน ในองค์ประกอบมากกว่าในสัดส่วนน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ด พริกพรานที่ต่ำ ๆ (น้ำมันดีเซลยิ่งต่ำ) จึงทำให้การเผาไหม้ใน กระบอกสูบเครื่องยนต์ที่สมบูรณ์เมื่อมีสัดส่วนการผสมระหว่าง น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานกับน้ำมันดีเซลยิ่งสูงค่ากำลัง เครื่องยนต์ดีเซลเพิ่มขึ้นตามลำดับ

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานที่มีสัดส่วนการผสมกัน ระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานกับน้ำมันดีเซล ที่สัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50 เปรียบเทียบสมรรถนะ เครื่องยนต์ดีเซลระหว่างการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ด พริกพราน ที่สัดส่วนต่าง ๆ กับน้ำมันดีเซล 100% โดยเครื่องยนต์ ดีเซล (4 สูบ) ขนาดความจุของปริมาตรกระบอกสูบรวม

2,500  $cm^3$  แรงม้าเครื่องยนต์ 112 HP (90 kW) รถยนต์ปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมียุการปฏิบัติงานประมาณ 15 ปี ระยะการใช้งาน 385,114 km น้ำมันที่ใช้ทดสอบของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ป.ต.ท.) และน้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานตาม สัดส่วนที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นแล้ว การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซล ในกรณีใช้น้ำมันดีเซล โดยใช้เครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ และเครื่องวิเคราะห์แก๊สเสียของเครื่องยนต์ดีเซล ในการทดสอบ ดำเนินการในห้องปฏิบัติการวัดอุณหภูมิบรรยากาศได้ 33.0 °C อุณหภูมิอากาศที่เข้ากระบอกสูบเครื่องยนต์ได้ 33.9 °C ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 73.1% ความดันอากาศได้ 1016.3 hPa และความดันไอได้ 36.7 hPa ผลการทดสอบพบว่า เครื่องยนต์ ดีเซลที่ใช้น้ำมันดีเซล ได้กำลังเครื่องยนต์เฉลี่ย 90.9 HP (เดิม 112 HP) ส่วนผลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลในกรณีใช้น้ำมัน ไบโอดีเซล ที่สัดส่วน 5:95 20:80 และ 50:50 พบว่า ได้กำลัง เครื่องยนต์ ดีเซลเฉลี่ย 94.5 HP 95.8 HP และ 99.5 HP ตามลำดับจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบพบว่าได้กำลัง เครื่องยนต์ดีเซลมีค่าต่ำสุดเมื่อใช้น้ำมันดีเซล เมื่อใช้น้ำมัน ไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ พบว่าได้ กำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นตามลำดับสัดส่วนที่ผสม ในขณะเดียวกัน ประสิทธิภาพทางความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ภายใน กระบอกสูบรถยนต์จะแปรผันตามกำลังเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่ากำลังเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น นั้นเนื่องมาจาก น้ำมันไบโอดีเซลของเมล็ดพริกพรานมีคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น จุดวาบไฟ ที่สามารถลุกไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ซึ่งสอดคล้อง

