

การใช้น้ำมันปาล์มดิบในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก THE USE CRUDE PALM OIL FOR A SMALL CI ENGINE

คณิต วัฒนวิเชียร* พงษ์ภัทร พุกะนัดต์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล : wkanit@chula.ac.th

Kanit Wattanavichien.* Pongpat Phukanud.
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.
E-mail : wkanit@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในการศึกษาที่นำเสนอนี้ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อสถานะและค่าความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบ 100% พร้อมนำเสนอผลการทดสอบการนำน้ำมันปาล์มดิบ 100% ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมดังกล่าว มาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก โดยได้แสดงในรูปแผนภูมิสมรรถนะเปรียบเทียบกันระหว่างเชื้อเพลิงทั้งสองที่สภาวะการทดสอบเดียวกัน ซึ่งพบว่าผลที่ได้แตกต่างจากการทำงานด้วยน้ำมันดีเซลทั่วไปหลายประการ อาทิ สมรรถนะของเครื่องยนต์พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ได้จากเชื้อเพลิงน้ำมันปาล์มดิบ 100% ไม่ต่างจากเชื้อเพลิงดีเซล แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าดีเซลอยู่ประมาณร้อยละ 10 อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการศึกษานี้ยังสามารถสรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตัวแปรการทำงานที่เหมาะสมที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ คุณสมบัติของเชื้อเพลิงและความหนืดของเชื้อเพลิง เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้น้ำมันปาล์มดิบ 100 % ต่อไปได้อีกด้วย

Abstract

This study shows the effect of temperature on the 100% CPO's state and viscosity. This study will also show some tests about using 100% CPO in the small diesel engine by showing in performance map of diesel and CPO. The study found that there were some different from using diesel such as engine performance. Maximum torque received from CPO is not different from diesel but the specific fuel consumption is 10 % approximately higher. However, the results can be concluded the suggestion about the factor that should concern such as the fuel temperature and the fuel viscosity.

1. บทนำ

ในปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกมีราคาสูงมากยิ่งขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสองปีที่ผ่านมาราคายาปลีกน้ำมัน

เชื้อเพลิงตามสถานีบริการน้ำมันต่างๆ มีการปรับราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในชีวิตประจำวันในโลกยุคนี้ พลังงานโดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นในการประกอบอาชีพ หรือในการเดินทางต่างๆ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ภาคการเกษตรหรือเกษตรกรถือได้ว่าเป็นกลุ่มชนกลุ่มใหญ่ในประเทศ ซึ่งเมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงมากยิ่งขึ้น เช่นเช่นนี้ ทำให้ภาคการเกษตรได้รับผลกระทบเป็นอย่างมากเนื่องจากเกษตรกรส่วนมากใช้เครื่องยนต์ทางการเกษตรขนาดเล็กไม่ว่าจะในการไถนา ใช้เป็นต้นกำลังในการปั้มน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการมีเชื้อเพลิงที่ราคาต่ำและสามารถใช้งานทดแทนน้ำมันดีเซล จึงเป็นทางออกของปัญหาราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นในทุกวันนี้

น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO) เป็นน้ำมันที่ได้จากพืชชนิดหนึ่งจากน้ำมันพืชหลากหลายชนิด โดยน้ำมันชนิดนี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากคุณสมบัติบางประการของน้ำมันปาล์มดิบมีความแตกต่างจากน้ำมันดีเซล อาทิ ค่าความร้อนจำเพาะ ค่าความหนืด และความหนาแน่น เป็นต้น ดังนั้นการนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปจึงมีความเสี่ยงหลายประการ แต่ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้ในการเกษตรนั้นสามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำกว่าน้ำมันดีเซลได้ และราคาของน้ำมันปาล์มดิบต่ำกว่าน้ำมันดีเซลที่มีโอกาสที่จะเพิ่มขึ้นได้ตลอดเวลา ทำให้มีความคุ้มค่าที่จะนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้งานเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกชนิดหนึ่งสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก

น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil , CPO) จึงเป็นทางออกหนึ่งสำหรับภาคการเกษตรที่ใช้เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็กที่ใช้ใช้น้ำมันชนิดนี้นำมาทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล เนื่องจากเครื่องยนต์ทางการเกษตรขนาดเล็กสามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำกว่าน้ำมันดีเซลได้ในการใช้งาน ซึ่งราคาของน้ำมันปาล์มเหล่านี้ มีราคาต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเป็นอย่างมาก

แต่น้ำมันปาล์มดิบมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลหลายประการ เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะเป็นของผสมระหว่างของแข็งและของเหลว และมีค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลถึง 10 เท่าที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้การนำน้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวมาใช้ทดแทนในเครื่องยนต์จะเปิดด้วยการอัดมีความยากลำบากมากขึ้น

ดังนั้นการศึกษานี้จะนำเสนอถึงการนำน้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวมาปรับใช้ในเครื่องยนต์จะเปิดด้วยการอัดขนาดเล็ก โดยแสดงให้เห็นถึงผลกระทบในเรื่องสมรรถนะ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการนำไปใช้งาน เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนต่อไป

2. น้ำมันปาล์มดิบ

2.1 ลักษณะทั่วไปของน้ำมันปาล์มดิบ

น้ำมันปาล์ม หมายถึง น้ำมันที่ได้จากเนื้อ (mesocarp) ของผลปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ 1. น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค 2. น้ำมันปาล์มสำหรับ อุตสาหกรรม โดยน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคสามารถแบ่งย่อยได้เป็นอีก 2 ชนิดคือ น้ำมันปาล์มธรรมชาติ (Virgin oil) และน้ำมันปาล์มรีไฟน์ (Refined oil)

น้ำมันปาล์มที่เสนอในบทความนี้เป็นน้ำมันปาล์มธรรมชาติหรือน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil) ซึ่งได้จากการสกัดผลปาล์มสด (Fresh fruit Bunch) โดยที่น้ำมันปาล์มดิบเป็นน้ำมันจากเส้นใยของผลปาล์มมีลักษณะเป็นน้ำมันข้น มีสีส้มขุ่น ณ อุณหภูมิปกติ เมื่ออุ่นด้วยความร้อนน้ำมันจะใสและมีสีส้มอมแดง

2.2 สถิติผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย ปัจจุบันขึ้นกับปริมาณการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติการปลูกปาล์มน้ำมันและผลผลิต [1]

ชื่อพืช	เนื้อที่เพาะปลูก (พันไร่)			ผลผลิต (พันตัน)		
	ปีเพาะปลูก			ปีเพาะปลูก		
	2546/47	2547/48	2548/49	2546/47	2547/48	2548/49
ปาล์ม น้ำมัน	1,799	1,935	2,031	4,902	5,181	5,513

จะเห็นว่าแนวโน้มของการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันและผลผลิตต่อไร่มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในทุกปี หมายความว่าในอนาคตราคาน้ำมันปาล์มดิบจะมีราคาที่ต่ำกว่า หรือ คงที่ ในขณะที่ราคาสินค้าอื่นๆ มีราคาสูงขึ้น แสดงว่าน้ำมันปาล์มดิบเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์เป็นเชื้อเพลิงทดแทนนั่นเอง

2.3 ราคาของน้ำมันปาล์มดิบ

ราคาของน้ำมันปาล์มดิบเปลี่ยนแปลงตามผลผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศซึ่งเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 18 – 27 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับดีเซลที่ราคาอยู่ระหว่าง 23 – 29 บาทต่อลิตร ในช่วงปี 2550

เนื่องด้วยราคาน้ำมันปาล์มดิบจะต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้น่าสนใจในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกในบางฤดูกาล และในบางสภาพ

การใช้งานที่น่าจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกได้อาทิ ชาวสวนที่ปลูกปาล์มที่ใช้เครื่องยนต์ทางการเกษตร หรือ เกษตรกรที่อยู่ในเขตที่มีการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน เหล่านี้จะได้เปรียบในด้านการนำมาใช้งาน

3. คุณสมบัติของน้ำมันปาล์มดิบ

น้ำมันปาล์มดิบมีคุณสมบัติหลายประการที่แตกต่างจากเชื้อเพลิงดีเซลดังแสดงในตารางที่ 2 จากตารางดังกล่าวแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างน้ำมันปาล์มดิบและดีเซลในด้านต่างๆ ซึ่งจะพบว่าคุณสมบัติของน้ำมันทั้งสองชนิดแตกต่างกัน

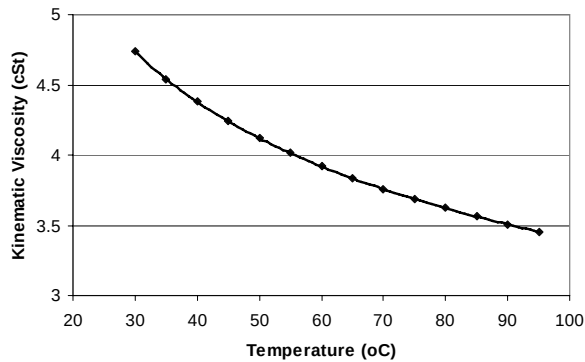
ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันปาล์มดิบ กับ ดีเซลทั่วไป [2]

Properties	Palm Bio-Diesel Limit	Diesel	CPO
High calorific value (MJ/kg)	-	45.91	40.14
Kinematic viscosity (cSt at 40 °C)	3.5-5.0	3.6	4.5 (at 70 °C) 3.85 cSt)
Specific density (g/cm ³)	0.86-0.9	0.832	0.860
Distillation			
I.B.P, (°C)	-	228	324
10% (°C)	-	258	325
20% (°C)	-	270	326
50% (°C)	-	298	330
70% (°C)	-	325	337
90% (°C)	-	376	341
F.B.P, (°C)	-	400	362
Pour point (°C)	-	15	16
Flash point (°C)	Min 120	98	193
Conradson carbon residue (%wt)	-	0.14	0.09
Cetane number	-	52	49

IBP- initial boiling point, FBP-final boiling point

คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการนำน้ำมันปาล์มดิบไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนนั้น นอกจากคุณสมบัติในด้านการเผาไหม้จำพวก ค่าความร้อนจำเพาะแล้ว คุณสมบัติอีกประการที่สำคัญคือค่าความหนืด ซึ่งค่าความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิห้องสูงกว่าดีเซลถึง 10 เท่า [3] และที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นน้ำมันปาล์มดิบจะมีความหนืดลดลง ดังแสดงในรูปที่ 1 และที่อุณหภูมิ 92 °C น้ำมันปาล์มดิบจะมีค่าความหนืดเท่ากับดีเซลทั่วไป [3]

แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับ ความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบ



รูปที่ 1 แสดงผลกระทบระหว่างอุณหภูมิกับ Kinematic viscosity ของน้ำมันปาล์มดิบ [3]



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบสภาพของกรองเชื้อเพลิงระหว่าง ดีเซล (ซ้าย) กับ น้ำมันปาล์มดิบ (ขวา)

จึงกล่าวได้ว่า การนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้ในเครื่องยนต์มีปัญหาที่พบเป็นหลักคือผลอันเนื่องมาจากค่าความหนืด และสถานะของน้ำมันปาล์มดิบในอุณหภูมิห้อง (ช่วง 28 – 32 องศาเซลเซียส) โดยที่น้ำมันปาล์มดิบทั่วไปจะมีสถานะเป็นของแข็งปนของเหลวขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บรักษา โดยของเหลวจะเป็นส่วนของตัวน้ำมันปาล์ม และส่วนของแข็งจะมีลักษณะเป็นไขแยกชั้นกันอย่างเห็นได้ชัด จากลักษณะดังกล่าวจะทำให้ ไม่สามารถไหลผ่านกรองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่า น้ำมันปาล์มดิบจะมีลักษณะขุ่นและอุดตันกรองเชื้อเพลิง แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มดิบให้สูงขึ้นน้ำมันปาล์มดิบจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวที่จุดหลอมเหลวในช่วง 33 -39 °C และค่าความหนืดจะลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

ดังนั้นการทดสอบนอกเหนือจากผลของสมรรถนะที่ได้จากการใช้น้ำมันปาล์มดิบแล้ว ยังต้องคำนึงถึงเรื่องการไหลของเชื้อเพลิงผ่านกรองเชื้อเพลิงแบบเดิมพิจารณาต่อไปด้วย

4. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบเป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็กทางการเกษตรแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง ขนาด 14 แรงม้า (10.3 กิโลวัตต์) ที่ความเร็ว 2400 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลโดยทั่วไปของเครื่องยนต์ [4]

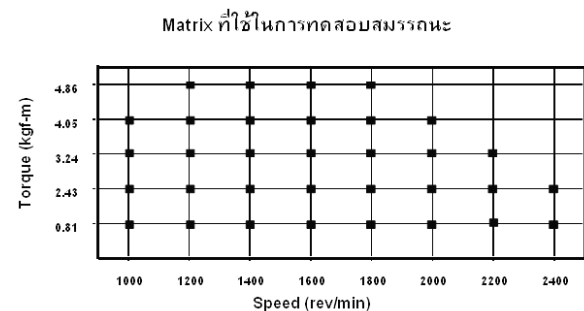
Engine	: Kubota RT140 DI
Type	: Water cooled, 4 stroke
Combustion	: Direct Injection (DI)
Governor type	: Mechanical
Number of Cylinder	: 1
Bore diameter	: 97 mm
Stroke	: 96 mm
Displacement	: 709 cc
Compression Ratio	: 18 :1
Nominal Rated Power	: 9.2 kW/ 2400 RPM
Maximum Power	: 10.3 kW/ 2400 RPM

5. วิธีการการทดสอบ และเครื่องมือทดสอบ

การทดสอบในบทความนี้จะแบ่งออกเป็นการทดสอบสองส่วนหลักๆ คือ การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อน้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิง กับการทดสอบหาอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิง

5.1 การทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะกระทำในรูปแบบการทดสอบที่ภาระสูงสุด และการทดสอบที่ภาระบางส่วนเพื่อนำมาสร้างเป็นแผนภูมิสมรรถนะ โดยเก็บค่าเป็น Matrix ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดง Matrix สำหรับสร้างแผนภูมิสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะของน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ในเครื่องยนต์นี้ ได้ทำการผ่านน้ำมันปาล์มดิบกับตัวอุ่นให้ความร้อนก่อน ซึ่งอุณหภูมิของน้ำมันถูกควบคุมให้อยู่ในช่วง 43±2 องศาเซลเซียส เนื่องจากเพื่อให้สามารถควบคุมค่าความหนืดของน้ำมันปาล์มให้ใกล้เคียงกับค่าในคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของเชื้อเพลิงน้ำมันปาล์มไบโอดีเซล

นอกจากนั้นการทดสอบนี้ได้ทำการปรับให้สามารถปรับคันเร่งให้สูงกว่าเดิมได้เพื่อให้สามารถสร้างกำลังสูงสุดได้เท่ากับดีเซล (14 แรงม้า ที่ 2400 รอบต่อนาที ตามข้อมูลทั่วไปของผู้ผลิต) เพื่อให้

สามารถเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างเชื้อเพลิงทั้งสองได้

5.2 อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะซึ่งกระทำโดยสภาวะคงตัวที่ความเร็วคงที่ในห้องทดสอบสมรรถนะของบริษัทสยามคูโบต้าอุตสาหกรรมจำกัดตั้งรูปที่ 4 โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์การทดสอบสมรรถนะ ดังนี้



รูปที่ 4 ภาพห้องทดสอบสมรรถนะ

Eddy Current Dynamometer ของ Tokyokoki Schenck ขนาด 60 PS และรอบ 17000 รอบต่อนาที เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ โดยการสร้างภาระให้กับเครื่องยนต์ โดยข้อมูลจะถูกเก็บผ่านทางชุดอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อพ่วงเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยชุดอุปกรณ์ควบคุม ใช้ในการควบคุมภาระการในการทดสอบ เช่น ควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้คงที่, ควบคุมแรงบิดของเครื่องยนต์ให้คงที่ เป็นต้น

จากนั้นจะส่งข้อมูลที่ควบคุมไปยังอุปกรณ์เก็บข้อมูล ซึ่งอุปกรณ์เก็บข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลภาระ ความเร็วรอบ และอุณหภูมิ ของน้ำมันหล่อลื่น น้ำหล่อเย็น อดี ไอเสีย จุดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด Type K (Chromel-Alumel, CA) ลงในคอมพิวเตอร์ต่อไป

สำหรับอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงวัดโดยพิจารณาจากความแตกต่างของน้ำหนักเชื้อเพลิงในถังบนตาชั่ง

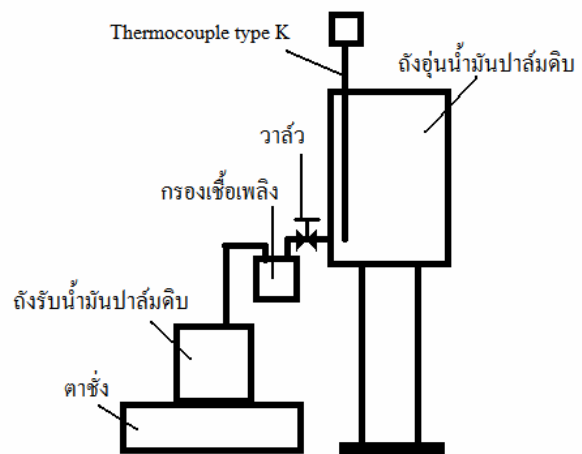
5.3 การวัดอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบ

เนื่องจากค่าความหนืดที่สูงกว่าดีเซล เมื่อทำการนำมาใช้กับเครื่องยนต์เดิมที่ออกแบบมาสำหรับดีเซลนั้น ปัญหาที่จะเกิดขึ้นโดยหลักของการนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลคือปัญหาเกี่ยวกับกรองน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิห้องดังที่ได้กล่าวไปแล้วจะไม่สามารถไหลผ่านกรองน้ำมันเชื้อเพลิงได้เลย ซึ่งเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนสามารถไหลผ่านกรองน้ำมันเชื้อเพลิงได้แล้วนั้นก็ยังไม่สามารถไหลได้อย่างสะดวกเพียงพอที่จะใช้งานในบางงานได้ อาทิที่ความเร็วสูงๆ เนื่องจากอัตราการไหลของเชื้อเพลิงไม่เพียงพอกับความต้องการ

การที่การไหลไม่เพียงพอกับความต้องการนั้นมาจากอัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ผ่านกรองเชื้อเพลิงเดิมไม่สามารถไหลได้ เนื่องจากความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิต่ำ

ดังนั้นการวัดอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิของน้ำมันปาล์มดิบต่างๆ กัน ได้ทำการทดสอบเพื่อหาถึงความสามารถในการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอุณหภูมิต่างๆ เพื่อให้เห็นถึงอุณหภูมิที่ทำให้สามารถจ่ายเชื้อเพลิงได้ในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งานเครื่องยนต์ให้ได้เท่ากับการใช้งานโดยใช้เชื้อเพลิงดีเซล

การทดสอบทำการอุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิต่างๆ แล้วปล่อยให้ไหลออกมาผ่านกรองเชื้อเพลิง แล้วผ่านออกจากกรองเชื้อเพลิงสู่ถังที่อยู่บนตาชั่งเพื่อวัดน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ไหลออกจากกรองในระยะเวลาหนึ่งๆ โดยจัดการทดสอบดังรูปที่ 5 โดยควบคุมค่าความดันให้ได้ใกล้เคียงกับค่าเดิมของเครื่องยนต์มากที่สุด



รูปที่ 5 แผนภาพการวัดการไหลผ่านกรอง

6. ผลการทดสอบ

6.1 ผลการทดสอบสมรรถนะ

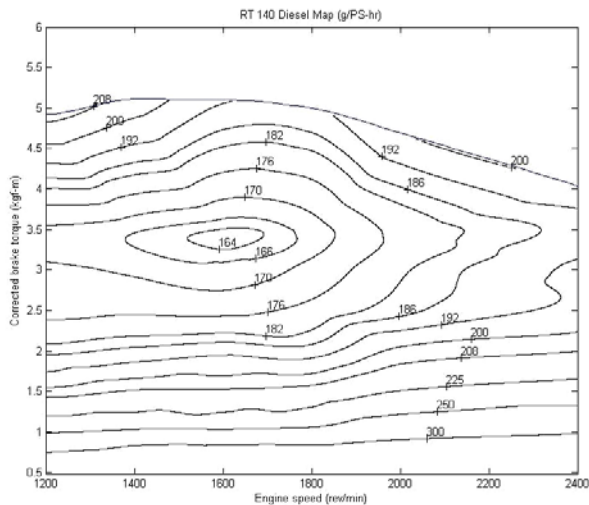
การทดสอบสมรรถนะของน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ในเครื่องยนต์นี้ ได้ทำการผ่านน้ำมันปาล์มดิบกับตัวอุ่นให้ความร้อนก่อน ซึ่งอุณหภูมิของน้ำมันถูกควบคุมให้อยู่ในช่วง 43 ± 2 องศาเซลเซียสก่อนผ่านเข้าสู่กรองเชื้อเพลิง และทำการทดสอบตามวิธีและอุปกรณ์ที่ได้กล่าวไปแล้ว

อีกทั้งการทดสอบนี้ได้ทำการปรับให้สามารถเร่งคันเร่งให้สูงกว่าเดิมได้เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถสร้างกำลังสูงสุดได้เท่ากับดีเซลเพื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

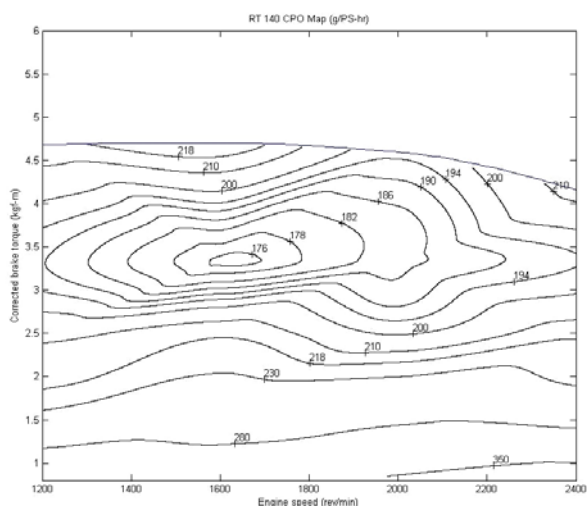
ผลการทดสอบสมรรถนะของทั้งเชื้อเพลิงดีเซล และ น้ำมันปาล์มดิบได้แสดงในรูปที่ 6 และ รูปที่ 7 ตามลำดับ

ผลการทดสอบสมรรถนะแสดงให้เห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำสุด (sfc, specific fuel consumption (g/PS hr) ของน้ำมันปาล์มดิบเท่ากับ 176 g/PS-hr และ ของดีเซลอยู่เท่ากับ 164 g/PS hr ที่ความเร็ว 1600 rpm แรงบิดประมาณ 3.5 kgf-m (34.4 N-m) จะเห็นว่าสูงกว่าดีเซลอยู่เท่ากับ 7.3% ซึ่งแสดงได้ว่า ประสิทธิภาพที่ได้จาก

การใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิงทดแทน จะมีประสิทธิภาพต้อยกว่า น้ำมันดีเซล



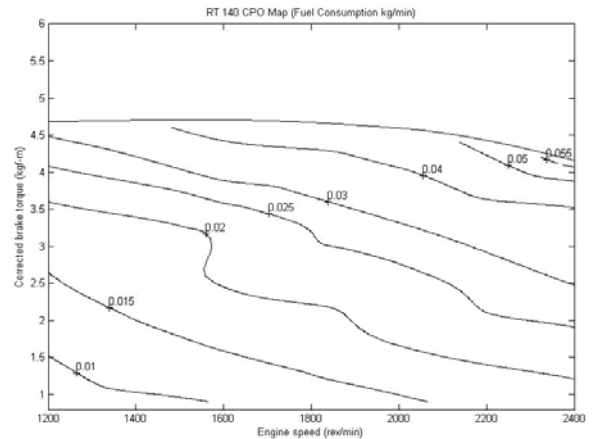
รูปที่ 6 กราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้ดีเซลเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 7 กราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นเชื้อเพลิง

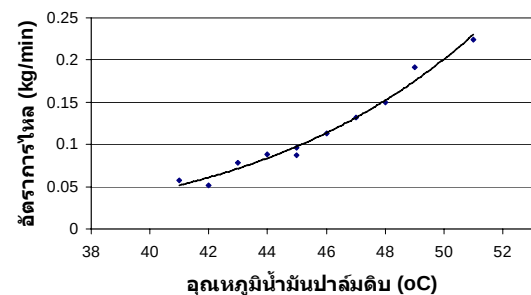
6.2 ผลของการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิง

การพิจารณาอุณหภูมิที่ใช้งานได้สำหรับการไหลของน้ำมันปาล์มดิบ จะพิจารณาจากรูปที่ 8 แสดงอัตราการไหลของเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ซึ่งได้จากข้อมูลในการทดสอบสมรรถนะ แล้วจากผลดังกล่าวจะเห็นว่าถ้าต้องการให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เหมือนเครื่องยนต์ดีเซล เช่นเดิมทุกประการ จำเป็นต้องให้เชื้อเพลิงไหลผ่านปริมาณ 0.06 kg/min ซึ่งได้ทำการทดสอบและแสดงผลระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิงเดิมของเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 8 แสดงอัตราการไหลของเชื้อเพลิงน้ำมันปาล์มดิบที่ภาระต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองเชื้อเพลิงกับอุณหภูมิ



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มดิบผ่านกรองที่อุณหภูมิต่างๆ กัน

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิอย่างน้อย 42 องศาเซลเซียสน้ำมันปาล์มดิบถึงจะสามารถไหลผ่านกรองได้ที่อัตราการไหลเพียงพอให้เครื่องยนต์สามารถสร้างกำลังสูงสุดได้

ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มดิบที่อย่างน้อยน่าจะไม่ควรต่ำกว่าประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อให้สามารถสร้างกำลังได้เพียงพอเทียบเท่ากับเครื่องยนต์ที่ทำงานด้วยดีเซลเดิม

7. ตัวอย่างการเปรียบเทียบด้านราคา

จากอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ต้อยกว่าดีเซล แต่ราคาต่ำกว่าดีเซลด้วย ทำให้จำเป็นต้องพิจารณาความได้เปรียบในรายจ่ายที่เกษตรกรจะต้องจ่ายไปกับค่าเชื้อเพลิง

แบบจำลองจะพิจารณาที่ราคาเชื้อเพลิงในช่วงวันที่ 19 พฤษภาคม 2550 ราคาดีเซลเท่ากับ 25.34 บาทต่อลิตร และราคาน้ำมันปาล์มดิบเท่ากับ 25 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อพิจารณาราคาดีเซลเป็นหน่วยบาทต่อกิโลกรัมแล้วจะเท่ากับ 30.38 บาทต่อกิโลกรัม

พิจารณาที่จุดตัวอย่างของการใช้งานบางจุดแล้วทำการคำนวณจะเห็นส่วนต่างราคาที่ตั้งแสดงในตารางที่ 4

จากค่าในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าส่วนต่างของราคาจะอยู่ระหว่าง 9 - 13 % ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่า แม้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของ

น้ำมันปาล์มดิบจะสูงกว่าก็ตาม แต่จากส่วนต่างของราคาขายแล้วทำให้ยังสามารถช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรได้ในระดับหนึ่ง

ตารางที่ 4 ส่วนต่างด้านราคา ณ จุดใช้งานต่างๆ

จุดทำงาน	รายจ่ายของ ดีเซล (Baht/PS-hr)	รายจ่ายของ น้ำมันปาล์มดิบ (Baht/PS-hr)	% ส่วนต่าง ของราคา
กำลังสูงสุด (2400 rpm, 4.2 kgf-m)	6.08	5.25	13 %
กำลังสูงสุด เมื่อ ใช้งานต่อเนื่อง (2400 rpm, 3.75 kgf-m)	5.83	5	13 %
อัตราการ สิ้นเปลือง เชื้อเพลิงจำเพาะ ต่ำสุด (1600 rpm, 3.5 kgf-m)	4.98	4.4	9 %

8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการเกษตรขนาดเล็กนั้นสามารถนำมาใช้ได้โดยที่สามารถทำให้สร้างกำลังได้เทียบเท่าเดิมได้ โดยการปรับปริมาณเชื้อเพลิงที่จ่ายเข้าเพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะสูงขึ้นกว่าการใช้้ำมันดีเซลอยู่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการนำน้ำมันปาล์มดิบไปใช้นั้นปัญหาหลักจะเป็นการอุดตันของกรองเชื้อเพลิงซึ่งแก้ปัญหาได้โดยการให้ความร้อนแก่เชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่กรองเชื้อเพลิง โดยอุณหภูมิขั้นต่ำที่เสนอแนะคือไม่ควรต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถสร้างกำลังได้เทียบเท่ากับที่มาตรฐานจากผู้ผลิตได้กำหนดไว้

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท สยามคูโบต้าอุตสาหกรรมจำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์ เครื่องยนต์ ห้องทดสอบ และเงินทุนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ข้อมูลผลผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ.
<http://www.moac.go.th>
- [2] M.A. Kalam, H.H. Masjuki., 2004. Emissions and deposit characteristics of a small diesel engine when operated on preheated crude palm oil.
<http://www.sciencedirect.com>.
- [3] S. Bari, T.H. Lim, C.W. Yu., 2002. Effects of preheating of crude palm oil (CPO) on injection system, performance and emission of a diesel engine.
<http://www.sciencedirect.com>.
- [4] “คู่มือช่างเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้า รุ่น RT ”, หน่วยงานอบรมเทคนิค, ส่วนบริการเทคนิค, บริษัท สยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด
- [5] Heywood, LB, 1986, Internal Combustion Engine Fundamentals, London: McGraw Hill.
- [6] <http://www.palmoil.com>