

## สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากชุมชนบนพื้นที่สูง

### Performance of Diesel Generator with Biodiesel from on Highland Community

นิกราน หอมดวง<sup>1</sup> กิตติกร สาสุจิตต์<sup>2</sup> ณัฐวุฒิ ดุษฎี<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาพลังงานทดแทน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50260

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

\* ติดต่อ: โทรศัพท์: 053 878333, โทรสาร: 053 878333

E-mail; nigran\_kan@hotmail.com, tong\_cm@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 5 kWe โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันในชุมชนบนพื้นที่สูงและน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล พืชน้ำมันในชุมชนที่นำมาผลิตไบโอดีเซล ประกอบด้วย มะเขือหิน เสาวรส งาขี้ม่อน และทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลแบบสูบเดี่ยว ขนาด 11 hp ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ 1500 rpm ภาระโหลด 20%, 40% และ 60% ของกำลังสูงสุด โดยประเมินหาอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ แรงบิด ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและมลพิษไอเสียเครื่องยนต์ ซึ่งพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันและน้ำมันใช้แล้วในชุมชนบนพื้นที่สูงมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุดอยู่ในช่วง 0.377 - 0.457 kg/kWh ให้แรงบิดสูงสุดอยู่ในช่วง 25.24 - 25.42 N.m และประสิทธิภาพความร้อนสูงสุดอยู่ในช่วง 24.75 - 27.91% ที่ภาระโหลด 60% และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำมันดีเซลพบว่า การใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันในชุมชนบนพื้นที่สูงและน้ำมันพืชใช้แล้ว ให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่า 18.04% แรงบิดและประสิทธิภาพความร้อนต่ำกว่า 0.92 % และ 5.11% ตามลำดับ การใช้น้ำมันไบโอดีเซลให้มลพิษไอเสียใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลและมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเฉลี่ยทุกภาระโหลด ดังนั้นการผลิตไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันและน้ำมันพืชใช้แล้วบนพื้นที่สูงสามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลที่มีขายตามท้องตลาดได้

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ดีเซล, ไบโอดีเซล, ประสิทธิภาพความร้อน, ชุมชนบนพื้นที่สูง

### **Abstract**

The objective of the research work was to study performance of 5 kWe diesel generator by using biodiesel from highland community vegetation oil and waste vegetable oil compare using diesel. Highland Community vegetation oil generating biodiesel include Tung oil, *Passiflora foetida* Linn and *Passiflora foetida* Linn and test 11 hp diesel single cylinder that constant 1,500 rpm at 20%, 40% and 60% of maximum load. The specific fuel consumption, torque, thermal efficiency and exhaust emission were evaluated. The result show that using biodiesel from highland community vegetation oil and waste vegetable oil was minimum specific fuel consumption rang 0.377 - 0.457 kg/kWh, maximum torque rang 25.24 - 25.42 N.m and thermal efficiency rang 24.75 - 27.91% at 60% of maximum load and compare diesel fuel fine using biodiesel from highland community vegetation oil and waste vegetable oil was high specific fuel consumption more than diesel 18.04%. The torque and thermal efficiency was lower 0.92 % and 5.11% respectively. The exhaust emission of use biodiesel be similar to use diesel and less than standard every load. Therefore biodiesel product from plant oil and waste vegetable oil of highland community was replacement diesel was in market

**Keywords** : Diesel Engine, Biodiesel, Thermal efficiency, Highland community

### **1. บทนำ**

วิกฤติการณ์ด้านน้ำมันของโลกทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าของประเทศไทยสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจและรายได้ที่ลดต่ำลงของประชาชน ประเทศไทยในฐานะประเทศที่ต้องนำเข้าน้ำมัน เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาประเทศจึงได้รับผลกระทบจากวิกฤติด้านพลังงานโดยตรง รัฐบาลจึงได้มีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน เช่น การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ รวมทั้งการสนับสนุนให้มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชพลังงาน เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มและสบู่ดำ เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การส่งเสริมและผลิตน้ำมันไบโอดีเซลชุมชนในปัจจุบันจะเน้นในเขตพื้นที่ราบลุ่มหรือชุมชนในที่ราบและที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะเน้นจากการใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ซึ่งปัจจุบันกำลังประสบกับปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ

พื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนบนส่วนใหญ่พื้นที่เป็นภูเขาสูง มีประชากรเป็นชนเผ่าต่างๆ และมีพืชพรรณไม้ที่มีน้ำมันอยู่หลายชนิดเช่น กระตกรก กระบก มะเคาะ มะแตก มะกลิ้ง งาชิงอนหรือมะเยาหิน ฯลฯ ซึ่งพืชน้ำมันเหล่านี้ในปัจจุบันยังไม่มีมีการแปรรูปมาใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ประกอบกับในเขตพื้นที่สูงประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทางด้านเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้น้ำมันดีเซลค่อนข้างสูง กิจกรรมที่ชุมชนต้องใช้น้ำมันดีเซล ได้แก่ การไถนา การสูบน้ำและการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นถ้ามีการศึกษาการนำเอาน้ำมันไบโอดีเซลจากพืชเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรของชุมชนบนพื้นที่สูงก็จะเป็นการลดรายจ่ายในระดับครัวเรือนจากการซื้อน้ำมันดีเซล อีกทั้งยังเป็นการตอบสนองยุทธศาสตร์ด้านเชื้อเพลิงชีวภาพของรัฐบาลอีกแนวทางหนึ่ง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่

จะศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชในชุมชน ซึ่งได้แก่ กระทรก(เสาวรส) งาขี้ม้อน และมะเขายาหิน โดยศึกษาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบกับน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วทั่วไป

## 2. ทฤษฎี

### 2.1 การจัดเตรียมน้ำมันไบโอดีเซลจากพืชพื้นที่สูง

เมล็ดพืชน้ำมันบนพื้นที่สูงที่เก็บรวบรวมได้ซึ่งได้แก่ เสาวรส งาขี้ม้อนและมะเขายาหิน จะถูกนำมาตากให้แห้งและบางส่วนก็นำมาบดให้สุก แล้วแยกเมล็ดออกจากเปลือกแล้วนำไปอบด้วยลมร้อน เพื่อไล่ความชื้นของจากเมล็ดก่อนนำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิกส์ เสาวรสเมื่ออัดแล้วได้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย 18.82% งาขี้ม้อนเมื่ออัดแล้วได้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย 19.87% [1] และมะเขายาหินเมื่ออัดแล้วได้ผลผลิตเฉลี่ย 30.97% [2] จากนั้นนำน้ำมันไปทำความสะอาดโดยการกรอง โดยการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นชนิดเกรดการค้า ประกอบด้วย เมทานอล (Methanol) ความบริสุทธิ์ 98% ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide)

### 2.2 กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากพืชพื้นที่สูง

การผลิตไบโอดีเซลจากเสาวรส งาขี้ม้อนและน้ำมันพืชใช้แล้วได้เลือกใช้อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 [1] และมะเขายาหินได้เลือกใช้อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 8:1 [2] อัตราส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เมื่อใช้กับน้ำมันเสาวรส งาขี้ม้อน มะเขายาหินและน้ำมันพืชใช้แล้วเท่ากับ 1.02%, 1.03, 1% และ 1% ตามลำดับ [1] [2] หลังจากทำปฏิกิริยาควนและให้ความร้อนแล้วที่อุณหภูมิไม่เกิน 60°C -65°C ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้กลีเซอรินตกตะกอน จากนั้นล้างด้วยน้ำจนได้

ความเป็นกรดต่างมีค่าเป็นกลาง แล้วก็ทำการต้มเพื่อไล่น้ำออกจากน้ำมันเพื่อให้ได้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์หรือเมทิลเอสเทอร์ จากนั้นนำน้ำมันไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด ความหนาแน่น จุดวาบไฟ จุดชุนมัว จุดไหลเท ค่าความเป็นกรด และค่าความร้อนของน้ำมัน

### 2.3 คุณสมบัติและมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน

มาตรฐานไบโอดีเซลในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือไบโอดีเซลชุมชนและไบโอดีเซลที่ผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยอ้างอิงตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 ได้แก่ ค่าความหนืด ความหนาแน่น จุดวาบไฟ แก๊ซัลเฟต กำมะถัน จำนวนซีเทน ค่าความเป็นกรด น้ำและตะกอน การกักกรองทองแดง กลีเซอรินอิสระและค่ากลีเซอรินทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน [4]

คุณสมบัติ	ค่ามาตรฐาน	วิธีทดสอบ
ค่าความหนืด@ 40°C(cSt)	1.9<x>8.0	ASTM D445
ความหนาแน่น@15°C(kg/m <sup>3</sup> )	860<x>900	ASTM D1298
จุดวาบไฟ (°C)	>120	ASTM D93
แก๊ซัลเฟต (% wt.)	<0.02	ASTM D874
กำมะถัน	<0.0015	ASTM D2622
จำนวนซีเทน	>47	ASTM D613
ค่าความเป็นกรด (mg.KOH/g)	<0.80	ASTM D664
น้ำและตะกอน	<0.20	ASTM D2709
การกักกรองทองแดง	No. 3	ASTM D130
กลีเซอรินอิสระ (% wt.)	<0.02	ASTM D6584
กลีเซอรินทั้งหมด (% wt.)	<1.5	ASTM D6584

### 2.4 สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

การประเมินสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วย การประเมินอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

แรงบิดเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพความร้อนและมลพิษ ไอเสียเครื่องยนต์ อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง สามารถหาได้โดยการวัดปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานภายใต้ภาระ โหลดและความเร็วต่างๆ ต่อเวลา โดยมีสมการดังต่อไปนี้ [3]

$$m_f = \frac{3600 \times V_f \times \rho}{t} \quad (1)$$

เมื่อ  $m_f$  = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, (kg/h)

$V_f$  = ปริมาตรของน้ำมัน, ( $m^3$ )

$\rho$  = ความถ่วงจำเพาะน้ำมันเชื้อเพลิง, ( $kg/m^3$ )

$t$  = เวลา, (Sec)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะคือการหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากเชื้อเพลิงให้เป็นงานที่ทำได้ [4]

$$SFC = \frac{m_f}{BP} \quad (2)$$

เมื่อ  $BP$  = กำลังเพลลาเบรคของเครื่องยนต์, (kW)

$SFC$  = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, (kg/kWh)

แรงบิดเครื่องยนต์วัดได้จากแรงที่เกิดจากการหมุนเครื่องยนต์คูณกับรัศมีของแรงโดยหาได้จากสมการ [9]

$$T = F \times r$$

เมื่อ  $T$  = แรงบิดเครื่องยนต์, (N.m)

$r$  = ระยะรัศมีจากจุดศูนย์กลางเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถึงจุดที่แรงกระทำ, (m)

$F$  = แรงที่เกิดจากแรงบิดเครื่องยนต์, (N)

ประสิทธิภาพความร้อนเครื่องยนต์คือ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่เครื่องยนต์ส่งออกกับพลังงานที่เกิดจากการสันดาบน้ำมันเชื้อเพลิง [3]

$$\eta_{th} = \frac{BP \times 3600 \times 100}{m_f \times Q_h \times 1000} \quad (3)$$

เมื่อ  $\eta_{th}$  = ประสิทธิภาพความร้อน, (%)

$Q_h$  = ค่าความร้อนน้ำมันเชื้อเพลิง, (MJ/kg)

### 3. อุปกรณ์ เครื่องมือวัดและวิธีการทดสอบ

#### 3.1 คุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลจากพืชพื้นที่สูง

การผลิตไบโอดีเซลจากเสาวรส งาช้างม่อน มะเขยาคินและน้ำมันพืชใช้แล้วมีการวัดคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันไบโอดีเซลได้แก่ ความหนืด ความหนาแน่น จุดไหลเท จุดวาบไฟ ความถ่วงจำเพาะ ค่าความร้อนเชื้อเพลิง ปริมาณกรดและปริมาณแอมโมเนีย โดยมีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลพื้นที่สูง [1], [2]

คุณสมบัติ	น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันพื้นที่สูง			
	มะเขยาคิน	เสาวรส	งาช้างม่อน	น้ำมันพืชใช้แล้ว
Viscosity @ 40 °C	7.86	5.9	7.47	4.23
Density @ 15 °C	885.5	910	900	873
Pour point (°C)	-15	-8	-8	4.2
Flash point (°C)	196	94	108	171
Specific gravity	0.895	0.989	0.988	0.881
Heating Value	42.33	37.27	37.87	40.99
Acid Value	0.43	0.31	0.47	0.29
Ash (% wt.)	0.009	0.080	0.062	0.009

#### 3.2 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันพื้นที่สูงใช้เครื่องยนต์ดีเซลอเนกประสงค์แบบ 4 จังหวะ สูบเดี่ยวขนาด 11 hp ดังรูปที่ 1 ติดตั้งร่วมกับชุดกำเนิดไฟฟ้าขนาด 5 kWe แรงดันไฟฟ้า 220 V ชุดภาระโหลดเป็นแบบแบ่ง

ลวดความร้อน (heater) ขนาด 5 kWe พร้อมพัดลมเป่า  
ระบายความร้อนดังตารางที่ 3  
ตารางที่ 3 ข้อมูลเทคนิคเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	รายละเอียด
Engine make & Model	Sriyont E110
Cylinder/Alignment	1/horizons
cycle	4 stroke
Compression Ratio	21:1
Bore x Stroke (mm)	92x90 mm
Cylinder Capacity (cm <sup>3</sup> )	598
Cooling system	water
Alternator model /RPM	Daici 5kW, 220V, 1500 rpm
Load of engine	Tubular heater 5 kW



รูปที่ 1 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

### 3.3 วิธีการทดสอบ

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าใช้น้ำมันทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันไบโอดีเซลจาก เสาวรส (กระทกรก) งาขี้ม่อน มะเขยาคิน น้ำมันพีชใช้แล้วและน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดนำไปทดสอบกับชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 5 kWe แบ่งภาระโหลดทดสอบออกเป็น 20%, 40% และ 60% และคิดเป็นกำลังไฟฟ้ามีขนาด 1,000W, 2,000W และ 3,000W ตามลำดับ ทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ 1,500 rpm โดยมีการประเมินอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ แรงบิดเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพความร้อนและมลพิษไอเสียซึ่งทุกสภาวะโหลดทำงาน มีระยะเวลาการเก็บข้อมูล 1 ชั่วโมงต่อครั้ง

มลพิษไอเสียที่วัดประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและควันดำ

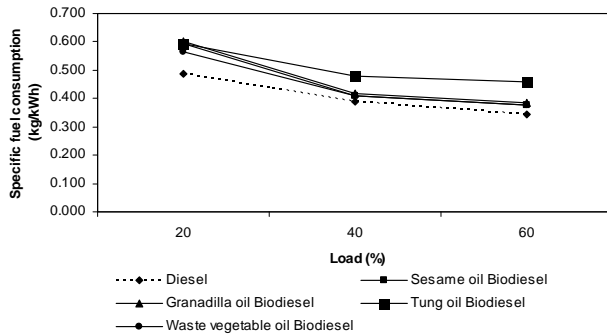
## 4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

### 4.1 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

ผลการประเมินอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจาก เสาวรส งาขี้ม่อน มะเขยาคิน น้ำมันพีชใช้แล้ว พบว่าการเพิ่มภาระโหลดทำงานส่งผลให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทั้ง 5 ประเภทเพิ่มขึ้น โดยที่ภาระโหลด 60% อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 1.131-1.389 kg/hr ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการทดสอบของ [5] การใช้น้ำมันดีเซลให้อัตราความสิ้นเปลืองต่ำสุดและการใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากเสาวรสให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุด การเพิ่มภาระโหลดทำงานมีผลให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะลดลงดังรูปที่ 2 โดยการใช้ น้ำมันดีเซลมีผลให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุด ทุกๆ ค่าภาระโหลดทำงาน การใช้น้ำมันไบโอดีเซลมะเขยาคินให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุดในทุกๆ ค่าภาระโหลด และที่ภาระโหลดทำงาน 60% การใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากดีเซล เสาวรส งาขี้ม่อน มะเขยาคินและน้ำมันพีชใช้แล้ว มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ย 0.343 kg/kWh, 0.399 kg/kWh, 0.386 kg/kWh, 0.457 kg/kWhและ0.377 kg/kWh ตามลำดับ

สาเหตุที่น้ำมันไบโอดีเซลมะเขยาคินให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทั้ง 4 ชนิด ทุกสภาวะโหลดทำงาน เกิดจากน้ำมันไบโอดีเซลมะเขยาคินมีค่าความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล 48% โดยน้ำมันไบโอดีเซลมะเขยาคินมีความหนืด 9.8 mm<sup>2</sup>/s [8] และน้ำมันดีเซลมีความหนืดไม่เกิน 8 mm<sup>2</sup>/s [4] ซึ่งจะมีผลให้ความเป็นฝอยละอองของการ

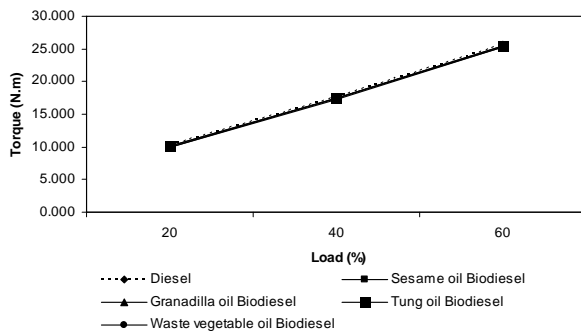
ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดลดลงส่งผลต่อประสิทธิภาพการลุกไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และทำให้เกิดความสั่นเปลืองเชื้อเพลิง [3]



รูปที่ 2 อัตราความสั่นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

#### 4.2 แรงบิดเครื่องยนต์

การประเมินแรงบิดเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชบนพื้นที่สูงพบว่า การเพิ่มภาระโหลดส่งผลให้แรงบิดเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นโดยที่ภาระโหลดทำงาน 60% ให้แรงบิดเครื่องยนต์สูงสุด การใช้น้ำมันดีเซลให้แรงบิดเครื่องยนต์สูงสุด 25.56 N.m และถัดมาเป็นน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพีชใช้แล้ว มะเขยาคิน งาขี้ม่อนและเสาวรส ตามลำดับ

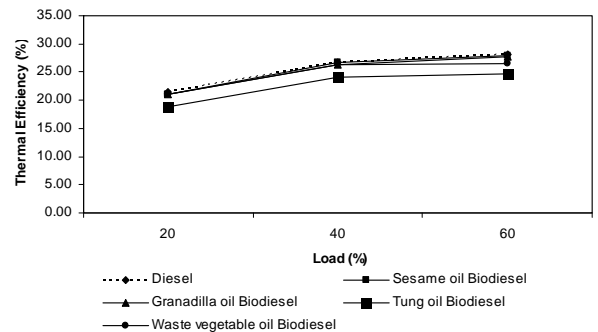


รูปที่ 3 แรงบิดเครื่องยนต์

#### 4.3 ประสิทธิภาพความร้อนเครื่องยนต์

การประเมินประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของกำลังงานทางไฟฟ้าที่ผลิตได้เทียบกับค่าพลังงานของ

เชื้อเพลิงที่ให้กับชุดทดสอบ ซึ่งพบว่า การเพิ่มภาระโหลดการทำงานมีผลให้ประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันทั้ง 5 ชนิด มีค่าเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4 การใช้น้ำมันดีเซลจะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์สูงสุดทุกค่าโหลดภาระการทำงานที่ภาระโหลดทำงาน 60% การใช้น้ำมันดีเซล งาขี้ม่อน เสาวรส มะเขยาคินและน้ำมันพีชใช้แล้วให้ประสิทธิภาพความร้อน 28.17%, 27.19%, 27.69%, 24.75% และ 26.59% ตามลำดับ โดยการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากมะเขยาคินให้ประสิทธิภาพความร้อนต่ำสุด การทดสอบใช้ภาระโหลดทำงานที่ 20% จะให้ประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์ต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของ [7] และเมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติ น้ำมันไบโอดีเซลมะเขยาคินจะพบว่ามีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลถึง 48% ซึ่งจะมีผลให้ประสิทธิภาพการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และประสิทธิภาพความร้อนลดลง



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพความร้อนเครื่องยนต์

#### 4.4 มลพิษไอเสียเครื่องยนต์

การประเมินมลพิษไอเสียของเครื่องยนต์จากการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซลจาก เสาวรส งาขี้ม่อน มะเขยาคินและน้ำมันพีชใช้แล้ว พบว่าการปรับเพิ่มภาระโหลดทำงานเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลต่อปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยการใช้ น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01-0.02 % ดังตารางที่ 4 ในส่วน

ของแก๊สไฮโดรคาร์บอนพบว่า การเพิ่มภาระโหลดทำงานส่งผลให้ปริมาณแก๊สไฮโดรคาร์บอนเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลจาก เสาวรส งาขี้ม้อน และมะเขือเทศมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่โหลด 20%, 40% และ 60% มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนเฉลี่ย 1.0 ppm, 2.0 ppm และ 3.0 ppm ตามลำดับและเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานไอเสียของเครื่องยนต์พบว่าค่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณไฮโดรคาร์บอนมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน โดยคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนมีค่ามาตรฐานกำหนดไม่เกิน 4.5% และ 1000 ppm ตามลำดับ การวิเคราะห์ควันดำพบว่า การทดสอบภาระโหลดทั้ง 3 โหลด มีควันดำปริมาณต่ำมาก โดยการใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชพื้นที่สูงหรือน้ำมันพืชใช้แล้วแทบจะไม่มีปริมาณควันดำ ซึ่งค่าที่วัดได้จะมีพบในกรณีการใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่โหลด 20% ประมาณ 0.4% การใช้น้ำมันดีเซลมีปริมาณควันดำเฉลี่ยไม่เกิน 2.4% ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลที่กำหนดไว้ไม่เกิน 40% [6] ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการนำเอา น้ำมันไบโอดีเซลจากพืช น้ำมันบนพื้นที่สูงซึ่งได้แก่ เสาวรส งาขี้ม้อนและมะเขือเทศมาใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11 แรงม้า ค่ามลพิษไอเสียทั้ง คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และควันดำ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

### 5. สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มภาระโหลดทำงานมีผลให้แรงบิดเครื่องยนต์และประสิทธิภาพความร้อนเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ชนิด

การใช้น้ำมันดีเซลให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุดและการใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากมะเขือเทศให้อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุด

การใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชบนพื้นที่สูงให้แรงบิดและประสิทธิภาพความร้อนและมลพิษไอเสียเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว การใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากพืชบนพื้นที่สูงให้ค่ามลพิษไอเสียเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลและมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ทางการกำหนดไว้

ตารางที่ 4 มลพิษไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล

Fuel	Load (%)	CO (%)	HC (ppm)	Smoke (%)
Diesel	20	0.01	1	2
	40	0.01	2	2.6
	60	0.01	3	NA
Sesame oil Biodiesel	20	0.01	1	NA
	40	0.01	2	NA
	60	0.02	3	NA
Granadilla oil Biodiesel	20	0.01	1	NA
	40	0.01	2	NA
	60	0.02	3	NA
Tung oil Biodiesel	20	0.02	1	NA
	40	0.02	2	NA
	60	0.02	3	NA
Waste vegetable oil Biodiesel	20	0.01	1	0.4
	40	0.01	1	NA
	60	0.01	1	NA

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (เครือข่ายภาคเหนือ) ที่ให้ทุนอุดหนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สวนครุอุไร จังหวัดแม่ฮ่องสอนที่สนับสนุนการทำวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

### 7. เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติกร สาสุจิตต์ ณีรัฐฉวี ดุษฎีและนิกรานหอมดวง (2554). การศึกษาวิธีการสกัดและผลิตไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันบนพื้นที่สูงด้วยกระบวนการทรานเอสเทอร์

พีเคชั่น, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

[2] ณัฐวุฒิ ดุษฎีและคณะ (2554). ). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชน้ำมันชนิดใหม่ (มะเขายาหิน) สำหรับภาคเหนือของประเทศไทย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, หน้า 4-1 - 4-26

[3] ณัฐวุฒิ ดุษฎี ชูรัตน์ ชารารักษ์และนิรันดร์ สุวรรณสิทธิ์ (2550). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, โครงการศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆ เป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้, หน้า 12-20

[4] กรมธุรกิจพลังงาน (2550) การกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันและการกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 2)

[5] คมสันติ เม่ากลางและอนุตร จำลองกุล (2546). รายงานผลการวิจัย, โครงการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, จังหวัดปทุมธานี.

[6] กระทรวงอุตสาหกรรม (2531) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ เอกสารเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ หน้า 161-192

[7] 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.

[8] Ji-Yeon Park, Deog-Keun Kim, Zhong-Ming Wang, Pengmei Lu, Soon-Chul Park and Jin-Suk Lee. (2008). Production and Charaterization of Biodiesel from Tung Oil, *Appl Biochem Biotechnol* 148: 109-117.

[9] Heywood J.B. (1989), *Internal combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, Singapore.