

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้ น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลือง Performance Testing of Small Diesel Engine Using Coconut Oil and Soybean Oil

อาจารย์ ดร.พิมพ์พรรณ ปรี่องาม*
รองศาสตราจารย์ ดร.ประเทือง อุษาบริสุทธิ์

ภาควิชา วิชา ศวกรรมเกษตร คณะวิ ศวกรรมศาสตร์ มหาวิ ทยาลัย เกษตรศาสตร์ ตติ ทพทณแสน

*Corresponding Author. E-mail : fengpppn@ku.ac.th

(Received: February 20, 2018; Revised: March 15, 2018; Accepted: April 20, 2018)

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้ได้นำน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ มาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล สูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL (1) ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์กับแท่น Dynamometer พบว่า (1.1) เมื่อใช้น้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบ 1,437 rpm จะได้แรงบิดสูงที่สุดเท่ากับ 40.17 Nm และที่ความเร็วรอบ 2,163 rpm จะได้กำลังสูงที่สุดเท่ากับ 8.92 kW มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,056 rpm เท่ากับ 387.28 g/kWh มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,163 rpm เท่ากับ 4.13 L/h (1.2) เมื่อใช้น้ำมันมะพร้าว ที่ความเร็วรอบ 1,400 rpm จะได้แรงบิดสูงที่สุดเท่ากับ 38.65 N m และที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm จะได้กำลังสูงที่สุดเท่ากับ 8.79 kW มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุดที่ความเร็วรอบ 1,900 rpm เท่ากับ 485.73 g/kWh มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm เท่ากับ 4.54 L/h (1.3) ส่วนน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 1,600 rpm จะได้แรงบิดสูงที่สุดเท่ากับ 39.08 Nm และที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm จะได้กำลังสูงที่สุดเท่ากับ 9.0 kW มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงสุดที่ความเร็วรอบ 1,800 rpm เท่ากับ 478.09 g/kWh มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm เท่ากับ 4.6 L/h (2) ทดสอบกับรถไถเดินตาม โดยติดตั้งเครื่องยนต์บนโครงสร้างของรถไถเดินตาม (2.1) ใช้ล้อยาง เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2 km/h พบว่า น้ำมันดีเซลมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันถั่วเหลือง คือ 0.31 kg/h และน้ำมันมะพร้าวมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากที่สุด คือ 0.35 kg/h (2.2) และเมื่อเปลี่ยนเป็นล้อเหล็ก เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2.33 km/h พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.31, 0.32 และ 0.35 kg/h ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ดีเซล น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเชื้อเพลิง รถไถเดินตาม

Abstract : This research present the using non refined coconut oil and soybean oil in one cylinder diesel engine YANMAR model TA 120-XL. (1) Performance testing of engine with Dynamometer, the result showed that (1.1) Diesel oil: at rotational speed 1,437 rpm found out that maximum torque was 40.17 Nm, at velocity 2,163 rpm found out that maximum power was 8.92 kW, at rotational speed 2,056 rpm found out that specific fuel consumption rate was 387.28 g/kWh and at rotational speed 2,163 rpm found out that the maximum fuel consumption rate was 4.13 l/h. (1.2) Coconut oil: at rotational speed 1,400 rpm found out that maximum torque was 38.65 Nm, at rotational speed 2,200 rpm found out that maximum power was 8.79 kW, at rotational speed 1,900 rpm found out that specific fuel consumption rate was 485.73 g/kWh, at rotational speed 2,200 rpm found out that the maximum fuel consumption rate was 4.54 l/h. (1.3) Soybean oil: at rotational speed 1,600 rpm found out that maximum torque was 39.08 Nm, at rotational speed 2,200 rpm found out that maximum power was 9.0 kW, at rotational speed 1,800 rpm found out that specific fuel consumption rate was 478.09 g/kWh and at rotational speed 2,200 rpm found out that the maximum fuel consumption rate was 4.6 l/h. (2) Testing with power tiller, the engine was installed on the structure of power tiller with (2.1) rubber tire moving at 2 km/h, the result was using diesel oil and soybean oil have the same fuel consumption 0.31 kg/h. Coconut oil was maximum fuel consumption of 0.35 kg/h. (2.2) The engine was installed on the structure of power tiller with cage wheel moving at 2.33 km/h. The result were using diesel oil, soybean oil and coconut oil had fuel consumption was 0.31 kg/h, 0.32 kg/h and 0.35 kg/h, respectively.

Keywords: Diesel Engine, Coconut Oil, Soybean Oil, Fuel Oil, Power Tiller

1. บทนำ

ปัจจุบันวิกฤตการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงได้ส่งผลกระทบกับการดำเนินชีวิตของผู้คนและเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นมากและความต้องการในการใช้น้ำมันก็เพิ่มมากขึ้น รวมถึงปัญหาทางภาคการเกษตรด้านผลผลิตล้นตลาด ราคาตกต่ำ ทำให้หน่วยงานและองค์กรต่างๆ พยายามที่จะแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น กระทรวงพาณิชย์ได้ประกาศให้เรื่องพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ จากรายงานผลการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหานิคมของเชื้อเพลิงมาใช้ทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ น้ำมันดีเซลและแก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงร่วม [1] การผสมแอลกอฮอล์กับน้ำมันดีเซลโดยตรงในอัตราส่วนต่างๆ [2] หรือการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาทำเป็นไบโอดีเซล [3] และการนำน้ำมันพืชมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ โดยการนำน้ำมันพืชมาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์และด่าง ได้น้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งอยู่ในรูปของเมทิลเอสเทอร์และกลีเซอริน น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก 2) ไบโอดีเซลแบบลูกผสม คือการนำน้ำมันก๊าดมาผสมน้ำมันพืช (Veggie/Kero Mix) เป็นการลดความหนืดของน้ำมันพืชด้วยน้ำมันก๊าด เหมาะกับการใช้น้ำมันอย่างเร่งด่วน หรือใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้งานหนักและใช้งานในภูมิอากาศเขตร้อน อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นที่ใช้งาน แต่เนื่องจากน้ำมันก๊าดมีราคาแพงจึงผสมได้ในสัดส่วนที่น้อย ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และ 3) ไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันพืชโดยตรง (Straight Vegetable Oil) คือการนำน้ำมันพืชบริสุทธิ์เดินเครื่องยนต์ดีเซล

การใช้งาน จำเป็นต้องใช้ น้ำมันดีเซลในการเริ่มต้นทำงานและใช้ก่อนหยุดเครื่องยนต์ และจำเป็นต้องมีการอุ่นน้ำมันพืช อุณหภูมิของน้ำมันที่อุ่นอย่างน้อย 60-70°C

แนวทางในการนำน้ำมันพืชมาใช้โดยตรงเป็นวิธีการที่ได้น้ำมันในราคาที่ถูกลง ตรงกับความต้องการในยุคปัจจุบัน [4] แต่ในด้านของคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงนั้นพบว่า ค่าความหนืดของไบโอดีเซลจะมีค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซล จึงทำให้คนส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำมันไบโอดีเซลนิยมกับเครื่องยนต์ทางการเกษตรมากกว่า เนื่องจากมีความเร็วรอบต่ำ [5] ซึ่งการใช้น้ำมันพืชโดยตรงเดินเครื่องยนต์ดีเซลนี้เป็นแนวทางที่นำมาศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์โดยการใช้ น้ำมันพืชที่ได้จากน้ำมันพืช 100% มาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยว ขนาด 12 แรงม้า เพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพการทำงานที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชตัวอย่างกับเครื่องยนต์ดีเซล ในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองในการทดสอบ โดยที่น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติที่น่าสนใจคือมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยว มากกว่าน้ำมันชนิดอื่นๆ ส่วนประกอบเป็น C12:0 และ C14:0 มาก ในขณะที่น้ำมันอื่นๆ เป็น C16-C18 เสียมาก เช่น น้ำมันปาล์มมี C16:0 และ C18:1 มากที่สุด (ตัวเลข Cx:y นั้น ค่า x คือจำนวนคาร์บอนในห่วงโซ่โมเลกุล ส่วนค่า y คือจำนวนพันธะคู่) ความหนืดก็ค่อนข้างต่ำกว่าน้ำมันอื่น จุดเกิดหมอกที่ 26°C [6] ส่วนน้ำมันถั่วเหลืองนั้นเป็นน้ำมันที่มีจำหน่ายทั่วไป และมีกรดไขมันอิ่มตัวค่อนข้างต่ำ (น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง) แต่มีค่าความหนาแน่นและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันมะพร้าว

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การใช้น้ำมันพืชโดยตรงในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นการทดสอบโดยไม่ได้มีการอุ่นน้ำมันพืช [7-9] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล เมื่อใช้เดินเครื่องยนต์ทางการเกษตรขนาดเล็กสูบเดี่ยวที่มีการติดตั้งชุดอุ่นน้ำมันเพิ่ม และเพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลงน้ำมัน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวัดกำลังของเครื่องยนต์ผ่านไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) การใช้ต้องดำเนินการทดสอบปรับตั้ง ค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ทดสอบก่อนการทดสอบจริง ผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL ผ่านเครื่องไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)

2.1 การคำนวณหาแรงบิด (Torque)

แรงบิด (Torque) คือ กำลังงานที่ได้จากการหมุนของเครื่องยนต์แต่ละรอบโดยไม่คำนึงถึงความเร็วรอบเครื่องยนต์และจำนวนรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงกำลังของเครื่องยนต์ จึงจำเป็นต้องทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง โดยสามารถคำนวณได้จาก

$$T = W \times R \quad (1)$$

เมื่อ

T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (Nm)

W = แรงที่กระทำบนแขนเครื่องทดสอบ (N)

R = ความยาวของแขนเครื่องทดสอบ (m)

2.2 การคำนวณหาค่ากำลัง (Power)

กำลัง (Power) คืออัตราการทำงานเทียบกับเวลา ซึ่งคำนวณได้จาก

$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times N}{60 \times 1000} \quad (2)$$

เมื่อ

P = กำลัง (kW)

T = แรงบิด (Nm)

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

2.3 การคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) คือการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยเวลา โดยวัดจากมวลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ต่อเวลาที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\dot{m}_f = \frac{\text{fuel}}{\text{time}} \quad (3)$$

เมื่อ

$\dot{m}_f$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/h)

fuel = มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg)

time = เวลา (h)

หรือเมื่อ

$\dot{m}_f$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (L/h)

fuel = ปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิง (l)

time = เวลา (h)

2.4 การคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) คือ การวัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานออกมา โดยการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ต่อหน่วยกำลังที่เครื่องยนต์ให้ออกมา สามารถคำนวณได้จาก

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P} \quad (4)$$

เมื่อ

SFC = อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kWh)

$\dot{m}_f$ = อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/h)

P = กำลัง (kW)

2.5 อุณหภูมิของไอเสีย (Exhaust Temperature)

เป็นการบอกประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ โดยมีความสัมพันธ์กับแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง หรือการไหลของอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้ สำหรับเครื่องยนต์ที่ผ่านการปรับแต่ง นอกจากน้ำมันเครื่องแล้ว ยังมีอีกเรื่องที่สำคัญคือ ปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะมากจะน้อย สามารถวัดได้จากมาตรวัดอุณหภูมิท่อไอเสียนี้ ซึ่งหากมีการปรับน้ำมันให้น้อยลง จะทำให้อุณหภูมิของท่อไอเสียเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็นในทางตรงกันข้าม หากปรับให้ปริมาณน้ำมันมากขึ้น อุณหภูมิของท่อไอเสียก็จะต่ำลง ดังนั้นมาตรวัดอุณหภูมิไอเสีย จึงสามารถบอกข้อมูลของรถในขณะวิ่งได้ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไป มาตรวัดอากาศไหลเข้า หรือว่ามาตรวัดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ก็ใช้บอกข้อมูลในทางเดียวกัน

3. หลักการออกแบบถังน้ำมันพืชและการอุ่นน้ำมัน

การใช้ไขมันพืช 100% ในการเดินเครื่องยนต์นั้น ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของไขมันพืชที่ไม่เหมือนน้ำมันดีเซล คือ ความหนืด และจุดติดไฟ จึงต้องการปรับปรุงคุณสมบัติเหล่านี้ของไขมันพืชให้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะไม่ดัดแปลงไขมันพืช เพื่อที่เกษตรกรสามารถนำไขมันพืชมาใช้เติมกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ทันที ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการอุ่นไขมันพืชเพื่อให้ความหนืดของไขมันพืชลดลง และเพิ่มอุณหภูมิของไขมันพืชให้ใกล้เคียงจุดติดไฟ ให้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ซึ่งในการออกแบบต้องการอุณหภูมิของไขมันพืชก่อนเข้าปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

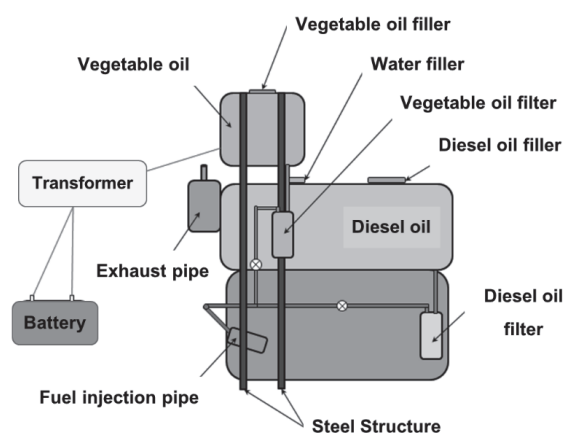
ประมาณ 60-70°C และเพื่อไม่ให้น้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซลผสมกันก่อนเข้าปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะถ้าน้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซลแล้วจะเป็นการดัดแปลงน้ำมันพืช ดังนั้นจึงสร้างถังน้ำมันพืชขึ้นเพื่อเป็นภาชนะแยกน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซล และเพื่ออุ่นน้ำมันพืชก่อนใช้งานได้

การไหลของไขมันพืช เริ่มจากไขมันพืชในถังน้ำมันพืชไหลเข้ากรองน้ำมันพืช แล้วเข้าสู่หม้ออุ่นน้ำมันพืช ในช่วงนี้น้ำมันพืชจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเปิดวาล์วน้ำมันดีเซลและเปิดวาล์วน้ำมันพืช น้ำมันพืชที่ร้อนจะเข้าสู่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงและเข้าห้องเผาไหม้ต่อไป

3.1 แบบที่ 1

อุ่นไขมันพืชโดยใช้ไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพืช 2) กรองน้ำมันพืช 3) หม้ออุ่นน้ำมันพืช 4) หม้อแปลงไฟฟ้า 5) Regulator (ไดชาร์จ) และ 6) แบตเตอรี่

ลักษณะการทำงาน เริ่มต้นจากการเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลก่อน ในตอนนี้ไขมันพืชจะถูกให้ความร้อนโดยหม้ออุ่นไขมันพืช อาศัยหลักของกาต้มน้ำ ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เมื่อใช้ไปชักรกไฟก็จะหมด จึงใช้ Regulator ต่อพ่วงกับมัลติเพล็กซ์ของเครื่องยนต์ เพื่อปั่นไฟเก็บในแบตเตอรี่ และเมื่อน้ำมันร้อนถึง 60°C จะทำการปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันดีเซล แล้วเปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันพืชให้เข้าถังน้ำมันเชื้อเพลิงแทน และจะรักษาอุณหภูมิไขมันพืชไว้ไม่เกิน 70°C ดังแสดงในภาพที่ 1



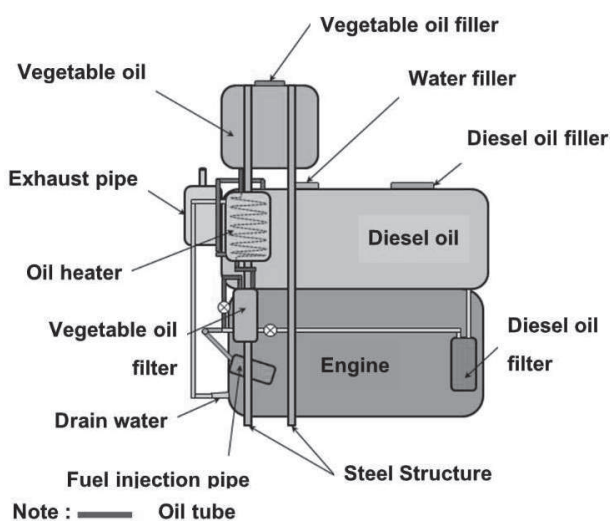
ภาพที่ 1 แผนผังส่วนประกอบของชุดอุ่นไขมันพืชแบบที่ 1

อุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเหล่านี้เมื่อติดตั้งแล้วจะเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์มาก พร้อมกับการติดตั้งทำได้ลำบาก และเมื่อเกษตรกรนำแนวทางนี้ไปใช้ จะเป็นการสิ้นเปลือง ไม่คุ้มกับต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องยนต์

3.2 แบบที่ 2

อุ่นน้ำมันพืชโดยใช้ความร้อนจากหม้อน้ำของตัวเครื่องยนต์แบบน้ำไหลวน มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพืช 2) กรองน้ำมันพืช 3) หม้ออุ่นน้ำมันพืช แบบที่ 2 นี้ มีการออกแบบให้น้ำจากหม้อน้ำของเครื่องยนต์เข้ามาในหม้ออุ่นน้ำมันพืช โดยให้น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์มีการไหลวน ภายในหม้ออุ่นน้ำมันพืชจะมีชุดท่อทองแดงที่มีน้ำมันพืชไหลในท่อ ซึ่งน้ำร้อนและน้ำมันพืชจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกัน ซึ่งเป็นการนำความร้อนที่จะสูญเสียกลับมาใช้

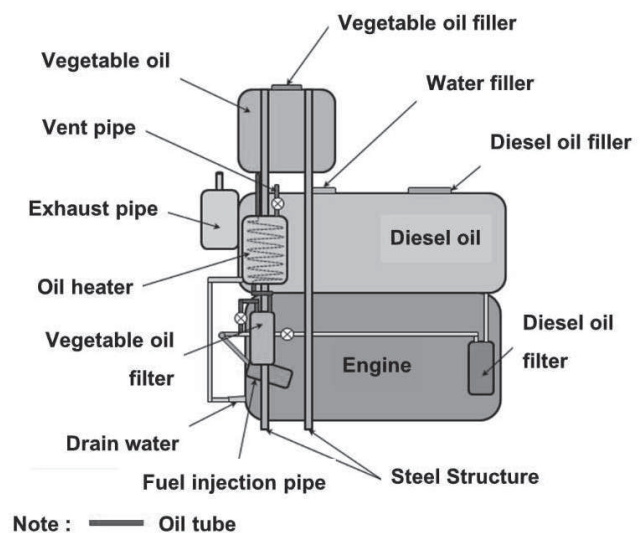
ลักษณะการทำงาน เริ่มต้นเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซล ในระหว่างนี้ น้ำในหม้อน้ำของเครื่องยนต์จะเริ่มร้อน และทำให้น้ำมันพืชร้อนขึ้น เมื่อน้ำมันพืชร้อนถึง 60°C ทำการปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันดีเซล แล้วเปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันพืชเข้าสู่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังส่วนประกอบของชุดอุ่นน้ำมันพืชแบบที่ 2

3.3 แบบที่ 3

อุ่นน้ำมันพืชโดยใช้ความร้อนจากหม้อน้ำของตัวเครื่องยนต์แบบน้ำไม่ไหลวน มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพืช 2) กรองน้ำมันพืช 3) หม้ออุ่นน้ำมันพืช แบบที่ 3 นี้ มีการออกแบบเหมือนกับแบบที่ 2 ต่างกันที่ น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์ไม่ไหลวน เพราะระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์นี้ ใช้หลักของน้ำเย็นแทนที่น้ำร้อน น้ำร้อนจะลอยตัวขึ้น มาที่รังผึ้งแล้วพัดลมก็เป่าระบายความร้อนออก น้ำจึงไม่มีแรงดันมากพอที่จะไหลในหม้ออุ่นน้ำมันพืช จึงออกแบบให้หม้ออุ่นน้ำมันพืชอยู่ระดับเดียวกับหม้อน้ำของเครื่องยนต์ และให้น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์แผ่ความร้อนไปหาน้ำในหม้ออุ่นน้ำมันพืช ลักษณะการทำงานคล้ายแบบที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังส่วนประกอบของชุดอุ่นน้ำมันพืชแบบที่ 3

การทดสอบเบื้องต้น พบว่า ชุดอุ่นน้ำมันพืชแบบที่ 3 ให้อุณหภูมิ 60°C คงที่มากที่สุด ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แบบที่ 3 ในการทดสอบต่อไป

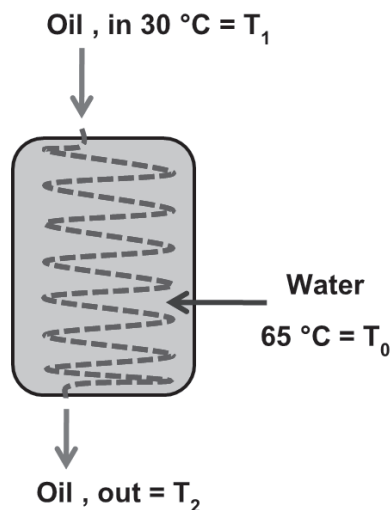
3.4 การออกแบบหม้ออุ่นน้ำมันพืช

น้ำมันพืช

- ค่าความร้อนจำเพาะ (C_p) = 2.1 kJ/kg·K
- อัตราการไหลของน้ำมัน (m') = 0.1×10^{-3} kg/s
- อุณหภูมิน้ำมันทางเข้า (T_1) = 30°C
- เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำมัน (d) = 9.52 mm
- ความยาวท่อทองแดง (L) = 15 m

น้ำร้อน

- อุณหภูมิน้ำร้อน (T_0) = 65°C
- ค่าความร้อนจำเพาะ (C_p) = 4.184 kJ/kg·K
- ความหนืด (μ) = 489×10^{-6} Ns /m²
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) = 650×10^{-3} W/mK
- ความหนาแน่น (ρ) = 995 kg/m³
- ความเร็วในการไหลของน้ำ (v) = 0.01 m/s
- เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำร้อน (D) = 16 mm
- อุณหภูมิน้ำมันที่ทางออก (T_2) = ?



ภาพที่ 4 การถ่ายเทความร้อนของชุดอุ่นน้ำมันพืช

การคำนวณการถ่ายเทความร้อน ใช้สมการการพาความร้อนแบบบังคับ

$$\frac{T_2 - T_1}{T_0 - T_1} = 1 - \exp\left(-\frac{hA_s}{m \cdot C_p}\right) \quad (5)$$

$$\frac{hD}{k} = 0.023 \left(\frac{vD\rho}{\mu}\right)^{0.8} \left(\frac{C_p\mu}{k}\right)^{0.4} \quad (6)$$

เมื่อ

A_s = พื้นที่ผิวท่อทองแดง (m²)

คำนวณได้ $T_2 = 59.5^\circ \text{C}$ เป็นอุณหภูมิน้ำมันพืชที่ต้องการใช้กับเครื่องยนต์ เมื่อทดสอบได้ทำการวัดอุณหภูมิน้ำมันที่ทางออกแล้วได้ค่าเท่ากับ 60°C ซึ่งตรงกับค่าที่คำนวณได้

4. การทดสอบ

แบ่งการทดสอบย่อย ดังนี้

1. การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์กับแท่น Dynamo meter ทดสอบการใช้น้ำมันมะพร้าว 100% น้ำมันถั่วเหลือง 100% และน้ำมันดีเซล วัดค่าแรงบิด กำลัง อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และอุณหภูมิไอเสีย

2. การทดสอบกับรถไถเดินตาม โดยติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครกรถไถเดินตาม วัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และอุณหภูมิไอเสีย ทดสอบทั้งล้อยางและล้อเหล็ก

4.1 การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์กับแท่น Dynamo meter

อุปกรณ์

1) Electric Dynamometer, TAKACHIHO รุ่น S-4

2) PS Meter, Denshigokyo รุ่น TDM-HR-15L สำหรับวัดค่าแรงบิดของ Dynamometer

3) Diesel Engine Tachometer, ONO SOKKI รุ่น GE-450 สำหรับวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์

4) Digital Thermometer, CHINO รุ่น CD 700 สำหรับวัดอุณหภูมิไอเสีย

5) Flow Meter, ONO SOKKI รุ่น FM-1500 สำหรับวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

6) เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL

7) น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดีเซล

วิธีการทดสอบ

ติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลัง เป็นเครื่องยนต์ ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL บนแท่นทดสอบ แล้วต่อเข้า Electric Dynamometer และติดตั้งประกอบเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดค่าต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการทดสอบ คือ แรงบิด ความเร็วรอบ (ประมาณ 1,000-2,300 rpm) กำลัง และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดำเนินการทดสอบโดย

1) เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการทดสอบ

2) ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด เลื่อนคันเร่งไปจนสุดความเร็วรอบเครื่องยนต์ประมาณ 2,300 rpm

3) ทำการทดสอบหาค่ากำลังสูงสุด โดยการค่อยๆ เพิ่มโหลด Dynamometer ที่กระทำต่อเครื่องยนต์ พร้อมทั้งวัดค่าแรงบิดและความเร็วรอบที่เกิดขึ้น จนกระทั่งได้ค่ากำลังสูงสุด

4) ที่จุดให้ค่ากำลังสูงสุด ทำการบันทึกค่าแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่เกิดขึ้นที่ Dynamometer บันทึกค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

5) ทำการเพิ่มโหลดขึ้นเป็นลำดับ โดยการเพิ่มโหลดแต่ละครั้งเพื่อทำให้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงประมาณ 100 rpm ในแต่ละครั้งนั้นทำการวัดและ

บันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

6) การเพิ่มโหลดกระทำไปจนกระทั่งครอบคลุมค่าที่ให้แรงบิดสูงสุด จากนั้นทำการลดโหลดเพื่อกลับไปยังตำแหน่งที่ให้ค่ากำลังสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง

7) ปรับโหลดเพื่อให้แรงบิดลดลงไปประมาณ 85% ของแรงบิดในจุดที่ให้กำลังสูงสุด แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ จากนั้นทำซ้ำโดยปรับโหลดให้ลดลง 75% 50% และ 25% ตามลำดับ

8) ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ แล้วทำการบันทึกความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบที่กำหนด

9) เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันและนำความร้อนที่ได้จากเครื่องยนต์ไปอุ่นน้ำมันพืช

10) เปลี่ยนจากน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันมะพร้าว โดยปิดวาล์วน้ำมันดีเซลแล้วเปิดวาล์วน้ำมันมะพร้าว เดินเครื่องยนต์ต่อจนน้ำมันดีเซลที่ค้างในสายหมด ทำการทดสอบขั้นตอนที่ 2-9 บันทึกผลการทดลอง

11) ทำการเปลี่ยนน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันถั่วเหลือง และทำการทดสอบขั้นตอนที่ 2-9 ซ้ำ บันทึกผลการทดลอง

4.2 การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์บนรถไถเดินตาม อุปกรณ์

1) เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL

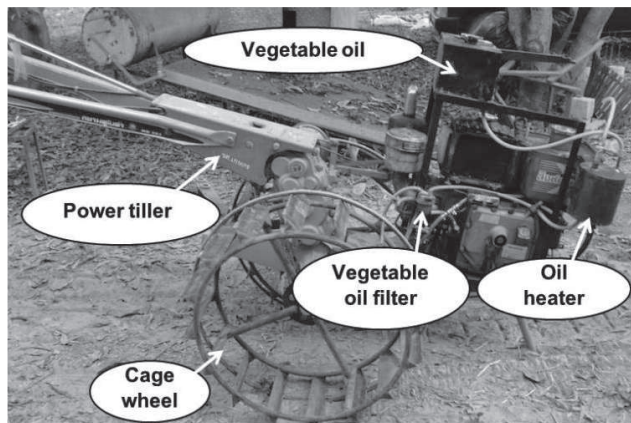
2) โครงรถไถเดินตาม ชุดล้อยางและล้อเหล็ก

3) ชุด Flow Meter สำหรับวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

4) Digital Thermometer, CHINO รุ่น CD 700 สำหรับวัดอุณหภูมิไอเสีย

5) น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดีเซล
วิธีการทดสอบ

ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเป็นต้นกำลัง บนชุดโครงรถไถเดินตาม พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ Flow Meter และ Digital Thermometer ดังแสดงในภาพที่ 5 และดำเนินการทดสอบโดย



ภาพที่ 5 เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า ติดตั้งบนรถไถเดินตาม (ล้อเหล็ก)

1) เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการทดสอบ

2) ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบ 1,250 rpm แล้วขับรถไถเดินตามเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดระยะทางที่เคลื่อนที่ อุณหภูมิไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

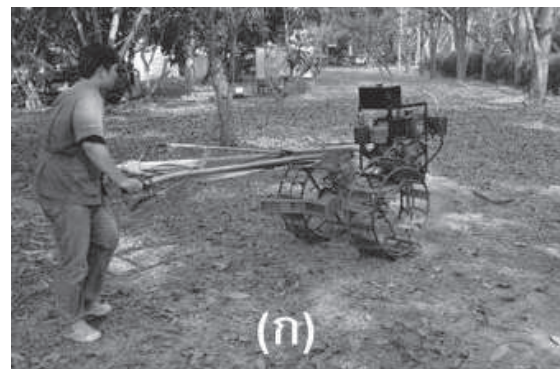
3) เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันและนำความร้อนที่ได้จากเครื่องยนต์ไปอุ่นน้ำมันพืช

4) เปลี่ยนจากน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันมะพร้าว โดยปิดวาล์วน้ำมันดีเซลแล้วเปิดวาล์วน้ำมันมะพร้าว เดินเครื่องยนต์ต่อจนน้ำมันดีเซลที่ค้างในสายหมด

5) ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด แล้วขับรถไถเดินตามเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 โดยเปลี่ยนจากน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันถั่วเหลือง นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบที่กำหนด

7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 ถึง 7 โดยเปลี่ยนจากล้อยางเป็นล้อเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 (ก) รถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยล้อเหล็ก

(ข) รถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยล้อยาง

4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

หาระยะเวลาคืนทุน โดยพิจารณาจากราคาน้ำมัน ณ วันที่ทำการทดสอบ ดังนี้ ราคาน้ำมันดีเซล 30.09 บาท/ลิตร น้ำมันมะพร้าว 48.04 บาท/ลิตร และน้ำมันถั่วเหลือง 27.46 บาท/ลิตร

ระยะเวลาคืนทุน คือ เวลาที่ต้องการเพื่อให้การลงทุนเริ่มต้นได้รับการคืนทุน โดยไม่คำนึงถึงค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

$$PBP = \frac{CF_0}{YCF} \quad (7)$$

เมื่อ

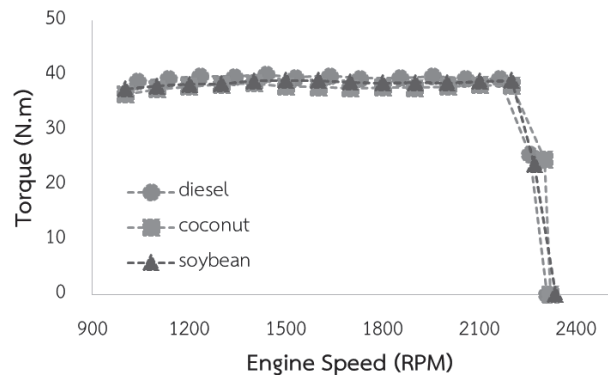
CF_0 = ค่าใช้จ่ายในการสร้างชุดอูน้ำมัน (บาท)

YCF = กำไร (บาท/วัน)

5. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

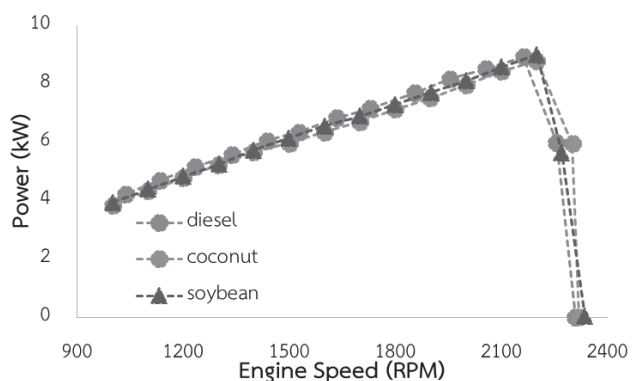
5.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ติดตั้งบนแท่น Dynamometer

ผลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก เมื่อใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันต่างๆ เปรียบเทียบแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันต่างๆ พบว่าในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,000-2,300 rpm แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันพืชจะมีค่าต่ำกว่าแรงบิดที่ใช้ น้ำมันดีเซล โดยที่ น้ำมันมะพร้าวมีแรงบิดเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำมันดีเซล 4.05% และน้ำมันถั่วเหลืองเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำมันดีเซล 2.63% น้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบ 1,437 RPM จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 40.17 Nm น้ำมันมะพร้าวที่ความเร็วรอบ 1,400 rpm จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 38.65 Nm และน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 1,499 rpm จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 39.08 Nm ดังแสดงในภาพที่ 7



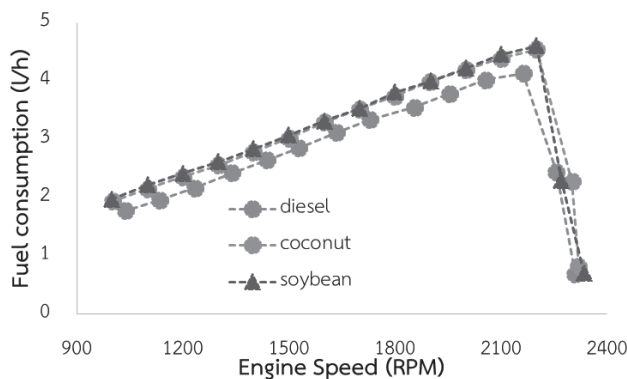
ภาพที่ 7 แรงบิดของเครื่องยนต์ดีเซลที่ความเร็วรอบต่างๆ เมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

กำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยที่น้ำมันดีเซลมีกำลังสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,163 rpm เท่ากับ 8.91 kW น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm เท่ากับ 8.79 kW และ 9.0 kW ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ของกำลังและความเร็วรอบมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับงานวิจัยของ [10,11]



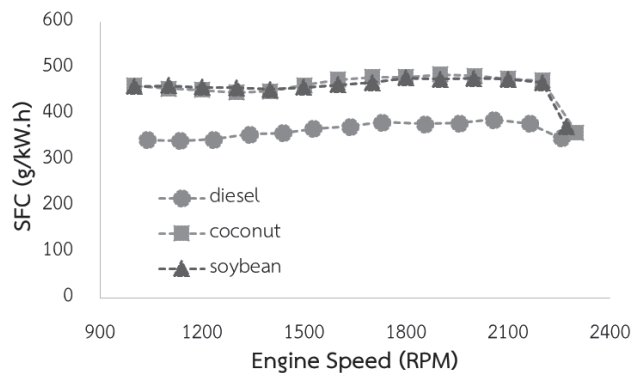
ภาพที่ 8 กำลังของเครื่องยนต์ดีเซลที่ความเร็วรอบต่างๆ เมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยที่น้ำมันดีเซลมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงสุดที่ความเร็วรอบ 2,163 RPM เท่ากับ 4.13 L/h น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm เท่ากับ 4.54 L/h และ 4.6 L/h ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่า ในช่วงความเร็วรอบ 1,038-2,310 rpm อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยใช้ น้ำมันมะพร้าวสูงกว่าใช้น้ำมันดีเซล 13.26% และน้ำมันมะพร้าวมากกว่าน้ำมันดีเซล 13.51% ดังแสดงในภาพที่ 9



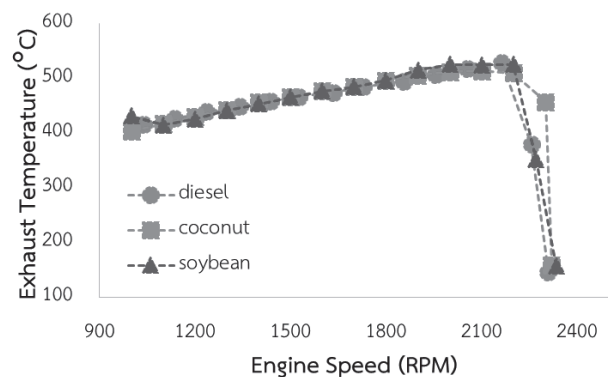
ภาพที่ 9 อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบต่างๆ

เมื่อพิจารณาอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ พบว่า ในช่วงความเร็วรอบ 1,001-2,056 rpm อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะโดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองสูงกว่าใช้น้ำมันดีเซล โดยที่น้ำมันมะพร้าวมากกว่าน้ำมันดีเซล 27.96% และน้ำมันถั่วเหลืองมากกว่าน้ำมันดีเซล 27.42% ทั้งนี้เพราะค่าความร้อนของน้ำมันพืชต่ำกว่าน้ำมันดีเซล เครื่องยนต์จึงใช้เชื้อเพลิงมากกว่าเพื่อให้สามารถทำงานได้ แต่ในช่วงความเร็วรอบ 2,256-2,310 rpm อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบต่างๆ

ในภาพที่ 11 เป็นการแสดงอุณหภูมิไอเสีย พบว่า น้ำมันพืชมีอุณหภูมิไอเสียใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยที่อุณหภูมิไอเสียสูงสุดอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 2,200-2,100 RPM และเมื่อความเร็วรอบลดลงอุณหภูมิไอเสียก็มีแนวโน้มลดลง ซึ่งพบว่าแนวโน้มของอุณหภูมิไอเสียเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นมีลักษณะสอดคล้องกับงานวิจัยของ [10,11]

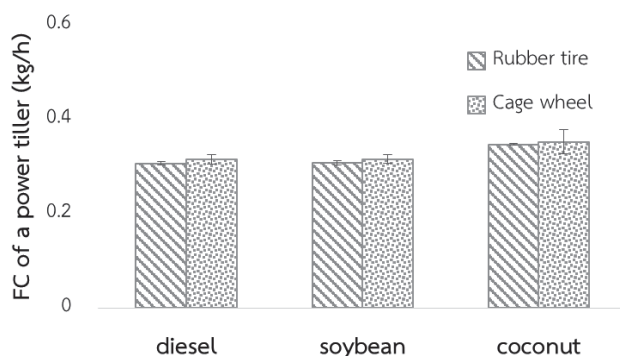


ภาพที่ 11 ผลกระทบของชนิดน้ำมันเชื้อเพลิงต่ออุณหภูมิไอเสียที่ความเร็วรอบต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล

5.2 ผลการทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กติดตั้งกับไถเดินตาม

ในการเกษตรนอกจากจะใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลังประยุกต์ใช้ในการทำงานอื่นๆ แล้ว ส่วนใหญ่ยังใช้รถไถเดินตามเพื่อการฉุดลากหรือลากจูง สำหรับการทำนาหรือเคลื่อนที่ในดินที่เหลว ล้อของรถไถเดินตามที่เป็นล้อเหล็กช่วยพยุไม่ให้รถจมขณะใช้งาน ส่วนล้อยางเหมาะสำหรับใช้งานในไร่หรือบนถนน ซึ่งการเคลื่อนที่จะมีความสิ้นเปลืองมากกว่า

กรณีล้อยาง รถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2 km/h ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,250 rpm เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันถั่วเหลือง คือ 0.31 kg/h และน้ำมันมะพร้าวอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงคือ 0.35 kg/h และกรณีล้อเหล็ก รถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2.33 km/h ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,250 rpm ก็ได้ผลคล้ายกัน คือ เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว มีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.31 0.32 และ 0.35 kg/h ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กติดตั้งกับไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยล้อยางและล้อเหล็ก

5.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ถ้าใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบน้ำวันละ 8 ชั่วโมง ใช้ความเร็วรอบในช่วง 1,200-1,500 rpm จะมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงดังนี้ น้ำมันดีเซล 2.48 L/h น้ำมันมะพร้าว 2.64 L/h และน้ำมันถั่วเหลือง 2.69 L/h

ค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละวัน ดังนี้ น้ำมันดีเซล 597 บาท/วัน น้ำมันมะพร้าว 1,014.6 บาท/วัน และ น้ำมันถั่วเหลือง 590.9 บาท/วัน ดังนั้นการใช้น้ำมันมะพร้าวมีค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งไม่คุ้มทุน แต่ถ้าใช้น้ำมันถั่วเหลืองแทนน้ำมันดีเซลจะจ่ายน้อยลงวันละ 6.1 บาท กำหนดให้ต้นทุนในการสร้างชุดอุปกรณ์แบบมีราคา 2,460 บาท ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 404 วันทำงาน

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 12 แรงม้าที่ใช้น้ำมันพืชบนแท่น Dynamometer ผลการทดสอบพบว่า แรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเพียง 2-4% และกำลังของเครื่องยนต์มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล เป็นผลมาจากการอุ่นน้ำมันพืชช่วยให้ค่าความหนาแน่นและความหนืดของน้ำมันพืชลดลง อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันพืชมากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 28% เนื่องจากค่าความร้อนของน้ำมันพืชต่ำกว่าน้ำมันดีเซล และอุณหภูมิไอเสียน้ำมันพืชมีอุณหภูมิไอเสียใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

การทดสอบบนรถไถเดินตามโดยใช้ล้อเหล็กและล้อยางนั้นมีแนวโน้มคล้ายกัน คือ เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน และมีค่าน้อยกว่าการใช้น้ำมันมะพร้าวประมาณ 13% ในกรณีล้อยาง และประมาณ 10-13% ในกรณีล้อเหล็ก ทั้งนี้เพราะน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าความร้อนสูงกว่าน้ำมันมะพร้าว เมื่อนำมาอุ่นให้มีอุณหภูมิ 60-70°C ก่อนใช้งานเพื่อลดความหนืด จึงทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากกว่า

แม้ว่าน้ำมันพืชจะมีราคาแพงเป็นข้อเสียทำให้การใช้้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลนั้นอาจจะไม่คุ้มค่าหรือต้นทุนแต่ต้องใช้ระยะเวลานาน แต่ในช่วงที่ราคาน้ำมันดีเซลมีราคาสูง การติดตั้งชุดอ่อนน้ำมันพืชซึ่งมีต้นทุนประมาณ 2,460 บาท เข้ากับเครื่องยนต์ดีเซลจะสามารถช่วยให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยไม่ต้องดัดแปลงน้ำมัน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประจำปีงบประมาณ 2553 รหัสโครงการ ว-ท (ค) 188.53

8. บรรณานุกรม

- (1) พลิชรุ้ มือสันทัด, วิจิต บัวแก้ว และพิชัย อัญมมงคล, 2550. การพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กให้สามารถใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงร่วม. วารสารทางวิชาการ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, ปีที่ 5 : 146-155.
- (2) ไพบุลย์ ลีหล้าน้อย, อโณทัย สุขแสงพนมรุ้ง และพิชัย อัญมมงคล, 2550. การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ดีโซลอล์ชนิดบิวทานอลเป็นส่วนผสม. วารสารทางวิชาการ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, ปีที่ 5 : 135-145.
- (3) ปเสฏฐา สารลักษณ์, 2554. การทดสอบการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว. วารสารทางวิชาการ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, ปีที่ 9: 1-17.
- (4) กระทรวงพลังงาน, 2551. รู้เพื่อเรื่องพลังงาน (Online) <http://www.energy.go.th>.
- (5) คุณานนต์ ศักดิ์กำบัง และเกียรติฟ้า ตั้งใจจิต, 2556. การศึกษาสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากไขมันไก่. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 18(4) : 616-627.
- (6) ทวีข จิตสมบุญ, 2544. โอกาสและปัญหาจากการใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในประเทศไทย. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 15: EM20-EM29.
- (7) ธนศิษฐ์ วงศ์ศิริอานวย. 2545, ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อสมรรถนะและสารปลดปล่อยในเครื่องยนต์ดีเซล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- (8) ประสูตร เฉลียวศิลป์. 2548, พลังงานทางเลือก ใช้น้ำมันมะพร้าวหมักเติมทดแทนน้ำมันดีเซล. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ, ฉบับที่ 3 : 13-15.
- (9) พิชัย สารณมย์. 2544, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ (Online) <http://aopdm01.doe.go.th/data/physicnuf21.htm>.
- (10) Zafer Utlu and Mevlut Sureyya Koc-ak. 2008, The effect of biodiesel fuel obtained from waste frying on direct injection diesel engine performance and exhaust emission. Renewable Energy, Vol. 33: 1936-1941.
- (11) Saddam H. Al-hwayzy and Talal Yusaf. 2013, Chlorella protothecoides Microalgae as an Alternative Fuel for Tractor Diesel Engines. Energies, Vol.6: 766-783.