

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิง

A study physical properties and Performance of diesel engine using of Biodiesel form Calophyllum inophyllum seed

ชัยณรงค์ หล่มช่วงคำ^{1*}, จิตติมา แก่นท้าว¹ และ นิโรจน์ วงศ์เมืองแก่น¹

¹วิทยาลัยพณิชยบัณฑิต 171/2 ม. 2 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

*E-mail: Lomchangkum.C@hotmail.com, โทร 087-9451522

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิงในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร ผลการทดสอบพบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระทิง จะสูงกว่าน้ำมันดีเซลเมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันที่มากขึ้น ขณะที่ค่าความร้อนของน้ำมันจะลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับค่าแรงบิดและค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ พบว่าแรงบิดและกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์มากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ และค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำในไอเสียมีค่ามากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังต่ำกว่ามาตรฐานทางราชการกำหนดไว้สูงสุดไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: น้ำมันเมล็ดกระทิง, คุณสมบัติทางกายภาพ, สมรรถนะของเครื่องยนต์

Abstract

This research aims to determine the A study physical properties and Performance of diesel engine using of Biodiesel form Calophyllum inophyllum seed in the ingredients volume. The results showed that The physical properties of Calophyllum inophyllum seed. When the rate is higher than diesel oil increased. While the heating value of the fuel is reduced by the ratio soared. For the torque and the power of the engine brake. The torque and power of the engine brake. Higher diesel A brake specific fuel consumption of the diesel engines more than 2-4 %, and the percentage of black smoke in the exhaust is the most valuable, but still 20 % below the government-defined maximum of 50 %.

Keywords : Calophyllum inophyllum seed oil, physical properties, Oil engine performance.

1. บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมมีแนวโน้มราคาที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง เพราะต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมจากต่างประเทศ ประเทศไทยทั้งหน่วยงานของรัฐหรือเอกชน ได้ทำการค้นคว้าและวิจัยพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งใช้ได้ในรถบรรทุกทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ รวมถึงเครื่องยนต์สำหรับเครื่องจักรกลเกษตรต่างๆ เช่น รถไถเดินตาม เครื่องสูบน้ำ และเครื่องต้นกำลังอื่นๆ เป็นต้น ไบโอดีเซล ส่วนใหญ่ที่ผลิตในประเทศไทยได้มาจากพืชหลายชนิด เช่น ปาล์มน้ำมัน ถั่วเหลือง และเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น จากสถานการณ์น้ำมันขาดแคลนในปี พ.ศ.2554 ประเทศไทยทำให้ไม่มีน้ำมันไบโอดีเซลผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ต้องมีการค้นคว้าวิจัยเพื่อหาพืชน้ำมันชนิดใหม่สำหรับเป็นพลังงานทางเลือกมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลโดยเมล็ดกระทิงนั้นถือว่ามีศักยภาพและมีปริมาณการให้น้ำมันสูงสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ ตัวอย่างเช่นผลการศึกษาของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลในประเทศอินโดนีเซีย ที่ได้ศึกษาน้ำมันจากเมล็ดกระทิงสำหรับใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล กระทิง (*Calophyllum inophyllum* L.) เป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 8-20 เมตรในประเทศไทย มีกระจายอยู่ทุกภูมิภาคโดยมีจำนวนมากตามเขตชายฝั่งทะเลให้ผลผลิตของเป็นผลแห้งรวมเปลือกประมาณ 100-200 ผล/กิโลกรัม/ต้น ผลผลิตของน้ำมัน/หน่วยพื้นที่ประมาณ 748.8 ลิตร/ไร่ (Atabania et al., 2011) เมล็ดกระทิงนอกจากจะนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลแล้วยังเป็นพืชน้ำมันที่ไม่มีการแข่งขันด้านการตลาดของน้ำมันที่บริโภค เนื่องจากน้ำมันเมล็ดกระทิงไม่สามารถนำมาบริโภคได้ จึงสามารถนำผลผลิตที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไบโอดีเซลได้โดยไม่แข่งขันกับพืชอาหารชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่ามีผู้นำเมล็ดกระทิงมาใช้เป็นน้ำมันไบโอดีเซลในประเทศไทย รวมถึงยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิง ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นประโยชน์สำหรับพลังงานทดแทนและเป็นพลังงานทางเลือกในเกษตรกรรมของไทยต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระทิง

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบค่าคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระทิง (C100) และน้ำมันเมล็ดกระทิงผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร (D90:C10 D80:C20 D70:C30 D60:C40 และ D50:C50) เปลี่ยนแปลงไปตามค่าของอัตราส่วนผสมหรือไม่ เพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D100) โดยกำหนดตัวแปรที่ทำการศึกษา 4 ตัวแปร ประกอบด้วย ความหนาแน่น ความหนืด จู ความวาวไฟ และความร้อน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ก่อนที่จะนำน้ำมันไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต้องนำน้ำมันเมล็ดกระทิงที่ได้จากการบีบอัดไปผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันก่อน เพื่อปรับสภาพของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิงให้ใกล้เคียงน้ำมันดีเซล (ตามมาตรฐาน ASTM D6751-06)

3.2 ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลของไบโอดีเซลจากเมล็ดกระทิง

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้ออุโบต้า 1 สูบ รุ่น RT 100 กำลังงาน 10 แรงม้า (ดังรูปที่ 1 a) ปัจจัยหลักที่ใช้ในการทดสอบ คือ แรงบิด กำลังงานเบรก อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และควันทาในไอเสีย ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 5 ระดับ คือ 800 1,200 1,600 2,000 และ 2,400

รอบต่อมาที่ ซึ่งการทดสอบนั้นจะใช้น้ำมันเมล็ดกระทิง (C100) และน้ำมันกระทิงที่ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร (D90:C10 D80:C20 D70:C30 D60:C40 และ D50:C50) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D100) การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จะติดตั้งเครื่องยนต์เข้ากับชุดทดสอบไดนาโมมิเตอร์ (ดังรูปที่ 1 b) เป็นตัวสร้างภาระงานให้กับเครื่องยนต์ วิธีการทดสอบโดยการเร่งเครื่องยนต์ไปที่ความเร็วรอบสูงสุดแล้วเพิ่มแรงเบรกโดยการปล่อยน้ำเข้าไดนาโมมิเตอร์ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะลดลงตามแรงเบรกที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างละ 3 ชั่วโมง ค่าแรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก โดยใช้เครื่องทดสอบแรงบิด GIMATIC รุ่น CTS – 400 เป็นไดนาโมมิเตอร์ชนิดชดเชยศาสตร์ เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ ส่วนการตรวจวัดปริมาณควันดำในไอเสียใช้ความเร็วรอบสูงสุดแบบไม่มีภาระงาน ตัวอย่างละ 3 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องวัดควันดำ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลระบบกระดาดากรอง ยี่ห้อ Yoshida รุ่น DS – 200 เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ (ดังรูปที่ 1 d) โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละของแสงที่สะท้อนจากกระดาดากรอง



รูปที่ 1 เครื่องยนต์ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น RT 100 (a) ชุดทดสอบไดนาโมมิเตอร์แบบไฮดรอลิกเบรก (b) วาล์วน้ำเข้าและวาล์วน้ำไหลกลับถึงเก็บน้ำ (c) อุปกรณ์ทดสอบควันดำของเครื่องยนต์ดีเซล (d)

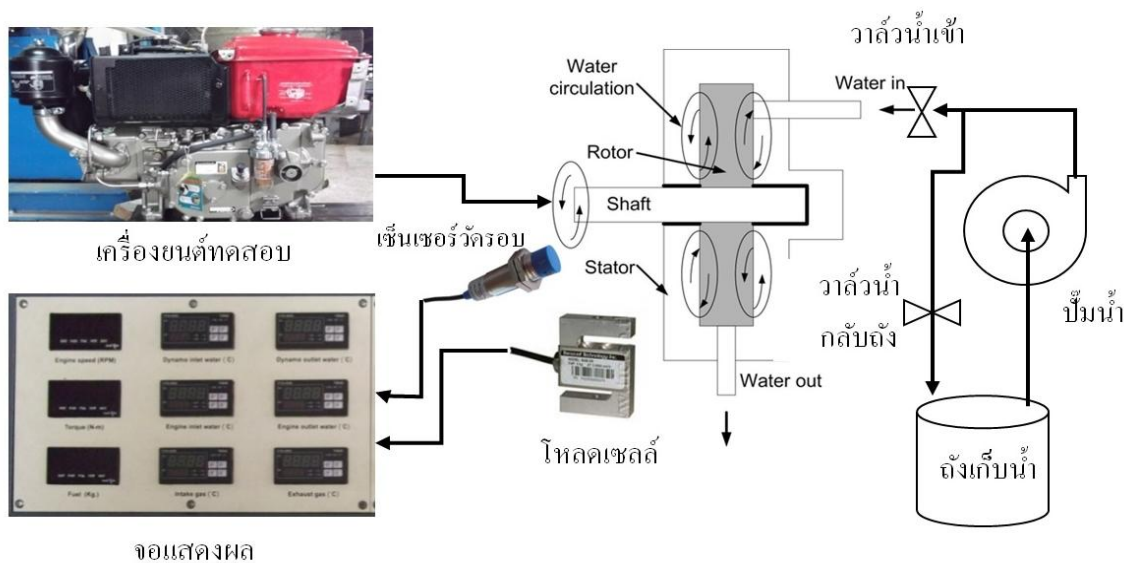
ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น RT 100

รายละเอียด	ข้อมูลด้านเทคนิค
รุ่น	RT 100
แบบเครื่องยนต์	ดีเซล 4 จังหวะ 1 สูบนอน ระบายความร้อนด้วยน้ำ

แบบเผาไหม้	ไดเร็กอินเจกชัน(Direct Injection)
ความกว้างกระบอกสูบ x ช่วงชัก	88 x 90 mm.
ปริมาตรกระบอกสูบ	547 CC.
กำลังแรงม้าสูงสุด	10 hp./2400 rpm. (7.4 kW/2400 rpm)
กำลังแรงม้าต่อเนื่อง	9 hp./2400 rpm. (6.6 kW/2400 rpm)
อัตราส่วนแรงอัด	18 : 1
แรงบิดสูงสุด	3.4 kg-m./1600 rpm.
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	240 g-hp./hr.

3.3 หลักการทำงานของเครื่องทดสอบแรงบิด GIMATIC รุ่น CTS – 400

เครื่องทดสอบแรงบิด GIMATIC รุ่น CTS-400 เป็นไดนาโมมิเตอร์ชนิดกลศาสตร์ มีส่วนประกอบหลักสองส่วน คือ โรเตอร์และสเตเตอร์ที่อยู่ในถังใส่ของเหลว เมื่อตัวโรเตอร์หมุนในของเหลวจะ สร้างแรงเหวี่ยงและถ่ายเทโมเมนตัมสู่ของเหลวและไหลเข้าปะทะกับสเตเตอร์ ที่อยู่ก้นถัง การถ่ายเทโมเมนตัมนี้ ได้สร้างแรงต้านที่โรเตอร์ที่ต่อกับเครื่องยนต์ ซึ่งพลังงานที่เกิดจากแรงต้านนี้จะเปลี่ยนเป็นแรงบิด โดยมี โหลดเซลล์ (Load Cell) แปลงค่าของแรงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าแสดงผลที่หน้าจอ



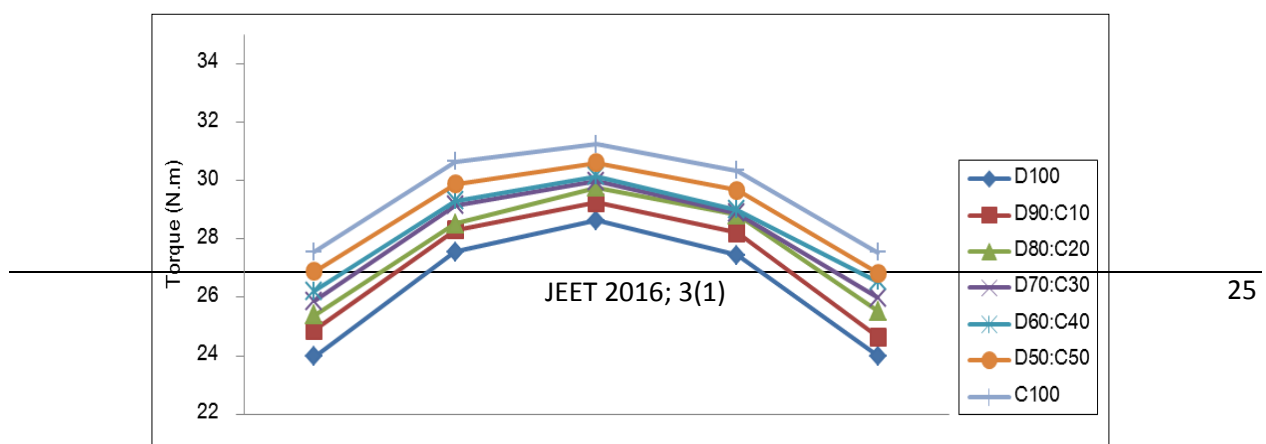
4. ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระถาง (C100) และน้ำมันเมล็ดกระถางผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร (D90:C10 D80:C20 D70:C30 D60:C40 และ D50:C50) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (D100) พบว่า ค่าความหนาแน่น ความหนืด และจุดวาบไฟ จะสูงกว่าน้ำมันดีเซลเมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันที่มากขึ้น ขณะที่ค่าความร้อนของน้ำมันจะลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจาก ค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดที่มากกว่าน้ำมันดีเซล (ดังตารางที่ 2) สำหรับค่าแรงบิดและค่ากำลังงานเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเมล็ดกระถางและน้ำมันเมล็ดกระถางที่

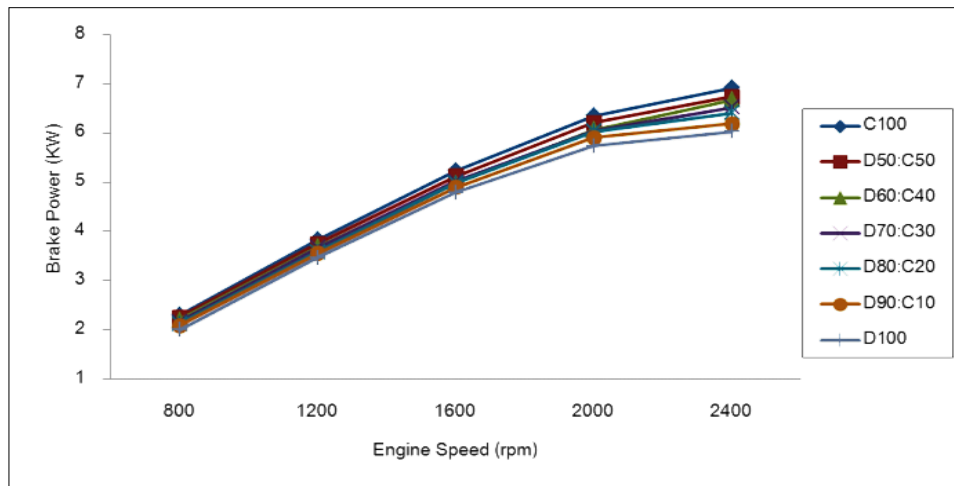
ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างๆ แบบภาระเต็มที พบว่าแรงบิดและกำลังงานเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล มีค่าแรงบิดสูงสุดที่ 1,600 รอบต่อนาที เป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นและความหนืดของน้ำมันเมลิคกระทิงและน้ำมันเมลิคกระทิงผสมที่มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลจึงทำให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังงานเบรกสูงขึ้น (ดังรูปที่ 3,4) มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ เมื่อใช้น้ำมันเมลิคกระทิงและน้ำมันเมลิคกระทิงผสมกับน้ำมันดีเซลนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล เครื่องยนต์จึงต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นเพื่อรักษาความเร็วรอบและกำลังของเครื่องยนต์เอาไว้ (ดังรูปที่ 5) และผลการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำในไอเสียของน้ำมันเมลิคกระทิง พบว่า การใช้น้ำมันเมลิคกระทิงผสมในอัตราส่วนต่างๆ มีค่าควันดำน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากน้ำมันเมลิคกระทิงมีธาตุออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ ไอเสียที่ออกมาจึงสะอาดกว่า ถึงแม้ว่าน้ำมันเมลิคกระทิง (C100) จะมีค่าควันดำมากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังต่ำกว่ามาตรฐานทางราชการกำหนดไว้สูงสุดไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ (ดังรูปที่ 6)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมลิคกระทิง

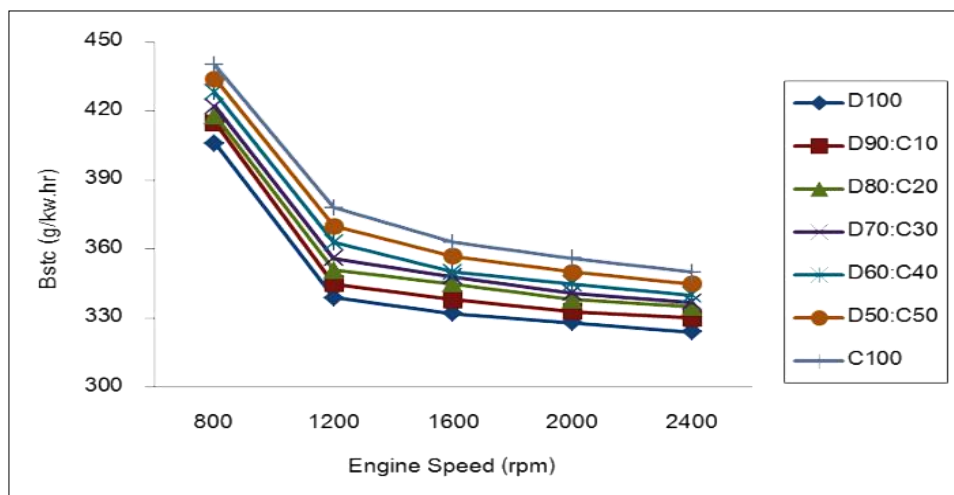
	ข้อกำหนด			
	ความหนาแน่น ที่ 15 C° (kg/m ³)	ความหนืด ที่ 40 C° (cSt)	จุดวาบไฟ (C°)	ค่าความร้อน (kJ/kg)
D100	850	2.87	61	45,000
D90:C10	851	2.90	70	44,000
D80:C20	852	2.98	86	43,851
D70:C30	854	3.12	88	43,220
D60:C40	856	3.30	91	42,650
D50:C50	860	3.61	96	42,400
C100	869	4.00	140	41,397
STD	860-900	1.9-6.0	130 min	*
วิธีทดสอบ	ASTM D1298	ASTM D445	ASTM D93	ASTM D240



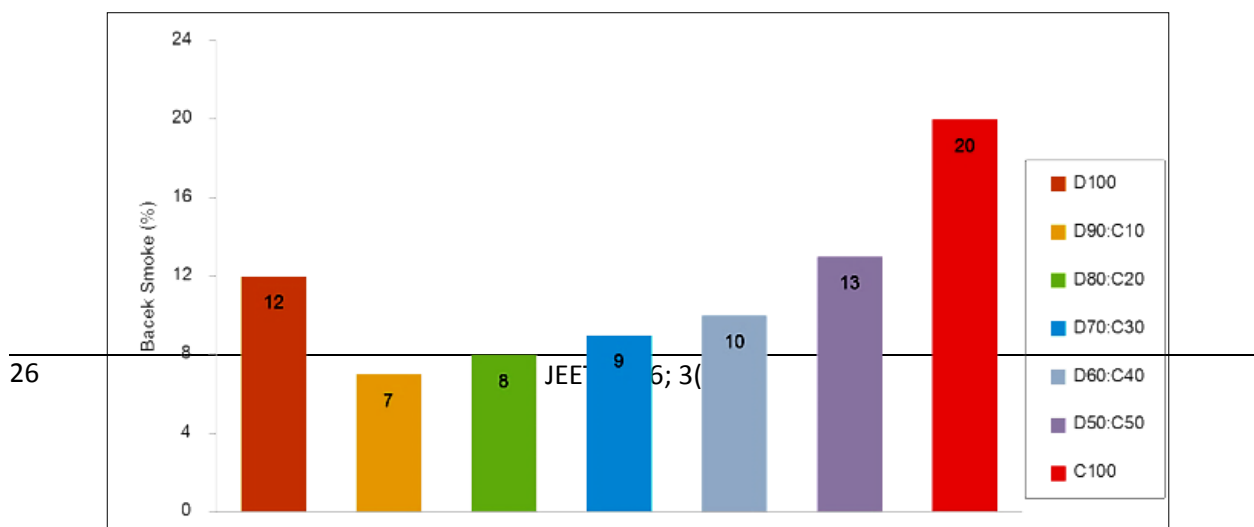
รูปที่ 3 กราฟแสดงผลการทดสอบค่าแรงบิดของเครื่องยนต์



รูปที่ 4 กราฟแสดงผลการทดสอบค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์



รูปที่ 5 กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์



รูปที่ 6 กราฟแสดงผลการทดสอบปริมาณควันดำของไอเสียเมื่อน้ำมันเมล็ดกระทิงในอัตราส่วนผสมต่างๆ

5. สรุป

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระทิงและน้ำมันเมล็ดกระทิงที่ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร พร้อมทั้งทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันเมล็ดกระทิงเป็นเชื้อเพลิงดังกล่าวโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 10 แรงม้า ผลการทดสอบพบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดกระทิง ค่าความหนาแน่น ความหนืด และจุดวาบไฟ จะสูงกว่าน้ำมันดีเซลเมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำมันที่มากขึ้น ขณะที่ค่าความร้อนของน้ำมันจะลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ค่าแรงบิดและกำลังงานเบรคของเครื่องยนต์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยเป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นและความหนืดของน้ำมันเมล็ดกระทิงและน้ำมันเมล็ดกระทิงผสมที่มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์มากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล เครื่องยนต์จึงต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นเพื่อรักษาความเร็วรอบและกำลังของเครื่องยนต์เอาไว้ และค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำในไอเสียมีค่ามากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังต่ำกว่ามาตรฐานทางราชการกำหนดไว้สูงสุดไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย และขอขอบคุณวิทยาลัยพืชมงคลสำหรับสนับสนุนทุนในการทำวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1]. Atabania, A.E., A.S. Silitongaa, T.M.I. Mahliaa, and H.H. Masjukia. (2011). Calophyllum inophyllum L. AS A Futuer Feedstock for Bio-Diesel Production, IGEC : 12(6-084), (online). December 2011, Available online : <http://agroforestry.net/scps>.
- [2]. ชุมสันติ แสนทวีสุข อุดลย์ จรรยาเลิศอดุลย์ และ พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล (2549). สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบู่ดำและสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง, วารสารวิศวกรรม มข, 17, พฤศจิกายน 2549, หน้า 613 – 624.

