



การศึกษาสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากไขมันไก่

Study of Performance and Emission Characteristics of a High Speed Diesel Engine when using Biodiesel from Chicken Tallow

คุณานันต์ ศักดิ์กำปัง^{1*} และ เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต¹

Kunanon Sakkampang^{1*} และ Kiatfa Tangchaichit¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Correspondent author: Offita_02@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ โดยทำการทดสอบเชื้อเพลิงผสมระหว่างเชื้อเพลิงดีเซลกับเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ ในสัดส่วนผสมโดยปริมาตร 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 และ 0:100 ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซล โดยทำการทดสอบทั้งคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันและทดสอบในเครื่องยนต์ 4 สูบ ขนาด 2,188 ซีซี. ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น LN-40 จากการทดสอบพบว่าเชื้อเพลิงผสมในสูตรต่างๆมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซลมากที่สุดคือน้ำมันเชื้อเพลิงผสมอัตราส่วน 90:10 ในส่วนของการทดสอบด้านสมรรถนะพบว่าเชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนผสมต่างๆมีค่าแรงบิดและกำลังเบรกดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลประมาณ 3.86 - 8.97 % และ 4.69 - 11.48 % ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเชื้อเพลิงผสมมีค่าสูงกว่าใช้เชื้อเพลิงดีเซลประมาณ 1.75 - 22.65 % ในด้านการปล่อยมลพิษไอเสียเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนต่างๆมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลประมาณ 15.58 - 28.15 % และ 0.34 - 0.81 % ตามลำดับ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) มีสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลประมาณ 2.36 - 11.82 % ส่วนปริมาณควันดำเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลมีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลทุกอัตราส่วน

Abstract

This research was to investigate the performance of diesel engine when using blended fuels from the biodiesel from chicken tallow and diesel as fuels. The blending ratios between diesel and biodiesel from chicken tallow were 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 and 0:100 by volumetric. The physical properties of the blended fuels were compared. Which the results shown that ratio of 90:10 (diesel: biodiesel) was close similarity properties to diesel 100%. The performance of diesel engine was tested using each of the above

fuel blends, with diesel engine, 4 – cylinder, 2,188 cc. and brand TOYOTA type LN-40. The results shown that the torque and brake power when using blended fuel were 3.86 - 8.97 % and 4.69 - 11.48 % less than those of diesel 100% respectively. The specific fuel consumption when using blended fuel was 1.75 – 22.65 % higher than that using diesel 100%. The results of emission, the carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) from engine when using blended fuel were 15.58 – 28.15 % and 0.34 – 0.81 % less than those of diesel 100% respectively ; on the other hand, nitrogen oxide (NO_x) were higher about 2.36 - 11.82%. The smoke of engine when using blended fuel was less than that using diesel fuel.

คำสำคัญ: ไบโอดีเซลจากไขมันไก่ สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล การปล่อยมลพิษ

Keywords: biodiesel from chicken tallow, performance of diesel engine, emission

1. บทนำ

จากปัญหาการใช้พลังงานในปัจจุบันมีความต้องการใช้พลังงานอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดภาวะพลังงานขาดแคลนและมีราคาที่สูงขึ้นจากในอดีตเป็นอย่างมากโดยเฉพาะปัญหาของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ทั่วโลกเริ่มจะมีการหาพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติเพื่อให้เพียงพอับความต้องการในการใช้เชื้อเพลิงที่มีอยู่ รวมไปถึงในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาและพัฒนาในด้านพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนภายในประเทศเช่นกัน เพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศจากรายงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยพบว่ามูลค่าการใช้พลังงานในไตรมาสที่ 3 ในปี 2555 พลังงานเชื้อเพลิงยังคงมีส่วนการใช้ที่สูงกว่าพลังงานชนิดอื่น โดยมีการใช้ถึงร้อยละ 47.1 ของการใช้พลังงานทั้งหมดและในรายงานยังระบุว่าเชื้อเพลิงดีเซลมีการผลิตมากกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ โดยมีการผลิตถึงร้อยละ 46.1 ของการผลิตเชื้อเพลิงสำเร็จรูปทั้งหมด (1) ทำให้ไบโอดีเซลเป็นอีกหนึ่งเชื้อเพลิงที่ประเทศไทยส่งเสริมให้มีการผลิตเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางเกษตรจำนวนมากที่สามารถนำมาเป็นผลิตเป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซลได้แก่ไขมันจากสัตว์และน้ำมันจากพืช เป็นต้น

เชื้อเพลิงไบโอดีเซลเกิดจากการใช้น้ำมันพืชหรือสัตว์ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เรียกกระบวนการนี้ว่า ทรานเอส-

เทอร์ิฟิเคชัน (Transesterification) (2) ไขมันสัตว์นั้นเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นไขมันเหลือทิ้งจากโรงงานชำแหละเนื้อสัตว์ ซึ่งหากมนุษย์บริโภคจะเป็นอันตรายต่อร่างกายมากกว่าประโยชน์ จึงทำให้ไขมันสัตว์มีราคาถูกและยังมีมากมายตามท้องตลาดเหมาะแก่การนำมาแปรรูปเป็นไบโอดีเซลอย่างยิ่ง อีกทั้งยังเป็นการลดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ในส่วนของไขมันไก่มีความน่าสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่ปีละ 1,100-1,200 ล้านตัว ซึ่งเป็นการเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อตอบสนองความต้องการภายในประเทศและตลาดส่งออกประมาณร้อยละ 96 และเป็นการเลี้ยงไก่ไข่ประมาณร้อยละ 4 โดยในปี 2549 อุตสาหกรรมไก่เนื้อประเทศไทยมีปริมาณถึง 1,092 ล้านตัว/ปี หรือคิดเป็น 730,000 ตัน/ปี ซึ่งในการแปรรูปไก่นั้น จะมีไขมันไก่ (Chicken fat) ซึ่งเป็นส่วนที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยที่สุดอยู่ประมาณ 29,200 ตัน/ปี (3) ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกได้มีการศึกษาและนำไขมันไก่ไปผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลได้อย่างแพร่หลาย ในด้านของคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงนั้นจากการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันสัตว์ยังมีค่าความร้อนน้อยกว่าเชื้อเพลิงดีเซลอยู่บ้างเล็กน้อย ส่วนความหนืดของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันสัตว์จะมีค่ามากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล (4) ซึ่งทำให้คนส่วนใหญ่ไม่เลือกใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูงเพราะอาจทำให้เครื่องยนต์เกิดปัญหาได้โดยทั่วไปจึงมักนำเชื้อเพลิงไบโอดีเซลไปใช้ในเครื่องยนต์เกษตรมากกว่าเพราะมีความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่สูงมากนัก โดยในส่วนของ

เกษตรกรก็ได้มีการนำเอาไขมันไก่ไปผลิตเพื่อไบโอดีเซล เพื่อใช้กับเครื่องยนต์เกษตรซึ่งเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเป็นการลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยความแตกต่างด้านสมรรถนะในเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ผสมกับเชื้อเพลิงดีเซลในอัตราส่วน 10%:90% โดยปริมาตร เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซลในเครื่องยนต์เกษตรนั้นมีสมรรถนะที่ไม่ต่างกันมาก แต่จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงกว่าประมาณ 5.2 % (5) แต่ก็มีข้อดีในด้านการปล่อยมลพิษที่มีค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ที่ลดลง ในขณะที่การปล่อยก๊าซไนโตรเจนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (6)

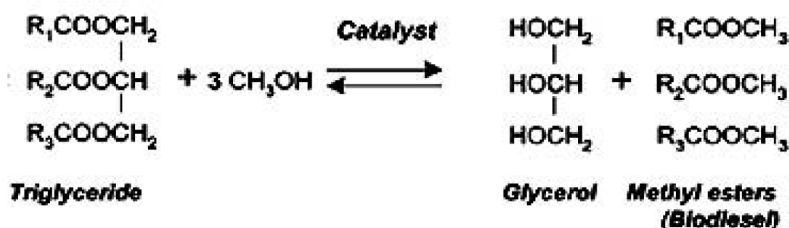
จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในเครื่องยนต์ส่วนใหญ่นั้นมักจะเป็นการทดสอบเชื้อเพลิงดีเซลในเครื่องยนต์เกษตรเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่มาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว จึงเป็นแนวคิดของงานวิจัยนี้ โดยจะศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่มาทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงและทดสอบสมรรถนะในเครื่องยนต์ดีเซล

หมุนเร็ว อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ การปล่อยมลพิษไอเสียและปริมาณควันดำ โดยใช้เชื้อเพลิงดีเซลผสมกับเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 และ 0:100 ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซล โดยที่ไม่ได้มีการปรับแต่งเครื่องยนต์ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการพัฒนาและการเลือกใช้เชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ดีเซลต่อไปในอนาคต

2. วิธีวิจัย

2.1 วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้นำไขมันไก่มาทำการเจียวเพื่อให้ได้น้ำมันไก่ซึ่งอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์มาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยมีโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำปฏิกิริยาที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิที่เหมาะสม เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 1 ผลของการทำปฏิกิริยาที่ได้จะได้เมทิลเอสเทอร์หรือที่เรียกกันว่าไบโอดีเซลและกลีเซอรอลเหลือทิ้งจากการทำปฏิกิริยา



รูปที่ 1. ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (7)

ในงานวิจัยนี้จะนำเชื้อเพลิงดีเซลมาผสมกับเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ ที่อัตราส่วนผสมโดยปริมาตร 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 และ 0:100 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 และ

จะถูกนำไปทดสอบหาคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงคือ ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ค่าความหนืด เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงดีเซลมาตรฐาน

ตารางที่ 1. สัดส่วนของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่กับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับ	สัดส่วนโดยปริมาตร (ไบโอดีเซลจากไขมันไก่ : เชื้อเพลิงดีเซล)	ชนิดเชื้อเพลิง
1	10 % : 90 %	C10
2	20 % : 80 %	C20
3	30 % : 70 %	C30
4	40 % : 60 %	C40
5	50 % : 50 %	C50
6	60 % : 40 %	C60
7	70 % : 30 %	C70
8	80 % : 20 %	C80
9	90 % : 10 %	C90
10	100 % : 0 %	C100
11	0 % : 100 %	Diesel

2.2 เครื่องยนต์และชุดทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบหาสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลในงานวิจัยนี้ ใช้ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แบบ Chassis dynamometer ยี่ห้อ MAHA รุ่น FPS 2700 ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น LN- 40 ขนาด 2,188 cc. จำนวน 4 กระบอกสูบ โดยมีรายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ

เครื่องยนต์	TOYOTA
รุ่น	LN-40
จำนวนกระบอกสูบ	4
ปริมาตรกระบอกสูบ	2188 cc.
แรงม้าสูงสุด	55 kW ที่ 4,200 rpm
แรงบิดสูงสุด	130 N.m ที่ 2,400 rpm
อัตราส่วนการอัด	21.5:1
ขนาดกระบอกสูบ x ช่วงชัก	90 x 86 mm.
ความเร็วรอบเดินเบา	700 rpm

2.3 วิธีการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

การทดสอบใช้เชื้อเพลิงดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเริ่มต้นในการทดสอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบอ้างอิง หลังจากนั้นจึงใช้เชื้อเพลิงผสมทดสอบตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยมีวิธีการทดสอบคือทำการอุ่นเครื่องยนต์ในรอบเดินเบาประมาณ 10 นาทีเพื่อให้เครื่องยนต์พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นทำการเร่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 รอบต่อนาที ซึ่งในการเร่งความเร็วรอบในแต่ละรอบนั้นจะใช้เกียร์ 4 ในการเร่งความเร็วรอบ เมื่อเร่งความเร็วรอบจนเสร็จแล้วชุดทดสอบจะแสดงผลการทดสอบของแรงบิด และกำลังเบรก ของเครื่องยนต์ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ส่วนการวัดก๊าซไอเสียใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียหือ TESTO รุ่น 340 ซึ่งจะวัดก๊าซไอเสียคือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) วิเคราะห์ก๊าซไอเสียวัดจากปลายท่อไอเสียที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ต้องการแล้วบันทึกผลการทดลองเช่นกัน

การวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะใช้ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นมาเอง ประกอบไปด้วยหลอดแก้วที่ใช้ในการใส่เชื้อเพลิงมีปริมาตรที่ 1,000 มิลลิลิตร สายของชุดทดสอบนำไปต่อกับตัวกรองน้ำมันของเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงที่ผ่านการกรองจะถูกส่งไปที่เครื่องยนต์เพื่อใช้ในการเผาไหม้ จับเวลาในการเดินเครื่องยนต์ในแต่ละรอบความเร็วว่าใน 1 นาทีที่มีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไปเท่าไร

การวัดปริมาณควันดำใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณควันดำแบบกระดาษกรองยี่ห้อ YOSHIDA รุ่น DS-2000 การวัดปริมาณควันดำโดยการตรวจวัดขณะที่รถยนต์จอดอยู่กับที่ไม่มีภาระโดยเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง โดยการต่อสายเข้าที่ปลายท่อโดยตรง ซึ่งค่ามาตรฐานควันดำต้องมีค่าไม่เกิน 50 % ซึ่งหากมีค่าปริมาณควันดำมากกว่า 50 % แสดงว่ามีปริมาณ

ควันดำเกินกว่ามาตรฐานที่พระราชกฤษฎีกา 115 ตอนพิเศษที่ 100 งลงวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2541 กำหนดไว้

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกอัตราส่วน C50, C100 และเชื้อเพลิงดีเซล มาทำการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มในเบื้องต้นว่าคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผสมไบโอดีเซลชนิดใดในแต่ละอัตราส่วน มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่สูงขึ้นหรือต่ำลงจากเดิม ซึ่งจากตารางที่ 3 ทำให้วิเคราะห์ได้ว่าเชื้อเพลิงผสมในอัตราส่วน C10 จะมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซลมากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติของเชื้อเพลิงดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลจากไขมันไก่โดยปริมาตรมากทำให้อุณหภูมิความร้อนจากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D240 ของเชื้อเพลิงจะมีค่าต่ำลงไป ซึ่งเมื่อนำเชื้อเพลิงผสมในสูตรต่างๆ ไปใช้งานจริงแล้วจะทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะที่ต่ำลงไป และทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงตามไปด้วย ค่าความถ่วงจำเพาะของเชื้อเพลิงทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1298 พบว่าเชื้อเพลิงผสมในสูตรต่างๆ มีค่าไม่ต่างกันกับเชื้อเพลิงดีเซลมากนัก ค่าความถ่วงจำเพาะเป็นค่าที่บอกถึงความบริสุทธิ์ของเชื้อเพลิง การทดสอบค่าความหนืดตามมาตรฐาน ASTM D445 ของเชื้อเพลิงผสมในสูตรต่างๆ มีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งค่าความหนืดของเชื้อเพลิงที่สูงเกินไปจะทำให้หัวฉีดเชื้อเพลิงพ่นละอองน้ำมันที่มีขนาดใหญ่เกินไปทำให้น้ำมันไปรวมกับอากาศไม่ดี เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในเครื่องยนต์ เป็นผลให้สมรรถนะเครื่องยนต์ต่ำลงไป

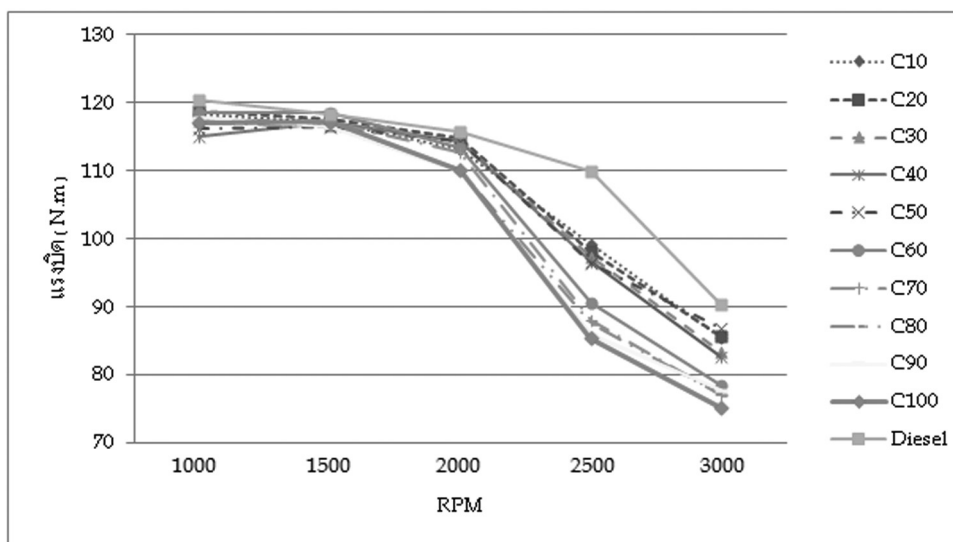
ตารางที่ 3. คุณสมบัติของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในอัตราส่วน C10, C50, C100 และเชื้อเพลิงดีเซล

เชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (KJ/kg)	ค่าความหนืด ที่ 40 °C (cSt)	ค่าความถ่วงจำเพาะ
	มาตรฐาน ASTM D240	มาตรฐาน ASTM D445	มาตรฐาน ASTM D1298
ไบโอดีเซลตามมาตรฐานของ กรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2552	-	ไม่ต่ำกว่า 1.8 และ ไม่สูงกว่า 4.1	ไม่ต่ำกว่า 8.1 และ ไม่สูงกว่า 8.7
Diesel	45,000	3.500	0.805
C50	41,449	3.703	0.843
C100	38,534	4.452	0.880

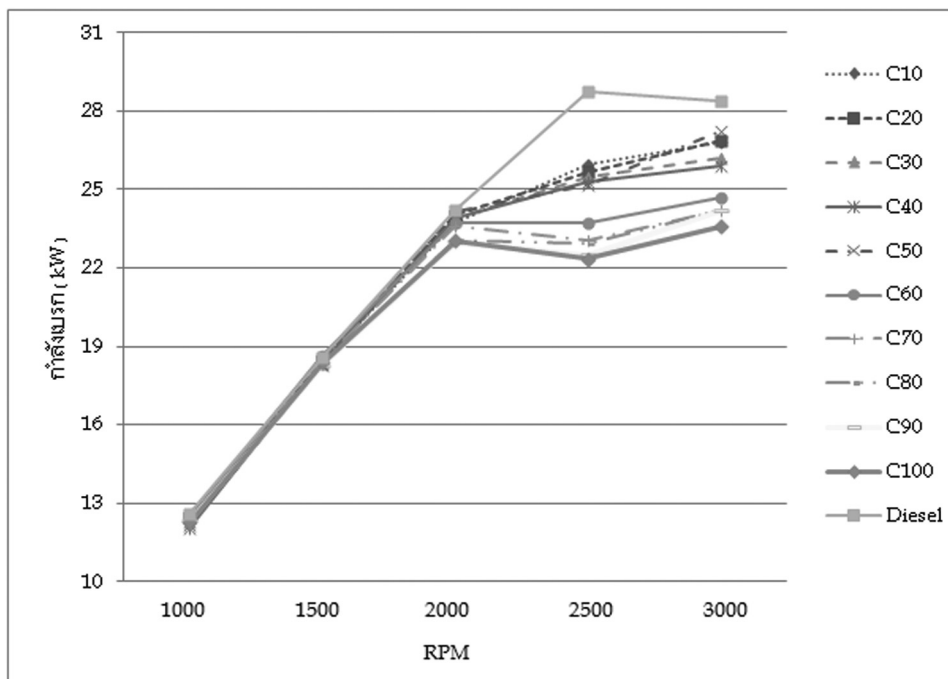
3.2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลจากการทดสอบเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆ พบว่าแรงบิดและกำลังเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆจะมีค่าแรงบิดและกำลังเบรคที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ในช่วง 3.86 – 8.97 % และ 4.96–11.48%ตามลำดับดังรูปที่2และ3ตามลำดับและจากรูปที่ 3 จะพบว่าเหตุที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 – 3,000 rpm กำลังเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมต่ำลงไปจากการใช้เชื้อเพลิงดีเซลถึง 4.75 – 15.25 % เนื่องจากแรงบิดที่ต่ำลงไปในช่วงความเร็วรอบ

ดังกล่าวส่งผลต่อกำลังเบรคให้ต่ำลงไปตามแรงบิดด้วย โดยเฉพาะเชื้อเพลิงในอัตราส่วน C 60 ขึ้นไป จะเห็นได้ว่ากำลังเบรคต่ำลงมาจากเดิมมาก เนื่องจากสัดส่วนผสมของไบโอดีเซลจากไขมันไก่ที่สูงขึ้นทำให้มีค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่น้อยลง และทำให้การเผาไหม้ในเครื่องยนต์มีความร้อนน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล อีกทั้งค่าความหนืดของเชื้อเพลิงผสมก็มีค่าความหนืดที่มากกว่าเชื้อเพลิงดีเซลทำให้หัวฉีดที่พ่นละอองเชื้อเพลิงกระจายได้น้อยกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ส่งผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์โดยตรง (8) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cengiz Oner และคณะ ในปี ค.ศ. 2009 (5)



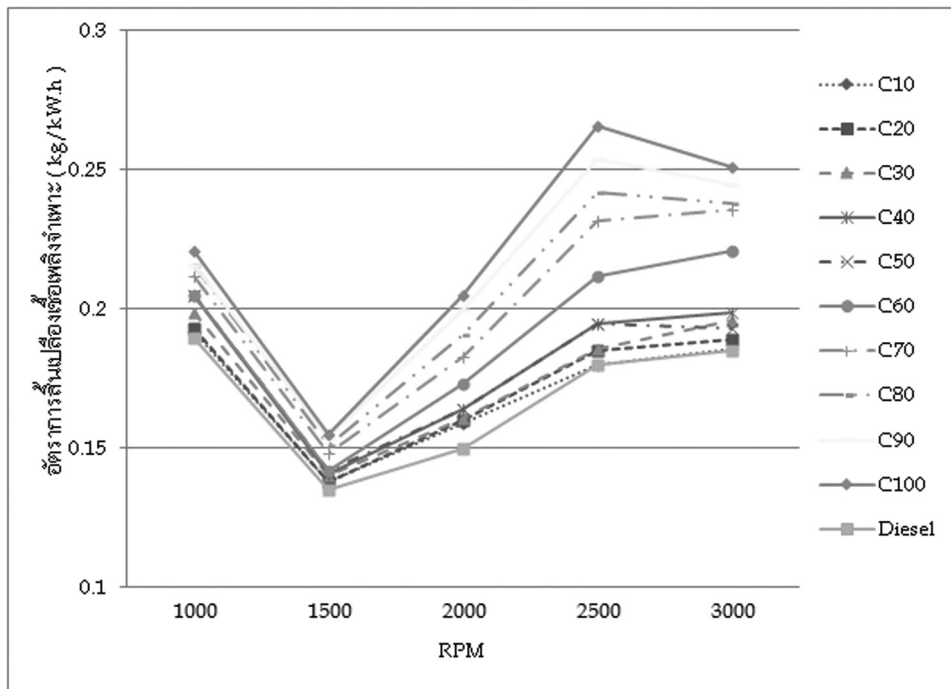
รูปที่ 2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)



รูปที่ 3. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเบรกของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเปรียบเทียบกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในส่วนผสมต่างๆ มีค่าที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 1.75 - 22.65 % โดยที่อัตราส่วนเชื้อเพลิงผสมตั้งแต่ C60 ขึ้นไป จะมีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,500 rpm จะสังเกตได้ว่าค่าแรงบิดและกำลังเบรกในช่วงความเร็วรอบเดียวกันก็ต่ำลง

ไปเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากค่าความร้อนของเชื้อเพลิงของโอดีเซลต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซล (2) และค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่มากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้ที่ความเร็วรอบดังกล่าวมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงกว่าความเร็วรอบอื่นๆ โดยน้ำมันที่ผสมในสูตร C10 จะมีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกับดีเซลกว่าสูตรอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยต่างกันอยู่ที่ 1.75 % ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cengiz Oner และคณะ (5) ดังรูปที่ 4

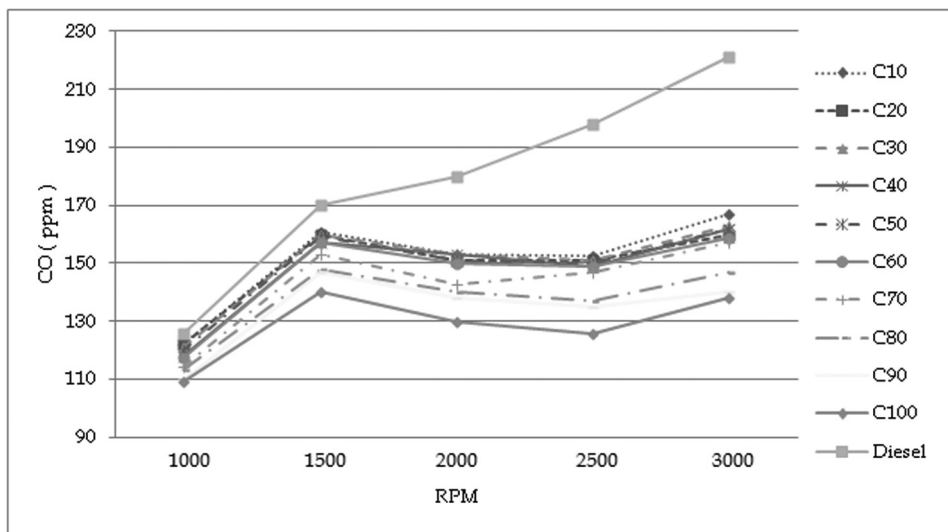


รูปที่ 4. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)

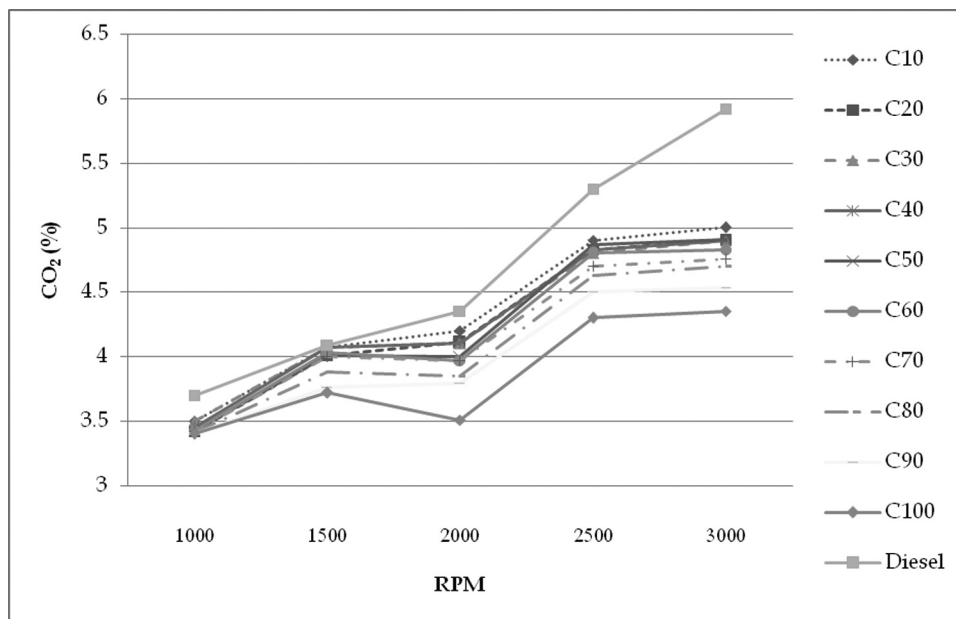
3.3 การปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์

จากผลการทดสอบไอเสียของเครื่องยนต์ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลในสูตรต่างๆ มีค่าน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 15.58 – 28.15 %

และ 0.34 – 0.81 % ตามลำดับ และจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อมีส่วนผสมของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อเพลิงไบโอดีเซลมีส่วนผสมของออกซิเจนมากกว่าน้ำมันดีเซลทำให้เมื่อเกิดการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Watcharaphon Poonnakhun และคณะ (8) ดังรูปที่ 5 และ 6



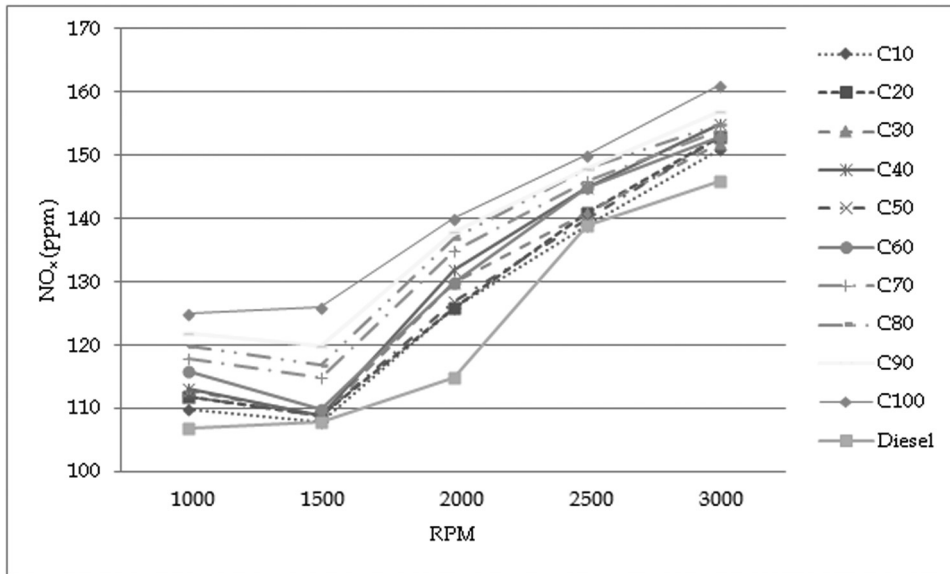
รูปที่ 5. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)



รูปที่ 6. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)

ผลจากการวัดค่าออกไซด์ของไนโตรเจนจากไอเสียของเครื่องยนต์จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆจะมีค่าออกไซด์ของไนโตรเจนที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ในช่วง 2.36 - 11.82 % ดังรูปที่ 7 เนื่องจากในเชื้อเพลิง

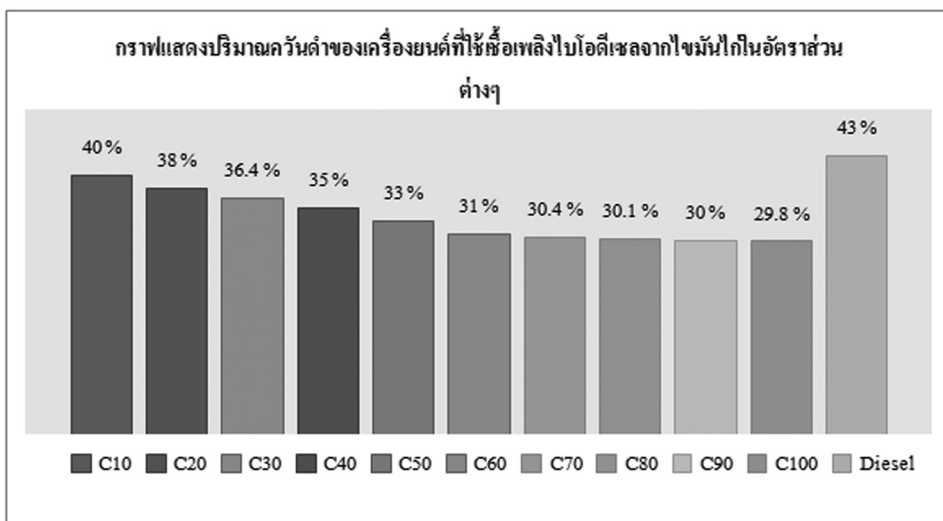
ไบโอดีเซลมีส่วนผสมของออกซิเจนที่มากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล (2) ถ้าออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของออกซิเจนเกินอัตราส่วนผสมทำให้เกิดมลพิษชนิดนี้เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ittipon Worapun และคณะ (2)



รูปที่ 7. แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับความเร็วรอบ (RPM)

จากรูปที่ 8 เมื่อพิจารณาจากปริมาณควันดำที่เห็นได้ชัดเมื่อเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนผสมตั้งแต่ C40 ขึ้นไป ออกมาจากเครื่องยนต์โดยวัดจากเครื่องวัดควันดำแบบกระดาหกรอง YOSHIDA รุ่น DS-2000 พบว่าปริมาณควันดำของเชื้อเพลิงที่ผสมกับไบโอดีเซลมีค่าควันดำต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยปริมาณควันดำลดลง

เห็นได้ชัดเมื่อเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนผสมตั้งแต่ C40 ขึ้นไป โดยมีค่าควันดำต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลประมาณ 10% ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่าเชื้อเพลิงทุกสัดส่วนมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานทางราชการกำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Watcharaphon Poonnakhun และคณะ (8)



รูปที่ 8. แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณควันดำจากท่อไอเสียเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลในสูตรต่างๆ

4. สรุป

จากการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซลและทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสัดส่วนผสมต่างๆ พบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนต่างๆ มีค่าต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลและมีความหนืดสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซลทำให้ส่งผลต่อสมรรถนะเครื่องยนต์โดยแรงบิดและกำลังเบรคต่ำกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ในช่วง 3.86 – 8.97 % และ 4.69 – 11.48 % ตามลำดับ ด้านอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสัดส่วนผสมต่างๆ มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ในช่วง 1.75 – 22.65 % ในส่วนของเชื้อเพลิงผสมที่มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดคือสูตร C10 มีค่าแรงบิดและกำลังเบรคต่างจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลอยู่ 3.86 % และ 4.69 % และมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ 1.75 %

จากการทดสอบการปล่อยมลพิษไอเสียพบว่าค่าของออกไซด์ของไนโตรเจนของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆ มีค่าที่สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลอยู่ 2.36 – 11.82 % ส่วนค่าของคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆ มีค่าที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลอยู่ 15.58 – 28.15 % และ 0.34 – 0.81 % ตามลำดับ และในส่วนของปริมาณควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ในสูตรต่างๆ มีค่าที่น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลทุกสูตรแต่ที่เห็นได้ชัดว่าค่าปริมาณควันดำน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัดคือที่สูตร C40 ขึ้นไปมีค่าน้อยกว่าถึง 10 %

จากการทดสอบเชื้อเพลิงไบโอดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ สามารถใช้กับเครื่องยนต์หมุนเร็วได้ทุกอัตราส่วน เมื่อพิจารณาข้อดีของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลคือเป็นเชื้อเพลิงที่มีการปล่อยมลพิษไอเสียน้อย หากแนะนำผู้ใช้ควรเลือกใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากไขมันไก่ที่อัตราส่วนไม่เกิน C50 เนื่องจากมีสมรรถนะของ

เครื่องยนต์ที่ไม่ต่างจากเชื้อเพลิงดีเซลมากและมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ไม่สูงจนเกินไป

5. เอกสารอ้างอิง

- (1) Energy Situation October 2012 [Internet]. 2012 [updated 2012 Nov 1; cited 2012 Dec 27]. Available from: http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1841&Itemid=318&lang=th.
- (2) Worapun I, pianthong K, Pongtabodee S, Soodphakdee D. Performance and emission characteristics in diesel engine using biodiesel from waste cooking oil – ethanol blend as a fuel. *KKU Engineering J.* 2006; 33(6):691-705. Thai.
- (3) Pangnui C. Biodiesel from chicken fat for small community scale [MEn thesis]. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi; 2008. Thai.
- (4) Wajaurai K, Maka K. The advantage of the cooking oil used as fuel for agricultural diesel engines [Internet]. 2001 [updated 2007 July 5; cited 2012 Aug 28]. Available from: http://www.ist.cmu.ac.th/riseat/teenet/eng/research_details.php?id=70 [2007, July 5].
- (5) Oner C, Altun S. Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in direct injection diesel engine. *International Journal of Applied Energy.* 2009; 86:2114-2120.
- (6) Canakci M, Van Gerper H. Comparison of engine performance and emissions for petroleum diesel, Yellow Grease Biodiesel, and Soybean oil Biodiesel. *ASE Annual International Meeting*; 2001 July 30-Aug 19:47-53. California, USA.
- (7) Enamul Hoque Md., Singh A, Leng Chuan Y. Biodiesel from low cost feedstocks: The effect

of process parameter on the biodiesel yield.
International Journal of biomass and bioenergy.
2011; 35:1582-1587.

- (8) Poonnakhun W, Suntivarakorn P, Theerakulpisut S, Khayanyuim P. A study of performance and exhaust gas for high speed engine when using diesel oil blending with jatropha oil. KKU Res J (GS). 2007; 7(4):29-38. Thai.