การประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันยางนาเป็นเชื้อเพลิง โดยการวิเคราะห์จากน้ำมันหล่อลื่นและไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

Evaluation the Engine Wear Using Yang-Na Oil as Fuel by Analysis the Lubricant and Fuel Filters

สหัสวรรษ ภูจีระ (Sahassawas Poojeera)* ฉัตรชัย เบญจปิยะพร (Chutchai Benjapiyaporn)**
สมพร เกษแก้ว (Somporn Katekaew)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตร 4 จังหวะ 1 สูบ โดยเปรียบเทียบการสึกหรอที่ส่งผลต่อน้ำมันหล่อลื่นและการเปลี่ยนแปลงกรองน้ำมันเชื้อเพลิง จากการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันลูกผสมน้ำมันยางนากลั่นและน้ำมันดีเซล (B40) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับสูบน้ำในสถานที่จริงต่อเนื่อง 300 ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที จำนวน 2 เครื่อง การตรวจสอบการสึกหรอจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นและองค์ประกอบธาตุที่เกิดจากการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ 2) วัดและวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของไส้กรองเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ทั้ง 2 เครื่อง ผลการศึกษาพบว่า ในการทดสอบส่วนที่ 1) ค่าความหนืดเชิงจลน์ ณ 40 C ความชื้น องค์ประกอบของธาตุต่างๆที่วิเคราะห์ ในเครื่องยนต์ใช้น้ำมัน B40 สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ส่วนการทดสอบส่วนที่ 2) พบว่าไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 มีสีส้มเข้มกว่าไส้กรองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล จึงอาจสรุปได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันยางนา B40 จะทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องยนต์มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ไส้กรองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 ก็มีโอกาสที่จะอุดตันเร็วกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

ABSTRACT

This research aims to evaluate the wear of agricultural diesel four-cylinder one stroke engine. The wear affecting the lubricant and fuel filter changing were compared. The two engines, used diesel and Yang-Na oil (B40), were run continuously for 300 hours at a speed of 1400 rpm to pump the water with constant flow. The wear of engines was examined for 2 parts: 1) to determine the quality and elemental composition in lubricant and 2) to compare the changing of fuel filter. The experiment of part (1) showed the linear kinetic viscosity at 40 C, the humidity and mineral composition of the engine used B40 was higher than engine used diesel. The experiment of part (2) also revealed that the fuel filters of the engine used B40 was more dark brown than engine used diesel. It was concluded that the Yang-Na oil (B40) fuel can cause engine wear than diesel fuel and the fuel filter of engine using B40 had a chance to block up the fuel flow faster than diesel.

คำสำคัญ: น้ำมันชีวภาพจากน้ำมันยางนา น้ำมันหล่อลื่น ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

Keywords: Yang-Na oil, Lubricant, Fuel filters

** นักศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

**** อาจารย์ สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ นับวันสถานการณ์ ด้านพลังงานก็ยังมีแนวโน้มวิกฤติมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการคิดค้นและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนรูปแบบอื่นๆ อีกมากมาย อาทิเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวภาพ พลังงานชีวมวลเป็นต้น น้ำมันโซล่าหรือน้ำมันดีเซลเป็นพลังงานเชื้อเพลิงหลักที่สำคัญ เพราะใช้มากในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคการขนส่ง และปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงหลายแบบ เช่นไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว น้ำมันมะพร้าว น้ำมันสบู่ดำเป็นต้น (สมพร และคณะ, 2554a) แต่เนื่องจากพืชพลังงานเหล่านี้ บางชนิดเป็นอาหารของมนุษย์ซึ่งจะมีผลกระทบอย่างยิ่งถ้านำพืชชนิดนั้นมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ดังนั้นทางออกของปัญหานี้คือการหาแหล่งวัตถุดิบใหม่ เช่นน้ำมันจากต้นยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. Ex. G.Don) ต้นยางนาเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และสามารถเกิดได้ในเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย (สมพร และคณะ, 2555) เนื้อไม้นิยมนำไปสร้างบ้าน นอกจากนี้ยังสามารถให้น้ำมันยาง (Oleoresin หรือ Yang-Na oil) จำนวนมาก ซึ่งน้ำมันยางนานี้ ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่นการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานทางเลือก ซึ่งพบว่าต้นยางที่มีขนาดความยาวรอบลำต้นมากกว่า 100 เซนติเมตร หรืออายุประมาณ 30 ปีขึ้นไป ถ้าเจาะเอาน้ำมันจะได้น้ำมันยางโดยเฉลี่ยประมาณ 0.6 ลิตร/ต้น/รู/วัน (สมพร, 2556) จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือก เบื้องต้นได้มีการศึกษากระบวนการปรับสภาพน้ำมันยางนาเพื่อใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์การเกษตร โดยกระบวนการกำจัดสารเหนียวด้วยสารเคมี จากนั้นนำส่วนใสที่ได้ไปทดสอบสมรรถนะกับเครื่องยนต์การเกษตร 4 จังหวะ 1 สูบ ขนาดไม่เกิด 11 แรงม้า พบว่าน้ำมันลูกผสมระหว่างน้ำมันยางนาและน้ำมันดีเซลทุกสัดส่วนที่ใช้ในการทดสอบ และทุกรอบของการทดสอบ ค่าสมรรถนะด้านต่างๆที่ตรวจวัดไม่แตกต่างจากน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นข้อมูลบ่งชี้ว่า น้ำมันยางนาน่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกได้ (อนันต์ และ สมพร, 2555) จากนั้นได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากยางนาให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพยิ่งขึ้นด้วยวิธีการแยกบริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟฟี และการกลั่นภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เมื่อนำน้ำมันที่ได้จากทั้ง 2 วิธีไปตรวจสอบคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่าวิธีการกลั่นฯ จะได้ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันดีกว่า มีวิธีการ มีขั้นตอนที่น้อยและต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า จึงน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนา (สมพร, 2555) จากนั้นได้มีการศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตร 4 จังหวะ สูบเดียวเมื่อใช้น้ำมันยางนากลั่นที่เตรียมในรูปน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันยางนากลั่นสัดส่วนต่างๆ พบว่า ที่รอบการทำงาน 1400 รอบ น้ำมันผสมที่ให้สมรรถนะสูงและเหมาะสมที่สุดเทียบเท่าน้ำมันดีเซล คือน้ำมันยางนา B40 (ธนากร และเสรี, 2557) แต่การที่จะนำน้ำมันยางนาไปใช้กับเครื่องยนต์เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลจริงๆนั้น จะต้องมีการศึกษาให้ชัดเจนในเรื่องของการสึกหรอของเครื่องยนต์ด้วย ซึ่งปัจจุบันยังเคยไม่มีการศึกษาการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันยางนากับเครื่องยนต์ทางเกษตรมาก่อน จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้ คือการประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ โดยการตรวจสอบคุณสมบัติธาตุองค์ประกอบในน้ำมันหล่อลื่น และการเปลี่ยนแปลงของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตร 4 จังหวะ 1 สูบ เมื่อใช้น้ำมันลูกผสมกับน้ำมันดีเซล B40 ที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที นาน 300 ชั่วโมง
2. วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันหล่อลื่นและการเปลี่ยนแปลงของกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งก่อนและหลังการทดสอบ
3. ประเมินการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันยางนา B40 และน้ำมันดีเซล

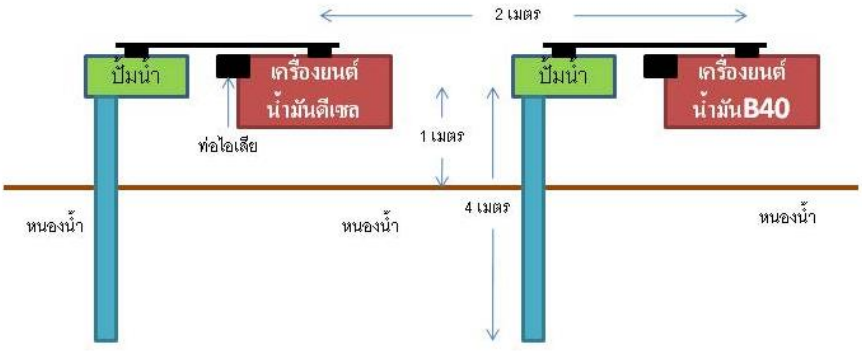
วิธีการวิจัย

การเตรียมเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นเครื่องยนต์สภาพใหม่ ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น RT-100 Plus ขนาด 10 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ดีเซลต้นแรงที่นิยมใช้ในภาคการเกษตร จำนวน 2 เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคูโบต้า RT-100

รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งนี้เป็นเครื่องยนต์ขนาด 11 ลิตร ความกว้างกระบอกสูบ 88 มิลลิเมตร ขนาด 10 แรงม้า การทดสอบจะใช้สูบน้ำในบ่อน้ำวนเป็นระยะเวลา 300 ชั่วโมง แผนภาพการจัดวางเครื่องยนต์ในการทดสอบแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดวางเครื่องยนต์ในการทดสอบ

การจัดวางเครื่องสำหรับการทดสอบ (ภาพที่ 2) เครื่องยนต์และปั๊มสูบน้ำตั้งห่างกัน 66 เซนติเมตรจากเส้นผ่าศูนย์กลางของพลูเลย์ของเครื่องยนต์และปั๊มน้ำ พลูเลย์เป็นร่องคู่ใช้สายพานร่อง B ขนาด 65 นิ้ว 2 เส้น ตรึงสายพานตามมาตรฐานทางวิศวกรรม ทั้งสองยึดอยู่บนเหล็กตัวซีขนาด 5 นิ้ว มีล้อคู่หน้าและแท่นวางด้านหลัง ปั๊มน้ำต่อ

ท่อแข็งขนาด 3 นิ้ว ยาวจากตัวปั๊มสูบน้ำ 4 เมตรทั้งทางดูดและทางส่ง หัวกะโหลกใช้หัวกะโหลกทองเหลืองขนาด 3 นิ้ว ต่อกับปลายท่อทางดูดและจุ่มลงน้ำห่างจากผิวน้ำ ประมาณ 100 เซนติเมตร

การเตรียมน้ำมันสำหรับการทดสอบ

น้ำมันยางนาที่ใช้ทดสอบเครื่องยนต์ครั้งนี้เป็นน้ำมันลูกผสมน้ำมันยางนากลั่นกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน B40 สัดส่วนที่ผสมแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นจะนำไปผ่านการกรองด้วยตัวกรองน้ำมันดีเซล อีกหนึ่งครั้งก่อนนำไปใช้ทดสอบกับใช้กับเครื่องยนต์

ตารางที่ 1 การเตรียมน้ำมันเพื่อใช้ในการทดสอบ

เครื่องยนต์	No.	น้ำมันยางนากลั่น (ลิตร)	ดีเซล (ลิตร)	รวม (ลิตร)
1	B40	120	180	300
2	D100	0	300	300

การเตรียมน้ำมันเพื่อทดสอบครั้งนี้ ทำเป็น 2 ชุดๆละ 300 ลิตร คือน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันยางนากลั่นและน้ำมันดีเซลให้เป็นน้ำมันยางนา B40 โดยผสมในอัตราส่วนน้ำมันยางนากลั่นร้อยละ 40 และน้ำมันดีเซลร้อยละ 60 โดยปริมาตร ส่วนอีกชุดหนึ่ง จะใช้น้ำมันดีเซลโดยตรง (D100) ร้อยละ 100 ที่ผ่านมาตรฐานจากปั๊มจ่ายน้ำมันทั่วไป (ปตท)

ตารางที่ 2 เงื่อนไขของการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์และคุณสมบัติน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับ	คุณสมบัติ	ดีเซล	น้ำมันยางนา (B40)
1	ความเร็วรอบ (rpm)	1400	1400
2	สัดส่วน (D:Y)	100 : 0	60:40
3	ค่าความร้อน (kJ/Kg)	44,483	45,847
4	ค่าความหนืด (cSt/s	3.2852	3.6299
5	จุดวาบไฟ (C)	65.0	76.8

การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก 4 จังหวะ สูบเดียว จะใช้เครื่องยนต์จำนวน 2 เครื่อง ทดสอบการทำงานจริงโดยใช้เครื่องยนต์สูบน้ำที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันที่ใช้ทดสอบครั้งนี้ ได้ตรวจวัดการตามมาตรฐานดังนี้คือ ค่าความร้อน ASTM D240, ค่าความหนืด ที่ 40 องศาเซลเซียส ASTM 445, จุดวาบไฟ ASTM D93 (ธนากร, 2557) ค่าคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน และค่าคุณภาพด้านเชื้อเพลิงของน้ำมันยางนากลั่น ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐานน้ำมันดีเซลและน้ำมันยางนากลั่น

ข้อกำหนดคุณภาพ	อัตราสูงต่ำ (กรมธุรกิจพลังงาน, 2556)	มาตรฐาน	น้ำมันยางนากลั่น
1.ความถ่วงจำเพาะ ณ 15.6/15.6 C	0.81 < x > 0.87	ASTM D 4052-15	0.92*
2.ดัชนีซีเทน	ไม่ต่ำกว่า 40	ASTM D 976-06 (2016)	27*
3.ความหนืด (เซนติสโตกส์)	1.8 < x > 4.1	ASTM D 445-15a	4.7*
4.จุดไหลเท (C)	ไม่สูงกว่า 10	ASTM D 97-16	<-39
5.กำมะถัน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.005	ASTM D 5453-16e1	0.00
6.การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	ไม่สูงกว่าหมายเลข 1	ASTM D 130-12	1
7.เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ไม่สูงกว่า 25	EN 14112-2003	27*
8.กากถ่าน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.30	ASTM D 86-15 / ASTM D 4530-15	0.00
9.น้ำ (มก./กก)	ไม่สูงกว่า 300	EN ISO 12937-2003	270
10.สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด (มก./กก)	ไม่สูงกว่า 24	EN 12662-2009	473*
11.เถ้า (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.1	ASTM D 482-13	0.0
12.จุดวาบไฟ (C)	ไม่ต่ำกว่า 52	ASTM D 86-15	104
13.การกลั่น อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละ 90 (C)	ไม่สูงกว่า 357	ASTM D 6379-11	257
14.โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 11	Visual	1
15.ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (ร้อยละโดยปริมาตร)	3.5 < x > 7	ASTM D 1500-12	0.00*
16.คุณสมบัติการหล่อลื่น รอยขีดข่วน (ไมโครเมตร)	ไม่สูงกว่า 460	EN 14078-2011	168
17. สี			
17.1 ชนิดของสี	เหลือง	CEC F-06-96	เหลือง
17.2 ความเข้มของสี	ไม่สูงกว่า 5		1.5

*รายการคุณภาพทางด้านเชื้อเพลิงของน้ำมันยางนากลั่นที่ยังไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน

จากตารางที่ 3 จะพบว่าคุณภาพด้านพลังงานของน้ำมันยางนากลั่นบางส่วน ยังไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถนำน้ำมันยางนากลั่นไปใช้กับเครื่องยนต์โดยตรง การศึกษาครั้งนี้จะใช้น้ำมันยางนา B40 ในการทดสอบ ดังนั้นเพื่อให้สามารถอธิบายผลการทดลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น น้ำมันส่วนนี้จะส่งไปวิเคราะห์คุณภาพด้านพลังงานอีกครั้ง

การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหล่อลื่น

หลังการทดสอบครบ 300 ชั่วโมง น้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ (ภาพที่ 3) จะถูกตรวจสอบปริมาณที่เหลืออยู่ โดยการตรวจสอบที่แท่งวัดระดับปริมาณน้ำมันหล่อลื่น (ภาพที่ 4) หลังจากนั้นจะถ่ายออกจากห้องเครื่องทั้ง 2 ทันที เก็บไว้ในโถแก้ว ที่มีฝาปิดมิชิดในอุณหภูมิห้อง ก่อนส่งไปตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นและค่าปนเปื้อนของโลหะในน้ำมันหล่อลื่นที่เกิดมาจากการสึกหรอของห้องเผ้าไหม้ ตามรายการในตารางที่ 4 ต่อไป

ภาพที่ 3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้

น้ำมันหล่อลื่น (ภาพที่ 3) ที่ใช้งานงานวิจัยครั้งนี้ใช้ยี่ห้อตราช้าง ขนาด 3 ลิตร รุ่น SAE 15W-40 API CF-4/ SG น้ำมันเครื่องสำหรับเครื่องยนต์แทรกเตอร์คูโบต้าทุกรุ่น น้ำมันเครื่องเกรดพิเศษ CF-4 มีจุดเด่นในการลดคราบเขม่าของเครื่องยนต์ เพิ่มการชะล้าง เพิ่มพลังให้แก่เครื่องยนต์ ทำให้ยืดอายุเครื่องยนต์ยาวนานขึ้น มีบทบาทสำคัญต่อเครื่องยนต์ในการล่อลื่น ลดแรงเสียดทาน (Reduces Friction) ลดการสึกหรอ (Reduces Wear) ประหยัดพลังงาน (Saves Power) ลดความร้อน (Reduces Heat) และเป็นการช่วยให้เกิดฟิล์มน้ำมันที่รองรับภาระที่ใช้งาน (Load-Carrying Lubricant Film) โดยปริมาณน้ำมันหล่อลื่นเมื่อเติมเต็มความจุจะมีปริมาณเท่ากับ 2.8 ลิตร แล้วปิดฝาให้แน่นกันการรั่วซึม

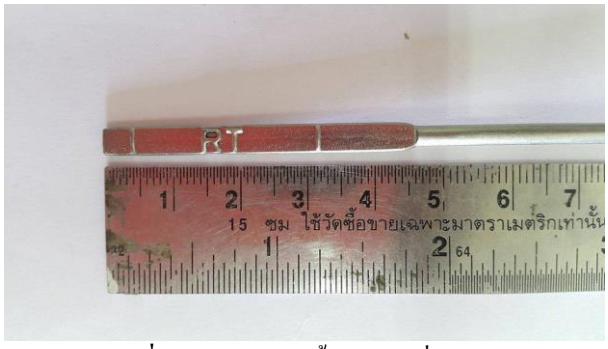
ตารางที่ 4 ค่าคุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่นที่ส่งตรวจ

ลำดับ	คุณสมบัติ	มาตรฐาน
1	ความหนืดเชิงจลน์	ASTM D445
2	ความหนาแน่น	ASTM D1298
3	จุดวาบไฟ	ASTM D93
4	ความชื้น	ASTM D2709
5	ความเป็นด่าง	ASTM D664
6	ปริมาณเถ้า	ASTM D482
7	Pentane	ASTM D4055
8	Metals K, Na, Al, P, Si, B, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Zn, Cr	ICP-OES

ข้อมูลที่ได้จะทำให้ทราบว่ามีการสึกหรอเกิดขึ้นที่จุดใดและเป็นการยืนยันข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้

การตรวจเช็คระดับของน้ำมันหล่อลื่นในอ่าง

การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้ จะมีการตรวจเช็คระดับของน้ำมันหล่อลื่นในอ่าง ที่เวลา 0, 100, 200, 300 ชั่วโมง เพื่อต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมันเครื่อง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมันเครื่องอาจเกี่ยวข้องกับกับสึกหรอของเครื่องยนต์หรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ โดยการตรวจสอบที่แท่งวัดระดับปริมาณน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้จะแบ่งสเกลเป็นมิลลิเมตรเพื่อเทียบความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมัน เริ่มจากที่ 0 คือไม่มีการเติมน้ำมันหล่อลื่นและที่ระดับ 32 มิลลิเมตร เหมือนเติมน้ำมันหล่อลื่นเต็มตามระดับมาตรฐาน ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แท่งวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นในอ่าง

หม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

ระบบเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซลเล็ก เริ่มต้นจากถังน้ำมัน ผ่านหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง ผ่านปั๊มและหัวฉีดเป็นลำดับสุดท้ายก่อนเข้าห้องเผาไหม้ ในหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงนี้จะมีไส้กรอง ซึ่งเป็นกระดาษชนิดมีรูพรุนทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกต่างๆที่อาจปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อใช้ไปนานๆจะเกิดการอุดตันจากสิ่งสกปรกและสารไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างไม่เหมาะสมปนมา ทำให้ไส้กรองมีสีเปลี่ยนไป ถ้ามีการอุดตันมากจะทำให้เกิดการปิดกั้นการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงและทำให้เครื่องยนต์หยุดทำงานในที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของไส้กรอง ของเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดความยาว 85 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตรมีสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 5) เปรียบเทียบกันทั้งก่อนและหลังการทดสอบ

ภาพที่ 5 หม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

การเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลนั้นทำโดยการถ่ายภาพนิ่ง ด้านหน้าตรงของหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อนำภาพมาทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของไส้กรองและก้นหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการวิจัย

การทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันยางนาและดีเซล B40 ทำการสูบน้ำหมุนเวียน ใช้เวลาทดสอบ 300 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันหล่อลื่น และการเปลี่ยนแปลงของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องยนต์ทั้งสอง

คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำมันเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันยางนากลั่นและน้ำมันดีเซล B40 ที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบการสึกหรอกับน้ำมันดีเซลนั้น ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ได้ผลการตรวจสอบตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันดีเซลชีวภาพจากยางนาและน้ำมันดีเซลชีวภาพ B40

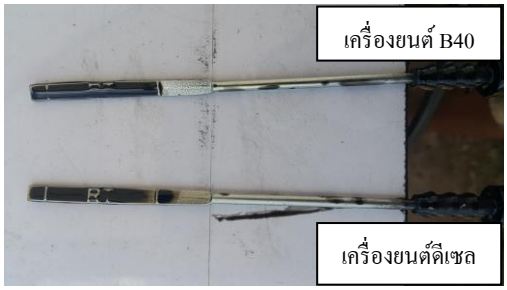
ข้อกำหนดคุณภาพ	อัตราสูงต่ำ (กรมธุรกิจพลังงาน, 2556)	มาตรฐาน	น้ำมันยางนากลั่น	B40
1.ความถ่วงจำเพาะ ณ 15.6/15.6 C	0.81 < x > 0.87	ASTM D 4052-15	0.92*	0.87
2.ดัชนีซีเทน	ไม่ต่ำกว่า 40	ASTM D 976-06	27*	41
3.ความหนืด (เซนติสโตกส์)	1.8 < x > 4.1	ASTM D 445-15a	4.7*	3.6
4.จุดไหลเท (C)	ไม่สูงกว่า 10	ASTM D 97-16	-39	-6
5.กำมะถัน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.005	ASTM D 5453-16e1	0.00	0.00
6.การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	ไม่สูงกว่าหมายเลข 1	ASTM D 130-12	1	1a
7.เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ไม่สูงกว่า 25	EN 14112-2003	27*	11.8
8.กากถ่าน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.30	ASTM D 86-15 / ASTM D 4530-15	0.00	0.2
9.น้ำ (มก./กก)	ไม่สูงกว่า 300	EN ISO 12937-2003	270	182
10.สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด (มก./กก)	ไม่สูงกว่า 24	EN 12662-2009	473*	13
11.เถ้า (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 0.1	ASTM D 482-13	0.0	0.9
12.จุดวาบไฟ (C)	ไม่ต่ำกว่า 52	ASTM D 86-15	104	78
13.การกลั่น อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละ 90 (C)	ไม่สูงกว่า 357	ASTM D 6379-11	257	338.2
14.โพลีไซคลิก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (ร้อยละโดย นน.)	ไม่สูงกว่า 11	Visual	1	4.8
15.ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (ร้อยละโดยปริมาตร)	3.5 < x > 7	ASTM D 1500-12	0.00*	6.7
16.คุณสมบัติการหล่อลื่น รอยขีดข่วน (ไมโครเมตร)	ไม่สูงกว่า 460	EN 14078-2011	168	348
17. สี				
17.1 ชนิดของสี	เหลือง	CEC F-06-96	เหลือง	เหลือง
17.2 ความเข้มของสี	ไม่สูงกว่า 5		1.5	1.5

จากผลการตรวจพบว่า น้ำมันผสม B40 มีคุณสมบัติต่างๆด้านเชื้อเพลิงที่ส่งตรวจ ผ่านมาตรฐานตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงานทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าน้ำมันผสม B40 นี้มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำมันดีเซล สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ดังแสดงในตารางที่ 5

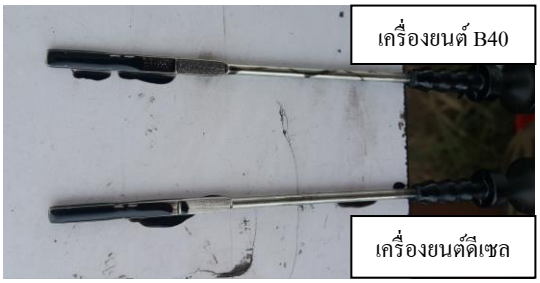
คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่น

การเช็คปริมาณน้ำมันหล่อลื่นระหว่างการทดสอบ

การตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นในห้องเครื่องจะวัดที่ระยะการทดสอบ 3 ช่วงคือ 100, 200 และ 300 ชั่วโมง โดยใช้แท่งวัดระดับปริมาณน้ำมันหล่อลื่นจุ่มแล้วนำออกมาวัดระดับด้วยใบบรรทัดช่วงละ 3 ครั้ง ดังภาพที่ 6 และความแตกต่างของระดับน้ำมันหล่อลื่นที่วัดได้แสดงดังตารางที่ 6



ก.แท่งวัดปริมาณ 0 - 100 ชั่วโมง



ข.แท่งวัดปริมาณ 101 - 200 ชั่วโมง

ค.แท่งวัดปริมาณ 201 - 300 ชั่วโมง

ภาพที่ 6 แท่งวัดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในห้องเครื่อง ที่ 100, 200, 300 ชั่วโมง

ตารางที่ 6 แสดงระดับน้ำมันหล่อลื่นในห้องเครื่อง

ชั่วโมง	เครื่องยนต์ดีเซล (มิลลิเมตร)	เครื่องยนต์ B40 (มิลลิเมตร)	ผลต่างเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
0	32	32	0
100	32	32	0
200	32	31	-1
300	31	28	-3

จะพบว่าในช่วงการทดสอบเครื่องยนต์ที่ 200 ชั่วโมง ระดับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 เริ่มมีปริมาณลดลงโดยมีผลต่างเฉลี่ย 1 มิลลิเมตร และเริ่มแตกต่างกันมากขึ้นอย่างชัดเจนที่ช่วงการทดสอบ 300 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างกันมากถึง 3 มิลลิเมตร แสดงว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 อาจนั้นอาจมีความผิดปกติบางประการในห้องเผาไหม้

เช่น การเกิดการสึกหรอของแหวนน้ำมันมากขึ้น จึงเกิดการรั่วซึมของน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่ห้องเผาไหม้ หรือบางกรณีอาจเกิดจากห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เป็นต้น

การตรวจสอบคุณสมบัติและสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่น

การทดสอบกับเครื่องยนต์ 300 ชั่วโมง อาจทำให้ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์มีการสึกหรอ ทั้งสาเหตุจากอิทธิพลห้องเผาไหม้และจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมคุณภาพ เมื่อมีการสึกหรอเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนต่างๆ เศษจากการสึกหรอจะตกลงไปที่อ่างเก็บน้ำมันหล่อลื่นที่ด้านล่างของห้องเผาไหม้ เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 เมื่อทำการทดสอบ 300 ชั่วโมงเสร็จจะพบว่าน้ำมันหล่อลื่นมีสีเข้มขึ้นกว่าปกติมาก (ภาพที่ 7) และน้ำมันส่วนนี้ จะส่งไปวิเคราะห์ผลคุณภาพและสิ่งปลอมปน ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8

ภาพที่ 7 ลักษณะน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานกับเครื่องยนต์มาแล้ว 300 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 ผลการตรวจคุณสมบัติและสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่น

รายการ	หน่วย	เครื่องยนต์น้ำมันดีเซล	เครื่องยนต์ B40	ผลต่าง*
ความหนาแน่น ณ 15 C	g/ml	0.8973	0.8988	+0.0015
ความหนืดเชิงจลน์ ณ 40 C	mm3/s	129.8	146.5	+16.7*
จุดวาปไฟ	Deg. C	198	210	+12
ความชื้น	mg/kg	554	1,032	+478*
ความเป็นด่าง	mgKOH/kg	19.2	19.7	+0.5
ปริมาณเถ้า	%wt	0.789	0.808	+0.019
สิ่งสกปรกปนเปื้อน	%wt	0.9	0.9	0

*(+) ผลต่างของค่าการตรวจวัดคุณสมบัติและสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

ผลการตรวจวัดคุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 7 รายการ จากเครื่องยนต์ทั้งสอง พบว่า เครื่องยนต์ยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 มีค่าการตรวจวัดเปรียบเทียบแล้วสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทุกรายการ โดยเฉพาะความชื้น และความหนืดเชิงกลของน้ำมันหล่อลื่นที่มีค่าค่อนข้างสูงกว่ามาก สาเหตุอาจเกิดจากห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ อากาศในห้องเผาไหม้ขยายตัวมาก เกิดการแรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ทำให้แก๊สบางส่วนเกิดการควบแน่นกลายเป็นน้ำ รวมตัวกับน้ำมันเครื่องเกิดเป็นสารอิมัลชั่นในน้ำมัน จึงทำให้มีความหนืดและความชื้นเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 8 ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางโลหะของน้ำมันหล่อลื่น

รายการ	หน่วย	เครื่องยนต์น้ำมันดีเซล	เครื่องยนต์ B40	ผลต่าง*
K (โพแทสเซียม)	mg/kg	1	< 1	-0.1
Na (โซเดียม)	mg/kg	6	2	-4
Al (อลูมิเนียม)	mg/kg	6	6	0
P (ฟอสฟอรัส)	mg/kg	480	493	+13*
Si (ซิลิคอน)	mg/kg	31	57	+26*
B (โบรอน)	mg/kg	1	1	0
Ba (แบเรียม)	mg/kg	3	< 1	-2.1
Ca (แคลเซียม)	mg/kg	2,433	2,489	+56
Cu (ทองแดง)	mg/kg	1	< 1	-0.1
Fe (เหล็ก)	mg/kg	18	21	+3
Mg (แม็กนีเซียม)	mg/kg	11	11	0
Mn (แมงกานีส)	mg/kg	< 1	< 1	0
Mo (โมลิบดีมัน)	mg/kg	20	26	+6
Zn (สังกะสี)	mg/kg	561	562	+1
Cr (โคเมียม)	mg/kg	1	< 1	-0.1

*(+) ค่าการตรวจวัดของเครื่องยนต์ใช้น้ำมัน B40 สูงกว่า

(-) ค่าการตรวจวัดของเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซล สูงกว่า

จากข้อมูลการตรวจสอบองค์ประกอบทางโลหะของน้ำมันหล่อลื่น 15 รายการพบว่า เครื่องยนต์ยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 โดยเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่า แสดงว่าเครื่องยนต์มีการสึกหรอมากกว่า ถึงแม้ค่าการสึกหรอจะไม่มากที่ระยะการทดสอบ 300 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้เวลาทดสอบมากขึ้นอาจพบความแตกต่างที่ชัดเจน

การเปลี่ยนแปลงของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง

การตรวจสอบไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 หลังการทดสอบ 300 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 กรองน้ำมันก่อนเข้าเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ชั่วโมง	เครื่องยนต์ดีเซล	เครื่องยนต์ยางนา B40	ลักษณะสี ดีเซล / B40
0			ส้มอ่อน / ส้มอ่อน

ตารางที่ 9 กรองน้ำมันก่อนเข้าเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ (ต่อ)

ชั่วโมง	เครื่องยนต์ดีเซล	เครื่องยนต์ยางนา B40	ลักษณะสี ดีเซล / B40
300			น้ำตาลอ่อน / น้ำตาลเข้ม

จากภาพไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละเครื่อง พบว่าเมื่อเริ่มทำการทดสอบชั่วโมงที่ 0 ไส้กรองน้ำมันของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 ลักษณะสีของไส้กรองไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 300 จะสังเกตได้ชัดเจนว่ากรองน้ำมันของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลมีสีเข้มขึ้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 นั้นไส้กรองมีลักษณะสีเข้มขึ้นมากจนถึงสีน้ำตาลเข้ม เข้มกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล แสดงว่าน้ำมัน B40 ที่มีสารไฮโดรคาร์บอนบางชนิดที่ปนเปื้อนสูงกว่าและ มีโอกาสที่จะเกิดการอุดตันของน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันยางนาและดีเซล B40 ทำการสูบน้ำหมุนเวียน ใช้เวลาทดสอบ 300 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดคุณภาพและโลหะปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องยนต์ทั้งสอง ผลการตรวจคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบพบว่า น้ำมันผสม B40 มีคุณสมบัติต่างๆด้านเชื้อเพลิงที่ส่งตรวจ ผ่านมาตรฐานตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงานทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าน้ำมันผสม B40 นี้มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำมันดีเซลสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นระหว่างการทดสอบพบว่าในช่วงการทดสอบเครื่องยนต์ที่ 200 ชั่วโมง ระดับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 เริ่มมีปริมาณลดลงโดยมีผลต่างเฉลี่ย 1 มิลลิเมตร และเริ่มแตกต่างกันมากขึ้นอย่างชัดเจนที่ช่วงการทดสอบ 300 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างกันมากถึง 3 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Avinash และ Atul Dhar, 2012) ที่ทำการทดสอบเครื่องยนต์ 2 เครื่อง ในระยะเวลา 512 ชั่วโมง ด้วยเครื่องยนต์รุ่นเดียวกัน พบว่าน้ำมันที่ทดสอบ (K10) สามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ในเครื่องยนต์โดยที่ไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ แต่ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมไบโอดีเซลมีการใช้มากกว่า ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลจะมีข้อได้เปรียบทางเทคนิคเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลธรรมดา คือ มีค่าความร้อนสูงกว่า จุดวาปไฟสูงกว่า ค่าซีเทนที่ดีกว่า (Ozsezen, 2009 และ Babu, 2003) แสดงว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 นี้อาจมีข้อได้เปรียบทางเทคนิคเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลธรรมดา เช่นเดียวกับน้ำมันไบโอดีเซล และการที่มีค่าความร้อนสูงกว่า จุดวาปไฟสูงกว่า ค่าซีเทนที่ดีกว่าดีเซล นั้นอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติบางประการในห้องเผาไหม้ได้ เช่น การเกิดการสึกหรอของแหวนน้ำมันมากขึ้น จึงเกิดการรั่วซึมของน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่ห้องเผาไหม้ หรืออาจเกิดจากห้องเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และส่งผลให้เกิดการเสื่อมของน้ำมันหล่อลื่อเร็วขึ้นเป็นต้น

ส่วนคุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่นพบว่า เครื่องยนต์ยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 มีค่าการตรวจวัดเปรียบเทียบแล้วสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลทุกรายการ โดยเฉพาะความชื้น และความหนืดเชิงกลของน้ำมันหล่อลื่นที่มีค่าค่อนข้างสูง

สาเหตุอาจเกิดจากห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ อากาศในห้องเผาไหม้ขยายตัวมาก เกิดการแรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ทำให้แก๊สบางส่วนเกิดการควบแน่นกลายเป็นน้ำ รวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่นเกิดเป็นสารอิมัลชั่นในน้ำมัน จึงทำให้มีความหนืดและความชื้นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล (Tung , 2004) พบว่าไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากการสะสมของคาบคาร์บอน และการปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่นและแหวนลูกสูบ รวมทั้งไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง มุมองศาการฉีดของหัวฉีดเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพลดลงและสกปรก ส่วนองค์ประกอบธาตุพบว่าเครื่องยนต์ยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 โดยเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่า แสดงว่าเครื่องยนต์มีการสึกหรอมากกว่า ถึงแม้ค่าการสึกหรอจะไม่มากที่ระยะการทดสอบ 300 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้เวลาทดสอบมากขึ้นอาจพบความแตกต่างที่ชัดเจน และไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 300 ชั่วโมง พบว่ากรองน้ำมันของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลมีสีเข้มขึ้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน B40 นั้นไส้กรองมีลักษณะสีเข้มขึ้นมากจนถึงสีน้ำตาลเข้ม เข้มกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล แสดงว่าน้ำมัน B40 ที่มีสารไฮโดรคาร์บอนบางชนิดที่ปนเปื้อนสูงกว่าและ มีโอกาสที่จะเกิดการอุดตันของน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล เช่นเดียวกับน้ำมันไบโอดีเซลถึงแม้จะได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากมีผลเสียที่ค่อนข้างน้อยต่อเครื่องยนต์แต่ก็ยังมีข้อเสียที่สำคัญอยู่บางประการ เช่น กรองเชื้อเพลิงอุดตันเร็ว และระบบการฉีดของหัวฉีดประสิทธิภาพลดลง (Canakci Mustafa, 2007)

ในการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันผสมยางนา B40 เป็นระยะเวลา 300 ชั่วโมงพบการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้ B40 สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นน้ำมันผสมยางนา B40 มีศักยภาพสูงพอที่จะสามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้ แต่อาจต้องมีรอบการดูแลรักษาเครื่องยนต์ในส่วนของการเปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงเร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมพร เกษแก้ว ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ผศ.ดร.ฉัตรชัย เบญจปิยพร ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ นายชัยนิยม สินทร งานจัดการพลังงานและนวัตกรรม กองอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ใช้พื้นที่ในการทดสอบต่างๆ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่มีส่วนร่วมในการวิจัยนี้ และขอขอบคุณโครงการ **“ ทุนวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2559 ”** ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สมพร เกษแก้ว และคณะ. การศึกษาวิธีการเจาะผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนาและทดสอบกับเครื่องยนต์การเกษตร. รายงานการศึกษาต้นยางนาอย่างครบวงจรและพัฒนาน้ำมันยางนามาผลิตไบโอดีเซลศูนย์วิจัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2554a.

สมพร เกษแก้ว และคณะ. การศึกษาวิธีการเพาะกล้าต้นยางนา, รายงานทุนบริการวิชาการแก่สังคม มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2555.

สมพร เกษแก้ว. การศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากน้ำมันยางนา. รายงานทุนอุดหนุน ปี 56 ระยะที่ 1 ภายใต้แผนงานวิจัยพลังงานสำรองระดับชุมชนอย่างยั่งยืน (Sustainable Community Energy Reserve). มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.

อนันต์ ชาตา และสมพร เกษแก้ว. การเตรียมน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนาโดยการกำจัดสารเหนียวด้วยสารเคมี และการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์การเกษตรเมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันยางนา. รายงานการศึกษาอิสระนักศึกษาสาขาวิศวกรรมพลังงาน ระดับบัณฑิตศึกษา; 2556.

นิภาพร นาโสกและสมพร เกษแก้ว. การศึกษาคุณลักษณะทางชีวภาพบางประการของน้ำมันยางนา. รายงานวิชาทักษะการวิจัยทางชีวเคมีระดับบัณฑิตศึกษา ปีการศึกษา; 2555.

ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากน้ำมันยางนาและการทดสอบสมรรถนะกับเครื่องยนต์ดีเซลเบื้องต้น. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป ปีการศึกษา; 2557.

กรมธุรกิจพลังงาน. กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2556. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2559, จาก http://elaw.doeb.go.th/document_doeb/319_0001.pdf; 2556.

Canakci Mustafa. Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fueled with petroleum diesel fuels and biodiesel, Bioresour Technol, 98(6):1167–75; 2007.

Ozsezen AN, Canakci M, Turcan A, & Sayin C. Performance and combustion characteristics of a DI diesel engine fueled with waste palm oil and canola oil methyl esters, Fuel, 88(4), 629–36; 2009.

Babu AK & Devarajane G, Vegetable oils and their derivatives as fuels for CI engines: an overview, SAE paper no, 2003, 01-0767; 2003.

Avinash Kumar Agarwa & Atul Dhar, Wear, durability, and lubricating oil performance of a straight vegetable oil (Karanja) blend fueled direct injection compression ignition engine, journal of renewable and sustainable energy 4, 063138; 2012.

Mazumdar B & Agarwa AK, Performance, emission and combustion characteristics of biodiesel (waste cooking oil methyl ester) fueled IDI engine, SAE paper no 2008-01-1384; 2008.

Tung Simon C & Mcmillian Michael, Automotive tribology overview of current advances and challenges for the Future, Tribol Int 37, 517–36; 2004.

Sinha S & Agarwal AK, Experimental investigations of the tribological properties of lubricating oil from biodiesel fuelled medium duty transportation CIDI engine, SAE technical paper 2008-01-1385; 2008.