

สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำและสมรรถนะ ของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบูดำเป็นเชื้อเพลิง*

ชุมสันติ แสนทวีสุข¹⁾ อุดลย์ จรรยาเลิศอดุลย์¹⁾ และพิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล¹⁾

¹⁾ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี

Email:chumsunti@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำที่ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้กับน้ำมันดังกล่าว สมบัติทางกายภาพที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ ค่าดัชนีซีเทน ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความร้อน จุดวาบไฟ จุดติดไฟ ค่าความหนืด การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ใช้ เครื่องยนต์ดีเซล 1 กระบอกสูบ ขนาด 411 C.C. สมรรถนะที่ทดสอบได้แก่ แรงบิด กำลังงานเบรก อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ และปริมาณควันดำของไอเสีย ผลการทดสอบพบว่าสมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซลจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันสบูดำและน้ำมันดีเซล สำหรับค่าแรงบิดและค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้กับน้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซล มีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้กับน้ำมันดีเซลเล็กน้อย แต่อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้กับน้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซล ก็มีค่าสูงขึ้นตามค่าแรงบิดและกำลังงานที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ค่าควันดำในไอเสียมีค่าอยู่ในมาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

คำสำคัญ : น้ำมันสบูดำ ,สมรรถนะของเครื่องยนต์

* รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2549 และได้รับบทความฉบับแก้ไขเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2549

The physical properties of physic nut oil and performance of diesel engine using physic nut oil as a fuel^{*}

Chumsunti Santaweesuk¹⁾ Adun Janyalert-adun¹⁾ and Pisit Techarungpaisan¹⁾

¹⁾ Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand

Email:chumsunti@yahoo.com

ABSTRACT

This paper presents the physical properties of physic nut oil and physic nut oil blended with diesel fuel. The performance test of diesel engine running with these oils also has been tested. The physical properties are specific gravity, cetane index, heating value, flash point and viscosity. The performance, using one cylinder diesel engine 411 C.C., has been tested within torque, break power, specific fuel consumption and black smoke in exhaust gas. The results show that physical properties of physics nuts oil and their blend with diesel similar to diesel oil. Furthermore the performance of the engine, which is run by that oil, are in good conditions. When the physic nut oil and physic nut oil blended with diesel oil was used as a fuel, the engine gave slightly higher torque and power compared with the standard diesel. The specific fuel consumption of physic nut oil and physic nut oil blended with diesel fuel slightly higher compared with the standard diesel. The black smoke from the exhaust gas is in the environment laws.

Keywords : Physic nut , Oil engine performance

^{*} Original manuscript submitted: April 5, 2006 and Final manuscript received: July 18, 2006

บทนำ

ประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการนำเข้าน้ำมันซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในภาคการคมนาคมและขนส่ง ดังนั้นประเทศไทยจึงได้พยายามที่จะพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันดังกล่าว เพื่อลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศและสร้างความแข็งแกร่งให้แก่ระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม (ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ, 2547) ในปัจจุบันพบว่า วิกฤตการณ์ราคาน้ำมันได้เกิดขึ้นทั่วโลก ทำให้การหาพลังงานทดแทนอื่น มาใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลเป็นเรื่องที่จำเป็น น้ำมันจากพืช หรือ ไบโอดีเซล จึงเป็นที่สนใจและศึกษาพัฒนาอย่างแพร่หลายและต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีการนำพืชหลายชนิดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง เช่น อ้อย มันสำปะหลัง มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และยังมีพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาสกัดน้ำมันได้โดยตรงนั่นคือ สบู่ดำ (Physic nut)

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ

สบู่ดำ (Physic nut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* Linn เป็นพืชอยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา Euphorbiaceae สบู่ดำเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อรับซื้อเมล็ดไปคั่วบีบเอาน้ำมันสำหรับทำสบู่ (ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์, 2525)

สบู่ดำเป็นชื่อเรียกในท้องถิ่นทางภาคกลาง ทั้งนี้เนื่องจากมีฟองใช้ทำสบู่ และเปลือกเมล็ดสีดำ ภาคเหนือเรียกมะหุ้งั่ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกบักเยา ชาวโคราชเรียกสีหลอด ชาวบ้านทางภาคใต้เรียกว่ามะหุ้งเทศ ลักษณะทั่วไป เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 2-7 เมตร อายุยืนมากกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายมะหุ้งแต่ไม่มีขน ลำต้นเกลี้ยงเกลาวนอ้วนแต่อ่อน เนื้อไม้ไม่มีแก่นทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขึ้นได้ในที่ดินดอนลูกกรัง ถิ่นทุรกันดาร ลักษณะของใบ คล้ายใบฝ้าย หรือใบพุทตาล แต่หนากว่า ใบหยักคล้ายใบมะหุ้งแต่หยักตื้นมี 4 แฉก ใบที่โตเต็มที่มีขนาดใบเท่าฝ่ามือ ก้านใบยาวเมื่อหักหรือเด็ดก้านใบจะมียางสีขาวไหลออกมา ต้นสบู่ดำออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอด ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ผลและเมล็ด รูปทรงของผลค่อนข้างจะเป็นรูป 6 เหลี่ยม ดอกเป็นช่อพวง ผลโตเกลี้ยงเกลากลีบสีเขียวอ่อน เวลาสุกจะสีเหลืองคล้ายผลลูกจันทน์ ผลหนึ่งมี 3 พู แต่ละพูจะทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดเอาไว้ เมล็ดมีสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดมะหุ้ง มีลายขาวดำเล็กน้อย ตรงปลายของเมล็ดมีจุดกำเนิดสีขาวเล็ก ๆ ติดอยู่ เมื่อทิ้งไว้นาน ๆ จุดนี้จะหดตัวเหี่ยวแห้งลงและเมื่อแกะเปลือกชั้นนอกที่หุ้มเมล็ดออกจะพบเนื้อในสีขาวขนาดของเมล็ดสบู่ดำยาว 17-19 มิลลิเมตรหนา 8-9 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 70 กรัม ระยะเวลาออกดอกจนถึงเมล็ดแก่จะใช้เวลา 60-90 วัน ถ้าอากาศร้อนจะยิ่งออกดอกและแก่เร็ว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 และ 2 เนื่องจากต้นใบผลและเมล็ดมีสารพิษคือกรด Hydrocyanic เหมือนกับมันสำปะหลังมีกลิ่นเหม็นเขียวสัตว์เลี้ยงอันได้แก่ โค กระบือ ม้า แพะ แกะ ลา จะไม่กัดกินต้นสบู่ดำ ดังนั้นชาวบ้านจึงนำมาใช้ประโยชน์ปลูกเป็นรั้วธรรมชาติตามบ้านเรือนและแปลงปลูกพืช เพื่อไม่ให้สัตว์เลี้ยงดังกล่าวเข้าไปทำลายพืชผลที่ปลูกไว้ เมล็ดสบู่ดำ

ยังมีสารพิษเรียกว่า Curcin หากบริโภคแล้วทำให้ท้องเดินเหมือนสลด รวมไปถึงกากสบู่ดำยังมีธาตุอาหารที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ในชนบทยังใช้สบู่ดำเป็นยาสมุนไพรกลางบ้าน โดยใช้ยางจากก้านใบ ป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด และแก้ปวดฟัน รวมทั้งผสมน้ำนมมารดากวาดป้ายลิ้นเด็กที่เป็นฝ้าขาว หรือคอเป็นตุ่ม และใช้ส่วนของลำต้นมาตัดเป็นท่อน ๆ ต้มให้เด็กกินแก้โรคซาง หรือ ตาลขโมย หรือแช่น้ำอาบ แก้โรคพุพอง ตลอดจนใช้น้ำมันสบู่ดำใส่ผมเพื่อบำรุงรากผม (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร , 2547)



รูปที่ 1 ลักษณะผลสบู่ดำ



รูปที่ 2 ลักษณะต้นสบู่ดำ

การสกัดน้ำมันสบู่ดำและการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

นำเมล็ดสบู่ดำไปบดให้เปลือกที่ติดเมล็ดแตกออกแล้วอบที่อุณหภูมิ 75 °C ประมาณ 30 นาที เทเมล็ดสบู่ดำที่บดและอบแล้วลงในกระบอกอัดของเครื่องหีบน้ำมันที่ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกโดยใช้แรง 130 บาร์ กดค้างไว้ให้น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำไหลออก นำน้ำมันสบู่ดำที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อเอาฝุ่นและกากที่ติดอยู่กับน้ำมันออก แล้วทิ้งไว้ 1 วัน จะได้น้ำมันที่ใสใช้งานได้ ซึ่งจากการสกัดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic press) ได้น้ำมันประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ด น้ำมันดีเซลและน้ำมันสบู่ดำมีสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงที่ต่างกัน เมื่อนำน้ำมันทั้งสองชนิดมาผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ แล้วสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้อัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของน้ำมันตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM (America Standard Testing and Material) ซึ่งสมบัติทางกายภาพที่ได้ศึกษาคือ ค่าความถ่วงจำเพาะ ที่ 15.6/15.6 °C ค่าดัชนีซีเทน ค่าความหนืด (cst) ที่ 40 °C จุดวาบไฟ (°C) จุดติดไฟ (°C) และค่าความร้อน (kJ/ kg) โดยส่งตัวอย่างน้ำมันทดสอบที่ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 2

สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำและสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบูดำเป็นเชื้อเพลิง 617

สัญลักษณ์	อัตราส่วนผสม (โดยปริมาตร)
D100	น้ำมันดีเซล100%
D90:P10	น้ำมันดีเซล 90% น้ำมันสบูดำ 10%
D80:P20	น้ำมันดีเซล 80% น้ำมันสบูดำ 20%
D70:P30	น้ำมันดีเซล 70% น้ำมันสบูดำ 30%
D60:P40	น้ำมันดีเซล 60% น้ำมันสบูดำ 40%
D50:P50	น้ำมันดีเซล 50% น้ำมันสบูดำ 50%
P100	น้ำมันสบูดำ100%

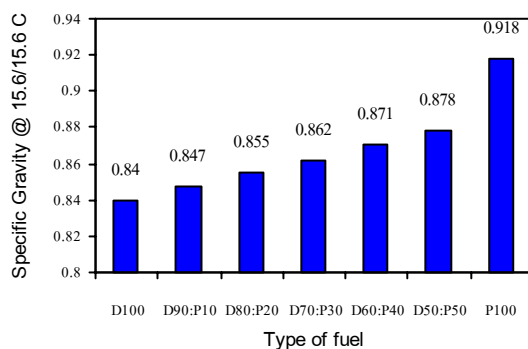
ตารางที่ 1 รายละเอียดอัตราส่วนผสมน้ำมันดีเซลต่อน้ำมันสบูดำ

	ข้อกำหนด					
	ความถ่วงจำเพาะ ที่ 15.6/15.6 ° C	ความหนืด ที่ 40 °C	ดัชนี ซีเทน	จุดวาบไฟ (°C)	จุดติดไฟ (°C)	ค่าความร้อน (kJ/ kg)
D100	0.84	3.5	53	65	74	45000
D90:P10	0.847	4.082	52	73	84	44000
D80:P20	0.855	5.136	51	75	87	43750
D70:P30	0.862	6.344	49	79	90	43220
D60:P40	0.871	7.955	47	83	93	42700
D50:P50	0.878	9.949	45	85	96	41800
P100	0.918	35.46	41	270	320	40080
STD	0.81	4.1	47	52	*	*
วิธีทดสอบ	ASTM D1298	ASTM D445	ASTM D976	ASTM D93	ASTM D93	ASTM D240

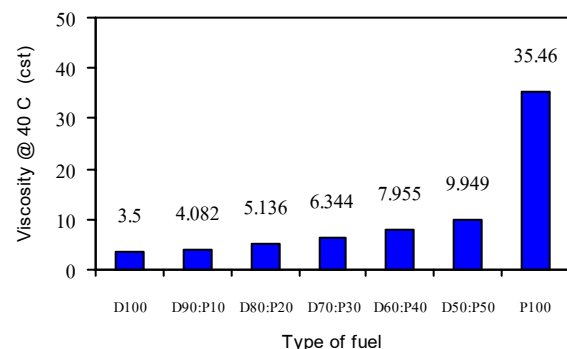
ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำ น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันสบูดำ

STD = ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน , 2548

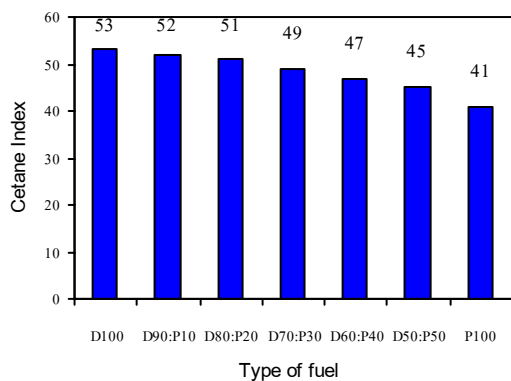
* = ไม่กำหนดในประกาศกรมธุรกิจพลังงาน , 2548



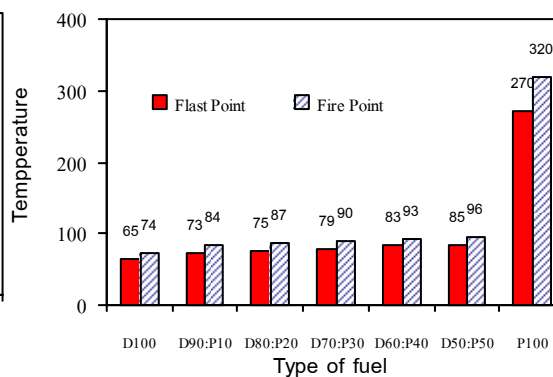
รูปที่ 3 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน



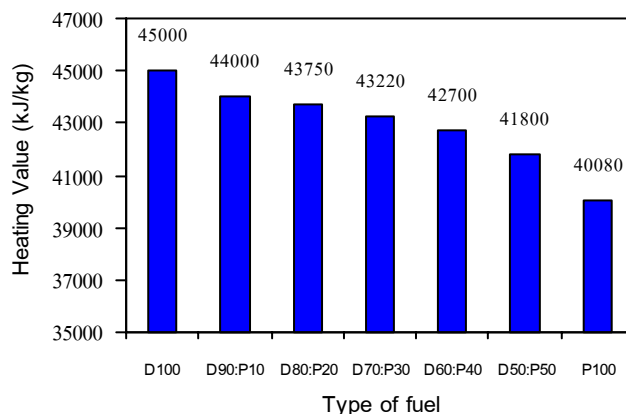
รูปที่ 4 ค่าความหนืดของน้ำมัน



รูปที่ 5 ค่าดัชนีซีเทนของน้ำมัน



รูปที่ 6 จุดวาบไฟ-จุดติดไฟของน้ำมัน



รูปที่ 7 ค่าความร้อนของน้ำมัน

จากผลการทดสอบในรูปที่ 3 พบว่าน้ำมันสบู่ดำมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยเมื่อผสมน้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนการผสมที่มากขึ้น จะทำให้น้ำมันที่ผสมแล้วมีความถ่วงจำเพาะเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสม และความหนืดของน้ำมันดังแสดงในรูปที่ 4 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันที่มากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้การป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้พ่นกระจายเป็นฝอยละอองได้ยาก สำหรับค่าดัชนีซีเทนที่ได้แสดงในรูปที่ 5 นั้นมีความแตกต่างกันไม่มากนักซึ่งก็ยังใกล้เคียงกับมาตรฐานที่ทางราชการกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 47 (ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน, 2547) ส่วนในเรื่องของความปลอดภัยในการเก็บรักษาและการขนย้ายนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันสบู่ดำที่อัตราส่วนผสมสูงขึ้นจะมีค่าจุดวาบไฟและจุดติดไฟสูง ขึ้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยในการเก็บรักษาและการขนย้ายดีกว่าน้ำมันดีเซล และจากผลการทดสอบรูปที่ 7 พบว่าค่าความร้อนของน้ำมันลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากการผสมกันของน้ำมันสองชนิดที่มีค่าความร้อนที่ไม่เท่ากัน โดยน้ำมันสบู่ดำมีค่าความร้อนที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเมื่อนำมาผสมกันค่าความร้อนจึงลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

ซึ่งจะมีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์เนื่อง จากการเผาไหม้ของน้ำมันในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในขึ้นอยู่กับค่าความร้อนที่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกำลัง

การทดสอบน้ำมันสบูดำกับเครื่องยนต์

ผสมน้ำมันสบูดำกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 10:90 20:80 30:70 40:60 50:50 เปอร์เซนต์ โดยปริมาตร อัตราส่วนของน้ำมันที่ใช้ทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 หลังจากนั้นนำน้ำมันสบูดำ 100 เปอร์เซนต์ น้ำมันดีเซล 100 เปอร์เซนต์และน้ำมันที่ผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล แบบ 1 สูบ ทดสอบหาค่าแรงบิด กำลังงานเบรก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก โดยใช้ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบ EDDY CURRENT TEST BED ซึ่งติดตั้ง Dynamometer ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 และตารางที่ 3 และรายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซลแบบ 1 สูบที่ใช้เป็นเครื่องทดสอบแสดงไว้ในรูปที่ 9 และตารางที่ 4 ทำการทดสอบโดยเร่งเครื่องยนต์ไปที่ความเร็วรอบสูงสุดแล้วเพิ่มแรงเบรกที่ Dynamometer ความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะลดลงตามแรงเบรกที่เพิ่มขึ้น บันทึกค่าความเร็วรอบที่เปลี่ยนแปลงไปตามแรงเบรกที่เพิ่มสูงขึ้นแล้วหาค่าตามสมการที่ 1, 2, 3 และตรวจวัดปริมาณควันดำในไอเสียที่ความเร็วรอบสูงสุดแบบไม่มีภาระงาน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน ยี่ห้อมอเตอร์สแกน รุ่น 9000 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสง 430 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 10

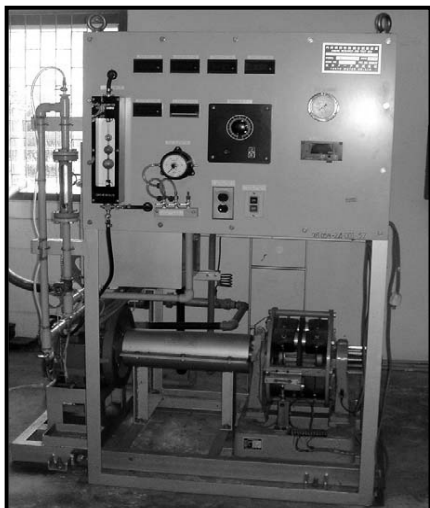
สมการที่เกี่ยวข้อง

$$T = W.r.....(N.m) \quad (1)$$

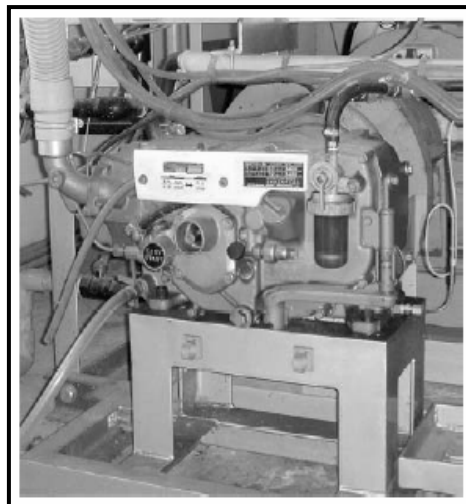
$$P = \frac{2\pi nT}{(60 \times 75)}.....(hp) \quad (2)$$

$$bsfc = \frac{(F \times \gamma \times 1000)}{P}.....\left(\frac{g}{hp \cdot hr}\right) \quad (3)$$

เมื่อ	T = Torque	(N.m)
	P = Brake power	(hp)
	bsfc = Brake specific fuel consumption	(g/hp-hr.)
	W = แรงหรือภาระกระทำที่ระยะรัศมี	
	r = ระยะรัศมีที่ภาระกระทำ	(0.239 m)
	n = Engine speed	(rpm)
	γ = Specific gravity	(kg/l)
	F = Fuel consumption	(l/hr)



รูปที่ 8 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์



รูปที่ 9 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

Model	D-800 Tokyo Meter co., Ltd.
Max. absorbing horse power Max. shaft rotational speed Arm length Coil resistance Insulation resistance	10 PS 5000 rpm 238.9 mm. approx. 13 Ω more than 10 M Ω

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียด Dynamometer (โตเกียวมิเตอร์, 2537)

Model	D-800 (Mitsubishi Diesel Engine)
Bore x Stroke NO. of cylinder Piston displacement ratio output Maximum torque Compression ratio	82 x 78 mm. 1 411 cc 3.54 8.0 PS / 2400 rpm 2.6 kg-m / 1900 rpm 18.0

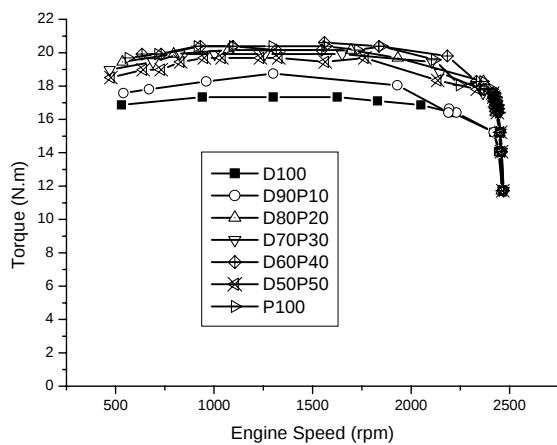
ตารางที่ 4 รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดลอง (โตเกียวมิเตอร์, 2537)

สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบูดำและสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบูดำเป็นเชื้อเพลิง 621

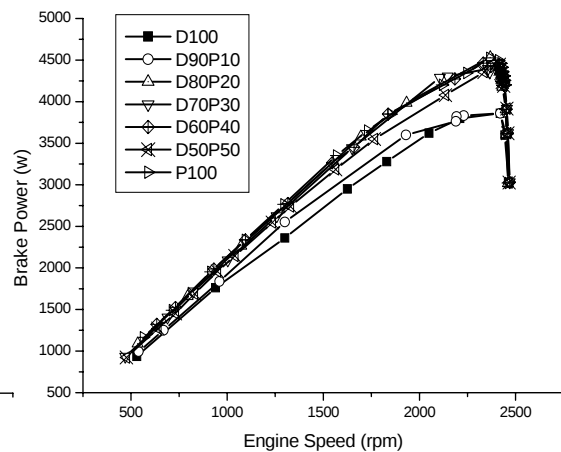


รูปที่ 10 เครื่องวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน

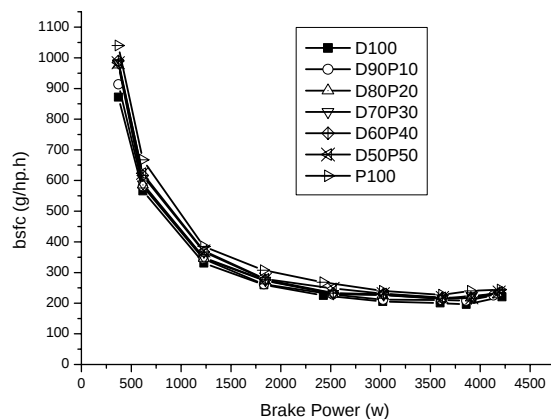
ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์



รูปที่ 11 ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์

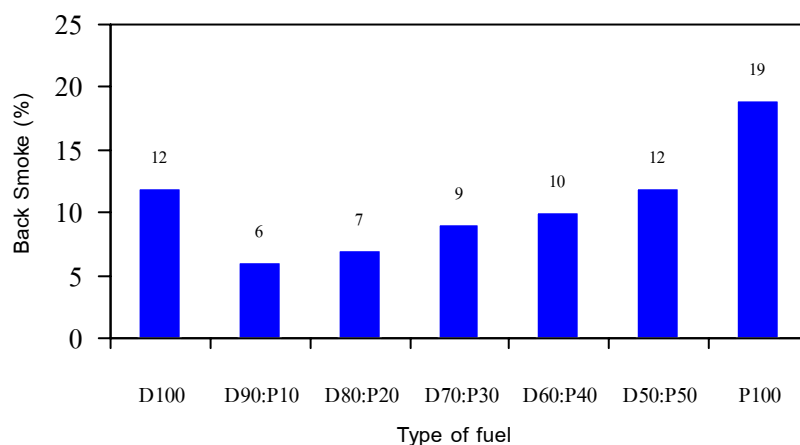


รูปที่ 12 ค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์



รูปที่ 13 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์

จากผลการทดสอบในรูปที่ 11 และ 12 พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงนั้น ให้ค่าแรงบิด ค่ากำลังงานที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าแรงบิด ค่ากำลังงานที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยในช่วงความเร็วรอบ 500 ถึง 2500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันสบูดำนั้นมีค่าแรงบิดสูงสุดที่ 1900 รอบต่อนาที ค่ากำลังงานในช่วง 500 ถึง 2500 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันสบูดำให้ค่ากำลังงานสูงสุดที่ 2400 รอบต่อนาที โดยเป็นผลมาจากความถ่วงจำเพาะและความหนืดของน้ำมันสบูดำที่มากกว่าน้ำมันดีเซลจึงทำให้ค่าแรงบิด ค่ากำลังงานเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบูดำ น้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซลมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล (Mohamad I. Al-widyan และคณะ, 2001) และจากผลการทดสอบในรูปที่ 13 สามารถบอกได้ว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันสบูดำ และใช้น้ำมันสบูดำเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงสุด 17 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ยตลอดความเร็วรอบ



รูปที่ 14 ปริมาณควันดำที่เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันในอัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดสอบรูปที่ 14 แสดงปริมาณควันดำที่เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันสบูดำและน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วนของห้องมอเตอร์สแกน รุ่น 9000 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วน และวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสง 430 มิลลิเมตร พบว่าเปอร์เซ็นต์ควันดำมีค่าลดลงเมื่อผสมน้ำมันสบูดำกับน้ำมันดีเซล และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ควันดำของน้ำมันสบูดำ (P100) มีค่ามากที่สุดคือร้อยละ 19 ทั้งนี้เนื่องจากการเผาไหม้ของน้ำมันพืชดิบจะมีปริมาณกากคาร์บอนตกค้างอยู่มากกว่าน้ำมันดีเซล (สุรัชย จิรัชคริต, 2539) แต่เปอร์เซ็นต์ควันดำก็ยังต่ำกว่าทางราชการกำหนด ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำที่กำหนดไว้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 45 ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน (ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 2 ,2540)

สรุป

- น้ำมันสบูดำมีสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลแต่สมบัติต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไป ตามอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันสบูดำและน้ำมันดีเซล
- น้ำมันสบูดำสามารถผสมกับน้ำมันดีเซลได้ ซึ่งถ้าหากผสมในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 10 โดยปริมาตรจะทำให้สมบัติการเป็นเชื้อเพลิงยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ทางราชการกำหนด
- เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบูดำและน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าแรงบิดและค่ากำลังงานสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะก็มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าแรงบิดและกำลังงานที่สูงขึ้น

- เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบูดำ และน้ำมันสบูดำผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนผสมต่างๆ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย และภาคีภาคีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์น้ำมัน

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร , 2545. **พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล** หน้า 7: บริษัท แพลน พรินท์ติ้ง จำกัด
- ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ , 2547. **น้ำมันสถานการณ์พลังงานกับกระบวนทัศน์ใหม่ด้านพลังงานทางเลือก** หน้า 11 กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- โตเกียวมิเตอร์. 2537. **Diesel Engine Research and Test Bed** ญี่ปุ่น: บริษัทโตเกียวมิเตอร์ จำกัด..
- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน , 2548. **กำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 3)** ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่ม 122 ตอนพิเศษ 70ง ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2548
- ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 2, 2540. **การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่อง ยนต์ดีเซล** ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่ม 114 ตอนที่ 76 ง วันที่ 23 กันยายน 2540
- ระพีพันธุ์ ภาสบุตร , สุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์ , 2525. **ผลการวิจัยใช้น้ำมันสบูดำเป็นพลังงานทดแทน**. รายงานการวิจัย . กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร (จักรกลเกษตร) , 2547. **เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ** ชัยนาท:
- สุรัช จิรชาคริต. 2539. **การเผาไหม้น้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซล** ปรินิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ.
- Mohamad I. Al-widyan , Ghassan Tashtoush and Moh'd Abu-Qudais 2001. **Utilization of ethyl ester of waste vegetable oils as fuel in diesel engines** . Fuel Processing Technology,