สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบู่ดำและสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง

The physical properties of Physic nut oil and performance of diesel engine using Physic nut oil as a fuel

ชุมสันติ แสนทวีสุข* , อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์ , พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
โทร.0-4528-8400 ต่อ 3204 โทรสาร 0-4528-8378 e-mail:chumsunti@thaimail.com , adun.j@ubu.ac.th

Chumsunti Santaweesuk* , Adun Janyalert-adun , Pisit Techarungpaisan
Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani 34190, Thailand
Tel.0-4528-8400 Ext. 3204 Fax 0-4528-8378 e-mail:chumsunti@thaimail.com , adun.j@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล โดยได้นำน้ำมันสบู่ดำ และน้ำมันสบู่ดำผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล ชนิด 1 สูบ ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้แก่ แรงบิด กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ตรวจวัดค่าปริมาณควันดำ ศึกษาสมบัติทางกายภาพเทียบกับน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายตามท้องตลาด ได้แก่ ค่าดัชนีซีเทน ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความร้อน จุดวาบไฟ จุดติดไฟ ค่าความหนืด ซึ่งเมื่อนำไปทดสอบหาค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ พบว่าเครื่องยนต์ให้ค่าสมรรถนะที่ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล ปริมาณการปล่อยควันดำในไอเสียมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนดและน้ำมันสบู่ดำมีสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและสามารถผสมเข้ากันได้ดีกับน้ำมันดีเซล

คำสำคัญ :น้ำมันสบู่ดำ,สมรรถนะของเครื่องยนต์

Abstract

This study is aimed to investigate the use of phasic nut oil as a substitute or additive for diesel fuel. The performance of a one cylinder diesel engine running with pure physic nut oil and physic nut oil blended with diesel oil was studied. Fuel properties such as specific gravity , cetane index , heating value, flash-point , fire-pint and viscosity were tested and compared with these of diesel oil , torque, brake power , brake specific fuel consumption and quantity of black smoke were measured and calculated.

The results show that the physical properties of physic nut oil close to diesel oil. Furthermore, the physic nut oil, both pure and mixed with diesel oil can be used as fuel substitute or additive providing acceptable engine performance.

Keywords: Physic nut oil, engine performance

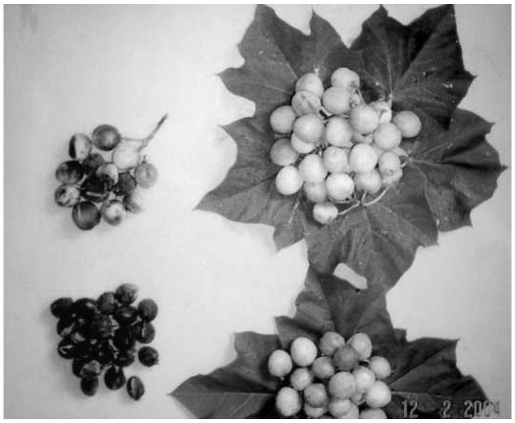
1. บทนำ

ประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการนำเข้าน้ำมันซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในภาคการคมนาคมและขนส่ง ดังนั้นประเทศไทยจึงได้พยายามทุกวิถีทางที่จะพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันดังกล่าว เพื่อลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศและสร้างความแข็งแรงให้แก่ระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวม [4] ในปัจจุบันพบว่า วิกฤตการณ์ราคาน้ำมันได้เกิดขึ้นทั่วโลก ทำให้การหาพลังงานทดแทนอื่น มาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลเป็นเรื่องที่จำเป็น น้ำมันจากพืช หรือ ไบโอดีเซล จึงเป็นที่สนใจและศึกษาพัฒนาอย่างแพร่หลายและต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีการนำพืชหลายชนิดมาผลิตเป็นน้ำมัน เช่น อ้อย มันสำปะหลัง มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และยังมีพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันได้นั่นคือ สบู่ดำ (Physic nut)

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ

สบู่ดำ (Physic nut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Jatropha curcas Linn เป็นพืชอยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา Euphorbiaceae สบู่ดำเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อรับซื้อเมล็ดไปคัดบีบเอาน้ำมันสำหรับทำสบู่ [1]

สบู่ดำเป็นชื่อเรียกในท้องถิ่นทางภาคกลาง ทั้งนี้เนื่องจากมีฟองใช้ทำสบู่ และเปลือกเมล็ดสีดำ ภาคเหนือเรียกมะหุ่งฮั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกมะเยา ชาวโคราชเรียกสีหลอด ชาวบ้านทางภาคใต้เรียกว่ามะหงเทศ ลักษณะทั่วไป เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่งแต่ไม่มีขนลำต้นเกลี้ยงเกลาอวบอ้วนแต่อ่อน เนื้อไม้ไม่มีแก่น ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขึ้นได้ในที่ดินดอนลูกรัง ถิ่นทุรกันดาร ลักษณะของใบ คล้ายใบฝ้าย หรือใบพุดตาล แต่หนากว่า ใบหยักคล้ายใบละหุ่งแต่หยักตื้นมี 4 แฉก ใบที่โตเต็มที่มีขนาดใบเท่าฝ่ามือ ก้านใบยาวเมื่อหักหรือเด็ดก้านใบจะมียางสีขาวไหลออกมา ดอก ต้นสบู่ดำออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอด ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ผลและเมล็ด รูปทรงของผลค่อนข้างจะเป็นรูป 6 เหลี่ยม ดอกเป็นช่อพวง ผลโตเกลี้ยงเกลาผลดิบสีเขียวอ่อน เวลาสุกจะสีเหลืองคล้ายผลลูกจันทน์ ผลหนึ่งมี 3 พู แต่ละพูจะทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดเอาไว้ เมล็ดมีสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่ง มีลายขาวดำเล็กน้อย ตรงปลายของเมล็ดมีจุดกำเนิดสีขาวเล็ก ๆ ติดอยู่ นาน ๆ ไป จุดนี้จะหดตัวเหี่ยวแห้งลงและเมื่อแกะเปลือกชั้นนอกที่หุ้มเมล็ดออกจะพบเนื้อในสีขาวขนาดของเมล็ดสบู่ดำยาว 17-19 มิลลิเมตร หนา 8-9 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 70 กรัม ระยะเวลาออกดอกจนถึงเมล็ดแก่จะใช้เวลา 60-90 วัน ถ้าอากาศร้อนจะยิ่งออกดอกและแก่เร็ว ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2 เนื่องจากต้นใบผลและเมล็ดมีสารพิษกรด Hydrocyanic เหมือนกับมันสำปะหลังมีกลิ่นเหม็นเขียวสัตว์เลี้ยงอันได้แก่ โค กระบือ ม้า แพะ แกะ ลา ไม่อยากเข้าใกล้ มากัดกินต้นสบู่ดำ ดังนั้นชาวบ้านจึงนำมาใช้ประโยชน์ปลูกเป็นรั้วธรรมชาติตามบ้านเรือนและแปลงปลูกพืช เพื่อไม่ให้สัตว์เลี้ยงดังกล่าวเข้าไปทำลายพืชผลที่ปลูกไว้ เมล็ดสบู่ดำยังมีสารพิษเรียกว่า Curcin หากบริโภคแล้วทำให้ท้องเดินเหมือนสลอด รวมไปถึงกากสบู่ดำยังมีธาตุอาหารที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ในชนบทยังใช้สบู่ดำเป็นยาสมุนไพรกลางบ้าน โดยใช้ยางจากก้าน ใบ ป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด และแก้ปวดฟัน รวมทั้งผสมน้ำนมมารดากวาดป้ายลิ้นเด็กที่เป็นฝ้าขาว หรือคอเป็นตุ่ม และใช้ส่วนของลำต้นมาตัดเป็นท่อน ๆ ต้มให้เด็กกินแก้โรคซาง หรือตาลขโมย หรือแช่น้ำอาบ แก้โรคพุพอง ตลอดจนใช้น้ำมันสบู่ดำใส่ผมเพื่อบำรุงรากผม [6]



รูปที่ 1 ลักษณะผลสบู่ดำ

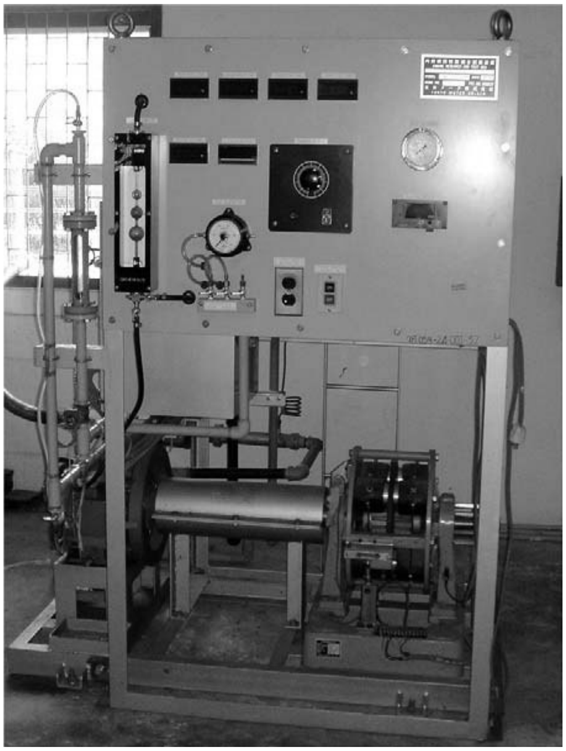
รูปที่ 2 ลักษณะต้นสบู่ดำ

2. การดำเนินการทดลอง

นำเมล็ดสบู่ดำไปบดให้เปลือกที่ติดเมล็ดแตกออกแล้วนำไปตากแดดเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 30 นาที เพื่อง่ายในการบีบ เทเมล็ดสบู่ดำที่บดแล้วลงใส่กระบอก กดลงด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก กดค้างไว้ให้น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำไหลออก นำน้ำมันสบู่ดำที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อเอาฝุ่นและกากที่ติดอยู่กับน้ำมันออก แล้วทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จะได้น้ำมันที่ใสใช้งานได้ การสกัดด้วยระบบไฮโดรลิก (hydraulic press) ได้น้ำมันประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมันตกค้างในกาก 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 10:90 20:80 30:70 40:60 50:50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร อัตราส่วนของน้ำมันที่ใช้ทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 หลังจากนั้นนำน้ำมันสบู่ดำ 100 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์และน้ำมันในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล แบบ 1 สูบ ทดสอบหาค่าแรงบิด กำลังงานเบรก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ที่ความเร็วรอบสูงสุดภาระงานเต็มที่ โดยใช้ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์แบบ EDDY CURRENT TEST BED ซึ่งติดตั้ง Dynamometer ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 และรายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซลแบบ 1 สูบที่ใช้เป็นเครื่องทดสอบดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ตรวจวัดปริมาณควันดำในไอเสียที่ความเร็วรอบสูงสุดแบบไม่มีภาระงาน ศึกษาสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายตามท้องตลาด ได้แก่ ค่าดัชนีซีเทน ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความร้อน จุดวาบไฟ จุดติดไฟ ค่าความหนืด

ตารางที่ 1 รายละเอียดอัตราส่วนผสมน้ำมันดีเซลต่อน้ำมันสบู่ดำ

สัญลักษณ์	อัตราส่วนผสม (โดยปริมาตร)
D100	น้ำมันดีเซล100%
D90:P10	น้ำมันดีเซล 90% น้ำมันสบู่ดำ 10%
D80:P20	น้ำมันดีเซล 80% น้ำมันสบู่ดำ 20%
D70:P30	น้ำมันดีเซล 70% น้ำมันสบู่ดำ 30%
D60:P40	น้ำมันดีเซล 60% น้ำมันสบู่ดำ 40%
D50:P50	น้ำมันดีเซล 50% น้ำมันสบู่ดำ 50%
P100	น้ำมันสบู่ดำ100%



รูปที่ 3 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ตารางที่ 2 รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดลอง [2]

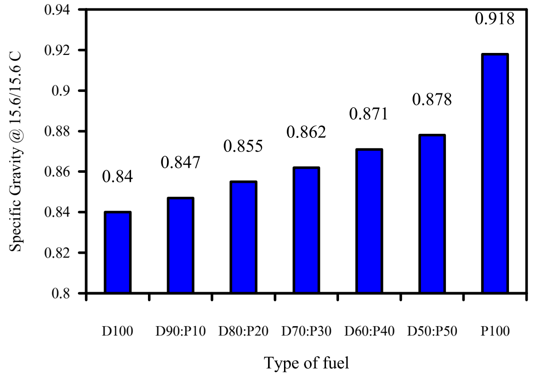
Model	D-800 (Mitsubishi Diesel Engine)
Bore x Stroke	82 x 78 mm.
NO. of cylinder	1
Piston displacement	411 cc
Link ratio	3.54
Maximum output	8.0 PS / 2400 rpm
Maximum torque	2.6 kg-m / 1900 rpm
Compression ratio	18.0

3. ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

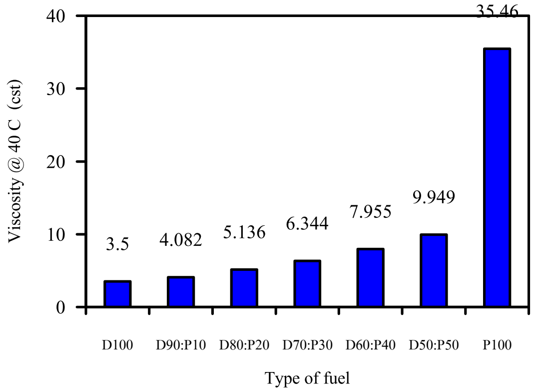
น้ำมันดีเซลและน้ำมันสบู่ดำมีสมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงที่ต่างกัน เมื่อนำน้ำมันทั้งสองชนิดมาผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ แล้ว สมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาถึงสมบัติที่เปลี่ยนไป ซึ่งสมบัติทางกายภาพที่ได้ศึกษาคือ ค่าความถ่วงจำเพาะ ที่ 15.6/15.6 ° C ค่าดัชนีซีเทน ค่าความหนืด (cst) ที่ 40 °C จุดวาบไฟ (°C) จุดติดไฟ (°C) และค่าความร้อน (kJ/ kg) รายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบู่ดำ น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันสบู่ดำ

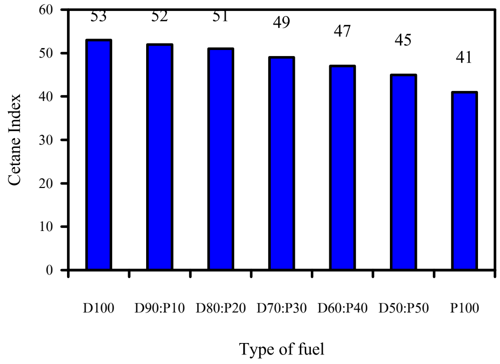
ข้อกำหนด	D100	D90:P10	D80:P20	D70:P30	D60:P40	D50:P50	P100
1. ความถ่วงจำเพาะ ที่ 15.6/15.6 ° C	0.84	0.847	0.855	0.862	0.871	0.878	0.918
2. ดัชนีซีเทน	53	52	51	49	47	45	41
3. ความหนืด (cst) ที่ 40 °C	3.5	4.082	5.136	6.344	7.955	9.949	35.46
4. จุดวาบไฟ °c	65	73	75	79	83	85	270
5. จุดติดไฟ °c	74	84	87	90	93	96	320
6. ค่าความร้อน (kJ/ kg)	45000	44000	43750	43220	42700	41800	40080



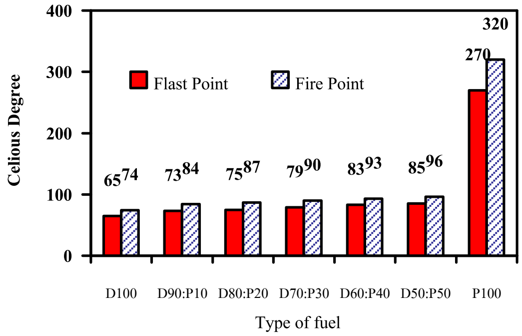
รูปที่ 4 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ



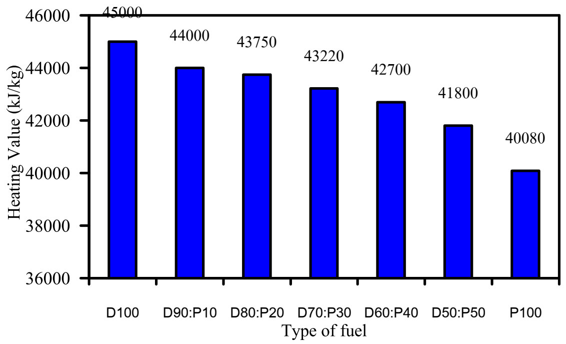
รูปที่ 5 ค่าความหนืดของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 6 ค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ



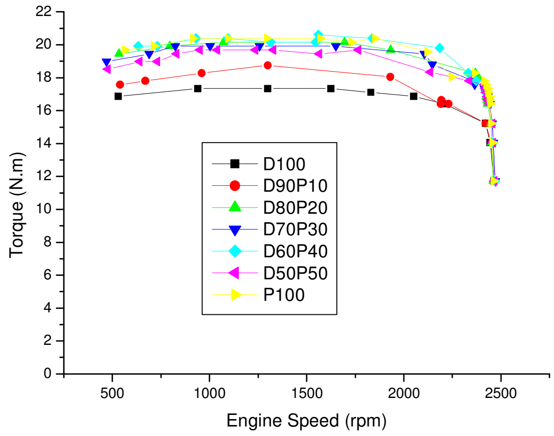
รูปที่ 7 จุดวาบไฟและจุดติดไฟของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ



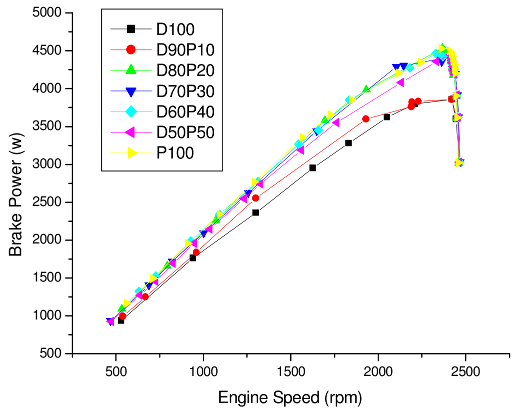
รูปที่ 8 ค่าความร้อนของน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ

จากผลการทดลองรูปที่ 4 พบว่าน้ำมันสบู่ดำมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยเมื่อผสมน้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนการผสมที่มากขึ้นจะทำให้น้ำมันมีความถ่วงจำเพาะเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสม และความหนืดของน้ำมันสบู่ดำมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมเช่นกันดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะมีผลทำให้การป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้พ่นกระจายเป็นฝอยละอองได้ยาก สำหรับค่าดัชนีซีเทนที่ได้แสดงในรูปที่ 6 นั้นมีความแตกต่างกันไม่มากนักซึ่งก็ยังใกล้เคียงกับมาตรฐานที่ทางราชการกำหนด [5] ส่วนในเรื่องของความปลอดภัยในการเก็บรักษาและการขนย้ายนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันสบู่ดำที่อัตราส่วนผสมสูงขึ้นจะมีค่าจุดวาบไฟและจุดติดไฟสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยในการเก็บรักษาและการขนย้ายดีกว่าน้ำมันดีเซล ดังแสดงในรูปที่ 7 และจากผลการทดลองรูปที่ 8 พบว่าค่าความร้อนของน้ำมันลดลงตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อกำลังที่ออกจากเครื่องยนต์เนื่องจากการเผาไหม้ของน้ำมันในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในขึ้นอยู่กับค่าความร้อนที่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกำลัง

4. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

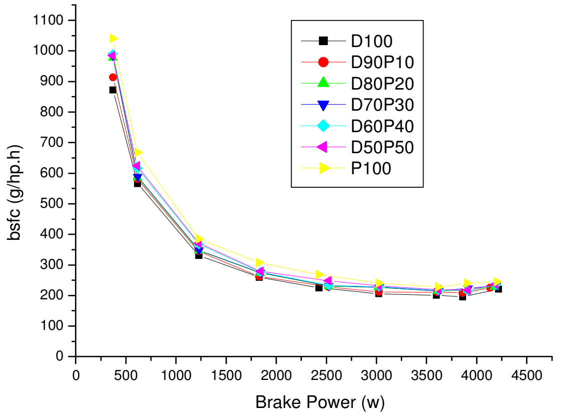


รูปที่ 9 ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนผสมต่างๆ เทียบกับน้ำมันดีเซล



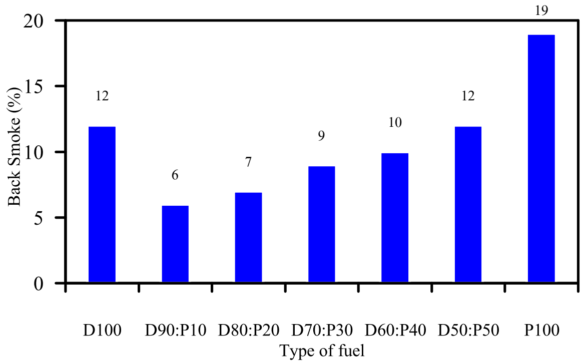
รูปที่ 10 ค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดลองรูปที่ 9 และรูปที่ 10 แสดงค่าแรงบิดและค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันสบู่ดำ และน้ำมันสบู่ดำผสมน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงนั้นให้ค่าแรงบิด ค่ากำลังงานที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำมันสบู่ดำ และน้ำมันสบู่ดำผสมกับน้ำมันดีเซล 10:90 20:80 30:70 40:60 50:50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ให้ค่าแรงบิด ค่ากำลังงานที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยในช่วงความเร็วรอบ 500 ถึง 2500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันสบู่ดำนั้นมีค่าแรงบิดสูงสุดที่ 1900 รอบต่อนาที ค่ากำลังงานในช่วง 500 ถึง 2500 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันสบู่ดำให้ค่ากำลังงานสูงสุดที่ 2400 รอบต่อนาที



รูปที่ 11 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดลองรูปที่ 11 แสดงการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำในอัตราส่วนผสมต่างๆเทียบกับน้ำมันดีเซล สามารถบอกได้ว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันสบู่ดำ หรือใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันสบู่ดำ และใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิงนั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 12 ปริมาณควันดำที่เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันในอัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดลองรูปที่ 12 แสดงปริมาณควันดำที่เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันสบู่ดำและน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน ยี่ห้อมอเตอร์สแกน รุ่น 9000 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสง 430 มิลลิเมตร พบว่าเปอร์เซ็นควันดำของน้ำมันดีเซล น้ำมันสบู่ดำและน้ำมันในอัตราส่วนผสมต่างๆ มีเปอร์เซ็นควันดำที่ต่ำกว่าทางราชการกำหนด ซึ่งค่าเปอร์เซ็นควันดำที่กำหนดไว้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 45 ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน [3]

5. สรุป

1.น้ำมันสบู่ดำมีสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่สมบัติต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันสบู่ดำและน้ำมันดีเซล

2.น้ำมันสบู่ดำสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์และให้กำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

3.น้ำมันสบู่ดำสามารถผสมกับน้ำมันดีเซลได้ดีโดยไม่มีการแยกชั้นหรือตกตะกอน

4.เมื่อนำน้ำมันสบู่ดำมาผสมกับน้ำมันดีเซลแล้วค่าเปอร์เซ็นควันดำที่ออกมาจากไอเสียยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ทางราชการกำหนด

5.น้ำมันสบู่ดำสามารถผสมกับน้ำมันดีเซลได้ในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 20 เปอร์เซ็นโดยปริมาตร โดยที่สมบัติทางกายภาพการเป็นเชื้อเพลิงยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ทางราชการกำหนด และให้ค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการตึก EN4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติเชื้อเพลิง รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ระพีพันธุ์ ภาสบุตร , สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์ . (2525) . “ผลการวิจัยใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทน” . รายงานการวิจัย . กรมวิชาการเกษตร.

[2] โตเกียวมิเตอร์. (2537) “Diesel Engine Research and Test Bed” ญี่ปุ่น:บริษัทโตเกียวมิเตอร์จำกัด,.

[3] ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2540) “การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล” ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 76 ง วันที่ 23 กันยายน 2540

[4] คณะกรรมาธิการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร (2545) “พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล” หน้า 7 : บริษัท แปลน พริ้นท์ติ้ง จำกัด

[5] ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2547) “กำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 2)” ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8ง ลงวันที่ 22 มกราคม 2547

[6] ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตร (จักรกลเกษตร) (2547) “เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ” ชัยนาท :