

ผลของอัตราส่วนเมทานอลต่อการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสนุดำ Results of ratio methanol pre biodiesel production from physic nut oil

ชุมสันติ แสนทวิสุข^{1*}, อุดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์¹, พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล¹, นารินทร์ มวลใจ²
¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

โทร.0-4535-3330 ต่อ 3382 โทรสาร 0-4535-3333 e-mail:chumsunti@yahoo.com

Chumsunti Santaweek^{1*}, Adun Janyalert-adun¹, Pisit Techarungpaisan¹, Nareerat Moonjai²

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, ²Department of Biological Sciences, Faculty of Science,

Ubon ratchathani University, Ubon ratchathani 34190, Thailand

Tel. 0-4535-3330 Ext 3382 Fax 0-4535-3333 e-mail:chumsunti@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสนุดำเพื่อให้ได้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงสุดต่อหนึ่งรอบการผลิต การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนดังนี้คือนำน้ำมันสนุดำมาทำปฏิกิริยากับเมทานอล ด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้คือปริมาณเมทานอลโดยกำหนดสัดส่วนเชิงโมลเมทานอลต่อน้ำมันสนุดำที่ 4:1 , 4.5:1 , 5:1 , 5.5:1 และ 6:1 โดยใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1% อุณหภูมิในระหว่างทำปฏิกิริยากำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 60-65 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองพบว่าสัดส่วนเชิงโมลของเมทานอลต่อน้ำมันสนุดำที่ 5.5:1 ให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ 81 % และค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้คือ 97.5 % เมื่อนำมาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรขนาดเล็กในระยะสั้นเพื่อทดสอบถึงสมรรถนะและการปล่อยปริมาณควันดำของเครื่องยนต์ พบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสนุดำเป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เดินได้อย่างปกติไม่เกิดปัญหาเครื่องยนต์เดินสะดุด การทดสอบสมรรถนะพบว่าน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสนุดำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยที่ค่าแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ต่ำกว่าเล็กน้อย และการปล่อยควันดำของเครื่องยนต์มีค่าลดลงเมื่อใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันสนุดำเป็นเชื้อเพลิง

คำสำคัญ ; ไบโอดีเซล น้ำมันสนุดำ เมทิลเอสเทอร์

Abstract

This research was aimed to investigate the optimum conditions for biodiesel production from physic nut oil to achieve

a maximum methyl ester yield. The biodiesel was produced via the transesterification reaction of methanol and physic nut oil with different molar portions of 4:1 , 4.5:1 , 5:1 , 5.5:1 and 6:1 Potassium hydroxide (1 % w/v) was used as a catalyst and the reaction occurred at temperature in the range of 60-65 ° C. Results of this experiment showed that the reaction of methanol and physic nut oil with 5.5:1 molar portion gave the methyl ester yield (81%) with 97.5% purity. The biodiesel was then applied to the single cylinder engine to test its performance and the release of back smoke. The biodiesel from physic nut oil tested for its performance. It was found that the performance in term of smooth running engine was similar to the pure standard one. When the biodiesel was used alone as a fuel, the engine gave slightly lower torque and power compared with the standard diesel. However, the use of biodiesel from physic nut oil resulted in a lower back smoke released from the engine.

Keywords ; Biodiesel Physic nut oil Methyl Ester

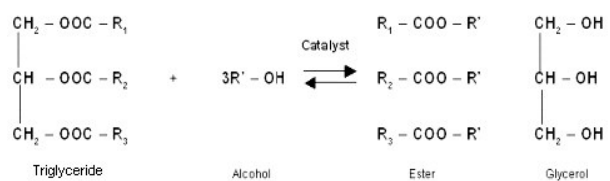
บทนำ

ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการนำเข้าน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในกระบวนการคมนาคมและขนส่ง ดังนั้นประเทศไทยจึงได้พยายามทุกวิถีทางที่จะพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันดังกล่าว เพื่อลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศและสร้างความแข็งแกร่งให้แก่ระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยส่วนรวม [1] ในปัจจุบันพบว่า วิกฤตการณ์ราคาน้ำมันได้เกิดขึ้นทั่วโลก ทำให้การหาพลังงานทดแทนอื่น มาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงจาก

ฟอสซิลเป็นสิ่งที่จำเป็น น้ำมันจากพืช หรือ ไบโอดีเซล จึงเป็นที่สนใจ และศึกษาพัฒนาอย่างแพร่หลายและต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีการนำพืชหลายชนิดมาผลิตเป็นน้ำมัน เช่น มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และยังมีพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันได้นั่นคือ สบู่ดำ (Physic nut) [2]

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไบโอดีเซล (Biodiesel) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำมันพืชชนิดต่างๆ หรือไขมันสัตว์ มาเข้ากระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่สูง เพื่อเปลี่ยนเป็น เมทิลเอสเทอร์ (methyl ester) , เอทิลเอสเทอร์ (ethyl ester) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ไบโอดีเซล" ดังแสดงในรูปที่ 1 งานวิจัยนี้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ เพื่อให้ได้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์มากที่สุดต่อหนึ่งรอบการผลิต การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนดังนี้คือนำน้ำมันสบู่ดำมาทำปฏิกิริยากับเมทานอล ด้วยกระบวนการ ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



รูปที่ 1 กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) [3]

สมการที่เกี่ยวข้อง

$$P = \frac{2\pi T}{(60 \times 75)} \dots (hp) \quad (1)$$

$$bsfc = \frac{(F \times \gamma \times 1000)}{P} \dots \left(\frac{g}{hp \cdot hr} \right) \quad (2)$$

เมื่อ

P = Brake power (hp)

n = Engine speed (rpm)

T = Torque (N.m)

bsfc = Brake specific fuel consumption (g/hp.hr.)

γ = Specific gravity (kg/l)

F = Fuel consumption (l/hr)

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

ตัวแปรที่ศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้คือ ปริมาณเมทานอลโดยกำหนดสัดส่วนเชิงโมลเมทานอลต่อน้ำมันสบู่ดำที่ 4:1, 4.5:1, 5:1,

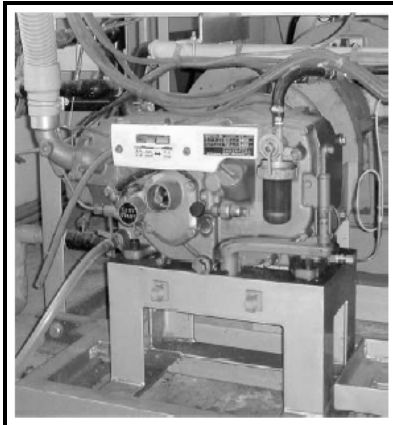
5.5:1 และ 6:1 โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1% อุณหภูมิในระหว่างการทำปฏิกิริยากำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 60-65 องศาเซลเซียส และทำการตรวจวัดค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) ดังแสดงในรูปที่ 2 ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรแบบสูบเดียวดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งติดตั้งอยู่กับชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Engine dynamometer test) ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยมีรายละเอียดของเครื่องยนต์และชุดทดสอบตามตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์คือน้ำมันด้วยเครื่องวัดคือน้ำมันแบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน ยี่ห้อมอเตอร์สแกน รุ่น 9000 ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดคือน้ำมัน ที่ให้คือน้ำมันไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านคือน้ำมัน โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสง 430 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ

1. เตรียมน้ำมัน 100 ซี.ซี. ไว้ในขวดรูปชมพู่
2. นำสารเร่งปฏิกิริยาชนิดเบสละลายในเมทานอล (ปริมาณเมทานอลโดยกำหนดสัดส่วนเชิงโมลเมทานอลที่ 4:1, 4.5:1, 5:1, 5.5:1 และ 6:1 โมล และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม)
3. นำน้ำมันจากข้อที่ 1 มาให้ความร้อนจนอุณหภูมิของน้ำมันอยู่ที่ประมาณ 60-65 องศาเซลเซียส แล้วนำสารละลายเมทานอลที่มีเบสละลายอยู่ลงในขวดรูปชมพู่พร้อมกับกวนสารละลายภายในขวด
4. นำน้ำมันจากข้อที่ 3 เทใส่กรวยแยกแล้วตั้งทิ้งไว้ เพื่อให้เอสเทอร์และกลีเซอรอลแยกชั้น
5. น้ำมันที่แยกเอสเทอร์และกลีเซอรอลเป็นสองชั้นแล้ว ให้นำเฉพาะส่วนบน (เอสเทอร์) ไปล้างด้วยน้ำอุ่น จนกระทั่งน้ำที่ล้างเป็นกลาง
6. ให้ความร้อนแก่น้ำมันประมาณ 110 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำ



รูปที่ 2 เครื่อง Gas Chromatography



รูปที่ 3 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

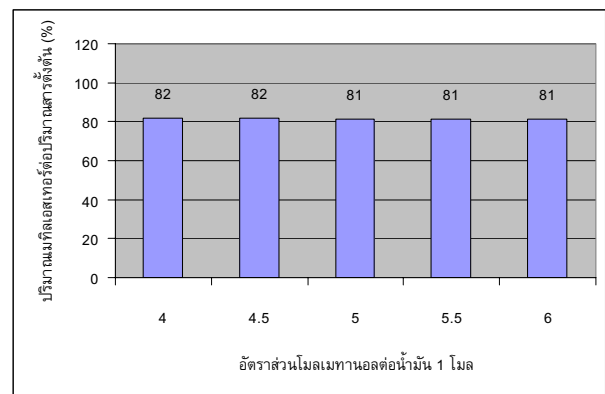


รูปที่ 5 เครื่องวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน

ผลการทดลอง



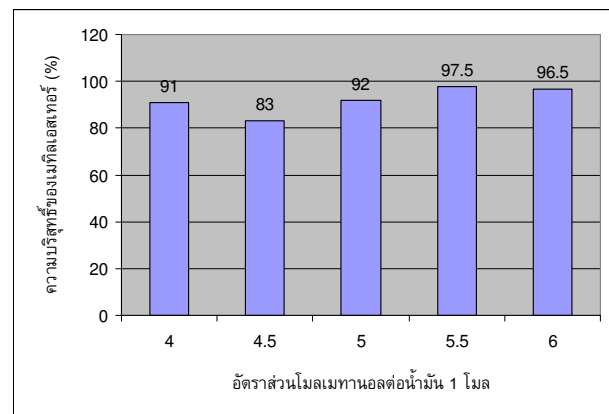
รูปที่ 4 ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์



รูปที่ 6 ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ต่อปริมาณสารตั้งต้น

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ทำการทดลอง [4]

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

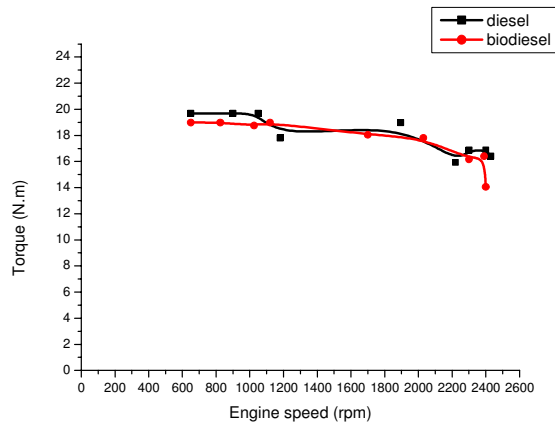


รูปที่ 7 ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียด Dynamometer [4]

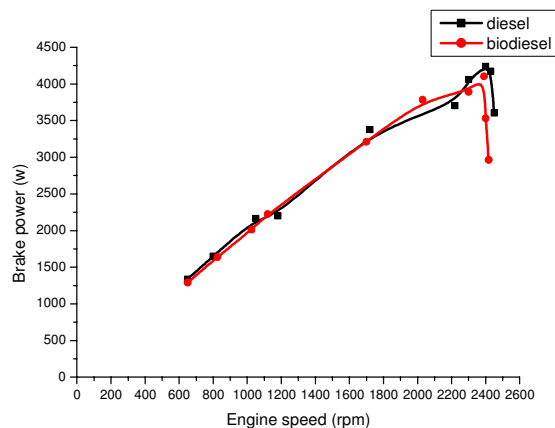
Model	D-800 Tokyo Meter co., Ltd.
Max. absorbing horse power	10 PS
Max. shaft rotational speed	5000 rpm
Arm length	238.9 mm.
Coil resistance	approx. 13 Ω
Insulation resistance	more than 10 M Ω

จากผลการทดลองรูปที่ 6 แสดงปริมาณเมทิลเอสเทอร์ต่อปริมาณสารตั้งต้นซึ่งปริมาณเมทิลเอสเทอร์ที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 81-82 % และผลการทดลองรูปที่ 7 แสดงค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนเชิงโมล ของเมทานอลต่อน้ำมันสบู่ดำที่ 4.5:1 ให้ค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์น้อยที่สุดที่ 83 % และที่สัดส่วนเชิงโมลของเมทานอลต่อน้ำมันสบู่ดำที่ 5.5:1 ให้ค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์มากที่สุดที่ 97.5 % ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ทางราชการกำหนดที่ 96.5 % [5]



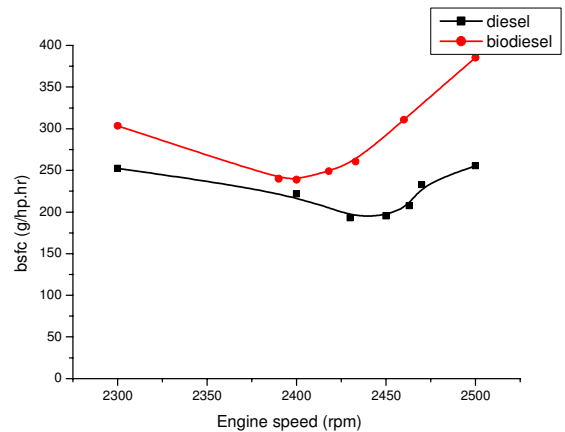
รูปที่ 8 ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดสอบรูปที่ 8 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเป็นเชื้อเพลิงนั้น ให้ค่าแรงบิดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้า ให้ค่าแรงบิดต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์



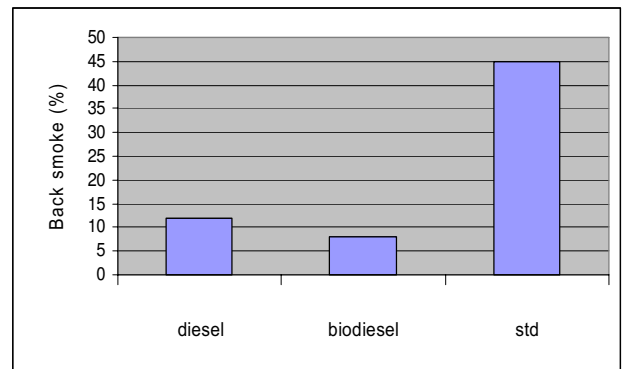
รูปที่ 9 ค่ากำลังเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดสอบรูปที่ 9 แสดงค่ากำลังงานเบรคของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่า กำลังงานเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล และน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเป็นเชื้อเพลิงนั้น ให้ค่ากำลังงานเบรคที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้า ให้ค่ากำลังงานเบรคต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 10 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากผลการทดสอบรูปที่ 10 แสดงการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล สามารถบอกได้ว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้า มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 11 ค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำ

จากผลการทดสอบรูปที่ 11 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าเปอร์เซ็นต์ควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสับด้าเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีค่าต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลและยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ควันดำที่กำหนดไว้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 45 ที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน [6]

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าสัดส่วนเชิงโมลของเมทานอลต่อน้ำมันสนูปดำ ที่ 5.5:1 ไปดัดเชื่อมไฮดรอกไซด์ 1% อุณหภูมิในระหว่างทำปฏิกิริยา 60-65 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์คือ 81 % และค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้คือ 97.5 % และพบว่าเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสนูปดำ เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล การเกษตรขนาดเล็ก เครื่องยนต์ให้สมรรถนะใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยให้ค่าแรงบิดต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์และให้ค่ากำลังงานเบรคต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์และการปล่อยควันดำของเครื่องยนต์มีค่าลดลงเมื่อใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันสนูปดำเป็นเชื้อเพลิง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร (2545) “พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล” หน้า 7 : บริษัท แพลน พรินท์ติ้ง จำกัด
- [2] วัฒนา เสถียรสวัสดิ์, ศรีwana พิมูลชาติ, เรณู เอี่ยมชนาภรณ์ . (2525) . “การเตรียมน้ำมันสนูปดำสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล” . รายงานการวิจัย . กรมวิชาการเกษตร
- [3] อัญชนา ยอดเรืองวงศ์ . (2545) . “คุณสมบัติของเชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพจากน้ำมันพืชดิบโดยกระบวนการ ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน” . วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .
- [4] โตเกียวมิเตอร์. (2537) “Diesel Engine Research and Test Bed” ญี่ปุ่น:บริษัทโตเกียวมิเตอร์จำกัด..
- [5] ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2548) “กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน” ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่ม 122 ตอนพิเศษ 70 ง ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2548
- [6] ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2540) “การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล” ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 76 ง วันที่ 23 กันยายน 2540