การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันยางมาผลิตไบโอดีเซล

A study of the Possibility in Producing Biodiesel from Rubber Oil

ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์[1] อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ[1]* พิสุทธิ์ รัตนแสนวงศ์[2] และ วรพจน์ พันธุ์คง[2]*
[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม 61 ถนนพหลโยธิน
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร 02-5791111 โทรสาร 02-5611721
*E-mail: apirak.sa@spu.ac.th
[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม 61 ถนนพหลโยธิน
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร 02-5791111 โทรสาร 02-5611721
*E-mail: worapoj.ph@spu.ac.th

teapagon counaphonviwat[1], apirak sawadkit[1]*, pisutt ratanasangwong[2], and worapoj phankong[2]*
[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sripatum University
61 Phaholyothin Rd., Jatujak, Bangkok 10900 Tel : 02-5791111, Fax : 02-5611721
*E-mail: apirak.sa@spu.ac.th
[2]Department of industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sripatum University
61 Phaholyothin Rd., Jatujak, Bangkok 10900 Tel : 02-5791111, Fax : 02-5611721
*E-mail: worapoj.ph@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นการศึกษาการนำน้ำมันยางดิบจากต้นยางซึ่งเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง มาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนอีกรูปแบบหนึ่ง ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการนำน้ำมันยางดิบที่ได้จากต้นยางมาให้ความร้อนในถังกลั่น จากอุณหภูมิ 27 °C จนเพิ่มขึ้นประมาณ 78 °C น้ำมันยางดิบก็จะเริ่มเดือนและระเหยกลายเป็นไอสะสมอยู่ในถังกลั่นจนอุณหภูมิเพิ่มเป็น 270 °C จึงนำไปผ่านชุดคอนเดนเซอร์ เพื่อควบแน่นเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ก็จะได้น้ำมันยางและกากยางซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้ ข้อมูลจากการกลั่นพบว่าน้ำมันยางดิบปริมาตร 800 mL. จะผลิตเป็นน้ำมันยางได้ประมาณ 690 mL. จากนั้นจึงนำน้ำมันยางและน้ำมันดีเซลไปทดลองหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงใน bomb calorimeter เพื่อเปรียบเทียบกันได้ค่าความร้อนของน้ำมันยางประมาณ 10,000.40 cal/g น้ำมันดีเซลประมาณ 10,657.60 cal/g ซึ่งใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำน้ำมันยางที่ได้ไปผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 10% 15% และ 20% โดยปริมาตรจนได้น้ำมันไบโอดีเซล B10 B15 และ B20 น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้นี้ถูกนำไปทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล NISSAN 4 สูบ 4 จังหวะ 3,000 ซีซี ที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ระหว่าง 1,000 – 2,100 rpm ในช่วงเวลาการทดลองที่เท่ากัน พบว่าการสิ้นเปลืองของน้ำมันไบโอดีเซลจะน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อยขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสม เปอร์เซ็นต์ควันดำและค่าความหนืดของไบโอดีเซลจะสูงกว่าน้ำมันดีเซล

คำสำคัญ : ไบโอดีเซล / น้ำมันยาง / พืชน้ำมัน

Abstract

This article is a study of using raw rubber oil from rubber tress which is one of the main oil plants to produce biodiesel as an alternative energy for engines. The stage of this study started from heating crude rubber oil which was derived from rubber trees from 27 °C to 78 °C. The rubber oil boiled and evaporated into accumulated steam in the refining barrel with the temperature of 270 °C, then was processed by condenser set to liquid condensation at room temperature. The rubber oil and rubber residue were ultimately obtained for practical use. According to the distillery information, it was found that the crude rubber oil could produce 800 ml of rubber oil and 690 ml of rubber oil. Afterwards, both the rubber oil and diesel were experimented in bomb calorimeter to find the fuel heat. Surprising, the rate of the fuel heat in the rubber oil, 10,000.40 cal/g and the diesel oil, 10,657.60 cal/g were much similar. After being mixed with the rubber oil in proportion of 10%, 15% and 20% respectively for the production of biodiesel B10, B15 and B20. The biodiesel was experimented with the diesel motor-Nissan with 3,000 c.c. at the speed between 1,000-2,100 rpm. It was found that the waste of biodiesel oil was slightly less than the diesel the testing time which was dependent upon the percentage of mixture, black

smoke which the viscosity of the biodiesel was higher than the diesel's.

Keywords : biodiesel / rubber oil / oil plants

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ซึ่งนับวันสถานการณ์พลังงานก็มีแนวโน้มในทางวิกฤติมากขึ้น จึงทำให้เกิดการคิดค้น และพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่างอีก ๆ มากมายอาทิเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวภาพ พลังงานชีวมวล เป็นต้น [1] น้ำมันโซล่าหรือน้ำมันดีเซลเป็นพลังงานเชื้อเพลิงหลักที่สำคัญ เพราะใช้มากในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคการขนส่ง ด้วยเหตุนี้จะเห็นได้ว่าปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขึ้นหลายลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์ม น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันมะพร้าว น้ำมันสบู่ดำ ฯลฯ นอกจากนี้การศึกษายังทำให้พบว่ามีพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซล ได้หลายลักษณะ นั่นคือต้นยางซึ่งนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานทดแทน ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้เริ่มต้นทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันยางโดยใช้กรรมวิธีเบื้องต้นที่ไม่ซับซ้อน

2. ลักษณะทางกายภาพของไม้ยาง

ต้นยาง[2] เป็นพืชที่พบในป่าเขตร้อนมีอยู่หลายสายพันธุ์ด้วยกัน สำหรับพันธุ์ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เรียกว่า ยางนา (Dipterocarpus alatus Roxb.) ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นมีขนาดความสูง 40-50 เมตร ลำต้นตรง เปลือกหนาเรียบสีเทาหรือเทาปนขาว เส้นรอบวงมีขนาด 4-7 เมตร หรือมากกว่า ประโยชน์จากต้นยางมีมากมาย เช่น ใช้ในงานก่อสร้างบ้านเรือน ทำไม้อัด หมอนรางรถไฟ ฯลฯ ส่วนน้ำมันใช้ทำชันยาเรือได้ การสกัดยางดิบจากต้นยางโดยมากจะเลือกจากต้นยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยการเจาะเป็นหลุมเพื่อเผาไฟ ขนาดกว้างยาวและสูงประมาณ 15 × 20 × 15 เซนติเมตร ตามลำดับ ตำแหน่งการเจาะอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร

รูปที่ 1 ลักษณะของต้นยางที่ใช้ศึกษา

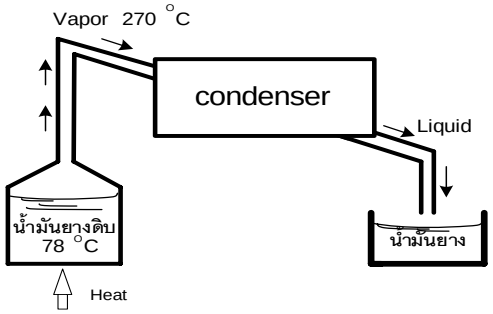
การเจาะเพื่อเผาเอาน้ำมันยาง 1 หลุมจะได้น้ำยางดิบประมาณ 350 ซีซี/วัน ถ้าเป็นต้นยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตร สามารถเจาะได้ถึง 3 หลุม ก็จะได้น้ำยางดิบประมาณ 1,000 ซีซี/วัน ไม้ยางนั้นมีอายุหลายสิบปีอาจถึง 100 ปี ตลอดเวลานั้นเราสามารถเจาะเอาน้ำมันได้ตลอด จนกว่าจะตัดไม้ยางจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ สารเจือปนที่มีอยู่ในน้ำมันยางดิบ สามารถแยกเป็นกลุ่มคือ กลุ่มไฮโดรเลติก ได้แก่ ความชื้นของน้ำ กรดไขมันอิสระและสารที่เป็นตัวเร่งทำให้เกิดพิษ เกิดจากสารประกอบจำพวกไนโตรเจนและกำมะถัน ลักษณะและขนาดของต้นยางนาแสดงในรูปที่ 1

3. การแปรรูปน้ำมันยางดิบ

ในการศึกษา ได้นำน้ำมันยางดิบมาแปรรูปโดยผ่านกระบวนการทางความร้อน และนำไปทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล โดยมีรายละเอียดของกรรมวิธีที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

3.1 กระบวนการกลั่นน้ำมันยาง

น้ำยางดิบเมื่อนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อน โดยการกลั่นในอุปกรณ์กลั่นที่มีลักษณะแสดงในรูปที่ 2 จากอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 27 °C จนเพิ่มเป็น 78 °C น้ำมันยางดิบก็จะเริ่มเดือดและระเหยกลายเป็นไอสะสมอยู่ในถังกลั่น จนอุณหภูมิไอน้ำมันเพิ่มเป็น 270 °C จึงนำไปผ่านชุดคอนเดนเซอร์ เพื่อทำให้ไอน้ำมันควบแน่นเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องจนได้น้ำมันยางที่สามารถนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซล



รูปที่ 2 การกลั่นน้ำมันยางดิบ

จากการทดลองกลั่นหลาย ๆ ครั้งตามตารางที่ 1 โดยใช้น้ำมันยางดิบมีปริมาตรเริ่มต้นที่ 800 mL. จะสามารถกลั่นเป็นน้ำมันยางได้ประมาณ 690 mL. ส่วนที่เหลือจะแปรรูปเป็นกากยางที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะของน้ำมันยางก่อนและหลังการกลั่นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการกลั่นน้ำมันยางจากน้ำมันยางดิบ

No.	น้ำมันยางดิบ (mL.)	น้ำมันยาง (mL.)
1	800	**690**
2	800	**691**

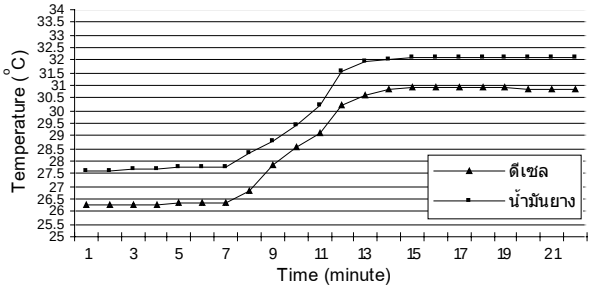
3	800	**692**
4	800	**689**
5	800	**690**
Mean	**800**	**690**

ก่อนการกลั่น หลังการกลั่น

รูปที่ 3 เปรียบเทียบน้ำมันยางก่อนและหลังการกลั่น

3.2 การทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิง

เมื่อนำน้ำมันที่ได้จากการกลั่นไปทดสอบ หาค่าความร้อนเชื้อเพลิง (heating value) ในอุปกรณ์ oxygen bomb calorimeter [3] พร้อมกับการนำน้ำมันดีเซลมาทดลองด้วย เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด ซึ่งได้ผลการความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด

จากนั้นจึงนำค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงโดยอาศัยสมการที่ 1 ดังนี้

$$Q_{เชื้อเพลิง} = (m_w + m_{eq})\, C_p\, \Delta T - Q_1 - Q_2 - Q_3 \quad (1)$$

โดยที่ $Q_{เชื้อเพลิง}$ คือ ปริมาณความร้อนเชื้อเพลิง m_w คือ มวลของน้ำใน bucket m_{eq} คือ water equivalent ของ bomb calorimeter C_p คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง Q_1 คือ ความร้อนที่เกิดจากขดลวดไฟฟ้า Q_2 คือ ความร้อนที่เกิดจากกรดไนตริก และ Q_3 คือ ความร้อนที่เกิดจากกรดซัลฟูริก

ในทางปฏิบัติค่า Q_2 และ Q_3 จะมีค่าน้อยมากดังนั้นสมมติให้เท่ากับศูนย์และเพื่อให้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ΔT) มีค่าความถูกต้องมากขึ้นจึงหาค่า ΔT จากสมการที่ 2 ดังนี้

$$\Delta T = T_c - T_a - r_1(b-a) - r_2(c-b) \quad (2)$$

โดยที่ a คือ เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ b คือ เวลาตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นจนถึง 60% ของอุณหภูมิทั้งหมด c คือ เวลาตั้งแต่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนกระทั่งคงที่(สูงสุด – ต่ำสุด) T_a คือ อุณหภูมิเริ่มการเผาไหม้ T_c คือ อุณหภูมิที่จุดองศาเซลเซียส r_1 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงก่อนการเผาไหม้ r_2 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงหลังการจุดบอมบ์

จากการทดลอง และคำนวณหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงเพื่อหาค่าเฉลี่ยของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความร้อนเชื้อเพลิงของน้ำมันทั้งสองชนิด

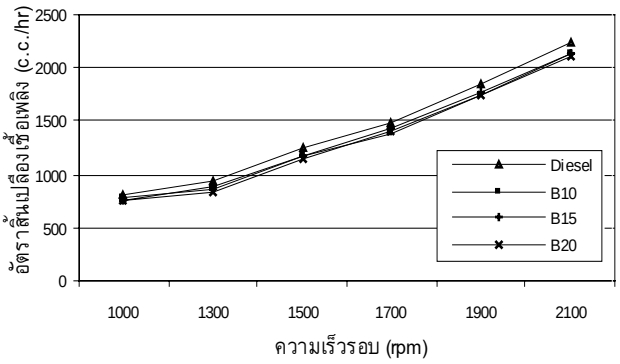
No.	น้ำมันยาง (cal/g)	น้ำมันดีเซล (cal/g)
1	9,993.20	**10,746.00**
2	10,020.00	**10,567.40**
3	9,987.90	**10,659.60**
4	9,995.20	**10,652.40**
5	10,006.15	**10,662.60**
Mean	**10,000.40**	**10,657.60**

4. การทดสอบสมรรถนะของเชื้อเพลิง

จากน้ำมันยางที่ได้จากการกลั่นได้ถูกนำมาผสมกับ น้ำมันดีเซลในสัดส่วน 10 15 และ 20 เปอร์เซนต์ โดยปริมาตร เราเรียกว่าน้ำมันไบโอดีเซล B10 B15 และ B20 ตามลำดับ และนำมาทดสอบสมรรถนะขั้นพื้นฐานดังนี้

4.1 การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

เมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซล B10 B15 B20 และน้ำมันดีเซลไปทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล Nissan 4 สูบ 4 จังหวะ ขนาด 3,000 ซีซี (ติดตั้งอยู่บนแท่นเครื่อง) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทดสอบที่ความเร็วรอบระหว่าง 1,000 – 2,100 RPM โดยได้ผล ทดสอบแสดงในกราฟรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดสอบการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลจะน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อยขึ้นกับอัตราส่วนผสม และยังพบว่าหลังการเผาไหม้ของไบโอดีเซลยังมีกากยางหลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียกับเครื่องยนต์ได้

4.2 การตรวจวัดควันดำ

จากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่แสดงในหัวข้อ 4.1 ขณะเดียวกันได้ทำการตรวจวัดเปอร์เซนต์ควันดำจากไอเสีย ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลทั้ง 3 ประเภท โดยอาศัยเครื่องตรวจวัดควันดำมาตรฐานของ BOSCH ได้เปอร์เซนต์ของค่าควันดำแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการครวจวัดควันดำของน้ำมันเชื้อเพลิง

ชนิดของน้ำมัน	ค่าเปอร์เซนต์ควันดำ
Diesel	**7.3%**
B10	**7.4%**
B15	**7.5%**
B20	**7.7%**

จากตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดค่าเปอร์เซนต์ควันดำจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์พบว่า เปอร์เซ็ต์ควันดำของน้ำมันไบโอดีเซลจะสูงขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันยาง

4.3 การทดสอบค่าความหนืด

การทดสอบความหนืดของน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล โดยใช้อุปกรณ์ buret contracting ทดสอบที่ปริมาณ 50 ml พบว่าเวลาที่ใช้ในการไหลของน้ำมันไบโอดีเซล จะน้อยกว่าน้ำมันดีเซลตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันยางที่ผสมแต่จะต่างกันไม่มากนัก ผลการทดสอบค่าความหนืดของเชื้อเพลิงแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง

No.	**เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (นาที)**			
	Diesel	B10	B15	**B20**
1	0.49	0.52	0.53	**0.54**
2	0.50	0.50	0.52	**0.54**
3	0.48	0.52	0.53	**0.53**
4	0.49	0.51	0.53	**0.54**
5	0.49	0.52	0.52	**0.53**
Mean	**0.49**	**0.51**	**0.53**	**0.54**

5. สรุปผล

การศึกษาสรุปได้ว่า น้ำมันยางมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากโดยเฉพาะค่าความร้อนเชื้อเพลิง ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้โดยไม่ต้องผสมกับน้ำมันดีเซลหรือที่เรียกว่าน้ำมัน B100 ซึ่งต้องมีการพัฒนากระบวนการกลั่น รวมทั้งศึกษาถึงสารประกอบของน้ำมันก่อนและหลังผ่านกระบวนการกลั่น เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพมากขึ้นและไม่ก่อให้เกิดสารแขวนลอยที่อาจทำให้เกิดยางเหนียวตกค้างหลังการเผาไหม้ในกระบอกสูบ ซึ่งต้องใช้การทดสอบที่เป็นมาตรฐานมากขึ้นซึ่งจะมีการวิจัยและพัฒนาต่อไป กลุ่มผู้วิจัยหวังว่าการศึกษาอย่างจริงจังในอนาคตน้ำมันยางอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้

สำหรับประโยชน์ทางอ้อม หากมีการส่งเสริมให้มีการการปลูกต้นยางอย่างจริงจัง นอกจากจะนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกได้แล้ว ยังจะเป็นการช่วยรักษาระบบนิเวศวิทยาทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น จำนวนป่าเพิ่มมากขึ้น และช่วยลดปัญหาอันเนื่องจากภัยธรรมชาติและภาวะโลกร้อนได้อีกมาก

6. กิติกรรมประกาศ

ในการศึกษาได้รับความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ จากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=595

[2] ลดาวัลย์ พวงจิตร และ บุญวงศ์ , 2542, ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพมหานคร

[3] Gershon Joseph Shugar, Jack T. Ballinger,1996, Chemical Technicians' Ready Reference Handbook,Fourth Adition McGraw-Hill.