

การผลิตดีเซลชีวภาพจากน้ำมันเมล็ดยางพารา

Production of Biodiesel from Para-Rubber Seed Oil

วรรณวิไล ไกรเพชร (Wanwilai Kraipech)

ภรณี ศรีรมรินทร์ (Paranee Sriromreun)

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ www.wilaj@svwa.ac.th

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำน้ำมันจากเมล็ดยางพารามาปรับปรุงคุณภาพ เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำมันดีเซลชีวภาพ ซึ่งน้ำมันถูกสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ได้น้ำมันดิบ 33.63% โดยน้ำหนักของเนื้อเมล็ดยาง และน้ำมันดิบที่ได้จะถูกกำจัดยางเหนียวและพบว่าสามารถกำจัดยางเหนียวได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 60°C จากนั้นน้ำมันดิบและน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวแล้วจะถูกนำไปผ่านกระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เอทานอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ณ สภาวะความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากผลการวิเคราะห์พบว่ากระบวนการกำจัดยางเหนียวและกระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชันสามารถปรับปรุงสมบัติต่างๆของน้ำมันได้ โดยจะได้เอทิลเอสเทอร์ที่มีค่าความหนืด 3.73 เซนติสโตก ค่าความเป็นกรด 31.57 ค่าดัชนีซีเทนของน้ำมัน 59.34 จุดเดือดในการวิเคราะห์ค่าการกลั่นลดลง สีนํ้ามันดีเซล ซึ่งจะเห็นได้ว่าเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานและยังมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าน้ำมันดีเซลมาตรฐาน จึงสามารถนำไปใช้เป็นน้ำมันดีเซลชีวภาพได้

ABSTRACT : This work studies the purification and transesterification of Para Rubber (*Hevea Brasiliensis*) seed oil. The Rubber seed oil was extracted with Hexane solution and it was found that the seed contained 33.63% of seed oil. Crude oil was degumed from the seed oil using Phosphoric acid and the most suitable temperature for deguming process was found to be 60°C. The ester-fuel (Ethyl-ester) was prepared by transesterification with ethanol, using sodium hydroxide as a catalyst at 60°C and atmospheric pressure for an hour. The analysis of the properties of ester-fuel in comparison to commercial diesel fuel showed that the deguming and transesterification processes can improve the fuel properties of the oil. The viscosity was reduced from 8.70 to 3.73 cSt., and the calculated cetane index increased from 39.00 to 59.34. The sulphur content of the oil is much less than that of commercial diesel fuel, also other fuel properties were found to be improved. The results indicate that Para Rubber seed oil has a high potential for use as an alternative to diesel fuel.

Key words: Rubber seed oil, transesterification and biodiesel.

1. บทนำ

จากสถานการณ์ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลนั้นมีการใช้มากถึง 43 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งคิดเป็น 46.6 % ของปริมาณน้ำมันที่ใช้ภายในประเทศ และยังมีสัดส่วนการใช้สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ อีกทั้งราคาน้ำมันก็ยังมี การปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และ ความต้องการในการใช้พลังงานของประเทศก็ยังคงเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเราจึงต้องมีการเสริมสร้างความมั่นคง ในด้านพลังงานของประเทศ รวมถึงความต้องการในการลดมลพิษเพื่อทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น ทำให้มีหลายหน่วยงานได้ทำการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบภายในประเทศ เช่น น้ำมันพืชชนิดต่างๆ น้ำมันพืชใช้แล้ว ฯลฯ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใช้น้ำมันดีเซล เรียกว่า "ไบโอดีเซล" หรือน้ำมันดีเซลชีวภาพ

ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำมันพืชชนิดต่างๆ หรือน้ำมันสัตว์มาสกัดเอาขี้เถ้าและสิ่งสกปรกออก (Degumming) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการทางเคมี (กระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน) โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล หรือเมทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ ภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจากไตรกลีเซอไรด์เป็นเอสเทอร์ของกรดอินทรีย์ เรียกว่าไบโอดีเซลและได้กลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง ฯลฯ โดยวัตถุประสงค์ของกระบวนการดังกล่าวคือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมัน ในเรื่องความหนืดให้เหมาะสมกับการใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซล และเพิ่มค่า octane number การใช้ไบโอดีเซลสามารถลดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ได้ส่วนหนึ่ง[3] เนื่องจากองค์ประกอบของไบโอดีเซลไม่มีธาตุกำมะถัน แต่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 10 % โดยน้ำหนัก จึงช่วยการเผาไหม้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีการนำน้ำมันไบโอดีเซล มาใช้ผสมน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆ กัน หรือใช้โดยไม่ต้องผสมกับน้ำมันดีเซลเลยก็ได้ แต่ไบโอดีเซลเป็นตัวทำละลายที่ดี จึงอาจทำให้ท่อทางเดินน้ำมัน ซึ่งทำจาก

ยางและพลาสติกบวม ดังนั้นในการนำไปใช้อาจต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนตร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ปัจจุบันประเทศไทยปลูกต้นยางพาราเป็นอันดับ 3 ของโลกรองจากประเทศมาเลเซีย และ ประเทศอินโดนีเซีย คิดเป็น 9.7 ล้านไร่ ปัจจุบันได้มีการขยายเนื้อที่การปลูกไปทางภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ยางพาราเป็นพืชที่มีเมล็ดซึ่งในปัจจุบันยังไม่ได้นำเมล็ดยางพารามาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ในแต่ละปีเมล็ดยางพารามีปริมาณที่มากกว่า 200,000 ตัน จากการศึกษาโดย รัตนา [5] พบว่าหลังกะเทาะเปลือกแล้วจะได้น้ำมัน 25-30% โดยน้ำหนัก

น้ำมันเมล็ดยางพารา เป็นน้ำมันซึ่งได้จากเมล็ดยางพาราฮีเวียบราซิลเลียนซีส (*Hevea brasiliensis*) น้ำมันเมล็ดยางพาราเป็นน้ำมันพืชที่ไม่เหมาะในการใช้บริโภค เนื่องจากมีเอ็นไซม์สองชนิด คือ Cyanogenetic glucoside และ Lipolytic ทำให้น้ำมันมีปริมาณกรดสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเก็บไว้นานคุณภาพน้ำมันไม่คงที่ ถ้าทำน้ำมันเมล็ดยางพาราให้บริสุทธิ์ (refining oil) อาจจะทำมาทำประโยชน์ในอุตสาหกรรม เช่นทำน้ำมันผสมสี, หมึกพิมพ์ [6] หรือใช้กับเครื่องยนต์ และน้ำมันเมล็ดยางพารามีพลังงานความร้อนค่อนข้างสูง น่าจะนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยนำมาผลิต เพื่อเป็นไบโอดีเซลได้

องอาจ [7] ได้ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันจากเมล็ดยางพาราที่อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ และหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการทำน้ำมันเมล็ดยางพาราให้บริสุทธิ์ ได้แก่กระบวนการกำจัดขี้เถ้า กระบวนการกำจัดกรดไขมันและกระบวนการฟอกสี พบว่า ข้อเสียของน้ำมันเมล็ดยางพารา ที่ไม่สามารถนำมาเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้คือ ความหนืด ปริมาณขี้เถ้า และค่าของความเป็นกรดที่สูง Ramadhas et. al. [8] ได้ทดสอบ การเผาไหม้ในเครื่องยนต์ของน้ำมันเมล็ดยางพารา ที่ยังไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของประเทศอินเดีย โดยนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อลดความหนืด

และปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เช่น จุดวาบไฟ และ จุดไหลเท พบว่าน้ำมันเมล็ดคางคกผสมกับน้ำมันดีเซลที่ 50-80% โดยปริมาตรของน้ำมันเมล็ดคางคก ให้สมรรถนะการทำงานที่ดี อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบการวิ่งของรถยนต์ในระยะไกลนั้น พบว่า ในห้องเผาไหม้มีคาร์บอนปนอยู่มากกว่าการใช้ น้ำมันดีเซลอย่างเดียว จึงต้องการการทำความสะอาดบ่อยขึ้น

Ikwuagwu, et al. (2000) [9] ได้ทำการศึกษากระบวนการทำทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันจากเมล็ดคางคกพาราจากประเทศไนจีเรีย โดยการนำเมล็ดคางคกพารามาบีบคั้นน้ำมันออก และในขั้นตอนการทำทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันได้ใช้ เมทานอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นเมทิลเอสเทอร์ จากนั้นได้นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติเพื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐาน ได้ผลว่ากระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันให้ดีขึ้น โดยความหนืดลดลงจาก 37.85 ไปเป็น 6.29 cSt. ค่าดัชนีซีเทนเพิ่มขึ้นจาก 34.00 ไปเป็น 44.81 รวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ ก็ถูกพบว่ามีการปรับปรุงที่ดีมากยิ่งขึ้น เห็นได้ว่ากระบวนการทำทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่สภาวะดังกล่าวสามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะศึกษากระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเมล็ดคางคกพารา เพื่อนำมาเป็นน้ำมันดีเซลชีวภาพ ได้แก่กระบวนการสกัดน้ำมัน การกำจัดขางเหนียว และการทำทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เอทานอล

2. วิธีการทดลอง

2.1 กระบวนการผลิตน้ำมันจากเมล็ดคางคกพารา

นำเมล็ดคางคกพาราไปผึ่งแดด 3 วัน เพื่อลดความชื้นในเนื้อเมล็ดคางคกพารา จากนั้นทำการอบเมล็ดคางคกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. กะเทาะเปลือกเมล็ดคางคกพารา และคัดแยกเมล็ดคางคกพาราออกจากเปลือก จากนั้นทำการนึ่งเมล็ดคางคกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำเมล็ดคางคกมาบดละเอียดและแช่ในตัวทำละลายเฮกเซน เป็นเวลา 7 วัน แล้วทำการคั้นเพื่อแยกสารละลายเฮกเซนออกจาก เนื้อเมล็ดคางคกด้วยเครื่อง

Hydraulics press นำสารละลายที่ได้มากลั่นแยกน้ำมันออกมา โดยใช้เครื่องกลั่นภายใต้ความดันต่ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการกลั่น 1 ชั่วโมง

2.2 กระบวนการกำจัดขางเหนียว

ในการทดลองนี้ ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกำจัดขางเหนียวและปริมาณขางเหนียวที่ได้โดยทำที่ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ดังนี้ นำน้ำมันไปอุ่นให้ใส อุณหภูมิข้างต้น เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายกรดฟอสฟอริกความเข้มข้น 50 % โดยปริมาตร ปริมาณ 3 % ของน้ำหนักน้ำมัน แล้วทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ ดังกล่าว และกวนเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้แยกชั้น นำส่วนล่างที่เป็นขางเหนียวออก ส่วนบนที่ได้คือน้ำมันที่ผ่านการกำจัดขางเหนียวแล้ว

2.3 กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

นำน้ำมันใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มล. อุ่นน้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เตรียมสารละลายโซเดียมเอทอกไซด์ โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 % โดยน้ำหนักของน้ำมัน และละลายในเอทานอล (95%) ปริมาณ 45 % โดยน้ำหนักของน้ำมัน เติสารละลายโซเดียมเอทอกไซด์ ลงไปในน้ำมันแล้วเขย่าอย่างแรง 1 นาที จากนั้นนำไปให้ความร้อนพร้อมกวนต่ออีก 1 ชั่วโมง ต่อจากนั้นหยุดให้ความร้อนและกวนต่ออีก 30 นาที และปล่อยให้แยกชั้น ส่วนที่อยู่ด้านล่างประกอบด้วยกลีเซอรอล และเอทานอล ส่วนด้านบนประกอบด้วยเอทิลเอสเทอร์และเอทานอล นำส่วนบนล้างด้วยน้ำอุ่น โดยการผสมน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ ประมาณ 60 องศาเซลเซียส 2 ครั้ง เพื่อแยกเอทานอลที่เหลือออก จากนั้นปล่อยให้แยกชั้น โดยใช้น้ำที่อยู่ชั้นล่างออกและนำน้ำมันที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 จะได้เอทิลเอสเทอร์

2.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางเชื้อเพลิงของเอทิลเอสเทอร์

เอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันดิบถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติทางเคมีและเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด โดยวิธีการไตเตรทกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ค่าความหนาแน่น (Density) โดยใช้ Hydrometer ค่าความหนืด (Kinematic Viscosity) โดยใช้เครื่อง Viscometer แบบ Cannon Fenske Routine ค่าจุดวาบไฟ (Flash Point) โดยใช้อุปกรณ์ Automatic Flash Point Pensky-Martens Close cup ค่าจุดไหลเท (Pour Point) โดยใช้เครื่อง ISL-CCP 5Gs Automatics pour point ปริมาณกำมะถัน (Sulfur content) โดยใช้เครื่อง Energy-dispersive X-ray Fluorescence Analyzer ค่าดัชนีซีเทน (Cetane Index) โดยการกลั่น (ASTM Distillation) ส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงคุณภาพของเอทิลเอสเทอร์ ทำโดยการวิเคราะห์แก๊สโครโมโทกราฟี เพื่อหาองค์ประกอบของเอทิลเอสเทอร์ โดยจะวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครโมโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) รุ่น GC 14A ยี่ห้อ Shimudzu คอลัมน์ DB23 ยาว 30

เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร อุณหภูมิ injector 190 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ FID 240 องศาเซลเซียส

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

การสกัดน้ำมันดิบจากเมล็ดขางพารานั้นต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ได้แก่ กระบวนการไล่ความชื้น กระบวนการคัดแยกเนื้อเมล็ดขางพารา (รูปที่ 2) ซึ่งจะได้ปริมาณส่วนประกอบของเมล็ดขางพาราดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 กระบวนการนี้ จะช่วยขจัดยังเอนไซม์ และยังทำให้น้ำมันไหลออกมาจากเซลล์เนื้อเมล็ดขางพาราได้ง่าย ส่วนกระบวนการปั่นให้ละเอียดจะเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส ระหว่างเนื้อเมล็ดขางพารากันเฮกเซน กระบวนการแช่เนื้อเมล็ดขางพาราลงในเฮกเซนโดยทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน กระบวนการคั้นเพื่อแยกน้ำมันออก (น้ำมันที่ได้ในขั้นตอนนี้มีเฮกเซนปนอยู่) กระบวนการกลั่นแบบลดความดันเพื่อแยกเฮกเซนออกจากมันดิบ

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณส่วนประกอบในเมล็ดขาง (% โดยน้ำหนัก)

ส่วนประกอบเมล็ดขางพารา	น้ำหนัก % โดยน้ำหนัก
ความชื้น	4.33
เปลือก	50.04
เนื้อเมล็ดขาง	45.63
รวม	100



รูปที่ 1 เมล็ดขางพารา



รูปที่ 2 เนื้อเมล็ดขางพารา

ผลจากการสกัดน้ำมันจากเนื้อเมล็ดขาง ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน จะได้น้ำมันดิบ 33.63 % โดยน้ำหนักของน้ำหนักเนื้อเมล็ดขาง ในขบวนการกำจัดขางเหนียวทำการ

ทดลองที่อุณหภูมิระหว่าง 40-70 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่ขางเหนียวตกตะกอนมากที่สุด ปริมาณตะกอนขางเหนียวจะเพิ่มขึ้น

จนถึงอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของยางเหนียวจะน้อยลงเรื่อยๆ ได้ผลสอดคล้องกับการทดลองขององอาจ แสงรุ่ง [7] ซึ่งหลังจากทำการกำจัดยางเหนียวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นปริมาณ 43.63 % โดยน้ำหนักของน้ำหนักน้ำมันดิบ ผลของปริมาณเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันดิบที่ไม่ได้กำจัดยางเหนียวและกำจัดยางเหนียวแล้วแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3 แสดงลักษณะสีของเอทิลเอสเทอร์

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณของเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

ชนิดน้ำมัน	เอทิลเอสเทอร์ (%โดยน้ำหนัก)
น้ำมันดิบ	24.37
น้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว	16.68

จากตารางที่ 2 เมื่อนำน้ำมันดิบมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันพบว่าได้เอทิลเอสเทอร์ 24.37 % โดยน้ำหนักของปริมาณน้ำมันดิบ และเมื่อน้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันพบว่าได้เอทิลเอสเทอร์ 16.68 % โดยน้ำหนักของปริมาณน้ำมันดิบ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันดิบโดยตรงไม่ผ่านขบวนการกำจัดยางเหนียวก่อนนั้นมีปริมาณมากกว่าเอทิลเอสเทอร์ที่ผ่านขบวนการกำจัดยางเหนียว แต่เมื่อเทียบคุณสมบัติกันนั้น เอทิลเอสเทอร์ที่ผ่านขบวนการกำจัดยางเหนียวมีคุณสมบัติที่ดีกว่า เช่น ค่ากำมะถันที่ลดลงอย่างมาก



รูปที่ 3 แสดงลักษณะสีของเอทิลเอสเทอร์

จากตารางที่ 3 ขบวนการกำจัดยางเหนียวสามารถลดค่าความเป็นกรดของน้ำมันเมล็ดค่างพาราได้เพียงเล็กน้อย ส่วนขบวนการทำทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน สามารถลดค่าความเป็นกรดของน้ำมันเมล็ดค่างพาราอย่างมากเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาแอลกอฮอล์อิสระระหว่างน้ำมันกับแอลกอฮอล์ที่จะทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง[8]

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเป็นกรดของน้ำมันแต่ละชนิด

ชนิดน้ำมัน	ค่าความเป็นกรด
น้ำมันดิบ	115.42
น้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว	107.84
เอทิลเอสเทอร์จาก น้ำมันดิบ	41.23
เอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว	31.57

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดิบ เอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันดิบและ เอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว ซึ่งแสดงผลเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) จากผลการตรวจสอบพบว่าเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง ที่อยู่ในเกณฑ์เดียวกับน้ำมันดีเซลมาตรฐาน โดยมีค่าความหนืด (Kinematics Viscosity) ต่ำที่สุด 3.73 cSt ซึ่งอยู่ในช่วงของน้ำมันดีเซลมาตรฐาน (1.8-4.1 cSt) แสดงว่าเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว มีความต้านทานการไหลตัว และคุณสมบัติในการหล่อลื่นพื้นผิวดี นอกจากนั้นจากผลการทดลองในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่น ค่าจุดไหลเท (Pour Point) และสีของเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล และมีปริมาณกำมะถัน (Sulpher Content) ต่ำที่สุด

ค่าจุดวาบไฟของน้ำมันดิบ และเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบมีค่ามากกว่า 150 องศาเซลเซียส และของเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว มีค่า

มากกว่า 92 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในค่ามาตรฐาน ASTM (> 52.0 องศาเซลเซียส) ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อการขนส่ง และเก็บสำรองที่อุณหภูมิสูงกว่าน้ำมันดีเซล

ตามข้อกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ออกโดยกระทรวงพาณิชย์นั้น กำหนดให้ค่าการกลั่นที่จุด 10 % ASTM: เป็นจุดที่จะทำให้เกิดการติดเครื่องยนต์ยากหรือง่าย

ถ้าสูงเกินไปจะทำให้เครื่องติดยาก มีข้อกำหนดจุดสูงสุดไว้ที่ 237 องศาเซลเซียส ที่จุด 50 % ASTM: เป็นจุดที่จะทำให้การอุ่นเครื่องทำได้เร็ว การกระจายไอน้ำมันไปยังกระบอกสูบต่างๆ ได้สม่ำเสมอ และปรับส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศได้ถูกต้องตลอดเวลา ทำให้แรงเครื่องยนต์มีพลังงานสูง จะมีอุณหภูมิประมาณ 330 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันเอทิลเอสเทอร์ชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM)

การวิเคราะห์คุณสมบัติ	น้ำมันดีเซล	น้ำมันเมล็ด ยางพาราดิบ	เอทิลเอสเทอร์ จาก น้ำมันเมล็ดยางพาราดิบ	เอทิลเอสเทอร์ จากน้ำมัน เมล็ดยางพาราที่ผ่านการ กำจัดขางเหนียว
1. Density (kg/l)	0.8100-0.8700	0.8613	0.8462	0.8303
2. Distillation(°C) IBP	170	263	240	193
10%	199	363	309	240
20%	210	409	330	251
30%	235	433	346	268
40%	250	454	358	281
50%	275	471	370	298
60%	293	493	381	317
70%	305	531	393	329
80%	329	564	406	342
90%	357	604	423	354
FBP	ไม่มี	659	468	375
3. Sulphur Content (% by wt.)	0.0350	0.0126	0.0110	0.008
4. Flash Point (°C)	> 52.0	> 150.0	>150.0	>92.0
5. Kinematics Viscosity at 40°C (cSt)	1.8-4.1	8.7	7.9	3.73
6. Pour Point (°C)	< 10.0	9.0	0	-3.0
7. ASTM Colour	L 1.5 (สีเหลืองอ่อน มาก)	L 4.0 (สีน้ำตาลเข้ม)	L 2.5 (สีเหลืองเข้ม)	L1.5 (สีเหลืองอ่อนมาก)
8. Cetane Index	> 47	39	57.21	59.34

ที่จุด 90 % ASTM: ได้กำหนดจุดสูงสุดไว้เพื่อเหมาะสมกับการใช้งาน ให้ได้พลังงานสูงสุด และประหยัดเชื้อเพลิง อุณหภูมิไม่ควรสูงกว่า 400 องศาเซลเซียส ส่วนมาตรฐานค่าอื่นๆ นั้น ได้แสดงในตารางที่ 4 ในหัวข้อน้ำมันดีเซล

จากผลการทดลองค่าการกลั่น ASTM ในตารางที่ 4 พบว่าค่าการกลั่นหาจุดเดือดที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ ของเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวนั้น มีค่าใกล้เคียงกับค่าของน้ำมันดีเซลมาตรฐาน และที่ค่ามาตรฐานที่ค่าการกลั่น 90 % มีค่าไม่เกิน 357 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยสามารถนำไปใช้งานได้ ส่วนน้ำมันดิบและเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบ มีค่าการกลั่น ASTM สูงกว่าค่ามาตรฐานของน้ำมันดีเซลที่กำหนดเอาไว้มาก จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

สำหรับค่าดัชนีซีเทน เป็นค่าที่บ่งถึงความสามารถในการจุดระเบิดและการลุกติดไฟ ซึ่งมีผลต่อเครื่องยนต์การเผาไหม้ และ ปริมาณมลพิษในไอเสีย เมื่อค่าดัชนีซีเทนมากขึ้นมีผลให้ เครื่องยนต์ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการทดลองนั้น ค่าดัชนีซีเทนของน้ำมันดิบเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบ และเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีค่าเท่ากับ 39.06 57.21 และ 59.34 ตามลำดับ แสดงว่ากระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน สามารถปรับปรุงให้ค่าดัชนี

ซีเทนของน้ำมันมีค่าสูงขึ้น โดยค่าดัชนีซีเทนที่ได้จากกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันมีค่ามากกว่า 47 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ จากการทดสอบแก๊สโครมาโตกราฟี เพื่อหาค่าประกอบของเอทิลเอสเทอร์ พบเอทิลเอสเทอร์จากกรดไขมันชนิดต่างๆดังตารางที่ 5 ซึ่งผลการวิเคราะห์จากน้ำมันทั้งสองประเภทมีค่าใกล้เคียงกัน และขบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันช่วยเพิ่มปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและลดปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบมีปริมาณรวมของกรดไขมันอิ่มตัว (กรดปาล์มติกและกรดสเตียริก) น้อยกว่าเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว และเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก C 18:2 , กรดลิโนเลอิก C 18:3) มากกว่าเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว ซึ่งถ้ามีกรดไขมันอิ่มตัวมากจะเพิ่มคุณสมบัติของค่าซีเทน ค่าความอยู่ตัวของน้ำมัน และในทางกลับกันถ้ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากจะลดคุณสมบัติเหล่านี้ลง [8] และเมื่อพิจารณาค่าซีเทนที่ได้ในตารางที่ 4 จะเห็นว่าเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวมีค่าซีเทนสูงกว่า

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดคางพารา

เอสเตอร์จากกรดไขมัน	สัดส่วน(%)ของเอสเตอร์จากกรดไขมัน		
	น้ำมันดิบ [8]	เอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันดิบ	เอทิลเอสเทอร์ จากน้ำมันเมล็ดคางพาราที่ผ่านการกำจัดยางเหนียว
C 16:0 Palmitic acid	10.2	15.21	14.67
C 18:0 Stearic acid	8.7	5.09	5.78
Total saturated fatty acid	18.9	20.29	20.45
C 18:1 Oleic acid	24.6	21.41	20.32
C 18:2 Linoleic acid	39.6	39.59	38.90
C 18:3 Linolenic acid	16.3	18.71	20.33
Total unsaturated fatty acid	80.5	79.71	79.55

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

วิธีการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายเฮกเซน สามารถสกัดน้ำมันจากเมล็ดยางพาราได้ 33.63 % โดยน้ำหนักของเนื้อเมล็ดยาง กระบวนการกำจัดยางเหนียวสามารถช่วยลดค่าความหนืดได้มาก แต่ปริมาณน้ำมันลดลงมากเช่นกัน โดยน้ำมันเหลือเพียง 43.63 % โดยน้ำหนักของน้ำมันดิบ ปฏิกริยาทรานส์เอสเตอร์ริฟิเคชัน สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงได้ดี สรุปได้ว่าเอทิลเอสเตอร์จากน้ำมันที่ผ่านการกำจัดยางเหนียวแล้วนั้น มีคุณสมบัติอยู่ในมาตรฐานใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาตรฐาน และยังมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าน้ำมันดีเซลมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันไบโอดีเซล และเป็นทางเลือกใหม่ของพลังงานทดแทน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันดีเซลชีวภาพที่ได้จากงานวิจัยนี้ ยังมีจำนวนน้อยไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ควรมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำมันปริมาณที่มากกว่าคุ้มกับการลงทุน

เมล็ดยางพาราที่จะนำมาสกัดเป็นน้ำมัน เมล็ดยางพาราควรเป็นเมล็ดที่สด เพราะเมื่อเก็บไว้นานจะทำให้เมล็ดยางเกิดเชื้อรา ค่าความเป็นกรดสูงรวมทั้งทำให้น้ำมันที่ได้เหม็นหืนและได้ปริมาณน้ำมันเมล็ดยางพาราที่น้อย สำหรับงานวิจัยในขั้นต่อไป ควรทำการปรับปรุงกระบวนการสกัดน้ำมันให้ได้น้ำมันมากขึ้นและควรมีการทดสอบการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ของเอทิลเอสเตอร์ ที่ได้จากเมล็ดยางพารา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548 ขอขอบคุณอาจารย์วิไลศรี ลิ้มปพยอม สำนักวิจัยและพัฒนาพืชน้ำมัน และผลิตภัณฑ์จากน้ำมันพืช เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ใน

การทดสอบแก๊สโครมาโตกราฟฟี และขอขอบคุณนางสาวจุฬาร สุขชู นายทรงศักดิ์ คัมภีร์ และ นายณัฐคนัย รัตนรวมเผ่า นิสิตภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับข้อมูลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาคริต และคณะ, 2544 การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม. ว. สงขลานครินทร์ วทท., 831-841.
- [2] ณัฐพงศ์ และ วิธาน, 2544. การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มโดยการใช้ปฏิกิริยา Transesterification. วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [3] พนิกา และคณะ, 2544. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันดีเซลที่รและมลพิษที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- [4] Ayhan Demirbas, 2002. Biodiesel from vegetable oils via transesterification in supercritical ethanol. Energy Conversion and Management, 43 : 2349-2356.
- [5] รัตนา, 2525. น้ำมันเมล็ดยางพารา, กองแผนงาน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [6] กรรณิการ์ และ คณะ, 2529. น้ำมันผสมสีจากเมล็ดยางพารา, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- [7] อองอาจ, 2530. การปรับปรุงน้ำมันเมล็ดยางพาราเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง, วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] A.S. Ramadhas et al, 2005. Biodiesel production from high FFA rubber seed oil, Fuel, 84: 335-340.
- [9] O.E. Ikwagwu et al., 2000. Production of biodiesel using rubber [Hevea brasiliensis (Kunth. Muell.)] seed oil, Industrial Crops and Products, 12 : 57-62.