รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาซัลโฟเนตวานาเดีย-ไทเทเนีย และ แอมเบอร์ลิสต์ ควบคู่กับโอโซนสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

Study of Sulfonated Vanadia – Titania Catalyst and Amberlyst with Ozone for Bio-Diesel from Crude Palm Oil

โดย ผศ.ดร. ฤกฤทธิรา รัตนวิไล และคณะ

กันยายน 2552

การศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาซัลโฟเนตวานาเดีย-ไททาเนีย และ แอมเบอร์ลีสต์

ควบคู่กับโอโซนสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

บทคัดย่อ

ปัญหาในการดำเนินการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้น้ำมันในบ่อน้ำเสียหรือน้ำมันปาล์มดิบ คือ การที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง ซึ่งไม่สามารถใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพสูงประเภทด่าง เนื่องจากกรดไขมันอิสระจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทด่างได้สบู่เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะยับยั้งการแยกชั้นระหว่างเอสเตอร์และกลีเซอรีน กระบวนการผลิตแบบ 2 ขั้นตอน ถูกพัฒนาเพื่อใช้กับการผลิตไบโอดีเซลจากสารตั้งต้นที่มีกรดไขมันอิสระสูง โดยในขั้นตอนแรกจะทำการเปลี่ยนกรดไขมันอิสระให้เป็นเอสเตอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทของแข็งที่มีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อกรดไขมันอิสระต่ำกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก จึงผ่านเข้ากระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันที่ใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนที่สอง ซึ่งจะได้เอสเตอร์และกลีเซอรีนเป็นผลผลิต ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาใช้น้ำมันปาล์มดิบที่มีกรดไขมันอิสระประมาณร้อยละ 13.3 โดยน้ำหนัก โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเมทิลเอสเตอร์จากกระบวนการเอสเตอริฟิเคชัน คือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้คือ วานาเดีย-ไททาเนียทำการซัลโฟเนตและไม่ทำการซัลโฟเนต อุณหภูมิการทดลอง 80-120 °C และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 2-10 ชั่วโมง และทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมทิลเอสเตอร์ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน คือ เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 10-20 นาที และสัดส่วนเชิงโมลของน้ำมันปาล์มต่อเมทานอลในกระบวน การทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน 2:1-6:1 ผลการศึกษาสำหรับกระบวนการเอสเตอริฟิเคชันพบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำการซัลโฟเนตมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยามากกว่าตัวเร่งซึ่งไม่ทำการซัลโฟเนต โดย Sulfonated TiO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ว่องไวที่สุด และสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการ คือ อุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 8 ชั่วโมง โดยร้อยละการเกิดเมทิลเอสเตอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่หลังจากเวลา 8 ชั่วโมง สภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน คือ สัดส่วนเชิงโมล ของน้ำมันต่อเมทานอล เท่ากับ 1:6 และเวลาที่เหมาะสม คือ 15 นาที การประยุกต์ใช้โอโซนร่วมกับไบโอดีเซลทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า คือ Monomethyl Azelate และ Pelargonic acid ซึ่งทำให้การผลิตไบโอดีเซลมีความคุ้มทุนและมีความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ

Study of Sulfonated Vanadia – Titania Catalyst and Amberlyst with Ozone for Bio-Diesel from Crude Palm Oil

Abstract

The problem with processing waste oils or crude palm oils is that they often contain significant amounts of free fatty acid (FFA) that cannot be converted to biodiesel by using the commercially alkaline catalyst process. These FFA quickly react with the alkaline catalyst to produce soaps that inhibit the separation of the ester and glycerin. A two–step process is developed to produce biodiesel from the high FFA oils by converting FFA to its esters. The first step, solid acid catalyst reduces the FFA to less than 1% by esterification process. In the second step, methanol and alkaline catalyst convert the products of the first step to ester and glycerol by transesterification process. In this research crude palm oil with 13.3 % of FFA was used . In addition, three principal variables for esterification reaction, different kind of sulfonated and unsulfoated catalyst (vanadia-titania), reaction temperature between 80-120 °C, and reaction time duration in the range 2-10 hours valuable are investigated. Whereas only two principal variables affecting the yield of methyl ester from CPO are investigated.for transesterification; molar ratio of oil and methanol and reaction time duration in the range 10-20 minutes. The results clearly demonstrate that sulfonated catalysts are more active than unsulfonated catalysts. In addition, the sulfonated TiO_2 is the most active catalysts in this present study. The maximum methyl ester conversion for esterification is achieved at the reaction temperature of 100 °C and % yield of methyl ester slightly increased with increasing reaction duration. The maximum methyl ester conversion for transesterification is observed at molar ratio of oil and methanol is 1:6 and the reaction time is 15 minutes. Modified biodiesel with ozone produced products such as Monomethyl Azelate and Pelargonic which made biodiesel more possible in business.