

ชื่อโครงการภาษาไทย : การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยากรดของแข็งคาร์บอนสำหรับการผลิตสารเติมแต่งเชื้อเพลิงกลีเซอรอล บิวทิลอะเซทิล จากกลีเซอรอลเพื่อลด PM2.5 จากแหล่งกำเนิดเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ : Development of carbon-based solid acid catalysts for production of glycerol butyl acetal as fuel additive from glycerol to reduce PM2.5 emissions from diesel engines

หัวหน้าโครงการ : รองศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ อัสวสุชี

สังกัด : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Email : ausavasukhi@gmail.com

ทีมวิจัยและสังกัด : เจนจิรา ภูริรักษ์พิติกร / กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ฐิติพร วัฒนกุล / กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตะวัน สุขน้อย / สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมสารเติมแต่งเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบชนิดกลีเซอรอล บิวทิล อะเซทิล โดยสารเติมแต่งเชื้อเพลิงชนิดนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลและลดปริมาณฝุ่น PM2.5 จากภาคการจราจร กลีเซอรอล บิวทิล อะเซทิลในที่นี้เตรียมจากปฏิกิริยาอะเซทิลไลเซชันระหว่างกลีเซอรอลกับบิวทิลดีไฮด์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยากรดของแข็งคาร์บอนที่เตรียมจากการคาร์โบไนเซชัน และซัลโฟเนชันของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่พบมากในประเทศไทย ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน กลีเซอรอล และไม้ไผ่ ปฏิกิริยาดังกล่าวให้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอล บิวทิล อะเซทิลที่มีโครงสร้างทั้งที่เป็นวง 5 เหลี่ยม และ 6 เหลี่ยม จากผลการทดลองพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยากรดของแข็งคาร์บอนที่เตรียมได้จากถ่านไม้ไผ่มีประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาสูง โดยสถานะในการทำปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยากรดของแข็งคาร์บอนซึ่งเตรียมได้จากถ่านไม้ไผ่จำนวน 0.3 กรัม ใช้อัตราส่วนโดยโมลของบิวทิลดีไฮด์ต่อกลิเซอรอลเป็น 2.5:1 อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 70 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลีเซอรอลสูงที่สุดเป็น 83.47 เปอร์เซ็นต์ มากกว่านั้นตัวเร่งปฏิกิริยากรดของแข็งคาร์บอนที่เตรียมได้จากถ่านไม้ไผ่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้อย่างน้อย 1 รอบ โดยประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาลดต่ำลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อทำการขยายสเกลการผลิต และใช้สารป้อนเกรดการค้า พบว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกลีเซอรอลลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยกลีเซอรอล บิวทิล อะเซทิลที่เตรียมได้สามารถลดควันดำในช่วง 15-35 เปอร์เซ็นต์ และลด PM2.5 ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์เมื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในเบื้องต้นพบว่ามียะเวลาคืนทุนภายใน 1 ปี เมื่อคิดที่กำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน

คำสำคัญ : สารเติมแต่งเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ กลีเซอรอล บิวทิล อะเซทิล PM2.5 เครื่องยนต์ดีเซล

Abstract

The objective of this work is to study the preparation of oxygenated fuel additives, glycerol butyl acetal. Such fuel additives can enhance the combustion efficiency of diesel engine and reduce PM_{2.5} emissions from the road transport sector. Herein, glycerol butyl acetal was produced from the acetalization of glycerol with butyraldehyde using acidic carbon-based catalysts prepared by carbonization-sulfonation of agricultural residues commonly found in Thailand including oil palm, glycerol and bamboo. The products obtained from the reactions are isomeric glycerol butyl acetals of five-membered ring and six-membered ring. It was found that the solid acid carbon derived from bamboo charcoal shows a high catalytic performance in the acetalization of glycerol with butyraldehyde. Using 0.3 g of solid acid carbon derived from bamboo charcoal catalyst and 2.5 of butyraldehyde/glycerol molar ratio in the reaction led to the highest percentage of glycerol conversion of 83.47 at 70°C for 2 h. Moreover, such solid acid carbon derived from bamboo charcoal can be reused 1 time without a noticeable decrease in catalytic activity. The percentage of glycerol conversion observed in a large-scale production when using the commercial reactants was similar to that of preparation in the laboratory scale. The results present that as-prepared glycerol butyl acetal can reduce smoke emissions by 15-35% and PM_{2.5} emissions by 17%. The preliminary economic valuation demonstrated the payback period for the production of glycerol butyl acetal by the proposed strategy could be expected within 1 year at the production capacity of 800 kg/day.

Keywords Oxygenated fuel additives, Glycerol butyl acetal, PM_{2.5}, Diesel engines