การสังเคราะห์แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตสำหรับการทำไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์

Synthesis of Ammonium Magnesium Silicate for Biodiesel Purification

จุฬารัตน์ ขวาของ (Jurarat Kwakong)* อนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล (Anurak Petiraksakul)**

บทคัดย่อ

ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซลจากฟอสซิล (fossil fuel) ทำให้ปัจจุบันมีการใช้ไบโอดีเซลเพิ่มมากขึ้น การศึกษาเพื่อลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงคุณสมบัติไบโอดีเซลจึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันระหว่างน้ำมันพืชกับเมทานอลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธุ์ที่เป็นด่างตามด้วยการแยกกลีเซอรอลและทำไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ โดยหนึ่งในเทคนิคของการล้างไบโอดีเซลคือการผลิตโดยไม่ใช้น้ำล้าง ซึ่งอาศัยการใช้สารดูดซับกำจัดสารปนเปื้อนในไบโอดีเซลหลังจากเสร็จสิ้นปฏิกิริยา ทำให้ลดขั้นตอนในการแยกน้ำล้างและกำจัดน้ำออกจากไบโอดีเซล ส่งผลให้ประหยัดเวลาและไม่มีน้ำเสียจากการล้างไบโอดีเซล ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์สารดูดซับแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตและใช้เป็นสารดูดซับเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนในไบโอดีเซล ที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง Si : Mg : NH_4 เป็น 1 : 1.05 : 2.11 จากนั้นนำสาร ที่สังเคราะห์ได้ทดสอบกับไบโอดีเซลมีสภาวะความเป็นด่าง ผลการทดสอบการทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซลพบว่าสามารถลดค่า pH จาก 9 เป็น 7 และเมื่อเปรียบเทียบการดูดซับชนิดอื่น พบว่าสารดูดซับที่สังเคราะห์มีประสิทธิภาพที่สูงกว่า

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative fuel which is more environmental friendly than fossil diesel. The higher production cost of biodiesel is the main reason to deteriorate production as sustainable fuel. Trans-esterification of vegetable oil and methanol with homogeneous catalysts is the main reaction of biodiesel in full-scale production following with glycerol separation and biodiesel purification. Dry washing is one kinds of biodiesel cleaning, which uses absorbents to remove contaminants in crude biodiesel after completion of the reaction. This technique no need separation processes during water washing and a removal step of water remained in biodiesel so it seems that production time is reduced and wastewater from washing process is eliminated. The objective of this research is to synthesize Ammonium Magnesium Silicate (AMS) used as adsorbents for removing contaminants in crude biodiesel. The mole ratio of Si : Mg : NH_4 was 1 : 1.05: 2.11 giving the best result for the adsorbent production. The result of biodiesel purification showed that the initial pH of crude biodiesel was reduced from 9 to 7 and the AMS was suitable than other adsorbents (Silica gel and TriSyl 300).

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต การดูดซับ

Keywords: Biodiesel, Ammonium Magnesium Silicate, Adsorption,

**นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

***รองศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

บทนำ

ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกชนิดหนึ่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันการผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์นิยมทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นระหว่างน้ำมันพืชและเมทานอล โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบอัลคาไลน์ (Serio et al., 2008) โดยกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมี 3 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ การทำปฏิกิริยา การแยกกลีเซอรอลออกจากไบโอดีเซลและการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ เนื่องจากขั้นตอนการแยกกลีเซอรอลออกจากไบโอดีเซลอาจมีสิ่งปนเปื้อนตกค้างอยู่ เช่น สารตั้งต้นที่คงเหลือจากการทำปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยา และสารที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาข้างเคียง เช่น สบู่ เป็นต้นส่งผลทำให้คุณภาพไบโอดีเซลไม่ตรงตามมาตรฐาน (ศาสตวิชญ์, 2553) ในขั้นตอนการทำไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์นั้นโดยทั่วไปจะใช้น้ำในการล้าง ซึ่งเรียกว่า การล้างแบบเปียก (water washing) การล้างด้วยวิธีนี้มีข้อเสียจำนวนมาก ได้แก่ การฟอร์มตัวอีมัลชั่น การยับยั้งการแยกของไบโอดีเซล การเกิดการฟอร์มตัวของกรดไขมันอิสระและสบู่ รวมทั้งน้ำเสียที่ผ่านขั้นตอนการล้างซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนในการผลิตสูงและระยะเวลาในการผลิตนาน ดังนั้นการล้างแบบแห้ง (dry washing) จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจากไม่มีการเพิ่มน้ำในการล้าง รวมทั้งต้นทุนในการผลิตต่ำและใช้ระยะเวลาในการผลิตสั้น (Berrios, Skelton, 2008) การล้างแบบแห้งมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange resin) การใช้เยื่อเลือกผ่าน (membrane) และการใช้สารดูดซับ (adsorbent) เป็นต้น การใช้สารดูดซับเป็นวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจากไม่มีน้ำเสียในขั้นตอนการกำจัดสิ่งปนเปื้อนโดยได้กำจัดตัวเร่งปฏิกิริยากลีเซอรอลอิสระ น้ำกลีเซอ-ไรด์อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ผ่านมา (สุรวุฒิ, 2556) ได้ศึกษาการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลโดยใช้สารดูดซับซิลิกาเจลที่สังเคราะห์จากเถ้าแกลบ ในปริมาณ 1% wt./vol. ซึ่งสารดูดซับนี้มีซิลิกา (Si) เป็นองค์ประกอบ พบว่าสามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนในการทำไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ แต่เนื่องจากใน ซิลิกาเจลที่สังเคราะห์มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ความสามารถในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลลดลงและพบว่ามีการแตกตัวของเจลเป็นสารแขวนลอย ผสมอยู่ในไบโอดีเซลสารดูดซับที่นิยมใช้อีกชนิด คือ แมกนีเซียมซิลิเกตซึ่งมีสมบัติภายนอกที่แข็งกว่า ซิลิกาเจล (Clowutimon, Assawasaengrat, 2011) ไม่เกิดการแตกตัวเป็นสารแขวนลอยแต่มีประสิทธิภาพการกำจัดสิ่งปนเปื้อนใน ไบโอดีเซลปานกลาง และเนื่องจากต้องการดูดซับตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งมีสภาพความเป็นขั้ว จึงได้มีการเติมแอมโมเนียมเพื่อเพิ่มสภาพความเป็นขั้วของสารดูดซับ (Shakhashiri,2008) ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มความแข็งแรงของสารดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสิ่งปนเปื้อนในการทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซลโดยการสังเคราะห์แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตและทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับสิ่งปนเปื้อนในการทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล (Guo, Lewis, 2000)

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาและหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารดูดซับแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต โดยมุ่งเน้นเพื่อใช้ในการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากไบโอดีเซล และการศึกษาคุณลักษณะของสารดูดซับ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการผลิตไบโอดีเซลให้ตรงตามมาตรฐานระดับชุมชน

วิธีการทดลอง

การสังเคราะห์สารดูดซับ

นำสารละลายโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) เกรดวิเคราะห์จาก Panreac เข้มข้น 1 โมลาร์มาผสมกับสารละลายแมกนีเซียมไนเตรต ($(Mg(NO_3)_2.6H_2O)$เกรดวิเคราะห์จาก AJAXเข้มข้น 1 โมลาร์และสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์(NH_4Cl) เกรดวิเคราะห์จากAJAX เข้มข้น1โมลาร์ ตามอัตราส่วนโดยโมลต่างๆ ระหว่างหยด

สารละลายต้องทำการกวนอย่างสม่ำเสมอโดยใช้เครื่องกวนสาร(Hotplate &Stirrer YELLOWLINEMAGHS7,Germany) ที่อุณหภูมิ 25ºCจากนั้นนำตะกอนที่ได้ล้างด้วยน้ำกลั่นและแยกน้ำกับตะกอนโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยง แล้วจึงนำตะกอนไปอบแห้งจนน้ำหนักคงที่และทำการหาร้อยละผลผลิตจากน้ำหนักสารผลิตภัณฑ์ที่ได้เทียบกับน้ำหนักสารตั้งต้นทั้งหมด โดยสูตรในการคำนวณร้อยละผลผลิตแสดงตามสมการ (1)

$$\text{ร้อยละผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักสารผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักสารตั้งต้น}} \times 100\% \qquad (1)$$

การเตรียมไบโอดีเซลที่มีค่าpH ตั้งแต่ 8 ขึ้นไป

นำน้ำมันปาล์มปริมาตร 1,250 มิลลิลิตร อุ่นที่อุณหภูมิ 60ºC โดยใช้เครื่องให้ความร้อนและชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เกรดวิเคราะห์จาก AJAX 12.5 กรัม เติมลงในเมทานอล (CH_3OH) เกรดวิเคราะห์จากAJAX ปริมาตร312.5 มิลลิลิตร(ร้อยละ 25 ของน้ำมันโดยปริมาตร) จากนั้นนำสารละลายที่ได้เติมลงในน้ำมัน ทำปฏิกิริยาด้วยการกวนผสมที่อุณหภูมิ 60ºC เป็นเวลา 1 ชั่วโมงทำการแยกกลีเซอรอลโดยเทส่วนผสมลงในกรวยแยก ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นเป็นเวลา 15 นาที แยกของเหลวออกจากกัน โดยที่ส่วนบนคือไบโอดีเซลที่มีค่าความเป็นด่างและส่วนล่างคือ กลีเซอ-รอลและสารปนเปื้อน

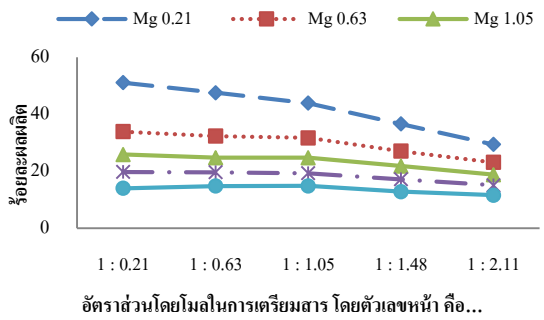
การศึกษาดูดซับสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซล

เติมสารดูดซับที่สังเคราะห์ได้ 1% (wt./vol.) ลงในไบโอดีเซล 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 ºC โดยใช้ตู้ควบคุมอุณหภูมิ(Accuplus,i250-S) พร้อมกวนผสมความเร็วคงที่เป็นเวลา 10 นาทีจากนั้นนำไปกรองเพื่อแยกสารดูดซับออกจากไบโอดีเซลด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ตรวจวัดค่าpHโดยใช้กระดาษวัด pH (pH Paper Indicator Merck) และทำการวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในไบโอดีเซลโดยวิธีการไตเตรตมาตรฐานของ ASTM D974 (Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration) เลือกอัตราส่วนโดยโมลของสารดูดซับที่มีความสามารถในการดูดซับสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลดีที่สุดมาทดลองเปรียบเทียบกับสารดูดซับประเภทอื่น ได้แก่ ซิลิกาเจลและ TriSyl 300 ซึ่งเป็นสารดูดซับที่เป็นองค์ประกอบของแมกนีเซียมซิลิเกต

ผลการทดลอง

ผลการสังเคราะห์แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตที่อัตราส่วนต่างๆ

ผลการสังเคราะห์สารดูดซับในแต่ละอัตราส่วนโดยโมลแสดงตามรูปที่ 1 พบว่า ใน Batch 1 (สัดส่วนโมล 1: 0.21 : 0.21) นั้นให้ค่าร้อยละ 51.05 ซึ่งเป็นผลผลิตที่สูงที่สุด ส่วน Batch 25 (1: 2.11 : 2.11) นั้นให้ค่าผลผลิตต่ำที่สุดคือร้อยละ11.63 จากการทดลองทั้งหมด (25Batch) และจากกราฟพบว่าเมื่อใช้แมกนีเซียมไนเตรตเพิ่มขึ้นร้อยละผลผลิตมีค่าลดลง และที่อัตราส่วนโซเดียมซิลิเกตต่อแมกนีเซียมไนเตรตคงที่การเพิ่มแอมโมเนียมคลอไรด์ มีผลต่อค่าร้อยละผลผลิตลดลงพิจารณาจากBatch 1-5ลดลงจากร้อยละ 51.05 เหลือ 29.4 ทั้งที่ใช้แอมโมเนียมคลอไรด์มากถึง 10 เท่า อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มอัตราส่วนโมลของแมกนีเซียมไนเตรตจากความเข้มข้น0.21 เป็น 0.63 ถึง2.11 พบว่าสัดส่วนโมลของแอมโมเนียมคลอไรด์ส่งผลต่อร้อยละผลผลิตลดลง



ภาพที่ 1 ร้อยละผลผลิตแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตที่อัตราส่วนโมลต่างๆ(หมายเหตุ Mg0.21คือใช้โซเดียมซิลิเกต1โมล และแมกนีเซียมไนเตรต0.21โมล แต่ต่างที่ปริมาณแอมโมเนียมคลอไรด์เปลี่ยนแปลงไป)

ผลทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับสิ่งเจือปนในไบโอดีเซลของแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต

ผลการศึกษาความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในไบโอดีเซล โดยใช้แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตที่เวลา 10 นาที ซึ่งตามอัตราส่วนโดยโมลระหว่างโซเดียมซิลิเกตต่อแมกนีเซียมไนเตรตต่อแอมโมเนียมคลอไรด์ แสดงตารางที่ 1พบว่าแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนโมล0.21 และ 0.63 มีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ได้น้อยกว่าอัตราส่วนอื่น และอัตราส่วนที่เหลือคือ 1.05,1.48 และ 2.11 มีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ได้ 100% อีกทั้งการวัดค่า pH ปรากฏว่าที่อัตราส่วนโมล0.21 และ 0.63 ให้ค่า pH ของไบโอดีเซลสูงกว่า 7 (ค่ามาตรฐานไบโอดีเซล pH=7) อัตราส่วนที่เหลือให้ค่า pH ของไบโอดีเซลเท่ากับ 7 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์คาดว่าเกิดจากการเพิ่มหมู่แอมโมเนียมในสารดูดซับทำให้มีสภาพความเป็นขั้วเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นและค่า pH ของไบโอดีเซลลดลงเนื่องจากโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ถูกดูดซับออกไป

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของไบโอดีเซลและสารดูดซับที่สังเคราะห์ ภายหลังจากการดูดซับสิ่งเจือปน

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของไบโอดีเซลภายหลังจากการดูดซับสิ่งเจือปนแสดงตารางที่ 1พบว่าแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนโมล 0.21 และ 0.63 ต่อแมกนีเซียมไนเตรตทุกอัตราส่วนหลังจากการดูดซับให้ไบโอดีเซลที่มีลักษณะขุ่น (แสดงตามภาพที่ 3) คาดว่าเกิดจากการที่สารดูดซับมีอัตราส่วนผสมของแอมโมเนียมคลอไรด์น้อยเกินไป ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ยังคงหลงเหลือในไบโอดีเซลที่อัตราส่วนโมล1.05, 1.48, 2.11 ต่อแมกนีเซียมไนเตรตทุกอัตราส่วนให้ไบโอดีเซลหลังการดูดซับมีลักษณะใส คาดว่าเกิดจากเพิ่มหมู่แอมโมเนียมในสารดูดซับทำให้สภาพความมีขั้ว (polar) ของสารดูดซับนั้นเพิ่มขึ้น (Guo, Lewis, 2000) ค่าความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จึงเพิ่มขึ้นตาม ส่วนผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของสารดูดซับที่สังเคราะห์ภายหลังจากการดูดซับสิ่งเจือปน พบว่า แมกนีเซียมไนเตรตที่อัตราส่วนโมล 0.21 มีลักษณะแตกกระจายและที่อัตราส่วนโมล 0.63 มีลักษณะบวมขึ้นหลังผ่านการดูดซับ (แสดงตามรูปที่ 4) คาดว่าเกิดจากการที่สารดูดซับมีอัตราส่วนผสมของแมกนีเซียมไนเตรต น้อยเกินไป โครงสร้างของสารดูดซับไม่แข็งแรง มีความเปราะสูง จึงเกิดการแตกตัวได้ง่าย อัตราส่วนที่เหลือคือ1.05,1.48,2.11 ต่อแอมโมเนียมคลอไรด์ทุกอัตราส่วนมีลักษณะคงรูป เนื่องจากแมกนีเซียมมีคุณสมบัติช่วยเสริมโครงสร้างสารดูดซับให้แข็งแรง ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของแมกนีเซียมไนเตรต ทำให้โครงสร้างของสารดูดซับแข็งแรง ลักษณะคงรูป

ผลการวิเคราะห์ร้อยละผลผลิตประสิทธิภาพการดูดซับและลักษณะทางกายภาพ เพื่อให้ได้อัตราส่วนโดยโมลของสารตั้งต้นที่เหมาะสม

จากผลการทดลองประสิทธิภาพการดูดซับพบว่าที่อัตราส่วนโดยโมลของแอมโมเนียมคลอไรด์ 1.05, 1.48 และ 2.11 ทุกอัตราส่วนโดยโมลของแมกนีเซียมไนเตรต สามารถดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ได้ 100% และลักษณะทางกายภาพของไบโอดีเซลหลังจากการดูดซับมีลักษณะใส อีกทั้งลักษณะทางกายภาพของสารดูดซับหลังการดูดซับมีลักษณะคงรูป จึงได้มีการพิจารณาร้อยละการผลิตเพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกอัตราส่วนโดยโมลที่เหมาะสม จากกราฟรูปที่ 1พบว่าที่อัตราส่วนโดยโมลของ $Mg(NO_3)_2\ 6H_2O : NH_4Cl$ (1.05 : 1.48) ให้ค่าผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 22.65 (Batch 14)

ผลเปรียบเทียบความสามารถการดูดซับของแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตกับสารดูดซับชนิดอื่น

ผลการทดลองความสามารถในการดูดซับสิ่งปนเปื้อน พบว่าสารดูดซับทั้ง 3 ชนิด คือแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต ซิลิกาเจลและTriSyl 300 (แสดงตาม

รูปที่ 5) สามารถดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในไบโอดีเซลได้ปีน 100% และค่าความกรด-ด่าง (pH) ของไบโอดีเซลภายหลังการดูดซับเท่ากับ7 ดังแสดงตารางที่2 แต่เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพหลังการดูดซับของไบโอดีเซล พบว่าลักษณะไบโอดีเซลที่ใช้แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตเป็นสารดูดซับมีลักษณะใส แต่ซิลิกาเจลและTriSyl 300 มีลักษณะขุ่น คาดว่าเกิดจากขั้นตอนการกวนสาร เนื่องจากซิลิกาเจลมีน้ำเป็นองค์ประกอบในเจลทำให้แตกตัวง่ายส่วนTriSyl300 มีลักษณะเป็นผง เกิดเป็นสารแขวนลอยอยู่ในไบโอดีเซล จึงทำให้ไบโอดีเซลมีลักษณะขุ่นและลักษณะสารดูดซับหลังการดูดซับ (แสดงตามรูปที่ 6) พบว่าแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตมีลักษณะคงรูป คาดว่าเกิดจากแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตมีส่วนประกอบของแอมโมเนียมและแมกนีเซียมช่วยเสริมโครงสร้างของสารดูดซับให้แข็งแรงและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ให้ดียิ่งขึ้น แต่ซิลิกาเจลมีลักษณะบวมและแตกกลายเป็นสารแขวนลอยอยู่ในไบโอดีเซล ส่วนTriSyl 300 มีลักษณะเป็นผงละเอียดจึงต้องรอให้ตกตะกอน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสังเคราะห์แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตเพื่อลดค่าความเป็นด่างในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลแบบแห้ง สรุปว่าที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างแมกนีเซียมไนเตรตต่อแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการผลิต คือ 1.05 : 2.11 จากนั้นนำไปดูดซับ KOH ที่เจือปนในไบโอดีเซล พบว่าสามารถลดค่า pH จาก 9 เป็น 7 และเมื่อเปรียบเทียบการดูดซับกับสารดูดซับชนิดอื่น พบว่าสารดูดซับที่สังเคราะห์มีประสิทธิภาพที่สูงกว่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

ศาตนวิชญ์ แสนสุข. การกำจัดสิ่งเจือปนในไบโอดีเซลที่ผลิตจากเอทานอล/เมธานอลโดยใช้สารดูดซับฐานซิลิกา [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2553.

สุรวุฒิ พวงมาลี. การสังเคราะห์ซิลิกาเจลจากเถ้าแกลบสำหรับทำบริสุทธิ์ไบโอดีเซล [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี]. กรุงเทพมหานคร:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2556.

Berrios M, Skelton R.L. Comparison of purification methods for Biodiesel.Chemical Engineering Journal 2008; 144(3): 459-465.

Clowutimon W, Assawasaengrat P. Adsorption of Free Fatty Acid from Crude Palm Oil on Magnesium Silicate Derived From Rice Husk. Engineering Journal 2011; 15(3): 15-25.

Guo J.J, Lewis J.A. Effects of Ammonium Chloride on the Rheological Properties and Sedimentation Behavior of Aqueous Silica Suspensions. Journal of the American Ceramic Society 2000; 83(2): 266-272.

Serio M.D, Tesser R, Pengmei L, Santacesaria E. Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production. Energy & Fuels 2008; 22(1): 207–217.

Shakhashiri B. AMMONIA NH_3. General Chemistry [serial online] 2008[cited 2008 Feb_1]. Available from: http://scifun.chem.wisc.edu/chemweek/pdf/ammonia.pdf.

ตารางที่ 1ผลประสิทธิภาพการดูดซับ ความเป็นกรด-ด่างและลักษณะทางกายภาพหลังการดูดซับ

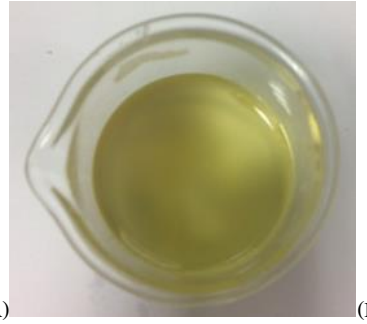
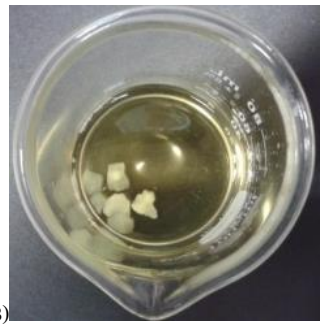
Batch	Na_2SiO_3 : $Mg(NO_3)_2 6H_2O$: NH_4Cl	pH	ค่าความเข้มข้น KOH (mg/g)	ร้อยละผลผลิตการดูดซับ	ลักษณะทางกายภาพหลังการดูดซับ	
					ไบโอดีเซล	สารดูดซับ
1	1 : 0.21 : 0.21	8	0.1403	75	ขุ่น	แตก
2	1 : 0.21 : 0.63	7.5	0.701	87.5	ขุ่น	แตก
3	1 : 0.21 : 1.05	7	0	100	ใส	แตก
4	1 : 0.21 : 1.48	7	0	100	ใส	แตก
5	1 : 0.21 : 2.11	7	0	100	ใส	แตก
6	1 : 0.63 : 0.21	8	0.2104	62.5	ขุ่น	บวม
7	1 : 0.63 : 0.63	7.5	0.1052	81.3	ขุ่น	บวม
8	1 : 0.63 : 1.05	7	0	100	ใส	บวม
9	1 : 0.63 : 1.48	7	0	100	ใส	บวม
10	1 : 0.63 : 2.11	7	0	100	ใส	บวม
11	1 : 1.05 : 0.21	8	0.1578	72	ขุ่น	คงรูป
12	1 : 1.05 : 0.63	7.5	0.0789	86	ขุ่น	คงรูป
13	1 : 1.05 : 1.05	7	0	100	ใส	คงรูป
14	1 : 1.05 : 1.48	7	0	100	ใส	คงรูป
15	1 : 1.05 : 2.11	7	0	100	ใส	คงรูป
16	1 : 1.48 : 0.21	8	0.1403	75	ขุ่น	คงรูป
17	1 : 1.48 : 0.63	7.5	0.0701	88	ขุ่น	คงรูป
18	1 : 1.48 : 1.05	7	0	100	ใส	คงรูป
19	1 : 1.48 : 1.48	7	0	100	ใส	คงรูป
20	1 : 1.48 : 2.11	7	0	100	ใส	คงรูป
21	1 : 2.11 : 0.21	8	0.1403	75	ขุ่น	คงรูป
22	1 : 2.11 : 0.63	7.5	0.0701	88	ขุ่น	คงรูป
23	1 : 2.11 : 1.05	7	0	100	ใส	คงรูป
24	1 : 2.11 : 1.48	7	0	100	ใส	คงรูป
25	1 : 2.11 : 2.11	7	0	100	ใส	คงรูป

หมายเหตุ ไบโอดีเซลก่อนทำบริสุทธิ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9 และค่าความเข้มข้นKOH 0.5610 (mg/g)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับ KOH ของแอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตกับสารดูดซับชนิดอื่น

สารดูดซับ	pH	ร้อยละผลผลิตการดูดซับKOH	ลักษณะทางกายภาพหลังการดูดซับ	
			ไบโอดีเซล	สารดูดซับ
แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต	7	100	ใส	คงรูป
ซิลิกาเจล	7	100	ขุ่น	บวม
TriSyl 300	7	100	ขุ่น	คงรูป

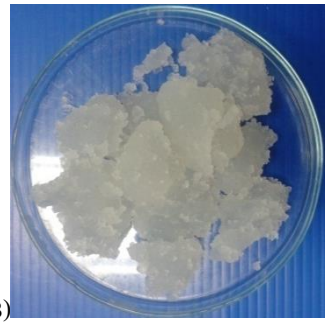
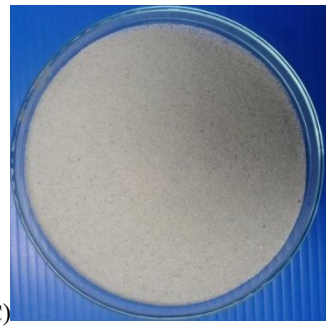
หมายเหตุ ไบโอดีเซลก่อนทำบริสุทธิ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9 และค่าความเข้มข้นKOH 0.5610 (mg/g)

A)  (B) 

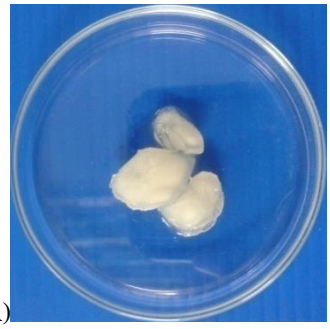
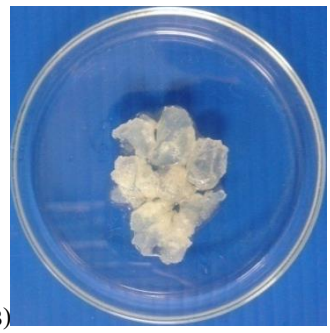
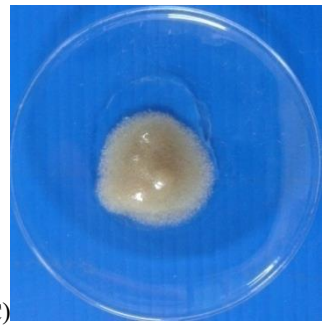
ภาพที่ 3 ไบโอดีเซลที่ผ่านการกำจัดสิ่งเจือปน(A) ลักษณะขุ่น (B) ลักษณะใส

(A) (B) (C)

ภาพที่ 4 แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกตหลังการดูดซับ(A) แตกตัว (B) บวม(C) คงรูป

(A) (B)  (C) 

ภาพที่ 5 ภาพแสดงลักษณะสารดูดซับ (A)แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต (B) ซิลิกาเจล(C) TriSyl 300

(A)  (B)  (C) 

ภาพที่ 6 ภาพแสดงลักษณะสารดูดซับหลังการดูดซับ (A)แอมโมเนียมแมกนีเซียมซิลิเกต (B) ซิลิกาเจล(C) TriSyl 300