

ศิริพร โกษาวัฒนกุล : การปรับปรุงและเสถียรภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีซีโอไลต์เป็นหลัก สำหรับทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มและการเปลี่ยนกลีเซอรอลเป็นกลีเซอรอลคาร์บอเนต (IMPROVEMENT AND STABILITY OF ZEOLITE-BASED CATALYSTS FOR TRANSESTERIFICATION OF PALM OIL AND GLYCEROL CONVERSION TO GLYCEROL CARBONATE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.จตุพร วิทยาคุณ, 89 หน้า

คำสำคัญ: เสถียรภาพ/ ซีโอไลต์/ ตัวเร่งปฏิกิริยา/ พูจาไซต์/ ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน/ น้ำมันปาล์ม/ กลีเซอรอล/ กลีเซอรอลคาร์บอเนต/ ซีโอไลต์ BPH / ซีโอไลต์ขนาดนาโน/ นาโนซีต

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทยยังคงเผชิญกับภาวะอุปทานส่วนเกินอย่างต่อเนื่อง ทำให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น การผลิตน้ำมันไบโอดีเซล และอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอล เป็นต้น ต้องช่วยกันจัดการกับปัญหาข้างต้น โดยวิทยานิพนธ์นี้ได้สาธิตการใช้ประโยชน์ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มและการเพิ่มมูลค่าแก่สารกลีเซอรอลให้กลายเป็นสารเคมีที่มีมูลค่าสูง ซึ่งเน้นการปรับปรุงและการศึกษาเสถียรภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ที่มีซีโอไลต์เป็นหลัก

ในการศึกษาส่วนแรกนี้เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบสมบัติเคมีกายภาพและประสิทธิภาพในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียม (K) ที่รองรับบนซีโอไลต์ NaX และ NaY (K/NaX และ K/NaY ตามลำดับ) ซึ่งที่ผ่านมายังไม่มีมีการนำตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ไปทดสอบในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันภายใต้สภาวะที่กำหนดและใช้น้ำมันพืชชนิดเดียวกัน ในงานนี้ใช้วิธีการเอ็บซุ่มด้วยสารตั้งต้นจากบัพเฟอร์โพแทสเซียมอะซิเตตร่วมกับวิธีอัลตราซาวด์ในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา จากผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างของซีโอไลต์ NaX มีเสถียรภาพมากกว่าโครงสร้างของซีโอไลต์ NaY ภายหลังจากการเอ็บซุ่มและการเผา นอกจากนี้ยังพบว่า K/NaX มีความเป็นเบสสูงกว่า K/NaY จากนั้นทั้ง K/NaX และ K/NaY ได้นำไปทดสอบการเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มและเมทานอล เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่เป็นผลิตภัณฑ์หลัก และกลีเซอรอลที่เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมตามลำดับ โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ให้ผลผลิตไบโอดีเซลสูง เมื่อทำการทดสอบทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันในครั้งแรก ขณะที่ตัวเร่งปฏิกิริยา K/NaX ให้ผลผลิตที่สูงกว่า K/NaY ในการทดสอบรอบที่สอง จากผลการศึกษา ตัวเร่งปฏิกิริยา K/NaX มีความเหมาะสมกับปฏิกิริยานี้

การศึกษาส่วนที่สองนี้ได้สาธิตกระบวนการทางเลือกและความยั่งยืนเพื่อที่จะเปลี่ยนสารกลีเซอรอลที่เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันที่กล่าวไว้ข้างต้นให้กลายเป็นสารเคมีที่มีมูลค่าสูง งานในส่วนนี้ได้อธิบายผลเชิงสัมพันธวิทยาของนาโนซีตซีโอไลต์ BPH ที่มีผลต่อการแปรสภาพของกลีเซอรอลให้เป็นกลีเซอรอลคาร์บอเนต ในการสังเคราะห์ซีโอไลต์ BPH ที่มีขนาด

และสัดส่วน Si/Al ที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มัล หลังจากนั้นจึงแลกเปลี่ยนไอออนของซีโอไลต์ ทั้งสองชนิดที่สังเคราะห์ขึ้น (nano CsBPH\_AP และ micro KBPH\_AP) กับสารตั้งต้นโพแทสเซียม (K) หรือซีเซียม (Cs) จากผลการศึกษาพบว่า nano CsBPH\_AP ที่ผ่านการแลกเปลี่ยนกับไอออน โพแทสเซียม (nano K-CsBPH\_IE) และ micro KBPH\_AP ที่ผ่านแลกเปลี่ยนกับไอออนซีเซียม (micro Cs-KBPH\_IE) มีลักษณะโครงสร้าง สัณฐานวิทยา และหมู่ฟังก์ชัน คล้ายกับซีโอไลต์ตั้งต้น ในขณะที่ nano CsBPH\_AP มีขนาดอนุภาคเล็กและมีช่องทางการแพร่เชิงโมเลกุลสั้น จึงทำให้ตัวเร่ง ปฏิกริยานี้มีประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม จากการศึกษาสภาวะเหมาะสมในการเร่ง ปฏิกริยาได้แก่อุณหภูมิ 120 °C เวลา 3 ชั่วโมง กับตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก และใช้ สัดส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อไดเมทิลคาร์บอเนตเป็น 1 ต่อ 5 โดยตัวเร่งปฏิกิริยานี้ให้ ประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาที่ดีถึงการทดสอบรอบที่สี่



สาขาวิชาเคมี

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา

ศิริพร โทษามงคล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

อุทมา ทอดกุล

SIRIPORN KOSAWATTHANAKUN : IMPROVEMENT AND STABILITY OF ZEOLITE-BASED CATALYSTS FOR TRANSESTERIFICATION OF PALM OIL AND GLYCEROL CONVERSION TO GLYCEROL CARBONATE. THESIS ADVISOR : PROF. JATUPORN WITTAYAKUN, Ph.D. 89 PP.

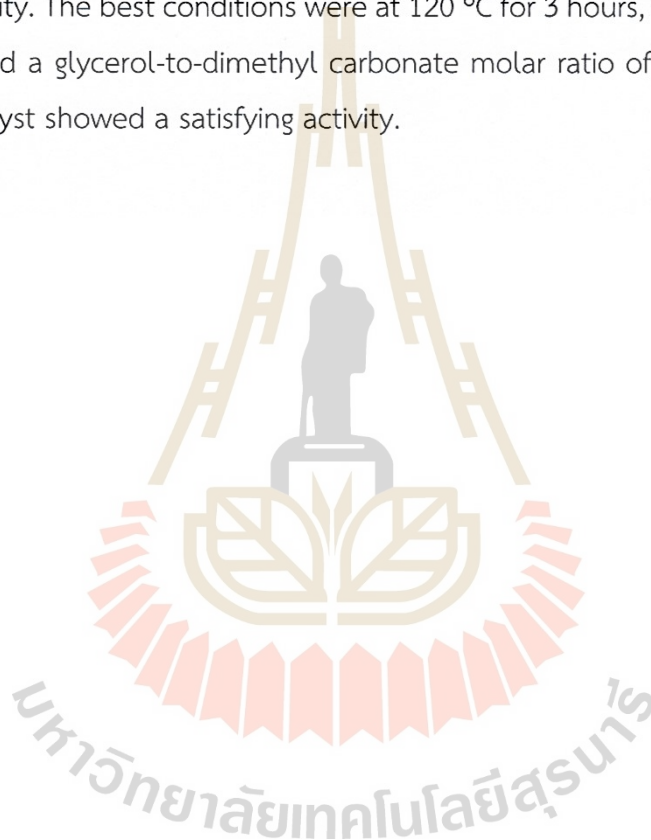
Keyword: Stability/ Zeolite/ Catalyst/ Faujasite/ Transesterification/ Palm oil/ Glycerol/ Glycerol carbonate/ BPH Zeolite/ Nanosized zeolite/ Nanosheet

From many years ago, Thailand's crude palm oil industry has experienced an oversupply. Accordingly, several relevant industries such as biodiesel production and oleochemicals industry have to overcome the situation. Hence, this thesis demonstrates the utilization of transesterification of palm oil and the valorization of glycerol towards high-valued chemicals. This involves the improvement and stability studies of heterogeneous zeolite-based catalysts.

The first part of this study started by comparing physicochemical properties and catalytic performance for biodiesel production by potassium (K) catalysts supported on zeolite NaX and NaY (K/NaX and K/NaY, respectively). Although the K/NaX and K/NaY catalysts are active for the transesterification of Jatropha seed and palm oils, they were prepared by different methods and have not been tested with the same oil. In this work, the catalysts were prepared by ultrasound-assisted impregnation using a potassium acetate buffer. The structure of NaX was more stable than that of the NaY after the impregnation and then calcination. Furthermore, K/NaX had higher basicity than K/NaY. Then, both K/NaX and K/NaY were catalytically evaluated in the transesterification of palm oil and methanol to achieve biodiesel and glycerol as major and co-products, respectively. These catalysts produced high biodiesel yields in the first run of the transesterification. K/NaX produced a higher yield than K/NaY in the second run. As a result, the K/NaX catalyst is appropriate for this reaction.

The second part demonstrates an alternative and sustainable process to converse glycerol as a co-product from the transesterification above to high-valued chemicals. This part elucidates the morphological effect of BPH zeolite nanosheets on

the conversion of glycerol towards glycerol carbonate. A hydrothermal approach was used to synthesize as-prepared BPH zeolites with different sizes and Si/Al ratios. Both as-prepared ones (nano CsBPH\_AP and micro KBPH\_AP) were ion-exchanged with either K or Cs precursors. The structures, morphologies, and functional groups of ion-exchanged nano CsBPH\_AP and ion-exchanged micro BPH\_AP (nano K-CsBPH\_IE and micro Cs-KBPH\_IE, respectively) were identical to their parents. Because of its tiny particle size and short molecular diffusional path, nano CsBPH\_AP provided optimum reaction activity. The best conditions were at 120 °C for 3 hours, with a catalyst loading of 6 wt % and a glycerol-to-dimethyl carbonate molar ratio of 1:5. Up to the fourth run, the catalyst showed a satisfying activity.



School of Chemistry  
Academic Year 2021

Student's Signature ศิวพร ไชยกุล  
Advisor's Signature ดร.พร อุดม