การศึกษาการเตรียมตัวเร่งจากใบอ้อยเพื่อสังเคราะห์ 2,5-furandicarboxylic acid methyl ester (FDME) จาก galactaric acid และ dimethyl carbonate โดยใช้พลังงานความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ

อันนา ตันวาณิชกุล[1], ปทิตตา อาภรณ์แก้ว[1], สุพัตตรา อินทรบุญญา[2], และ แอนดรูว์ ฮันท์[2*]

[1]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) จังหวัดขอนแก่น 40002
[2]ศูนย์วิจัยเคมีวัสดุ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
**Corresponding author: andrew@kku.ac.th*

บทคัดย่อ

2,5-Furandicarboxylic acid methyl ester (FDME) เป็นหนึ่งในมอนอเมอร์ชีวภาพเกิดใหม่ที่มีความสำคัญ ซึ่งได้รับความสนใจอย่างมากสำหรับการสังเคราะห์พอลิเอสเตอร์ โดยเฉพาะในการผลิตโพลีเอทิลีนฟูราโนเอต (PEF) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ FDME แบบวันพอต (2 ขั้นตอน) จากกรดกาแลคทาริกที่ได้จากเพกทิน และไดเมทิลคาร์บอเนต (DMC) โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาคาร์บอนที่ผ่านการซัลโฟเนชันซึ่งเตรียมจากวัสดุเหลือใช้อ้อยภายใต้สภาวะไมโครเวฟ ตัวเร่งปฏิกิริยาคาร์บอนที่ผ่านการซัลโฟเนชันถูกวิเคราะห์ลักษณะสมบัติด้วยเทคนิค SEM, EDX, TEM, Raman, XPS, FT-IR, CHN-S, TGA, XRD, BET การวัดความเป็นกรดบนผิว และ solid-state NMRผลการศึกษาพบว่าคาร์บอนซัลโฟเนตจากวัสดุเหลือใช้อ้อยมีประสิทธิภาพสำหรับทั้งขั้นตอนการคายน้ำและเอสเทอริฟิเคชันในการสังเคราะห์ FDME โดยให้ผลผลิตร้อยละ 75.85 นอกจากนี้ ตัวเร่งปฏิกิริยายังสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้มากกว่าห้ารอบเมื่อเปรียบเทียบกับกรดโฮโมจีนีอัสแบบดั้งเดิมและตัวเร่งเฮเทอโรจีนีอัสที่มีรายงานก่อนหน้านี้ คาร์บอนซัลโฟเนตจากอ้อยให้ความสามารถในการนำกลับมาใช้ซ้ำที่ดีขึ้น และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปฏิกิริยาการคายน้ำและเอสเทอริฟิเคชันที่เกี่ยวข้องกับ FDME

คำสำคัญ: มอนอเมอร์ชีวภาพ / ไดเมทิลคาร์บอเนต (DMC) / กระบวนการสังเคราะห์ที่ยั่งยืน / ตัวเร่งกรดของแข็ง / ตัวเร่งคาร์บอนซัลโฟเนต

Production of 2,5-furandicarboxylic acid methyl esters from galactaric acid via dimethyl carbonate under microwave condition based on sulfonated carbon catalysts from sugarcane waste

Anna Tanwanichkul[1], Patitta Arpornkaew[1], Suphatta Aintharabunya[2], and Andrew John Hunt[2*]

[1]Demonstrationschool of Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

[2]Materials Chemistry Research Center, Department of Chemistry and Center of Excellence for Innovation in Chemistry, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

** Corresponding author: andrew@kku.ac.th*

Abstract

2,5-Furandicarboxylic acid methyl ester (FDME) is one of the most important emerging renewables monomers, which has gained significant interest polyester synthesis for the production of polyethylene furanoate (PEF). This study aims to investigate the one-pot (2 steps) synthesis of FDME from pectin-based galactaric acid and dimethyl carbonate (DMC) using a sulfonated carbon catalyst from sugarcane waste under microwave conditions. The sulfonated carbon catalysts were characterized by SEM, EDX, TEM, Raman, XPS, FT-IR, CHN-S, TGA, XRD, BET, surface acidity, and solid-state NMR. A sugarcane waste sulfonated carbon was effective for both dehydration and esterification steps of the FDME (75.85% yield). Moreover, the catalysts were successfully reused for more than five cycles. Compared with conventional homogeneous acids and previously reported heterogeneous catalysts, the sulfonated sugarcane waste carbons have provided improved recyclability, and reduced environmental impact in FDME-related dehydration and esterification reactions.

Keywords: Sustainable catalysis / Sulfonated carbon catalyst / Solid acid catalysts / Dimethyl carbonate (DMC) / 2,5-Furandicarboxylic acid methyl ester (FDME)