

สารบัญ

คำนำ	ก
บทคัดย่อ	จ
บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เชื้อเพลิงชีวภาพ	4
2.2 การสังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural	7
2.3 การใช้เรซินเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	10
วิธีการวิจัยและผลการวิจัย	13
3.1 สารเคมี	13
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	14
3.3 วิธีการวิจัย	15
3.4 ผลการวิจัย	21
อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	29
4.1 อภิปรายผลการวิจัย	29
4.2 สรุปผลการวิจัย	35
เอกสารอ้างอิง	36
ประวัติผู้วิจัย	38

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แผนภาพในการผลิตอัลเคนเหลวที่ได้จากชีวมวลใน biorefinery	8
รูปที่ 2.2	ปฏิกิริยา dehydration ของ fructose	9
รูปที่ 2.3	การสังเคราะห์ [NMM] ⁺ [CH ₃ SO ₃] ⁻	9
รูปที่ 2.4	กลไกการเกิดปฏิกิริยา dehydration ในการสังเคราะห์ HMF จาก fructose	9
รูปที่ 2.5	การเตรียม supported ionic liquid	10
รูปที่ 2.6	ปฏิกิริยา hydrolysis ของ propylene carbonate	11
รูปที่ 2.7	การใช้ polystyrene supported ionic liquid เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา Aldol-type coupling	11
รูปที่ 2.8	การสังเคราะห์ PS-CH ₂ Cl และ PS-CH ₂ -[SO ₃ H-pIM][HSO ₄]	12
รูปที่ 2.9	ปฏิกิริยา esterification ระหว่างกรดและแอลกอฮอล์	12
รูปที่ 3.1	การสังเคราะห์ [NMM] ⁺ [CH ₃ SO ₃] ⁻	15
รูปที่ 3.2	การสังเคราะห์เรซิน R1	16
รูปที่ 3.3	การสังเคราะห์เรซิน R2	17
รูปที่ 3.4	การสังเคราะห์เรซิน R3	17
รูปที่ 3.5	การสังเคราะห์เรซิน R4	18
รูปที่ 3.6	สังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural โดยใช้ [NMM] ⁺ [CH ₃ SO ₃] ⁻ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	18
รูปที่ 3.7	สังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural โดยใช้ ionic resin เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	19
รูปที่ 3.8	สเปกตรัม ¹ H-NMR ใน DMSO ของ [NMM] ⁺ [CH ₃ SO ₃] ⁻	21
รูปที่ 3.9	สเปกตรัม ¹ H-NMR ใน CDCl ₃ ของ 2-furaldehyde	25
รูปที่ 3.10	สเปกตรัม ¹ H-NMR ใน CDCl ₃ ของ Crude ที่มีสาร reference	26
รูปที่ 3.11	สเปกตรัม ¹ H-NMR ใน D ₂ O ของ 5-hydroxymethylfurfural	27
รูปที่ 3.12	สเปกตรัม ¹³ C-NMR ใน CDCl ₃ ของ 5-hydroxymethylfurfural	28
รูปที่ 4.1	ionic resin 4 ชนิด ที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	29
รูปที่ 4.4	การสังเคราะห์เรซิน R3	30
รูปที่ 4.3	การสังเคราะห์เรซิน R2	31
รูปที่ 4.2	การสังเคราะห์เรซิน R1	31
รูปที่ 4.5	การสังเคราะห์เรซิน R4	32

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ผลของปฏิกิริยา dehydration ของ fructose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	10
ตารางที่ 3.1	ชนิดตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวทำละลาย และอุณหภูมิที่ใช้ในการสังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural จาก D(-)-fructose	20
ตารางที่ 3.2	ผลของชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวทำละลาย และอุณหภูมิที่ใช้สังเคราะห์ 5-hydroxymethyl-furfural	24
ตารางที่ 3.3	ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่าง D(-)-fructose:ionic resin และความเข้มข้นของ D(-)-fructose ในการสังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural	27
ตารางที่ 4.1	ผลของชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวทำละลาย และอุณหภูมิที่ใช้สังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural	33
ตารางที่ 4.2	ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่าง D(-)-fructose:ionic resin และความเข้มข้นของ D(-)-fructose ในการสังเคราะห์ 5-hydroxymethylfurfural	34