

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของอนุภาค (Particle Density)

จากการนำไยุ่นที่ผ่านการทำปฏิกิริยาโอ-ซัลโฟเนชัน (O-Sulfonation reaction) มาทำการหาค่าความหนาแน่นโดยใช้ขวดพิกโนมิเตอร์ (pycnometer) แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความหนาแน่นที่ได้จากการคำนวณ และการหาค่าเฉลี่ย

ตัวอย่าง	ค่าความหนาแน่นของ g/cm^3		
ไยุ่น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
	7.3951×10^{-3}	9.0477×10^{-3}	8.2214×10^{-3}

ในการหาความหนาแน่นของไยุ่นที่ผ่านการทำปฏิกิริยาโอ-ซัลโฟเนชัน พบว่ามีความหนาแน่นเท่ากับ $8.2214 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

4.2 การไตเตรทหาความเข้มข้นกรด

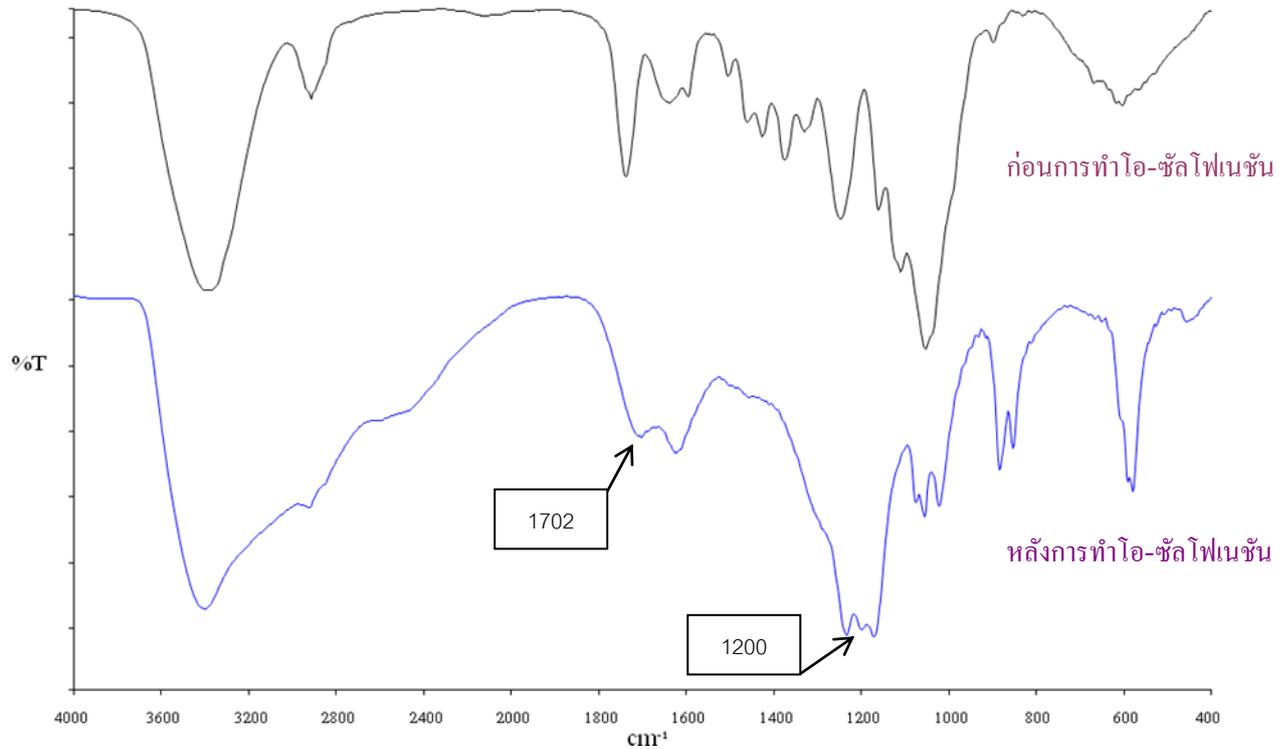
ในการไตเตรทหาความเข้มข้นของกรดบนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากไยุ่นด้วยสารละลาย NaOH 0.01862 mol แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลความเข้มข้นของกรดบนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากไยุ่น

ตัวอย่าง	ความเข้มข้น หน่วยเป็น โมล (mol/g)			
ไยุ่น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
	0.3417	0.3416	0.3416	0.3415

จากผลการคำนวณความเข้มข้นของกรดบนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากไยุ่น พบว่ามีความเข้มข้นกรดอยู่ 0.3415 mol/g

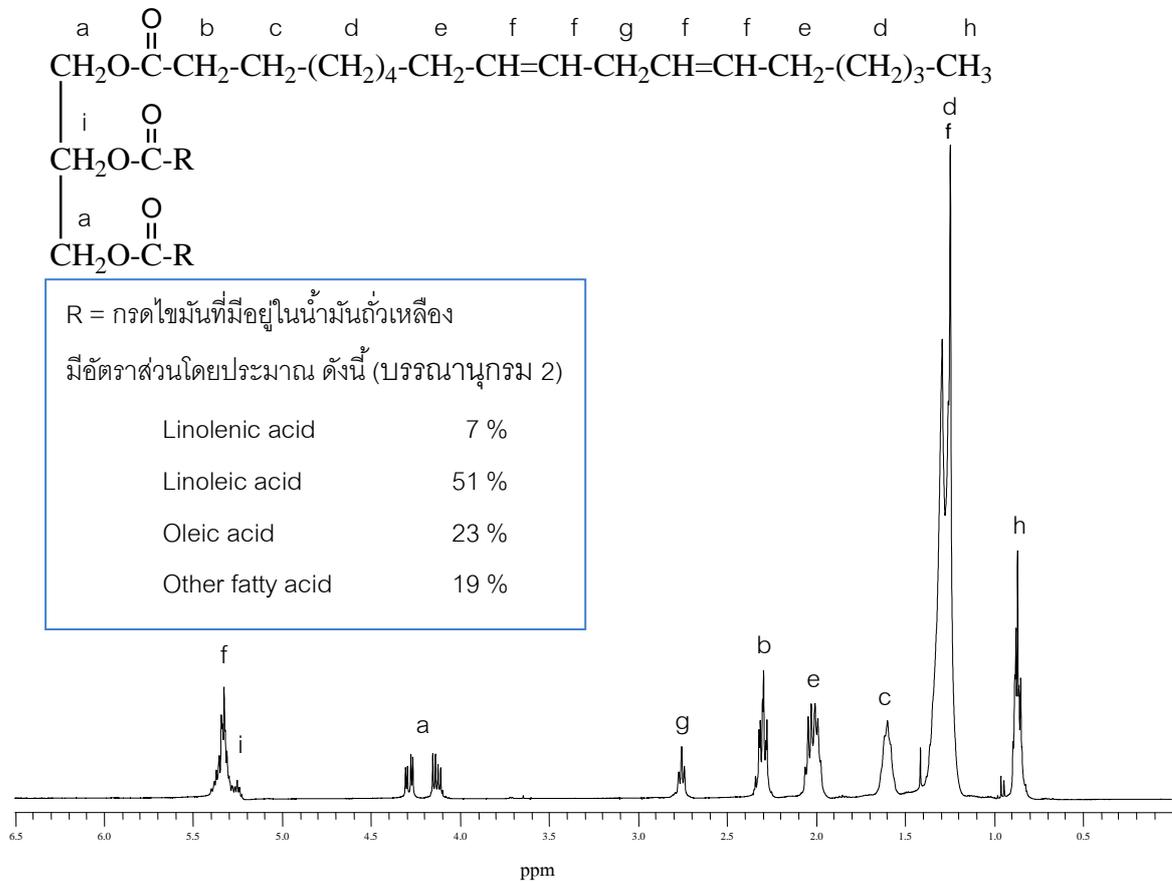
4.3 การวิเคราะห์การทำปฏิกิริยาไอ-ซัลโฟเนชันบนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากไยโน่น ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy



รูปที่ 8 : การวิเคราะห์การทำปฏิกิริยาซัลโฟเนชันบนไยโน่น ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy

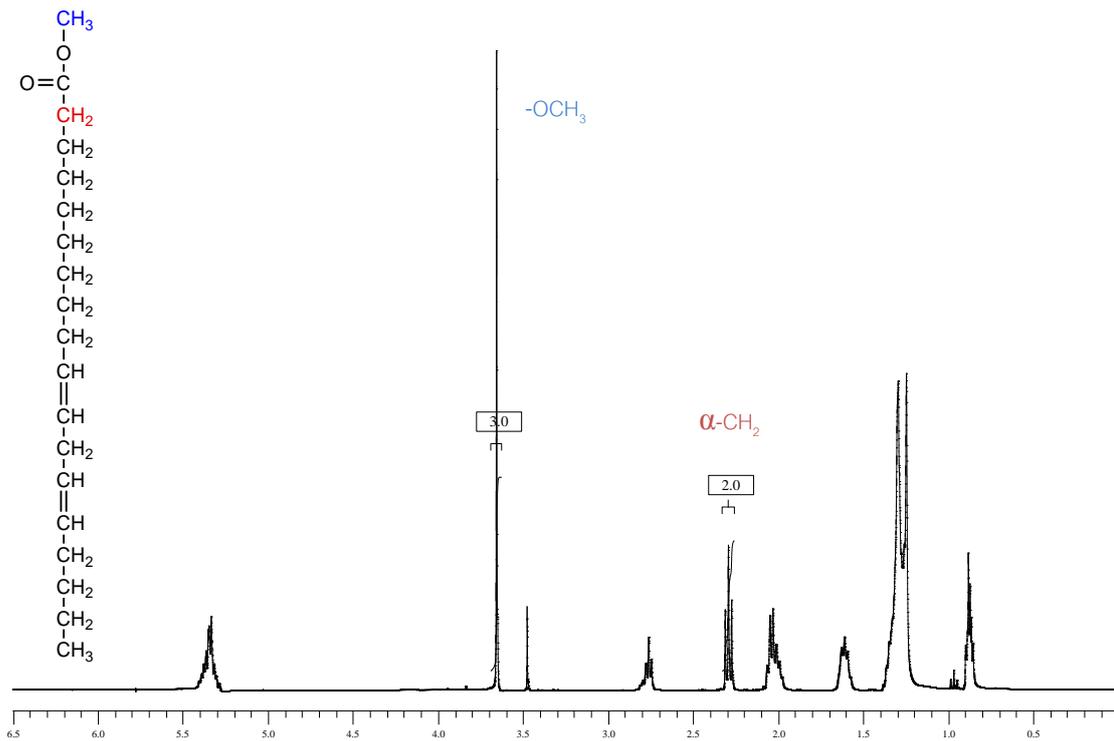
ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของไยโน่นที่ผ่านการทำปฏิกิริยาไอ-ซัลโฟเนชัน พบว่าจะปรากฏพีคขึ้นที่ประมาณ 1702 cm^{-1} และ 1200 cm^{-1} ซึ่งเป็น $-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$ stretching จึงสรุปได้ว่าเกิดหมู่ $-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$ บนไยโน่นหลังทำปฏิกิริยาไอ-ซัลโฟเนชัน ดังรูปที่ 8

4.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลง (%Conversion) ของเมทิลเอสเทอร์ จากน้ำมันถั่วเหลือง

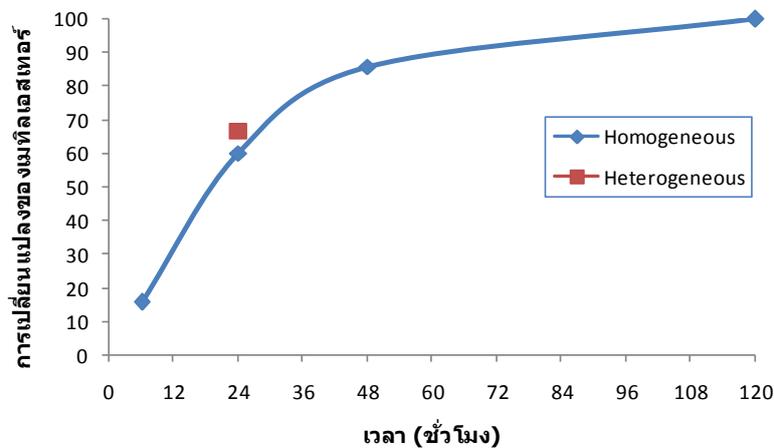


รูปที่ 9 แสดง ^1H NMR สเปกตรัมของน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์

เป็นการวิเคราะห์น้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้ว ด้วยเทคนิค ^1H NMR Spectroscopy ดังรูปที่ 9 ซึ่งจะบ่งบอกถึงค่า chemical shift ของโปรตอนแต่ละตำแหน่ง (บรรณานุกรม 1)



รูปที่ 10 แสดงสัญญาณของน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลแล้ว (100%)



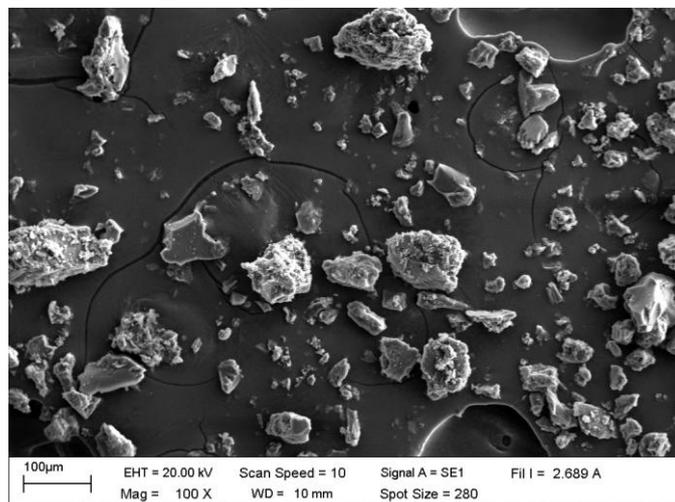
รูปที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเมทิลเอสเทอร์ ด้วยเทคนิค ^1H NMR

ในการศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรด ชนิด Homogeneous (H_2SO_4) และ Heterogeneous (ใยุ่นุ่นที่ผ่านการทำไอ-ซัลโฟเนชัน) โดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นสารตั้งต้น ซึ่งในน้ำมันถั่วเหลืองประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด แต่ชนิดที่มีมากที่สุด คือ Linoleic acid แสดงผล ^1H NMR ของน้ำมันถั่วเหลืองดังรูปที่ 9 เมื่อผ่านปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน และทรานเอสเทอริฟิเคชัน จะเกิดพีคของเมทิลเอสเทอร์ขึ้นที่ 3.66 ppm ดังรูปที่ 10 เมื่อนำผลจากการศึกษาตัวเร่งทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบกันที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่าตัวเร่งชนิด Homogeneous (H_2SO_4) เกิดเมทิลเอสเทอร์ 60 เปอร์เซ็นต์ และตัวเร่งชนิด Heterogeneous (ใย-

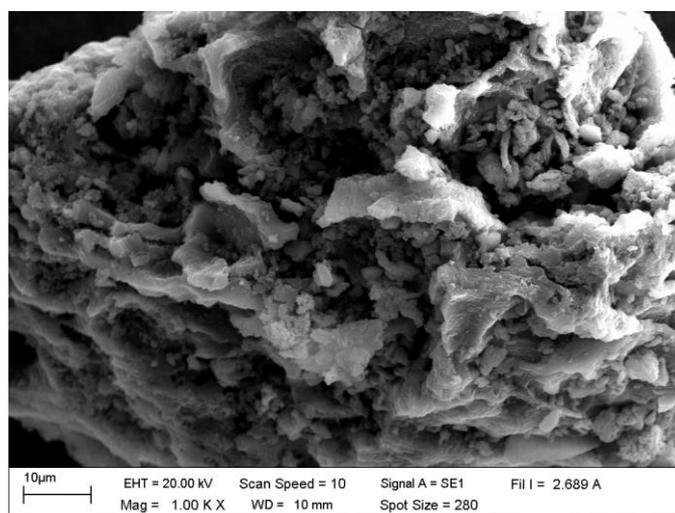
นุ่นที่ผ่านการทำไอ-ซัลโฟเนชัน) เกิดเมทิลเอสเทอร์ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 10 โดยศึกษาที่อัตราส่วนโดยโมล ของน้ำมันถั่วเหลืองต่อเมทานอล (1:30) ที่ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 1 %wt (โดยน้ำหนักของน้ำมันถั่วเหลือง) ที่อุณหภูมิ 80.0 องศาเซลเซียส โดยที่เราจะเลือกช่วงเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวเร่งทั้งสองชนิดที่เวลา 24 ชั่วโมง เพราะช่วง 24 ชั่วโมงแรก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของเมทิลเอสเทอร์ที่สูง

4.5 การวิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากไยนุ่น ด้วยการสแกนด้วยอนุภาคอิเล็กตรอนแบบส่องกราด Scanning Electron Microscope (SEM)

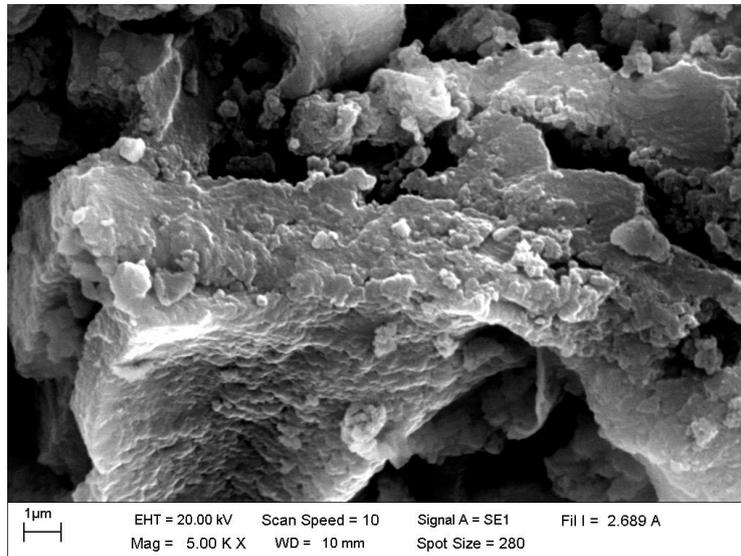
เพื่อหาขนาดของอนุภาคอย่างคร่าวๆ ของไยนุ่นที่ผ่านการทำไอ-ซัลโฟเนชัน จะเห็นว่าขนาดอนุภาคจะอยู่ในช่วง 25-100 μm รูปที่ 12 และในแต่ละอนุภาคจะมีพื้นผิวที่ขรุขระ ดังรูปที่ 13-15



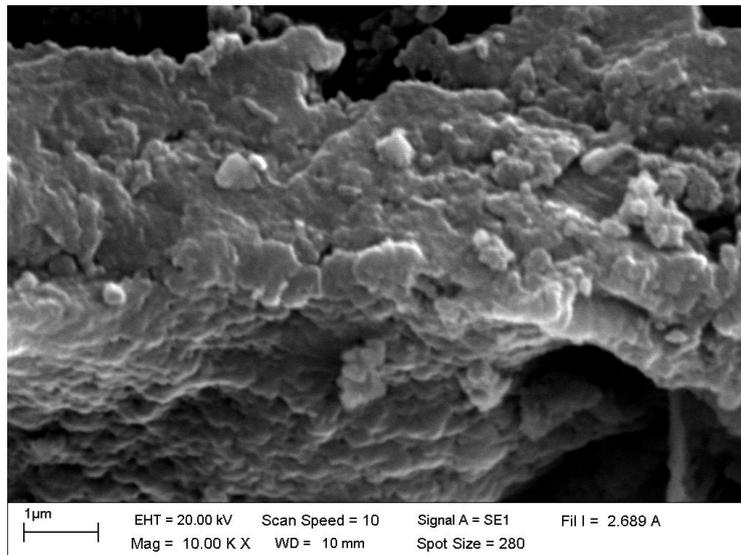
รูปที่ 12 แสดงภาพที่ถ่ายด้วยเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 100 X



รูปที่ 13 แสดงภาพที่ถ่ายด้วยเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 1.00 K X



รูปที่ 14 แสดงภาพที่ถ่ายด้วยเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 5.00 K X



รูปที่ 15 แสดงภาพที่ถ่ายด้วยเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 10.00 K X