

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

5.1.1 ตัวเร่งปฏิกิริยา $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{AC}$ ที่สังเคราะห์ขึ้นมาสามารถลดค่าความเป็นกรด (acid value) ของน้ำมันน้ำมันตั้งต้นได้ต่ำสุดจาก 24.7 ml KOH/g เหลือเพียง 2.6 ml KOH/g ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดค่าความเป็นกรด (conversion FFA) ถึง 89.5% และค่าอัตราการเกิดเอสเทอร์ 31.6% เมื่อเวลาในการทำปฏิกิริยาผ่านไป 5 ชั่วโมง ณ สภาวะ อัตราส่วนแอลกอฮอล์:น้ำมัน 9:1 ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก 20%w/w ของสารละลายกรด ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10%w/w ของน้ำมัน ณ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80°C

5.1.2 เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล (5-6 ชั่วโมง) น้ำที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง และเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (hydrolysis) ซึ่งอาจส่งผลให้ค่าการลดค่าความเป็นกรดต่ำลงได้ในกรณีที่ทำปฏิกิริยาเป็นเวลานาน แต่ค่าการเกิดเอสเทอร์ยังคงเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยกรดเกิดขึ้น

5.1.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณของกรดไขมันอิสระเริ่มต้น และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา มิได้มีอิทธิพลมากต่อประสิทธิภาพในการลดค่าความเป็นกรด (conversion FFA) แต่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงต้นของปฏิกิริยา (reaction rate)

5.1.4 ตัวเร่งปฏิกิริยา $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{AC}$ ถือว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยากรดแบบแข็งที่มีประสิทธิภาพในการลดกรดเนื่องจากสามารถใช้งานซ้ำได้ถึงอย่างน้อย 4 ครั้ง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{AC}$ กับ H_2SO_4 (liq.) ในช่วงแรกของปฏิกิริยา H_2SO_4 (liq.) มีประสิทธิภาพในการลดกรดได้ดีกว่าแต่เมื่อเวลาผ่านไป มากกว่า 3 ชั่วโมง พบว่า $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{AC}$ กลับมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้หลายครั้งอีกด้วย

5.1.5 โครงสร้างพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยามีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กถึงปานกลาง (Micropore - Mesopore type) ตัวเร่งปฏิกิริยามีการดูดซับแบบชั้นเดียว (Monolayer) และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายกรดที่ไหลลงบนถ่านกัมมันต์ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิว หรือเฟสของตัวเร่งปฏิกิริยามากนัก



5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยกรดมักจะมีปัญหาจากความชื้น และตะกอนจากวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งส่งผลต่ออัตราการทำปฏิริยา แต่วัตถุดิบที่มีราคาถูกส่วนใหญ่มักจะมีปนมาด้วยเสมอ ก่อนทำปฏิริยาควรต้องผ่านขั้นตอนการกรอง และต้มไล่ไอน้ำก่อนทุกครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากน้ำต่อปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันมากที่สุด

5.2.2 หลังจากปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ควรต้มไล่ไอน้ำผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน เนื่องจากน้ำที่เกิดขึ้น สามารถทำให้เกิดปฏิริยาสaponนิฟิเคชันขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้อัตราส่วนของเอสเทอร์ที่ได้ลดลง

5.2.3 ขั้นตอนทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมัน โดยตัวเร่งปฏิริยาเป็นกรดอาจเกิดปัญหาของการฟอร์มตัวเป็นเจลขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื่องจากกลีเซอรอลที่ผสมอยู่ใน ไบโอดีเซล ดังนั้นควรล้างกลีเซอรอลออกทันทีหลังจากทำปฏิริยาโดยล้างในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังไม่แข็งตัวเพื่อที่จะได้ปริมาณไบโอดีเซลที่สูง

5.2.4 ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะนิยมใช้ขั้นตอนทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยต่างมากกว่าด้วยกรดเนื่องจากมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนอุปกรณ์น้อยกว่า มีความเป็นมลพิษน้อยกว่า ดังนั้นหากใช้วัตถุดิบที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูง จึงควรใช้การผลิตแบบ 2 ขั้นตอนมากกว่าใช้ขั้นตอนทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยกรดเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยต่างยังใช้เวลาน้อยกว่า และให้อัตราการเกิดเป็นเอสเทอร์มากกว่าอีกด้วย

5.2.5 กรณีใช้ไฮลด์ร่ว เช่น ไชวูซึ่งมีกรดไขมันอิสระสูงและแข็งตัวง่ายควรจะทำเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยวิธีทำปฏิริยาซ้ำหลายครั้งมากกว่าการใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิริยามากขึ้น เนื่องจากว่าปริมาณตัวเร่งปฏิริยามีได้ส่งผลต่อการลดค่าความเป็นกรดในปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันมากนัก นอกจากนี้ยังไปเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาผลกระทบจากน้ำที่ส่งผลให้เกิดปฏิริยาย้อนกลับหรือปฏิริยาไฮโดรไลซิสเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยเมื่อจะทำการเอสเทอร์ฟิเคชันซ้ำครั้งที่สองควรต้มไล่ไอน้ำที่เกิดจากการเอสเทอร์ฟิเคชันครั้งแรกออกก่อนด้วย

5.2.6 ในการผลิตไบโอดีเซลหากใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่าย มีราคาถูก และมีประสิทธิภาพ จะส่งผลดีในเรื่องของราคาต้นทุนของไบโอดีเซลอีกด้วย เนื่องจากปัจจุบันต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลยังถือว่ามีความสูงกว่าปิโตรเลียมอยู่ ดังนั้นหากยังใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูกมากขึ้นเท่าไร โอกาสที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริงก็มีมากขึ้นเท่านั้น เพราะฉะนั้นถ่านกัมมันต์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีราคาถูก หาได้ง่าย และมีประสิทธิภาพอีกด้วย