หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชอย่างต่อเนื่องด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันกับเมทานอลในเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสม เพื่อศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมที่มีต่อร้อยละความบริสุทธิ์เมทิลเอสเทอร์ได้ข้อสรุปดังนี้

5.1. สรุปผลการทดลอง

5.1.1. การออกแบบถังปฏิกรณ์และใบพัดกวน

- การออกแบบถังปฏิกรณ์ในงานวิจัยได้ออกแบบตามขนาดมาตรฐานโดยมีระดับของเหลวภายในถังปฏิกรณ์สูงเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของถังปฏิกรณ์ จากการศึกษาพบว่าปริมาตรที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของถังปฏิกรณ์ที่ได้ออกแบบ คือ 2000 มิลลิลิตร

- ถังปฏิกรณ์มีแผ่นกั้นเพื่อป้องกันการเกิดพฤติกรรมการไหลแบบวอร์เทกซ์ ซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพของการผสมในระบบที่ดี

- ใบพัดกวนออกแบบตามขนาดมาตรฐาน คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดกวนมีขนาดเป็น 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางถังปฏิกรณ์ ซึ่งให้ประสิทธิภาพของการกวนที่ดี และเลือกแบบใบพัดกวนที่ให้การผสมต่างกัน 2 ชนิด คือ ใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน และ ใบพัดกวนแบบกังหัน 4 ใบแบบเอียง 45°

5.1.2. การหาภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์

- ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมทิลเอสเทอร์ คือ อัตราส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมันเมล็ดในปาล์ม 9 ต่อ 1 โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

- ความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน คือ 900 รอบต่อนาที

- ความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบพัดกวนแบบกังหัน 4 ใบแบบเอียง 45° คือ 1200 รอบต่อนาที

5.1.3. การผลิตไบโอดีเซลอย่างต่อเนื่องในเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมจากน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

- ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมทิลเอสเทอร์อย่างต่อเนื่อง คือ อัตราส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมันเมล็ดในปาล์ม 9 ต่อ 1 โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ เวลาเฉลี่ยที่สารอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ 60 นาที

- เครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมที่ทางออกผลิตภัณฑ์ด้านล่างถังปฏิกรณ์ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ใบพัดทั้งสองโดยดูจากร้อยละความบริสุทธิ์เมทิลเอสเทอร์ที่ได้ พบว่าใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน ซึ่งมีพฤติกรรมการไหลตามแนวรัศมีจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าใบพัดกวนแบบกังหัน 4 ใบแบบเอียง 45° ซึ่งมีพฤติกรรมการไหลตามแนวแกน

- เครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมที่ทางออกผลิตภัณฑ์ด้านข้างถังปฏิกรณ์ที่ความสูงจากก้นถัง 5.5, 9.0 และ 12.5 เซนติเมตร ที่เวลาเฉลี่ยที่สารอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ 60 นาที เมื่อใช้ใบพัดกวนแบบกังหัน 4 ใบแบบเอียง 45° พบว่าที่ความสูงต่างๆ ของทางออกผลิตภัณฑ์ให้ค่าความบริสุทธิ์เมทิลเอสเทอร์เท่ากันคงที่อยู่ในช่วงร้อยละ 91-93 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความบริสุทธิ์เมทิลเอสเทอร์ที่เวลาเฉลี่ยที่สารอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์เดียวกันกับทางออกผลิตภัณฑ์ด้านล่างของถังปฏิกรณ์พบว่าทางออกผลิตภัณฑ์ด้านข้างให้ผลที่ดีกว่า แต่ก็ยังให้ผลการทดลองที่ด้อยกว่าเมื่อเทียบกับใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน ที่ทางออกผลิตภัณฑ์ด้านล่างของถังปฏิกรณ์

- ดังนั้นภาวะที่ดีที่สุดของการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมโดยใช้ใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน ที่ทางออกของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านล่างถังปฏิกรณ์

- ในปริมาณที่เท่ากันพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

5.1.4. การผลิตไบโอดีเซลอย่างต่อเนื่องในเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมจากน้ำมันมะพร้าว

- น้ำมันมะพร้าวซึ่งมีค่าของกรดสูงกว่าน้ำมันปาล์ม จำเป็นต้องใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาส่วนหนึ่งจะไปสะเทินกับกรดในน้ำมันทำให้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาลดลง

- ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมทิลเอสเทอร์อย่างต่อเนื่อง คือ อัตราส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมันมะพร้าว 9 ต่อ 1 โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ เวลาเฉลี่ยที่สารอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ 60 นาที โดยใช้ใบพัดกวนแบบกังหัน 6 ใบแบบติดบนจาน ที่ทางออกของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านล่างถังปฏิกรณ์

5.1.5. สมบัติทางเชื้อเพลิงของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากน้ำมันเมล็ดในปาล์มและน้ำมันมะพร้าว

- การเปรียบเทียบสมบัติของเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชทั้งสองชนิด พบว่ามีสมบัติผ่านมาตรฐานของน้ำมันดีเซลหมุนช้า ดังนั้นเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชทั้งสองชนิดจึงเหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้า

- สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วจึงน่าจะใช้เมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชทั้งสองชนิดนี้ได้ เนื่องจากในสภาพปัจจุบันการจำหน่ายน้ำมันดีเซลที่เรียกว่า ไบโอดีเซล เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมและเมทิลเอสเทอร์ โดยมีเมทิลเอสเทอร์เพียงเล็กน้อย (ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์)

5.2. ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ข้อสังเกตจากการทดลอง

- ควรใช้น้ำมันพืชที่มีค่าของกรดต่ำซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากค่าของกรดในน้ำมันจะไปสะเทินกับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นเบส ทำให้มีปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาลดลง

- การแยกชั้นระหว่างชั้นเมทิลเอสเทอร์กับกลีเซอรอล หรือการแยกชั้นของน้ำที่ล้างกับเมทิลเอสเทอร์ สามารถใช้เครื่องเหวี่ยงช่วย ซึ่งจะทำให้แยกชั้นเมทิลเอสเทอร์แยกออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้เมทิลเอสเทอร์ที่ได้มีความบริสุทธิ์ขึ้น

5.2.2. ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยต่อไป

- ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีความสูงของระดับของเหลวภายในถังปฏิกรณ์เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของถังปฏิกรณ์ โดยใช้ใบพัดกวนจำนวน 1 ใบ ในการใช้งานจริง ถ้าถังปฏิกรณ์มีความสูงมากกว่าให้ติดตั้งชุดใบพัดกวนเพิ่มที่ทุกระดับของเหลวที่เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ซึ่งจะช่วยให้สารตั้งต้นที่ป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์มีเวลาการทำปฏิกรณ์ไปสู่จุดสมบูรณ์ได้นานขึ้น ก่อนจะไหลออกจากถังปฏิกรณ์ ทำให้ได้ร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงขึ้น

- เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเฉพาะข้อเท็จจริง และความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติจริงข้อมูลอีกด้านที่ต้องพิจารณาคือข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยอาจทำการศึกษากระบวนการทำผลิตภัณฑ์ให้บริสุทธิ์ด้วยการล้างน้ำและการกลั่น และการทำผลิตภัณฑ์ร่วมให้บริสุทธิ์ ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบไหลผสมในเชิงพาณิชย์