

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ผ่านการใช้ทอดแล้ว โดยกระบวนการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสองขั้นตอน เนื่องจากน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีค่ากรดไขมันอิสระสูงกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่เหมาะกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสแตนด์ออลขั้นตอนที่ 1 จะใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจนปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงเหลือประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำปฏิกิริยาต่อโดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำการออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม MINITAB และนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมที่สุดมาตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การทดลองในขั้นตอนที่ 1

เมื่อทำการทดลองแบบไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (Non-interaction) ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ผ่านการใช้ทอดแล้ว โดยกระบวนการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสองขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกใช้อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อน้ำมันที่ผ่านการใช้ทอดแล้วเท่ากับ 6.05:1 ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเท่ากับ 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 30 นาที โดยกำหนดสภาวะในขั้นตอน 2 คงที่ ดังนี้คือ อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เท่ากับ 9.09:1 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส และเวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 30 นาที สามารถผลิตไบโอดีเซลให้มีความบริสุทธิ์มากที่สุดเท่ากับ 83.22 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทำการทดลองโดยใช้วิธีทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์การมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction) ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ โดยสามารถพยากรณ์ค่าเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ได้จากแบบจำลอง Full Quadratic อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไบโอดีเซลให้มีความบริสุทธิ์เท่ากับ 84.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง คือ 85.04 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำนํ้ามันที่ผ่านการใช้ทอดแล้วมาผ่านกระบวนการในขั้นตอนที่ 1 สามารถลดปริมาณกรดไขมันอิสระในนํ้ามันจนเหลือประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมกับการทำปฏิกิริยาในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

2. การทดลองในขั้นตอนที่ 2

จากผลการทดลองเพื่อศึกษาการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ พบว่าในกรณีของ Linear Terms เมื่อเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาในขั้นตอนที่ 2 จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์เพิ่มขึ้น ส่วนกรณีของ Interaction Terms พบว่า การเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ รวมถึงการเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์เพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ลดลง โดยสามารถพยากรณ์ค่าเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ได้จากแบบจำลอง Full Quadratic อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไบโอดีเซลให้มีความบริสุทธิ์เท่ากับ 90.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง คือ 90.72 เปอร์เซ็นต์

3. สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไบโอดีเซลและคุณสมบัติของไบโอดีเซล

สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไบโอดีเซล โดยใช้หลักทางสถิติ ได้แก่ ขั้นตอนแรกใช้อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อนํ้ามันที่ผ่านการใช้ทอดแล้วเท่ากับ 6.05:1 ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเท่ากับ 0.68 เปอร์เซ็นต์โดยนํ้าหนักนํ้ามัน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 51 องศาเซลเซียส และเวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 60 นาที ส่วนในขั้นตอนที่ 2 ใช้อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เท่ากับ 9.09:1 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์โดยนํ้าหนักนํ้ามัน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส และเวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 60 นาที พบว่าที่สภาวะดังกล่าวได้ผลของเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์เท่ากับ 90.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงค่าที่ประมวลผลจากโปรแกรม MINITAB คือ 90.72 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทดสอบหาคุณสมบัติของไบโอดีเซล ได้แก่ ความหนืด ความหนาแน่น จุดวาบไฟ จุดหมอกควัน จุดไหลเท และค่าความเป็นกรด พบว่าผ่านตามมาตรฐานของข้อกำหนดลักษณะ และคุณภาพไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน และข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่ประกาศโดยกรมธุรกิจพลังงาน รวมถึงมาตรฐาน ASTM 6751-02 ยกเว้นเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้เท่ากับ 90.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ที่กำหนดไว้เท่ากับ 96.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไบโอดีเซลที่ผลิตได้นี้สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์การเกษตรได้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลิตไบโอดีเซลโดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสองขั้นตอน มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. อาจเลือกใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิธีพื้นฐานในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ เนื่องจากสามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อีกทั้งยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย นอกจากนี้ควรทดลองเพิ่มในส่วนของอัตราเร่งการกวน เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้
2. ควรทำการปรับปรุงวิธีการบำบัดน้ำมันที่ผ่านการใช้ทอดแล้ว ให้มีสิ่งเจือปนน้อยที่สุด เช่น ระบบการกลั่น หรือการดูดซับ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตด้วย
3. ควรใช้ตัวทำละลายร่วม เช่น เตตระไฮโดรฟูแรน (THF) ในการผลิตไบโอดีเซลแบบสองขั้นตอน เพื่อช่วยเพิ่มการสัมผัสกันระหว่างน้ำมันและเมทานอลมากขึ้น อาจส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณเอสเทอร์
4. ควรทำการศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไบโอดีเซลโดยกระบวนการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสองขั้นตอน เปรียบเทียบกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบขั้นตอนเดียว ทั้งนี้รัฐบาลควรสนับสนุนการผลิตไบโอดีเซลอย่างจริงจัง เพื่อเป็นพลังงานทดแทน สามารถลดปัญหาเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมได้