บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิตของประชาชนทั่วโลก เป็นปัจจัยที่ทำให้โลกมีการพัฒนาขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้พลังงานได้กลายเป็นสินค้าที่มีความเป็นสากล (International) มีการซื้อขายกันทั่วโลก ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนคือ น้ำมันปิโตรเลียม

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่ได้จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ซึ่งเกือบทุกประเทศใช้เป็นพลังงานหลักในปัจจุบัน มีแนวโน้มจะขาดแคลนและราคาเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ประเทศที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมัน ต้องประสบกับความเดือดร้อน ส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจและสังคม

เชื้อเพลิงชีวภาพหรือไบโอดีเซลจึงเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน เนื่องจากมีสมบัติทางเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสะอาดมากกว่า เพราะออกซิเจนในไบโอดีเซลให้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าดีเซลปกติ จึงมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าและเนื่องจากไบโอดีเซลไม่มีกำมะถันจึงไม่ก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และทำให้รถมีเขม่าคาร์บอนน้อย ไม่ก่อให้เกิดการอุดตันของระบบไอเสีย ช่วยยืดอายุการทำงานของเครื่องยนต์ นอกจากนี้การใช้ไบโอดีเซลไม่เพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศและในระยะยาวจะลดการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกด้วย ส่วนข้อดีของไบโอดีเซลในเชิงเศรษฐศาสตร์ก็คือ ช่วยพยุงราคาพืชผลทางการเกษตรของไทย และลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ

การนำน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันที่ใช้แล้ว มาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรงก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เครื่องสะดุด มีผลต่อลูกสูบและวาล์ว มีตะกรันขาวในถังน้ำมัน และความหนืดจะส่งผลให้เมื่อมีอุณหภูมิต่ำจะทำให้รถสตาร์ทไม่ติด ส่วนไบโอดีเซลที่ผลิตจากการผสมกันระหว่างน้ำมันพืชและน้ำมันปิโตรเลียม สามารถลดปัญหาเรื่องความหนืดลงได้บ้าง แต่ก็ยังมีปัญหารถสตาร์ทไม่ติดหากมีอากาศเย็น และปัญหาเรื่องการอุดตันของไส้กรองเครื่องยนต์ ดังนั้นวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวที่ดีที่สุด คือ การเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันพืชด้วยการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (transesterification reaction) กับแอลกอฮอล์โมเลกุลเล็ก เช่น เมทานอล หรือ เอทานอล ในภาวะที่ใช้หรือไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นแอลคิลเอสเทอร์ (alkyl esters) และผลพลอยได้เป็นกลีเซอรอล ข้อดีของกระบวนการนี้คือ ค่าซีเทน (cetane ค่าดัชนีการจุดติดไฟ) สูง

กว่าน้ำมันดีเซล นั่นคือสามารถจุดติดไฟได้ง่ายกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การจุดระเบิดทำได้ดี การเผาไหม้สมบูรณ์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงเกิดขึ้นน้อย ไม่มีควันดำ และไม่เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความหนืดคงที่ จึงสามารถลดปัญหาเรื่องความหนืดได้ วิธีนี้เป็นวิธีการเตรียมไบโอดีเซลที่นิยมกันมากที่สุด เพราะได้น้ำมันที่มีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นได้ที่ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึงจุดเดือดของแอลกอฮอล์ แต่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถใช้ได้ทั้งเอนไซม์ และตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบสหรือกรด สำหรับระบบที่ใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้คือ เอนไซม์ไลเปสทั้งรูปแบบสารละลายหรือตรึงไว้บนวัสดุต่างๆ (immobilized lipase) ซึ่งมีสมบัติในการเลือกทำปฏิกิริยาสูงจึงทำให้ไม่มีสบู่เกิดขึ้นและไม่ต้องล้างผลิตภัณฑ์ แต่ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานานมากและเมื่อใช้เอนไซม์เป็นเวลานานจะทำให้ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาลดลง เนื่องจากแอลกอฮอล์ไม่ว่าเมทานอลหรือเอทานอลเป็นสารเคมีที่ทำให้กรดอะมิโนในเอนไซม์เสื่อมสภาพ

ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบสหรือกรดที่นิยมใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธุ์ (Homogeneous catalyst) ชนิดเบสแก่และกรดแก่ ชนิดเบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดนี้ใช้เวลาน้อย แต่เบสแก่มีสมบัติในการเลือกทำปฏิกิริยา (selectivity) ค่อนข้างต่ำ ประกอบกับน้ำมันพืชมิได้ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันเท่านั้น ยังประกอบด้วยกรดไขมันอิสระและความชื้นเล็กน้อย ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาข้างเคียงเปลี่ยนเป็นสบู่ (saponification reaction) กับเบสแก่ได้ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ข้างเคียงขึ้นเป็นเกลือคาร์บอกซิเลต (carboxylates salt) หรือสบู่ หลังจากปฏิกิริยาสิ้นสุด โดยทั่วไปจะแยกกลีเซอรอลออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยการปล่อยให้เกิดการแยกชั้น และทำผลิตภัณฑ์ให้บริสุทธิ์ด้วยการล้างน้ำ ซึ่งการแยกชั้นทั้งสองขั้นตอนเกิดบนหลักการเดียวกันคือการไม่รวมตัวกันของสารมีขั้วและไม่มีขั้ว ดังนั้นการมีสบู่อยู่ในระบบทำให้เกิดปัญหาการไม่แยกชั้น หรือใช้เวลาในการแยกชั้นนาน ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธุ์ชนิดกรด ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) หรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดแก่จะให้ผลได้ (yield) สูงมากแต่ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน อย่างไรก็ดีตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธุ์ จะอยู่ในสถานะของเหลวเช่นเดียวกับสารที่ทำปฏิกิริยา จึงทำให้การแยกสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ข้างเคียงออกจากตัวเร่งปฏิกิริยาทำได้ยาก ต้องใช้น้ำล้างเพื่อแยกสิ่งเหล่านี้ จึงเป็นเหตุผลให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อน และยังก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียปริมาณมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการสิ้นเปลืองในการบำบัดส่งผลให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

ในด้านการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ หลังปฏิกิริยาสามารถแยกผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นออกจากตัวเร่งปฏิกิริยาได้สารตามที่ต้องการทันที และตัวเร่งปฏิกิริยามีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงสมควรศึกษาการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบส ของเกลือโลหะหมู่ 1 และ 2 บนตัวรองรับชนิดต่างๆ ที่มีสมบัติเหมาะสมต่อน้ำมันพืช และศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชในเมทานอลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตไบโอดีเซลในเชิงพาณิชย์ต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1. ผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบส ชนิดใหม่ ที่มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมต่อการผลิตไบโอดีเซล

1.2.2. ศึกษาปัจจัยที่มีต่อผลได้ และสมบัติทางเชื้อเพลิงของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบส ชนิดใหม่

1.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1. ได้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบส ชนิดใหม่ และมีความเหมาะสมต่อการผลิตไบโอดีเซล

1.3.2. ได้ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซล โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้น และสามารถลดขั้นตอนการล้างทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ (ไบโอดีเซล) อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อม

1.3.3. นำวัตถุดิบทางการเกษตรที่ผลิตได้ภายในประเทศมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง

1.3.4. แนวทางการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลในเมทานอลในเชิงพาณิชย์

1.4. ขอบเขตการศึกษา

1.4.1. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบส ชนิดใหม่ๆ โดยใช้เกลือโลหะหมู่ 1 และ 2 บนตัวรองรับ (support)

1.4.2. ผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดในปาล์มและน้ำมันมะพร้าว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบสที่เตรียมขึ้นในข้อ 1.4.1.

1.4.3. ความเป็นไปได้ในการนำตัวเร่งปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่

1.5. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.5.1. ค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์

1.5.2. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ แล้วตรวจสอบความสามารถของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ที่เตรียมขึ้นต่อปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน และหาร้อยละโดยน้ำหนักของเมทิลเอสเทอร์

1.5.3. ศึกษาสมบัติและชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่นำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซล โดยพิจารณาตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบส ชนิดใหม่

1.5.4. หาภาวะที่เหมาะสมโดยพิจารณาที่ผลได้และร้อยละเมทิลเอสเทอร์ในผลิตภัณฑ์สูงสุดจากข้อมูลที่ได้ในข้อ 1.5.3 โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ

ก. ตัวแปรสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์
- ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดเบส
- อุณหภูมิในการเผา (calcination) ของตัวเร่งปฏิกิริยา

ข. ตัวแปรสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์
- ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา
- เวลาในการทำปฏิกิริยา
- อัตราส่วนโดยโมลระหว่างเมทานอลต่อน้ำมัน

ณ. ความดัน 1 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิจุดเดือดเมทานอล 60 ^{o}ซ

1.5.5. วิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิงของผลิตภัณฑ์ที่มีร้อยละโดยน้ำหนักของเมทิลเอสเทอร์สูงสุด และสรุปผลการทดลอง

1.5.6. เขียนวิทยานิพนธ์