บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันพลังงานจากปิโตรเลียมมีปริมาณที่ลดลงตามกาลเวลา ทำให้ผู้คนหันมาสนใจพลังงานทดแทนอื่นๆ อย่างเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากคลื่นน้ำทะเล หรือพลังงานจากความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น และมีอีกพลังงานหนึ่งที่ผู้คนให้ความสนใจนั่นก็คือ ไบโอดีเซล ซึ่งเป็นพลังงานที่เกิดจากวัตถุดิบจากธรรมชาติซึ่งใช้น้ำมันหรือไขทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ อาทิเช่น เมทานอล เอทานอล หรือบิวทานอล เป็นต้น เกิดเป็นสารกลุ่มเอสเทอร์ (ไบโอดีเซล) สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมได้ มีนักวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบมากมาย อาทิเช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันสบู่ดำ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันจากสาหร่าย เป็นต้น แต่ด้วยราคาวัตถุดิบตั้งต้นที่มีคุณภาพดีมักจะมีราคาสูงเมื่อนำมาผลิตไบโอดีเซลแล้วไม่คุ้มทุนและมีราคาผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่าน้ำมันจากปิโตรเลียม นักวิจัยจึงเริ่มให้ความสนใจในวัตถุดิบที่มีราคาถูก หรือวัตถุดิบเหลือทิ้งต่างๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซล แต่มีปัญหาตรงที่กระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมักใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันในการผลิต เหมาะกับวัตถุดิบที่มีความชื้นและกรดไขมันอิสระต่ำ เนื่องปัญหาการเกิดปฏิกิริยาข้างเคียง อย่างเช่นกระบวนการสปอนนิฟิเคชัน ทำให้เกิดสบู่ในปฏิกิริยาได้ ทำให้ได้ปริมาณไบโอดีเซลซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาหลักลดลง และมีคุณภาพที่ไม่ดีเกิดขึ้นได้ แต่ในวัตถุดิบที่มีราคาถูกส่วนใหญ่มักจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระปนอยู่ในปริมาณมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ยกตัวอย่าง เช่น น้ำมันพืชใช้แล้ว (0.4-3.3 เปอร์เซ็นต์) ไขมันไก่ (53 เปอร์เซ็นต์) ไขมันหมู (7.3 เปอร์เซ็นต์) น้ำมันมะพร้าว (12 เปอร์เซ็นต์) น้ำมันเมล็ดฝ้าย (85.3 เปอร์เซ็นต์) กรดไขมันจากเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม (11.5-24.1 เปอร์เซ็นต์) เป็นต้น [1] ซึ่งถือว่ามีปริมาณกรดไขมันมากซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลซึ่งใช้เฉพาะกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันซึ่งใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ ดังนั้น เพื่อต้องการแก้ไขปัญหาดังกล่าว กระบวนการเอสเทอริฟิเคชัน จึงถูกเลือกนำมาใช้เพื่อลดปริมาณกรดไขมันอิสระที่ปนอยู่ในน้ำมันออกไป

โดยกระบวนการที่นิยมสำหรับน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระปนอยู่มากมี 2 วิธีด้วยกัน คือ วิธีแรก กระบวนการ 2 ขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วย กระบวนการเอสเทอริฟิเคชันด้วยกรดแล้วตามด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยเบส ส่วนอีกวิธีคือกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิ

เคชันด้วยกรดเพียงกระบวนการเดียว [2] แต่ส่วนใหญ่มักใช้วิธีแรกเนื่องจากกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นกรดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ช้ากว่าใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นด่างในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

นอกจากนักวิจัยจะให้ความสนใจวัตถุดิบจำพวกน้ำมันหรือไขสัตว์แล้ว แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน โดยมีงานวิจัยต่างๆมากมายที่ใช้เอทานอลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้จากพวกพืช ไม่ว่าจะมาจากอ้อย หรือมัน ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล อาทิเช่น ในปี ค.ศ. 2007 Marchetti และคณะ ได้ใช้เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดโอเลอิคที่ผสมในน้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้เรซินเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา [3] ในปี ค.ศ. 2008 Dora และคณะ ได้ใช้เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของ Tricaprylin และ caprylic acid โดยใช้ WZ SZ และ TiZ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา [4] ในปี ค.ศ. 2010 Pisarello และคณะ ได้ใช้เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดไขมันอิสระในน้ำมันทานตะวัน และน้ำมันมะพร้าว โดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา [1] เป็นต้น

ในส่วนของตัวเร่งปฏิกิริยา นักวิจัยได้พยายามลดต้นทุนในการทำปฏิกิริยาโดยการใช้ตัวรองรับในการดูดซับตัวเร่งปฏิกิริยาลงบนพื้นผิวเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยา และสามารถนำมาใช้ซ้ำได้ ตัวรองรับอย่างถ่านกัมมันต์ก็เป็นตัวรองรับที่น่าสนใจเนื่องจากใช้วัตถุดิบธรรมชาติจำพวกกะลามะพร้าว กะลาปาล์ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีราคาถูก มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง มีปริมาตรรูพรุนในระดับสูง และสามารถใช้ได้กับสารละลายที่มีความเป็นกรดหรือด่างสูงได้ด้วย งานวิจัยที่ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวรองรับ อาทิเช่น ในปี ค.ศ. 1995 Pascale Dupont และคณะ ได้ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวรองรับของกรดจำพวกเฮเทอโรโพลีเอซิด (heteropolyacids) ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดอะครีลิค (acrylic acid) กับบิวทานอล [5] ในปี ค.ศ. 2007 Joon Ching Juan และคณะได้ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวรองรับของเซอโคเนียมซัลเฟต (ZS/AC) ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดโอเลอิคกับบิวทานอล [6] ในปี ค.ศ. 2009 GAN Mengyu และคณะได้ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวรองรับของเฟอริคซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$/AC) ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันพืชเหลือทิ้งจากการทำอาหารกับเมทานอล [7] เป็นต้น

งานวิจัยนี้เป็นการชี้วัดปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเอสเทอริฟิเคชันของกรดโอเลอิคซึ่งละลายในน้ำมันปาล์มคุณภาพเชิงพาณิชย์ซึ่งทำปฏิกิริยากับเอทานอล โดยชี้วัดผลกระทบจากความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ใช้ดูดซับบนตัวรองรับ ผลกระทบจากปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิ เวลา จำนวณครั้งของการนำกลับมาใช้ และปริมาณของกรดไขมันอิสระที่ปนอยู่ในวัตถุดิบตั้งต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการใช้วัตถุดิบและสารเคมีจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในชีวิตประจำวัน มีราคาถูก และมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ประกอบการทั้งรายใหญ่รวมถึงรายเล็กสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง

1.2.2 ลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการทิ้งน้ำมันใช้แล้วหรือไขสัตว์เหลือทิ้งสู่ที่สาธารณะ

1.2.3 พัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งใช้กรดซัลฟิวริกที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์สำหรับกระบวนการเอสเทอริฟิเคชันสำหรับลดปริมาณกรดไขมันอิสระซึ่งมักปะปนอยู่ในน้ำมันวัตถุดิบตั้งต้นที่มีราคาถูกแต่คุณภาพไม่ดีนัก

1.2.4 เพื่อสังเกตผลกระทบของตัวแปรต่างๆต่อกระบวนการเอสเทอริฟิเคชันของกรดโอเลอิคซึ่งละลายในน้ำมันปาล์มคุณภาพเชิงพาณิชย์ซึ่งทำปฏิกิริยากับเอทานอล และใช้ H_2SO_4/AC เป็นตัวเร่งในการทำปฏิกิริยา และเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์ (H_2SO_4/AC) ถูกใช้ในปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดโอเลอิคที่ละลายในน้ำมัน (เพื่อควบคุมปริมาณกรดไขมันอิสระให้คงที่) กับเอทานอล (Absolute ethanol, >99.8% v/v) โดยตัวแปรที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ

1.3.1 ผลจากการแปรค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ใช้เป็นตัวดูดซับบนถ่านกัมมันต์: 0, 5, 10 และ 20% โดยน้ำหนักของสารละลายกรด (ปริมาณของสารละลายอิงตามค่าจุดอิ่มตัวของถ่านกัมมันต์คือ 0.55 มล./กรัม)

1.3.2 ผลจากการแปรค่าปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา H_2SO_4/AC: 0, 2, 4, 6, 8 และ 10% โดยน้ำหนักของน้ำมัน

1.3.3 ผลจากการแปรค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา: 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส

1.3.4 ผลจากการแปรค่าเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา: 1, 3, 5, 7 และ 9 ชั่วโมง

1.3.5 ผลจากการแปรค่าปริมาณกรดไขมันอิสระเริ่มต้น: 0% (น้ำมันปาล์มอย่างเดียว), 10% (กรดโอเลอิค10%+น้ำมันปาล์ม90%) และ100% (กรดโอเลอิค) โดยน้ำหนักของน้ำมัน

1.3.6 ผลจากการใช้ตัวรองรับในปฏิกิริยาโดยเปรียบเทียบระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยา H_2SO_4/AC (solid) กับ H_2SO_4 (liq.)

1.3.7 ผลจากจำนวนรอบในการใช้งาน โดยการใช้ซ้ำจำนวน 5 รอบ

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เอทานอล / น้ำมันปาล์ม / ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน / ตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็ง / ถ่านกัมมันต์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์ (H_2SO_4/AC) ในการทำปฏิกิริยา
2. รู้แนวโน้มของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันและผลกระทบจากปฏิกิริยาข้างเคียง อาทิเช่น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยกรด เป็นต้น
3. มีข้อมูลสำหรับการนำถ่านกัมมันต์มาใช้เป็นตัวรองรับสำหรับปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน รวมถึงการนำเอทานอลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นมากขึ้น

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน และการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. หาปัจจัยและออกแบบการทดลอง
4. จัดหาอุปกรณ์และสารเคมีเพื่อใช้ในการทดลอง
5. ทำการทดลองเพื่อดูผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน
6. วิเคราะห์คุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยา
7. สรุปผลและจัดทำรายงาน