เรื่อง รีไซเคิลน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากการประกอบอาหาร สู่ไบโอดีเซลพลังงานทางเลือกในอนาคต

Recycle used vegetable oil from cooking into biodiesel, an alternative energy source in the future.

เจษฎา ลาวัลย์

บทคัดย่อ

พลังงานจากฟอสซิล (Fossil Energy) ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดได้ถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่อง ต้องใช้ระยะเวลาอีกหลายร้อยล้านปีกว่าหมุนเวียนเปลี่ยนกลับมาเป็นพลังงานฟอสซิลให้ใช้ได้อีก ในห้วงทศวรรษที่ผ่านมาเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานทั่วโลก ได้เข้าสู่ภาวะวิกฤตพลังงานโลก นักวิจัยด้านพลังงานต่าง ๆ หลายประเทศทั่วโลกจึงมีความสนใจศึกษาพลังงานทางเลือกที่มาทดแทนพลังงานฟอสซิลมากขึ้น ไบโอดีเซลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่มีความน่าสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม และความจริงที่ว่าไบโอดีเซลผลิตจากทรัพยากรหมุนเวียน อย่างไรก็ตาม ราคาไบโอดีเซลยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ดังนั้นการนำน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่ใช้แล้วใช้มาเป็นวัตถุดิบจึงสามารถลดต้นทุนได้ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (transesterification process) อย่างต่อเนื่อง และการนำกลีเซอรอล (glycerol) คุณภาพสูงกลับมาใช้ใหม่จากผลพลอยได้จากไบโอดีเซล เป็นทางเลือกหลักในการพิจารณาลดต้นทุนไบโอดีเซล มีสี่วิธีหลักในการผลิตไบโอดีเซล การใช้โดยตรงและการผสม ไมโครอิมัลชัน การแคร็กด้วยความร้อน (pyrolysis) วิธีที่ใช้กันมากที่สุดคือนำน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ ผ่านกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเตริฟิเคชันจากอัตราส่วนโมลาร์ของกลีเซอไรด์ต่อแอลกอฮอล์ ตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิของปฏิกิริยา เวลาในการทำปฏิกิริยาและกรดไขมันอิสระ และปริมาณน้ำของน้ำมันหรือไขมัน กลไกและจลนศาสตร์ และกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ด้วยน้ำ และนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ที่เติมน้ำมันดีเซล

คำสำคัญ **:** ไบโอดีเซล, น้ำมันพืช, พลังงานทางเลือก, ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน, กลีเซอรอล

Abstract

Energy from Fossil Energy, which is limited, has been continuously used. It will take another hundreds of millions of years for it to be recycled and converted back into usable fossil energy again. Over the past decade, there has been a global energy transformation has entered a state of world energy crisis. Energy researchers in many countries around the world are therefore increasingly interested in studying alternative energies that can replace fossil energy. Biodiesel is one of the more interesting alternative energies. This is due to its environmental benefits and the fact that biodiesel is produced from renewable resources. However, the price of biodiesel remains a major barrier to the sale of the product. Therefore, using used vegetable or animal oils as raw materials can reduce costs. With the transesterification process (transesterification process) continuously and the recovery of high quality glycerol from biodiesel by-products. It is the main choice in considering reducing biodiesel costs. There are four main methods for producing biodiesel. Direct use and mixing microemulsion. The most commonly used method of cracking using

heat (pyrolysis) is to use vegetable oils and animal fats. It undergoes a transesterification reaction from the molar ratio of glyceride to alcohol. Catalyst reaction temperature Reaction time and free fatty acids and the water content of the oil or fat Mechanisms and kinematics and water purification process and can be used with engines filled with diesel fuel.

Key word **:** Biodiesel, Vegetable Oil, Alternative Energy, Transesterification, Glycerol

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลังจากผ่านไปหนึ่งทศวรรษแห่งความก้าวหน้า การเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานทั่วโลกได้เข้าสู่ภาวะวิกฤตพลังงานโลกและความผันผวนทางภูมิรัฐศาสตร์ ตามรายงานของ World Economic Forum ดัชนีการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงาน ซึ่งใช้วัดประสิทธิภาพระบบพลังงานในปัจจุบันของประเทศต่างๆ พบว่าในขณะที่มีความก้าวหน้าในวงกว้างเกี่ยวกับพลังงานสะอาดและยั่งยืน แต่ก็ยังมีความท้าทายเกิดขึ้นต่อความเท่าเทียมของการเปลี่ยนแปลง การเข้าถึงพลังงานในราคาไม่แพง และการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน เนื่องจากประเทศต่างๆ เปลี่ยนการมุ่งเน้นไปที่ความมั่นคงด้านพลังงาน (Muqsit Ashraf and Roberto Bocca. 2023) ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสถานการณ์ทรัพยากรการณ์ธรรมชาติในปัจจุบัน น้ำมันไบโอดีเซลสามารถนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงที่มาจากพลังงานหลักอย่างน้ำดีเซลที่ได้จากปิโตรเลียมได้ สามารถแข่งขันได้ในเชิงเศรษฐกิจ และสามารถผลิตได้ในปริมาณมาก สามารถนำน้ำมันหรือไขมันที่มาจากสัตว์หรือพืช และแหล่งประเภทอื่น ๆ มาผ่านกระบวนการผลิตสามารถแข่งขันได้ในเชิงเศรษฐกิจ (Maximino Manzanera. Marisa Molina-Muñoz and Jesus Gonzalez-Lopez. 2008) ไบโอดีเซลถือเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่เป็นพิษ และเป็นกลางต่อคาร์บอน การผลิตไบโอดีเซลขึ้นอยู่กับความพร้อมของวัตถุดิบเฉพาะและต้นทุนของวัตถุดิบที่ต้องการ (Sujata Brahma, Biswajit Nath and etc., 2022) การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ถือเป็นพลังงานทดแทนในการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากชีวมวลเพื่อการใช้งานที่หลากหลาย การผลิตไบโอดีเซลโดยการรีไซเคิล เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยรีไซเคิลน้ำมันปรุงอาหารที่ใช้แล้วและให้พลังงานทดแทนโดยมีมลภาวะต่ำกว่า ทดแทนการนำเข้าน้ำมันปิโตรเคมีจำนวนหนึ่ง และยังช่วยลดต้นทุนในการจัดการของเสียอีกด้วย การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปรุงอาหารที่ใช้แล้วมีแนวทางแก้ไข ๓ ประการ ได้แก่ ความประหยัด สิ่งแวดล้อม และการจัดการของเสีย (Tadesse Anbessie Degfie, Tadios Tesfaye Mamo and etc., 2019) วิธีทั่วไปในการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล คือ การเปลี่ยนผ่านของน้ำมันพืชด้วยเมทานอลโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นด่างหรือกรดแก่ ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเตริฟิเคชัน (Transesterification reaction) ที่เหมาะสม ซึ่งไวต่อพารามิเตอร์ต่าง ๆ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตริฟิเคชัน ในอุดมคติจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบของกรดไขมันและปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมัน ตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิของปฏิกิริยา อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันพืช ตัวเร่งปฏิกิริยาความเข้มข้นของการผสม ความบริสุทธิ์ของสารตั้งต้น (K.M. Shereena and T.Thangaraj. 2012) มีประโยชน์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ การคืนสภาพ ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ และต้นทุนการผลิตด้วยเครื่องปฏิกรณ์หลายชนิดได้รับการพัฒนาเพื่อผลิตไบโอดีเซลที่คุ้มค่าในระดับเชิงพาณิชย์ แนวโน้มล่าสุดในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลคือการ (Sujata Brahma and etc., 2022) หลายประเทศกำลังใช้และพิจารณาเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงผสมไบโอดีเซลเพื่อวัตถุประสงค์ในการขนส่งมากขึ้น (L.G. Anderson, 2012)

ความหมาย และที่มาของไบโอดีเซล

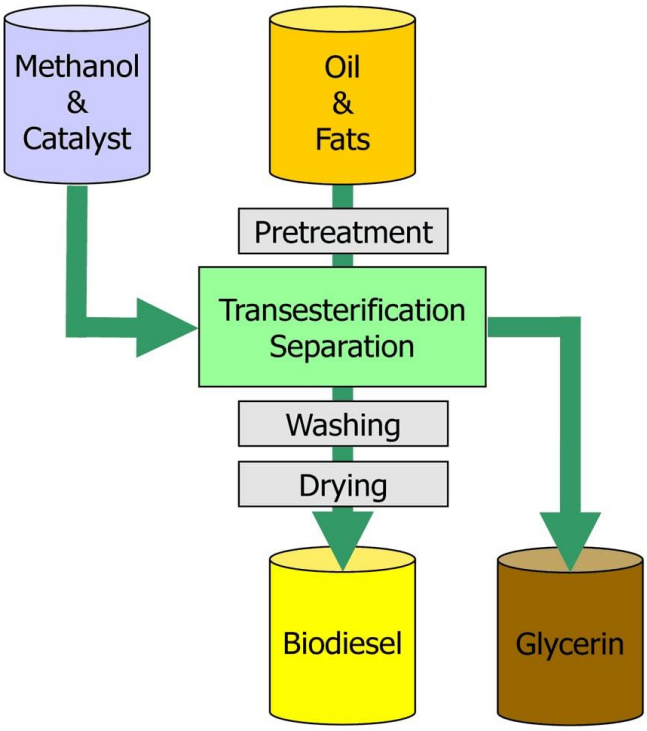
ไบโอดีเซล (Biodiesel) หมายถึง น้ำมันดีเซลจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ซึ่งประกอบด้วยเอสเทอร์อัลคิลสายยาว (methyl, propyl or ethyl) โดยทั่วไปแล้วไบโอดีเซล ทำโดยไขมันที่ทำปฏิกิริยาทางเคมี เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ (ไข) ด้วยแอลกอฮอล์ ไบโอดีเซลมีไว้เพื่อใช้ในเครื่องยนต์สามารถใช้เป็นทางเลือกคาร์บอนต่ำแทนน้ำมันทำความร้อนได้อีกด้วย (S.C. Bhatia, 2014)

ไบโอดีเซลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกผลิตจากแหล่งชีวภาพหมุนเวียน เช่น น้ำมันพืชและไขมันสัตว์ ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและไม่เป็นพิษ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ และเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม หนึ่งร้อยปีที่แล้ว รูดอล์ฟ ดีเซล (Rudolf Diesel) ได้ทดสอบน้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ของเขา แต่ด้วยการเป็นช่วงที่มีการค้นพบปิโตรเลียมและราคาถูก น้ำมันดิบจึงได้นำมากลั่นเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและเชื้อเพลิงดีเซล ต่อมาเครื่องยนต์ดีเซลได้รับการพัฒนาควบคู่กันมา ในช่วงทศวรรษที่ 1930 และ 1940 น้ำมันพืชถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงดีเซลเป็นบางครั้งคราว แต่โดยปกติแล้วจะใช้เฉพาะในสถานการณ์ฉุกเฉินเท่านั้น ในห้วงทศวรรษที่ผ่านมาด้วยการใช้น้ำมันดิบมากขึ้น เกิดวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงาน เนื่องจากราคาน้ำมันดิบที่สูงขึ้น ทรัพยากรน้ำมันฟอสซิลที่จำกัดและความกังวลด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการมุ่งเน้นที่น้ำมันพืชและไขมันสัตว์เพื่อผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลอีกครั้ง การใช้ปิโตรเลียมอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการเพิ่มมากขึ้นมลพิษทางอากาศ และขยายปัญหาภาวะโลกร้อนที่เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นเชื้อเพลิงจากไบโอดีเซล จึงเป็นพลังงานทางเลือกที่มีศักยภาพในการลดระดับของมลพิษและระดับของสารก่อมะเร็งที่อาจเกิดขึ้น (Fangrui Ma and Milford A Hanna, 1999)

ลักษณะของไบโอดีเซล

ไขมันและน้ำมันโดยหลักแล้วเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำและไม่ชอบน้ำในพืชและสัตว์ที่ประกอบด้วยกลีเซอรอลหนึ่งโมลและกรดไขมันสามโมล และโดยทั่วไปเรียกว่าไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมันแตกต่างกันไปตามความยาวของสายโซ่คาร์บอนและจำนวนพันธะไม่อิ่มตัว (พันธะคู่) กรดไขมันที่พบในน้ำมันพืช ไบโอดีเซลมีความแตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฟอสซิลดีเซลแบบดั้งเดิมในด้านองค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ได้ข้อสรุปที่แตกต่างกันเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ลักษณะการเผาไหม้และการปล่อยมลพิษ ฟอสซิลดีเซลส่วนใหญ่ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนสายตรงซึ่งมีเลขคาร์บอนอยู่ระหว่าง ๑๒ ถึง ๒๔ ในขณะที่ไบโอดีเซลส่วนใหญ่ประกอบด้วยเอสเทอร์ที่สลับซับซ้อน องค์ประกอบของเอสเทอร์ในไบโอดีเซลต่างกันจะแตกต่างกัน แต่สรุปได้ว่ามีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล คุณสมบัติของเอสเทอร์ไขมันที่แตกต่างกันในไบโอดีเซลจะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของเชื้อเพลิง เช่น ความหนาแน่น ความหนืด และเลขซีเทน ไบโอดีเซลส่วนใหญ่มีความหนาแน่นสูงกว่าฟอสซิลดีเซล ซึ่งหมายความว่าเชื้อเพลิงคุณภาพสูงจะถูกฉีดเข้าไปในระหว่างกระบวนการฉีด นี่เป็นเพราะระดับความไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซลที่สูงขึ้น และความหนาแน่นของมันจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนพันธะคู่ ความหนืดของน้ำมันพืชจะสูงมาก แม้ว่าความหนืดของไบโอดีเซลหลังจากทรานส์เอสเทอริฟิเคชันจะลดลงอย่างมาก แต่ก็ยังสูงกว่าน้ำมันดีเซลฟอสซิล อาจส่งผลต่อความแม่นยำในการฉีดเชื้อเพลิงและผลกระทบของการทำให้เป็นละออง ในส่วนของค่าความร้อน ของไบโอดีเซลส่วนใหญ่จะต่ำกว่าค่าดีเซลเล็กน้อย ทั้งปริมาณออกซิเจนและความยาวของสายโซ่เอสเทอร์จะส่งผลต่อความหนาแน่นของพลังงาน ซึ่งอธิบายว่าทำไมคุณสมบัติของไบโอดีเซลจากวัตถุดิบที่แตกต่างกันจึงแตกต่างกัน ค่าซีเทนที่สูงเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของไบโอดีเซล ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการจุดระเบิดของเชื้อเพลิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะการสตาร์ทขณะเครื่องเย็น จำนวนซีเทนของไบโอดีเซลสัมพันธ์กับความยาวโซ่และจำนวนของเอสเทอร์ใน

ขณะเดียวกัน นักวิชาการบางคนเชื่อว่าคะแนนการแปลงที่แตกต่างกันในกระบวนการทรานส์เอสเตริฟิเคชั่นทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างไบโอดีเซลประเภทต่าง ๆ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนในไบโอดีเซลโดยทั่วไปจะสูงกว่า ซึ่งอาจปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์บางส่วนได้ น้ำมันพืชธรรมชาติและไขมันสัตว์ถูกสกัดหรือกดเพื่อให้ได้น้ำมันดิบหรือไขมัน สิ่งเหล่านี้มักประกอบด้วยกรดไขมันอิสระ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอล น้ำ กลิ่นและสิ่งสกปรกอื่น ๆ แม้แต่น้ำมันและไขมันที่ผ่านการกลั่นแล้วก็มีกรดไขมันอิสระและน้ำในปริมาณเล็กน้อย ปริมาณกรดไขมันอิสระและน้ำมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อทรานส์เอสเตริฟิเคชันของกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นด่างหรือกรด นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการแยกเอสเทอร์ของกรดไขมันและกลีเซอรอล มีการวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับน้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงดีเซล งานวิจัยดังกล่าวประกอบด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันมะพร้าว น้ำมันเรพซีด และน้ำมันตุง ไขมันสัตว์แม้จะกล่าวถึงบ่อยครั้ง แต่ยังไม่ได้รับการศึกษาในระดับเดียวกับน้ำมันพืช วิธีการบางอย่างที่ใช้กับน้ำมันพืชไม่สามารถใช้ได้กับไขมันสัตว์เนื่องจากคุณสมบัติทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน (Fangrui Ma and Milford A Hanna, 1999)



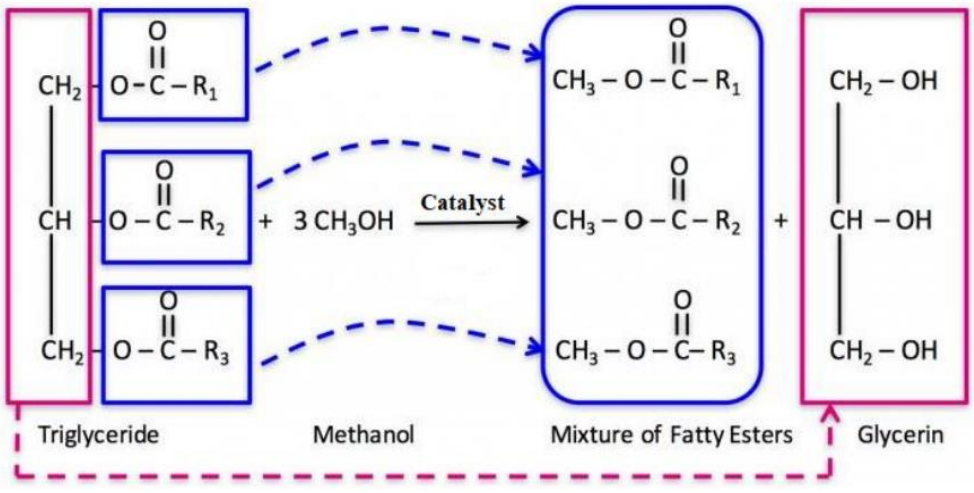
รูปภาพที่ ๑ กระบวนการผลิตไบโอดีเซล (Hielscher Ultrasonics, 2023)

กระบวนการผลิต

Fangrui Ma และ Milford A Hanna (1999) ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการผลิตไบโอดีเซลสามารถผลิตได้โดยกระบวนการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ และความง่ายในการใช้งานของเทคนิคในการผลิต กระบวนการผลิตประกอบด้วย

กระบวนการไพโรไลซีส (Pyrolysis process) ไพโรไลซิสเป็นการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูงมาก โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมหรือไม่มีอากาศ มันเป็นปฏิกิริยาที่ไม่สามารถย้อนกลับได้ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี สารอินทรีย์ที่สามารถไพโรไลซิสได้ ได้แก่ ไขมันสัตว์ น้ำมันพืช จากธรรมชาติไตรกลีเซอไรด์ ส่วนประกอบที่เป็นของเหลวของไขมันไพโรไลซ์และไตรกลีเซอไรด์ประกอบด้วยไบโอดีเซลซึ่งทำหน้าที่ในลักษณะเดียวกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซล มีเลขซีเทน จุดวาบไฟ จุดไหล ค่าความร้อน และความหนืดคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Trans-esterification process) เพื่อเพิ่มสิทธิภาพของเชื้อเพลิงเครื่องยนต์และลดความหนืด ไขมันจากน้ำมันพืชหรือสัตว์ จะต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่าทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน เป็นหนึ่งในสิ่งที่ใช้กันทั่วไปวิธีการผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากใช้งานง่าย ซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาผันกลับได้ระหว่างไตรกลีเซอไรด์ของไขมันกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลเอทานอล หรือโพรพานอล เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม จะได้กรดไขมันอัลคิลเอสเตอร์ (ไบโอดีเซล) และกลีเซอรอล ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องดังแสดงในรูปภาพที่ ๒ ไตรกลีเซอไรด์จะทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม ภายใต้อุณหภูมิที่ควบคุมตามระยะเวลาที่กำหนด ปฏิกิริยาทางเคมีของไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ เมื่อแอลกอฮอล์สูงขึ้นสมการทางเคมีก็จะเปลี่ยนไปตามลำดับ (Alemayehu Gashaw, Tewodros Getachew and AbileTeshita, 2015) กระบวนการนี้เรียกอีกอย่างว่าแอลกอฮอล์ไลซิส (เมทานอลไลซิส และเอทานอลไลซิส) ขึ้นอยู่กับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ สามารถเรียกว่ากระบวนการทรานส์เอสเตริฟิเคชันที่เร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์, ทรานส์เอสเตริฟิเคชัน ที่เร่งปฏิกิริยาด้วยกรด หรือกระบวนการทรานส์เอสเตริฟิเคชันที่เร่งปฏิกิริยาด้วยเบส นอกจากนี้ยังสามารถเห็นได้ว่าเป็นกระบวนการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกันหากตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้อยู่ในรูปของเหลว เป็นรีเอเจนต์ที่เกี่ยวข้องและจะเรียกว่ากระบวนการปฏิกิริยาต่างกันหากมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง ตัวอย่างของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในกระบวนการปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกัน ได้แก่ KOH, NaOH, CH_3ONa และ H_2SO_4 ตัวอย่างของตัวเร่งปฏิกิริยาที่จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาที่ต่างกันได้แก่ CaO และ MgO การทดลองทั่วไปสำหรับการผลิตไบโอดีเซลคืออัตราส่วนเมทานอลต่อ ๖ โมลน้ำมัน, ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 0.5 wt./wt.%, เวลาปฏิกิริยา ๖๐ นาที และอุณหภูมิปฏิกิริยา ๖๐ องศาเซลเซียส กระบวนการที่ทำเป็นเนื้อเดียวกันต้องใช้เวลาในปฏิกิริยาสั้น ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาน้อย และเมทานอลในปริมาณน้อยจะได้ผลผลิตไบโอดีเซลเท่ากัน (Fangrui Ma and Milford A Hanna, 1999)



รูปภาพที่ ๒ กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (trans-esterification process)

บทสรุป

น้ำมันไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางจากทั่วโลก นำมาแทนน้ำมันดีเซลที่ได้มาจากน้ำมันดิบ สำหรับไบโอดีเซลสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การย่อยสลายทางชีวภาพ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ถือเป็นเชื้อเพลิงการขนส่งทางเลือกใหม่ที่สำคัญ สามารถผลิตจากวัตถุดิบตั้งต้นต่าง ๆ ที่มีกรดไขมัน เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ น้ำมันที่บริโภคไม่ได้ และน้ำมันที่ใช้แล้วจากการประกอบอาหาร ผ่านกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในการผลิต เพื่อลดความหนืดของน้ำมันหรือไขมันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากกรดหรือ การผลิตไบโอดีเซลที่มีคุณภาพขึ้นกับส่วนองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น อัตราส่วนโมลของแอลกอฮอล์, อุณหภูมิปฏิกิริยา, เวลาปฏิกิริยา และความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา บทความนี้มุ่งเน้นความสนใจการรีไซเคิลน้ำมันที่ใช้แล้วจากครัวเรือนสามารถนำกลับมาผ่านกระบวนการจนเป็นเชื้อเพลิงพลังงานขับเคลื่อนเครื่องยนต์ได้ ซึ่งนับได้ว่ามีความคุ้มค่า และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

Alemayehu Gashaw, Tewodros Getachew and AbileTeshita. (2015). **A Review on Biodiesel Production as Alternative Fuel.** Journal of forest products and industries, 4(2), 80-85 ISSN:2325–4513 (print) ISSN 2325 - 453X (online)

Fangrui Ma and Milford A Hanna. (1999). **Biodiesel production: a review.** Bioresource Technology. Volume 70, Issue 1, Pages 1-15

Hielscher Ultrasonics. (2023). **Ultrasonic esterification**. In the 2nd step of ultrasonic transesterification, the triglycerides are converted into biodiesel (FAME).

K.M. Shereena and T.Thangaraj. (2012) **Biodiesel: an Alternative fuel Produced From Vegetable Oils by Transesterification.** Department of Zoology, Kongunadu arts and Science College (Autonomous), Coimbatore-641 029, Tamil Nadu, India.

L.G. Anderson. (2012). **Effects of Biodiesel Fuels Use on Vehicle Emissions.** Department of Chemistry, University of Colorado Denver Journal of Sustainable Energy & Environment 3, 35-47

Maximino Manzanera. Marisa Molina-Muñoz and Jesus Gonzalez-Lopez. (2008) **Biodiesel: An Alternative Fuel.** Recent patents on biotechnology. DOI 10.2174/187220808783330929, page 25-34.

Muqsit Ashraf and Roberto Bocca. (2023). **Fostering Effective Energy Transition**. World economic forum.

S.C. Bhatia. (2014). **Biodiesel.** Advanced Renewable Energy Systems. Pages 573-626

Tadesse Anbessie Degfie, Tadios Tesfaye Mamo and Yedilfana Setarge Mekonnen. (2019). **Optimized Biodiesel Production from Waste Cooking Oil (WCO) using Calcium Oxide (CaO) Nano-catalyst.** Scientific Reports, Article number: 18982

Sujata Brahma, Biswajit Nath, Bidangshri Basumatary, Bipul Das, Pankaj Saikia, Khemnath Patir and Sanjay Basumatary. (2022). **Biodiesel production from mixed oils: A sustainable approach towards industrial biofuel production.** Chemical Engineering Journal Advances, Volume 10, 100284.

Plagiarism Checking Report

Created on 2023-10-24 08:47:05 at 08:47 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3423508	Oct 24, 2023 at 08:45 AM	olefin@rtaf.mi.th	กองทัพอากาศ	บทความ เจษฎา 1.doc	Completed	0.00 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				