

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากชานอ้อย
ด้วยกระบวนการไมโครอิมัลชัน
QUALITY IMPROVEMENT OF BIOFUEL FROM BAGASSE
BY MICROEMULSION PROCESS

วุฒิกอร์ จิตจักร*, รัชพล สันติวารากร

Wootikorn Jitjak*, Ratchaphon Suntivarakron

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น ประเทศไทย 40002

Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, Thailand, 40002

*Corresponding author e-mail: wootikorn_j@kkumail.com

วันที่เข้าระบบ 28 มิถุนายน 2566

วันที่แก้ไขบทความ 28 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 16 มกราคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่เป็นไมโครอิมัลชันระหว่างการผลิตน้ำมันดีเซล B7 กับน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว และหาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมที่ได้จากการทำไมโครอิมัลชันเทียบกับน้ำมันดีเซล B7 และน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากชานอ้อย โดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากชานอ้อยซึ่งได้ปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการไมโครอิมัลชันที่ผสมสารลดแรงตึงผิวสัดส่วน 5%v/v-20%v/v กับน้ำมันดีเซล B7 สัดส่วน 50%v/v-90%v/v งานวิจัยนี้จะศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม ได้แก่ ค่าองค์ประกอบทางเคมี ค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืดเชิงจลน์ และจุดวาบไฟ จากการทดลองพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิวมี 2 สัดส่วน คือ สัดส่วนที่ 1 ประกอบด้วยน้ำมันดีเซล B7 55%v/v : น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 25%v/v : สารลดแรงตึงผิว 20%v/v สัดส่วนที่ 2 ประกอบด้วยน้ำมันดีเซล B7 50%v/v : น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 30%v/v : สารลดแรงตึงผิว 20%v/v จากการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืดเชิงจลน์ และจุดวาบไฟ พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ น้ำมันเชื้อเพลิงผสมทั้งสองสัดส่วนจะมีความหนืดต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ส่วนค่าความร้อนจะสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เพราะตัวอย่างทั้งสองสัดส่วนจะมีน้ำมันดีเซล B7 ผสมอยู่ เมื่อนำน้ำมันเชื้อเพลิงผสมทั้งสองสัดส่วนเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล B7 พบว่าทั้งสองสัดส่วนจะมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล B7 เพราะตัวอย่างทั้งสองมีน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีความหนืดสูงผสมอยู่ แต่มีค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น และจุดวาบไฟใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล B7

คำสำคัญ: ไมโครอิมัลชัน, สารลดแรงตึงผิว, น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ

Abstract

The objectives of this research were to determine the optimum microemulsion ratio by mixing B7 diesel fuel, biofuel, and surfactants and examine the properties of mixed fuel obtained from a Microemulsion process compared with B7 diesel and biofuel produced from sugar cane bagasse, of which the quality was improved by the Microemulsion process containing surfactant of 5% v/v – 20% v/v and B7 diesel fuel of 50% v/v – 90%. This research also studied the properties of mixed fuel, namely chemical composition, heating value, density value, kinematic viscosity, and flash point. The results of the experiment showed that there were 2 appropriate proportions in mixing B7 diesel, biofuel and surfactants. The first proportion consisted of B7 diesel 55%v/v: Biofuel 25%v/v: Surfactant 20%v/v, and the second proportion consisted of B7 diesel 50%v/v: Biofuel 30%v/v: Surfactant 20%v/v. According to the study of mixed fuel properties including heating value, density value, kinematic viscosity, and flash point, it was found that the viscosity of the two proportions was lower than that of biofuel, and the heating value was higher than that of biofuel, because both proportions contained B7 diesel which led these two proportions to have higher heating value and lower viscosity than biofuel. When comparing the two proportions of mixed fuel with B7 diesel, it was found to have higher viscosity than B7 diesel in both proportions as they contained highly viscous biofuel, but the heating value, density, and flash point of these two proportions were similar to B7 diesel.

Keywords: Microemulsion, Surfactants, Biofuel

1. บทนำ

ปริมาณน้ำมันสำรองที่หมดลงอย่างรวดเร็ว ทุกประเทศทั่วโลกต้องเผชิญกับปัญหาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานที่นับวันก็มีแต่จะรุนแรงมากขึ้น หนึ่งในวิธีที่จะนำมารับมือกับปัญหานี้ได้อย่างเห็นผล คือ การเลือกใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนซึ่งมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ มาพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งพลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ และพลังงานก๊าซชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วเป็นพลังงานสะอาด เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่รู้จักหมด

ปัจจุบันมีงานวิจัยมากมายที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการนำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพชีวภาพชนิดต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตร มีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิต

น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพในรูปแบบใหม่ แต่อย่างไรก็ตามการนำไปใช้ในเครื่องยนต์หรือห้องเผาไหม้โดยตรงอาจก่อให้เกิดปัญหาได้ เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพมีค่าความร้อนและความหนาแน่นต่ำ (Treedet *et al.*, 2012) ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันดีเซลหลายเท่า จึงเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้งานในห้องเผาไหม้ หรือทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ อีกทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการไพโรไลซิสมีการระเหยตัวได้ช้า มีผลทำให้เผาไหม้ติดยาก เกิดเขม่าไปเกาะติดที่หัวฉีดได้ ด้วยเหตุนี้จึงปรับปรุงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันก่อนนำไปใช้งาน โดยมีด้วยกัน 4 วิธี ได้แก่ กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Tranesterification) กระบวนการเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) การทำไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) โดยการทำไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งการทำไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) เป็นการผสมของเหลว 2 ชนิดที่มีเฟสต่างกัน ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมันดีเซลเป็นเฟสที่ไม่มีขั้ว และแอลกอฮอล์ (เฮกเซน) เป็นเฟสที่มีขั้ว ให้สามารถรวมตัวเกิดความเสถียรภาพเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้สารลดแรงตึงผิวและสารร่วมลดแรงตึงผิวเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงผสมให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ อัตราส่วน ส่วนผสม รวมทั้งชนิดของสารลดแรงตึงผิวและตัวทำละลาย เชื้อเพลิงที่ได้จะมีขนาดอนุภาคขนาด 10-100 นาโนเมตร ไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคภายในเล็กมากจะทำให้มองเห็นอิมัลชันในลักษณะโปร่งใสหรือโปร่งแสง (วรารณ, 2555) ข้อดีของการทำไมโครอิมัลชัน คือ เป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี ไม่เกิดของเสียที่ต้องกำจัดหรือบำบัดต่อ สามารถลดปริมาณเขม่าและก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ภายใต้อุณหภูมิสูง ข้อเสียของการทำไมโครอิมัลชัน คือ ค่าความร้อนและค่าซีเทนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลต่อการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงชีวภาพ ต้องใช้เชื้อเพลิงชีวภาพปริมาณมากเพื่อป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Do *et al.*, 2011)

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจการทำไมโครอิมัลชันมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากขานอ้อย โดยทำการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากการผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมันดีเซล และใช้สารลดแรงตึงผิวในระบบผสมสององค์ประกอบเป็นตัวเชื่อมประสาน สารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 คือ สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุที่นิยมใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงจากการทำไมโครอิมัลชัน ได้แก่ Span 80 และ Tween 80 ผลิตภัณฑ์ และสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 ใช้คือ เฮกเซน (n-hexane) เป็นสารร่วมลดแรงตึงผิว (Jie *et al.*, 2018) เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการเกิดไมโครอิมัลชัน หลังจากนั้นนำไปวัดขนาดอนุภาคและวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี หลังจากนั้นศึกษาสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความร้อน (Heating value) ความหนาแน่น (Density) ค่าความหนืดเชิงจลน์ (Kinematic viscosity) และจุดวาบไฟ (Flash point)

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่เป็นไมโครอิมัลชันระหว่างการผสมน้ำมันดีเซล B7 กับน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว

2.2 เพื่อหาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมที่ได้จากการทำไมโครอิมัลชันเทียบกับน้ำมันดีเซล B7 และน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากชานอ้อย

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การทบทวนวรรณกรรม

เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพมีค่าความร้อน และความหนาแน่นต่ำจึงเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้งาน ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ อีกทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการไพโรไลซิสมีการระเหยตัวได้ช้ามีผลทำให้ห้องเผาไหม้ติดยากเกิดเขม่าไปเกาะติดที่หัวฉีดได้ ด้วยเหตุนี้จึงปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิงของน้ำมันชีวภาพก่อนนำไปใช้งาน โดยตัวอย่างงานวิจัยที่ทำการศึกษการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ มีดังนี้

Chiamontia *et al.* (2003) กล่าวว่าเพื่อให้มีการใช้งานเชื้อเพลิงชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนได้สะดวก และมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีเชื้อที่เสถียรและพร้อมใช้งานในการจุดระเบิดในเครื่องยนต์ การนำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการ Fast pyrolysis มาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลต้องใช้สารมาช่วยผสมในน้ำมันดีเซลและน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อช่วยลดแรงตึงผิว จึงจะสามารถนำน้ำมันเชื้อไปใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Michio & Hogan (2003) ได้ทดลองผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส ที่มีความหนืด ความเป็นกรดสูง และไม่ติดไฟง่าย เพราะมีส่วนผสมของน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก โดยนำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพไปไล่ความชื้นแบบหมุนเหวี่ยงหลังจากนั้นทดสอบนำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพผสมกับน้ำมันดีเซล สารลดแรงตึงผิว และกำลังไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้เกิดอิมัลชันเพื่อทำให้น้ำมันมีความเสถียรมากขึ้น การทดสอบแสดงให้เห็นว่ามีสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด คือการใช้สารลดแรงตึงผิว ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงลดการกัดกร่อน และมีความหนืดต่ำ

Din *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุคู่บวก กับสารลดแรงตึงผิวประจุบวก สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ และสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ พบว่าเมื่อผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดคู่บวกสามารถทำให้ประสิทธิภาพในการลดแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวชนิดเดิมมีมากขึ้น โดยที่เรียงลำดับตามนี้สารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุคู่บวก > กับสารลดแรงตึงผิวประจุบวก > สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ พบว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุคู่บวกมีประสิทธิภาพมากที่สุด

Arpornpong (2011) ได้ทำการศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพจากน้ำมันพืช-น้ำมันดีเซล โดยใช้วิธีสไมเซลล์ไมโครอิมัลชัน ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีสไมเซลล์ไมโครอิมัลชันเตรียมโดยการผสม น้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 50 : 50 สารลดแรงตึงผิวต่อสารลดแรงตึงผิวรวม (S/C ratio) ในอัตราส่วน 1:8, 1:4, 1:1 และ 4:1 โดยโมล ซึ่งพบว่า อัตราส่วน 1:8 โดยโมล ทำให้ค่าความหนืดลดลงและใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณน้อย หลังจากนั้นได้ทำการวิจัยเพิ่มเติม โดยได้ทำการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพด้วยวิธีไมโครอิมัลชันจาก การผสมระหว่าง เอทานอล น้ำมันปาล์ม และน้ำมันดีเซล โดยใช้สารลดแรงตึงผิวแบบไม่มีประจุ ได้แก่ Oleyl alcohol, Stearyl alcohol, Methyl oleate และ Brij-010 สารรวมลดแรงตึงผิว คือ 1-Butanol, 1-Octanol และ 1-Decanol ได้ศึกษาที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับสารรวมลดแรงตึงผิวที่ 1:8 และอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซล เป็น 1:1 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า สารลดแรงตึงผิว มีผลต่อความหนืดมากกว่าสารลดแรงตึงผิวรวม

เพ็ญพฐ และคณะ (2559) ได้นำน้ำมันปาล์มมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกโดยต้องลดความหนืดของน้ำมันปาล์มก่อนนำไปใช้ วิธีที่ใช้ลดความหนืด คือ ไมโครอิมัล โดยการผสมของเหลว 2 ชนิดที่มีเฟสต่างกัน คือ เฟสที่ไม่มีขั้ว น้ำมันปาล์มผสมกับดีเซล และเฟสที่มีขั้ว เอทานอลผสมกับบิวทานอล โดยใช้สารลดแรงตึงผิวกลุ่มเอสเทอร์ชนิดไม่มีประจุเป็นตัวเชื่อมประสาน พบว่าสามารถทำให้เชื้อเพลิงรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้และค่าความหนืด ความหนาแน่น จุดไหลเท และค่าความร้อน มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล

ศกลวรรณ (2561) ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพที่เตรียมจากน้ำมันรำข้าวและเอทานอล โดยใช้วิธีไมโครอิมัลชันที่ใช้สารลดแรงตึงผิวในระบบผสมเป็นตัวผสม ที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างสารลดแรงตึงผิวทั้งสองกลุ่มคือ 1:0, 7:3, 4:6 และ 0:1 โดยใช้อัตราส่วนสารลดแรงตึงผิวแบบผสมและสารรวมลดแรงตึงผิว : น้ำมันรำข้าว : เอทานอล นำไปทดสอบกับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด พบว่าที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างสารลดแรงตึงผิวและสารรวมลดแรงตึงผิวที่ 1:30 สมบัติทางเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงชีวภาพไมโครอิมัลชันส่วนใหญ่เป็นไปตามมาตรฐาน มีประสิทธิภาพทางความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและการปล่อยมลพิษไอเสียน้อยกว่า แต่การจุดระเบิดช้ากว่า และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่า

Jie *et al.* (2018) ได้นำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้จากน้ำมันละหุ่ง เมทานอลและกากของขยะมาทำการผสมกับน้ำมันดีเซล โดยเริ่มจากนำน้ำมันดีเซลมาผสมกับสารลดแรงตึงผิวในระบบสององค์ประกอบคือ Span 80 และ Tween 80 ในอัตราส่วน 7:3 โดยมวล ปั่นผสมจนใส จากนั้นเติมน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพลงไปผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมเฮกซานอล 2% เชื้อเพลิงผสมที่ได้จะมีค่าความหนืด คือ 5.18 cst และจะมีค่าความร้อน 40.57 MJ/Kg ซึ่งค่าความร้อนที่ได้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล อีกทั้งค่าความร้อนที่ได้ยังสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงผสมที่ใช้สารลดแรงตึงผิวในระบบ

องค์ประกอบเดียวซึ่งมีค่าความร้อน 39.45 MJ/Kg และเชื้อเพลิงผสมที่ไม่มีเฮกซานอลผสมอยู่ซึ่งมีค่าความร้อน 39.88 MJ/Kg

การูญ (2562) ศึกษาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Trans-esterification) และเบส เป็นสารเร่งปฏิกิริยา โดยผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อปรับปรุงคุณภาพจากสารเติมแต่งนาโนซิงค์ออกไซด์ผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลและนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ พบว่าการใช้น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมีค่าความหนืดมากเกินไปและทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อนำกลุ่มน้ำมันปาล์มไบโอดีเซลที่ผ่านการปรับปรุงด้วยวิธีการกลั่น ผสมสารเติมแต่งนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.05 กรัม ให้การปล่อย CO น้อยกว่า 61 % และเกิดกระบวนการสันดาปภายในสมบูรณ์มากขึ้นจากปริมาณออกซิเจนมากขึ้น

จากตัวอย่างการงานวิจัยที่ทำการศึกษการปรับปรุงคุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ทำให้พบว่า การนำน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว มาใช้ต้องทำการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยกระบวนการทำไมโครอิมัลชัน ต้องใช้สารมาช่วยผสมในน้ำมันดีเซลและน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อช่วยลดแรงตึงผิว จึงจะสามารถนำน้ำมันเชื้อไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คือ Span 80 และ Tween 80 ในอัตราส่วน Span 80:Tween 80 = 7:3 โดยมวล ซึ่งเป็นอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวที่ดีที่สุด ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้มีค่าความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และใช้เฮกเซนเป็นสารร่วมลดแรงตึงผิว ในอัตราส่วน 1:8 โดยโมล โดยจะทำให้ค่าความหนืดลดลงและใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณน้อย

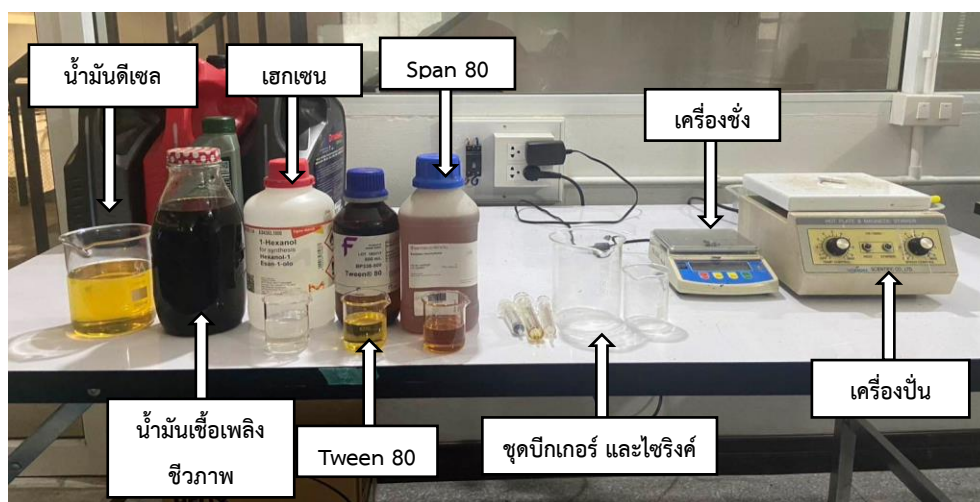
3.2 กระบวนการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยได้เริ่มต้นขึ้นด้วยการมองเห็นปัญหาของน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้จากขานอ้อยเนื่องจากมีความหนืดที่สูง นำไปใช้งานลำบาก และจุดติดไฟยาก ผู้จัดทำจึงมองเห็นว่าควรที่จะนำน้ำมันดีเซล B7 เพื่อให้สามารถจุดติดไฟได้ง่าย และมีการผสมสารลดแรงตึงผิวลงไปด้วยเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติลดความหนืด และช่วยเป็นตัวผสมให้น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพผสมกับน้ำมันดีเซล B7 จนเป็นไมโครอิมัลชัน กระบวนการวิจัยสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการวิจัย

3.3 อุปกรณ์ในการทดลอง



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว



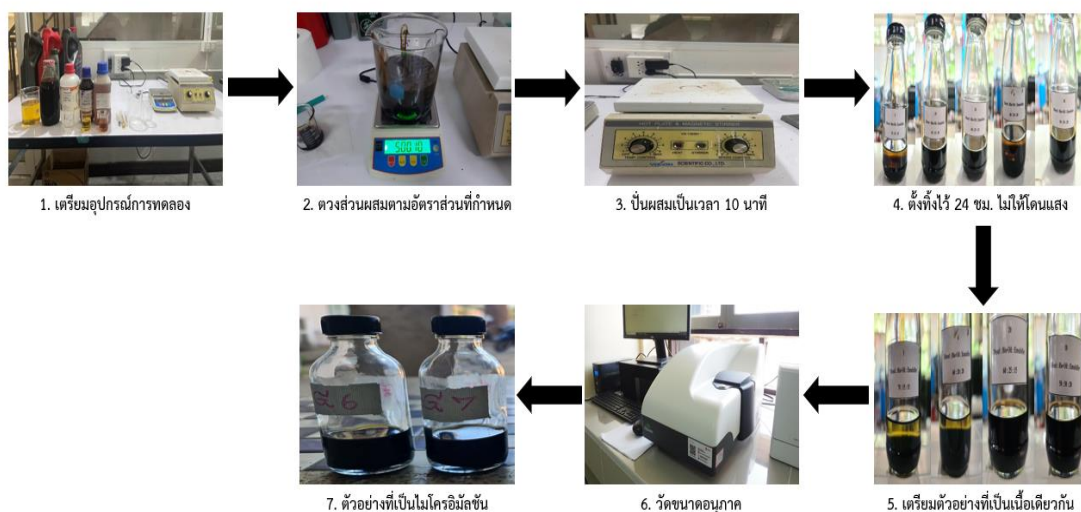
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว ที่แสดงในภาพที่ 2 ประกอบด้วย น้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากชานอ้อย สารลดแรงตึงผิวในระบบสององค์ประกอบ คือสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 ได้แก่ Span 80 และ Tween 80 สารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 ได้แก่ เฮกเซน เป็นสารร่วมลดแรงตึงผิว ซุดบิกเกอร์ ไชริงค์ และเครื่องชั่งดิจิตอล สำหรับใช้ตวงส่วนผสม เครื่องปั่นสำหรับใช้ปั่นผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว โดยกำหนดอัตราส่วนการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio-oil) และสารลดแรงตึงผิว ในอัตราส่วนต่างๆ ทั้ง 30 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว

อัตราส่วนที่	น้ำมันดีเซล B7	น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ	สารลดแรงตึงผิว	อัตราส่วนที่	น้ำมันดีเซล B7	น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ	สารลดแรงตึงผิว
1	90	5	5	16	55	35	10
2	85	10	5	17	50	40	10
3	80	15	5	18	80	5	15
4	75	20	5	19	75	10	15
5	70	25	5	20	70	15	15
6	65	30	5	21	65	20	15
7	60	35	5	22	60	25	15
8	55	40	5	23	55	30	15
9	50	45	5	24	50	35	15
10	85	5	10	25	75	5	20
11	80	10	10	26	70	10	20
12	75	15	10	27	65	15	20
13	70	20	10	28	60	20	20
14	65	25	10	29	55	25	20
15	60	30	10	30	50	30	20

3.4 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงผสมที่ได้จากการทำไมโครอิมัลชัน โดยใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสจากขานอ้อย ผสมกับน้ำมันดีเซล B7 ซึ่งจะมีสารลดแรงตึงผิวช่วยในการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพและน้ำมันดีเซล B7 ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสมที่ได้ กระบวนการวิจัยเริ่มต้นด้วยการผสมสารลดแรงตึงผิวในระบบสององค์ประกอบ คือ สารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 โดยใช้สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุสองชนิดมาผสมกัน ได้แก่ Span 80 และ Tween 80 มาผสมกันในอัตราส่วน 7:3 โดยมวล นำสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 ผสมกับสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 คือ สารร่วมลดแรงตึงผิว(เฮกเซน) ในอัตราส่วน สารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 ต่อ สารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 คือ 1:8 โมล (Arpornpong, 2011; ศกลวรรณ, 2561; Jie *et al.*, 2018) เตรียมผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio-oil) และสารลดแรงตึงผิว ในอัตราส่วนต่างๆ ทั้ง 30 ตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้จะใช้สารลดแรงตึงผิวไม่เกิน 20 %v/v เพราะ ปริมาตรของสารลดแรงตึงผิวเป็นข้อจำกัดในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ดังนั้นสารลดแรงตึงผิวไม่ควรจะมีปริมาตรเกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร เพราะออกซิเจนในโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวมีผลทำให้คาร์บอนในเชื้อเพลิงชีวภาพลดลง (Arpornpong, 2011) ทำการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว ทั้ง 30 ตัวอย่าง โดยใช้ ปีกเกอร์ ไซริงค์ และเครื่องชั่ง ในการตวงส่วนผสมให้แม่นยำ จากนั้นทำการปั่นผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว เป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ความแรงในการปั่นสูงสุด แล้วใส่ขวดตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง โดยไม่ให้โดนแสงทั้ง 30 ตัวอย่าง โดยปริมาตรเมื่อทำการผสมแล้วรวมกันอยู่ที่ 100 ml. หลังจากตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ทำการคัดกรองเบื้องต้นด้วยตาเปล่า โดยนำน้ำมันเชื้อเพลิงผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการแยกชั้นไปวัดขนาดอนุภาคด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาค Zetasizer Nano ZS โดยที่เชื้อเพลิงผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน วัดขนาดอนุภาคได้ไม่เกิน 100 nm. แสดงว่าเป็นไมโครอิมัลชัน นำเชื้อเพลิงผสมที่เป็นไมโครอิมัลชันมาทำการทดสอบคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) ค่าความหนืดเชิงจลน์ (Kinematic viscosity) จุดวาบไฟ (Flash point) ค่าความร้อน (Heating value) ค่าองค์ประกอบทางเคมี (Ultimate analysis) โดยรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2 และวิธีการทดลองสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว

3.5 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์	รุ่น	เครื่องวิเคราะห์
ขนาดอนุภาค	Nano ZS	Malvern Zetasizer Nano ZS
องค์ประกอบทางเคมี	ASTM D5373	LECO SC-144DR
ความหนาแน่น	ASTM D4052	Digital Scales
ค่าความหนืดเชิงจลน์	ASTM D445	Kinetic Viscosity Analyzer
จุดวาบไฟ	ASTM D93-C	Flash Point Tester
ค่าความร้อน	DIN 51900	Torino Bomb Calorimeter

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

เมื่อทำการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว จะได้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นไมโครอิมัลชัน ขนาดอนุภาคไม่เกิน 100 nm. มีความหนืดลดลงน้อยกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสามารถติดไฟได้ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 น้ำเชื้อเพลิงผสมที่เป็นไมโครอิมัลชัน

4.2 ผลการผสมน้ำมันดีเซล B7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว

จากตารางที่ 3 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่เป็นไมโครอิมัลชันซึ่งมีขนาดอนุภาคไม่เกิน 100 nm. คือ เชื้อเพลิงผสมตัวอย่างที่ 29 ที่ประกอบด้วย น้ำมันดีเซล B7 55%v/v ต่อน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 25%v/v ต่อสารลดแรงตึงผิว 20%v/v มีขนาดอนุภาค 44.11 nm. เชื้อเพลิงผสมตัวอย่างที่ 30 ที่ประกอบด้วย น้ำมันดีเซล B7 50%v/v ต่อน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 30%v/v ต่อสารลดแรงตึงผิว 20%v/v มีขนาดอนุภาค 26.37 nm. ทำให้อธิบายได้ว่าสารลดแรงตึงผิว 20%v/v นั้นเหมาะสมที่สุดที่จะเป็นตัวช่วยผสมให้น้ำมันดีเซล B7 และน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นเนื้อเดียวกัน และเป็นไมโครอิมัลชัน แต่ถ้าเพิ่มการใช้สารลดแรงตึงผิวให้มากกว่า 20%v/v จะส่งผลให้ค่าความร้อนลดต่ำลง (Arpornpong, N., 2011) ขนาดอนุภาคที่แสดงในตารางที่ 3 นั้นสามารถวิเคราะห์ได้จากการนำเชื้อเพลิงผสมที่เป็นเนื้อเดียวกันมาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Malvern Zetasizer Nano ZS

ตารางที่ 3 แสดงอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงผสมที่เป็นไมโครอิมัลชัน

ตัวอย่าง ที่	น้ำมัน ดีเซล B7	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	สารลดแรงตึงผิว (S:C)				ขนาดอนุภาค (nm)
			S (S1:S2 =7:3)		C	รวม	
			Span 80 (S1)	Tween 80 (S2)	เฮกเซน		
29	55.00	25.00	8.65	3.71	7.64	20	44.11
30	50.00	30.00	8.65	3.71	7.64	20	26.37

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมี และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิง

จากตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 พบว่าอัตราส่วนสารลดแรงตึงผิวส่งผลต่อความเป็นเนื้อเดียวกันของเชื้อเพลิงผสม และส่งผลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม การใช้สารลดแรงตึงผิวเป็น Span 80 และ Tween 80 และใช้สารร่วมลดแรงตึงผิวเป็นเฮกเซน ช่วยให้เชื้อเพลิงผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จากการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืดเชิงจลน์ และจุดวาบไฟ พบว่าทั้งสองตัวอย่างจะมีค่าความหนืดใกล้เคียงกัน โดยตัวอย่างที่ 30 จะมีค่าความหนืดต่ำกว่าเล็กน้อย แต่ตัวอย่างที่ 29 จะมีค่าความร้อนที่สูงกว่าตัวอย่างที่ 30 เพราะตัวอย่างที่ 29 จะมีปริมาณของน้ำมันดีเซล B7 ผสมอยู่มากกว่าตัวอย่างที่ 30 จึงส่งผลตัวอย่างที่ 29 มีค่าความร้อนสูงกว่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ พบว่าตัวอย่างที่ 29 และตัวอย่างที่ 30 จะมีความหนืดต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ส่วนค่าความร้อนจะสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เพราะตัวอย่างทั้งสองจะมีน้ำมันดีเซล B7 ผสมอยู่จึงทำให้ทั้งสองตัวอย่างมีค่าความร้อนสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และมีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล B7 พบว่ามีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล B7 เพราะตัวอย่างทั้งสองมีน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีความหนืดสูงผสมอยู่ แต่มีค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น และจุดวาบไฟใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล B7

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีแบบละเอียด

เชื้อเพลิงผสมตัวอย่างที่	Carbon (%)	Hydrogen (%)	Oxygen (%)	Nitrogen (%)
ดีเซล B7	85.81	13.35	0.84	-
Bio-Oil	42.68	6.62	50.32	0.38
ตัวอย่างที่ 29	75.92	12.63	11.45	-
ตัวอย่างที่ 30	67.48	11.63	20.89	-

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิง

สมบัติทางกายภาพ	หน่วย	Bio-Oil	ตัวอย่างที่ 29	ตัวอย่างที่ 30
1) ค่าความร้อน	MJ/Kg	16.73	44.14	33.33
2) ค่าความหนาแน่น	g/ml	1.091	0.820	0.990
3) ค่าความหนืดเชิงจลน์	cSt	184.23	51.18	46.19
4) จุดวาบไฟ	°C	-	66.00	66.00

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนสารลดแรงตึงผิวส่งผลต่อความเป็นเนื้อเดียวกันของเชื้อเพลิงผสม และส่งผลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม การใช้ Span 80 และ Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิวช่วยให้เชื้อเพลิงผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน การสารลดแรงตึงผิว 20%v/v นั้นเหมาะสมที่สุดที่จะเป็นตัวช่วยผสมให้น้ำมันดีเซล B7 และน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นเนื้อเดียวกัน และเป็นไมโครอิมัลชัน เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างน้ำมันดีเซล เชื้อเพลิงชีวภาพ และสารลดแรงตึงผิว ที่อัตราส่วนน้ำมันดีเซล B7 55%v/v ต่อน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 25%v/v ต่อสารลดแรงตึงผิว 20%v/v และอัตราส่วนน้ำมันดีเซล B7 50%v/v ต่อน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ 30%v/v ต่อสารลดแรงตึงผิว 20%v/v เชื้อเพลิงผสมทั้งสองอัตราส่วนจะมีคุณภาพการผสมดีที่สุดและเป็นไมโครอิมัลชัน จากการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงผสม ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืดเชิงจลน์ และจุดวาบไฟ พบว่าตัวอย่างเชื้อเพลิงผสมทั้งสองจะมีความหนืดต่ำกว่าน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ส่วนค่าความร้อนจะสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เพราะตัวอย่างทั้งสองจะมีน้ำมันดีเซล B7 ผสมอยู่ จึงทำให้ทั้งสองตัวอย่างมีค่าความร้อนสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ และมีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล B7 พบว่ามีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล B7 เพราะตัวอย่างทั้งสองมีน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีความหนืดสูงผสมอยู่ แต่มีค่าความร้อน ค่าความหนาแน่น และจุดวาบไฟใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล B7

7. เอกสารอ้างอิง

การุญ พิงสุวรรณรักษ์. (2562). ผลกระทบของการเติมสารเติมแต่งในน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีต่อสมรรถนะ เครื่องยนต์ดีเซล. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7, หาดกะรน, จังหวัดภูเก็ต.

เพ็ญพูน ศิริรัตนประเสริฐ. (2559). เชื้อเพลิงชีวภาพจากน้ำมันปาล์มด้วยวิธีไมโครอิมัลชันโดยใช้



- สารลดแรงตึงผิวกลุ่มเอสเทอร์ชนิดไม่มีประจุ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วรารักษ์ จรรยาประเสริฐ. (2555). **นาโนเทคโนโลยีในการนำส่งทางผิวหนัง** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ศกลวรรณ เพิ่มบุญ. (2561). **การศึกษาเชื้อเพลิงชีวภาพจากน้ำมันรำข้าวและเอทานอลด้วยวิธีไมโครอิมัลชันเพื่อใช้ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- Arpornpong, N. (2011). **Alternative renewable biofuel from palm oil-diesel based reverse micelle microemulsion**. (Doctoral dissertation). Chulalongkorn University, Bangkok.
- Chiamonti, D., Bonini, M., Fratini, E., Tondi, G., Gartner, K., Bridgwater, A.V., Grimm, H.P., Soldaini, I., Webster, A., & Baglioni, P. (2003). Development of emulsions from biomass pyrolysis liquid and diesel and their use in engines. **Biomass and Bioenergy**, 25(1), 85 – 99.
- Din, K.U., Sheikh, M.S. & Dar, A.A. (2009). Interaction of a cationic gemini surfactant with conventional surfactants in the mixed micelle and monolayer formation in aqueous medium. **Journal of Colloid and Interface Science**, 333(2), 601-605.
- Do, L.D., Singh, V., Chen, L., Kibbey, T.C.G., Gollahalli, S.R. & Sabatini, D.A. (2011). Algae, canola, or palm oils-diesel microemulsion fuels: Phase behaviors, viscosity, and combustion properties. **International Journal of Green Energy**, 8(7), 748-767.
- Jie, L., Yingying, Q., Xingzhong, Y., Lijian, L., Guangming, Z., Longbo, J., Jianguang, S., Yuan, L., Xiaowei, D., Zhaoxue, Y., & Xuemei, L. (2018). Span80/Tween80 stabilized bio-oil-in-diesel microemulsion: Formation and combustion. **Renewable Energy**, 126, 774-782.
- Michio, L., Maria, S. & Hogan, E. (2003). Emulsification of Pyrolysis Derived Bio-oil in Diesel Fuel. **Biomass and Bioenergy**, 24(3), 221 – 232.
- Treedet, W., & Suntivarakorn, R. (2012). A Comparison of Energy Conversion Between Pyrolysis and Gasification Process for Bio-Fuel Production from Sugarcane Trash. **Journal of Biobased Materials and Bioenergy**, 6(6), 622-626.