

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญ	
สารบัญภาพ	
สารบัญตาราง	
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมา	1
วัตถุประสงค์	3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	4
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	5
ปัจจัยสำคัญในการผลิตไบโอดีเซล	6
เอนไซม์ไลเปส	8
แบบจำลองกิจกรรมเอนไซม์ไลเปส	12
บทที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมเอนไซม์ไลเปส	14
วิธีการทดลอง	15
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	16
สรุปผลการทดลอง	20
บทที่ 4 การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอนไซม์ไลเปส	22
วิธีการทดลอง	23
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
สรุปผลการทดลอง	32
บทที่ 5 การผลิตไบโอดีเซลแบบกึ่งต่อเนื่อง	34
การออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย	34
การทดสอบความสามารถการให้ความร้อนแก่น้ำมันและ	
การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ไมโครเวฟ	35
การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซล	37
สรุปผลการทดลอง	40
เอกสารอ้างอิง	4,13, 20, 32,

รูปที่ 2.1 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์ กับแอลกอฮอล์	5
รูปที่ 2.2 โลปส์ที่ไม่มีเฉพาะต่อตำแหน่งบนโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์	9
รูปที่ 2.3 แสดงโลปส์ที่มีความเฉพาะต่อตำแหน่ง 1 และ 3 บนโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์	9
รูปที่ 3.1 กิจกรรมของเอนไซม์โลปส์ในสารตั้งต้นน้ำมันแต่ละชนิด	18
รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกิจกรรมของเอนไซม์	
(ก) น้ำมันปาล์มดิบแยกยางเหนียว (ข) น้ำมันปาล์มทางการค้า (ค) น้ำมันมะกอก	19
รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและกิจกรรมของเอนไซม์	
(ก) น้ำมันปาล์มดิบแยกยางเหนียว (ข) น้ำมันปาล์มทางการค้า (ค) น้ำมันมะกอก	20
รูปที่ 4.1 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification)	26
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอทิลโอเลต ในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาใน แต่ละอัตราส่วนน้ำมันปาล์มโอเลตอื่นกับเอทานอล	26
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลปาล์มิเตทในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละอัตราส่วนน้ำมันปาล์มโอเลตอื่นระหว่างกับเอทานอล	27
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลโอเลตในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละอัตราส่วน	28
รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลปาล์มิเตทในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละอัตราส่วน	28
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลปาล์มิเตทในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละความรอบการเขย่า	29
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลโอเลตในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละความรอบการเขย่า	29
รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลปาล์มิเตทในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละความรอบการเขย่า	30
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเอทิลโอเลตในหน่วยมวล (ก)	
และหน่วยโมล (ข) กับเวลาแต่ละความรอบการเขย่า	31
รูปที่ 4.10 ปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ ไคกลีเซอไรด์ โมโนกลีเซอไรด์ และเอธิลเอสเทอร์	
ระหว่างการทำปฏิกิริยา ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยเอนไซม์โลปส์	32

รูปที่ 5.1 แสดงเครื่องผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ไมโครเวฟเป็นแหล่งให้ความร้อน	34
รูปที่ 5.2 แสดงผังการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำโดย กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน และให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ	35
รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มอุณหภูมิกับระยะเวลา	36
รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของอุณหภูมิกับระยะเวลา	36
รูปที่ 5.3 แสดงการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกรีเซอริน	39

สารบัญตาราง	หน้า
ตาราง 1.1. แสดงมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดีเซลของไทย	1
ตาราง 1.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซลจากน้ำมันดิบ	1
ตาราง 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพที่กำหนดตามมาตรฐาน ASTM	5
ตาราง 3.1 ส่วนประกอบกรดไขมันจากน้ำมันปาล์มแยกยางเหนียว	15
ตาราง 5.1 แสดงผลการหาความเหมาะสมของการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันสุญ์ดำดิบโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันและให้ความร้อน ในการทำปฏิกิริยาด้วยคลื่นไมโครเวฟ	38
ตาราง 5.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลกับคุณสมบัติไบโอดีเซล จากการทดลอง	38

บทคัดย่อ

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มแยกยางเหนียวและเอธานอล โดยใช้เอนไซม์ไลเปส ตรึงรูปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์จะถูกตรึงรูปโดยวิธีห่อหุ้มด้วยเจล ซึ่งเจลที่ใช้เป็นอัลจินเตชันรูป เป็นทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร ไลเปสจากจุลินทรีย์ *Pseudomonas fluorescens* จะให้กิจกรรมเอนไซม์ที่ดีที่สุดเมื่อใช้น้ำมันปาล์มแยกยางเหนียว ค่ากิจกรรมของ เอนไซม์ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดต่างของบัฟเฟอร์ที่ใช้เตรียมเอนไซม์ ซึ่งมีค่าที่เหมาะสมคือที่ พี เอช 7-7.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ 40 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบในการกวนที่ 200 รอบต่อ นาที จึงนำสภาวะที่ได้ไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล อัตราส่วนโดยโมลระหว่างน้ำมันกับเอทานอลคือ 1:3 ซึ่งก็เป็นสภาวะที่ให้ค่าคอนเวอร์ชันที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณเอสเทอร์ที่อยู่ในไบโอดีเซล เกิดขึ้นเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุดที่คาดว่าจะได้ จึงหันไปผลิตไบโอดีเซลด้วยการใช้ต่างเป็น ตัวเร่งปฏิกิริยาแทน สามารถผลิตไบโอดีเซลกึ่งต่อเนื่องโดยใช้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมา ประกอบด้วย ถังป้อนสาร ไมโครเวฟให้ความร้อน ถังรอกลิเซอรินแยกชั้น พบว่าสามารถผลิตไบโอดีเซลที่มี ปริมาณเอสเทอร์ไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์และมีคุณสมบัติอยู่ในมาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงาน กำหนด โดยมีกำลังการผลิตไบโอดีเซล ประมาณ 8 ลิตรต่อชั่วโมง จากน้ำมันพืชประมาณ 8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สภาวะที่ใช้ผลิตคือ ทำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยน้ำหนัก ระหว่างน้ำมันพืชกับเมทานอลคือ 1 กิโลกรัมต่อเมทานอล 200 กรัม หรือสัดส่วนโดยโมลประมาณ 1:6 ใช้พลังงานไมโครเวฟระดับสูงสุด เปิดปิดตามช่วงเวลา ทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 8 นาที โดย ไมโครเวฟที่ใช้มีกำลังไฟ 800 วัตต์

คำสำคัญ ไบโอดีเซล, ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน, ไลเปส, การผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง

Abstract

A production of biodiesel from de-gum palm oil with ethanol using lipase as a catalyst was studied. Immobilized lipase using gel entrapping method has an average diameter of 1-2mm in spherical shape. The highest activity of lipase from *Pseudomonas fluoresces* was obtained when the operating conditions were set at pH of 7-7.5, temperature of 40 degree Celsius, and a mixing speed of 200rpm. Therefore, these conditions were used in biodiesel production with a mole ratio of oil to ethanol of 1:3. As a result the highest oil conversion was obtained. However, only 20% of ester occurred during the reaction. So, the semi-continuous biodiesel production was operate using NaOH as a catalyst. A set of experimental apparatus comprised of two feed tanks, a microwave as a heating source, and 6 separating tanks. It was found that the biodiesel contained more than 95% ester which its properties followed the biodiesel standard. It can produce 8L/h biodiesel from 8kg/h vegetable oil using operating conditions as: temperature of 60 degree Celsius, oil to methano mol ratio of 1:6, and the highest microwave power of 800W with intermittently turn on-off for 8 minutes.

Keyword: biodiesel, transesterification, lipase, semi-continuous process