

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยใช้เปลือกหอยตลับ
เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

PRODUCTION OF BIODIESEL FROM PALM OIL BY USING AN
ORIENTAL HAND CLAM (*Meretrix meretrix*) AS A CATALYST

นางสาวสาวิตรี คำภีร์ รหัส 50362634
นายถาวร สีทอง รหัส 50363600

15519196

ว/

ศ 684 D

2553

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
วันที่รับ.....10.0.ค.ค. 2554
เลขทะเบียน.....15519196
เลขเรียกหนังสือ.....น/จ
มหาวิทยาลัยนเรศวร ศ 684 D

2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยใช้เปลือกหอยตลับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ผู้ดำเนินการ นางสาวสาวิตรี คำภีร์ รหัส 50362634
นายถาวร สีทอง รหัส 50363600

ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์วัฒน์ชัย เยาวรัตน์

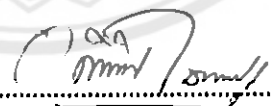
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2553

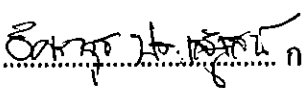
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

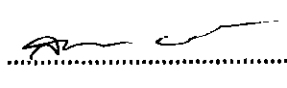
.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์วัฒน์ชัย เยาวรัตน์)

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อติศักดิ์ ไสยสุข)

.....กรรมการ
(อาจารย์อภาภรณ์ จันทรปรีกษ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์นพวรรณ ไม้ทอง)

.....กรรมการ
(อาจารย์อัคราฐ ประเสริฐสังข์)

.....กรรมการ
(อาจารย์สุชาดา อยู่แก้ว)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยใช้เปลือกหอยตลับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา		
ผู้ดำเนินการ	นางสาวสาวิตรี คำภีร์		รหัส 50362634
	นายถาวร สีทอง		รหัส 50363600
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์วัฒน์ชัย	เขาวรัตน์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันเป็นกระบวนการผลิตเอสเตอร์ของกรดไขมัน โดยเป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มโอเลอินกับแอลกอฮอล์และมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นสารเคมีเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากได้ผลของผลิตภัณฑ์สูง แต่สารเคมีนั้นมีผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงและทางอ้อม

การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่จะใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากธรรมชาติโดยใช้เปลือกหอยตลับที่มีคุณสมบัติเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต แต่เมื่อนำมาเผาที่อุณหภูมิสูงจะเป็นแคลเซียมออกไซด์ซึ่งสามารถนำมาทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธุ์ในกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันปาล์มโอเลอิน

การศึกษการใช้เปลือกหอยตลับที่มีคุณสมบัติเป็นแคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและ 30 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยมวลของเมทานอลต่อน้ำมันปาล์มโอเลอินเท่ากับ 4 : 1 และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น 1, 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอินโดยผลการทดลองที่ได้ คือ ไม่เกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลกับกลีเซอริน

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก อาจารย์วัฒน์ชัย เขาวรัตน์อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ตลอดจนท่านอาจารย์หลายๆ ท่านที่ได้ให้ คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางต่างๆ ในการทำงาน ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ใน การทำปริญญาานิพนธ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทำการสอบ เจ้าหน้าที่ที่ดูแลห้องปฏิบัติงานที่ให้คำปรึกษาและ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือที่ดีตลอดมาจนปริญญาานิพนธ์สำเร็จ

ผู้ดำเนินโครงการ

นายถาวร สีทอง

นางสาวสาวิตรี คำภีร์

เมษายน 2554



สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....	1
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ.....	2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ.....	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	4
2.2 สถานการณ์การผลิตไบโอดีเซล.....	4
2.3 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล.....	5
2.4 แอลกอฮอล์.....	10
2.5 สารเร่งปฏิกิริยา.....	11
2.6 การขจัดสารตกค้างน้ำมันไบโอดีเซล.....	12
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซล.....	14
2.8 มาตรฐานของไบโอดีเซล.....	15
2.9 ประโยชน์ของน้ำมันไบโอดีเซล.....	17
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	21
3.1 ขั้นตอนเตรียมก่อนการผลิต.....	21
3.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซล.....	21
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ.....	21
3.4 ออกแบบวิธีการทดลอง.....	21
3.5 ทำการทดลอง.....	21
3.6 สรุปผลการทดลอง.....	22
3.7 วิเคราะห์การทดลองและสรุปผลวิจัย.....	22
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	33
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	33
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	33
เอกสารอ้างอิง.....	34
ภาคผนวก ก.....	35
ภาคผนวก ข.....	40
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	2
2.1 รายชื่อโรงงาน/บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ขึ้นทะเบียนกับกรมธุรกิจพลังงาน	5
2.2 แสดงมาตรฐานไบโอดีเซล B100 ระดับอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548	15
4.1 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	25
4.2 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	26
4.3 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	27
4.4 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	29
4.5 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	30
4.6 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้เปลือกหอย	
7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	31
ก.1 แสดงมวลโมเลกุลของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันปาล์มโอเลอิน.....	36

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ปฏิกริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช.....	6
3.1 การตั้งเครื่องทดลอง	22
4.1 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	23
4.2 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	24
4.3 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	24
4.4 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	28
4.5 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	28
4.6 ลักษณะสารผสมจากปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกริยา 2 ชั่วโมง....	28
ก.1 พันธะน้ำมันปาล์ม 1 โมล	37
ก.2 ค่ามวลโมเลกุล 1 พันธะ	37
ก.3 ค่ามวลโมเลกุล 3 พันธะ	38
ก.4 ค่ามวลโมเลกุลของน้ำมันปาล์มโอเลอิน 1 โมล.....	38
ข.1 เตาเผา.....	41
ข.2 เปลือกหอยตลับ	41
ข.3 เปลือกหอยตลับที่เผาแล้ว.....	42
ข.4 ลักษณะเปลือกหอยตลับที่บดละเอียดแล้ว.....	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณมากโดยเฉพาะน้ำมันดีเซลเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีสัดส่วนการใช้ที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ มีสาเหตุเนื่องจากการใช้ในการขนส่งสินค้าและกระบวนการผลิตของประเทศ อีกทั้งราคาน้ำมันก็ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจได้รับผลกระทบ รัฐบาลจึงส่งเสริมให้มีการผลิตและส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยทั่วไปแล้วไบโอดีเซลผลิตมาจากพืชไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า “ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน” และ “เอสเทอร์ฟิเคชัน” โดยมีสารตั้งต้นเป็น (ไตรกลีเซอไรด์) หรือกรดไขมัน ซึ่งกรดไขมันทำปฏิกิริยากับเมทานอลได้ผลิตภัณฑ์เป็นไบโอดีเซล แต่เนื่องจากการผลิตไบโอดีเซลในกระบวนการที่มีอยู่ในปัจจุบันใช้สารเคมีในการทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีราคาสูงและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมจากการศึกษาเบื้องต้นเลือกหอยตลับอยู่ในรูปของสารประกอบแคลเซียมสามารถนำมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลได้ โครงการนี้จึงทำการศึกษาและการทดลองการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยใช้เปลือกหอยตลับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

1.2.2 ศึกษาผลของปริมาณเปลือกหอยตลับและอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ผลของปริมาณเปลือกหอยตลับและอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ทราบถึงผลของอุณหภูมิ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกหอยตลับที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

1.5.1 ผลิตไบโอดีเซลโดยวิธีทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

1.5.2 ใช้น้ำมันปาล์มโอเลอินในการทดลอง

1.5.3 แอลกอฮอล์ที่ใช้ คือ เมทานอล (commercial grade)

1.5.4 เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

1.5.5 สัดส่วนคือโดยมวลของเมทานอลต่อน้ำมัน 4:1

1.5.6 ใช้เปลือกหอยตลับมาทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1.5.7 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

1.5.7.1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1, 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์ม

โอเลอิน

1.5.7.2 อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยาที่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

อาคารปฏิบัติการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

เดือนตุลาคม 2553 - เดือนเมษายน 2554

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	คิดหัวข้อโครงการ	←→						
2	ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีพื้นฐาน		←→					
3	ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล		←→					
4	วางแผนการทดลอง			←→				
5	ทำการทดลองการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เปลือกหอยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา				←→			

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) แสดงขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
6	รวบรวมผล วิเคราะห์ผลการ ทดลอง						↔	
7	แก้ไขปัญหาในการ ทำการทดลอง						↔	
8	สรุปผลการทดลอง							↔
9	นำข้อมูลทั้งหมดมา ทำรายงาน							↔



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาราคาน้ำมันแพงจึงทำให้ทุกภาคส่วนของระบบเศรษฐกิจได้รับผลกระทบ รัฐบาลจึงส่งเสริมให้มีการผลิตและส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยทั่วไปแล้วไบโอดีเซลผลิตมาจาก พืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า “ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (แอลกอฮอล์ไลซิส)” และ “เอสเทอร์ฟิเคชัน” โดยมีสารตั้งต้นเป็น (ไตรกลีเซอไรด์) หรือกรดไขมันซึ่งทำปฏิกิริยากับเมทานอลได้ผลิตภัณฑ์เป็นไบโอดีเซล แต่เนื่องจากการผลิตไบโอดีเซลในกระบวนการที่มีอยู่ในปัจจุบันใช้สารเคมีในการทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีราคาสูงและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาเบื้องต้นเปลือกหอยดักอยู่ในรูปของสารประกอบแคลเซียมซึ่งน่าจะนำมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลได้ โครงการนี้จึงทำการศึกษาและทดลองการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากปาล์ม โดยใช้เปลือกหอยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2.2 สถานการณ์การผลิตไบโอดีเซล

ประเทศผู้ผลิตไบโอดีเซลอันดับต้นๆ ของโลกอยู่ในทวีปยุโรปโดยพบว่า ในปี พ.ศ. 2549 มีโรงผลิตไบโอดีเซลจำนวน 185 โรงงาน และอยู่ในระหว่างก่อสร้าง 58 โรงงาน สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ถึง 4.89 ล้านตัน (หรือคิดเป็น 77 เปอร์เซ็นต์ของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ทั้งหมด) ซึ่งสูงกว่าปี พ.ศ. 2548 ถึง 54 เปอร์เซ็นต์ และจากความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีการเพิ่มกำลังการผลิตจาก 6.07 ล้านตันต่อปี เป็น 10.29 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2550 สำหรับประเทศในยุโรปที่มีกำลังการผลิตไบโอดีเซลสูงสุด คือ เยอรมนี (4.36 ล้านตันต่อปี) ในขณะที่สหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตไบโอดีเซลรองจากยุโรปและสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 0.836 ล้านตัน สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซลในยุโรปคือ น้ำมันเมล็ดเรพ น้ำมันทานตะวันฯ สำหรับสหรัฐอเมริกาและแคนาดาใช้น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันคาโนลา ในประเทศไทย ไบโอดีเซลปริมาณการจำหน่ายไบโอดีเซลB5 ได้เพิ่มจาก 0.12 ล้านลิตร ต่อวันในปี พ.ศ. 2549 เป็น 1.58 ล้านลิตรต่อวันในปีนี้ หรือเพิ่มมากกว่า 100 เท่าตัวในช่วง 1 ปี และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 มีการจำหน่ายถึง 3.55 ล้านลิตรต่อวัน นอกจากนั้นในกลางปี พ.ศ. 2550 ได้เริ่มมีการจำหน่ายไบโอดีเซลB2 ซึ่งรัฐบาลให้การส่งเสริมโดยกำหนดนโยบายให้ใช้ไบโอดีเซลB2 ทั่วประเทศในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เป็นต้นไป ซึ่งเลื่อนให้เร็วขึ้นกว่ากำหนดเวลาเดิม 2 เดือน ดังนั้นในปีถึง พ.ศ. 2551 ปริมาณไบโอดีเซลB100 ที่จะนำไปใช้ผสมกับดีเซลธรรมดาจะมีปริมาณประมาณ 1.1 ล้านลิตรต่อวัน การผลิตไบโอดีเซลB5 ในปี พ.ศ. 2550 อยู่ที่ระดับ 0.7 พันบาร์เรลต่อวัน ในปีนี้เพิ่มขึ้นมาอยู่ที่ระดับ

10.8 พันบาร์เรลต่อวัน โดยในปัจจุบันมีสถานีบริการน้ำมันไบโอดีเซลB5 รวมทั้งสิ้น 1,051 สถานี มีบริษัทผู้ค้าน้ำมันที่ขายน้ำมันไบโอดีเซลB5 จำนวน 8 บริษัท ได้แก่ ปตท. บางจาก เซลล์ รีเทล (คอนอคโค) ทรานเทคเอ็นเอสซี เซฟรอน และยูนิแก๊ส และเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ไบโอดีเซล จึงได้กำหนดอัตราเงินส่งเข้ากองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศในปี พ.ศ.2550 เท่ากับ 0.59 บาทต่อลิตร เพื่อให้ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลB5 ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 0.79 บาทต่อลิตร การผลิตไบโอดีเซลB100 ในปัจจุบันมีผู้ผลิตที่ได้คุณภาพตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.) จำนวน 9 ราย กำลังการผลิตรวม 2.185 ล้านลิตรต่อวัน และสามารถผลิตได้จริงในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 จำนวน 1.29 ล้านลิตรต่อวัน (ปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ 37.46 ล้านลิตรเดือนกุมภาพันธ์) (วารสารนโยบายพลังงาน, 2551)

ตารางที่ 2.1 รายชื่อโรงงานต่อบริษัทผู้ผลิตผลิตไบโอดีเซลที่ขึ้นทะเบียนกับกรมธุรกิจพลังงาน

โรงงาน	กำลังการผลิตติดตั้ง (ลิตร/วัน)
1. ไบโอดีเอ็นเนอร์ยีพลัส	100,000
2. น้ำมันพืชปทุม	300,000
3. กรุงเทพพลังงานทดแทน	200,000
4. กรีนเพาเวอร์คอร์ปอเรชั่น	200,000
5. เอไอ เอ็นเนอร์จี	250,000
6. บางจาก บีโตร์เลียม	50,000
7. วีระสุวรรณ	200,000
8. ชันเทคปาล์มออย์	200,000
9. ไทยโอลิโอเคมี จำกัด(TOL)	685,800
รวม	2,185,800

ที่มา : วารสารนโยบายพลังงาน (2551)

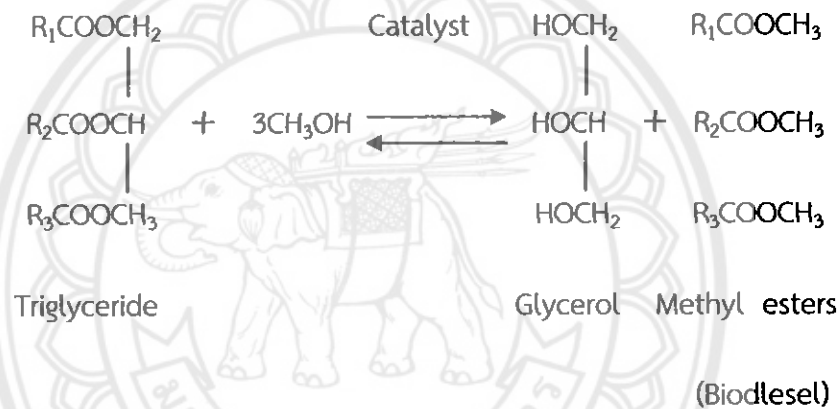
2.3 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล หมายถึง เชื้อเพลิงทดแทนประเภทดีเซลจากธรรมชาติโดยการเอาน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทไตรกลีเซอไรด์มาผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) โดยทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ (Ethanol หรือ Methanol) และมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จะได้ผลิตผลเป็น เอสเตอร์ (Ester) และผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้กลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งเราจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์นี้ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซลชนิดเอสเตอร์นี้มีคุณสมบัติ

ที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด เพราะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังได้ กลีเซอรอลและกรดไขมันเป็นผลพลอยได้

2.3.1 กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันพืชและไขมันสัตว์เป็นไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ซึ่งเป็นสารประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acid) และกลีเซอริน (Glycerine) เมื่อไตรกลีเซอไรด์นี้รวมตัวกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกินพอ (Excess alcohol) โดยมีสารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นด่าง (Base catalyst) จะทำให้เกิดการรวมตัวกันพันธะของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ เกิดเป็นไบโอดีเซล (Glycerol) ซึ่งเป็นสารเคมีที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง เป็นผลพลอยได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า "Transesterification" ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช
ที่มา : เทคโนโลยีและการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล (2551)

เมื่อน้ำมันพืชถูกเปลี่ยนเป็นเมทิลเอสเทอร์แล้วขนาดโมเลกุลจะลดลงเหลือ 1 ใน 3 เป็นผลทำให้ความหนืดของน้ำมันลดลงอย่างมากใกล้เคียงกับน้ำมันไบโอดีเซล วัตถุประสงค์ของกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน คือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันในเรื่องความหนืดให้เหมาะสมกับการใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลและเพิ่มค่าซีเทน เนื่องจากไบโอดีเซลมีธาตุกำมะถัน แต่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักจึงช่วยการเผาไหม้ได้ดีขึ้นและลดมลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง ฯลฯ ดังนั้น การใช้ไบโอดีเซลสามารถช่วยลดมลพิษทางอากาศซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ได้ส่วนหนึ่ง รูปแบบของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันสามารถแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

2.3.1.1 Alkaline catalyzed transesterification

ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ด่างสามารถเกิดได้เร็วกว่าการใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปริมาณที่เท่ากันอีกทั้งเป็นที่นิยมกว่า แต่ก็มีราคาแพงจะเห็นได้จากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ โซเดียมเมทอกไซด์ (CH_3ONa) โพแทสเซียมเมทอกไซด์ (CH_3OK) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) จากการศึกษาพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยา KOH มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมา คือ ตัวเร่งปฏิกิริยา NaOH , CH_3ONa และ CH_3OK ตามลำดับ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม คือ NaOH และ KOH เนื่องจากมีราคาถูก การเกิดปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาจะเกิดจากเมทอกไซด์ไอออนที่เกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ กลีโคมเมทอกไซด์และการทำปฏิกิริยาของเมทานอลกับหมู่ไฮดรอกซิลของอัลคาลด์ไฮดรอกไซด์ ซึ่งเมทอกไซด์ไอออนจะเป็นนิวคลีโอไฟล์ที่แข็งแรงเพื่อไปชนกับหมู่คาร์บอนิลแล้วเกิดเป็นแอลคิลเอสเทอร์ การใช้ด่างในการเร่งปฏิกิริยานั้นน้ำมันที่ใช้จะต้องมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผลการเปรียบเทียบปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า มีการใช้ NaOH น้อยกว่า KOH และ CH_3ONa เนื่องจากมีมวลโมเลกุลน้อยที่สุด แต่ในเทอมของความเข้มข้นพบว่า CH_3ONa ใช้น้อยกว่า NaOH และ KOH ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ได้จาก CH_3ONa มีค่ามากที่สุด การใช้ด่างในการเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันต้องเป็นภาวะที่ปราศจากน้ำ การเตรียม KOH (NaOH) ต้องใช้เมทานอลแอนไฮดรัสเพื่อให้ได้ CH_3ONa และน้ำเกิดขึ้นซึ่งน้ำจะทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์และ Na^+ ทำให้เกิดสบู่จึงมีการสูญเสียไตรกลีเซอไรด์บางส่วนไปขณะที่ CH_3ONa พอกแตกตัวให้ CH_3O^- กับ Na^+ นั้นจะไม่มีน้ำเข้ามาทำปฏิกิริยาเมื่อใช้ NaOH และ CH_3ONa จะได้ชั้นเอสเทอร์ที่เป็นของเหลวโดยชั้นล่างเป็นกลีเซอรอลที่มีความหนืดสูงและถ้ามีสบู่ขึ้นจะทำให้จับตัวเป็นก้อน การใช้ KOH จะได้ของเหลว 2 ชั้น ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมมักใช้ KOH เนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน การเปรียบเทียบราคาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นต่างพบว่า NaOH มีราคาถูกที่สุด รองลงมาคือ KOH และ CH_3ONa โดยสรุปพบว่า NaOH มีความเหมาะสมกว่า KOH ทั้งในด้านราคาและปริมาณการใช้

2.3.1.2 Acid catalyzed transesterification

การใช้กรดในการเร่งปฏิกิริยามีข้อดี คือ สามารถใช้กับวัตถุดิบที่มีความชื้นและปริมาณกรดไขมันอิสระสูง เช่น สามารถใช้ได้กับน้ำมันทำอาหารที่มีกรดไขมันอิสระสูงถึง 6 เปอร์เซ็นต์ การใช้กรดสามารถเร่งปฏิกิริยาได้ทั้งทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันและเอสเทอร์ฟิเคชัน การใช้กรดจะมีความประหยัดกว่าการใช้ด่าง แต่ก็ทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าถึง 4,000 เท่า และต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำปฏิกิริยาทำให้การใช้กรดในการเร่งปฏิกิริยาเหมาะสมกับวัตถุดิบที่เป็นไขมันสัตว์หรือไขมันที่ใช้แล้ว เช่น การใช้กรดกับวัตถุดิบที่มีน้ำ 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลเล็กน้อยแต่ถ้าวัตถุดิบนั้นมีน้ำอยู่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารที่มีความเป็นขี้มากในปฏิกิริยาของกรดจะทำให้ลดอัตราการเกิดของปฏิกิริยาเนื่องจากสารที่มีขี้จะไปแย่งการจับตัวกับไฮโดรเจนไอออนและไปขัดขวางไอออนอื่นๆ ของตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้การใช้กรดอาจทำให้เกิดการแยกชั้นอีกด้วย แต่สามารถแก้ไขได้โดยการใช้ตัวทำละลายร่วม การใช้วัตถุดิบที่

มีกรดไขมันอิสระสูงนั้นสามารถทำการย่อยด้วยกรดก่อน จากนั้นจึงใช้ต่างมาเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันซึ่งจะทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีราคาสูงขึ้นแต่ได้ผลดีในการผลิตไบโอดีเซล กลไกของปฏิกิริยาในการใช้กรด คือ การโปรโตเนทของ 10 คาร์บอนิลและออกซิเจน ซึ่งเป็น การเพิ่ม electrophilicity ของคาร์บอนอะตอมเพื่อทำให้เกิดการชนของนิวคลีโอไฟล์โดยมีปัจจัยที่สำคัญ คือ โครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ที่ทำให้เกิดการขัดขวางการเข้าทำปฏิกิริยา การเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดปาล์มมิติกโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอทานอลและเมทานอลพบว่า การใช้เมทานอลจะให้ผลดีกว่าการใช้เอทานอล กรดที่ใช้ในการเร่งปฏิกิริยามีอยู่หลายชนิดด้วยกันแต่ที่นิยมมากที่สุด คือ กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) รองลงมา คือ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดไตรฟลูออไรด์โบรอน (BF_3) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) และกรดซัลโฟนิก (Sulfonic acid) ตามลำดับ การใช้กรดในการเร่งปฏิกิริยาอาจจะเกิดน้ำขึ้นในปฏิกิริยาซึ่งมีผลเสียต่อการผลิตไบโอดีเซลเนื่องจากน้ำจะไปไฮโดรไลซ์เอสเทอร์เกิดเป็นกรดไขมันอิสระอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้การมีน้ำก็มีข้อดี คือ จะทำให้กรดทำปฏิกิริยากับน้ำมากกว่าแอลกอฮอล์ซึ่งทำให้เกิดการล้อมรอบโปรตอนเป็นการป้องกันไม่ให้กรดไปทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์และยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน การเกิดการล้อมรอบโปรตอนในตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรดนี้จะส่งผลต่อปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันมากกว่าปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันที่เป็นโมเลกุลใหญ่และมีขั้วน้อยกว่า เนื่องจากขั้วของหมู่คาร์บอกซิลิกของกรดไขมันอิสระและความสามารถในการเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำแม้ว่าการใช้ของเหลวในการเร่งปฏิกิริยาจะมีประสิทธิภาพดี แต่มีปัญหาในด้านการปนเปื้อนและต้องมีขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง รวมทั้งความยุ่งยากในการเอาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นออก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการแยกจึงใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็งเพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการแยกและสามารถนำตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็งกลับมาใช้ใหม่ได้ การใช้ของแข็งที่เป็นกรดมีข้อดีกว่าการใช้ของแข็งที่เป็นต่าง คือ มีความเสถียรมากกว่าการกัดกร่อน และปัญหาของสภาพแวดล้อมน้อยกว่า อีกทั้งการทำให้บริสุทธิ์ง่ายกว่าและมีราคาถูกกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เหมาะสมนั้นควรอยู่ในถังแบบ packed bed continuous ซึ่งง่ายต่อการแยกและทำให้บริสุทธิ์รวมทั้งลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็งต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ เช่น การเชื่อมต่อของรูขนาดใหญ่ความเข้มข้นของกรดบริเวณที่ทำปฏิกิริยาและพื้นผิวที่ไม่ชอบน้ำ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง เช่น เซอร์โคเนียมซัลเฟต ซึ่งเป็นของแข็งที่มีความเป็นกรดแก่สำหรับช่วยในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ เช่น แอลคิเลชัน ไอโซเมอไรเซชัน และทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสำหรับไฮโดรคาร์บอนสายยาวภายใต้สภาวะปานกลางเซอร์โคเนียมซัลเฟตเตรียมได้จากการนำ $ZrOCl_2 \cdot 6H_2O$ มาละลายน้ำแล้วทำให้ตกตะกอนด้วยแอมโมเนีย แล้วนำไปล้างและกรองเอาคลอไรด์ไอออนออกจะได้ไฮดรอกไซด์ของ $Zr(OH)_4$ แล้วนำไปทำให้แห้ง จากนั้นนำไปจุ่มใน H_2SO_4 นาน 24 ชั่วโมง นำไปกรองจะได้เซอร์โคเนียมซัลเฟต จากนั้นทำให้แห้งแล้วนำไปเผาที่ 823 เคลวิน นาน 3 ชั่วโมง (He, C., et al., 2007) การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรดโดยการนำน้ำมันทำปฏิกิริยากับเมทานอลโดยมีของแข็งที่เป็นกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หลังปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์จะต้องมีการกรองเพื่อแยกเอาตัวเร่งปฏิกิริยา

ออกมาเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่เมทิลเอสเทอร์ที่ได้จะมีความคงตัวในระดับสูง การใช้ของแข็งที่เป็นกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยากับน้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระสูงจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ของแข็งที่เป็นต่างเนื่องจากมีลักษณะการเคลื่อนไหวสูงกว่าและมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า แต่ตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เป็นต่างมีความว่องไวต่อน้ำและกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบ ทำให้การใช้ของแข็งที่เป็นต่างต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการยับยั้งปฏิกิริยา (deactivation) แต่การใช้ของแข็งที่เป็นกรดสามารถใช้ได้กับวัตถุดิบที่มีน้ำและกรดไขมันอิสระสูง ซึ่งปกติเอนไซม์เป็นตัวเร่งในของแข็งที่เป็นกรดจะมีค่าต่ำมาก ตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เป็นกรดเหมาะกับน้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระเนื่องจากจะทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยามีความเสถียรดี นอกจากนี้ยังมีการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันอีกประเภทหนึ่ง คือ การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาของแข็งที่เป็นกรดของเซอร์โคเนียมซัลเฟตร่วมกับก๊าซไฮโดรเจนโดยใช้ความร้อนสูง เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์จะต้องทำให้เย็นเพื่อป้องกันการเกิดของแข็งในน้ำมัน จากนั้นกรองเอาของแข็งออก แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี โดยเซอร์โคเนียมซัลเฟตจะใช้โปรตอนจากพื้นผิวของโลหะเพื่อไปเร่งการเปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนสายยาว ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนที่ให้เข้าไปจะไปชดเชยกับไฮโดรเจนที่หลุดออกมาจากพื้นผิวของเซอร์โคเนียมซัลเฟต

2.3.1.3 Enzymatic transesterification

เอนไซม์ไลเปสเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กลีเซอรอลเอสเทอร์ไฮโดรเลส (glycerol ester hydrolase) หรือ เอซิลกลีเซอรอลไฮโดรเลส (acyl glycerol hydrolase) เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์เพื่อได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้เอนไซม์ไลเปสในกระบวนการสังเคราะห์ทำให้มีการใช้เอนไซม์ไลเปสไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารใช้เอนไซม์ไลเปสเป็นตัวสร้างกลิ่นและรสชาติ อุตสาหกรรมการผลิตหนังใช้เอนไซม์ไลเปสกำจัดเศษเนื้อหรือไขมันที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบ หรือใช้เอนไซม์ไลเปสในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน แหล่งของเอนไซม์ไลเปสมี 3 แหล่งคือ สัตว์ (ตับอ่อน) พืช (ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ฝ้าย ถั่วเหลือง) และจุลินทรีย์ (ราและยีสต์บางชนิด) ส่วนใหญ่นิยมใช้เอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์เนื่องจากจุลินทรีย์เจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตได้เร็วสามารถปรับสภาพให้เหมาะสมต่อการผลิตเอนไซม์ได้ง่ายกว่าพืช การผลิตไบโอดีเซลด้วยเอนไซม์ไลเปส นับเป็นกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงที่ไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม กระบวนการใช้เอนไซม์มีความสะอาดปลอดภัยต่อผู้บริโภค ระดับมลพิษที่เกิดจากกระบวนการนี้มีน้อยมากเมื่อเทียบกับการผลิตด้วยสารเคมี การใช้เอนไซม์มีปัญหาที่เอนไซม์มีราคาแพง แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเอนไซม์ให้อยู่ในรูปตรึง (immobilized lipase) ทำให้ราคาของเอนไซม์ลดลงเนื่องจากกระบวนการตรึงทำได้ง่ายและทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์ ความเสถียรของเอนไซม์มีค่อนข้างสูง ไลเปสสามารถนำมาเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระบบที่มีน้ำและไม่มีน้ำ ผลิตภัณฑ์สามารถแยกออกได้โดยง่าย นอกจากนี้ยังสามารถผลิตไบโอดีเซลได้สูงกว่าการใช้ต่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากเอนไซม์มีความจำเพาะต่อสารตั้งต้นสูง ทั้งในความจำเพาะต่อหมู่ฟังก์ชัน

และต่อความจำเพาะต่อไอโซเมอร์ แต่ในระดับอุตสาหกรรมมีการใช้เอนไซม์ที่มีราคาสูงกว่าการใช้ต่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และการตรึงเอนไซม์ไลเปสถูกนำมาใช้เพื่อให้สามารถนำเอนไซม์กลับมาใช้ซ้ำได้หลายๆ ครั้ง

2.3.1.4 Non-catalyzed transesterification

เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแต่ใช้เมทานอลยิ่งยวดและเป็นวิธีการแบบขั้นตอนเดียวเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันเป็นไบโอดีเซลด้วยวิธีทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่ใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส และความดัน 20 - 50 เมกะปาสคาล ตามลำดับ 12 ส่วนวิธีการแบบ 2 ขั้นตอนคือ การไฮโดรลิซิสไขมันด้วยน้ำแล้วใช้เมทานอลยิ่งยวดเพื่อทำปฏิกิริยาเมทิลเอสเทอร์ฟิเคชันในสภาวะอุณหภูมิและความดันปานกลาง คือ น้อยกว่า 300 องศาเซลเซียส และ 7 - 20 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งเป็นสภาวะที่ทำให้ยากกว่าการใช้ต่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การทนต่อความร้อนของไบโอดีเซลเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันพืชจะเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย เช่น การเกิดออกซิเดชันผลจากเทคนิคการกระตุ้นสารด้วยพลังงานแสงช่วงแสงอินฟราเรดพบว่าในน้ำมันพืชส่วนใหญ่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีแนวโน้มไม่ทนต่อความร้อน ขณะที่น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัวที่มีการทนต่อความร้อนได้ดี การเกิด cis-trans isomerization ทำให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติการไหลที่อุณหภูมิต่ำของไบโอดีเซลเนื่องจาก trans-isomer ปกติแล้วมีที่จุดหลอมเหลวสูงกว่า cis-isomer ขณะเดียวกันค่าจุดขุ่น (cloud point) และจุดไหลเท (pour point) ก็จะไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับไบโอดีเซลที่ได้จากการใช้เมทานอลยิ่งยวดจะให้ค่าจุดขุ่นและจุดไหลเทเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ 350 องศาเซลเซียสต่อ 43 เมกะปาสคาล โดยเฉพาะน้ำมันลินซีดและน้ำมันดอกทานตะวันพบว่าที่ 350 องศาเซลเซียสต่อ 43 เมกะปาสคาล ผลิตภัณฑ์จะลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลจากผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสภาพไปเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นโดยเกิดจากการกระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นสารโพลีเมอร์ และการเปลี่ยนสภาพของผลิตภัณฑ์ไปเป็นก๊าซโดยความหนืดของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จะมากกว่าดีเซลD2 และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาจะทำให้เอสเทอร์เกิดมากขึ้น (เทคโนโลยีและการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล, 2551)

2.4 แอลกอฮอล์

เมทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่นิยมใช้กันมากในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลต่างๆ ที่แอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆ ได้มีการใช้เช่นกัน แต่ไม่เป็นที่นิยมเหมือนเมทานอลและปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้อัลกอฮอล์ คือ ปริมาณน้ำในแอลกอฮอล์เนื่องจากในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันปริมาณน้ำจะทำให้เกิดสบู่ กรดไขมันอิสระ และไตรกลีเซอไรด์ในปริมาณสูงซึ่งทำให้ผลได้ของไบโอดีเซลลดลงแอลกอฮอล์แต่ละชนิดที่นำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลไม่ได้มีความแตกต่างกันในทางเคมี แต่จะมีปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการพิจารณา คือ ราคาแอลกอฮอล์ ปริมาณที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยา ปริมาณที่คืนกลับมาเพื่อนำมาใช้ใหม่ และผลในการช่วยลดภาวะโลกร้อน แอลกอฮอล์บางชนิดต้องใช้เทคนิคบางอย่างที่แตกต่างกันไปในการทำปฏิกิริยา เช่น การใช้อุณหภูมิสูงในการทำปฏิกิริยา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา (เร็วหรือนาน) หรือความเร็วรอบของใบกวนในการทำปฏิกิริยา ในการทำปฏิกิริยานิยมใช้แอลกอฮอล์ต่อไตรกลีเซอไรด์ อัตรา 6 : 1 โมล (mole ratio) สมดุลของ ปฏิกิริยาใช้แอลกอฮอล์ต่อไตรกลีเซอไรด์ อัตรา 3 : 1 โมล แต่การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณที่มากเกินไปเมื่อเปรียบเทียบราคา และปริมาณเมทานอล เอทานอลที่ ต้องการใช้ในการทำปฏิกิริยาพบว่าราคาแอลกอฮอล์ที่ต้องจ่ายค่าเอทานอลสูงกว่าเมทานอล เหตุผลที่ต้องใช้แอลกอฮอล์ในปริมาณที่มากเกินไป เนื่องจากช่วยให้ปฏิกิริยาสามารถเกิดได้เกือบ สมบูรณ์ (ได้ไบโอดีเซลประมาณ 99.7 เปอร์เซ็นต์) และกลีเซอรอลที่มีคุณภาพมาตรฐานเกรดเดียวกับ เชื้อเพลิง สำหรับแอลกอฮอล์ที่ปริมาณมากเกินไปสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และพบว่าสามารถนำ เมทานอลมาใช้ใหม่ได้ง่ายกว่าเอทานอล เนื่องจากเอทานอลที่มากเกินไปจะฟอร์มตัวเป็นสารผสม และน้ำ ซึ่งกระบวนการกำจัดน้ำออกจากเอทานอลมีราคาสูงและกำจัดยาก ในขณะที่เมทานอล มากเกินไปไม่มีการฟอร์มตัวเป็นสารผสม สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ในการผลิต การผลิตไบโอดีเซลควรใช้เอทานอลในการทำปฏิกิริยา เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าเมทานอล เมทานอลควรใช้เฉพาะการผลิตไบโอดีเซลเท่านั้น เนื่องจากไอของเมทานอลจะทำลายประสาทตา (ตาบอด) และระบบทางเดินหายใจ และต้องมีการระมัดระวังการใช้งานแอลกอฮอล์ทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากจุดวาบไฟของเอทานอลและเมทานอลมีค่า 8 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจุด ติดไฟได้ง่าย (เทคโนโลยีและการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล, 2551)

2.5 สารเร่งปฏิกิริยา

สารเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้ในการผลิตไบโอดีเซลมีหลายแบบ เช่น กรด ต่าง หรือเอนไซม์ และ สารเร่งปฏิกิริยาที่มีการนิยมใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระควรน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมเมทอกไซด์ เนื่องจากสาร เร่งปฏิกิริยาที่กล่าวมาข้างต้นมีคุณสมบัติในการดูดน้ำได้สูง ดังนั้นในการเก็บรักษาต้องเก็บในภาชนะ ปิดสารดังกล่าวสามารถดูดน้ำจากอากาศได้ และจะมีผลต่อการผลิตไบโอดีเซลทำให้ผลได้ไบโอดีเซล ลดลงการเกิดปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์โดยทั่วไปสามารถใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด (กรดซัลฟูริกและกรด ฟอสฟอริก) เป็นสารเร่งปฏิกิริยาในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันได้ แต่ไม่เป็นที่นิยมใน ระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากใช้เวลานานในการทำปฏิกิริยา ดังนั้นจึงนิยมใช้สารดังกล่าวเป็นสารเร่ง ปฏิกิริยาในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระเป็น เมทิลเอสเทอร์หรือไบโ อดีเซล และจากนั้นจึงใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นด่างทำปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ที่เหลือ เป็นไบโอดีเซล สำหรับการผลิตไบโอดีเซลระดับการค้าโดยใช้เอนไซม์เป็นสารเร่งปฏิกิริยาพบว่า มี จำกัดเฉพาะในบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เนื่องจากต้นทุน การผลิตสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้า และ ผลได้ของไบโอดีเซลน้อยกว่า 99.7 เปอร์เซ็นต์ และคุณสมบัติเอนไซม์มีความเฉพาะโดยบางเอนไซม์ สามารถทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์เป็นไบโอดีเซล บางเอนไซม์สามารถทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน อิสระให้เป็นไบโอดีเซลในขั้นตอนการ เตรียมวัตถุดิบได้แต่ยังไม่พัฒนาในระดับการค้าสารที่ทำให้เป็น

กลางใช้ในการกำจัดสารเร่งปฏิกิริยาที่คงค้างในไบโอดีเซลหรือกลีเซอรอลออก ตัวอย่างเช่น หากใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด สารที่ทำให้เป็นกลางจะต้องเป็นต่างวิธีการใช้จะเติมสารที่ทำให้เป็นกลางใน ขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลและกรดไฮโดรคลอริกเป็นที่นิยมใช้ทำให้เป็นกลาง เมื่อใช้ต่างเป็นสารเร่งปฏิกิริยาหรือถ้าใช้กรดฟอสฟอริกจะได้ผลพลอยได้เป็นปุ๋ยฟอสเฟส การเลือกใช้สารเร่งปฏิกิริยา ในกรณีที่มีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช โดยน้ำมันพืชดังกล่าวมีคุณภาพดี (ปริมาณกรดไขมันอิสระและน้ำมีค่าต่ำ) นิยมใช้ต่างเป็นสารเร่งปฏิกิริยา แต่ในกรณีผลิตไบโอดีเซลจากไขมันสัตว์ที่มีกรดไขมันอิสระสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ จะต้องมีการเตรียมวัตถุดิบโดยการลดกรดไขมันอิสระ หรือเปลี่ยนกรดไขมันอิสระเป็นเอสเทอร์ก่อนทำปฏิกิริยาไม่เช่นนั้นต่างจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระ และกลายเป็นสบู่กับน้ำอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ก่อนจะเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน และในการผลิตไบโอดีเซลระดับการค้าโดยใช้ต่างเป็นสารเร่งปฏิกิริยา การเกิดปฏิกิริยาค่อนข้างเร็ว (5 - 60 นาที) แต่จะเร็วมากน้อยขึ้นกับอุณหภูมิ ความเข้มข้น อัตราส่วนผสมระหว่างแอลกอฮอล์และไตรกลีเซอไรด์ สารเร่งปฏิกิริยาที่นิยมได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโปตัสเซียม ไฮดรอกไซด์ ถึงแม้ว่าการกำจัดสาร ดังกล่าวออกจากกลีเซอรอลจะต้องใช้ต้นทุนสูงก็ตาม และการใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารเร่งปฏิกิริยา โดยมีกรดฟอสฟอริกเป็นสารที่ทำให้เป็นกลาง จะได้ผลพลอยได้เป็นปุ๋ยโปตัสเซียมฟอสเฟต (K_3PO_4) โซเดียมเมทอกไซด์ อัตรา 25 เปอร์เซ็นต์ การละลายสารละลายในเมทานอลเป็นสารเร่งปฏิกิริยาที่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ดีกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอล ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์จะมีปริมาณน้ำสูงกว่าโซเดียมเมทอกไซด์ การใช้กรดเป็นสารเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาต้องใช้เวลาาน และต้องใช้ อัตราส่วน แอลกอฮอล์ต่อไตรกลีเซอไรด์สูงถึง 0 : 1 หรือมากกว่า (กระทรวงพลังงาน, 2548)

2.6 การขจัดสารตกค้างน้ำมันไบโอดีเซล

กระบวนการนี้ คือกระบวนการขจัดสารเร่งปฏิกิริยา แอลกอฮอล์และกลีเซอริน ที่ยังตกค้างอยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล และยังปรับค่าความเป็นต่างของน้ำมันไบโอดีเซลให้มีความเป็นกลางอีกด้วย ดังนั้น น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตนั้น ควรทำกระบวนการขจัดสารตกค้างโดยมี 4 วิธี ดังนี้

2.6.1 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยใช้ฟองอากาศ (Bubble Washing)

โดยทั่วไปมักใช้น้ำตั้งแต่ 25 - 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันไบโอดีเซลโดยเทน้ำลงไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างจากนั้นติดตั้งเครื่องอัดอากาศและเครื่องจ่ายอากาศใช้สำหรับผลิตออกซิเจนให้กับน้ำ โดยเราจะให้เครื่องอัดอากาศและเครื่องจ่ายอากาศทำงาน 6 - 8 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก็จะเกิดการแยกชั้นน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่างและในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 - 4 ครั้ง จนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 การล้างวิธีนี้สามารถทำได้ง่าย ใช้น้ำในการขจัดสารตกค้างได้น้อย เครื่องมือหาได้ง่าย สะดวกและเมื่อ

เปิดเครื่องอัดอากาศและเครื่องจ่ายอากาศรอให้ครบเวลาที่กำหนดแล้วจึงปิดเครื่องมือ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ง่ายและเร็ว อาจทำให้เกิดการบดบังของปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์ได้

2.6.2 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการใช้นำน้ำสเปรย์ (Mist - Washing)

โดยใช้น้ำสเปรย์น้ำที่อยู่บนถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างลงไปบนน้ำมันไบโอดีเซล โดยไม่ต้องเขย่าถังและปล่อยสเปรย์น้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดชั้นของมลพิษจากนั้นตั้งทิ้งไว้เพื่อรอให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่างและในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 - 4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 การขจัดสารตกค้างด้วยวิธีนี้ใช้ปริมาณน้ำมากในการขจัดสารตกค้างแต่ละครั้ง ใช้อุปกรณ์มาก และผลลัพธ์ที่ออกมามักจะเป็นปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์

2.6.3 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการกวน (Stir Washing)

โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนที่ติดอยู่กับถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้าง โดยเราจะเทน้ำเข้าไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลประมาณหนึ่งส่วนสามของน้ำมันไบโอดีเซล แล้วทำการเปิดสวิทซ์ให้ตัวการทำงานประมาณ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก็จะเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และใช้ในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 - 4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่เร็วและมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดการบดบังของปฏิกิริยา และไม่เกิดการออกซิเดชันทำให้เกิดการขจัดสารตกค้างที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ แต่ว่าการเตรียมอุปกรณ์จะยุ่งยาก

2.6.4 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการผสมกับน้ำ (Mix Washing)

เริ่มโดยการเทน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันไบโอดีเซลเข้าไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างจากนั้นปิดฝาดังตั้งทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง ก็จะเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่างและในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 - 4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2549)

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

2.7.1 ชนิดและปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา

ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยามีหลายชนิดด้วยกันได้แก่ เบส กรด หรือเอนไซม์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป เช่น ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันชนิดเบสเป็นตัวเร่ง สามารถ

เกิดปฏิกิริยาได้เร็วและมีการกัดกร่อนอุปกรณ์น้อยกว่าการใช้กรดเป็นตัวเร่ง อย่างไรก็ตามถ้าสารตั้งต้นมีปริมาณกรดไขมันอิสระ และน้ำมากการใช้กรดเป็นตัวเร่งจะเหมาะกับกรณีนี้มากกว่า โดยทั่วไปแล้วตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบสที่นิยมในปัจจุบันได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมเมทอกไซด์ เป็นต้น และตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดกรดได้แก่ ซัลฟิวริก ไฮโดรคลอริก เป็นต้น

2.7.2 ผลกระทบของอัตราส่วนโดยโมลระหว่างน้ำมันต่อแอลกอฮอล์

อัตราส่วนโดยโมลระหว่างน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน มีอัตราส่วนโดยโมลระหว่างไตรกลีเซอไรด์ต่อแอลกอฮอล์เป็น 1:3 เพื่อให้ได้เมทิลเอสเตอร์ (น้ำมันไบโอดีเซล) 3 โมล และกลีเซอรอล 1 โมล ถ้าต้องการทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นทางขวาเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์ให้มากเกินพอ หรือตั้งเอาผลิตภัณฑ์หนึ่งตัวออกเมื่อใช้แอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มากเกินพอ

2.7.3 ผลกระทบของอุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาของการผลิตไบโอดีเซล ฉะนั้นอุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซล

2.7.4 ผลกระทบของอัตราการกวน

เนื่องจากการผลิตไบโอดีเซลสารตั้งต้น คือ น้ำมันและแอลกอฮอล์มีสภาพที่ไม่ละลายหรือละลายเข้ากันได้ปริมาณที่น้อยมาก การที่จะทำให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันนั้นจำเป็นต้องมีการกวนเพื่อให้สารมีการแพร่เข้าหากันเพื่อทำปฏิกิริยา เพราะฉะนั้นการผสมจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการผลิตไบโอดีเซล

2.7.5 ความบริสุทธิ์ของสารตั้งต้น

สิ่งเจือปนในน้ำมันที่เป็นสารตั้งต้นมีผลต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นอย่างมาก กล่าวคือ ถ้าใช้น้ำมันที่ยังไม่ผ่านการกลั่น (น้ำมันดิบ) ไปผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล จะได้ผลิตภัณฑ์ประมาณ 65 – 84 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าใช้น้ำมันที่ผ่านการกลั่นแล้ว มาใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจะได้ผลิตภัณฑ์สูงถึง 94 – 97 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะเดียวกันความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้น อาจเกิดจากกรดไขมันอิสระในน้ำมันดิบไปแทรกแซงการทำงานของตัวเร่ง แต่สามารถแก้ไขโดยทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิและความดันสูงๆ

2.7.6 ปริมาณของน้ำ

ปริมาณความชื้นหรือน้ำที่มีในน้ำมันที่ใช้สามารถส่งผลต่อการผลิตไบโอดีเซล โดยปริมาณน้ำในน้ำมันจะส่งผลเสียต่อปฏิกิริยา กล่าวคือ ทำให้เกิดสบู่ (soap) ขึ้นในระหว่างการทำ

ปฏิกิริยาเมื่อใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การเกิดสบู่ นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วยังลดประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาลงอีก ส่วนปริมาณกรดไขมันอิสระนั้นจะส่งผลให้สิ้นเปลืองตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเช่นกัน แต่อย่างไรก็ดีปริมาณความชื้นในน้ำมันเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันมากกว่ากรดไขมันอิสระ

2.7.7 ผลกระทบของตัวทำละลายร่วม (co-solvent)

ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เบสเป็นตัวเร่งเพื่อผลิตไบโอดีเซลมีการใช้ตัวทำละลายร่วม เช่น เตตระไฮโดรฟูแรน (THF) หนึ่งสี่ไดออกเซน (1,4 dioxane) และไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) เป็นต้น มาช่วยให้เกิดการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันจะทำให้ร้อยละผลผลิตที่มีค่ามาก

2.7.8 ผลกระทบของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา

จากการศึกษาในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาพบว่าอัตรา การเกิดปฏิกิริยาของน้ำมันไบโอดีเซลจะสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2550)

2.8 มาตรฐานของไบโอดีเซล

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตรฐานไบโอดีเซล B100 ระดับอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548

ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ลำดับที่	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
1	เมทิลเอสเทอร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่ต่ำกว่า	96.5	EN 14103
2	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ไม่ต่ำกว่า และไม่สูงกว่า	860 900	ASTM D 1298
3	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (เซนติสโตกส์)	ไม่ต่ำกว่าและ ไม่สูงกว่า	3.5 5.0	ASTN D 445
4	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ไม่ต่ำกว่า	120	ASTM D 93
5	กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.0010	ASTN D 2622

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงมาตรฐานไบโอดีเซล B100 ระดับอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548
ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ลำดับที่	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
6	กากถ่าน10%ของกากที่เหลือจากการกลั่น(ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.3	ASTM D4530
7	จำนวนซีเทน	ไม่ต่ำกว่า	51	ASTM D 613
8	เถ้าซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 874
9	น้ำ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ไม่สูงกว่า	0.05	ASTM D 2709
10	สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.0024	ASTM D5452
11	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	ไม่สูงกว่า	หมายเลข1	ASTM D 130
12	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (ชั่วโมง)	ไม่ต่ำกว่า	6	EN 14112
13	ค่าความเป็นกรด (mgKOH/G)	ไม่สูงกว่า	0.5	ASTM D 664
14	ค่าไอโอดีน (กรัมไอโอดีน/100กรัม)	ไม่สูงกว่า	120	EN 14111
15	กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	12	EN 14103
16	เมทานอล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.2	EN 14110
17	โมนอกรีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.8	EN 14105
18	ไดกรีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.2	EN 14105

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงมาตรฐานไบโอดีเซล B100 ระดับอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548
ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ลำดับที่	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
19	ไตรกรีเซอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.2	EN 14105
20	กรีเซอร์ลินอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.02	EN 14105
21	กรีเซอร์ลินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า	0.25	EN 14105
22	โลหะกลุ่ม1(แคลเซียมและแมกนีเซียม) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่สูงกว่า	5	EN 14108และ EN14109
	โลหะกลุ่ม2(แคลเซียมและแมกนีเซียม) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่สูงกว่า	5	EN 14108 และ EN14109
23	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่สูงกว่า	5	prEN 14538
24	สารเติมแต่ง(ถ้ามี)	เป็นไปตามความเห็นชอบของอธิบดี กรมธุรกิจพลังงาน		

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน (2549)

2.9 ประโยชน์ของน้ำมันไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลจัดเป็นเชื้อเพลิงที่ยั่งยืนเนื่องจากผลิตจากน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ ตลอดจนน้ำมันใช้แล้ว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดและไม่มีวันหมด นอกจากนี้ไบโอดีเซลยังมีข้อดีหลายอย่าง เช่น เป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าเชื้อเพลิงจากฟอสซิล (ดีเซล) และสามารถทดแทนดีเซลได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ ช่วยลดสภาวะโลกร้อนเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม และเหมาะสมกับสภาพอากาศที่มีผู้คนอยู่หนาแน่นและมีมลภาวะทางอากาศสูง ช่วยลดมลภาวะในอากาศ การใช้ไบโอดีเซลช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนขึ้น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพืชจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศมาใช้ในการสังเคราะห์แสง และเมื่อมีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชและเกิดการเผาไหม้นั้นได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พืชจะหมุนวนนำก๊าซดังกล่าวมาใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซไม่เพิ่มขึ้น ในขณะที่มีการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิลจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่สภาพอากาศและไม่มีการนำก๊าซ ดังกล่าวมาใช้ใหม่เป็นเหตุให้ความเข้มข้น

ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 78 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีที่ใช้ไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15.66 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้ไบโอดีเซลยังช่วยลดปริมาณมลพิษจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ 4 สิบ เช่น ฝุ่นละออง (particulate matter) ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide) เนื่องจากไบโอดีเซลประกอบด้วยออกซิเจน 11 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักทำให้การเผาไหม้ของไบโอดีเซลเกิดได้ค่อนข้างสมบูรณ์และมีกากที่เกิดจากการเผาไหม้น้อยมาก ดังนั้นจึงทำให้ช่วยลดมลภาวะในอากาศได้เป็นอย่างดี

สำหรับการใช้งานไบโอดีเซลในเครื่องยนต์สมัยเก่า (2 สิบ) พบว่าช่วยลดปริมาณฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอนได้เช่นกัน ถ้าหากเครื่องยนต์ดังกล่าวไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป แต่ถ้าหากเครื่องยนต์ดังกล่าวใช้น้ำมันหล่อลื่น (lube oil) มากเกินไป จะทำให้ลดปริมาณก๊าซดังกล่าวได้น้อยลง นอกจากนี้กลิ่นของไอเสียจากท่อจะมีกลิ่นดีกว่าการใช้ดีเซล ติดต่อกับสุขภาพ จากการศึกษาพบว่า ฝุ่นละอองและไฮโดรคาร์บอนจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลมีความเป็นพิษต่อร่างกายเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ และจากการศึกษาของ Bureau of Mines Center for Diesel Research ของมหาวิทยาลัยมินนิโซต้า กรมพลังงาน (Department of Energy), มหาวิทยาลัยไอดาโฮ, the Montana Department of Environmental Quality ฯ พบว่า การใช้ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดความเป็นพิษในอากาศได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดความเป็นพิษในอากาศได้ 20 - 40 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มความหล่อลื่น สหรัฐอเมริกาได้ตั้งเป้าหมายผลิตดีเซลที่มีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำ (น้อยกว่า 15 ส่วนต่อล้าน) หรือที่เรียกว่า ultra low sulfur diesel fuel (ULSD) ใช้น้ำมันดีเซลทั่วประเทศภายในปี พ.ศ. 2549 เพื่อทดแทนดีเซลในปัจจุบันที่มีปริมาณซัลเฟอร์ 500 ส่วนต่อล้าน หรือน้อยกว่า และการผสมไบโอดีเซลในอัตรา 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความหล่อลื่นให้แก่ดีเซลได้เป็นอย่างดีเนื่องจากการลดปริมาณซัลเฟอร์ในดีเซลให้มีปริมาณไม่เกิน 15 ส่วนต่อล้าน จะทำให้ประสิทธิภาพความหล่อลื่นของดีเซลลดลง มีการนำไปใช้หลายรูปแบบ เช่น การใช้เป็นสารเพิ่มความหล่อลื่น โดยการผสมไบโอดีเซลอัตรา 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันดีเซลที่มีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำกว่า 15 ส่วนต่อล้าน เพื่อช่วยเพิ่มความหล่อลื่นให้แก่ น้ำมันดีเซลดังกล่าว หรือการนำไปผสม กับน้ำมันดีเซลในอัตราต่างๆ เช่น 2, 5, 10, และ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้โดยตรง 100 เปอร์เซ็นต์ หรือที่เรียกว่า B100 (อัตราของไบโอดีเซลที่ใช้ผสม นิยมเขียนเป็นตัวเลขตามหลัง B) สำหรับในประเทศไทย กระทรวงพลังงานได้กำหนดอัตราการใช้ไบโอดีเซลเริ่มต้นที่ 2 เปอร์เซ็นต์ และได้มีการปรับอัตราการผสมไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับจำหน่ายทั่วประเทศ เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งจากอัตราการผสมไบโอดีเซลดังกล่าว ทำให้ทางภาคเอกชนต้องการเพิ่มปริมาณการผลิตไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ น้ำมันปาล์มดิบ (กระทรวงพลังงาน, 2548)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดทำการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมรายละเอียดบางส่วนเกี่ยวกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยมีรายละเอียดการวิจัยดังต่อไปนี้

การศึกษานี้มุ่งเน้นที่การศึกษาผลของการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ในกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันมะพร้าว จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ ดังต่อไปนี้ คือ โพลแทสเซียมคาร์บอเนต, แคลเซียมออกไซด์, โซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต โพลแทสเซียมไฮโดรเจนซัลเฟต และซิงค์คาร์บอเนต มีความสามารถในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยที่โพลแทสเซียมคาร์บอเนต และแคลเซียมออกไซด์ มีความสามารถในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสูง แต่โพลแทสเซียมคาร์บอเนตละลายได้ดีในของผสมที่ทำปฏิกิริยา ในการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมจึงเลือกใช้แคลเซียมออกไซด์ ที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แคลเซียมออกไซด์มีความเหมาะสมในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์มากที่สุด โดยให้ผลผลิตไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์ในรูปเมทิลเอสเทอร์ ร้อยละ 92.83 โดยน้ำหนัก การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้แคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันมะพร้าวคือ 12 : 1 และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 6 - 8.6 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช จะให้ไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก (ลลิตา อัดนโถ, 2548)

ศึกษาการนำไขมันสัตว์มาผลิตเป็นไบโอดีเซลโดยผ่านปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (transesterification reaction) โดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์แบบทั่วไปซึ่งสามารถทำได้หากแต่มีข้อเสียในขั้นตอนการแยกผลิตภัณฑ์ออกจากตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต้องผ่านกระบวนการล้างเบสออกด้วยน้ำ ซึ่งจะไปเร่งปฏิกิริยาการเกิดสบู่ (saponification) เป็นเหตุให้สูญเสียปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเบสไปกับกระบวนการนี้ ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไบโอดีเซลลดลง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว ส่วนงานวิจัยนี้ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธ์แคลเซียมออกไซด์ (CaO) เปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) ที่คงสภาพเป็นของแข็งในสภาวะการเกิดปฏิกิริยาทำให้สามารถกรองแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออก และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันอันได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อไขมันสัตว์ น้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อไขมัน และผลของการใช้ตัวทำละลายร่วม (Co-solvent) เตตระไฮโดรฟูแรน โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณและองค์ประกอบของเมทิลเอสเทอร์ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)

ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสามารถสังเคราะห์ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดถึง 99.5 เปอร์เซ็นต์ การผลิตเมทิลเอสเทอร์จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน จากน้ำมันปาล์มโดยใช้แคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำมัน และอัตราส่วน

โดยโมลเมทานอลต่อน้ำมันเป็น 10 ต่อ 1 ให้ความในการทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง โดยใช้สารเตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลายรวมในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำมันและทำปฏิกิริยาที่ช่วงอุณหภูมิ 55 - 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการทำปฏิกิริยา จากการทดลองที่สภาวะดังกล่าวพบว่า ที่สภาวะนี้ให้ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (กานตีส สุดสาคร, 2549)

ทำการศึกษการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้งานตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธ์ และเปรียบเทียบระหว่างแคลเซียมออกไซด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเปลี่ยนโซปาล์มสเตียรินเพื่อให้ได้ปริมาณไบโอดีเซลมากที่สุด โดยศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการศึกษาความเป็นไปได้ในการหาวิธีการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาจากแคลเซียมออกไซด์เพื่อใช้ในการผลิตไบโอดีเซลในระบบวิวิธพันธ์ ซึ่งได้ทดลองเตรียมอยู่ 2 วิธี วิธีแรกนำผงแคลเซียมออกไซด์ไปผสมกับดินต่างๆ เช่น ดินดำสุราษฎร์ ดินขาวระนอง อัตราส่วนน้ำหนักของแคลเซียมออกไซด์ต่อดิน 7 : 3 3 : 2 และ 1 : 1 ตามลำดับ ส่วนอีกวิธีหนึ่งนั้น ทำโดยการเคลือบแคลเซียมออกไซด์บนเม็ดอะลูมินา โดยให้น้ำหนักของแคลเซียมออกไซด์ที่ 10 กรัม ทั้ง 2 วิธี หลังจากเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาเสร็จแล้วนำไปใช้สังเคราะห์ไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างน้ำมันปาล์มกับเมทานอลทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลที่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM เทียบกับน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลที่ผลิตจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจากผลการทดลองพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมจากดินขาวระนองเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีกว่า ดินดำสุราษฎร์ ที่เวลาทำปฏิกิริยา 10 ชั่วโมง ทำให้ได้ไบโอดีเซลที่มีปริมาณสูงกว่า ส่วนการเคลือบแคลเซียมออกไซด์บนเม็ดอะลูมินานั้นไม่เกิดไบโอดีเซลที่ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 10 ชั่วโมง (นายธนากร เหลืองประเสริฐ, 2549)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 ขั้นตอนเตรียมการก่อนการผลิต

- 3.1.1 เตรียมน้ำมันปาล์มโอเลอิน
- 3.1.2 เตรียมอุปกรณ์
- 3.1.3 หาปริมาณของเมทานอล
- 3.1.4 หาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

3.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

เป็นการศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิต และค่าของคุณสมบัติไบโอดีเซลโดยตัวแปรที่ทำการศึกษา มีดังนี้

- 3.2.1 ปริมาณของเมทานอล
- 3.2.2 ปริมาณเปลือกหอยตลับ
- 3.2.3 อุณหภูมิของน้ำมันในการทำปฏิกิริยา
- 3.2.4 เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ

- 3.3.1 เครื่อง Magnetic stirrer
- 3.3.2 ปีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
- 3.3.3 เครื่องชั่งน้ำหนักมวลสาร
- 3.3.4 เทอร์มอมิเตอร์
- 3.3.5 หม้อต้มน้ำ
- 3.3.6 ขวดรูปชมพู่

3.4 ออกแบบวิธีการทดลอง

ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ดังนี้

- 3.4.1 ชั่งน้ำมันปาล์มโอเลอิน 100 กรัม เติมลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.4.2 ใส่ น้ำลงในหม้อแล้วให้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
- 3.4.3 ชั่งเมทานอล 15 กรัม
- 3.4.4 ชั่งตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกหอยตลับ 1, 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอินตามลำดับการทดลอง

3.4.5 เทตั่วเร่งปฏิกริยาลงในเมทานอลกวานเพื่อใหัทำปฏิกริยา

3.4.6 เทตั่วเร่งปฏิกริยาจากเปลือทอยตลับที่ละลายในเมทานอลลงในน้ำมันปาล์มโอเลอินที่ต้มในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการกวานด้วยความเร็วรอบคงที่

3.4.7 หยุดทำการกวานหลังจากครบเวลาในการทำปฏิกริยา บันทึกลักษณะทางกายภาพ

3.4.8 กรองตัวเร่งปฏิกริยาออกจากสารละลายจากข้อ 3.3.7 โดยใช้กระดาษกรอง

3.4.9 นำสารละลายจากข้อ 3.3.8 ใส่ลงในกรวยแยก ทิ้งไว้รอให้ทำการแยกชั้น

3.4.10 ไขกรวยแยกชั้นเอาเฟสด้านล่างของสารละลายในข้อ 3.3.9 ออก

3.4.11 ทดสอบความหนืด

3.4.12 ทำการทดลองผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยาจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นค่างด้วยปฏิกริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน



รูปที่ 3.1 การตั้งเครื่องทดลอง

3.5 ทำการทดลอง

เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้พร้อมตามข้อ 3.3

3.6 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองที่ได้ทั้งหมด

3.7 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลวิจัย

นำผลการทดลองทั้งหมดมาสรุป พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง พร้อมบอกข้อเสนอแนะ

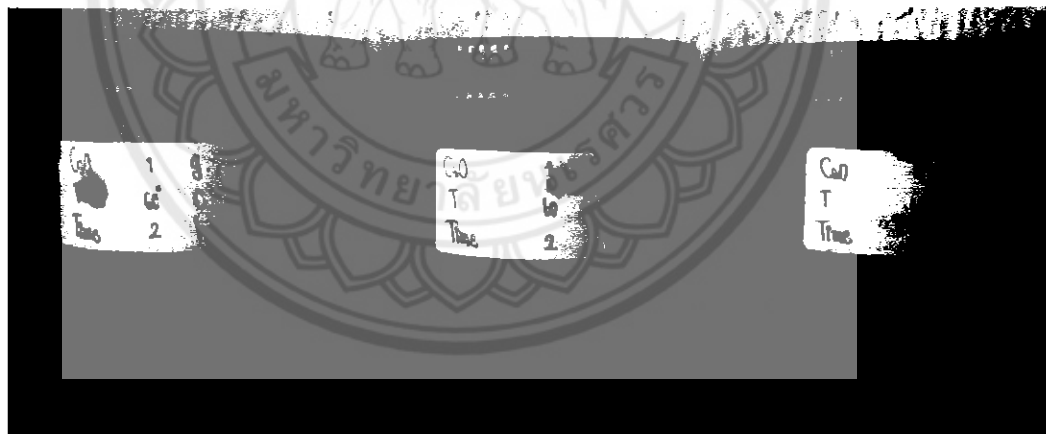
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโอเลอินโดยใช้เปลือกหอยตลับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลและศึกษาผลของปริมาณเปลือกหอยตลับและอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน โดยอาศัยการทดลองเพื่อช่วยในการวิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาไบโอดีเซลในสภาวะที่ทำการศึกษาโดยมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการศึกษาทดลองการผลิตไบโอดีเซล

ในการทดลองเพื่อศึกษาหาปริมาณการเกิดน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบบิวทิรพันธุ์สำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันสำหรับผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโอเลอินโดยใช้เปลือกหอยตลับมาทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยตัวแปรที่ใช้ศึกษาคือ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1 , 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยาที่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.1 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง



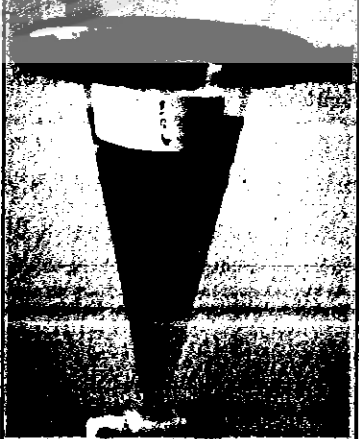


รูปที่ 4.2 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 4 เปอร์เซ็นต์
โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอินอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง





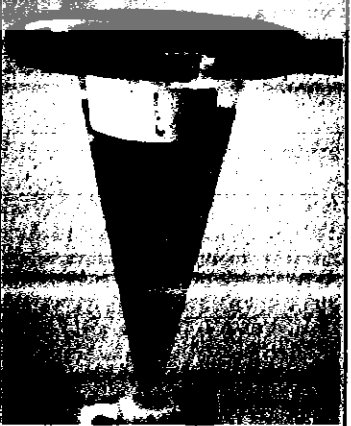
รูปที่ 4.3 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เปอร์เซ็นต์
โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 1 เเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง




ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	60	1		ไม่เกิดการแยกชั้นมีลักษณะใสไม่เกิดกลีเซอริน
2	60	1		ไม่เกิดการแยกชั้นมีลักษณะใสไม่เกิดกลีเซอริน
3	60	1		ไม่เกิดการแยกชั้นมีลักษณะใสไม่เกิดกลีเซอริน

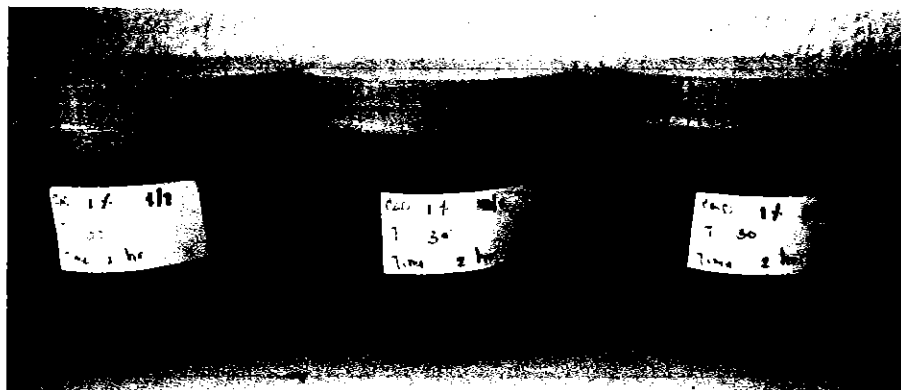
15519196
 2/5.
 ๗68711
 2553

ตารางที่ 4.2 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย
4 เเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่ง ปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	60	4		ไม่เกิดการแยกชั้นมี ลักษณะใสไม่เกิด กลีเซอริน
2	60	4		ไม่เกิดการแยกชั้นมี ลักษณะใสไม่เกิด กลีเซอริน
3	60	4		ไม่เกิดการแยกชั้นมี ลักษณะใสไม่เกิด กลีเซอริน

ตารางที่ 4.3 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

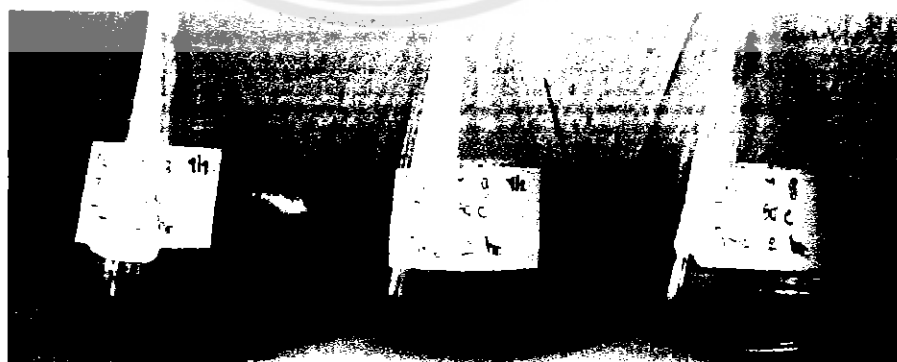
ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	60	7		ไม่เกิดการแยกชั้น มีความขุ่นมากขึ้นแต่ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน
2	60	7		ไม่เกิดการแยกชั้น มีความขุ่นมากขึ้นแต่ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน
3	60	7		ไม่เกิดการแยกชั้น มีความขุ่นมากขึ้นแต่ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน



รูปที่ 4.4 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 1 เเปอร์เซ็นต์
โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง






รูปที่ 4.5 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 4 เเปอร์เซ็นต์
โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง



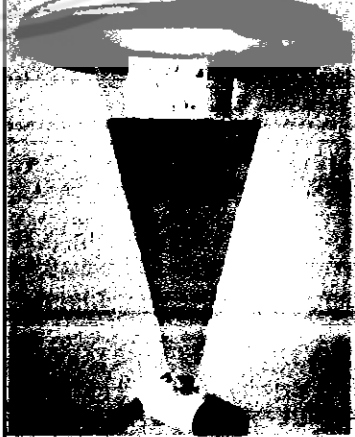


รูปที่ 4.6 ลักษณะสารผสมจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เเปอร์เซ็นต์
โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง




ตารางที่ 4.4 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิเฟเคชันโดยใช้เปลือกหอย
1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่ง ปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	30	1		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ ด้านบน
2	30	1		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ ด้านบน
3	30	1		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ ด้านบน

ตารางที่ 4.5 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย
4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่ง ปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	30	4		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ ด้านบน
2	30	4		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ ด้านบน
3	30	4		ไม่เกิดการแยกชั้นของ กลีเซอรินมี เมทานอลลอยอยู่ ด้านบน

ตารางที่ 4.6 ลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันโดยใช้เปลือกหอย 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะการแยกชั้น	ผลการทดลอง
1	30	7		ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ด้านบนจำนวนมาก
2	30	7		ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ด้านบนจำนวนมาก
3	30	7		ไม่เกิดการแยกชั้นของกลีเซอริน มีเมทานอลลอยอยู่ด้านบนจำนวนมาก



รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการแยกชั้นกลีเซอรินจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน
อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง

จากผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ว่าที่ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือก
หอยตลับที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิธีพันธะระหว่างน้ำมันปาล์มและเมทานอลนั้นที่ปริมาณตัวเร่ง
ปฏิกิริยา 1,4 และ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำ
ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยเวลา 2 ชั่วโมง นำมากรอง แล้วนำมาใส่กรวยเพื่อให้เกิดการแยก
ชั้นพบว่า การแยกชั้นระหว่างน้ำมันและกลีเซอรินไม่เกิดขึ้น เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
การแยกชั้นระหว่างน้ำมันและกลีเซอรินก็ไม่เกิดขึ้นเช่นเดียวกัน

ส่วนรูปที่ 4.7 เป็นการทดลองที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์ม
โอเลอินกับเมทานอลที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าเกิด
การแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกลีเซอรินอย่างชัดเจน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การทดลองที่ใช้
เปลือกหอยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะเห็นว่าไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันกับกลีเซอริน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เปลือกหอยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน ในสภาวะอุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1, 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอิน สัดส่วนโดยมวลของเมทานอลต่อน้ำมัน 4 : 1 เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาแล้วปรากฏว่าไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกลีเซอรินในทุกๆ สภาวะการทดลอง

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ คือ 1, 4 และ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มโอเลอินนั้นปริมาณอาจจะไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน

5.2.2 ในขั้นตอนการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยที่ถูกรวบรวมไว้ คือ ผู้ทำการทดลองควรนำเปลือกหอยกลับมาบดให้ละเอียดก่อน แล้วจึงนำไปเผาซึ่งวิธีนี้จะทำให้สารตั้งต้น (เปลือกหอยดิบ) เดิมซึ่งเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตสามารถเปลี่ยนรูปเป็นแคลเซียมออกไซด์ที่สมบูรณ์ และยังทำให้พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยามีปริมาณมากขึ้นอีกด้วย และเมื่อได้ตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์มาแล้ว ผู้ทำการทดลองควรใช้ PH - Meter ตรวจสอบปริมาณสารที่ได้ว่ามีความเป็นด่างเพียงพอหรือไม่ก่อนที่จะนำไปทำการทดลอง

5.2.3 ควรเพิ่มขั้นตอนของการตรวจสอบถึงปริมาณของแคลเซียมออกไซด์ในตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้จากเปลือกหอยก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2548). การผลิตและการใช้ไบโอดีเซล. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2550,
จาก <http://www.dede.go.th/renew/biodiesel/usebio.html>
- กานติส สุดสาคร และณัฐมณฑ์ ลี้จจินดา. (2549). การผลิตไบโอดีเซลจากไขมันปาล์มเสตียริน
โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธ์. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2553,
จาก http://www.rdi.ku.ac.th/kasetfair49/Technology/t_35/t_35.htm
- กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2554). คุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล B100. สืบค้นเมื่อวันที่ 30
มีนาคม 2554. จาก http://www.biotop99.com/biodiesel_standards_t.htm
- คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. (2545). พลังงานทดแทน เอทานอล และไบโอดีเซล. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : บริษัท แพลน พรินท์ติ้ง จำกัด
- ธนากร เหลืองประเสริฐ และวิไลลักษณ์ ม่วงเรือง.(2549). ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธ์จากแคลเซียม
ออกไซด์เพื่อผลิตไบโอดีเซล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลลิตา อตันโก และคณะ. (2548). โครงการศึกษาและวิจัยสารเร่งปฏิกิริยาเพื่อใช้ในกระบวนการ
ผลิตไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- วลัยพร मुखสุวรรณ.(2550). ไบโอดีเซล. สืบค้นเมื่อ 28 กันยายน 2553,
จาก <http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=6>.
- ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. (2550). การผลิตไบโอดีเซล. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2554
จาก <http://it.doa.go.th/palm/linkTechnical/biodesel.html>



ตาราง ก.1 แสดงมวลโมเลกุลของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันปาล์มโอเลอิน

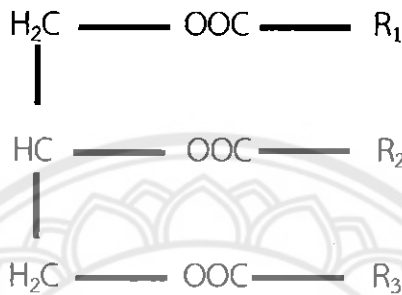
No.	Name	สูตรทางเคมี	มวล โมเลกุล (MW.)	เปอร์เซ็นต์ใน น้ำมันปาล์ม (% in PO.)	MW. * (% in PO.)
1	Caprylic	$C_8H_{16}O_2$	144	0.03	4.32
2	Capric	$C_{10}H_{20}O_2$	172	0.04	6.88
3	Lauric	$C_{12}H_{24}O_2$	200	0.46	92
4	Myristic	$C_{14}H_{28}O_2$	228	0.93	212.04
5	Palmitic	$C_{16}H_{32}O_2$	256	36.30	9292.8
6	Palmitoleic	$C_{16}H_{30}O_2$	254	0.17	43.18
7	Margaric	$C_{17}H_{34}O_2$	270	0.09	24.3
8	Margaraleic	$C_{17}H_{32}O_2$	268	0.03	8.04
9	Stearic	$C_{18}H_{36}O_2$	284	4.30	1221.2
10	Oleic	$C_{18}H_{34}O_2$	282	45.98	12966.36
11	Linolelaidic	$C_{18}H_{30}O_2$	278	0.12	33.36
12	Linoleic	$C_{18}H_{32}O_2$	280	10.53	2948.4
13	Alpha-linolenic	$C_{18}H_{30}O_2$	278	0.26	72.28
14	Arachidic	$C_{20}H_{40}O_2$	312	0.40	124.8
15	Gadoleic	$C_{20}H_{38}O_2$	310	0.18	55.8
16	Behenic	$C_{22}H_{44}O_2$	340	0.07	23.8
17	Lignoceric	$C_{24}H_{48}O_2$	368	0.11	40.48
SUM				100%	27170.04

ที่มา : American Journal of Technology. (2011).

การคำนวณหาผลรวมโมเลกุลของน้ำมันปาล์มโอเลอิน

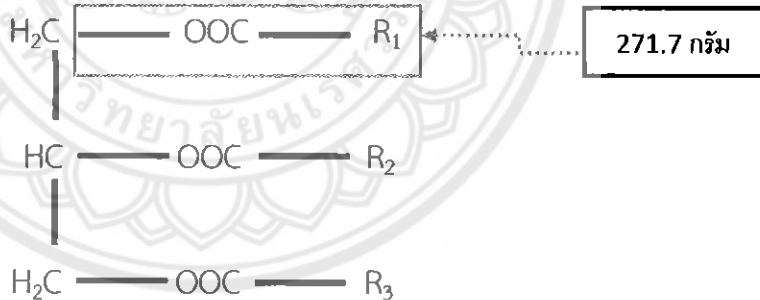
$$\begin{aligned} \text{ผลรวมโมเลกุลของน้ำมันปาล์มโอเลอิน} &= \text{SUM}(\text{MW.} \times (\% \text{ in PO.})) / \text{SUM} (\% \text{ in PO.}) \\ &= 27170.04/100 \text{ เปอร์เซ็นต์} \\ &= 271.7 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

น้ำมันปาล์ม 1 โมล มีพันธะ ดังรูป ก.1



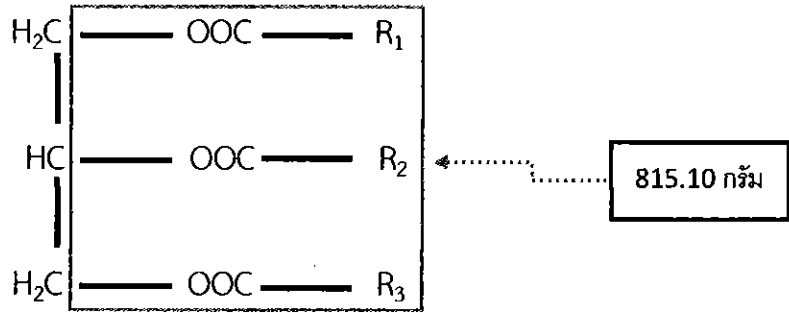
รูปที่ ก.1 พันธะน้ำมันปาล์ม 1 โมล

แต่ค่าผลรวมโมเลกุลที่หาได้เท่ากับ 271.7 กรัม เป็นแค่ค่าของพันธะเดี่ยวดังรูป ก.2



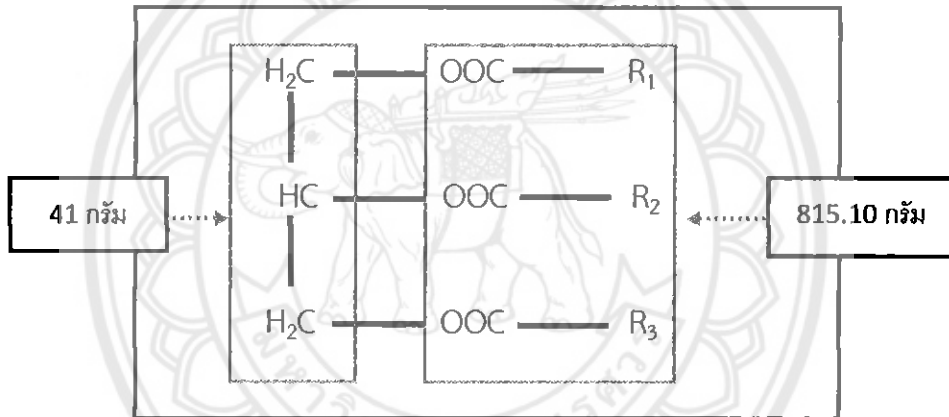
รูปที่ ก.2 ค่าผลรวมโมเลกุล1พันธะ

เพราะฉะนั้น พันธะเคมีของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมี 3 พันธะ ค่าผลรวมโมเลกุลที่ได้ต้องคูณ 3 เสียก่อน จะได้ $271.7 \text{ กรัม} \times 3 = 815.10 \text{ กรัม}$



รูปที่ ก.3 คำนวณโมเลกุล 3 พันธะ

นำมวลโมเลกุลของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวของ 3 พันธะที่ได้ ไปรวมกับมวลโมเลกุลของพันธะเคมีด้านหน้าดังรูป



รูปที่ ก.4 คำนวณโมเลกุลของน้ำมันปาล์ม 1 โมล

จะได้ $815.10 \text{ กรัม} + 41 \text{ กรัม} = 856.10 \text{ กรัม}$

ดังนั้นมวลโมเลกุล (MW.) ของน้ำมันปาล์มโอเลอิน 1 โมล เท่ากับ 856.10 กรัม

การคำนวณหาปริมาณเมทานอล

เนื่องจากโครงการนี้ได้ศึกษาปริมาณเมทานอลต่อน้ำมันปาล์ม ที่ 4:1 โมล และน้ำมันที่ 100 กรัม เมื่อเราทราบแล้วว่าน้ำมันปาล์ม 1 โมล มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 856.10 กรัมแล้ว ต่อไปเราก็จะมาหาปริมาณเมทานอล

น้ำมันปาล์ม

โมลเมทานอล : โมลน้ำมันปาล์ม

4 โมล : 1 โมล

$$\begin{aligned} \text{โมลของน้ำมันปาล์ม} &= \text{น้ำหนักของน้ำมันปาล์ม} / \text{มวลโมเลกุลของน้ำมันปาล์ม} \\ &= 100 \text{ กรัม} / 856.10 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ โมลของน้ำมันปาล์ม} &\longrightarrow \text{ใช้เมทานอล 4 โมล ดังนั้น} \\ 100 \text{ กรัม} / 856.10 \text{ กรัม} &\longrightarrow [(4/1) \times (100/856.10)] \times \text{มวลโมเลกุลของเมทานอล} \\ &= [400 / 856.10] \times \text{MW. เมทานอล} \end{aligned} \quad (1)$$

เมทานอล

$$1 \text{ โมล เมทานอล} = \text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{มวลโมเลกุลเท่ากับ 32 กรัม}$$

จาก(1)

$$[400 / 856.10] \times \text{MW. เมทานอล}$$

จะได้เป็น

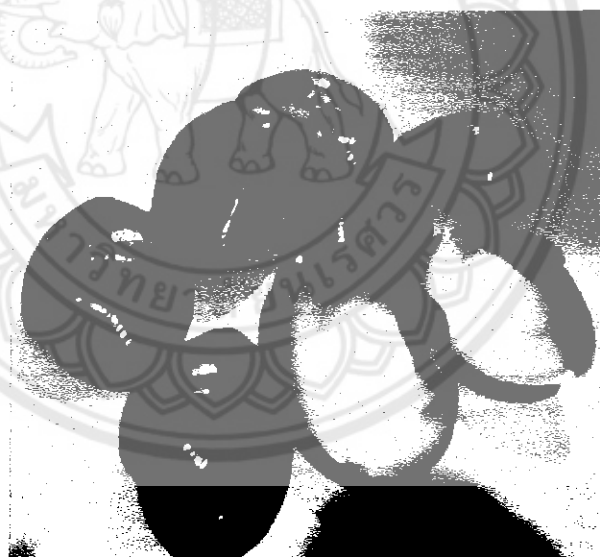
$$[400 / 856.10] \times 32 = 14.884 \text{ กรัม} \longrightarrow 15 \text{ กรัม}$$



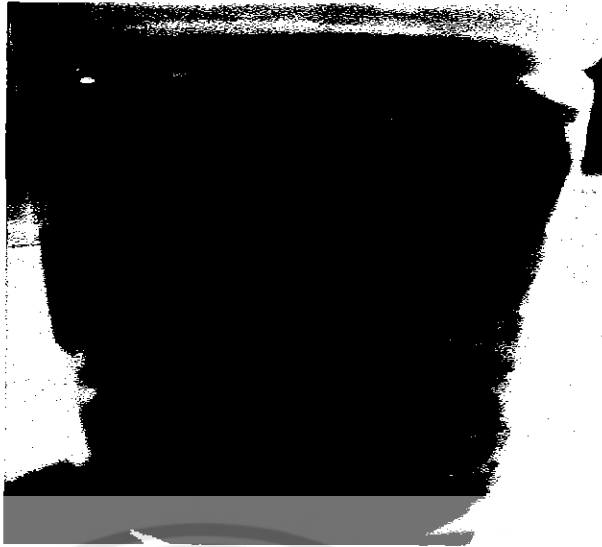
การเผาหอยตลับ



รูปที่ ข.1 เตาที่ใช้อบเปลือกหอยตลับ



รูปที่ ข.2 เปลือกหอยตลับ



รูปที่ ข.3 เปลือกหอยตลับที่อบในเตาอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ ข.4 ลักษณะเปลือกหอยตลับที่บดละเอียดแล้ว

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อนิสิต : นางสาวสาวิตรี คำภีร์
ภูมิลำเนา : 65 ม.11 ต.ทุ่งสมอ อ.เขาค้อ
จ.เพชรบูรณ์ 67270

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก
โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยเพชรบูรณ์
จังหวัดเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
จังหวัดพิษณุโลก

E-mail: a_oom_ie@hotmail.com



ชื่อนิสิต : นายถาวร สีทอง
ภูมิลำเนา : 35/1 ม.4 ต. ดอนขวาง อ. เมือง จ.อุทัยธานี
61000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก
โรงเรียนพุทธมณฑลวิทยา จังหวัดอุทัยธานี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
จังหวัดพิษณุโลก

E-mail: tha_ie@hotmail.com