

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 แนวเหตุผล ทฤษฎีสำคัญ หรือสมมติฐาน.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ไบโอดีเซล.....	5
2.2 กรดไขมันอิสระ.....	5
2.2.1 กรดไขมันอิ่มตัว.....	6
2.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัว.....	6
2.3 วัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซล.....	7
2.3.1 น้ำมันพืชและไขมันสัตว์.....	8
2.3.2 เอทานอล.....	11
2.4 มาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล.....	13
2.5 การผลิตไบโอดีเซลจากกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน.....	18
2.5.1 กระบวนการแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	18
2.5.2 กระบวนการแบบไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	22

2.6	ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซลในแอลกอฮอล์ภาวะเหนือวิกฤต.....	24
2.6.1	อุณหภูมิ.....	24
2.6.2	เวลา.....	25
2.6.3	อัตราส่วนโดยโมลระหว่างแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันพืช.....	26
2.6.4	ความดัน.....	26
2.6.5	ปริมาณกรดไขมันอิสระ.....	27
2.6.6	ปริมาณน้ำ.....	28
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3	เครื่องมือและการทดลอง.....	32
3.1	เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง.....	32
3.2.1	เครื่องผสมสาร.....	33
3.2.2	ปั๊มแรงดันสูง.....	33
3.2.3	เครื่องปฏิกรณ์.....	34
3.2.4	อุปกรณ์หล่อเย็น.....	34
3.2.5	เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี.....	35
3.2.6	เครื่องระเหยแบบหมุน.....	35
3.2.7	เครื่องวัดความหนืด.....	36
3.2.8	เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ.....	36
3.2.9	เครื่องวัดค่าความร้อน.....	37
3.2.10	เครื่องวัดจุดวาบไฟ.....	37
3.2	สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	38
3.3	การดำเนินการทดลอง.....	38
3.4	การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลเอสเทอร์.....	39
3.5	การวิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิง.....	40
บทที่ 4	ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง.....	41
4.1	องค์ประกอบของน้ำมันพืชตัวอย่าง.....	41
4.2	สมบัติของน้ำมันพืช.....	42

4.3	ผลของอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา.....	43
4.4	ผลของความดันของปฏิกิริยา.....	46
4.5	ผลของอัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลต่อน้ำมันพืช.....	48
4.6	ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยา.....	51
4.7	ผลการศึกษาสมบัติของเอทิลเอสเทอร์.....	53
4.8	การเปรียบเทียบผลจากงานวิจัยที่ผ่านมา.....	58
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	59
5.1	สรุปผลการทดลอง.....	59
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	60
	รายการอ้างอิง.....	62
	ภาคผนวก.....	67
	ภาคผนวก ก.....	68
	ภาคผนวก ข.....	72
	ภาคผนวก ค.....	75
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	80

สารบัญญัตินำ

ตารางที่	หน้า
2.1 ชื่อและโครงสร้างของกรดไขมัน.....	6
2.2 สมบัติและค่าความร้อนของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ.....	7
2.3 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันพืชและไขมันสัตว์หลายชนิด.....	8
2.4 ราคาน้ำมันพืช.....	11
2.5 พืชชนิดต่างๆที่ใช้ผลิตเอทานอลในประเทศไทย.....	12
2.6 มาตรฐานไบโอดีเซลของประเทศไทย พ.ศ. 2552.....	14
2.7 อุณหภูมิและความดันวิกฤตของแอลกอฮอล์.....	23
3.1 ภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลเอสเทอร์.....	39
3.2 มาตรฐานการวิเคราะห์สมบัติของเชื้อเพลิง.....	40
4.1 องค์ประกอบของน้ำมันพืช.....	41
4.2 แสดงสมบัติน้ำมันพืชทั้งสองชนิดและน้ำมันดีเซล.....	42
4.3 ความหนาแน่นของสาร.....	43
4.4 สมบัติของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	54
4.5 ผลการทดลองของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์.....	55
4.6 ผลการทดลองของน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	56
4.7 เปรียบเทียบผลการทดลองของงานวิจัยที่ผ่านมา.....	57
ค.1 ข้อมูลสำหรับคำนวณสูตรโมเลกุลของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์น้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	75
ค.2 ค่า m และ n สำหรับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	76
ค.3 ค่าคงที่ของหมู่ฟังก์ชันต่างๆในน้ำมันพืช.....	76
ค.4 ผลการคำนวณสมบัติวิกฤตสำหรับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์.....	77
ค.5 ผลการคำนวณสมบัติวิกฤตสำหรับน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	77
ค.6 สมบัติวิกฤตของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	78

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน..... 5
2.2	ทะลายปาล์ม ผลปาล์ม ต้นปาล์มและน้ำมันดิบ..... 10
2.3	ลำดับของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน..... 19
2.4	กลไกของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเบส..... 20
2.5	ปฏิกิริยาแซฟอนิฟิเคชัน..... 20
2.5	กลไกของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบกรด..... 21
2.7	กลไกของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในแอลกอฮอล์ภาวะเหนือวิกฤต..... 22
2.8	ร้อยละของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ..... 24
2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยากับค่าการเปลี่ยนของไตรกลีเซอไรด์..... 25
2.10	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์กับเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยา..... 26
2.11	ร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากอัตราส่วนโดยโมลระหว่างน้ำมันพืชต่อ เมทานอลต่างๆ..... 27
2.12	ผลของความดันต่อร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์..... 28
2.13	ร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์ต่อปริมาณของกรดไขมันอิสระ..... 28
2.13	ร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์ต่อปริมาณของน้ำ..... 29
3.1	แผนภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง..... 32
3.2	เครื่องผสมสาร..... 33
3.3	ปั๊มแรงดันสูง..... 34
3.6	เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี..... 35
3.7	เครื่องระเหยแบบหมุน..... 36
3.8	เครื่องวัดความหนืด..... 36

รูปที่	หน้า
3.9 เครื่องวัดค่าความร้อน.....	37
3.10 เครื่องวัดจุดวาบไฟ.....	37
4.1 ผลของอุณหภูมิต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์.....	45
4.2 ผลของอุณหภูมิต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	45
4.3 ผลของความดันต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์.....	47
4.4 ผลของความดันต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว.....	48
4.5 ผลของอัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลต่อน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ต่อร้อยละผลได้ ของเอทิลเอสเทอร์.....	49
4.6 ผลของอัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลต่อน้ำมันปาล์มใช้แล้วต่อร้อยละผลได้ ของเอทิลเอสเทอร์.....	50
4.7 ผลของเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	52
4.8 ผลของเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้ของเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว	53
ข.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลเอสเทอร์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟี.....	74