

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการรูป	(9)
บทที่	
1. บทนำ	
บทนำตั้งเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	32
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	
วัสดุ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการศึกษา	34
3. ผลและวิจารณ์	42
4. สรุป	90
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์	96
ภาคผนวก ข. ข้อมูลการวิเคราะห์เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก ที่สภาวะต่างๆ	108
ภาคผนวก ค. วิธีการคำนวณต้นทุนไบโอดีเซล	113
ประวัติผู้เขียน	119

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. คุณสมบัติน้ำมันเมล็ดยางพารา	3
2. การประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการผลิตไบโอดีเซล	28
3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ	36
4. วิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลชีวภาพ	40
5. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันเมล็ดยางพารา	43
6. คุณสมบัติน้ำมันชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันเมล็ดยางพารา	44
7. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันเมล็ดยางพาราด้วย GC/MS	46
8. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันเมล็ดยางพาราด้วย GC/MS กับรายงานวิจัยต่างๆ	47
9. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดยางพารากับน้ำมันชนิดต่างๆ	48
10. สมดุลมวลการผลิตไบโอดีเซลด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทต่าง	55
11. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิงของเมทิลเอสเทอร์กับไบโอดีเซลมาตรฐาน จากประเทศต่างๆ	71
12. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิงของเมทิลเอสเทอร์กับไบโอดีเซลจากน้ำมันชนิดต่างๆ	72
13. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราด้วย GC/MS	74
14. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพารากับไบโอดีเซล จากรายงานวิจัยต่างๆ	74
15. คุณภาพสารของกระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดยางพารา ประสิทธิภาพการเรียกคืน เฮกเซนร้อยละ 99	78
16. คุณภาพสารของกระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดยางพารา	79
17. รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต	80
18. พลังงานและแรงงานที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดยางพารา	81
19. พลังงานและแรงงานที่ใช้ในการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดยางพารา	82
20. ข้อมูลค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ	83
21. ค่าใช้จ่ายต่อลิตรของน้ำมันเมล็ดยางพาราเทียบกับราคาเมล็ดยางพารา	84
22. ค่าใช้จ่ายต่อลิตรของน้ำมันเมล็ดยางพาราเทียบกับราคาขายกากเนื้อในเมล็ดยางพารา	85

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23. ค่าใช้จ่ายต่อลิตรของน้ำมันเมล็ดขางพาราดีบตามประสิทธิภาพการเรียกคืนเฮกเซน	86
24. ค่าใช้จ่ายต่อลิตรในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ตามราคาน้ำมันเมล็ดขางพารา	87
25. ราคาไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดขางพาราเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	88
26. ค่าคงที่การคำนวณความหนืด	106
27. ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบและผลพลอยได้	113
28. ข้อมูลความถ่วงจำเพาะ	114
29. ความจุความร้อน	114
30. ความร้อนแฝงในการระเหย	114

## รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้าที่
1. ลักษณะผลเมล็ดขางพารา	2
2. ปฏิบัติการเกิดไฮโดรไลซิส	3
3. โครงสร้าง Lecithin	4
4. โครงสร้าง Cephalin	4
5. ปฏิบัติการเกิดไฮเดรทของยางเหนียวด้วยน้ำร้อน	9
6. ปฏิบัติการเกิดไฮเดรทของยางเหนียวด้วยกรด	9
7. ปฏิบัติการกำจัดกรดไขมัน	10
8. ปฏิบัติการ transesterification	12
9. กระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทต่าง	17
10. กระบวนการผลิตในส่วน Pretreatment	21
11. กระบวนการผลิตในส่วน Main unit	23
12. ความสัมพันธ์ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันกับปริมาณการผลิต	26
13. เมล็ดขางพารา	34
14. เครื่องกระเทาะเปลือกเมล็ดขางพารา	34
15. เครื่องสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายแบบถ่วง	35
16. เครื่องระเหยตัวทำละลาย	35
17. ผลการสกัดน้ำมันในเนื้อในเมล็ดขางพาราด้วยเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย	43
18. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันเมล็ดขางพาราด้วย GC/MS	45
19. ผลของอุณหภูมิที่ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา โซเดียมไฮดรอกไซด์	51
20. ผลของอุณหภูมิที่ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา โซเดียมไฮดรอกไซด์	51
21. ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการกวนต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา โซเดียมไฮดรอกไซด์	53

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
22. ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการกวนต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์	53
23. ผลผลิตไบโอดีเซลด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทต่าง	54
24. ผลของสัดส่วนเชิงโมลต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	58
25. ผลของสัดส่วนเชิงโมลต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	58
26. ผลผลิตของปฏิกิริยา transesterification ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกจากผลของสัดส่วนเชิงโมลเมทานอลที่เหมาะสม	59
27. ผลของระยะเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	61
28. ผลของระยะเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	61
29. ผลผลิตของปฏิกิริยา transesterification ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกจากผลของระยะเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม	62
30. ผลของอุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	64
31. ผลของอุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	64
32. ผลผลิตปฏิกิริยา transesterification ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกจากผลของอุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม	65
33. ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อร้อยละความเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	67
34. ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อร้อยละผลได้เมทิลเอสเทอร์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริก	67

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
35. ผลผลิตของปฏิกิริยา transesterification ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟิวริกจากผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม	68
36. องค์ประกอบของไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราจากผลของสัดส่วนเชิงโมลระยะเวลา อุณหภูมิ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม	70
37. ผลผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราจากผลของสัดส่วนเชิงโมล ระยะเวลา อุณหภูมิ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม	70
38. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราด้วย GC/MS	73
39. ผลการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซลด้วยกระบวนการกลั่น	75
40. องค์ประกอบไบโอดีเซลจากผลการปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการกลั่น	76
41. วิธีการห่อตัวอย่างสำหรับสกัดน้ำมัน	98
42. ชุดอุปกรณ์สกัดน้ำมัน	98
43. อุปกรณ์วิเคราะห์จุดขุ่น	102
44. อุปกรณ์วิเคราะห์จุดไหลเท	104
45. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer )	106



