

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(1)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญภาพประกอบ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(9)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	7
1.5 สถานที่ทำการทดลอง.....	7
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 กรดไขมัน.....	8
2.2 ไบโอดีเซล.....	9
2.3 ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา.....	24
3. วิธีการวิจัย.....	28
3.1 อุปกรณ์สารเคมี และเครื่องมือ.....	28
3.2 การทดลอง.....	29
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	34
4.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยา.....	34
4.2 การศึกษาปฏิกิริยาทรานสเอสเทอริฟิเคชันด้วย ตัวเร่งปฏิกิริยา $KI/SiO_2/Al_2O_3$	42
4.3 การทดสอบสมบัติของไบโอดีเซล.....	52
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	53
รายการอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก.....	59

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1. วัฏจักรของพลังงานชีวมวล.....	1
2. การเติมไอไอดีน (I) ลงในโมเลกุลของน้ำมันที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยในหนึ่งโมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมัน 3 สาย ที่เกาะกับโมเลกุลของกลีเซอรอล.....	9
3. กระบวนการแตกสลายทางความร้อน.....	10
4. ปฏิกริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน.....	13
5. ปฏิกริยาเคมีในการเตรียมสารอัลคอกไซด์	14
6. กลไกของปฏิกริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกริยาชนิดเบส.....	15
7. แผนภูมิผลของตัวเร่งปฏิกริยาต่อพลังงานก่อกัมมันต์.....	18
8. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโซลเจล.....	21
9. ปฏิกริยาไฮโดรไลซิสน้ำ.....	22
10. ปฏิกริยาคอนเดนเซชัน	22
11. ปฏิกริยาแอลกอฮอล์ คอนเดนเซชัน.....	22
12. ปฏิกริยาโพลีคอนเดนเซชัน.....	22
13. กระบวนการโซลเจลและผลิตภัณฑ์.....	23
14. แผนภาพขั้นตอนการเตรียมตัวเร่งปฏิกริยา	30
15. แผนภาพขั้นตอนการทำปฏิกริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน	32

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
16. ตำแหน่งของเมทอกซีโปรตอน และเมทิลีนโปรตอน	33
17. การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวรองรับซิลิกาอะลูมินา	36
18. การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยา 10% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	37
19. การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยา 15% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	37
20. การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยา 20% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	38
21. ภาพถ่ายตัวเร่งปฏิกิริยา 10% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	
แบบส่องกราด	39
22. ภาพถ่ายตัวเร่งปฏิกิริยา 15% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	
แบบส่องกราด	40
23. ภาพถ่ายตัวเร่งปฏิกิริยา 20% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	
แบบส่องกราด	41
24. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 5% โดยน้ำหนักน้ำมันถั่วเหลือง	42
25. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10% โดยน้ำหนักน้ำมันถั่วเหลือง	43
26. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% KI/SiO ₂ Al ₂ O ₃	
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 15% โดยน้ำหนักน้ำมันถั่วเหลือง	44

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
27. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	45
28. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	46
29. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	47
30. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 5% ต่อน้ำหนักของน้ำมันถั่วเหลือง	48
31. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10% ต่อน้ำหนักของน้ำมันถั่วเหลือง	49
32. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา 15% $\text{KI/SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 15% ต่อน้ำหนักของน้ำมันถั่วเหลือง	50
33. ผลการศึกษาปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันเมื่อใช้ปริมาณโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่ความเข้มข้น 10% 15% และ 20%	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภท	
เมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550	4
2. เปรียบเทียบการผลิตไบโอดีเซลด้วยการใช้เบสและเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	12
3. การเปรียบเทียบการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิดในการผลิตไบโอดีเซล	12
4. ค่า pKa ของอินดิเคเตอร์	30
5. ผลการวิเคราะห์หาความแรงของเบสด้วยอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ	34
6. ผลการวิเคราะห์การดูดซับทางกายภาพด้วยไนโตรเจน	35
7. สมบัติของไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน	52