

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(11)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(14)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
1. ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม	2
2. เอซิลกลีเซอรอล	3
3. กรดไขมัน (Fatty acid)	5
4. โอเลโอเคมีจากน้ำมันปาล์ม	6
5. ปฏิกิริยาเคมีของกลีเซอรอล	10
6. การสังเคราะห์โมโนเอซิลกลีเซอรอลหรือโมโนกลีเซอไรด์ด้วย	
ปฏิกิริยาเคมี	11
7. การศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาไกลเซอโรไลซิส	16
8. ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาไกลเซอโรไลซิส	18
9. เทคนิคการวัดปริมาณโมโนเอซิลกลีเซอรอลหรือโมโนกลีเซอไรด์	27
วัตถุประสงค์	30
ประโยชน์ที่ได้รับ	30
2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	31
3. ผลและวิจารณ์	38
4. สรุป	67
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	74
ก วิธีวิเคราะห์	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข ข้อมูลการวิเคราะห์	84
ค การออกแบบถังปฏิกรณ์	96
ประวัติผู้เขียน	121

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันปาล์ม	2
2. การจำแนกชนิดของการเรียงตัวของกรดไขมันในโครงสร้างไตรเอซิลกลีเซอรอลของน้ำมันปาล์มตามคุณสมบัติความอึดตัว	4
3. ปริมาณและคุณสมบัติของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มโอเลอิน	6
4. ชนิดเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มรีไฟน์ (RBD Palm Oil) และไฮปาล์มสเตียร์น (Palm Stearin)	7
5. Random distribution of two elements, A and B, in different proportions and in combinations of three	23
6. เวลาที่ต้องใช้ในการให้ความร้อนเพื่อให้ได้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาและน้ำหนักสารที่ควบแน่นออกมาระหว่างการทำปฏิกิริยาที่สภาวะต่างๆ	41
7. ส่วนประกอบต่างๆ หลังทำปฏิกิริยาที่สภาวะที่เหมาะสม (สัดส่วนโมล 2.5 ต่อ 1 อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที)	45
8. เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์และเปอร์เซ็นต์ Yield โมโนกลีเซอไรต์ จากการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสจากกลีเซอรอลบริสุทธิ์และกลีเซอรอลดิบที่สัดส่วนโมล 2.5 ต่อ 1 เวลาการทำปฏิกิริยา 20 นาที อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส	46
9. ปริมาณโมโนกลีเซอไรต์จาก TLC/FID เมื่อปล่อยให้เย็นตัวเองตามธรรมชาติ	48
10. แสดงเปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรต์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID, เปอร์เซ็นต์กลีเซอรอลและน้ำหนักสารหลังผ่านการล้างน้ำด้วยการหยดน้ำร้อน	50
11. ผลการเติมกรดไฮโดรคลอริก 37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรต่างๆ ต่อตัวอย่างสาร 100 กรัม หลังทำปฏิกิริยาที่ 200 องศาเซลเซียส สัดส่วนโมล 2.5 ต่อ 1	51
12. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรต์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริก 37 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาตรต่างๆ	53
13. ผลการกลั่นสารที่ผ่านขั้นตอนการปรับสภาพให้เป็นกลาง	54
14. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรต์จากการวิเคราะห์ TLC/FID และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรอลในขั้นตอนการกำจัดกลีเซอรอลด้วยการเติมกรดและล้างน้ำ	56

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15. นำหนักสารหลังตกผลึกด้วย Isooctane และเปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังตกผลึกที่อุณหภูมิต่าง ๆ	59
16. นำหนักผลึกและเปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังนำผลึกที่ตกผลึกครั้งแรกที่ 36 องศาเซลเซียส มาตกผลึกซ้ำที่ 40 องศาเซลเซียส ด้วย Isooctane	61
17. ชนิดและส่วนประกอบของผลึกก่อนและหลังตกผลึกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เมื่อวิเคราะห์ด้วย GC/MS	62
18. นำหนักของสารที่ใช้ในการทดลอง	81
19. แสดงจุดเดือดของกลีเซอรอลบริสุทธิ์ที่ความดันต่าง ๆ	83
20. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ที่สัดส่วนโมล 2 ต่อ 1	85
21. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ที่สัดส่วนโมล 2.5 ต่อ 1	86
22. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ที่สัดส่วนโมล 3 ต่อ 1	87
23. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ที่สัดส่วนโมล 4 ต่อ 1	88
24. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID จากการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสของกลีเซอรอลบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์	89
25. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID หลังปล่อยให้สารเย็นตัวที่อุณหภูมิห้อง และใช้น้ำหล่อเย็นช่วย (สัดส่วนโมล 2.5 ต่อ 1 อุณหภูมิทำปฏิกิริยา 200 องศาเซลเซียส เวลาการทำปฏิกิริยา 20 นาที)	90
26. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ในขั้นตอนการล้างด้วยน้ำร้อนแบบหยด เพื่อกำจัดกลีเซอรอลส่วนเกินออก	90
27. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID หลังทำการเติมกรดเพื่อกำจัดกลีเซอรอล	91
28. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID จากการกลั่นสุญญากาศเพื่อกำจัดกลีเซอรอลหลังจากผ่านขั้นตอนการปรับสภาพให้เป็นกลาง	91
29. เปอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จาก TLC/FID ในขั้นตอนการปรับสภาพให้เป็นกลาง และต่อด้วยการล้างน้ำ	92

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
30. เปอร์เซ็นต์โมนอกลิเซอไรด์จาก TLC/FID ในขั้นตอนการตกผลึกด้วย ตัวทำละลาย Isooctane	93
31. เปอร์เซ็นต์โมนอกลิเซอไรด์จาก TLC/FID จากการตกผลึกครั้งที่ 2 ด้วยตัวทำละลาย Isooctane	93
32. เปอร์เซ็นต์โมนอกลิเซอไรด์ของสารผสมจากการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส ด้วยกลีเซอรอลดิบที่สภาวะต่างๆ	94
33. ร้อยละผลได้ของโมนอกลิเซอไรด์ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส ด้วยกลีเซอรอลดิบที่สภาวะต่างๆ	95
34. ความหนาแน่นของกลีเซอรอลบริสุทธิ์	97
35. สมบัติของน้ำมันปาล์ม	98

รายการภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1. โครงสร้างของเอซิลกลีเซอรอล	3
2. โครงสร้างของโมนอกลิเซอไรด์	5
3. ปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	7
4. แนวทางการใช้ประโยชน์ของน้ำมันปาล์มและน้ำมันจากเมล็ดปาล์ม	9
5. ปฏิกิริยาการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชันของกลีเซอรอล	10
6. ปฏิกิริยาการเกิด Acrolein	11
7. ปฏิกิริยาการแตกตัวของกลีเซอรอล	11
8. ปฏิกิริยาการเกิดโมนอกลิเซอไรด์จากไบโอดีเซล	12
9. ภาพตัดเครื่อง Molecular distiller	13
10. เครื่องมือที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสแบบ Batch	15
11. การเกิดปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	17
12. โครงสร้างของโพลีเมอร์ที่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสที่ 250 องศาเซลเซียส	19
13. ปฏิกิริยาปรับตัวเร่งปฏิกิริยาให้เป็นกลาง	20
14. อัตราการเกิดปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสของน้ำมันเมล็ดต้นปาล์มที่เวลาต่าง ๆ	21
15. กลไกปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส (AC = fatty acid moiety)	22
16. ปริมาณของกลีเซอรอลที่ทำปฏิกิริยาที่เวลาต่าง ๆ	24
17. ปริมาณของกลีเซอรอลสูงสุดที่สามารถทำปฏิกิริยาและละลายกับไขมันที่อุณหภูมิต่าง ๆ	25
18. รูปแบบถังผสมสำหรับปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	26
19. กลีเซอรอลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล	31
20. ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	33
21. ไดอะแกรมการทำงานของชุดทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	33
22. ชุดกลั่นที่ได้จากการประยุกต์เครื่องกลั่น ASTM D86	36
23. เพอร์เซ็นต์โมนอกลิเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ใช้สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์น 2 ต่อ 1	39

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
24. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ ใช้สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์น 2.5 ต่อ 1	39
25. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ ใช้สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์น 3 ต่อ 1	40
26. สารที่ควบแน่นออกมาเมื่อใช้สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์น 2.5 ต่อ 1 ที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 250 องศาเซลเซียส	42
27. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์นต่างๆ	43
28. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์ ของสารผสมหลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์นต่างๆ	43
29. เพอร์เซ็นต์ Yield โมโนกลีเซอไรด์ หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์นต่างๆ	44
30. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิสด้วยกลีเซอรอลบริสุทธิ์ วิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนโมลกลีเซอรอลต่อไฮปาล์มสเตียร์นต่างๆ	46
31. เพอร์เซ็นต์โมโนกลีเซอไรด์จากการวิเคราะห์ด้วย TLC/FID หลังทำปฏิกิริยาที่ 200 องศาเซลเซียส, หลังใช้น้ำหล่อเย็นสารและการปล่อยให้เย็นเองที่อุณหภูมิห้อง	48
32. สารที่ได้หลังผ่านการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม	49
33. สารหลังทำปฏิกิริยาล้างแบบกวนผสมกับน้ำ	49
34. การล้างกลีเซอรอลหลังทำปฏิกิริยาด้วยการหยดน้ำร้อนลง	50
35. การแยกชั้นของกลีเซอรอลเมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกลงไป	52
36. การแยกชั้นของน้ำหลังเติมลงไปนในสารที่ผ่านการปรับสภาพให้เป็นกลางแล้ว	55
37. โครมาโตแกรมของสารที่ผ่านการกำจัดกลีเซอรอลส่วนเกินวิเคราะห์ด้วย DSC	57
38. หลังจากผสมตัวทำละลายกับตัวอย่างสารเมื่ออุ่นให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส	58
39. การแยกชั้นของผลึกหลังตั้งให้เกิดการตกผลึก	58

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
40. โครมาโตแกรมของสารก่อนการเติมกรด หลังเติมกรด หลังผ่านการล้างน้ำ และผลึกที่ 36 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์หาอนุภูมิภาคตกผลึกด้วย DSC	60
41. โครมาโตแกรมของผลึกก่อนการตกผลึกที่ 36 องศาเซลเซียส ด้วย GC/MS	61
42. โครมาโตแกรมของผลึกหลังการตกผลึกซ้ำที่ 40 องศาเซลเซียส ด้วย GC/MS	62
43. ถังปฏิกรณ์ที่ออกแบบเพื่อรองรับกำลังการผลิต 0.1 ตัน กลิเซอรอลดิบ	64
44. ไดอะแกรมสมดุลมวลการผลิตโมโนกลีเซอไรด์จากกลีเซอรอลดิบ 0.1 ตัน	65
45. Flow process การผลิตโมโนกลีเซอไรด์ความเข้มข้นสูง	66
46. โครมาโตแกรมที่ได้จากเครื่อง TLC/FID	80
47. การใส่สารเข้าสู่ถังปฏิกรณ์เพื่อทำปฏิกิริยากลิเซอโรไลซิส	83
48. ขนาดของถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	99
49. ขนาดของใบพัดที่ใช้ในการทดลอง	101
50. รูปทรงใบพัดที่ใช้ในการทดลอง	101
51. ขนาดกรวยล่างของถังปฏิกรณ์ที่ได้ออกแบบ	102
52. ค่าตัวประกอบ B ที่ใช้ในสูตรสำหรับถังภายใต้แรงดันภายนอก ค่าจากแผนภาพใช้เมื่อจัดทำจากเหล็กกล้าออสเทนติก (18Cr-8Ni-Mo, คาร์บอนสูตรสุด 0.03 ชนิด 316L)	104
53. ค่าของตัวประกอบ A ที่ใช้ในสูตรสำหรับถังภายใต้แรงดันภายนอก	105
54. คุณสมบัติของวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม P – No.8 Group No. 1	108
55. ลักษณะภาพรวมถังปฏิกรณ์	112
56. ขนาดของถังปฏิกรณ์	113
57. ขนาดของฝาถังปฏิกรณ์	114
58. ขนาดของใบพัด 1	115
59. ขนาดของใบพัด 2	116
60. ขนาดของชุดคอยร้อน 1	117
61. ขนาดของชุดคอยร้อน 2	118
62. ขนาดของท่อน้ำล้าง	119
63. ขนาดของ Baffle	120

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

DAG	=	Diacylglycerol
FFA	=	Free fatty acid
MAG	=	Monoacylglycerol
TAG	=	Triacylglycerol