

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการหมัก	3
เอนไซม์ไลเปส	12
ไบโอดีเซล	22
กระบวนการหมัก	27
รา	34
อุปกรณ์และวิธีการ	45
อุปกรณ์	45
วิธีการ	47
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	55
สรุปและข้อเสนอแนะ	71
สรุป	71
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	73
ภาคผนวก	84
ภาคผนวก ก สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อและการเตรียมสารเคมี	85
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐาน	87
ภาคผนวก ค การคำนวณกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส	90
ภาคผนวก ง ตารางข้อมูลผลการทดลอง	91

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของรำข้าวสาลี และรำละเอียด	5
2	องค์ประกอบของเมล็ดทานตะวัน	6
3	องค์ประกอบของถั่วลิสง	8
4	องค์ประกอบของงา และธัญพืชอื่นๆ	10
5	การเปรียบเทียบการใช้เบสอะตอะลิสต์และเอนไซม์อะตอะลิสต์ในการผลิตไบโอดีเซล	26
6	ตัวอย่างของกระบวนการหมักแบบแห้ง	29
7	องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุหมัก	63
ตารางผนวกที่		
ข1	วิธีการเตรียมสารละลาย p-nitrophenol (pNP) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	87
ง1	กิจกรรมไลเปสโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์	91
ง2	กิจกรรมไลเปสโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	92
ง3	กิจกรรมไลเปสโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 60 เปอร์เซ็นต์	93
ง4	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์	94
ง5	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	95
ง6	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 60 เปอร์เซ็นต์	96
ง7	ความชื้นของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์	97
ง8	ความชื้นของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	98

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง9	ความชื้นของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นเริ่มต้น 60 เปอร์เซ็นต์	99
ง10	พีเอชของวัสดุหมักโดยใช้รำข้าวสาลี 100 เปอร์เซ็นต์	100
ง11	กิจกรรมไลเปสโดยใช้รำละเอียด 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	101
ง12	กิจกรรมไลเปสโดยใช้ถั่วลิสง 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	102
ง13	กิจกรรมไลเปสโดยใช้เมล็ดทานตะวัน 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	103
ง14	กิจกรรมไลเปสโดยใช้ถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	104
ง15	กิจกรรมไลเปสโดยใช้งา 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	105
ง16	กิจกรรมไลเปสของวัสดุผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่องาเป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่อถั่วเหลืองเป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	106
ง17	ปริมาณกลูโคซามีนของรำละเอียด 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	107
ง18	ปริมาณกลูโคซามีนของถั่วลิสง 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	108
ง19	ปริมาณกลูโคซามีนของเมล็ดทานตะวัน 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	109
ง20	ปริมาณกลูโคซามีนของถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	110
ง21	ปริมาณกลูโคซามีนของงา 100 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	111
ง22	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่องาเป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์เป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	112



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง32	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่อกากถั่วเหลือง เป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณยูเรียและกลูโคส 1.5 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	118
ง33	ปริมาณกลูโคซามีนของวัสดุผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่อกากถั่วเหลือง เป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณยูเรีย กลูโคส และน้ำมัน 1.5 8 และ 5 ตามลำดับเป็นวัสดุหมักที่ความชื้นเริ่มต้น 55 เปอร์เซ็นต์	118

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของเอนไซม์ไลเปส	12
2	ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์	24
3	วงจรการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	36
4	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรา <i>Rhizopus</i> spp.	42
5	แผ่นกระจกและสไลด์แก้วของเครื่อง Haemocytometer	50
6	ลักษณะตารางบนแผ่นกระจกสำหรับนับจำนวนเซลล์	51
7	ต้นเชื้อสด <i>R. oligosporus</i> ในสแลนค์	55
8	รา <i>R. oligosporus</i> บนอาหารวุ้น	56
9	การหมักรา <i>R. oligosporus</i> บนปลายข้าวในถาด	56
10	ต้นเชื้อในรูปของผงของ รา <i>R. oligosporus</i>	56
11	การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมไลเปสบนรำข้าวสาลีที่ความชื้นเริ่มต้น 50 55 และ 60 เปอร์เซ็นต์	59
12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูโคซามีนบนรำข้าวสาลีที่ความชื้นเริ่มต้น 50 55 และ 60 เปอร์เซ็นต์	60
13	การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นบนรำข้าวสาลีที่ความชื้นเริ่มต้น 50 55 และ 60 เปอร์เซ็นต์	60
14	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชบนรำข้าวสาลีที่ความชื้นเริ่มต้น 50 55 และ 60 เปอร์เซ็นต์	61
15	การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมไลเปสบนวัสดุหมัก รำละเอียด ถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน ถั่วเหลือง งา รำข้าวสาลี วัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าวสาลีกับงา เป็น 75:25 และวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าวสาลีกับกากถั่วเหลืองเป็น 75:25 เมื่อความชื้นเริ่มต้นของวัสดุหมักเป็น 55 เปอร์เซ็นต์	64
16	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูโคซามีนบนวัสดุหมักรำละเอียด ถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน ถั่วเหลือง งา รำข้าวสาลี วัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าวสาลีกับงา เป็น 75:25 และวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าวสาลีกับกากถั่วเหลืองเป็น 75:25 เมื่อความชื้นเริ่มต้นของวัสดุหมักเป็น 55 เปอร์เซ็นต์	65
17	การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมไลเปสบนวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าวสาลีต่อกากถั่วเหลืองเป็น 75 : 25 เปอร์เซ็นต์ ที่มีการเติมยูเรียและกลูโคส	68

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูโคซามีนบนวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าว สาเลื่ออกากถั่วเหลืองเป็น 75 : 25 เปอร์เซนต์ ที่มีการเติมยูเรียและ กลูโคส	69
19	การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมไลเปสบนวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าว สาเลื่ออกากถั่วเหลืองเป็น 75 : 25 เปอร์เซนต์ กรณีที่มีการเติมน้ำมัน	69
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูโคซามีนบนวัสดุหมักผสมระหว่างรำข้าว สาเลื่ออกากถั่วเหลืองเป็น 75 : 25 เปอร์เซนต์ กรณีที่มีการเติมน้ำมัน	70
ภาพผนวกที่		
ข1	กราฟมาตรฐานของ <i>p</i> -nitrophenol	88
ข2	กราฟมาตรฐานของกลูโคซามีนที่ความเข้มข้น 0-300 ไมโครกรัม/ มิลลิลิตร ที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร เมื่อวิเคราะห์ตามวิธีการของ Morgan-Elson ที่ปรับปรุงแล้ว	89