

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(7)
รายการตารางภาคผนวก.....	(9)
รายการภาพประกอบ.....	(10)
รายการภาพภาคผนวก.....	(12)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
การตรวจเอกสาร.....	2
วัตถุประสงค์.....	34
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....	35
3. ผลและวิจารณ์.....	40
4. สรุป.....	60
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	71
ประวัติผู้เขียน.....	92

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. องค์ประกอบของกรดไขมัน และไตรกลีเซอไรด์ ของเนยโกโก้	5
2. สมบัติทางกายภาพของเนยโกโก้	6
3. รูปร่าง และจุดหลอมเหลวของเนยโกโก้	8
4. องค์ประกอบของกรดไขมันและไตรกลีเซอไรด์ของ CBA ที่ได้ จากไขมันพืชแหล่งอื่นๆเทียบกับเนยโกโก้	11
5. องค์ประกอบกรดไขมันและไตรกลีเซอไรด์ CBE, CBRs และ CBSs	12
6. คุณลักษณะของเนยโกโก้ และเนยโกโก้เทียมทั้ง 3 ชนิด	13
7. ส่วนประกอบในการผลิตของช็อกโกแลตชนิดต่างๆ	22
8. ส่วนประกอบของช็อกโกแลตจากเนยโกโก้เทียมเปรียบเทียบกับ ช็อกโกแลตที่ผลิตจากเนยโกโก้	30
9. จุดหลอมเหลว ค่าไอโอดีน ค่ากรดไขมันอิสระ และค่าสปอนนิฟิเคชัน ของเนยโกโก้ น้ำมันปาล์มผสม และน้ำมันปาล์มคัดแปร	41
10. สมบัติทางเคมีของน้ำมันคัดแปรที่ผ่านการควบคุมการตกผลึก ที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 24 36 48 และ 60 ชั่วโมง	43
11. จุดหลอมเหลว ค่าไอโอดีน ค่ากรดไขมันอิสระ ค่าสปอนนิฟิเคชันของ เนยโกโก้ และเนยโกโก้เทียม	46
12. ค่าไอโอดีน ค่ากรดไขมันอิสระ ค่าสปอนนิฟิเคชันของเนยโกโก้ (CB) เมื่อผสม กับเนยโกโก้เทียม (CBS) ในอัตราส่วนต่างๆ	48
13. สมบัติทางกายภาพของช็อกโกแลตที่ใช้ CB ผสมกับ CBS ในอัตราส่วนต่างๆ	52
14. จุดหลอมเหลว (°ซ) การเกิดสีขาว และ ความแข็งของช็อกโกแลตที่ ใช้เนยโกโก้และเนยโกโก้เทียมร้อยละ 80 ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์	55

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15. ระดับคะแนนการประเมินการเกิดฝ้าขาวบนผิวหน้าซ็อกโกแลตระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์	56
16. คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้ ร้อยละ 100 เนยโกโก้เทียมร้อยละ 80 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $\sim 30^{\circ}\text{C}$ ) เป็นเวลา 12 สัปดาห์	59

## รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
จ1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินค่ากรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน และ ค่าสปอนนิชันของน้ำมันปาล์มคัดแปรระหว่างการควบคุมการตกผลึกที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 24 36 48 และ 60 ชั่วโมง	83
จ2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินค่ากรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน และค่าสปอนนิฟิเคชัน ของเนยโกโก้และเนยโกโก้เทียม	84
จ3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินค่ากรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน และค่าสปอนนิฟิเคชัน ของน้ำมันผสมระหว่างเนยโกโก้และเนยโกโก้เทียมในอัตราส่วนต่างๆ	85
จ4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินด้านการเกิดสีขาว และความแข็งของช็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้เทียมทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆที่ได้รับการคัดเลือก	86
จ5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อคุณลักษณะต่างๆของช็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้เทียมทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆ	87
จ6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินด้านการเกิดสีขาว และความแข็งของช็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้ร้อยละ 100 และเนยโกโก้เทียมร้อยละ 80 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ) เป็นเวลา 2 4 6 8 10 และ 12 สัปดาห์	89
จ7. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อคุณลักษณะต่างๆของช็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้ร้อยละ 100 และเนยโกโก้เทียมร้อยละ 80 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ) เป็นเวลา 2 4 6 8 10 และ 12 สัปดาห์	90

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. กระบวนการผลิตเนยโกโก้	3
2. ระบบของรูปแบบผลึกตามการจัดเรียงตัวของไตรกลีเซอไรด์	7
3. การเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ของเอนไซม์ไลเปส	16
4. รูปแบบไตรกลีเซอไรด์ที่ได้จากการใช้สารเคมีและเอนไซม์ไลเปสชนิดที่ไม่มีควมจำเพาะเจาะจงต่อตำแหน่งที่ 1 และ 3 บนไตรกลีเซอไรด์ (a) และ เอนไซม์ไลเปสชนิดที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อตำแหน่งที่ 1 และ 3 บนไตรกลีเซอไรด์ (b) เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาอินเทอร์เอสเทอริฟิเคชัน	18
5. ขั้นตอนการผลิตช็อกโกแลต	24
6. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช็อกโกแลตระหว่างการควบคุมการตกผลึก	29
7. ขั้นตอนการผลิตช็อกโกแลตในงานวิจัย	37
8. ปริมาณไขมันแข็งของเนยโกโก้ น้ำมันปาล์มผสมก่อนการตัดแปร และน้ำมันปาล์มตัดแปรในช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลว 0–65 องศาเซลเซียส	42
9. รูปแบบการหลอมเหลวของเนยโกโก้ (1) และเนยโกโก้เทียม (2)	45
10. ปริมาณไขมันแข็งของเนยโกโก้ และเนยโกโก้เทียมในช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลว 20–55 องศาเซลเซียส	45
11. รูปแบบการหลอมเหลวของเนยโกโก้เทียมที่ใช้ทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง เนยโกโก้ ต่อ เนยโกโก้เทียม (ร้อยละ) คือ 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60, 20 : 80 และ 0 : 100 ตามชุดการทดลองที่ 1-6 ตามลำดับ	47
12. รูปแบบการหลอมเหลวของช็อกโกแลตที่ใช้ทดแทนเนยโกโก้เทียม (CBS) ทดแทนเนยโกโก้ (CB) ในอัตราส่วนต่างๆ (ร้อยละ) ระหว่าง CB: CBS ดังนี้คือ 100 : 0 20 : 80 และ 0 : 100 (A-C) ตามลำดับ	50

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
13. ปริมาณไขมันแข็งของชี้ออกโกแลตที่ใช้ทดแทนเนยโกโก้เทียม (CBS) ทดแทนเนยโกโก้ใน (CB) ในอัตราส่วนต่างๆ (ร้อยละ) ระหว่าง CB:CBS ในช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลว 20 – 45 องศาเซลเซียส	51
14. กราฟใยแมงมุมของคะแนนทางประสาทสัมผัสของชี้ออกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้เทียมทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างกัน ประเมินด้วยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA)	53

## รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบภาคผนวก	หน้า
1. รูปกราฟแสดงค่าความแข็งที่อ่านได้จากการวัดความแข็ง	78
2. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบพรรณนาเชิงปริมาณ เพื่อประเมินคุณลักษณะของช็อกโกแลตที่ใช้เนยโกโก้เทียมทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆ	80