

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการตารางภาคผนวก	(13)
รายการภาพประกอบ	(14)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(17)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	37
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	38
3. ผลและวิจารณ์	48
4. สรุป	108
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก	116
ประวัติผู้เขียน	148

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันพืช 10 ชนิด	4
2. ปริมาณไขมันส่วนแข็งของน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์	5
3. ปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันปาล์มแต่ละชนิด	6
4. ค่าพารามิเตอร์จากการวัดการหลอมเหลวของเนยโกโก้และช็อกโกแลต	8
5. ปริมาณกรดไขมันและไตรกลีเซอไรด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนยโกโก้	10
6. ชนิดของไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นองค์ประกอบในเนยโกโก้จากแหล่งต่างๆ	11
7. องค์ประกอบของไขมันที่แยกได้จากน้ำมันปาล์มโอเลอินที่ผ่านการตัดแปรโดยใช้ เฮกเซนและเอซิโตน เป็นตัวทำละลายในการแยก	15
8. รูปแบบของไตรกลีเซอไรด์จากการใช้เอ็นไซม์ไลโปไซม์ในปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ริฟิเคชันของ HCS กับ น้ำมันมะกอก	17
9. จุดหลอมเหลวของปาล์มสเตียรีนและปาล์มสเตียรีนผสมน้ำมันมะพร้าวหลังจากผ่านอินเตอร์เอสเทอร์ริฟิเคชันด้วยระยะเวลาต่างๆกัน	20
10. องค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ใน POMF CBE และเนยโกโก้ ที่ได้จากการกระบวนการอินเตอร์เอสเทอร์ริฟิเคชัน	21
11. ชนิดและปริมาณกรดไขมันในไตรกลีเซอไรด์และในตำแหน่งที่ 2 ของไตรกลีเซอไรด์ จากไขมัน CB BT RT และ SL	24
12. รูปแบบของผลึกและสมบัติบางประการของไขมันในเนยโกโก้	29
13. ชนิดและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต	30
14. สูตรช็อกโกแลตไม่ใส่นมและช็อกโกแลตนมชนิดแท่ง	31
15. สูตรช็อกโกแลตไม่ใส่นมและช็อกโกแลตนมชนิดเคลือบ	31
16. รายการประเมินคุณภาพของช็อกโกแลต	32
17. ช่วงของความหนืดที่เหมาะสมของช็อกโกแลตสำหรับการใช้งานต่างๆกัน	33

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18. สูตรสำหรับผลิตซ็อกโกแลตชนิดแท่งจำนวน 3 สูตร	41
19. สูตรสำหรับการผลิตซ็อกโกแลตชนิดเคลือบจำนวน 3 สูตร	42
20. สูตรซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่คัดเลือกมาจากแผนการทดลอง mixture design	44
21. สูตรซ็อกโกแลตชนิดเคลือบที่คัดเลือกจากแผนการทดลอง mixture design	45
22. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	48
23. คุณสมบัติของไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากน้ำมันปาล์มดัดแปร	50
24. ช่วงการหลอมเหลวของไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากน้ำมันปาล์มดัดแปร	51
25. ค่าความแข็งของซ็อกโกแลตชนิดแท่ง	54
26. คะแนนความชอบเฉลี่ยของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่ผลิตจากไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้	56
27. ค่าความเหนียวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบสูตรต่างๆ	57
28. ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ยของซ็อกโกแลตที่เคลือบติดบนขนมปังแท่ง	58
29. คะแนนความชอบของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังสูตรต่างๆ	60
30. ค่าความแข็งซ็อกโกแลตแท่งที่มีเนยโกโก้และไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน	65
31. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่มีเนยโกโก้และไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน	65
32. ค่าความเหนียวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบที่มีเนยโกโก้และไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน	67
33. ปริมาณซ็อกโกแลตที่เคลือบติดบนขนมปังแท่งในสูตรซ็อกโกแลตที่มีเนยโกโก้และไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน	68

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
34. คะแนนความชอบเฉลี่ยของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่มีเนยโกโก้และไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน	71
35. คุณสมบัติทางกายภาพของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่มีสูตรอัตราส่วนระหว่าง น้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	73
36. คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่อัตราส่วนระหว่างน้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆ	75
37. คะแนนความชอบเฉลี่ยของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่อัตราส่วนระหว่างน้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	76
38. สูตรพัฒนาที่เหมาะสมของซ็อกโกแลตชนิดแท่ง	79
39. คุณสมบัติทางกายภาพของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบที่มีสูตรอัตราส่วนระหว่าง น้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	81
40. คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่มีอัตราส่วนระหว่าง น้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	83
41. คะแนนความชอบเฉลี่ยของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่มีอัตราส่วนระหว่าง น้ำตาล:โกโก้แมส:ไขมันเลี่ยนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	84
42. สูตรพัฒนาที่เหมาะสมของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบ	87
43. ลักษณะของผู้บริโภคจำแนกตามเพศ	89
44. การตัดสินใจซื้อต่อผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลตชนิดแท่งและขนมปังเคลือบซ็อกโกแลต	94
45. การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง (กรัมต่อมิลลิเมตร) ของซ็อกโกแลตชนิดแท่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน	95
46. ค่าดัชนีความขาวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 1 เดือน	98

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
47. คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลตชนิดแท่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน	100
48. ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) ในการเก็บรักษาซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน	101
49. ค่าดัชนีความขาวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน	104
50. คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลตชนิดเคลือบเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน	106
51. การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราในการเก็บรักษาซ็อกโกแลตชนิดเคลือบที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน	107

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1. ปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าไอ โอดีน	118
2. ปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์	124
3. สูตรช็อกโกแลตชนิดแห้งจากแผนการทดลอง mixture design	145
4. สูตรช็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังจากแผนการทดลอง mixture design.	147

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. รูปแบบการหลอมเหลวของเนยโกโก้จากเครื่อง DSC	8
2. ผลการวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ของเนยโกโก้ด้วยเครื่อง HPLC	12
3. รูปแบบไตรกลีเซอไรด์น้ำมันผสม palm stearin : palm kernel olein สัดส่วน 40 : 60 ก่อน (A) และหลัง (B) ปฏิกริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน P คือ palmitic acid, O คือ oleic acid และจุดที่ถูกครีซคือไตรกลีเซอไรด์ที่เพิ่มขึ้น	14
4. รูปแบบการหลอมเหลวของไขมันจากส่วน F2(A) และ เนยโกโก้	16
5. อัตราส่วนของ HCS ต่อน้ำมันมะกอกและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไตรกลีเซอไรด์ชนิด POS	18
6. ชนิดของไตรกลีเซอไรด์ใน เนยโกโก้ (a) และไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ (b) จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC	19
7. รูปแบบการหลอมเหลวของ POMF	22
8. รูปแบบการหลอมเหลวของเนยโกโก้	22
9. รูปแบบการหลอมเหลวของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้จากการตัดแปร POMF	23
10. รูปแบบการหลอมเหลวของ CB BT RT และ SL	24
11. รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันส่วนแข็ง (SFC) ของ CB RT และ SL โดยเครื่อง nuclear magnetic resonance (NMR)	25
12. ค่าความแข็งของช็อกโกแลตไม่ใส่นมที่มีส่วนผสมของ CB RT และ SL	26
13. ขั้นตอนการผลิตช็อกโกแลต	43
14. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณไขมันส่วนแข็งของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้จากน้ำมัน 3 ชนิดเปรียบเทียบกับเนยโกโก้	52

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
15. รูปแบบการหลอมเหลวของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้จากน้ำมันปาล์ม โอเลอินกับกรดไขมันสเตียริก ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และเวลา 12 ชั่วโมง (1) และ เนยโกโก้ (2)	53
16. รูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งสูตรที่ I (a) II (b) และ III (c)	55
17. รูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบสูตรที่ I (a) II (b) และ สูตรที่ III (c)	59
18. รูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่ผลิตจากเนยโกโก้	61
19. รูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่ใช้ไขมันเลียนแบบ เนยโกโก้ทดแทนเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆ (60:40(a) 40:60(b) 20:80(c) 0:100(d))	62
20. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณไขมันส่วนแข็งของซ็อกโกแลตชนิดแท่ง ที่มีอัตราส่วนของเนยโกโก้และไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	63
21. รูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่มี เนยโกโก้และไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ในอัตราส่วนต่างๆกัน (40:60(a) 20:80(b) 0:100(c) 100:0(d))	70
22. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณไขมันส่วนแข็งของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบ ขนมปังที่มีอัตราส่วนของเนยโกโก้และไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ ต่างๆกัน	70
23. กราฟ contour สำหรับทำนายคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (a) เนื้อสัมผัส (b) กลิ่นรส (c) และความชอบรวม (d) ของซ็อกโกแลตแท่ง เมื่ออัตราส่วนผสมระหว่าง น้ำตาล โกโก้แมส และไขมัน ต่างๆกัน	78
24. ผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่ผลิตจากสูตรที่เหมาะสม	79

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
25. กราฟ contour สำหรับทำนายคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (a) เนื้อสัมผัส (b) กลิ่นรส (c) และความชอบรวม (d) ของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังเมื่ออัตราส่วนผสม น้ำตาล โกโก้แมส และไขมัน ต่างๆ	86
26. ซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่ผลิตจากสูตรพัฒนาที่เหมาะสม	88
27. เหตุผลที่ผู้บริโภคซื้อและ/หรือทานซ็อกโกแลต	90
28. ความชอบของผู้บริโภคต่อซ็อกโกแลตชนิดต่างๆ	91
29. สถานที่จำหน่ายซ็อกโกแลตที่ผู้บริโภคนิยมซื้อบ่อยที่สุด	92
30. ปัจจัยที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการซื้อซ็อกโกแลต	92
31. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0(a) 6(b) 12(c) 18(d) 24(e) และ 30(f) วัน	96
32. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดแท่งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0(a) 6(b) 12(c) 18(d) 24(e) และ 30(f) วัน	97
33. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0(a) 6(b) 12(c) 18(d) 24(e) และ 30(f) วัน	102
34. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหลอมเหลวของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปังที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0(a) 6(b) 12(c) 18(d) 24(e) และ 30(f) วัน	103

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบภาคผนวก	หน้า
1. เครื่อง TA-XT2 Texture Analyzer ติดตั้งหัว Cylinder เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร	126
2. แผนการทดลอง mixture design ของซ็อกโกแลตชนิดแท่ง	144
3. แผนการทดลอง mixture design ของซ็อกโกแลตชนิดเคลือบขนมปัง	146