

การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและอิมัลซิฟายเออร์  
ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ

นางสาว เพ็ญศรี วงษ์จันทร์เพ็ญ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-946-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

UTILIZATION OF CARBOHYDRATE BASED FAT REPLACER AND EMULSIFIER IN THE  
PRODUCTION OF LOW-CALORIE BUTTER CAKE

Miss. Pensri Wongjunpen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

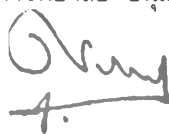
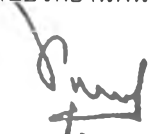
Academic Year 1998

ISBN 974-331-946-8

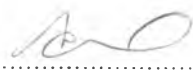
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและอิมัลซิฟายเออร์ในการ  
ผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ  
โดย                              นางสาวเพ็ญศรี วงษ์จันทร์เพ็ญ  
ภาควิชา                        เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา            รองศาสตราจารย์ ดร. พิชรี ปานกุล

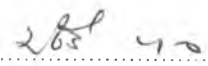
---


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

   
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูดีวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาสงคราม)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชรี ปานกุล)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณดา ตูลยธัญ)

เพ็ญศรี วงษ์จันทร์เพ็ญ : การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและสารอิมัลซิฟายเออร์ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ (UTILIZATION OF CARBOHYDRATE BASED FAT REPLACER AND EMULSIFIER IN THE PRODUCTION OF LOW-CALORIE BUTTER CAKE) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. พัชรี ปานกุล.123 หน้า. ISBN 974-331-946-8.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ ในขั้นแรกได้ศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ 3 ชนิด คือ ซูโครสเอสเทอร์ โมโนกลีเซอไรด์ และโพลีซอร์เบต 60 ที่ระดับ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแป้ง ประเมินผลเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วมกับสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเหลวและเค้กเนย ต่อมาศึกษาสารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ 3 ชนิดคือ โพลีเดกซ์โตส มอลโตเดกซ์ตริน และ N-Lite B<sup>®</sup> โดยแทนที่ไขมันในสูตรที่ระดับ 20, 40, 60, 80 และ 100% โดยน้ำหนักไขมัน ประเมินผลเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วมกับสมบัติทางกายภาพจากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ โดยใช้สารอิมัลซิฟายเออร์ร่วมกับสารทดแทนไขมันด้วย Response Surface Methodology เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมแล้ว ศึกษา High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย โดยแปรปริมาณ High concentrate ที่ระดับ 0.25 0.375 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ประเมินผลเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานของเค้กเนย สูตรควบคุมและสูตรลดไขมัน ในขั้นตอนสุดท้ายศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงโพลีโพรพิลีน ณ อุณหภูมิห้อง (25-28 องศาเซลเซียส) และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ทุก ๆ วัน วิเคราะห์ความชื้น ค่าความแข็ง ปริมาณแบคทีเรีย รา และยีสต์

ผลการทดลองพบว่า เค้กเนยที่ใช้ซูโครสเอสเทอร์ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าเค้กเนยที่ใช้สารอิมัลซิฟายเออร์อื่น ๆ สำหรับการแทนที่ไขมันด้วยสารทดแทนไขมันทำให้คะแนนการยอมรับของเค้กเนยลดลงเมื่อระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่า สามารถแทนที่ไขมันด้วยสารมอลโตเดกซ์ตรินได้ถึงระดับ 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักไขมัน โดยมีปริมาตรและคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าเค้กเนยที่ใช้สารทดแทนไขมันอื่น ๆ ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำคือ ใช้ซูโครสเอสเทอร์ 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ ร่วมกับมอลโตเดกซ์ตรินแทนที่ไขมันที่ระดับ 52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักไขมัน เค้กเนยแคลอรีต่ำที่ผลิตได้นั้นมีกลิ่นเนยลดลง จึงใช้ High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนยพบว่าใช้ High concentrate ที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด มีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ( $p>0.05$ ) จากนั้นนำเค้กเนยแคลอรีต่ำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีความชื้น 18.12 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 5.63 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8.33 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 62.27 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงาน 3.462 กิโลแคลอรีต่อกรัม ซึ่งสามารถลดไขมันลง 48.38 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานลดลง 15.17 เปอร์เซ็นต์เทียบกับสูตรควบคุม ในระหว่างการเก็บพบว่าเค้กเนยสูตรควบคุมและเค้กเนยแคลอรีต่ำเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้อง 2 วันและอย่างน้อย 5 วันที่อุณหภูมิในตู้เย็นโดยไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บพบว่าปริมาณความชื้นลดลง ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ปริมาณแบคทีเรีย รา ยีสต์เพิ่มขึ้น

ภาควิชา ..... เทคโนโลยีทางอาหาร  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีทางอาหาร  
ปีการศึกษา ..... 2541

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C827509 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY  
KEY WORD: LOW-CALORIES / CAKE / FAT REPLACER / EMULSIFIER

PENSRI WONGJUNPEN. UTILIZATION OF CARBOHYDRATE BASED FAT  
REPLACER AND EMULSIFIER IN THE PRODUCTION OF LOW-CALORIE BUTTER CAKE.  
THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PATCHAREE PANKUN. Ph.D. 123pp.  
ISBN 974-331-946-8

The purpose of this research was to study optimum condition in the production of low-calories butter cake. Initially, 3 kinds of emulsifier were varied at 1, 2 and 3% by flour weight and butter cakes were evaluated using sensory quality, physical properties of batter and cake as criteria. Quantity of fat in the formula was then substituted with 20, 40, 60, 80 and 100% by fat weight of carbohydrate based fat replacer (Polydextrose, Maltodextrin and N-Lite B<sup>®</sup>) and evaluated using the same criteria. Response Surface Methodology was applied to determine the optimum levels of emulsifier and fat replacer in the production of low-calories butter cake. The study of High concentrate to improve butter flavor were varied at 0.25, 0.375, and 0.50% by total batch weight and evaluated by sensory quality. Proximate chemical composition and energy value of control and reduced fat formula cakes were studied. Quality changes during storage of products were later investigated. The products were packaged in polypropylene bags and stored at room temperature and refrigerated temperature (4<sup>o</sup>C) for 7 days, and analyzed every day for moisture content, hardness, total plate count, mold and yeast counts.

Results from sensory evaluation indicated that the cake containing 1% Sucrose ester gave the most acceptable result. When the level of fat replacer was increased, the sensory score decreased. The level of fat substitution with Maltodextrin at 60% by fat weight in butter cake was found suitable. It gave higher volume and sensory scores than other fat replacers at the same level. The optimum conditions for the production of low-calorie butter cake were Sucrose ester 1.5% by flour weight and Maltodextrin at 52% by fat weight. The cake containing High concentrate 0.25% by total batch weight was not significantly different in total acceptability score from control cake (p>0.05). Low-calorie cake was composed of 18.12% moisture, 5.63% protein, 8.33% fat, 62.27% carbohydrate, 0.15% ash and 3.462 kcal./g. total energy which reduced calorie from fat by about 48.38% and total energy was reduced by 15.17%. The cakes could be kept for only 2 days at room temperature and at least 5 days at refrigerated temperature. Hardness of the cakes and numbers of bacteria, mold, and yeast increased with storage time, while moisture content decreased.

ภาควิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร

สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 263 110

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -

## กิตติกรรมประกาศ



ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการ ตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัยรวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลหาสงคราม ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. วรณา ตูลยธัญ ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ บริษัท เบอรัลลี่ ยูคเกอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ Polydextrose, Maltodextrin

ขอขอบคุณ บริษัท เนซัลแนล สตาร์ช แอนด์ เคมีเคิล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ N-Flate, N-lite B

ขอขอบคุณ บริษัท แคลเทค จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ sucrose ester, polysorbate 60

ขอขอบคุณ บริษัท อิมพีเรียล อินดัสเตรียล เคมีคัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ Monoglyceride

ขอขอบคุณ บริษัท ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ แป้งสาลิตราฟัดโบก

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ราชพ สุทธิจิต ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณ ศรัณย์ วิริยกุล ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์และตรวจสอบงานพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณ พี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอขอบคุณพี่และน้อง ที่คอยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน และสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	๑1
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	2
3. การทดลอง.....	19
4. ผลการทดลอง.....	29
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	63
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	77
รายการอ้างอิง.....	78
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	91
ภาคผนวก ค.....	95
ภาคผนวก ง.....	97
ประวัติผู้เขียน.....	123

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ปริมาณไขมันที่มีในผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดต่าง ๆ.....	7
ตารางที่ 2.2	สารทดแทนไขมันจากคาร์โบไฮเดรต.....	14
ตารางที่ 2.3	สารทดแทนไขมันจากโปรตีน.....	15
ตารางที่ 2.4	สารทดแทนไขมันจากไขมัน.....	15
ตารางที่ 3.1	สูตรมาตรฐานในการผลิตเค้กเนย.....	22
ตารางที่ 3.2	ตัวแปรและช่วงของตัวแปรที่ศึกษาในขั้นตอนการผลิตเค้กเนย.....	26
ตารางที่ 4.1	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Sucrose ester ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	29
ตารางที่ 4.2	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Sucrose ester ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	30
ตารางที่ 4.3	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Monoglyceride ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	31
ตารางที่ 4.4	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Monoglyceride ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	32
ตารางที่ 4.5	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polysorbate 60 ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่งเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	33
ตารางที่ 4.6	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polysorbate 60 ปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	34
ตารางที่ 4.7	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Sucrose ester, Monoglyceride , และ Polysorbate 60 ปริมาณ 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	35
ตารางที่ 4.8	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Sucrose ester , Monoglyceride . และ Polysorbate 60 ปริมาณ 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	36
ตารางที่ 4.9	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polydextrose แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	37
ตารางที่ 4.10	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polydextrose แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	38
ตารางที่ 4.11	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Maltodextrin แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	40
ตารางที่ 4.12	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Maltodextrin แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	41
ตารางที่ 4.13	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร N-lite B <sup>®</sup> แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	43
ตารางที่ 4.14	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร N-lite B <sup>®</sup> แทนที่ไขมันในปริมาณ 20, 40, 60, 80,100 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	44



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.15	สมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polydextrose, Maltodextrin, N-lite B <sup>®</sup> แทนที่ไขมันในปริมาณ 60 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	46
ตารางที่ 4.16	สมบัติทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย เมื่อใช้สาร Polydextrose, Maltodextrin, N-lite B <sup>®</sup> แทนที่ไขมันในปริมาณ 60 % เป็นสารทดแทนไขมัน.....	47
ตารางที่ 4.17	ผลการประเมินลักษณะผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ).....	50
ตารางที่ 4.18	ผลการประเมินทางด้านลักษณะประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ).....	51
ตารางที่ 4.19	สมการที่เหมาะสมสำหรับค่าตอบสนอง.....	52
ตารางที่ 4.20	ผลการประเมินลักษณะผลิตภัณฑ์และคะแนนรวมของการทดสอบประสาทสัมผัส ณ สภาวะการผลิตที่เหมาะสม.....	58
ตารางที่ 4.21	คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ของเค้กเนยแคลอรีต่ำ ซึ่งใช้ High Concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย.....	59
ตารางที่ 4.22	องค์ประกอบทางเคมีของเค้กเนยสูตรควบคุม และสูตรลดไขมัน.....	59
ตารางที่ 4.23	ปริมาณความชื้น ค่า hardness ของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ.....	61
ตารางที่ 4.24	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ.....	62
ตารางที่ ง.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนักที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1,2,3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	97
ตารางที่ ง.2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1,2,3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	97
ตารางที่ ง.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1,2,3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็น อิมัลซิฟายเออร์ .....	97
ตารางที่ ง.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	98
ตารางที่ ง.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น รสชาติ ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	98
ตารางที่ ง.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความสม่ำเสมอ ขนาดเซลล์ คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	98
ตารางที่ ง.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	99

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ง.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	99
ตารางที่ ง.9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนัก ที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	99
ตารางที่ ง.10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	100
ตารางที่ ง.11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	100
ตารางที่ ง.12	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	100
ตารางที่ ง.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	101
ตารางที่ ง.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	101
ตารางที่ ง.15	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	101
ตารางที่ ง.16	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Monoglyceride 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	102
ตารางที่ ง.17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนักที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	102
ตารางที่ ง.18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	102
ตารางที่ ง.19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	103

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ง.20	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	103
ตารางที่ ง.21	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	103
ตารางที่ ง.22	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสาร อิมัลซิฟายเออร์.....	104
ตารางที่ ง.23	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	104
ตารางที่ ง.24	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Polysorbate 60 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	104
ตารางที่ ง.25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความขุ่นหนืด น้ำหนักที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	105
ตารางที่ ง.26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่งเป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	105
ตารางที่ ง.27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นอิมัลซิฟายเออร์ .....	105
ตารางที่ ง.28	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	106
ตารางที่ ง.29	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	106
ตารางที่ ง.30	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสาร อิมัลซิฟายเออร์.....	106
ตารางที่ ง.31	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	107

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ง.32	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่ใช้ Sucrose ester 1%, Monoglyceride 1% และ Polysorbate 60 1% โดยน้ำหนักแบ่ง เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์.....	107
ตารางที่ ง.33	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนัก ที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	107
ตารางที่ ง.34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	108
ตารางที่ ง.35	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	108
ตารางที่ ง.36	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สี สีเปลือก และสีของเค้กที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	108
ตารางที่ ง.37	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีเนื้อ $L, a, b$ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	109
ตารางที่ ง.38	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเนื้อสัมผัส ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	109
ตารางที่ ง.39	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	109
ตารางที่ ง.40	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	110
ตารางที่ ง.41	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความสม่ำเสมอ ขนาดเซลล์ คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	110
ตารางที่ ง.42	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	110
ตารางที่ ง.43	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนน การยอมรับรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> ต่างกัน.....	111
ตารางที่ ง.44	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนัก ที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	111
ตารางที่ ง.45	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	111
ตารางที่ ง.46	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity indexของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	112
ตารางที่ ง.47	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสีเปลือก $L, a, b$ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณ การใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	112

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ง.48	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีเนื้อ $L, a, b$ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	112
ตารางที่ ง.49	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเนื้อสัมผัส ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	113
ตารางที่ ง.50	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	113
ตารางที่ ง.51	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	113
ตารางที่ ง.52	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	114
ตารางที่ ง.53	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	114
ตารางที่ ง.54	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Polydextrose ต่างกัน.....	114
ตารางที่ ง.55	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนัก ที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	115
ตารางที่ ง.56	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	115
ตารางที่ ง.57	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	115
ตารางที่ ง.58	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสีเปลือก $L, a, b$ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณ การใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	116
ตารางที่ ง.59	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีเนื้อ $L, a, b$ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	116
ตารางที่ ง.60	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเนื้อสัมผัส ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	116
ตารางที่ ง.61	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อ สีเปลือก และสีของเค้กที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	117
ตารางที่ ง.62	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	117
ตารางที่ ง.63	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	117
ตารางที่ ง.64	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	118

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ง.65	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ Maltodextrin ต่างกัน.....	118
ตารางที่ ง.66	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ความถ่วงจำเพาะ ความชื้นหนืด น้ำหนักที่สูญเสียหลังอบของ batter ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	118
ตารางที่ ง.67	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตร Volume index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	119
ตารางที่ ง.68	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Standing height Symmetry index Uniformity index ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	119
ตารางที่ ง.69	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสีเปลือก L, a, b ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	119
ตารางที่ ง.70	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีเปลือก L, a, b ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	120
ตารางที่ ง.71	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเนื้อสัมผัส ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	120
ตารางที่ ง.72	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อสีเปลือก และสีของเค้กที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	120
ตารางที่ ง.73	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เกรน รสชาติ ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	121
ตารางที่ ง.74	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความสม่ำเสมอ ขนาดเซล คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	121
ตารางที่ ง.75	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสความชุ่ม ความนุ่ม คะแนนรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	121
ตารางที่ ง.76	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับรวม ของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ N-lite B <sup>®</sup> , Polydextrose และ Maltodextrin ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักไขมัน.....	122
ตารางที่ ง.77	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับกลิ่นของเค้กเนยที่แปรปริมาณการใช้ High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย.....	122

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	โครงสร้างผลึกของไขมัน (ก) ผลึกรูปเบต้าไพร์ (ข) ผลึกรูปเบต้า .....	4
ภาพที่ 2.2	แสดงกลไกของไขมัน ในการลดการประสานตัวของ gluten.....	5
ภาพที่ 2.3	สูตรโครงสร้างของ Polysorbate 60.....	9
ภาพที่ 2.4	สูตรโครงสร้างของ Sucrose ester.....	10
ภาพที่ 2.5	สูตรโครงสร้างของ 1 (3)- monoglycerides .....	10
ภาพที่ 2.6	สูตรโครงสร้างของ polydextrose.....	13
ภาพที่ 4.1	รูปถ่ายเด็กเนยที่ใช้สารทดแทนไขมันชนิดต่าง ๆ ที่ระดับต่างกัน.....	49
ภาพที่ 4.2	กราฟ contour plot ของปริมาตรเด็กเมื่อใช้ Sucrose ester เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ และใช้ Maltodextrin เป็นสารทดแทนไขมัน โดยส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่.....	53
ภาพที่ 4.3	กราฟ contour plot ของ Volume index เด็กเมื่อใช้ Sucrose ester เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ และใช้ Maltodextrin เป็นสารทดแทนไขมัน โดยส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่.....	54
ภาพที่ 4.4	กราฟ contour plot ของ Symmetry index เด็กเมื่อใช้ Sucrose ester เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ และใช้ Maltodextrin เป็นสารทดแทนไขมัน โดยส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่.....	55
ภาพที่ 4.5	การซ้อนกราฟของค่าปริมาตรเด็ก Volume index และ Symmetry index เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม ในการผลิตเด็กเนยแคลอรีต่ำ.....	56
ภาพที่ 4.6	โครงสร้างเนื้อเด็ก ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (500x).....	60
ภาพที่ ก.1	ภาพตัดขวางของเด็ก เมื่อค่า $r$ =รัศมี $h$ =ความสูงที่ขอบเด็ก $H$ =ความสูงที่จุดกึ่งกลางของเด็ก $B$ และ $D$ =ความสูงที่ระยะทางสองในห้าของระยะทางจาก จุดกึ่งกลางถึงขอบ.....	88
ภาพที่ ค.1	เครื่อง Digital Viscometer (Brookfield : Model DV-1+).....	95
ภาพที่ ค.2	เครื่อง Chroma Meter (Minolta : Model CR-300 Series).....	96