

### บทที่ 3

#### การทดลอง

#### วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการวิเคราะห์

##### 1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเค้กเนย

- แป้งสาลีใช้ทำเค้กตราพัดโบก มีองค์ประกอบคือ โปรตีน 8.0% ความชื้น 13.3% เถ้า 0.38% pH  $4.6 \pm 0.1$  ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน)
- ไข่ไก่สด ชื้อจากตลาดสามย่าน
- น้ำตาลทรายมิตรผล บริษัท มิตรผล จำกัด
- ผงฟู(Baking powder)สูตรดับเบิลแอนด์ตั้งตราเบสท์ฟู๊ดส์ บริษัทซีพีซี/อายุ(ประเทศไทย) จำกัด
- นมข้นคีนรูปไม่หวาน ตราคาร์เนชั่น บริษัท เนสท์เล่ (ประเทศไทย) จำกัด
- กลิ่นวานิลลาตรา Gold Badge บริษัท Keith Harries & CO.,LTD
- เนยชนิดเค็มตราออร์ดิต บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
- เนยขาวตราบัวขาว
- เกลือตราปรุngthิพย์ ความบริสุทธิ์ 99.9% บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด
- สารมอลโตเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด (corn starch maltodextrin) มีองค์ประกอบคือ ความชื้น 6% pH 4.0-5.0 มีค่า DE เท่ากับ10 ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัทเบอร์ลี ยูคเกอร์ จำกัด
- สารโพลีเด็กซ์โทรส (Polydextrose) มีองค์ประกอบคือ ความชื้น 4.0% เถ้า 0.3% pH 4.0-6.0 ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัทเบอร์ลี ยูคเกอร์ จำกัด
- สาร N-Lite B<sup>®</sup> ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัทเนชั่นแนลสตาร์ทแอนด์เคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด
- อิมัลซิฟายเออร์ในเค้ก ได้แก่ sucrose ester, monoglyceride, polysorbate 60 ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท แคลเทค จำกัด
- High Concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย มีองค์ประกอบต่อ 100 กรัม ดังนี้คือ ความชื้น 3.2% โปรตีน 0.8 กรัม เถ้า 0.2 กรัม ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัทหนูทริชั่น จำกัด

##### 2. อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตเค้กเนย

- เครื่องผสมไฟฟ้า (Kenwood Major Model KM 230)
- เตารอบไฟฟ้า
- พิมพ์เค้กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว
- เครื่องชั่งหยาบ (Sartorius : model 0554-38)
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง พิกัดชั่ง 3100 กรัม (Sartorius : model A200S)
- เทอร์โมมิเตอร์ 0 ถึง 100°C
- นาฬิกาจับเวลา (Henhart,W. Germany)

### 3. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ

- Standard potato amylose ( SIGMA )
- Plate count agar ( DIFCO LABORATORIES USA.)
- Potato dextrose agar (DIFCO LABORATORIES USA.)
- Garcial acetic acid (A.R.)
- Hydrochloric acid (A.R.)
- Petroleum ether (A.R.)
- Ethyl alcohol (commercial grade)

### 4. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ

- Moisture Analyzer (Sartorius : model MA30)
- เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (Multivac AG 506)
- ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Gerhardt Soxtherm Automatic, S166)
- เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Digital Viscometer : model DV-I+) ระบุแสดงในภาคผนวก ก.
- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter : model CR-300 series) ระบุแสดงในภาคผนวก ก.
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-TX2 )
- Scanning Electron Microscope (Model JEM-T20)
- Atomic Bomb Calorimeter (Model AC-350, Leco, USA.)
- ตู้ถ่ายเชื้อ (ISSCO, BVT-123)
- ตู้เลี้ยงเชื้อ ช่วงอุณหภูมิ 25-70°C (Mettler, B301)
- Autoclave (Tomy, ss-320)

### 5. วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ด้วย Moisture Analyzer
- วัดความถ่วงจำเพาะของ batter รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วัดความปริมาตรของเค้ก รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วัดความสูงของเค้ก รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วัด symmetry และ uniformity index ของเค้ก รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วัด volume index ของเค้ก รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วัดค่าความหนืดด้วย Digital Viscometer (Brookfield Digital Viscosity, DV-I+) ใช้ spindle number 7, speed 10 rpm โดยควบคุมอุณหภูมิของ batter ให้คงที่ที่  $71 \pm 1^{\circ}\text{F}$  ( $22.7 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ) (Kim และ Walker, 1982)
- วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma Meter โดยค่า L = ความสว่าง (Brightness) ค่า a = ความเป็นสีแดง (Redness) และค่า b = ความเป็นสีเหลือง (Yellowness)
- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก.

- วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 1995) โดยวิธี Soxhlet extraction method รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์หาค่าพลังงานโดยวิธี Combustion Bomb Calorimeter

#### 6. การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ในการประเมินผลด้านประสาทสัมผัสมีรายละเอียดดังนี้

- คัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบ กึ่งฝึกฝน (semi-trained) จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโท ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยฝึกให้รู้จักผลิตภัณฑ์ และกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้ตามแบบสอบถามในภาคผนวก ข.1 ใช้แบบสอบถามชนิด Triangle test โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนให้มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ และมีความรู้ความเข้าใจลักษณะที่ใช้ประเมินผลิตภัณฑ์
- ประเมินผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเด็กเนย ในด้าน สีเนื้อ สีเปลือก กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส เชล หรือ รู้อากาศ รสชาติ และการยอมรับรวม เด็กตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยการตัดแบ่งตามเส้นผ่านศูนย์กลาง ครั้งหนึ่งใช้เป็นตัวอย่างในการพิจารณาลักษณะต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่งใช้ทดสอบโดยหั่นสไลด์เป็นตัวอย่างขนาด  $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$  นิ้ว (Frye และ Setser, 1991) โดยใช้แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบ Scoring test (ภาคผนวก ข.3) ใช้ผู้ทดสอบชิม กึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน

#### 7. การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

- ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้ Standard Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- ตรวจสอบจำนวนยีสต์และราโดยใช้ Yeast and Mold Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก.
- Autoclave (Tomy, SS-320)
- Incubator 25-70°C (Memmert, B30)
- Micropipette ขนาด 40-200  $\mu\text{L}$ . และขนาด 1000  $\mu\text{L}$ .

#### 8. ภาชนะบรรจุเด็กเนย (บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด)

- ถุง Polypropylene ความหนา 0.02 mm

## ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 ศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ในเค้กเนย

ศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ 3 ชนิดคือ Sucrose ester, Monoglyceride และ Polysorbate 60 ในปริมาณ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแบ่ง ผลิตเค้กเนยโดยใช้สูตรต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดลองเบื้องต้น

#### ตารางที่ 3.1 สูตรมาตรฐานในการผลิตเค้กเนย

สูตรมาตรฐานในการผลิตเค้ก (ดัดแปลงจาก Samuel และ Matz, 1960)

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	เปอร์เซ็นต์ <sup>a</sup>	กรัม
แป้งสาลี	100	150
น้ำตาล	90	135
ไข่ไก่	65	100
นมข้นจืด	90	135
เนยเค็ม	30	45
เนยขาว	30	45
ผงฟู	3	4.5
กลิ่นวนิลา	1	1.5
เกลือ	1	1.5

a เทียบน้ำหนักแบ่ง

#### วิธีการผลิตเค้กเนย (Creaming method)

- ตั้งอุณหภูมิเตาอบที่ 180°C
- ร่อนแป้งเค้กและผงฟูให้เข้ากัน พักไว้
- ตีเนยเค็มและเนยขาว และน้ำตาลครึ่งหนึ่ง ด้วยความเร็วปานกลาง 5 นาที หยุดปาดอ่าง เติมเกลือและน้ำตาลที่เหลือลงไป ตีจนกระทั่งน้ำตาลละลายหมด
- ใส่ไข่ทีละฟอง ตีให้เข้ากัน ด้วยความเร็วต่ำ ประมาณ 5 นาที
- เติมกลิ่นวนิลาลงในนมข้นจืด
- ค่อย ๆ ใส่แป้งสลับกับนมจืด ผสมด้วยความเร็วต่ำ เริ่มต้นด้วยแป้ง สลับกับนมข้นจืด จบลงด้วยแป้ง ประมาณ 2 นาที
- เท batter 450 กรัม ที่รองกระดาษไข่ไว้แล้ว
- อบที่อุณหภูมิ 180°C เวลา 25 นาที
- ปล่อยให้เค้กให้เย็น 15 นาที จากนั้นคว่ำพิมพ์บนตระแกรง ทิ้งให้เย็น 1 ชั่วโมง เพื่อประเมินผลต่อไป

3.1.1 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ Sucrose ester เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์  
ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐาน โดยแปรปริมาณ Sucrose ester เป็น 3 ระดับ คือ 1,2,3%  
โดยน้ำหนักแป้ง

#### ประเมินผลการทดลอง

1. ความถ่วงจำเพาะของ batter โดย Gravimetrically Method (Kim และ Walker, 1992)
2. ความหนืดของ batter โดยใช้ Brookfield Digital Viscosity (Kim และ Walker, 1982)
3. ปริมาตรเค้ก และ ปริมาตรจำเพาะ (Rapeseed Displacement, Lee และคณะ, 1982)
4. เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเค้ก (Baker, Davis, และ Gordon, 1990)
5. Standing Height โดยใช้ Vernier Caliper วัดที่จุดกึ่งกลางของเค้ก (Pong และคณะ, 1991)
6. Symmetry (Contour) Index ของเค้กโดยใช้ AACC Template Method (AACC, 1983)
7. Uniformity Index ของเค้ก โดยใช้ AACC Template Method (AACC, 1983) · ๓
8. Volume Index ของเค้ก (Bath และคณะ, 1992)
9. การยอมรับด้านประสาทสัมผัสของเค้ก โดยใช้แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบ Scoring test (ภาคผนวก ข.3)

#### วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ข้อ 1-8 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 4 ซ้ำ ยกเว้นข้อ 9  
วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้  
โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 7.5 เปรียบเทียบค่า  
เฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1957) ที่ระดับ  $\alpha$  0.05

เลือกเค้กเนยเพียง 1 ตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลองข้อ 3.2 โดยพิจารณาจาก 1.คะแนนรวมของการ  
ยอมรับทางประสาทสัมผัสซึ่งจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า คะแนนการยอมรับรวมควรมีคะแนนมากกว่า 50  
คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เพราะผู้ทดสอบยังยอมรับ สำหรับในการทดลองเมื่อมีการแปรปริมาณ  
สารต่าง ๆ ในเค้กเนยสูตรมาตรฐานจะทำให้มีคะแนนการยอมรับรวมลดลงและหากมีคะแนนการยอมรับรวม  
ต่ำกว่า 50คะแนน หมายถึง ผู้ทดสอบจะไม่ยอมรับ 2. ปริมาตรเค้ก โดยเลือกเค้กที่มีปริมาตรมากเมื่อ  
เทียบกับสูตรควบคุม 3. Symmetry index เลือกเค้กที่มีค่า Symmetry index ที่มีค่าเป็นบวก ซึ่งหมายถึง  
เค้กมียอดที่จุดกึ่งกลางและหน้าเค้กไม่ยุบ

#### 3.1.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ Monoglyceride เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์

ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐาน โดยแปรปริมาณสาร Monoglyceride เป็น 3 ระดับคือ 1, 2, 3%  
โดยน้ำหนักแป้ง

ประเมินคุณภาพของเค้กเนยเพื่อเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการ  
ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1

### 3.1.3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ Polysorbate 60 เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์

ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐาน โดยแปรปริมาณสาร Polysorbate 60 เป็น 3 ระดับคือ 1, 2, 3% โดยน้ำหนักแป้ง

ประเมินคุณภาพของเค้กเนยเพื่อเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1

### 3.2 ศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนย

ผลิตเค้กเนยที่สรุปได้จากข้อ 3.1.1 3.1.2 และ 3.1.3 เลือกสารอิมัลซิฟายเออร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ ในการทดลองข้อ 3.5

ประเมินคุณภาพของเค้กเนยวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1

### 3.3 ศึกษาสารทดแทนไขมันในเค้กเนย

ผลิตเค้กเนยโดยใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ 3 ชนิดคือ Pstydextrose, Maltodextrin, และ N-Lite B<sup>®</sup> ในระดับการแทนที่ไขมันในสูตร 5 ระดับ ดังนี้คือ 20, 40, 60, 80, 100% โดยน้ำหนักไขมัน

#### 3.3.1 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย Polydextrose ในปริมาณที่เหมาะสม

ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐาน โดยแปรปริมาณ Polydextrose เป็น 5 ระดับ ดังนี้คือ 20, 40, 60, 80, 100% โดยน้ำหนักไขมัน

#### ประเมินผลการทดลอง

1. ความถ่วงจำเพาะของ batter โดย Gravimetrically Method (Kim และ Walker, 1992)
2. วัดความหนืดของ batter ด้วย Brookfield Digital Viscosity (Kim และ Walker, 1982)
3. ปริมาตรเค้ก ปริมาตรจำเพาะ (Rapeseed Displacement, Lee และคณะ, 1982)
4. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเค้ก (Baker, Davis, และ Gordon, 1990)
5. Standing Height ของเค้ก โดยใช้ Vernier Caliper วัดที่จุดกึ่งกลางของเค้ก (Pong และคณะ, 1991)
6. Symmetry (Contour) Index ของเค้กโดยใช้ AACC Template Method (AACC, 1983)
7. Uniformity Index ของเค้ก โดยใช้ AACC Template Method (AACC, 1983)
8. Volume Index ของเค้ก (Bath และคณะ, 1992)
9. วัดสีเปลือกและเนื้อเค้ก ค่า (L, b) ใช้เครื่อง Minolta Chroma Meter, CR-300 Series (Lee และคณะ, 1991)
10. ลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กโดยวัดค่า Hardness โดยใช้ Texture analyser รุ่น TA.XT2
11. การยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้ก โดยใช้แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบ Scoring test (ภาคผนวก ข.3)

### วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ข้อ 1-10 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ ยกเว้นข้อ 11 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1957) ที่ระดับ  $\alpha$  0.05

เลือกเค้กเนยเพียง 1 ตัวอย่าง ที่มีระดับการแทนที่ไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันได้มากที่สุด โดยพิจารณาคะแนนการยอมรับรวมของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ร่วมกับ ปริมาตร และ Symmetry index

#### 3.3.2 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย Maltodextrin

ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐานโดยแปรปริมาณสารทดแทนไขมัน Maltodextrin เป็น 5 ระดับดังนี้คือ 20, 40, 60, 80, 100% โดยน้ำหนักไขมัน

ประเมินคุณภาพของเค้กเนย วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

#### 3.3.3 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย N-lite B<sup>®</sup>

ผลิตเค้กเนยตามสูตรมาตรฐานโดยแปรระดับการแทนที่ไขมัน ด้วย N-lite B<sup>®</sup> เป็น 5 ระดับดังนี้คือ 20, 40, 60, 80, 100% โดยน้ำหนักไขมัน

ประเมินคุณภาพของเค้กเนย วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

### 3.4 ศึกษาสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ

ผลิตเค้กเนยที่สรุปได้จากข้อ 3.3.1, 3.3.2 และ 3.3.3 เพื่อเลือกสารทดแทนไขมันเพียงตัวอย่างเดียว เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ประเมินคุณภาพของเค้กเนย วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

### 3.5 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ

จากการทดลองในข้อ 3.2 จะเลือกสารอิมัลซิฟายเออร์ที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยได้ และในการทดลองข้อ 3.4 จะเลือกสารทดแทนไขมันในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำได้ จากนั้นจะใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ

### วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

โดยใช้ Central Composite Design จำนวน 13 การทดลอง (ตารางที่ 3.2) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPHICS Version 5.0

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรและช่วงของตัวแปรที่ศึกษาในขั้นตอนการผลิตเค้กเนย

การทดลองที่	รหัสตัวแปร		ค่าตัวแปรในการทดลอง	
	X	Y	Sucrose ester (%โดยน้ำหนักแป้ง)	Maltodextrin (%โดยน้ำหนักไขมัน)
1	-1	-1	0.5	45.86
2	-1	1	0.5	70
3	1	-1	1.5	50
4	1	1	1.5	70
5	-1.414	0	0.293	60
6	1.414	0	1.707	60
7	0	-1.414	1	45.86
8	0	1.414	1	74.14
9	0	0	1	60
10	0	0	1	60
11	0	0	1	60
12	0	0	1	60
13	0	0	1	60

สภาวะในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำทั้งหมด ประกอบด้วย 13 การทดลอง นำผลิตภัณฑ์แต่ละสภาวะการผลิตมาวิเคราะห์ผลการตอบสนอง (response) ที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรที่เลือกศึกษาดังนี้

1. ปริมาตรเค้ก
2. Symmetry (Contour) Index
3. Uniformity (Contour) Index
4. ประเมินผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเค้กเนย

นำค่าตอบสนองที่ได้มาสร้างความสัมพันธ์กับตัวแปรในสภาวะการผลิตที่เลือกศึกษา วิเคราะห์ผลการทดลองโดย Multiple Regression Analysis สร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมการพหุนามเมื่อยกกำลังสอง ซึ่งแสดงดังนี้

$$Y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i X_i + \sum_{i=1}^k B_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{i'=i+1}^k B_{ii'} X_i X_{i'}$$

เมื่อ X = ปริมาณสาร Sucrose ester (%โดยน้ำหนักแป้ง)

Y = ปริมาณสาร Maltodextrin (%โดยน้ำหนักไขมัน)

$B_1, \dots, B_n$  = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน

Z = ค่าตอบสนองที่ได้จากการทดลอง



จากสมการที่ได้นำมาสร้างกราฟที่เรียกว่า contour plots โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPHICS Version 5.0 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรของสภาวะการผลิตที่เลือกศึกษากับผลตอบสนอง เพื่อใช้ในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ (Mason และคณะ, 1989)

### 3.6 ศึกษา High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นในเค้กเนยแคลอรีต่ำ

ผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำที่ได้จากการทดลองข้อ 3.5

แปรปริมาณสาร High concentrate เป็น 3 ระดับคือ 0.25, 0.375, 0.50% โดยน้ำหนักสูตรทั้งหมด (total batch weight)

#### ประเมินผลการทดลอง

ประเมินลักษณะเค้กเนยแคลอรีต่ำด้านกลิ่น โดยใช้แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบเชิงพรรณนา ซึ่งกำหนดคะแนนไว้ (ภาคผนวก ข.4)

#### วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1957) ที่ระดับ  $\alpha=0.05$

### 3.7 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเค้กเนยสูตรควบคุมและเค้กเนยแคลอรีต่ำ

ผลิตเค้กเนยโดยใช้สูตรมาตรฐานเป็นสูตรควบคุมและผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำที่ได้จากการทดลองข้อ 3.6 เป็นเค้กเนยสูตรลดไขมัน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเค้กเนยสูตรควบคุม และเค้กเนยแคลอรีต่ำ

#### ประเมินผลการทดลอง

1. ความชื้น (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
2. โปรตีน (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
3. ไขมัน (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
4. คาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
5. เส้นใย (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
6. เถ้า (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
7. วิเคราะห์ค่าพลังงาน โดยใช้ Automatic Bomb Calorimeter วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ
8. ตรวจสอบโครงสร้างเนื้อเค้กโดยใช้ Scanning Electron Microscope Model JEM-T20

### 3.8 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กเนยแคลอรีต่ำในระหว่างการเก็บ

บรรจุเค้กเนยแคลอรีต่ำในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene มีน้ำหนักถุงละ 100 กรัม ปิดผนึกถุงบรรจุด้วยเครื่องปิดผนึก เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-28°C) และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างทุก 1 วัน

#### ประเมินผลการทดลอง

1. ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC, 1990
2. ลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กวัดค่า Hardness โดยใช้ Texture analyser รุ่น TA.XT2
3. หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยใช้ Total Plate Count
4. หาจำนวนยีสต์และรา

#### วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ข้อ 1-4 วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด  $2 \times 7$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดลอง 2 ซ้ำ (Cochran และ Cox, 1957)