

## การใช้โอควาเซียทดแทนไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย Partial Utilization of Equacia as Fat Replacer in Butter Cake

จิรนาถ บุญคง<sup>1</sup>และนนทิภา ราชชมภู

Jiranart Boonkong<sup>1</sup> and Nonthipha Ratchompoo

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้สารทดแทนไขมัน (Equacia) บางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย โดยทดลองแปรระดับ Equacia ที่ร้อยละ 0-3 (กรัมสารทดแทนไขมันต่อกรัมเนยและมาร์การีน) ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่าเค้กเนยมีค่าปริมาตรจำเพาะ ค่าการคืบตัวลดลง ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ปริมาณ Equacia มากขึ้น สำหรับคุณสมบัติด้านสี พบว่า ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้น แต่มีค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ลดลง ตามปริมาณ Equacia ที่มากขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสและความชอบโดยรวม พบว่าเค้กเนยที่มีการใช้สารทดแทนไขมันบางส่วนด้วย Equacia ที่ระดับร้อยละ 1.5 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าเค้กเนยที่ทดแทนไขมันบางส่วนด้วยสาร Equacia ที่ระดับร้อยละ 1.5 มีปริมาณโปรตีน เส้นใยอาหาร และเถ้าใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน ในขณะที่ปริมาณไขมันและค่าพลังงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**คำสำคัญ :** สารทดแทนไขมัน เค้กเนย โอควาเซีย

### ABSTRACT

This research was studied on partially use of fat replacer (Equacia) in butter cake. Equacia was varied at 0-3 percent (gram of fat replacer per gram of butter and margarine). The physical results showed the specific volume and springiness decreased as the concentration of Equacia increased, while the hardness increased. The  $L^*$  values was increased while the  $a^*$  and  $b^*$  value were decreased by increasing the amount of Equacia. The sensory attributes in term of appearance color texture odor taste and all acceptability were evaluated. The results showed that the butter cake which partially replaced with Equacia at 1.5 percent had the highest acceptability. The chemical results demonstrated that protein, fiber and ash content of standard and partially replace with Equacia formula were comparable. In contrast, the fat content and energy of the treated sample were significantly lower than the standard.

**Keyword :** fat replacer, butter cake

## บทนำ

ปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคอ้วน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหารที่มีปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้บริโภคในปัจจุบันมีคุณภาพชีวิตที่ดีและลดความเสี่ยงต่อปัญหาดังกล่าว จึงมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำ โดยมีรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเป็นอีกทางเลือกให้ผู้ที่มีความสนใจต่อสุขภาพ

เด็กก็เป็นอีกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นมอบที่ผลิตจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่خبอบที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งออกเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมันและผงฟู ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพที่ได้คือ กรรมวิธีการตีผสมส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน ด้วยกำลัง จังหวะ และระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เค้กที่มีคุณลักษณะทางด้านต่างๆ เช่น เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรสที่ดีหลังอบ [1]

สารทดแทนไขมันที่ใช้แทนที่ไขมันบางส่วนหรือทั้งหมดในอาหารโดยทำหน้าที่แทนไขมันในอาหารโดยทั่วไปมักแบ่งสารทดแทนไขมันตามแหล่งที่มาคือคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ปัจจุบันได้มีการพยายามนำสารทดแทนไขมันจากกลุ่มต่างๆมาใช้กันหลากหลายชนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดแทนไขมันในอาหารและยังคงคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการใช้ไขมันเนย มาการีน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้พลังงานสูงรวมทั้งมีปริมาณ

คอเลสเตอรอลสูงด้วย ดังนั้นถ้าผู้บริโภครับประทานในปริมาณมากจะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในหัวใจอุดตัน และโรคอ้วน มีรายงานวิจัยที่มีการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เค้ก อาทิเช่น การศึกษานำสารละลายผงบุกมาใช้ลดไขมันในเค้กได้ร้อยละ 60 และการปรับปรุงคุณภาพของเด็กให้ดีขึ้นโดยใช้แทนแทนกัมและเส้นใยจากแกนสับปะรด [2] นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยมีการใช้สารทดแทนไขมันร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์ชนิดต่างๆในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ [3]

อีควาเซีย (Equacia™) เป็นสารทดแทนไขมันในกลุ่ม carbohydrate-based fat replacer เป็นสารปรับเนื้อสัมผัสและมีประสิทธิภาพเป็นสารทดแทนไขมัน เป็นสารผสมระหว่างอะคาเซียกัมที่ละลายน้ำได้กับเส้นใยข้าวสาลีที่ปราศจากกลูเตนและไม่ละลายน้ำ มีรายงานการใช้อีควาเซียในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ อาทิ เช่น ไอศกรีม นมอบ ซึ่งผลการใช้อีควาเซียในไอศกรีมพบว่าสามารถลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ยังคงรักษาความเป็นครีมและลดอัตราการละลายอีกด้วย [4]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะนำสารทดแทนไขมันชนิด Equacia มาทดแทนไขมันจากเนยสดและมาการีนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย โดยแปรระดับ Equacia และศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. การผลิตเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการแปรระดับสารทดแทนไขมัน

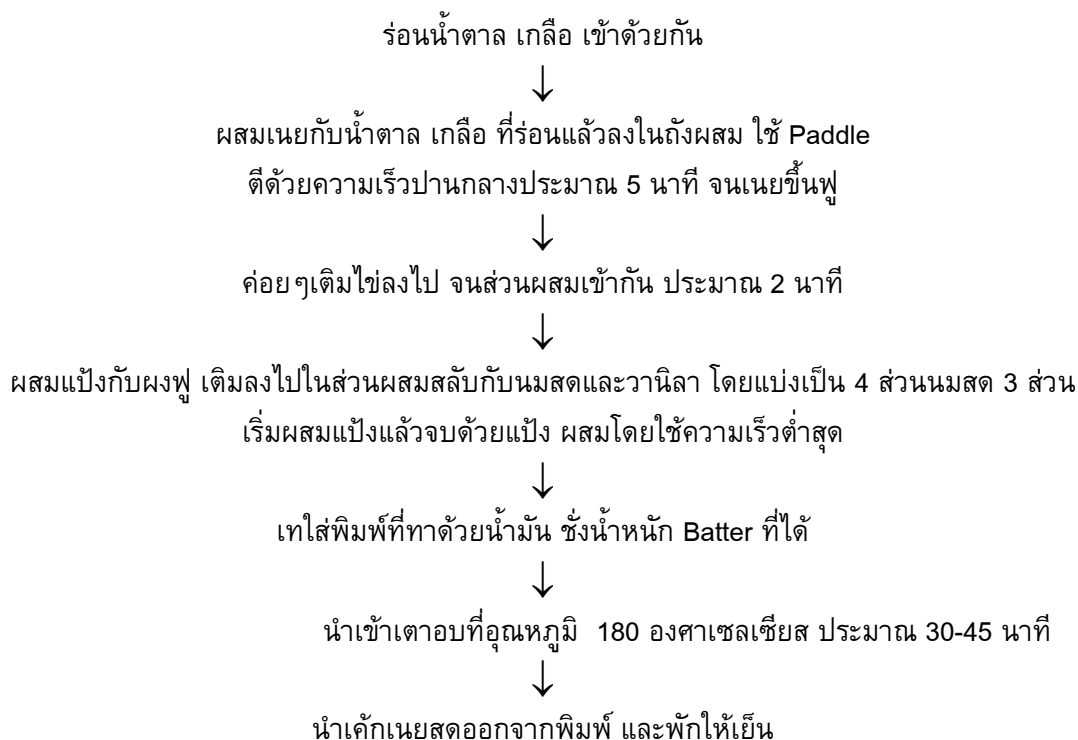
ทำการผลิตเค้กเนยสูตรมาตรฐาน และสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน Equacia (แทนเนยสดและมาการีน) ที่ระดับร้อยละ 0-3 ตามส่วนผสมในตารางที่ 1 และกระบวนการผลิตในแผนภาพที่ 1

**ตารางที่ 1** ปริมาณส่วนผสมในการใช้ Equacia (ทดแทนมาการ์รินและเนยสด) ในการผลิตเค้กเนยในระดับร้อยละ 0-3

ส่วนผสม	โดยน้ำหนัก (ร้อยละ)						
	สูตรที่ 1 (0)	สูตรที่ 2 (0.5)	สูตรที่ 3 (1)	สูตรที่ 4 (1.5)	สูตรที่ 5 (2.0)	สูตรที่ 6 (2.5)	สูตรที่ 7 (3.0)
มาการ์ริน	7.37	7.12	6.87	6.62	6.37	6.12	5.87
เนยสด	7.37	7.12	6.87	6.62	6.37	6.12	5.87
น้ำตาล	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60
นมสด	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55
ไข่ไก่	14.65	14.65	14.65	14.65	14.65	14.65	14.65
แป้งเค้ก	24.46	24.46	24.46	24.46	24.46	24.46	24.46
ผงฟู	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
เกลือ	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
วานิลลา	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Equacia	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3

หมายเหตุ \*\*การวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ

Equacia™ : โดยบริษัทรามาโปรดักชั่น จำกัด (นำเข้าจาก Colloides Naturels International (CNI) ประเทศฝรั่งเศส

**แผนภาพที่ 1** ขั้นตอนการผลิตเค้กเนยสดสูตรมาตรฐาน

ที่มา: (ดัดแปลงจาก ศรีสมร, 2533 [5])

## 2. การวิเคราะห์คุณภาพของเค้กเนยสดสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

### 2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี (Colorimeter) Hunter lab รุ่น Color Flex 4510 วิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture Analyzers model TA.XT2 ค่าปริมาตรจำเพาะ (ตามวิธีของ Park, 1976 [6]) และคำนวณค่าพลังงานจากแฟกเตอร์ (caloric factor) ดังนี้ ไขมัน (9 กิโลแคลอรีต่อกรัม) โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (4 กิโลแคลอรีต่อกรัม)

### 2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่มีการใช้สารทดแทนไขมันบางส่วนสูตรต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 30 คน โดยวิธี 9 - point hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete

Block Design) หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน โดยวิธี one-way analysis of variance และตรวจสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วย DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

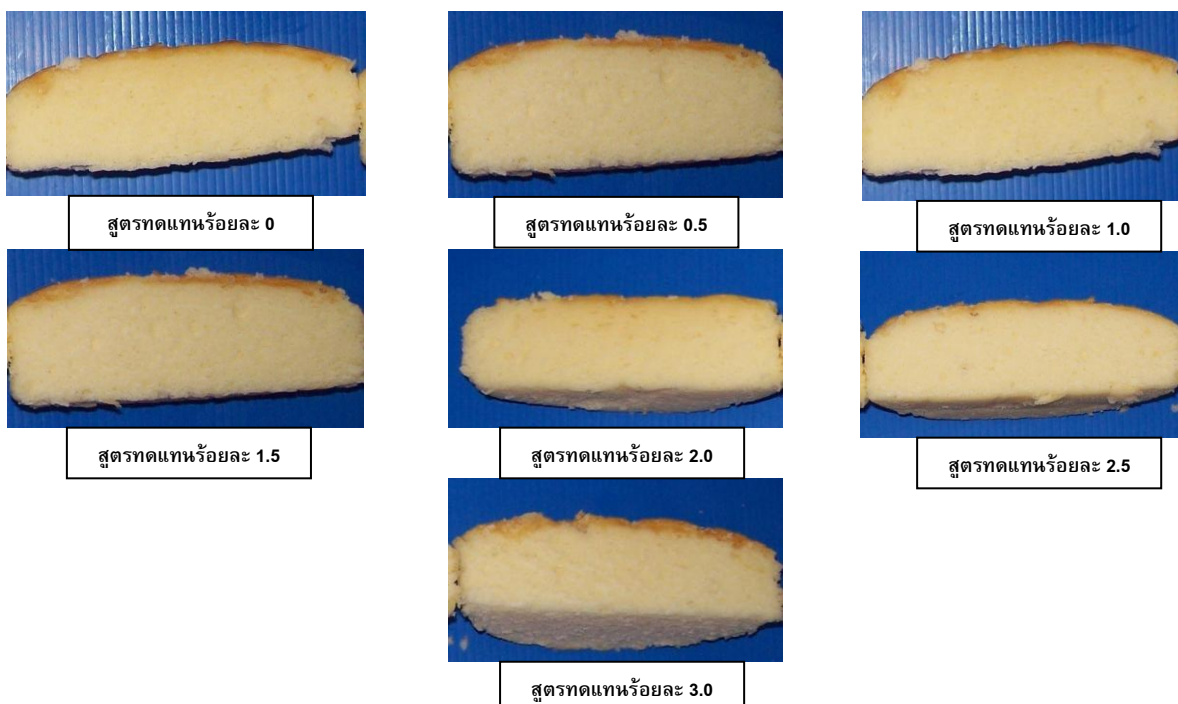
วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น ไขมัน เกล็ด เกล็ดไขมัน และโปรตีน ตามวิธี AOAC, 1990) [7] และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต จากสมการที่ 1

$$\text{สมการที่ 1 คาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - (\% \text{ ความชื้น} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เกล็ด} + \% \text{ เกล็ดไขมัน})$$

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### 1. การผลิตเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

เค้กเนยที่มีการใช้สารทดแทนไขมันบางส่วนด้วย Equacia ทดแทนเนยและมาการีนที่ระดับร้อยละ 0-3 (โดยน้ำหนัก) พบว่าเมื่อมีการใช้สารทดแทนไขมันมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อนลงทั้งสีเปลือกและสีเนื้อ ลักษณะโพรงอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น กลิ่นเนย ความนุ่ม และการขึ้นฟูลดลง



รูปที่ 1 ลักษณะสีเนื้อและลักษณะเซลล์ของเค้กเนยที่มีการแปรระดับสารทดแทนไขมันที่ระดับ 0-3%

## 2. การทดสอบสมบัติทางกายภาพของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

### 2.1 ค่าสี

จากการศึกษาค่าสีเนื้อด้วยค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสีแดง ( $a^*$ ) ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) พบว่าเมื่อใช้ Equacia ในปริมาณมากขึ้น ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้น และค่าสีแดง ( $a^*$ ) และ ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ลดลง (ตารางที่ 2) การ

ลดปริมาณเนยสด มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะเค้ก ผลิตภัณฑ์เค้กที่ดีควรมีสีเหลืองทองอันเป็นผลมาจากการใช้เนยสด [1] นอกจากนี้ Equacia ที่ใช้ทดแทนเนยสดและมากارينมีลักษณะเป็นผงสีขาว เมื่อใช้ทดแทนมากขึ้น จะส่งผลให้เค้กทุกสูตรมีแนวโน้มของค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ค่าสีของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

ร้อยละการทดแทน Equacia	ค่าสี		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0.0	82.60±0.18 <sup>d</sup>	8.30±0.11 <sup>a</sup>	40.71±0.43 <sup>a</sup>
0.5	83.25±0.09 <sup>c</sup>	7.86±0.09 <sup>b</sup>	40.30±0.39 <sup>ab</sup>
1.0	83.32±0.06 <sup>c</sup>	7.66±0.13 <sup>bc</sup>	40.01±0.46 <sup>b</sup>
1.5	83.39±0.14 <sup>c</sup>	7.52±0.10 <sup>cd</sup>	39.22±0.36 <sup>c</sup>
2.0	83.43±0.13 <sup>ab</sup>	7.38±0.03 <sup>d</sup>	38.57±0.16 <sup>d</sup>
2.5	83.67±0.22 <sup>ab</sup>	7.08±0.16 <sup>e</sup>	37.52±0.22 <sup>e</sup>
3.0	83.75±0.44 <sup>a</sup>	6.83±0.28 <sup>f</sup>	35.67±0.18 <sup>f</sup>

หมายเหตุ ค่า  $L^*$  คือ ค่าความสว่าง ค่า  $a^*$  คือค่าความเป็นสีแดง และค่า  $b^*$  ค่าความเป็นสีเหลือง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### 2.2 ปริมาตรจำเพาะ

นำเค้กเนยสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมันที่ระดับร้อยละ 0-3 (โดยน้ำหนัก) มาวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะ ผลแสดงในตารางที่ 3

จากการศึกษาปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยพบว่าเมื่อไขมันถูกแทนที่ด้วย Equacia ในปริมาณมากขึ้นทำให้ปริมาตรจำเพาะลดลง เนื่องจากลักษณะการขึ้นฟูของเค้กส่วนใหญ่มาจากฟองอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงการตีไขมันกับน้ำตาล เมื่อไขมันในสูตรลดลง ปริมาณ

ฟองอากาศใน batter จึงลดลง [1] นอกจากนี้การลดไขมันลงส่งผลให้เกิดความต่อเนื่องของกลูเตน ส่งผลต่อการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ [8] ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการศึกษานำสารละลายผงบุกมาใช้ลดไขมันในเค้กได้ร้อยละ 60 และการปรับปรุงคุณภาพของเค้กให้ดีขึ้นโดยใช้แทนแทนกัมและเส้นใยจากแกนสับปะรด ผลการวิจัยพบว่าการใช้ผงบุกร่วมกับแทนกัมทำให้เกิดเป็นเจลอย่างอ่อนๆได้ แต่มีผลให้ปริมาตรจำเพาะลดลง [2]

ตารางที่ 3 ปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

ร้อยละการทดแทน Equacia	ปริมาตรจำเพาะ*
0.0	2.58 ± 0.16 <sup>a</sup>
0.5	2.13 ± 0.02 <sup>b</sup>
1.0	2.11 ± 0.05 <sup>b</sup>
1.5	2.04 ± 0.05 <sup>c</sup>
2.0	1.98 ± 0.05 <sup>c</sup>
2.5	1.95 ± 0.05 <sup>c</sup>
3.0	1.96 ± 0.01 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### 2.3 ความสามารถในการคืนตัวและความแข็ง

นำเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการแปรระดับสารทดแทนไขมันมาวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยพิจารณาความสามารถในการคืนตัว (springiness) และค่าความแข็ง (hardness) แสดงในตารางที่ 4

จากการวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4 พบว่า เค้กเนยมีความสามารถในการคืนตัว ลดลงและค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อไขมันในสูตรลดลงและถูกแทนที่ด้วย Equacia ในปริมาณมากขึ้นซึ่งไขมันเป็นส่วนประกอบที่ทำให้ความอ่อนนุ่มกับเนื้อเค้ก [1] เมื่อลดไขมันลงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นแข็ง และหยาบขึ้น

ตารางที่ 4 ค่าความสามารถในการคืนตัวและความแข็งของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมัน

ร้อยละการทดแทน Equacia	ความสามารถในการคืนตัว* (นิวตัน/กรัม)	ความแข็ง* (นิวตัน/กรัม)
0.0	0.80 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.15 <sup>e</sup>
0.5	0.73 ± 0.05 <sup>a</sup>	5.96 ± 0.32 <sup>d</sup>
1.0	0.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	6.32 ± 0.60 <sup>d</sup>
1.5	0.60 ± 0.03 <sup>b</sup>	8.90 ± 0.50 <sup>c</sup>
2.0	0.57 ± 0.06 <sup>bc</sup>	9.06 ± 0.60 <sup>c</sup>
2.5	0.52 ± 0.03 <sup>c</sup>	11.13 ± 0.65 <sup>b</sup>
3.0	0.38 ± 0.02 <sup>d</sup>	12.96 ± 0.51 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

## 2.4 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9- point hedonic scale ผลการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 - point hedonic scale

ร้อยละการทดแทน Equacia	ระดับคะแนน				
	สี	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
0.5	6.51±0.74 <sup>c</sup>	6.48±0.98 <sup>b</sup>	6.54±0.95 <sup>c</sup>	6.42±0.85 <sup>c</sup>	6.34±0.80 <sup>c</sup>
1.0	7.17±0.45 <sup>b</sup>	6.80±1.03 <sup>b</sup>	7.05±0.93 <sup>b</sup>	7.02±0.89 <sup>b</sup>	7.02±0.45 <sup>b</sup>
1.5	8.22±0.49 <sup>a</sup>	8.37±0.59 <sup>a</sup>	7.85±0.97 <sup>a</sup>	7.88±0.76 <sup>a</sup>	8.34±0.59 <sup>a</sup>
2.0	5.14±0.84 <sup>d</sup>	4.71±0.89 <sup>d</sup>	4.28±1.06 <sup>d</sup>	4.34±1.18 <sup>d</sup>	4.51±0.78 <sup>d</sup>
2.5	4.31±0.90 <sup>e</sup>	3.97±1.01 <sup>e</sup>	3.77±0.97 <sup>e</sup>	3.51±1.14 <sup>e</sup>	3.71±0.89 <sup>e</sup>
3.0	3.17±1.15 <sup>f</sup>	2.94±1.28 <sup>f</sup>	2.65±1.37 <sup>f</sup>	2.57±1.33 <sup>f</sup>	2.77±0.97 <sup>f</sup>

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พบว่า พบว่าเมื่อใช้ Equacia ในปริมาณมากขึ้น จะทำให้คะแนนด้านสีลดลง อธิบายได้ว่าเค้กเนยที่ลดไขมันจะทำให้ใช้เวลาในการอบลดลง การเกิดปฏิกิริยาคาเมลไรเซชันและการเกิดปฏิกิริยาคาเมลลาร์ดยังไม่เกิดเต็มที่ [9] อีกทั้งถูกแทนที่ด้วยสารทดแทนไขมันซึ่งเป็นผงสีขาวส่งผลให้สีผลิตภัณฑ์ซีดจางลง และอาจเนื่องจากรังควัตถุจำพวกแคโรทีนอยด์ในแป้งสาลี [10] ถูกเจือจางด้วยสารทดแทนไขมันจึงทำให้สีเนื้อเค้กเนยมีสีเหลืองอ่อนลง

สำหรับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ จะพิจารณาจากคะแนนความสม่ำเสมอและขนาดเซลล์ เค้กเนยที่มีการใช้ Equacia ร้อยละ 1.5 มีคะแนนการยอมรับสูงสุดและความแตกต่างจากสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อไขมันถูกแทนที่ด้วย Equacia ในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้คะแนนความสม่ำเสมอขนาดของเซลล์และคะแนนเซลล์อากาศในเนื้อเค้กเนยลดลง เนื่องจากการที่

ความหนืดของ batter ลดลงเมื่อไขมันถูกแทนที่ด้วย Equacia จึงทำให้ฟองอากาศขนาดเล็กซึ่งอยู่ใน batter เข้ามารวมตัวกันได้ง่ายทำให้เกิดฟองอากาศขนาดใหญ่ เค้กเนยที่ได้จึงมีเซลล์อากาศขนาดใหญ่แทรกอยู่ในเนื้อเค้ก เนื้อเค้กจึงมีเซลล์อากาศไม่สม่ำเสมอ [11]

คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัสจะพิจารณาความนุ่มของเค้ก พบว่าเค้กเนยที่มีการใช้ Equacia ร้อยละ 1.5 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด และความแตกต่างจากสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อไขมันในสูตรลดลงและถูกแทนที่ด้วย Equacia ในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้เค้กเนยมีความนุ่มลดลง เนื่องจากไขมันเป็นส่วนประกอบที่ให้ความอ่อนนุ่มกับเนื้อเค้ก [1]

คะแนนกลิ่นรส จะประกอบด้วยคะแนนกลิ่นและรสชาติ พบว่าคะแนนด้านกลิ่นรสลดลงเมื่อใช้ Equacia มากกว่าร้อยละ 1.5 เนื่องจากไขมันเนยลดลง ส่งผลให้กลิ่นเนยลดลงด้วย เนื่องจากไขมันทำหน้าที่เป็นตัวนำ (carrier) กลิ่นรสให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้งหมดพบว่าเด็กเนยที่มีการใช้ Equacia ทดแทนไขมัน ที่ระดับร้อยละ 1.5 มีคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุก ๆ ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ Equacia ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยปริมาณที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 1-2 [4] จึงนำผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคำนวณค่าพลังงานเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมันร้อยละ 1.5

ร้อยละการ ทดแทน Equacia	องค์ประกอบทางเคมี (%)					
	โปรตีน <sup>ns</sup>	ไขมัน	เส้นใย <sup>ns</sup>	ความชื้น	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
0.0	4.78±0.04	23.12±0.11 <sup>a</sup>	1.51±0.01	20.43±0.37 <sup>b</sup>	0.91±0.05 <sup>a</sup>	49.23±0.45 <sup>b</sup>
1.5	4.77±0.15	16.30±0.07 <sup>b</sup>	1.55±0.03	23.30±0.25 <sup>a</sup>	0.83±0.07 <sup>b</sup>	53.26±0.45 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ns ในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

การใช้ Equacia ทดแทนไขมันจะส่งผลให้ปริมาณความชื้นในเค้ก เนื่องจาก Equacia มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (hydroscopic) ส่งผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น จึงทำให้เค้กเนยที่ลดไขมันจึงมีความแฉะและมีความชุ่ม [12] จากตารางยังพบว่าการใช้ Equacia ยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก Equacia เป็นสารทดแทนไขมันที่จัดอยู่ในกลุ่ม carbohydrate-based fat replacer ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น และพบว่าปริมาณเถ้าลดลงเนื่องจากไขมันเนยที่ผลิตมาจากนมวัวซึ่งมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง [13] ถูกลดปริมาณลงและไขมันลดลงเนื่องจากไขมันเนยถูกแทนที่ด้วย Equacia ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ Equacia ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยปริมาณที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 1-2 พบว่าสามารถลดปริมาณไขมันได้ถึงร้อยละ 50 นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อีกด้วย [4] ส่วนปริมาณโปรตีนและเส้นใยไม่เปลี่ยนแปลง

## 2.5 องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเค้กสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมันที่ระดับร้อยละ 1.5 เทียบกับสูตรมาตรฐาน ดังตารางที่ 6

และจากผลการศึกษาปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โดยเทียบต่อน้ำหนัก 100 กรัม และต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคซึ่งอ้างอิงน้ำหนักจากการจัดทำฉลากโภชนาการตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันคือฉลากโภชนาการระบุปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันของเค้กเนยเท่ากับร้อยละ 7.2, 43.1, 19.8 ตามลำดับ

## 2.6 ค่าพลังงาน

จากการคำนวณค่าพลังงานพบว่า เมื่อไขมันในสูตรลดลงและถูกแทนที่ด้วย Equacia ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้เค้กเนยมีค่าพลังงานลดลงเนื่องจากไขมันในสูตรลดลง เนื่องจากไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงถึง 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม [13] ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 7



**ตารางที่ 7** ค่าพลังงานของเค้กเนยสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมันร้อยละ 1.5

ร้อยละการทดแทน Equacia	ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรี/กรัม)	ร้อยละค่าพลังงานที่ลดลง
0.0	4.28±0.05 <sup>a</sup>	-
1.5	3.78±0.01 <sup>b</sup>	11.68

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**สรุป**

การทดแทน Equacia ในเค้กมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสของเค้กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบว่าเมื่อใช้ Equacia มากขึ้น ค่าปริมาตรจำเพาะ ค่าการคั้นตัวลดลง ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ลดลง เค้กเนยที่มีการใช้สารทดแทนไขมันบางส่วนด้วย Equacia ที่ระดับร้อยละ 1.5 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดและเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กเนยที่ใช้ Equacia ที่ระดับร้อยละ 1.5 กับสูตรมาตรฐานพบว่าปริมาณโปรตีน เส้นใยอาหาร และเถ้าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ปริมาณไขมันและค่าพลังงานน้อยกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

**เอกสารอ้างอิง**

- [1] จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัท เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [2] อติศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2542. ผลของแซนแทนกัมและเส้นใยจากแกนสับปะรดที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ลดไขมันด้วยแป้งบุก. วารสารมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 19(2): 64-80.
- [3] เพ็ญศรี วงศ์จันทร์เพ็ญ. 2541. การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและสารอิมัลซิไฟเออร์ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- [4] Colloides Naturels International (CNI). CNI Announces the Market Launch of the first nutritional texturizer: EQUACIA<sup>TM</sup> [online] available from <http://www.npicenter.com/anm/templates/newsATemp.aspx?articleid=17996&zoneid=8> (23/08/2553)
- [5] ศรีสมร คงพันธ์. 2533. เค้กอย่างง่าย. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ.
- [6] Park, K.H. 1976. Elucidation of extrusion puffing process. University of Illinois Urbana. III
- [7] Barndt, R.L. and R.N. Antenucci, 1993. Fat and calories-modified bakery product. In R. Khan (ed.). Low-calorie foods and food ingredients. Blackie Academic and Professional. London. : 106-137.
- [8] AOAC. 1990. Official Method of Association of official chemist. 16<sup>th</sup> ed., Association Official Analytical chemist. Virginia, : 32.
- [9] Laure M. Benzing-Purdie, John A. Ripmeester, Christopher I. Ratcliffe. 1985. Effects of temperature on Maillard reaction products. J. Agric. Food Chem. 33 (1) : 31-33
- [10] อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

- [11] Camire, M.E., Surjawan, I. and Work, T. M. 1997. Low bush blueberry puree and apple sauce for oil replacement in cake systems. Cereal Food World. 42 (5) : 405-408.
- [12] Vetter, J. L. 1992. Impact of new regulations on development and marketing of nutritionally modified bakery food. Cereal Food World. 37 (6) : 443-447.
- [13] คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. 2546. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 341 หน้า