

# 이소말토올리고당을 사용한 고당배합 케익의 특성

## Characteristics of High-ratio Cakes Prepared with Isomaltooligosaccharide

이 경 애 · 이 윤 진  
순천향대학교 식품영양학과

Lee, Kyong Ae · Lee, Yoon Jin  
Dept. of food science and nutrition, Soonchunhyang univ.

### Abstract

The effects of replacement of sucrose with isomaltooligosaccharide(IMO) on physical, sensory and textural characteristics of high-ratio cakes were investigated. As IMO level increased, the specific gravity of batter decreased and the moisture content of crumb increased. A higher degree of IMO replacement for sucrose made cakes softer and more moist. The 40% and 60% IMO replcement cakes showed good acceptability. The hardness, chewiness and gumminess measured by texture analyzer were decreased with increasing IMO level

### I. 서 론

케익 및 빵류는 세계적으로 중요한 열량 공급원으로 최근 우리나라에서도 이들의 소비가 증가되고 있다. 이들의 중요한 감미료로 널리 이용되고 있는 설탕의 과량섭취는 여러 건강상의 문제를 야기시켜 이를 대체할 수 있는 적절한 감미소재의 이용이 요구되고 있다.

이소말토올리고당(IMO)은 인체의 유용 장내 세균인 비피더스균의 생육인자로 알려진 저충치성, 저열량 기능성 감미소재로서 이의 다양한 사용이 기대되고 있다(Hojo, 1983; Kanno, 1990; 허경택, 1995). IMO는 포도당 분자가  $\alpha$ -1, 6 결합을 하고 있는 분지 올리고당이다. IMO는 전분용액을  $\alpha$ -amylase로 액화시킨 후  $\beta$ -amylase와 transglucosidase에 의해 당화 및 전이작용을 동시에 일어나게 하여 생산하는, isomaltose, isomaltotriose 및 panose의 혼합물이다(서진호, 1994). IMO를 대체 감미료로 이용하면 설탕의 섭취감소와

함께 IMO의 생리적 효과도 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

케익 반죽은 수용액상에 당이 용해되어 있고 전분입자, 단백질, air cell이 분산되어 있는 복잡한 콜로이드 상태이다. 케익의 성분은 각각 케익의 질에 다른 영향을 준다. 특히 당은 케익에 단맛과 색을 부여하는 외에 글루텐 형성을 방해함으로써 질감을 부드럽게 하고 기포형성을 도와주며 전분의 호화를 지연시켜 케익의 팽화를 도와주는 것으로 생각되고 있다(Kim, 1994). 그러나 당의 종류에 따라 케익의 질에 미치는 영향은 차이가 있다. 설탕 대신 유당을 사용하면 케익은 부피가 더 크고 질감이 더 좋아진다(Guy 등, 1971). 그러나 설탕의 50%이상을 high fructose corn syrup으로 대체한 케익은 부피가 더 작고 단단하다고 하다(Kospel 등, 1980; Coleman 등, 1983; Johnson 등, 1989). 환원당인 IMO는 설탕과

따라서 IMO 사용 케익은 설탕사용 케익과는 다른 특성을 나타낼 것으로 생각된다.

그러므로 본 연구는 기능성 올리고당인 IMO가 케익의 질에 미치는 영향을 조사하기 위해 설탕의 0-100%를 IMO로 대체한 고당배합 케익을 제조하여 케익 반죽 및 케익의 물리적, 관능적, 기계적 특성을 비교, 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

밀가루는 시판 박력분을 사용하였고 단백질 함량은 7.6%였으며, 이소말토올리고당은 순도 99%의 시판 올리고당을 사용하였다.

### 2. 케익의 제조

케익의 재료 배합비는 Ohide(1994)의 방법에 따라 혼합하여 사용하였다. 기본 재료 배합비는 밀가루 175g, 계란 250g(난백 170g : 난황 80g), 설탕 225g이었으며 설탕의 0-100%를 IMO로 대체한 여러 종류의 케익을 제조하였다(표 1).

Table 1. Types of a sponge cake

Types of a sponge cake	Sweetener replacement
IMO0	sucrose 100%
IMO20	sucrose 80% + IMO 20%
IMO40	sucrose 60% + IMO 40%
IMO60	sucrose 40% + IMO 60%
IMO80	sucrose 20% + IMO 80%
IMO100	sucrose 0% + IMO 100%

\* : isomaltooligosaccharide

난백, 난황, 감미료(설탕, IMO)를 보울에 넣고 전동 거품기로 7분간 whipping하여 거품을 낸 후, 체에 친 밀가루를 넣고 30초간 folding하였다. 반죽 완료 즉시 반죽 470g을 직경 21cm의 케익 팬에 넣고 미리 예열시킨 180℃ 오븐에서 55분간 구운 후 실온에서 2시간 방냉시키고 케익 팬에 담은 채로 랩을 씌워 25℃에서 1일 보관한 후 실험에 사용하였다. 난백은 알끈을 제거한 것을, 난황은 난황

막을 제거한 것을 재료로 사용하였으며, 모든 재료는 30℃ 오븐에 1시간 방치한 후 사용하였다.

### 3. 케익의 물리적 특성

#### 1) 케익 반죽의 비중

케익 반죽이 완료된 직 후 물 치환법을 이용하여 측정하였다.

#### 2) 케익의 부피 및 팽화율

케익의 부피는 종실법에 의해 측정하였으며, 케익의 팽화율은 케익의 부피에 대한 반죽부피(반죽완료 직후의 부피)의 비로 산출하였다.

#### 3) 케익의 비용적

케익의 비용적은 반죽의 중량에 대한 케익 부피의 비로 산출하였다.

#### 4) 케익의 수분함량

케익의 수분 함량은 상압 건조법에 의해 135℃에서 측정하였다.

### 4. 케익의 관능적 특성

순천향대학교 식품영양학과 4학년에 재학 중인 10명의 관능검사원을 선정하여 실험 목적과 평가방법을 설명하고 기공의 균일성(매우 작고 균일하다:1-매우 크고 불규칙하다:5), 표면 및 내부의 색(매우 연하다:1-매우 진하다:5), 가벼움(매우 가볍다:1-매우 무겁다:5), 부드러움(매우 부드럽다:1-매우 단단하다:5), 탄력성(매우 약하다:1-매우 강하다:5), 촉촉함(매우 건조하다:1-매우 촉촉하다:5), 단맛(매우 약하다:1-매우 강하다:5), 수용도(매우 나쁘다:1-매우 좋다:5) 등에 대해 느낀바를 5점법에 의해 평가하도록 하였다.

### 5. 케익의 텍스처 특성

케익을 중심부에서 직경 4.5cm의 원통형으로 잘라 texture analyzer(TA-XT, Stable Micro System, haslemere, UK)를 사용하여 two bite compression test를 하였다. 측정조건은 plunger diameter 18mm; deformation

75%; test speed 1.0mm/sec; load cell 5kg이었다.

### 6. 통계처리

실험은 3회 반복 실시하여 그 결과를 평균, 분산분석 및 t-test 검정법으로 유의성을 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 케익의 물리적 특성

케익 반죽 및 케익의 물리적 특성을 그림 1-4에 나타내었다.

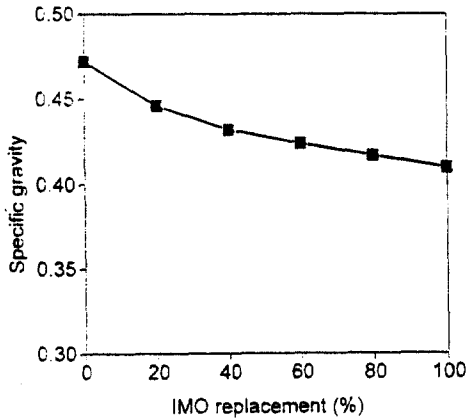


Fig. 1. Effect of IMO replacement for sucrose on specific gravity of sponge cakes

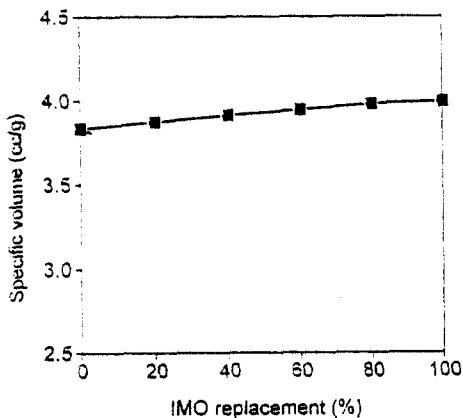


Fig. 2. Effect of IMO replacement for sucrose on specific volume of sponge cakes

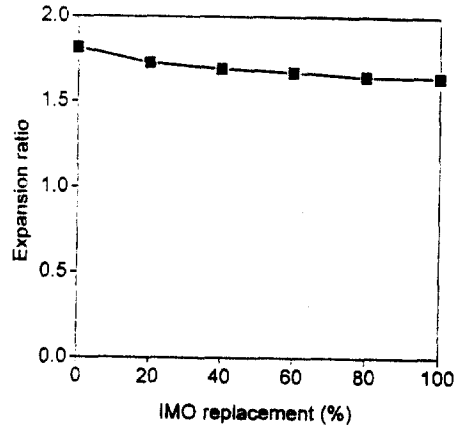


Fig. 3. Effect of IMO replacement for sucrose on expansion ratio of sponge cakes

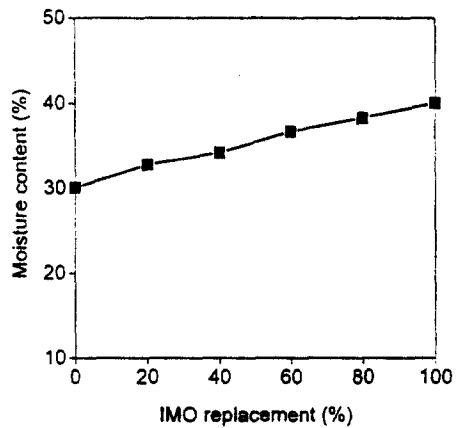


Fig. 4. Effects of IMO replacement for sucrose on moisture contents of sponge cakes

케익 반죽의 비중은 100% 설탕을 사용한 케익 반죽에 비해 IMO사용 케익 반죽의 비중이 작아졌다. 20%의 IMO를 사용했을때 비중의 감소가 가장 컸으며 IMO의 양이 40%, 60%, 80%, 100%로 증가함에 따라 비중은 완만하게 감소하였다. 케익의 비용적은 3.8-4.0cc/g 범위를 나타냈다. 설탕만을 사용한 케익(IMO0)이 3.8cc/g, 60%, 80%, 100%의 IMO를 사용한 케익이 4.0cc/g으로 IMO의 양이 많아짐에 따라 조금 증가하는 경향을 나타냈으나 큰 변화는 아니었다. 케익의 팽화율은 1.6-1.8로서 IMO가 1.8, IMO100이 1.6이었다. 팽화율은 IMO의 양이 증가함에 따라 조금 낮

아졌으나 변화는 그리 크지 않았다. 케익 반죽 시 IMO의 양이 증가함에 따라 반죽이 조금씩 묽어지는 것이 느껴졌는데, 이러한 반죽의 점도 감소에 따라 반죽에 많은 양의 기포가 형성되기는 하나 안정성이 조금 낮아져 케익을 굽는 동안 팽화가 충분히 일어나지 못한 것으로 생각된다. Ohide(1994)에 의하면 coupling sugar (C-sugar)는 대체비율이 50%일 때 비중이 가장 낮았고 팽화율이 가장 컸으며 C-sugar의 양이 이보다 많아짐에 따라 비중은 증가했고 팽화율은 감소했다고 한다. Hiroko 등(1993)은 과당은 다량의 기포를 생성하나 기포막의 안정성이 낮은 기포를 생성하여 케익의 팽화율이 크게 감소하고 케익이 꺼지는 현상이 나타났다고 하였다. 그러나 IMO 사용 케익의 팽화율은 크게 감소하지 않았으므로 기포 안정성을 크게 감소시키지 않았으므로 케익 제조시 큰 문제가 되지 않을 것으로 사료된다. 한편 IMO의 양이 증가함에 따라 케익의 수분 함량이 증가하였는데(그림 4), 이는 IMO의 흡습성이 크기 때문으로 생각된다.

## 2. 케익의 관능적 특성

IMO 사용 케익의 관능검사를 통해 얻은 관능적 특성은 표 2에 나타내었다.

케익의 기공은 설탕만 사용한 케익에 비해 IMO사용 케익이 더 크고 불규칙했는데, IMO의 양이 증가함에 따라 더욱 크고 불규칙해졌다. 케익의 표면 및 내부의 색은 IMO를 사용

한 케익의 색이 진했으며 IMO의 양이 증가함에 따라 색은 더 진했는데, 내부 색의 경우 80% 및 100%의 IMO를 사용한 케익간에는 색에 큰 차이가 없었다. 케익은 당의 캐러멜화와 아미노-카보닐 반응에 의해 착색되는데 (Raidle 등, 1983), 설탕은 비환원당이나 IMO는 환원당이므로 IMO의 양이 많아짐에 따라 비효소적 갈변반응인 아미노 카보닐 반응이 많이 일어나기 때문으로 생각된다.

한편 IMO 사용 케익은 설탕만 사용한 케익에 비해 더 부드럽고 더 촉촉하게 느껴졌으며 IMO의 양이 증가함에 따라 부드러운 정도와 촉촉한 정도가 커졌다. 80% 및 100%의 IMO를 사용한 두 케익은 이들 특성에서 거의 차이를 나타내지 않았다. 부드러운 정도와 촉촉한 정도에 대한 IMO의 효과는 IMO의 보습성이 크기때문으로 생각된다. Stanyone 등(1990)은 보습성이 큰 폴리덱스트로즈를 첨가한 비스킷이 사용하지 않은 비스킷에 비해 더 촉촉하다고 하였으며, Kawasome 등(1990)은 스폰지 케익의 수분함량이 많을수록 부드럽다고 하였다. 케익의 단맛은 IMO의 양이 많아짐에 따라 감소했는데 이는 IMO가 설탕의 반 정도의 감미를 내기 때문이다. 케익의 수용도는 대조군 케익에 비해 IMO사용 케익이 더 높았다. 수용도는 40%의 IMO를 사용한 케익(IMO40)이 가장 좋았는데 60%의 IMO를 사용한 케익의 수용도도 IMO40과 비슷하였으므로 수용도를 고려할 때 IMO의 대체비율은 40-60%정도가 적당하다고 할 수 있다.

Table 2. Effect of IMO replacement for sucrose on sensory characteristics of sponge cakes

	uniformity of air cell	crust color	crumb color	lightness	softness	springiness	moistness	sweetness	acceptance
IMO0	2.80 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	1.83 <sup>c</sup>	1.50 <sup>a</sup>	3.87 <sup>a</sup>	1.67 <sup>c</sup>
IMO20	3.20 <sup>b</sup>	2.97 <sup>c</sup>	2.23 <sup>d</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>b</sup>	2.90 <sup>b</sup>	2.37 <sup>d</sup>	3.70 <sup>a</sup>	2.80 <sup>b</sup>
IMO40	3.13 <sup>b</sup>	3.57 <sup>cd</sup>	3.03 <sup>c</sup>	2.87 <sup>a</sup>	2.90 <sup>b</sup>	3.37 <sup>a</sup>	2.97 <sup>c</sup>	3.10 <sup>b</sup>	3.53 <sup>a</sup>
IMO60	3.07 <sup>c</sup>	3.50 <sup>d</sup>	3.43 <sup>b</sup>	2.97 <sup>a</sup>	2.30 <sup>c</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	3.70 <sup>b</sup>	2.70 <sup>c</sup>	3.33 <sup>a</sup>
IMO80	3.70 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>	3.73 <sup>b</sup>	2.70 <sup>a</sup>	1.93 <sup>c</sup>	3.27 <sup>ab</sup>	4.20 <sup>a</sup>	2.07 <sup>c</sup>	3.03 <sup>ab</sup>
IMO100	2.87 <sup>bc</sup>	3.87 <sup>b</sup>	3.77 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	1.93 <sup>c</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	4.13 <sup>a</sup>	1.67 <sup>d</sup>	2.70 <sup>b</sup>

Means with different letters within the same column are significantly different (  $p < 0.05$  ).

3. 케익의 텍스처 특성

2회 압착실험에 의해 얻은 텍스처 특성치는 표 3에 나타내었다.

IMO를 사용한 케익의 견고성은 설탕만 사용한 케익에 비해 매우 낮아졌다. 견고성은 20%의 IMO를 사용했을 때 크게 감소하였으며 IMO의 양이 40%이상 증가함에 따라 완만한 감소를 나타냈다. 이는 IMO가 설탕에 비해 글루텐 형성을 방해하는 효과가 크기 때문으로 생각된다. 케익의 씹힘성과 검성도 IMO 사용 케익에서 낮게 나타났다. 씹힘성과 검성은 IMO의 양이 20%일때 크게 감소하였으며 40%이상의 IMO를 사용함에 따라 완만히 감소하여 견고성과 같은 경향을 나타내었다. 따라서 IMO 사용 케익은 IMO를 사용하지 않은 케익에 비해 더 부드러우며 IMO의 양이 증가함에 따라 부드러운 정도가 더 커진 것을 알 수 있었다. 이는 부드러운 정도에 대한 관능적 특성과 비슷한 경향을 나타냈다. Kawasome 등(1988)은 케익의 견고성, 씹힘성, 검성은 입안에서의 느낌(mouthfeel)과 유의적 상관관계를 보인다고 하였다. 한편 케익의 응집성과 탄력성은 IMO의 양이 증가함에 따라 조금 감소하는 경향을 나타냈는데 견고성, 씹힘성, 검성에 비해 큰 차이를 나타내지 않았다.

IV. 결론 및 요약

IMO가 케익의 질에 미치는 영향을 조사

하기 위해 설탕의 0-100%를 IMO로 대체한 high ratio 케익을 제조하여 물리적, 관능적 및 텍스처 특성을 비교, 검토하였다.

IMO의 양이 증가함에 따라 비중은 현저히 감소했으며, 비용적은 조금 증가했고 팽화율은 조금 감소하는 경향을 보였다 그러나 비중에 비해 비용적과 팽화율의 변화는 그리 크지 않았다. 많은 양의 IMO를 사용한 케익은 높은 수분함량을 나타냈다.

케익의 관능적 특성은 IMO의 양이 증가함에 따라 기공이 더 균일했으며 색이 더 진해졌다. 또한 더 부드럽고 더 촉촉하게 느껴졌으며 감미는 작아졌다. 케익의 수용도는 40% 및 60%의 IMO를 사용한 케익이 높았다.

Texture analyzer를 사용해 케익의 texture 특성을 조사한 결과 IMO의 양이 증가함에 따라 견고성, 씹힘성, 검성 등이 작아져 더 부드러운 케익이 제조되었음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

박관화.(1992). 탄수화물 신소재의 개발. 식품과학과 산업, 25:73.  
 서진호.(1994). 국내 올리고당 연구 및 개발동향. 식품과학과 산업, 27:8.  
 허경택.(1995). 올리고당의 생리기능 특성. 식품과학과 산업, 28:24.  
 Coleman, P. E. and Harbers, C. A. Z.(1983). High fructose corn syrup: Replacement for fructose in angel cake. J. Food Sci., 48:452.

Table 3. Effect of IMO replacement for sucrose on textural characteristics of sponge cakes

	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
IMO0	4.562 <sup>a</sup>	0.585 <sup>a</sup>	0.809 <sup>a</sup>	2.587 <sup>a</sup>	2.022 <sup>a</sup>
IMO20	2.644 <sup>b</sup>	0.576 <sup>bc</sup>	0.798 <sup>a</sup>	1.523 <sup>a</sup>	1.222 <sup>b</sup>
IMO40	2.428 <sup>b</sup>	0.572 <sup>b</sup>	0.773 <sup>b</sup>	1.340 <sup>b</sup>	1.062 <sup>b</sup>
IMO60	2.044 <sup>c</sup>	0.563 <sup>b</sup>	0.731 <sup>c</sup>	1.150 <sup>c</sup>	0.839 <sup>c</sup>
IMO80	2.023 <sup>c</sup>	0.552 <sup>c</sup>	0.670 <sup>d</sup>	1.222 <sup>c</sup>	0.838 <sup>c</sup>
IMO100	2.012 <sup>c</sup>	0.525 <sup>c</sup>	0.598 <sup>a</sup>	1.150 <sup>c</sup>	0.756 <sup>c</sup>

Means with different letters within the same column are significantly different ( p < 0.05 ).

- Guy, E. J.(1971). Lactose: Review of its properties and uses in bakery products. Baker's Dig., 45:34.
- Hiroko, S. and Ito, H.(1993). Utilization of fructose to sponge cake. J. Cookery Sci. Japan, 26:32.
- Hojo, S., Matsukubo, T., Miyake, M., Maki, Y. and Takaesu, Y.(1983). Sugar composition and dental plague-forming potential of snack foods. J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci., 36:25.
- Johnson, J. M., Harris, C. H. and Barbeau, W. E.(1989). Effect of high fructose corn syrup replacement for sucrose on browning, starch gelatinization, and sensory characteristics of cakes. Cereal Chem., 66:155.
- Kanno, T.(1990). Some functional properties of so-called isomalto-oligosaccharides and their application to food industry. Denpun Kagaku, 37:87.
- Kawasome, S. and Yamano, Y.(1986). Effect of butter content on the texture of sponge cakes. J. Home Econ. Japan, 37:759.
- Kim, C. S.(1994). The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake system. J. Korean Soc. Food Nutr., 23:520.
- Kospel, K. M. and Hoseney, R. C.(1980). Effects of corn syrups in layer cakes. Cereal Chem., 57:49.
- Ohide, K.(1994). Investigation of butter whipping on the sponge cake quality by using coupling sugar. J. Cookery Sci. Japan, 26:32.
- Reidle, M. A. and Klein, B. P.(1983). Effect of soy or field flour substitution on physical and sensory characteristics of chemically leavened quick bread, Cereal Chem., 60:367.
- Stanyone, P. and Costello, C.(1990). Effect of wheat bran and polydextrose on the sensory characteristics of biscuits. Cereal Chem., 67:545.