

## 올리고당을 사용한 스폰지 케이크의 물리적, 관능적 및 텍스쳐 특성

이경애<sup>†</sup> · 이윤진 · 이선영\*

순천향대학교 식품영양학과

\*충남대학교 식품영양학과

## Effects of Oligosaccharides on Physical, Sensory and Textural Characteristics of Sponge Cake

Kyong-Ae Lee<sup>†</sup>, Yoon-Jin Lee and Sun-Yung Ly\*

Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan 337-745, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

### Abstract

Effects of oligosaccharides substituted for sucrose on the sponge cake quality were investigated. Fructooligosaccharide and isomaltooligosaccharide were used as oligosaccharides. Oligosaccharides decreased batter specific gravity, and increased cake specific volume and expansion ratio, showing that oligosaccharides had higher foaming ability and foam stability than sucrose. Oligosaccharides darkened the crust and crumb color of cakes. Addition of oligosaccharides made cakes darker, softer, more moist and more acceptable as perceived by panels. The acceptability was significantly correlated with crust and crumb color, softness, moistness and flavor( $p<0.01$ ). The textural characteristics including hardness, chewiness and gumminess of cakes were decreased by replacing sucrose with oligosaccharides. The hardness, gumminess and chewiness among sensory characteristics were negatively correlated with acceptability( $p<0.05$ ). Therefore, oligosaccharides should be a good alternative for sucrose in cake-making because the sponge cake quality was greatly improved by partial replacement of sucrose with oligosaccharides.

**Key words:** fructooligosaccharide, isomaltooligosaccharide, sponge cake, sensory characteristics

### 서 론

최근 소비가 증가되고 있는 빵류 및 케이크류의 주 감미료인 설탕의 과다 섭취는 영양 불균형과 비만, 당뇨병과 같은 질병의 원인이 되므로, 설탕을 대체할 수 있는 적절한 감미소재에 대한 관심이 높아가고 있다. 현재 연구, 개발 중에 있는 다양한 감미소재 중 올리고당은 식품의 물성개량에 효과적일 뿐만 아니라 인체의 건강 유지에 유용한 기능적 특성을 갖는 기능성 당질로 알려져 있다. 올리고당은 1982년 프락토올리고당(fructooligosaccharide, FO)이 인체의 건강 유지에 유용한 당질임이 알려지면서 그 중요성이 인식되기 시작했다 (1). 올리고당의 특성은 그 종류에 따라 조금씩 차이가 있으나 비피더스균의 생육인자, 혈중 콜레스테롤 개선, 저충치성, 면역력 강화 등 다양한 생리특성을 갖는 저

열량 감미료이다(2-6). 한편 감미는 설탕의  $\frac{1}{4}$  ~  $\frac{1}{2}$  정도로 설탕과 함께 사용하면 감미가 개선되어 보습효과가 우수하고, 수분활성을 낮추어 저장성을 증가시킨다 (7). 공업적으로 양산되는 대표적 올리고당은 FO와 이소말토올리고당(isomaltooligosaccharide, IMO)이다. FO는 설탕의 과당 잔기에 1~3개의 과당 분자를  $\beta$ -결합시킨 것이며, IMO는 포도당 분자가  $\alpha$ -1, 6 결합을 하고 있는 분지올리고당이다(8,9).

스폰지 케이크는 난백의 기포성을 이용해서 팽화시키는 감미료의 비율이 높은 케이크류이다. 케이크 제조 시 당은 단맛과 특유의 방향, 색을 부여할 뿐만 아니라 글루텐 형성을 저해하여 질감을 부드럽게 하고 기포성을 도와주며 전분의 호화를 지원시켜 케이크의 팽화를 도와준다(10). 케이크 제조시 주로 사용되는 감미료는 설탕이지만 유당, 당유도체, 고과당옥수수시럽(high

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

fructose corn syrup, HFCS) 등 다양한 감미료를 이용한 케이크의 제조에 관한 연구가 보고되어 있다. Guy(11)는 유당을 사용하면 케이크의 부피가 더 크고 질감이 좋아진다고 보고했다. Freeman(12)은 폴리덱스트로오즈를 사용한 스판지 케이크는 설탕만을 사용한 케이크에 비해 방향, 색, 부드러운 정도 등 관능적 특성이 더 우수하다고 보고했다. Kim과 Choi(13)에 의하면 과당, 솔비톨, 스테비오사이드를 사용한 케이크는 설탕을 사용한 케이크에 비해 부피가 증가했다. Saussele 등(14)은 설탕의 15~25%를 HFCS으로 대체한 케이크는 색이 더 진하고 텍스쳐가 더 좋다고 했으나, Coleman과 Harbers(15)는 50% 이상의 HFCS를 사용한 케이크는 부피가 작아지고 견고성이 증가했다고 했다. 이와 같이 감미료의 종류나 배합 비율은 케이크의 특성에 큰 영향을 주므로 적당한 감미료의 사용은 우수한 케이크 제조에 매우 중요한 요인으로 사료된다.

그러므로 본 연구는 케이크에 사용되는 주 감미료인 설탕의 40%를 FO과 IMO으로 대체한 고당배합 스판지 케이크(high-ratio sponge cake)를 제조하여 물리적, 관능적 및 텍스쳐 특성을 검토하여 저열량 올리고당 케이크 제조에 관한 기초자료를 제시하고자 했다.

## 재료 및 방법

### 재료

밀가루는 단백질 함량 7.6%인 시판 박력분을 사용했으며, 올리고당은 프락토올리고당(선일포도당, 수분함량 2.4%, 환원당함량 5.2%)과 이소말토올리고당(선일포도당, 수분함량 20.0%, 환원당함량 62.8%)을 사용했다.

### 스폰지 케이크의 제조

스폰지 케이크는 Ohide의 방법(16)을 일부 수정하여 고당배합케이크를 제조했다. 케이크는 감미료로 설탕만을 사용한 대조군 케이크(S-C)와 FO 및 IMO를 사용한 케이크(FO-C 및 IMO-C)를 제조하여 시료로 사용했다(Table 1). 올리고당을 사용한 케이크의 대체비율은 총당함량의 40%이었다. 대조군 케이크의 기본 재료 배합은 밀가루 175g, 달걀 250g (난백 170g : 난황 80g), 설탕 225g이었다. FO-C 및 IMO-C 제조에 사용된 올리고당의 대체비율은 선행연구(17,18)에 의해 가장 선호도가 높았던 비율로 결정했다.

난백, 난황, 감미료를 보울에 넣고 전동거품기(Sun-bean)로 7분간 휘핑(whipping)한 후, 밀가루를 넣고 30초간 폴딩(folding)했다. 반죽 완료 즉시 직경 21cm의 케

**Table 1. Types of a sponge cake**

Types of a sponge cake	Sweetener replacement
S-C	100% sucrose
FO-C	60% sucrose + 40% FO <sup>1)</sup>
IMO-C	60% sucrose + 40% IMO <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fructooligosaccharide

<sup>2)</sup>Isomaltooligosaccharide

이코 팬에 반죽을 넣고 180°C 오븐에서 55분간 구웠다. 실온에서 2시간 방냉시키고 25°C에서 1일간 방치한 후 시료로 사용했다. 케이크 제조에 필요한 모든 재료는 30°C에서 2시간 방치한 후 사용했다.

### 스폰지 케이크의 물리적 특성

#### 비중

케이크 반죽이 완료된 직후 물 치환법을 이용하여 측정했으며, 이 때 물의 밀도는 1.00g/cm<sup>3</sup>로 가정했다.

#### 비용적

케이크의 비용적은 케이크의 부피에 대한 반죽 중량의 비로 산출했다.

#### 부피 및 팽화율

케이크의 부피는 종실법에 의해 측정했으며, 케이크의 팽화율은 케이크의 부피에 대한 반죽 부피(반죽 완료 직후의 부피)의 비로 산출했다.

#### pH 및 수분 함량

반죽의 pH는 pH meter를 사용하여 측정했으며, 케이크 내부(crumb)의 수분 함량은 상압건조법에 의해 135°C에서 측정했다.

#### 내부 온도 측정

굽는 동안의 온도변화를 알아보기 위해 케이크의 중심부에 온도계를 꽂고 2분 간격으로 온도를 측정했다.

#### 색도

케이크의 표면(crust) 및 내부의 색도는 분광색차계(Minolta Co., Model CM-3500d, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도 및 녹색도), b(황색도 및 청색도) 값을 측정했다. 총색도(total color difference, ΔE)는 측정된 L, a, b 값을 이용하여 다음과 같이 산출했다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

### 스폰지 케이크의 관능적 특성

순천향대학교 식품영양학과 4학년에 재학 중인 10명의 관능검사원을 선정하여 실험의 목적과 평가방법을

설명한 후 관능검사를 실시했다. 케이크를 가로, 세로 3cm 크기로 잘라서 관능검사원에게 제시한 후, 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), 촉촉함(매우 건조하다: 1-매우 촉촉하다: 5), 탄력성(매우 약하다: 1-매우 강하다: 5), 단맛(매우 약하다: 1-매우 강하다: 5), 향(매우 나쁘다: 1-매우 좋다: 5), 선호도(매우 나쁘다: 1-매우 좋다: 5) 등에 대해 평가하도록 했으며, 선호도는 다른 평가항목과 별도로 평가했다.

### 스폰지 케이크의 텍스쳐 특성

케이크 중심부에서 직경 4.5cm의 원통형으로 잘라 texture analyzer(TA-XT, stable Micro System, Haslemere, UK)를 사용하여 2회 압착 실험을 실시했다. 측정조건은 plunger diameter 18mm; deformation 75%; test speed 1.0mm/sec; load cell 5kg이었다.

### 통계처리

실험은 3회 반복 실시하여, 그 결과를 평균, 분산분석 및 t-test 검정법으로 유의성을 검정했다. 관능적 특성 간의 상관관계 및 관능적 특성과 텍스쳐 특성 간의 상관관계를 Pearson correlation coefficient를 산출하여 검토했다. 모든 통계분석은 SAS 통계 package program 을 이용했다.

### 결과 및 고찰

#### 비중, 비용적, 팽화율, pH 및 수분함량

케이크 및 반죽의 비중, 비용적, 팽화율, pH, 수분함량을 검토하여 Table 2에 나타냈다. 설탕만을 사용한 대조군 케이크(S-C) 반죽의 비중은 0.46이었고, FO-C 반죽 및 IMO-C 반죽은 각각 0.45, 0.42로서 올리고당의

Table 2. Specific gravity, specific volume, expansion ratio, pH and moisture content of a sponge cake and batter prepared with functional oligo-saccharide replacing for sucrose

Variables	Types of a sponge cake		
	S-C	FO-C	IMO-C
Specific gravity	0.46 <sup>a1)</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.41 <sup>c</sup>
Specific volume(cc/g)	3.47 <sup>c</sup>	3.76 <sup>b</sup>	3.90 <sup>a</sup>
Expansion ratio	1.60 <sup>c</sup>	1.70 <sup>a</sup>	1.62 <sup>b</sup>
Moisture content(%)	29.3 <sup>c</sup>	30.7 <sup>b</sup>	33.9 <sup>a</sup>
pH	6.44 <sup>c</sup>	7.20 <sup>b</sup>	7.37 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means with different letters within the same row are significantly different( $p<0.001$ ).

사용에 의해 반죽의 비중이 낮아졌으며, IMO를 사용한 케이크 반죽의 비중이 가장 낮았다. 따라서 올리고당은 설탕에 비해 기포형성능력이 큰 것으로 사료된다. Ohide (16)는 설탕의 50%를 coupling sugar로 대체했을 때 케이크의 비중이 낮아졌다고 보고했다. 케이크의 비용적은 S-C 3.47cc/g, FO-C 3.76cc/g, IMO-C 3.90cc/g로서 올리고당을 사용한 케이크의 비용적이 조금 증가하는 경향을 보여, 올리고당은 설탕에 비해 기포형성능력이 우수하며, IMO가 가장 우수한 기포형성능력을 나타냄을 알 수 있었다. 케이크의 팽화율은 S-C 1.60, FO-C 1.70, IMO-C 1.62로서 올리고당사용 케이크의 팽화율이 높았으므로, 올리고당은 설탕에 비해 기포를 안정화시키는 효과가 큰 것으로 사료된다. 한편 FO는 IMO에 비해 기포형성 능력은 떨어지나, FO-C는 IMO-C에 비해 팽화율이 높았으므로 FO는 가장 우수한 기포 안정화 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

케이크 반죽의 pH는 S-C 6.44, FO-C 7.20, IMO-C 7.37로서 올리고당을 사용한 케이크 반죽의 pH가 높게 나타났다. 반죽의 pH는 케이크의 착색도에 영향을 미쳐, pH가 높을수록 당의 캐러멜화와 아미노카보닐 반응에 의한 착색이 용이하다고 한다(19).

케이크의 수분함량은 S-C, FO-C, IMO-C 각각 29.3%, 30.7%, 33.9%로서 올리고당을 사용한 케이크의 수분함량이 높았다. 이는 올리고당의 우수한 보습효과 때문으로 사료된다. Lee와 Lee(18)는 FO 및 IMO의 양이 증가함에 따라 케이크의 수분함량이 증가한다고 했다.

### 굽는 동안의 온도변화

케이크를 굽는 동안 중심부의 온도변화를 Fig. 1에 나타냈다. 케이크의 온도는 최대 높이에 도달할 때 까지 급격히 증가했으나(자료 생략), 그 후 완만한 증가를 보였다. 세 종류 케이크의 중심부 온도는 감미료를 사용하지 않은 케이크에 비해 낮았다. 이는 감미료가 전분의 호화나 단백질의 응고를 지연시켜 충분한 팽화가 일어나도록 도와주기 때문으로 사료된다. 한편 케이크를 굽는 동안 중심부의 최대 온도는 86~90.7°C로서 100°C보다 낮은 온도를 유지했다. Kim 등(20)에 의하면 FO 및 IMO는 100°C 이하의 온도에서 비교적 안정하다고 했으므로 케이크를 굽는 동안 올리고당의 열 분해는 거의 일어나지 않는 것으로 사료된다.

### 스폰지 케이크의 색도

스폰지 케이크의 표면 및 내부의 색도는 Table 3에 나타냈다. 케이크 표면의 색은 L, a, b, ΔE값 모두 케이크간에 유의적 차이를 보였는데( $p<0.001$ ), L값은 a, b

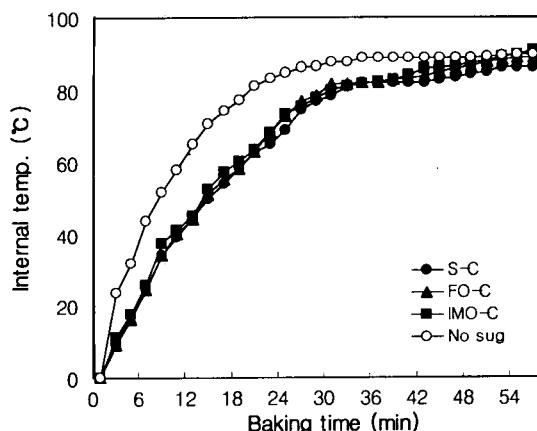


Fig. 1. Internal temperatures of a sponge cake prepared with oligosaccharide replacing for sucrose.

Table 3. Color values of a sponge cake prepared with functional oligosaccharide replacing for sucrose

	Types of a sponge cake	L <sup>1)</sup>	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	ΔE <sup>4)</sup>
Crust	S-C	50.45 <sup>a5)</sup>	11.11 <sup>c</sup>	20.20 <sup>a</sup>	51.89 <sup>c</sup>
	FO-C	39.83 <sup>b</sup>	12.16 <sup>a</sup>	16.72 <sup>b</sup>	60.98 <sup>b</sup>
	IMO-C	33.36 <sup>c</sup>	11.64 <sup>b</sup>	13.48 <sup>c</sup>	66.42 <sup>a</sup>
Crumb	S-C	79.14 <sup>a</sup>	-3.38 <sup>a</sup>	26.74 <sup>a</sup>	31.02 <sup>c</sup>
	FO-C	77.17 <sup>b</sup>	-2.69 <sup>b</sup>	26.27 <sup>a</sup>	31.82 <sup>b</sup>
	IMO-C	75.20 <sup>c</sup>	-1.68 <sup>c</sup>	26.96 <sup>a</sup>	33.58 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>lightness, <sup>2)</sup>+ redness, - greeness, <sup>3)</sup>+ yellowness, - blueness, <sup>4)</sup>total color difference

<sup>5)</sup>Means with different letters within the same column are significantly different( $p<0.001$ ).

값에 비해 케이크간에 현저한 차이를 나타냈다. 즉, S-C에 비해 FO-C 및 IMO-C는 매우 낮은 L값을 나타내어 FO 및 IMO를 사용한 케이크의 명도가 낮아졌고, IMO-C의 색이 가장 어두웠다. a값은 S-C에 비해 FO-C 및 IMO-C가 높게 나타나 올리고당 사용시 케이크의 적색도가 조금 증가함을 알 수 있었는데, FO-C의 적색도가 가장 높았다. b값은 S-C에 비해 FO-C 및 IMO-C가 낮았으므로 올리고당 사용시 케이크의 황색도가 낮아졌는데, IMO-C의 황색도가 가장 낮았다. FO-C 및 IMO-C와 S-C간의 총 색도 차이는 각각 9.09, 14.53으로 S-C와 뚜렷한 색차를 보였다. 따라서 올리고당은 케이크의 갈색화 반응을 증가시켜 FO-C 및 IMO-C의 명도와 황색도는 낮아졌고 적색도가 높아졌음을 알 수 있었다. Reidle과 Klein(21)에 의하면 케이크는 당의 캐러멜화와 아미노-카보닐 반응에 의해 착색된다고 보고했다. 케이크 제조에 사용된 FO 및 IMO의 환원당량은 각각 5.2%, 62.8%로서 IMO는 FO보다 환원당이 많이 함유되어 있어 갈색화가 증가된 것으로 사료된다. 한

편, 케이크 내부의 색은 L, a, ΔE값에서 케이크간에 유의적 차이를 나타냈으나( $p<0.001$ ), 표면의 색에 비해 케이크간의 차이는 크지 않았다. L값은 S-C가 가장 컸고 FO-C, IMO-C의 순으로 작아져 올리고당 사용시 케이크의 명도가 낮아졌는데, IMO-C의 명도가 가장 낮았다. b값은 세 케이크간에 유의적 차이가 없었으므로( $p<0.001$ ), 황색도는 비슷한 것으로 생각된다. FO-C 및 IMO-C와 S-C간의 총 색도 차이는 각각 0.80, 2.56으로 표면의 색에 비해 큰 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 케이크 내부의 색이 표면의 색과 조금 다른 경향을 나타내는 것은 표면과 내부의 온도차이 때문으로 사료된다.

### 스폰지 케이크의 관능적 특성

스폰지 케이크의 관능적 특성은 Table 4에 나타났다. 케이크의 기공은 IMO-C가 FO-C 및 S-C에 비해 작은 기공이 균일하게 분포되어 있었다. 표면 및 내부의 색은 설탕만 사용한 케이크에 비해 올리고당 사용 케이크가 더 진했는데, IMO 사용 케이크의 색이 가장 진했다( $p<0.01$ ). 이것은 케이크의 총 색도에서의 차이(Table 2)를 반영한 것이라 사료된다. 한편 가벼운 정도는 케이크간에 유의적 차이가 없었다. 올리고당 사용 케이크는 설탕만을 사용한 케이크에 비해 더 부드럽고 더 촉촉하게 느껴졌으며, IMO 사용 케이크가 가장 부드럽고 가장 촉촉했다( $p<0.01$ ). 부드러운 정도와 촉촉한 정도는 수분함량의 영향을 받는데 올리고당 사용 케이크 중, IMO 사용 케이크가 수분함량이 높기 때문으로(Table 2) 사료된다. Stanyone과 Costello(22)는 보습성이 큰 폴리택스트로즈를 사용한 비스켓이 설탕만을 사용한 비스켓에 비해 더 촉촉하다고 했으며, Kawasome과 Yamano(23)는 스폰지 케이크의 수분함량이 많을수록 부드럽다고 했다. 탄력성은 설탕만 사용한 케이크가 유의

Table 4. Sensory characteristics of a sponge cake prepared with functional oligosaccharide replacing for sucrose

	S-C	FO-C	IMO-C
Uniformity of air cell	3.00 <sup>a1)</sup>	3.03 <sup>a</sup>	2.63 <sup>a</sup>
Crust color	1.43 <sup>c</sup>	2.90 <sup>b</sup>	4.10 <sup>a</sup>
Crumb color	1.80 <sup>c</sup>	2.63 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>
Lightness	2.90 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>
Softness	2.67 <sup>b</sup>	2.87 <sup>b</sup>	3.67 <sup>a</sup>
Moistness	2.77 <sup>b</sup>	2.90 <sup>b</sup>	3.57 <sup>a</sup>
Elasticity	2.53 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>
Sweeteness	3.40 <sup>a</sup>	2.87 <sup>b</sup>	2.50 <sup>c</sup>
Flavor	2.70 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>
Acceptability	2.40 <sup>b</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.23 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means with different letters within the same row are significantly different( $p<0.01$ ).

Table 5. Pearson correlation coefficients among sensory characteristics

	Uniformity of air cell	Crust color	Crumb color	Lightness	Softness	Moistness	Elasticity	Sweetness	Flavor	Acceptance
Uniformity of air cell	1.000									
Crust color	-0.037	1.000								
Crumb color	0.020	0.793**	1.000							
Lightness	0.020	0.008	0.081	1.000						
Softness	-0.110	0.318**	0.377**	-0.085	1.000					
Moistness	0.179	0.027	0.095	-0.090	0.739**	1.000				
Elasticity	-0.085	0.171	0.229	0.082	0.136	0.050	1.000			
Sweetness	0.082	-0.510**	-0.437**	0.040	-0.077	-0.007	-0.021	1.000		
Flavor	0.202	0.227*	0.060	-0.033	0.069	0.031	0.042	-0.038	1.000	
Acceptability	-0.077	0.486**	0.361**	0.071	0.360**	0.330**	0.126	-0.191	0.435**	1.000

\*Significant at the 0.05 level.

\*\*Significant at the 0.01 level.

적으로 차았으며( $p<0.01$ ), 올리고당을 사용한 두 케이크간에는 유의적 차이가 없었다. 단맛은 설탕만 사용한 케이크가 가장 강했고, 올리고당 사용시 감소했는데( $p<0.01$ ), 이는 올리고당이 설탕의 약 반정도의 감미를 갖기 때문이다. 향기는 FO사용 케이크가 가장 좋게 평가되었는데 유의적 차이는 없었다. 케이크의 선호도는 설탕만 사용한 케이크가 가장 낮았으며( $p<0.01$ ), FO와 IMO 사용시 높아졌으나 두 케이크간에 유의적 차이는 없었다.

관능적 특성간의 상관관계를 검토하기 위해 Pearson correlation을 산출하여 Table 5에 나타냈다. 표면의 색과 내부의 색은 정의 상관관계를( $p<0.01$ ), 부드러운 정도는 표면 및 내부의 색과 정의 상관관계를( $p<0.01$ ), 촉촉한 정도는 부드러운 정도와 정의 상관관계를( $p<0.01$ ) 보였다. 따라서 표면의 색이 진할수록 내부의 색도 진해지며, 촉촉한 정도가 클수록 부드러운 정도가 증가함을 알 수 있다. 한편 선호도는 표면 및 내부의 색, 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 향기와 정의 상관관계를( $p<0.01$ ) 나타내어, 색이 진할수록, 부드러운 정도와 촉촉한 정도가 클수록, 향기가 좋을수록 선호도가 높은 것을 알 수 있었다.

### 스폰지 케이크의 텍스쳐 특성

2회 압착실험에 의해 텍스쳐 특성을 측정한 결과는 Table 6에 나타냈다. 견고성, 응집성, 탄력성, 겹성, 씹힘성 등 모든 텍스쳐 특성이 케이크간에 유의적 차이를 나타냈다( $p<0.01$ ). 케이크의 견고성은 설탕만을 사용한 케이크가 가장 높았고, 올리고당을 사용한 케이크에서는 낮아졌는데 IMO-C가 가장 낮았다. 이는 설탕이 FO나 IMO에 비해 기포 형성 능력과 기포 안정화 능력이 낮아 충분한 팽화가 일어나지 못했기 때문으로 사료된다. 한편 케이크의 씹힘성과 겹성도 설탕만을 사용한

Table 6. Textural characteristics of a sponge cake prepared with functional oligosaccharide replacing for sucrose

	S-C	FO-C	IMO-C
Hardness	4.149 <sup>a1)</sup>	2.651 <sup>b</sup>	2.388 <sup>c</sup>
Cohesiveness	0.586 <sup>a</sup>	0.574 <sup>b</sup>	0.573 <sup>b</sup>
Elasticity	0.813 <sup>b</sup>	0.827 <sup>a</sup>	0.790 <sup>b</sup>
Gumminess	2.429 <sup>a</sup>	1.540 <sup>b</sup>	1.369 <sup>c</sup>
Chewiness	1.978 <sup>a</sup>	1.257 <sup>b</sup>	1.107 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Means with different letters within the same column are significantly different( $p<0.01$ ).

케이크가 가장 컸으며, FO-C, IMO-C의 순으로 작아졌다. 따라서 FO-C 및 IMO-C는 설탕 사용 케이크에 비해 더 부드러우며, FO보다는 IMO 사용시 더 부드러운 케이크가 만들어짐을 알 수 있었다. 관능검사에 의하면 케이크의 부드러운 정도는 S-C, FO-C, IMO-C의 순으로 높아졌는데(Table 4) 텍스쳐 측정 결과와 비슷한 경향을 보였다. Kawasome과 Yamamoto(24)는 케이크의 견고성, 씹힘성, 겹성을 입안에서의 느낌(mouthfeel)과 유의적 상관관계를 보인다고 했다. 한편, 케이크의 탄력성은 FO-C가 다른 두 종류의 케이크에 비해 유의적으로 높았고, 응집성은 설탕만을 사용한 케이크가 유의적으로 높았다.

텍스쳐 특성과 관능적 특성간의 상관관계를 검토하기 위해 Pearson correlation coefficient를 산출하여 Table 7에 나타냈다. 표면의 색은 모든 텍스쳐 특성과 부의 상관관계를( $p<0.01$ ), 내부의 색은 응집성( $p<0.05$ ), 탄력성 및 씹힘성( $p<0.01$ )과 부의 상관관계를 나타냈다. 향기는 견고성( $p<0.01$ ), 응집성( $p<0.05$ ), 겹성과 씹힘성( $p<0.01$ )과 부의 상관관계를 나타냈으므로, 향기가 좋을수록 견고성, 응집성, 겹성, 씹힘성 등이 낮아짐을 알 수 있었다. 한편 선호도는 견고성, 겹성, 씹힘성 등과 부의 상관관계를 보였으므로( $p<0.05$ ), 견고성, 겹성 및

Table 7. Pearson correlation coefficients among sensory characteristics and textural characteristics

	Uniformity of air cell	Crust color	Crumb color	Lightness	Softness	Moistness	Elasticity	Sweeteness	Flavor	Acceptability
Hardness	-0.119	-0.563**	-0.269	-0.140	-0.101	0.001	0.165	-0.004	-0.432**	-0.377*
Cohesiveness	-0.212	-0.393**	-0.338*	-0.073	0.015	0.055	0.013	0.046	-0.347*	-0.279
Elasticity	0.012	-0.495**	-0.559**	0.177	-0.327*	-0.252	-0.026	0.200	-0.250	-0.213
Gumminess	-0.135	-0.550**	-0.292	-0.159	0.082	0.031	0.149	-0.011	-0.455**	-0.341*
Chewiness	-0.116	-0.596**	-0.300**	-0.066	0.065	-0.009	0.165	0.071	-0.424**	-0.370*

\*Significant at the 0.05 level.

\*\*Significant at the 0.01 level.

씹힘성이 작을수록 선호도가 높은 것으로 사료된다.

## 요 약

프락토올리고당(fructooligosaccharide, FO) 또는 이소말토올리고당(isomaltooligosaccharide, IMO)을 감미료로 사용한 스폰지 케이크를 제조하여 물리적, 관능적 및 텍스쳐 특성을 검토했다. 설탕만을 사용한 케이크(S-C), 설탕의 40%를 FO로 대체한 케이크(FO-C), 설탕의 40%를 IMO로 대체한 케이크(IMO-C)를 제조하여 시료로 사용했다. 올리고당을 사용한 케이크는 S-C에 비해 반죽의 비중은 낮았으며 비용적과 팽화율은 증가했으므로, 올리고당은 설탕에 비해 기포형성능력과 기포안정화능력이 우수한 것으로 사료된다. 또한 올리고당을 사용한 케이크의 수분함량이 더 높았다. 케이크의 색도 측정에 의하면 표면의 색은 L, a, b, ΔE값 모두 케이크간에 유의적 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 올리고당의 사용에 따라 명도 및 황색도는 낮아졌고 적색도는 증가하여 갈색화 반응이 증가했음을 알 수 있었다. 내부의 색은 표면의 색과 비슷한 경향을 보였으나 표면의 색에 비해 케이크간의 차이는 크지 않았다. 관능적 특성을 검토한 결과 올리고당 사용 케이크는 S-C에 비해 표면 및 내부의 색이 더 진했고, 더 부드럽고 더 촉촉했으며, 선호도가 더 좋았는데( $p<0.01$ ), IMO-C가 가장 부드럽고 촉촉했다. 선호도는 표면 및 내부의 색, 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 향기와 정의 상관관계를 나타냈다( $p<0.01$ ). Texture analyzer를 사용한 2회 압착실험에 의해 측정한 텍스쳐 특성에 의하면 올리고당 사용 케이크가 S-C에 비해 견고성, 씹힘성, 견성 등이 낮았으므로 더 부드러운 케이크가 제조되었음을 알 수 있었다. 텍스쳐 특성과 관능적 특성간의 상관관계를 검토한 결과 선호도는 견고성, 견성, 씹힘성 등과 부의 상관관계를 나타냈다( $p<0.05$ ). 이와 같이 올리고당에 의해 스폰지 케이크의 물리적, 관능적 및 텍스쳐 특성이 개선되었으므로, 올리고당은 스폰지 케이크 제조에 유용한 감미소재로 사료된다.

## 문 헌

- Tomomatsu, H. : Health effects of oligosaccharides. *Food Tech.*, **48**, 61-65(1994)
- Heo, K. T. : Physiological effects of oligosaccharides. *Food Sci. Industry*, **28**, 24-28(1995)
- Ishibash, N. and Shimamura, S. : Bifidobacteria-Research and development in Japan. *Food Tech.*, **35**, 126-134 (1993)
- Hoover, D. G. : Bifidobacteria-Activity and potential benefits. *Food Tech.*, **43**, 120-124(1993)
- Hojo, S., Matsukubo, T., Miyake, M., Maki, Y. and Takaesu, Y. : Sugar composition and dental plaque-forming potential of snack foods. *J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci.*, **36**, 25-28(1983)
- Hitaka, H. : Functions of fructooligosaccharides. *Food Sci. Industry*, **27**, 103-109(1990)
- Park, K. H. : Development of new carbohydrates as food ingredients. *Food Sci. Industry*, **25**, 73-82(1992)
- Spiegel, J. E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V. H. and Schmitt, D. F. : Safety and benefits of fructooligosaccharide as food ingredients. *Food Tech.*, **48**, 85-89 (1994)
- Seo, J. H. : Trends in the research and development of oligosaccharide in Korea. *Food Sci. Industry*, **27**, 8-11(1994)
- Kim, C. S. : The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake system. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 520-529(1994)
- Guy, E. J. : Lactose : Review of its properties and uses in bakery products. *Baker's Digest*, **45**, 34-38(1971)
- Freeman, T. M. : Sweetening cake and cake mixes with alitame. *Cereal Foods World*, **34**, 1013-1015(1989)
- Kim, K. O. and Choi, Y. J. : Replacement of sucrose with other sweetener in sponge cakes. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **6**, 59-65(1990)
- Sauaiee, H. Jr., Ziegler, H. F. and Weideman, J. H. : High fructose corn syrups for bakery applications. *Baker's Digest*, **21**, 26-28(1983)
- Coleman, P. E. and Harbers, C. A. Z. : High fructose corn syrup : Replacement for sucrose in angel cake. *J. Food Sci.*, **48**, 452-456(1983)
- Ohide, K. : Investigation of butter whipping on the sponge cake quality by using coupling sugar. *J. Cookery Sci. Japan*, **27**, 176-182(1994)
- Lee, K. A. and Lee, Y. J. : Effect of fructooligosaccharide on physical and sensory characteristics of a

- sponge cake. *Soonchunhyang J. Natl. Sci.*, **3**, 671-675(1997)
18. Lee, K. A. and Lee, Y. J. : Characteristics of high-ratio cakes prepared with isomaltoligosaccharide. *J. Korean Living Sci. Asso.*, **6**, 167-172(1997)
19. Bowers, J. : Food theory and applications. *Macmillan*, **2**, 326(1992)
20. Kim, J. Y., Yook, C., Kwon, H. K., Hong, S. Y., Park, C. K. and Park, K. H. : Physical and physiological characteristics of isomaltoligosaccharides and fructooligosaccharides. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **27**, 170-175(1995)
21. Reidle, M. A. and Klein, B. P. : Effect of soy or field flour substitution on physical and characteristics of chemically leavened quick bread. *Cereal Chem.*, **60**, 367-370(1983)
22. Stanyone, P. and Costello, C. : Effect of wheat bran polydextrose on the sensory characteristics of biscuits. *Cereal Chem.*, **67**, 545-547(1990)
23. Kawasome, S. and Yamano, Y. : Effect of storage humidity on moisture and texture of butter sponge. *J. Home Econ. Japan*, **41**, 71-75(1990)
24. Kawasome, S. and Yamamoto, Y. : Effect of butter content on the texture of sponge cakes. *J. Home Econ. Japan*, **37**, 759-763(1988)

(1999년 3월 10일 접수)