

올리고당이 쌀스폰지케이크의 특성에 미치는 영향

주정은 · 변광의 · 이경애[†]
순천향대학교 식품영양학과

The Effects of Oligosaccharides on the Quality Characteristics of Rice Flour Sponge Cakes

Jung-Eun Ju, Kwang-Eui Byon, Kyong-Ae Lee[†]
Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University

Abstract

In this study, rice flour sponge cakes were prepared by replacing 50% of the sucrose with oligosaccharides. Isomaltooligosaccharide and fructooligosaccharide were used as the oligosaccharides. The effects of oligosaccharides on the physical, textural and sensory properties of the cakes were then examined. The oligosaccharides increased batter viscosity and decreased batter specific gravity and baking loss. The moisture content, specific loaf volume and loaf volume index of the cake increased by replacing 50% of the sucrose with oligosaccharides. Internal and exterior color determinations showed that the 'L' value of the sponge cake with oligosaccharides was lower than that of the control, indicating a darker crust and crumb with the oligosaccharide substitution. Decreases in textural hardness, chewiness, and brittleness occurred with the oligosaccharides. Sensory panels perceived that the oligosaccharides darkened the crust of the rice flour sponge cake and the panelists rated the cakes with the oligosaccharide substitutions as sweeter, softer and more moist. The rice flour sponge cakes with isomaltooligosaccharides had a significantly higher acceptability than the others.

Key words : rice flour sponge cake, isomaltooligosaccharide, fructooligosaccharide, sensory properties

1. 서 론

식생활의 서구화, 핵가족화, 맞벌이 부부의 증가에 따라 제과류 소비가 급증하고 있으며 그동안 주로 간식으로 섭취되어 왔던 제과류는 밥 대용의 주식으로 소비 형태가 크게 변화되면서 우리 식생활의 주요한 부분을 차지하고 있다. 제과류의 소비가 증가하면서 한층 다양화, 고급화된 소비자의 요구를 반영한 제품 뿐 아니라, 건강에 유익한 저열량, 고품질, 건강기능성 제과류 개발에 대한 관심이 높아지고 있다.

제과류의 섭취에 의한 설탕의 과다 섭취는 비만, 당

뇨병과 같은 질병을 야기시켜 건강상의 문제를 일으키며, 고 설탕 식이가 lipogenesis를 일으키고 간의 트리글리세리드 함량을 증가시킨다는 보고도 있다 (Lombardo YB 등 1996). 여러 제과류 중 비교적 소비가 많은 스폰지케이크는 설탕의 비율이 높은 고열량 제과류이므로, 스폰지케이크 제조시 설탕을 대체할 수 있는 적절한 감미소재에 대한 관심과 수요가 증가되고 있으며, 실제로 설탕 이외의 다양한 대체 감미료 즉 당알코올, 폴리데스트로오즈, 인공감미료 등을 이용한 저열량 케이크에 대한 연구가 진행되고 있다. Lin SD 등(2003)은 설탕의 25~100%를 erythritol로 대체했을 때 케이크의 색, 촉촉함, 부드러움과 같은 관능적 특성에 영향을 주지 않았다고 하였으나, Attita E 등(1993)은 과당, 당알코올, 아스파탐, 사카린 등 다양한 대체 감미료로 설탕의 25% 이상을 대체 하였을 때 스폰지 케이크의 품질이 저하되고 선호도도 낮아졌다고 하였

Corresponding author : Kyong-Ae Lee, Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan, Chungnam, 336-745, Korea
Tel : 82-41-530-1262
Fax : 82-41-530-1264
E-mail : kaelee@sch.ac.kr

다. Freeman TM(1989)은 폴리덱스트로오즈를 사용한 케이크는 향미, 색, 부드러움 등과 같은 관능적 특성이 설탕만 사용한 케이크에 비해 좋다고 하였다. 따라서 스폰지케이크의 품질을 손상시키지 않는 적절한 대체 감미료를 사용한 저열량케이크 제조는 매우 중요하다. 여러 대체 감미료 중 올리고당은 섭취 후 체내 소화가 어려운 난소화성 다당류로 인해 건강 유지에 유익한 당이며 장내 유용균인 비피더스균을 선택적으로 증식시키며 정장작용, 혈중 콜레스테롤개선, 저충치성, 면역력 강화 등의 생리적 특성을 갖는다(Hikata H 1990, Ishibash N과 Shimamura S 1993, Tomomatsu H 1994). 또한 올리고당은 식품의 물성 개량이 효과적일 뿐 아니라 보습효과가 우수하고 수분활성을 낮추어 식품의 저장성을 개선시키며 노화 억제 효과가 있다(Park KH 1992, Spiegel JE 등 1994). 올리고당은 구성 당의 종류, 결합형태, 분지도 등에 따라 종류가 다양하다. 여러 올리고당 중 공업적으로 양산되고 있는 대표적 올리고당은 이소말토올리고당과 프락토올리고당이다. 이소말토올리고당은 포도당 분자가 α -1, 6 결합을 하고 있는 분지 올리고당으로 설탕에 비해 낮은 수분활성을 보이며 전분의 노화방지에도 효과적이다. 프락토올리고당은 설탕의 과당 잔기에 과당 분자를 1-3개 정도 β 결합시킨 것으로 이소말토올리고당보다 보습성이 크다(Spiegel JE 등 1994).

따라서 본 연구는 설탕의 50%를 대표적 올리고당인 이소말토올리고당과 프락토올리고당으로 대체한 쌀스폰지케이크의 품질 특성을 검토하여 저열량 쌀스폰지케이크 제조를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

쌀은 충남 아산에서 수확된 새추청벼(2005년산)를 구입하여 쌀가루 제조에 사용하였다. 이 외에 설탕(삼양사), 올리고당(삼양제넥스), 소금(만나산업), 버터((주)웰가), 우유(매일유업), 달걀(유정란, 풀무원), 베이킹파우더(제니코산업)를 스폰지케이크 제조에 사용하였다. 올리고당으로는 이소말토올리고당(썬올리고 M500, 액당)과 프락토올리고당(썬올리고, 액당)을 사용하였다.

2. 방법

1) 쌀가루 제조

쌀은 실온에서 10시간 수침 후 제분하여 100메시 표준체를 통과시켜 제빵용 쌀가루로 사용하였다.

2) 스폰지케이크의 제조

감미료로 설탕만 사용한 대조군 스폰지케이크와 설탕의 50%를 이소말토올리고당 또는 프락토올리고당으로 대체한 스폰지케이크 등 3종류의 스폰지케이크를 공립법으로 다음과 같이 제조하였다. 먼저 달걀, 설탕, 올리고당, 소금, 물을 믹서(HL 600, Hobart, Ohio, USA)에 넣고 5분간 혼합한 후 쌀가루, 버터, 우유, 베이킹파우더를 넣고 다시 잘 혼합하였다. 반죽 600 g을 스폰지케이크 틀에 담아 180°C(위)/150°C(아래) 오븐(INFRA CE 308/30H, Watchtel, Germany)에서 40분간 구운 후 케이크 틀에서 꺼내어 실온에서 2시간 방냉 후 분석 시료로 사용하였다. 대조군의 재료 배합비는 쌀가루 300 g, 설탕 200 g, 달걀 600 g, 우유 50 g, 버터 50 g, 소금 1 g, 베이킹파우더 1 g, 물 24 g이었으며 올리고당을 사용한 스폰지케이크 제조시 올리고당이 수분 24%를 함유한 액당이었으므로 물을 첨가하지 않았다. 올리고당의 대체비율은 예비실험을 통해 선택도가 가장 높은 비율로 결정하였다.

3) 일반성분

쌀가루의 일반성분은 다음과 같이 분석하였다. 즉 수분함량은 105°C에서 상압가열건조법으로, 조지방은 macro-kjeldahl법으로, 총당함량은 Bertland 법으로, 조회분은 550~600°C에서 작열 회화하여 측정하였다.

4) 반죽의 점도와 비중

반죽의 비중은 물 50 mL의 무게에 대한 반죽 50 mL의 무게의 비로 나타내었다(Kim CS과 Walker CE 1992). 반죽의 점도는 rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 케이크 반죽의 점도를 측정하였으며 측정조건은 plunger diameter, 15 mm; penetration depth, 15 mm; test type, viscosity test; test speed, 60 mm/sec; load cell, 2 kg 이었다.

5) 반죽의 pH

반죽의 pH는 pH meter(D-82326, Weinheim, Germany)

를 이용하여 측정하였다.

6) 수분함량과 굽기손실

스폰지케이크의 수분함량은 105℃에서 상압가열건조 방법으로 측정하였다. 스폰지케이크의 굽기손실은 반죽의 무게와 스폰지케이크의 무게를 이용하여 다음과 같이 산출하였다(Woo NRY와 Ahn MS 2004, Summu G 등 2005).

$$\text{굽기손실(\%)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)} - \text{스폰지케이크의 무게(g)}}{\text{반죽의 무게(g)}} \times 100$$

7) 비체적과 부피지수

스폰지케이크의 비체적은 스폰지케이크 부피에 대한 스폰지케이크 무게의 비로 산출하였다. 부피지수는 스폰지케이크의 단면을 잘라 AACC 10-91(1983)에 따라 5곳의 높이를 측정하여 평균치로 나타내었다. 스폰지케이크의 부피는 종실법으로 측정하였다.

8) 색도

스폰지케이크 표면 및 내부의 색도는 분광색차계(JX777, C.T.S. Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 L값, a값, b값을 측정하였다. 표준색판은 L값은 93.26, a값은 0.58, b값은 1.03이었다.

9) 조직감

Rheometer(Compac-100Ⅱ, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 견고성, 응집성, 탄력성, 감성, 부서짐성을 측정하였다. 측정조건은 plunger diameter, 15 mm; test type, mastication test; penetration depth, 15 mm; test speed 60 mm/sec; load cell, 2kg이었다.

10) 관능검사

식품영양학과 재학생 10명을 대상으로 기공의 균일성(1: very irregular - 7: very uniform), 표면 및 내부의 색(1: very light - 7: very dark), 단맛(1: very weak - 7: very strong), 부드러운 정도(1: very firm - 7: very soft), 촉촉한 정도(1: very dry - 7: very moist), 선호도(1: dislike very much - 7: like very much) 등의 특성을 7점 평점법으로 평가하도록 하였다.

11) 통계분석

실험결과는 SAS통계프로그램(version 12.0, SPSS Institute Inc., Chicago, USA)을 사용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test로 시료 간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루의 일반 성분

쌀가루의 일반성분은 수분 12.65%, 총당 76.70%, 조단백질 9.46%, 조지방 1.03%, 회분 0.16%이었다.

2. 반죽의 특성

설탕의 50%를 올리고당으로 대체한 스폰지케이크 반죽의 점도, 비중, pH를 측정하여 Table 1에 나타내었다. 설탕의 50%를 프락토올리고당으로 대체한 스폰지케이크의 반죽과 설탕의 50%를 이소말토올리고당으로 대체한 스폰지케이크의 반죽은 설탕만 사용한 대조군 스폰지케이크의 반죽에 비해 1.4-1.6배 정도 높은 점도를 나타내었으며, 이소말토올리고당을 사용한 반죽의 점도가 가장 높았다. Kim CS와 Lee YS (1997)은 이소말토올리고당을 사용한 케이크의 반죽이 가장 높은 점도를 보인 것은 50% 이소말토올리고당 용액의 점도가 다른 다 용액에 비해 높기 때문이라고 하였다. 프락토올리고당은 이소말토올리고당과 비슷한 점도를 나타내며 설탕보다 조금 높은 점도를 나타내므로(Kim JR 등 1995), 올리고당을 사용한 반죽이 설탕만 사용한 반죽에 비해 낮은 점도를 보이는 것은 당 용액의 점도와 관련있는 것으로 생각되며 향 후 자세히 검토되어야 할 것으로 사료된다. 반죽의 비중은 설탕만 사용한 반죽 0.83, 이소말토올리고당을 사용한 반죽 0.73, 프락토

Table 1. Viscosity, specific gravity and pH of rice flour sponge cake batters with oligosaccharide.

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Viscosity (dyne · cm ⁻²)	222359.9 ^c	365354.1 ^a	318613.6 ^b
Specific gravity	0.83 ^a	0.73 ^b	0.72 ^b
pH	7.44 ^c	7.49 ^b	7.52 ^a

^{a,c} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level.

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide

리고당을 사용한 반죽 0.72로서, 올리고당 사용에 의해 반죽의 비중이 감소하였다. 반죽할 때 혼입되는 공기의 양이 많을수록 반죽은 더 가벼워져 비중이 낮아지므로 올리고당 사용시 대조군에 비해 더 많은 양의 공기가 혼입되어 반죽의 비중이 감소된 것으로 생각된다. Johnson JM 등(1989)은 엔젤케이크 제조 시 설탕의 50% 이상을 고과당옥수수시럽으로 대체한 반죽의 비중이 낮아졌다고 하였으며, Ohide 등(1994)에 의하면 설탕의 50%를 coupling sugar로 대체한 스펀지케이크 반죽의 비중이 낮아졌다. Sahi SS와 Alava JM(2003)은 스펀지케이크를 반죽할 때 혼입되는 공기의 양은 믹싱 속도, 반죽의 점도, 반죽의 표면장력의 영향을 받는다고 하였으며, Kim CS와 Walker CE(1992)은 스펀지케이크 반죽의 점도는 반죽에 혼입되는 공기의 양에 영향을 주며 반죽의 점도가 클수록 반죽에 더 많은 공기가 혼입된다고 보고하였다. 따라서 올리고당을 사용한 반죽의 점도 증가는 비중 감소와 관련있는 것으로 생각된다. 한편 반죽의 pH는 7.44-7.52으로 약 알칼리성을 나타내었으며, 올리고당을 사용한 반죽의 pH는 대조군에 비해 높았으나 차이는 그리 크지 않았다 ($p < 0.05$). 반죽의 pH는 스펀지케이크의 착색 정도에 영향을 주어 반죽의 pH가 높을수록 아미노-카보닐 반응이 잘 진행된다.

3. 굽기 손실과 스펀지케이크의 수분함량

스펀지케이크의 굽기 손실과 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 굽기 손실은 대조군 스펀지케이크 12.50%, 이소말토올리고당을 사용한 스펀지케이크 11.87%, 프락토올리고당을 사용한 스펀지케이크 11.67%로 올리고당을 사용한 스펀지케이크의 굽기 손실이 적었다. 한편 스펀지케이크의 수분함량은 대조군에 비해 올리고당을 사용한 것이 높았다. Berglund PT와 Hertsgaard

Table 2. Baking losses and moisture contents of rice flour sponge cake batters with oligosaccharide.

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Baking loss (%)	12.50 ^b	11.87 ^b	11.67 ^b
Moisture contents (%)	40.62 ^b	41.85 ^a	41.70 ^a

^{a-b} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level.

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide

DM(1986)와 Sumnu G 등(2005)은 스펀지케이크를 굽는 동안에 일어나는 굽기 손실은 수분 보유력과 관련 있다고 하였다. Pong L 등(1991)은 과당, 아스파탐, 폴리텍스트로오즈로 구성된 당 혼합물을 사용한 컵케이크가 설탕을 사용한 것에 비해 높은 수분함량을 나타낸 것은 당 혼합물 중의 과당과 폴리텍스트로오즈의 보수력이 크기 때문이라고 하였다. 따라서 올리고당이 설탕에 비해 보습성이 크기 때문에 올리고당 사용 케이크가 대조군 케이크에 비해 굽기 손실은 적고 수분 함량이 높은 것으로 생각된다.

4. 스펀지케이크의 비체적과 부피지수

스펀지케이크의 비체적과 부피지수를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 설탕만 사용한 대조군 스펀지케이크의 비체적은 2.46 cm³/g, 설탕의 50%를 이소말토올리고당과 프락토올리고당으로 대체한 스펀지케이크의 비체적은 각각 2.57 cm³/g, 2.60 cm³/g으로 올리고당을 사용한 스펀지케이크의 비체적이 대조군에 비해 높았으며 두 종류의 올리고당 간에는 유의적 차이가 없었다. 부피지수도 올리고당 사용 케이크가 대조군에 비해 높은 값을 나타내었다. 당의 종류는 standing height에 영향을 주며 반죽의 점도가 높으면 더 강한 기포막을 형성하여 기포를 안정화시키며(Pong L 1991), 반죽할 때 형성된 기포의 안정성은 기포가 반죽 표면으로 떠오르는 속도의 영향을 받으며 반죽의 점도가 충분히 높아야 기포가 쉽게 표면으로 이동하여 손실되지 못하여 기포가 안정화된다(Handlemen AR 1961 등, Kim CS와 Walker CE 1992). Sahi SS와 Alava JM(2003)에 의하면 스펀지케이크 제조 시 유화제를 첨가하면 반죽의 점도가 증가되어 기포가 반죽 표면으로 확산되는 속도를 늦추고 기포를 안정화시키며, Murano PS와 Johnson JM(1998)은 구울 때 기포의 불안정화는

Table 3. Specific loaf volumes and volume indices of rice flour sponge cakes with oligosaccharides.

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Specific loaf volume (cm ³ /g)	2.46 ^b	2.57 ^a	2.60 ^a
Volume index (cm)	5.10 ^b	5.27 ^a	5.30 ^a

^{a-b} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level.

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide

케이크의 부피를 감소시킨다고 하였다. 따라서 올리고당은 스폰지케이크 반죽의 점도를 증가시켜 반죽할 때 많은 양의 공기를 혼입시키고 이 때 형성된 기포를 안정화시켜 스폰지케이크의 비체적과 부피지수가 증가된 것으로 생각된다.

5. 스폰지케이크의 색도

스폰지케이크 표면 및 내부의 색도를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 표면의 L값은 올리고당을 사용한 스폰지케이크가 설탕만 사용한 대조군에 비해 낮았으며 이소말토올리고당을 사용한 스폰지케이크가 가장 낮은 L값을 나타내었다. a값은 올리고당을 사용한 스폰지케이크가 설탕만 사용한 대조군에 비해 높았다. 따라서 올리고당을 사용한 스폰지케이크의 표면 색도는 대조군에 비해 더 어둡고 진한 붉은색을 띠는 것을 알 수 있었다. 스폰지케이크 내부의 색도는 설탕의 50%를 올리고당으로 대체한 스폰지케이크가 대조군에 비해 L값은 낮았으며 b값은 높아 올리고당 사용에 의해 더 어둡고 노란색이 진한 스폰지케이크가 제조되었다(p<0.05). 스폰지케이크는 당의 캐러멜화와 아미노-카보닐 반응에 의해 착색되며 당의 종류가 갈변반응 속도에 영향을 주는데 환원당이 비환원당인 설탕보다 빠른 속도로 갈변 반응이 진행된다(Raidle MA와 Klein BP 1983, Chun YH 등 1986). Coleman PE와 Harbers CAZ(1983)에 의하면 설탕을 고과당옥수수시럽으로 대

Table 4. Color values of rice flour sponge cakes with oligosaccharides

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Crust			
L*	49.44 ^a	40.54 ^c	42.51 ^b
a**	+14.50 ^c	+15.92 ^b	+17.14 ^a
b***	+36.75	+35.92	+36.44
Crumb			
L	77.36 ^a	76.03 ^b	75.23 ^a
a	- 4.11	- 3.42	- 3.22
b	+27.02 ^b	+28.57 ^a	+28.78 ^a

^{a-c} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level.

* lightness ;

** redness(+)/greeness(-) ;

*** yellowness(+)/blueness(-).

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide.

체한 엔젤케이크 표면의 색은 더 어둡고 더 붉은색을 나타냈으며, Johnson JM 등(1989)은 고과당옥수수시럽을 사용한 스폰지케이크의 갈색화는 고과당옥수수시럽에 존재하는 단당류가 아미노-카보닐 반응에 참여했기 때문이라고 하였다. Lin SD 등(2003)은 설탕의 25%, 50%를 erythritol로 대체한 스폰지케이크의 색도가 설탕만 사용한 것과 유의적 차이를 나타내지 않은 것은 erythritol이 설탕에 비해 열안정성이 높아 아미노-카보닐 반응을 일으키는 아미노산과 반응하지 못했기 때문이라고 하였다. 프락토올리고당은 설탕에 비해 캐러멜화나 아미노-카보닐 반응을 잘 일으키며(Kim JR 등 1995), 환원당인 이소말토올리고당과 프락토올리고당은 비환원당인 설탕에 비해 쉽게 아미노-카보닐 반응에 참여하여 빠른 속도로 갈색화가 진행되어 올리고당 사용 스폰지케이크가 대조군에 비해 표면의 색은 더 어둡고 진한 붉은색을 띠며, 내부는 더 어둡고 진한 노란색을 띠게 된 것으로 생각된다.

6. 스폰지케이크의 조직감

스폰지케이크의 조직감을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 올리고당을 사용한 스폰지케이크는 설탕만 사용한 대조군 스폰지케이크에 비해 견고성이 낮았다. Kim CS와 Walker CE(1992)는 설탕의 50%를 텍스트로오즈로 대체함에 따라 케이크의 견고성이 낮아졌는데 이는 텍스트로오즈가 케이크의 수분 함량을 증가시켜 더 촉촉한 케이크가 만들어졌기 때문이라고 하였다. 스폰지케이크의 견고성은 반죽의 비중, 스폰지케이크의 비체적과 관련있으므로 반죽의 비중이 높거나 스폰지케이크의 비체적이 작으면 더 치밀한 내부 구조를

Table 5. Textural properties of rice flour sponge cakes with oligosaccharides

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Hardness(g · cm ⁻²)	453.03 ^a	317.95 ^c	351.53 ^b
Cohesiveness(%)	86.63	85.68	85.81
Springiness(%)	80.92	80.61	81.96
Chewiness(g)	116.34 ^a	93.12 ^c	102.45 ^b
Brittleness(kg)	9.53 ^a	7.95 ^b	7.36 ^b

^{a-c} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level.

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide

형성하여 단단한 스펀지케이크가 만들어진(Sahi SS 와 Alava JM 2003). 따라서 올리고당을 사용한 스펀지 케이크가 대조군에 비해 낮은 견고성을 보인 것은 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군에 비해 반죽의 비중이 낮고 수분함량과 비체적이 높기 때문으로 생각된다. 부서짐성과 씹힘성은 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군보다 낮았으며, 응집성과 탄력성은 시료 간에 유의적 차이를 보이지 않았다.

7. 스펀지케이크의 관능적 특성

스푼지케이크의 관능적 특성을 검토하여 Table 6에 나타내었다. 스펀지케이크의 기공은 이소말토올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군 스펀지케이크에 비해 더 균일하였으며, 프락토올리고당을 사용한 스펀지 케이크는 대조군과 기공의 균일성에서 유의적 차이를 보이지 않았다. Pong L 등(1991)은 당의 종류가 컵케이크의 기공 균일성에 영향을 주며 아스파탐, 과당, 폴리덱스트로오즈로 구성된 당 혼합물을 사용한 컵케이크가 설탕을 사용한 컵케이크에 비해 더 균일한 기공 구조를 형성했다고 하였다. 표면의 색은 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군에 비해 더 진했으며 내부의 색은 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군에 비해 더 진하게 평가되었으나 유의적 차이는 없었다(p<0.05). Lin SD와 Lin SN(2001)은 설탕을 사용한 케이크의 갈변은 캐러멜화 때문이라고 하였으며, Koepsel KM과 Hosney RC(1980)은 고과당옥수수시럽을 사용한 케이크의 갈변은 고과당옥수수시럽 중의 단당

류에 의한 아미노-카보닐 반응 때문이라고 하였다. Volpe T와 Meres C(1976)는 반죽의 pH가 6.0보다 낮으면 케이크는 아미노-카보닐 반응이 케이크의 착색에 큰 영향을 주지 않는다고 하였다. 대조군과 올리고당을 사용한 스펀지케이크 반죽의 pH는 7.44-7.52이었므로 캐러멜화보다는 아미노-카보닐 반응이 케이크의 착색에 더 큰 영향을 주며, 환원당인 올리고당은 아미노-카보닐 반응에 쉽게 참여하여 더 진한 색을 띠는 케이크가 제조된 것으로 생각된다. 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군 스펀지케이크에 비해 약한 단맛을 나타내며 더 부드럽고 더 촉촉한 것으로 평가되었는데, 이는 올리고당의 감미도가 설탕의 1/2 정도로 약하고 수분 보습효과가 크기 때문이다(Kim JR 등 1995). Stanyone P와 Costello O(1990)는 보습성이 큰 폴리덱스트로오즈를 사용한 비스킷이 설탕만 사용한 비스킷 보다 더 촉촉하다고 하였다. 선호도는 올리고당을 사용한 케이크가 대조군에 비해 높았으며 이소말토올리고당을 사용한 케이크의 선호도가 가장 높게 나타났다. 스펀지케이크의 기공의 균일성을 제외한 다른 관능적 특성은 올리고당을 사용한 두 종류의 케이크간에 유의적인 차이가 없었으므로 선호도의 차이는 기공의 균일성 차이에 의한 것으로 생각된다.

IV. 요 약

설탕의 50%를 이소말토올리고당 또는 프락토올리고당으로 대체한 쌀스푼지케이크의 품질 특성을 검토하였다. 올리고당을 사용한 스펀지케이크는 설탕만 사용한 대조군 스펀지케이크에 비해 반죽의 점도는 높고 비중은 낮았다. 올리고당 사용시 스펀지케이크의 굽기 손실은 감소하고 수분함량, 비체적, 부피 지수는 증가하였다. 스펀지케이크 표면 및 내부의 L값은 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군에 비해 낮아 더 어두운 스펀지케이크가 만들어진 것을 알 수 있었다. 올리고당을 사용한 스펀지케이크는 대조군에 비해 견고성, 씹힘성, 부서짐성이 낮아졌다. 관능검사에 의하면 올리고당을 사용한 스펀지케이크는 대조군에 비해 표면의 색이 진하고 단맛이 약하며 더 부드럽고 더 촉촉한 것으로 평가되었다. 선호도는 올리고당을 사용한 스펀지케이크가 대조군에 비해 높았으며 이소말토올리고당을 사용한 스펀지케이크가 가장 높은 선호도를 나

Table 6. Sensory properties of rice flour sponge cakes with oligosaccharide

	Sweetener		
	SU ¹⁾	SU+IMO ²⁾	SU+FO ³⁾
Cell uniformity	3.71 ^b	4.86 ^a	3.83 ^b
Crust color	5.49 ^b	6.35 ^a	6.75 ^a
Crumb color	3.71	4.09	4.29
Sweetness	4.83 ^a	3.21 ^b	3.54 ^b
Softness	3.32 ^b	4.75 ^a	4.79 ^a
Moistness	3.86 ^b	5.14 ^a	5.05 ^a
Acceptability	3.29 ^c	5.54 ^a	4.36 ^b

^{a-c} Different superscripts within a row indicate significantly different at 5% level. Each panel marked a response on a 7-point rating.

¹⁾ 100% sucrose;

²⁾ 50% sucrose+50% isomaltooligosaccharide;

³⁾ 50% sucrose+50% fructooligosaccharide

타내었다.

참고문헌

- AACC. 1983. Approved method of the AACC. 8th ed., American association of cereal chemists, St. paul, MN, USA.
- Attita E, Shehatta HA, Askar A. 1993. An alternative formula for the sweetening of reduced-calorie cakes. *Food Chem* 48:169-172
- Berglund PT, Hertsgaard DM. 1986. Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies and muffins. *J Food Sci* 51:640-644
- Chun YH, Kim CK, Kim WJ. 1986. Effect of temperature, pH and sugar on kinetic property of Maillard reaction. *Korean J Food Sci Technol* 18:55-60
- Freeman TM. 1989. Sweetening cake and cake mixes with alitame. *Cereal Foods World* 34:1031-1035
- Handleman AR, Conn JF, Lyons JW. 1961. Bubble mechanics in thick foams and their effects on cake quality. *Cereal Chem* 38:294-305
- Hitaka H. 1990. Functions of fructooligosaccharides *Food Sci Industry* 27:103-109
- Ishibashi N, Shimamura S. 1993. Bifidobacteria-activity and potential benefits. *Food Tech* 35:126-134
- Johnson JM, Harris CH, Barbeau WE. 1989. Effects of high-fructose corn syrup replacement for sucrose on browning, starch gelatinization and sensory characteristics of cakes. *Cereal Chem* 66(3):155-157
- Kim CS, Lee YS. 1997. Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Soc Food Sci* 13(2):204-212
- Kim CS, Walker CE. 1992. Interaction between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model system. *Cereal Chem* 69(2):206-212
- Kim JR, Yook C, Kwon HK, Hong SY, Park CK, Park KH. 1995. Physical and physiological properties of isomaltooligosaccharides and fructooligosaccharides. *Korean J Food Sci Technol* 27(2):170-175
- Koepsel KM, Hosney RC. 1980. Effects of corn syrups in layer cakes. *cereal Chem* 57:49-54
- Lin SD, Hwang CF, Yeh CH. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *J Food Sci* 68(6):2107-2110
- Lin SD, Lin SN. 2001. Studies in the application of isomaltooligosaccharide syrup/sucrose in chiffon cake. *Taiwan J Agri Chem Food Sci* 39:76-86
- Lombardo YB, Drago S, Chicco A, Fainstein-Day P, Gutman R, Galiardino JJ, Goemes DCL. 1996. Long-term administration of a sucrose-rich diet to normal rats: relationship between metabolic and hormonal profiles and morphological changes in the endocrine pancreas. *Metabol Clin Exp* 45:1527-1532
- Murano PS, Johnson JM. 1998. Volume and sensory properties of yellow cakes as affected by high fructose corn syrup and corn oil. *J Food Sci* 63(6):1088-1092
- Ohide K. 1994. Investigation of batter whipping condition on the sponge cake quality by using coupling sugar. *J Cookery Sci Japan* 27(3):176-182
- Park KH. 1992. Development of new carbohydrates as food ingredients. *Food Sci Industry* 25:73-82
- Pong L, Johnson JM, Barneau WE, Stewart DL. 1991. Evaluation of alternative fat and sweetener systems in cupcakes. *Cereal Chem* 68(5):552-555
- Raidle MA, Klein BP. 1983. Effect of soy or field pea flour substitution on physical and sensory characteristics of chemically leavened quick breads. *Cereal Chem* 60:367-370
- Sahi SS, Alava JM. 2003. Functionality of emulsifier in sponge cake production. *J Sci Food Agri* 83:1419-1429
- Spiegel JE, Rose R, Karabell P, Frankos VH, Schmitt DF. 1994. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. *Food Tech* 48:85-89
- Stanyone P, Costello C. 1990. Effect of wheat bran and polydextrose on the sensory characteristics of biscuits. *Cereal Chem* 67:545-547
- Sumnu G, Sahin S, Sevimli M. 2005. Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking. *J Food Engineering* 71:150-155
- Tomomatsu H. 1994. Health effects of oligosaccharides. *Food Tech* 48:61-65
- Volpe T, Meres C. 1976. Use of high fructose syrups on white layer cake. *Bakers Dig* 50(2):38-43
- Woo NRY, Ahn MS. 2004. The study of the quality characteristics of cake prepared with fat substitute. *Korean J Food Culture* 19(5) : 506-515

(2007년 7월 4일 접수, 2007년 7월 19일 채택)