

## 자일리톨 첨가가 식빵의 특성에 미치는 영향

†이수정 · 백재은 · 한명륜\*

부천대학 식품영양과, \*해전대학 식품영양과

### Effect of Xylitol on Bread Properties

†Soo-Jeong Lee, Jae-Eun Paik and Myung-Ryun Han\*

Dept. of Food and Nutrition, Bucheon College, Bucheon 420-735, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon College, Hongsung 350-702, Korea

#### Abstract

This study investigated the quality characteristics of breads manufactured with xylitol. Four different concentrations(0, 5, 7, and 10%) of xylitol were added to the bread-making flour. Volume, color, the visco-elastic properties of the dough, and bread texture were analyzed. The dough volumes of the xylitol treatments during fermentation, as well as the final volumes of the xylitol breads were lower than those of the control dough and bread. Onset temperature slightly increased with the xylitol concentration, but enthalpy changed minimally. Finally, the hardness of the bread positively increased with the xylitol concentration.

Key words: quality characteristics, xylitol concentration, volume, color, visco-elastic properties, hardness.

#### 서 론

저칼로리 식품은 특별한 기능을 가진 제품이나 몸매 관리를 위해 그 수요가 꾸준히 증가하고 있다<sup>1)</sup>. 원래 당뇨 환자나 심장병 같은 특별한 의학적 문제가 있는 사람들이 주로 저칼로리 식품을 이용하여 왔으나, 최근에는 다이어트를 위해서도 이를 섭취하고자 하는 소비자 요구도가 늘어나고 있다<sup>2-5)</sup>.

저칼로리 식품이란 일반적으로 세 가지 형태의 식품을 일컫는 말이다. 첫째는 체중 감소를 위해 개발된 식품이며, 두 번째 형태는 일반 식품에서 칼로리를 줄인 식품들이며, 세 번째는 원래 칼로리가 낮은 식품이다. 성인 여성 인구의 60%는 몸매 관리를 위해 저칼로리 식품을 찾고 있으며, 일반인 중 특히 심장에 문제가 있거나 당뇨가 있는 사람들은 체중 관리가 필요하며, 저칼로리 식품은 이런 부류의 사람들에게는 꼭 필요한 식품이라 할 수 있다<sup>1)</sup>. Hendley와 Seymour<sup>1)</sup> 및 Gliemmo 등<sup>6)</sup>은 음료, 스프레드, 빵 등 다양한 식품의 형태에

있어 저칼로리 식품이 개발되었으며, 특히 저지방 우유나 요쿠르트와 같이 유제품에 있어서는 널리 이용되고 있고, 이러한 제품에 대한 소비자 요구도의 증가로 인하여 저칼로리 식품 시장은 훨씬 더 커지고 다양해질 것이라고 하였다.

저칼로리 식품에는 설탕을 대체한 다양한 감미료(acesulfame-K, cyclamates, aspartame 등)가 사용되고 있다<sup>2)</sup>.

자일리톨은 pentose-sugar alcohol이라 불리는 천연 소재 감미료로 다른 당류에 비해 인체 내 흡수가 적고 설탕의 1/2 정도의 칼로리를 가지며<sup>7)</sup>, 서양오얏, 딸기, 커리플라워 등에 많이 함유<sup>8)</sup>되어 있고 인체 내 대사과정에서 소량이 생산되며, 주로 충치를 막기 위한 치잉검의 형태로 개발되어 식품 시장에서 성공하였다<sup>9,10)</sup>. 이 후, 혈당치는 상승시키지 않으며, 설탕과 유사한 당도를 지니고 있어 인슐린 비의존성 당뇨 환자를 위한 중요한 당 대체원료로의 이용은 물론, 식품, 화장품, 의약품 및 화학약품 등의 생산 원료로 그 기능이 점점 확대되고 있다<sup>11-13)</sup>.

† Corresponding author: Soo-Jeong Lee, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon College, 424 Simgok-dong, Wonmi-gu, Bucheon 420-735, Korea.

Tel: +82-32-610-3445, Fax: +82-32-610-3445, E-mail: gerda@bc.ac.kr

자일리톨은 구강 내에서 대표적인 충치발생균인 유탄스균 (*Streptococcus mutans*)이 산을 생성하는 것을 억제하며, 치아 표면의 세균막인 플라그의 형성을 감소시켜 pH 저하를 억제함으로써 충치 예방 기능을 수행한다고 한다<sup>9</sup>). 또한, 구강제품에만 이용하던 경향<sup>9,14</sup>)을 벗어나 최근에는 다이어트 제품 및 골다공증 제품 등에도 그 이용 범위가 넓어지고 있다<sup>15</sup>).

그러나 사용량에 있어 아직은 정확한 함량이 정해지지 않고 있으며, 지나치게 섭취할 경우 설사 등의 문제를 초래할 수도 있다고 보고되고 있다<sup>16,17</sup>).

당알콜 특히 자일리톨을 감미료로 하여 연구한 국내의 논문은 대부분 케이크<sup>18,19</sup>) 및 김치<sup>20,21</sup>)에 대한 연구와 치과계 질환과 관련된 연구<sup>22,23</sup>)가 대부분으로 식빵에 대한 연구는 없었다. 또한, 식빵 자체에 대한 연구에서는 대다수가 다른 분말을 혼합하여 제조하고 그 특성을 살펴보았다<sup>24~28</sup>).

일반적으로 당뇨 환자들은 빵이나 케이크, 약과 등과 같은 제품들에 대한 식욕이 강하다. 그러나 이들 제품들은 당과 지방의 함량이 높아 당뇨 환자에게는 일반적으로 제한식품으로 취급되고 있다.

이러한 이유로 인하여 당뇨 환자를 위한 저칼로리용 제품을 개발하기 위한 일환으로 설탕을 자일리톨로 대체했을 경우, 식빵의 여러 가지 특성에 미치는 영향을 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

자일리톨(LF Co, Ltd, Seoul, Korea)은 (주)LFC로부터 제공받아 사용하였으며, 밀가루(Daehan Flour Mill Co, Ltd, Seoul, Korea)는 강력분 1등급을, 설탕(Samyang Co, Ltd, Seoul, Korea)은 정백당을 이용하였으며, 이스트(Algist Bruggeman, Loogerbruggekaai, Belgium)는 인스틴트 이스트를, 이스트 푸드(Jenico Foods Co, Ltd, Seoul, Korea), 쇼트닝(Wellga Inc. SP, Sungnam, Korea), 분유, 소금 등을 사용하였다.

### 2. 식빵의 제조

식빵은 전 등<sup>29</sup>)의 비상 스트레이트법을 이용하여 밀가루 함량은 모든 실험군에서 동량으로 하고 자일리톨 함량과 이에 따른 수분함량만 달리하여 Table 1의 배합 비율을 결정하였다. 배합 비율별로 쇼트닝을 제외한 모든 재료를 믹싱볼(Daeyoung Bakery, Incheon, Korea)에 넣어 혼합하고 클린업 상태에서 유지 투입 후 다시 혼합하고, 온도 27±1℃, 상대습도 75%인 발효실에서 1차 발효를 실시하였다. 1차 발효 후 180 g씩 분할하여 각각을 둥글리기를 행한 후 실온에서 중간 발효시키고 성형하여 팬닝한 것을 38℃에서 2차 발효 후 오

**Table 1. Ingredient composition of bread containing xylitol**  
(unit: g)

Ingredient	Control	A	B	C	D
Flour	300	300	300	300	300
Water	186	186	186	195	201
Yeast	12	12	12	12	12
Yeast food	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Sugar	30	15	0	0	0
Xylitol	0	15	30	21	15
Shortening	24	24	24	24	24
Milk powder	18	18	18	18	18
Salt	12	12	12	12	12

븐에서 구워 내었다.

### 3. 반죽의 일반성분

자일리톨 함량을 달리한 반죽의 수분과 회분은 AACC법<sup>30</sup>)에 준하여 실시하였으며, 조단백질은 Kjeldahl법<sup>31</sup>)으로 측정하였다.

### 4. 반죽의 Differential Scanning Calorimetry(DSC) 특성 분석

자일리톨의 함량의 변화가 반죽의 호화 및 노화에 미치는 영향을 살펴보고자 DSC(Differential Scanning Calorimeter, Perkin-Elmer Co, Connecticut, USA)를 이용하여 Donovan 등<sup>32</sup>)의 방법에 따라 호화개시온도, 호화엔탈피 등을 측정하였다. 주사율(scanning rate)은 5℃/min으로 하여 40℃부터 시작하여 140℃까지 측정하였으며, 측정 중 수분 팽창에 의해 측정용기가 터질 수도 있음을 고려하여 고온 측정에도 견딜 수 있는 스테인레스스틸 용기(stainless steel pan, Perkin-Elmer Co, Connecticut, USA)를 이용하였다. 각 시료와 수분의 비율은 1 : 2(dry basis)로 하였다.

### 5. 반죽의 발효 팽창력

Kwon 등<sup>33</sup>)의 방법을 이용하여 직경 8.7 cm인 1 l 메스실린더에, 제조한 반죽 170 g을 똑같은 조건으로 넣은 후 1차 발효 조건에서 각각 30, 60, 90분간 발효시키면서 반죽의 부피를 측정하고 발효 전 반죽 부피와 비교하였다.

### 6. 식빵의 당도

제조된 각각의 시료 5 g을 취하여 50 ml 시험관에 넣고 4배의 증류수를 가한 다음 진탕배양기를 이용하여 25℃에서 250 rpm의 속도로 1시간 동안 교반하고 1,000 rpm에서 1분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 굴절당도계를 이용하여

당도를 측정하였다.

### 7. 식빵의 부피

실험군별로 제조된 식빵의 무게는 한 시간 방냉 후 3회 반복 측정하였으며, 식빵의 부피는 수중밀도측정법<sup>34)</sup>을 이용하여 측정하였다. 제조된 시료를 각각 폴리에틸렌 랩의 무게를 최소한으로 하여 식빵에 물이 스며들지 않도록 잘 감싼 다음, 미리 무게를 측정한 물을 가득 채운 5 l 유리수조에 식빵을 완전히 잠기게 하고 흘러나온 물의 양을 측정하여 식빵의 부피를 구하였다.

### 8. 식빵의 색도

제조된 식빵의 색도는 색차계(Color and color difference meter, Sun Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이때 표준백판의 L a, b값은 각각 97.91, -0.38, 1.89였다.

### 9. 조직감 측정

제조된 식빵의 조직감은 Emmanuel 등<sup>35)</sup>의 측정방법을 응용하여, 식빵을 제조하고 실온에서 한 시간 방냉시킨 후 중앙 부위를 Texture analyzer(TA XT-2, Stable Micro System, Co, Ltd, Godalming, UK)를 이용하여 측정하였으며, 실험은 최소 9회 이상 반복 측정하였다. 텍스처 특성(Texture Profile Analysis) 측정조건은 Table 2와 같다.

### 10. 관능검사

자일리톨 함량에 따른 식빵의 관능적 특성은 각 시료에 대하여 색깔, 외관, 풍미, 맛, 부드러움, 씹힘성 및 전체적인 기호도를 김과 구<sup>36)</sup>의 방법에 따라 행하였으며, 매우 좋다(5점), 좋다(4점), 그저 그렇다(3점), 싫다(2점), 매우 싫다(1점)의 5점 평점법으로 검사하였다.

### 11. 통계처리

실험결과는 SAS 프로그램(ver. 9.1, 2003)을 이용하여 ANOVA

분석과 Duncan's multiple range test에 의해  $p < 0.05$  수준에서 시료들 간 유의성 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 반죽의 일반성분 분석

밀가루 함량에 대하여 자일리톨을 0, 5, 7, 10%의 비율로 하여 제조한 반죽의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 수분함량은 설탕을 사용한 대조구보다 자일리톨을 첨가했을 때 약간 높았다. 첨가한 자일리톨의 함량에는 큰 영향을 받지 않았으나 자일리톨의 특성 중 보습 특성이 있다고 보고한 Kim<sup>37)</sup>의 보고에서와 같이 설탕과는 달리 흡습한 수분을 보유하는 자일리톨의 특성으로 인해 약간의 수분함량 상승이 있는 것으로 추측된다.

조단백질, 조지방 및 조회분 함량 또한 시험군간에 차이가 미미하였다.

### 2. 반죽의 DSC 특성

각 시료의 특성을 DSC로 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 당 물질로 설탕을 사용하였을 때보다 자일리톨을 사용하였을 때 onset 온도가 약간 증가하는 경향을 띠었으며, 그리 큰 차이는 없었다. 또한, 호화 엔탈피는 대조구에 비해 자일리톨의 함량이 낮은 경우는 상승되어 전분의 호화에 더 많은 열(흡열반응)을 필요로 하였다. 이는 이 등<sup>18)</sup>의 자일리톨을 이용하여 제조한 케이크에 관한 연구에서와 유사한 경향이 었다.

### 3. 반죽의 발효 팽창력

반죽의 발효 특성을 살펴 본 결과는 Fig. 2와 같다. 또한, Fig. 3의 사진에서도 같은 조건에서 제조한 식빵의 부피가 다름을 알 수 있다.

**Table 3. Proximate composition of dough mix by xylitol content**  
(unit: %)

Sample	Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein (N×5.70)
Control <sup>1)</sup>	10.93	0.47	1.03	14.20
A	11.16	0.55	0.99	14.09
B	11.31	0.49	1.02	14.40
C	11.20	0.48	1.02	14.63
D	11.17	0.48	1.01	14.65

<sup>1)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

**Table 2. The condition of texture profile analysis of dough**

Sample height	15 mm
Test mode & option	TPA
Test speed	1.0 mm/sec
Strain	60%
Reaction time	3 sec
Trigger type	auto
Trigger force	10 g
Clearence	25 mm

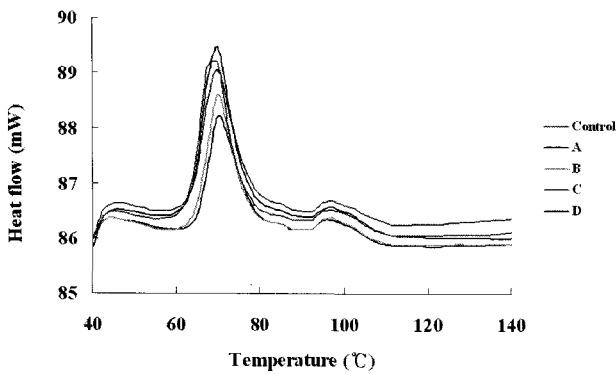


Fig. 1. DSC curve of the dough mix with various xylitol concentration.

Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

설탕을 사용하였을 때보다 자일리톨을 사용하였을 때 같은 발효 시간 동안의 부피는 그 함량이 증가함에 따라 약간씩 감소함을 알 수 있었다. 자일리톨 관련 사이트<sup>4)</sup>, Durairaj 등<sup>10)</sup>과 Guo 등<sup>38)</sup>의 보고와 같이 첨가된 자일리톨이 효모의 활성을 억제하여 나타난 결과로 추정되며, 김과 이<sup>19)</sup> 및 Emmanuel 등<sup>35)</sup>의 결과와도 유사하였다.

4. 식빵의 당도

제조된 식빵의 당도를 측정한 결과는 Table 4와 같았다. 설탕을 사용하였을 때보다 당알콜을 사용하였을 경우, 설탕의 약 70~80% 정도의 당도를 나타낸다는 보고<sup>4)</sup>와 같은 경향을 나타내어 당도가 낮은 식품을 원하는 당뇨 환자에게 효과적일 수 있음을 알 수 있었다.

5. 식빵의 부피

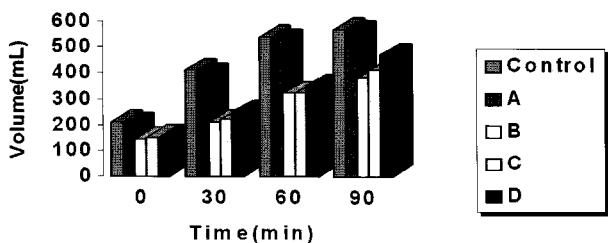


Fig. 2. Volume changes of the dough containing xylitol during fermentation stage.

Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

Table 4. Sweetness of bread

Sample	Control <sup>1)</sup>	A	B	C	D
Sweetness	3.7	3.6	3.2	3.2	3.2

<sup>1)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

다 구워진 식빵의 부피를 측정한 결과는 Table 5와 같았다.

식빵의 부피는 글루텐의 양과 질, 반죽 조건 특히 이스트나 당에 따라 많은 영향을 받으며, 많은 요소들이 복합적인 상호작용을 하는 것으로 알려져 있다<sup>39)</sup>. Table 5에서 보는 바와 같이 자일리톨의 함량이 증가할수록 대체적으로 식빵의 부피는 감소하는 것을 알 수 있었다. 이는 김과 이<sup>19)</sup>의 당알콜이 밀가루 전분의 호화를 억제하는 효과가 있다고 한 연구보고 및 Emmanuel 등<sup>35)</sup>의 결과와 같은 경향을 나타내었다.

6. 식빵의 색도

자일리톨의 함량을 달리하여 제조한 식빵의 색도는 Table 6과 같다.

빵 속살의 명도(L값)는 자일리톨을 5% 사용하였을 때가 설탕만을 사용하여 구운 식빵과 유사하였으며, 자일리톨 함량의 증가에 따라 약간씩 어두워지는 경향이 있었다. 또한, 황색도를 나타내는 b값은 자일리톨 함량의 증가에 따라 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 빵 겉질의 색도는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 자일리톨 함량이 높을수록 설탕만을 사용하여 구운 식빵의 겉질에 비해 갈변이 일어나지 않았다. 이는 Emmanuel 등<sup>35)</sup>이 보고한 바와 같이 polyol인 자일리톨이 빵 겉질색의 변화과정인 메일라드 반응에 크게 관여하지 않은 결과로 추측된다.

Table 5. Puffing rate of bread with various xylitol concentration

Sample	Loaf weight(A) (g)	Loaf volume(B) (mℓ)	B/A
Control <sup>1)</sup>	461±1.0	1,352±20	3.01
A	465±0.5	1,139±25	2.44
B	480±0.5	927±20	0.52
C	476±0.5	938±20	0.51
D	465±0.5	999±25	0.47

<sup>1)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

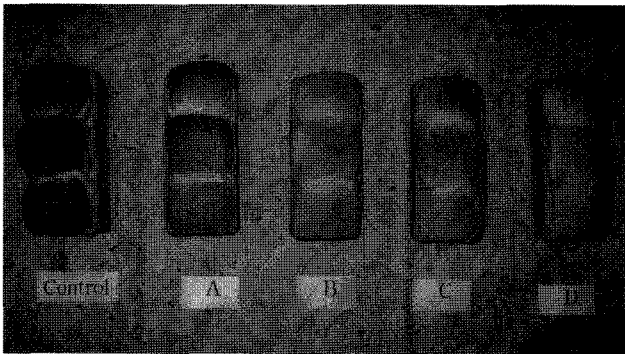
**Table 6. Hunter's color value of bread with various xylitol content**

Group	L	a	b
Control <sup>3)</sup>	86.91±0.91 <sup>1)a2)</sup>	-1.54±0.15 <sup>c</sup>	11.31±0.97 <sup>b</sup>
A	86.10±1.36 <sup>b</sup>	-1.02±0.09 <sup>b</sup>	11.22±0.74 <sup>b</sup>
B	84.63±1.07 <sup>b</sup>	-0.70±0.44 <sup>a</sup>	12.40±0.60 <sup>a</sup>
C	85.77±0.74 <sup>b</sup>	-1.09±0.11 <sup>b</sup>	12.31±0.50 <sup>a</sup>
D	86.17±0.60 <sup>b</sup>	-1.15±0.10 <sup>b</sup>	11.89±0.60 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values are means±SD,

<sup>2)</sup> Values with different superscript within a column are significantly different at  $p<0.05$  by multiple Duncan's test,

<sup>3)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

**Fig. 3. Appearances of bread with various xylitol concentration.**

Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

## 7. 조직감

각 식빵의 조직감을 측정된 결과는 Table 7과 같았다. 자일리톨 함량이 증가함에 따라 식빵의 경도는 증가하는

경향이었으며, 씹힘성과 겹성은 자일리톨의 함량이 증가함에 따라 증가하였으며, 설탕만으로 제조하였을 때보다도 다소 증가하는 경향이였다. 이는 앞의 발효 팽창력 실험 결과에서와 같이 발효시 자일리톨의 영향으로 발효가 제대로 일어나지 않았고, 또한 굽는 과정 중에도 자일리톨이 밀가루 전분의 호화를 지연시켜 오븐 내에서의 반죽의 팽창이 다르게 나타난 결과로 추측되며, 이는 Emmanuel 등<sup>35)</sup>의 결과와는 다른 경향이였다.

## 8. 기호도

식빵의 기호도를 5점법에 의해 실시하고, 이를 순위로 환산하여 계산한 결과는 Table 8과 같다.

전체적인 기호도는 대조구가 가장 좋았으나, 자일리톨 함량에 따라 기호도에 변화가 있었다. 자일리톨의 함량이 감소할수록 기호도가 좋았으며, 이는 자일리톨의 함량이 클 경우 이질감이 느껴지기 때문이라 여겨진다. 자일리톨의 함량이 클 경우, 입안에서 느껴지는 청량감이 커 다른 맛을 느낄 수 없게 만들기 때문이라 본다. 대조구가 실험구에 비해 기호도가 좋은 이유는 식빵의 외관, 빵겉질색 및 풍미에서 소비자가 갖고 있는 식빵에 대한 이미지에서 오는 결과로 보여지며, 본 연구를 더 진행하여 대조군과 유사한 부피 및 색도를 갖는 식빵을 제조하고자 레시피를 보정하여 2차 실험을 실시하였다. 1차 발효 시간을 30분으로 연장하고 2차 발효를 35분으로 연장하였으며, 굽기는 40분으로 하여 2차 실험을 행한 결과 대조군과 거의 유사한 식빵을 얻을 수 있었으며, 빵의 경도는 자일리톨 함유 식빵이 약간 단단하였으며, 시간이 경과한 후에도 자일리톨 함유 식빵이 약간 더 단단하였다. 그러나 이는 발효 및 굽는 시간이 증가한 것으로 인한 영향이라 생각되며, 일반 소비자들이 쉽게 감지할 수 있는 정도는 아니었다. 따라서 자일리톨 함량이 10%를 넘지 않는다면 설탕을 자일리톨로 대체하여도 큰 무리는 없을 것이며, 열량이나 당에 민감한 당뇨 환자에게는 식욕제한에서 오는 스트레스 해소에도 많은 도움이 될 것이다. 다만 설탕보다는

**Table 7. Textural characteristic of bread with various xylitol**

Variable	Control	A	B	C	D
Hardness	438.43±106.84 <sup>1)bc2)</sup>	534.60±69.52 <sup>a</sup>	513.96±105.45 <sup>ab</sup>	459.33±86.31 <sup>ab</sup>	460.03±48.64 <sup>ab</sup>
Springiness	0.83± 0.04 <sup>c</sup>	0.92± 0.03 <sup>a</sup>	0.92± 0.01 <sup>ab</sup>	0.89± 0.02 <sup>b</sup>	0.88± 0.01 <sup>b</sup>
Cohesiveness	0.59± 0.03 <sup>NS</sup>	0.60± 0.01 <sup>NS</sup>	0.61± 0.01 <sup>NS</sup>	0.60± 0.01 <sup>NS</sup>	0.60± 0.01 <sup>NS</sup>
Chewiness	215.49± 60.00 <sup>c</sup>	296.24±35.11 <sup>a</sup>	286.22± 55.79 <sup>ab</sup>	246.17±44.70 <sup>bc</sup>	246.21±42.69 <sup>bc</sup>
Gumminess	259.46± 62.30 <sup>b</sup>	322.37±43.88 <sup>a</sup>	311.72± 58.87 <sup>ab</sup>	275.37±48.86 <sup>ab</sup>	268.98±59.98 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Values are means±SD, <sup>2)</sup> Values with different superscript within a column are significantly different at  $p<0.05$  by multiple Duncan's test,

<sup>3)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

**Table 8. Sensory evaluation of the bread with various xylitol concentration**

Variable	Control	A	B	C	D
Color	3.18±1.08 <sup>NS</sup>	2.18±1.08 <sup>NS</sup>	2.18±1.17 <sup>NS</sup>	2.45±1.04 <sup>NS</sup>	2.47±1.01 <sup>NS</sup>
Appearance	3.18±1.08 <sup>(1)(2)</sup>	1.82±1.08 <sup>b</sup>	2.45±1.04 <sup>ab</sup>	2.55±1.04 <sup>ab</sup>	2.49±1.17 <sup>ab</sup>
Taste	3.27±1.19 <sup>a</sup>	2.18±1.08 <sup>b</sup>	2.27±1.01 <sup>b</sup>	2.27±1.01 <sup>b</sup>	2.27±1.01 <sup>b</sup>
Falvor	3.27±0.79 <sup>a</sup>	2.73±1.10 <sup>ab</sup>	2.00±1.18 <sup>b</sup>	2.00±1.00 <sup>b</sup>	2.01±1.00 <sup>b</sup>
Softness	3.09±1.04 <sup>NS</sup>	2.18±0.98 <sup>NS</sup>	2.09±1.04 <sup>NS</sup>	2.64±1.29 <sup>NS</sup>	2.69±1.09 <sup>NS</sup>
Chewiness	3.27±1.19 <sup>a</sup>	2.73±1.01 <sup>ab</sup>	1.73±0.79 <sup>c</sup>	2.27±1.01 <sup>bc</sup>	2.28±1.01 <sup>bc</sup>
Overall acceptance	2.91±1.22 <sup>NS</sup>	2.36±1.29 <sup>NS</sup>	2.18±0.98 <sup>NS</sup>	2.27±1.01 <sup>NS</sup>	2.27±1.04 <sup>NS</sup>

<sup>1)</sup> Values are means±SD, <sup>2)</sup> Values with different superscript within a column are significantly different at  $p<0.05$  by multiple Duncan's test,

<sup>3)</sup> Control; dough with 10% sugar, A; dough with 5% sugar+5% xylitol, B; dough with 10% xylitol, C; dough with 7% xylitol, D; dough with 5% xylitol.

자일리톨이 단가가 높기 때문에 이에 대한 고려가 되어야 할 것이다.

### 요약 및 결론

당뇨 환자용 저칼로리 식품 개발의 일환으로 설탕을 자일리톨로 대체했을 경우, 그 첨가되는 함량의 변화가 식빵의 특성에 미치는 영향을 살펴보고자 반죽의 DSC 특성, 발효 팽창력과 제조된 식빵의 색도, 당도 및 부피를 분석하고 관능검사를 행하였다.

반죽의 DSC 특성을 분석하고자 자일리톨로 당을 대체한 결과, onset 온도가 약간 상승하였으나 큰 차이는 없었다. 제조된 식빵의 당도는 설탕을 사용하였을 때보다 약간 낮아지는 경향이었으며, 반죽의 발효 팽창력과 식빵의 부피는 자일리톨 함량이 증가할수록 감소하여 자일리톨이 미생물의 활성을 억제함을 알 수 있었다. 식빵의 표면 사진과 색도 분석에서는 자일리톨이 빵 껍질색 형성에 관여하지 않음을 알 수 있었으며, 속살의 색 변화 또한 미미하였다. 텍스처 특성요인 중 경도는 자일리톨 함량의 증가할수록 약간 증가하는 경향으로, 이는 자일리톨 첨가 식빵의 발효가 일반적인 제빵공정에 따른 시간동안은 제대로 일어나지 않음으로 전체적으로 식빵의 부피가 작고 단단한 형태로 나왔다. 이로 인해 관능검사에서는 대조구보다 오히려 그 기호도가 떨어지는 결과가 되었다. 따라서 설탕을 자일리톨로 대체하고 그 함량을 5~7%로 하고 발효시간과 굽는 시간을 보정한다면 식빵의 맛, 조직감 및 기호도는 일반 설탕을 이용하여 구운 식빵과 큰 차이가 없고 당도는 낮은 식빵을 얻을 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. Hendley, BG and Seymour, V. Markets for low-calorie

foods, In: low-calorie products. pp.1-10. Elsevier Applied Science Publishing Co. Inc. NY. USA. 1988

- Blundell, JE, Rogers, PJ and Hill, AJ. Artificial sweeteners and appetite in man, In: low-calorie products. pp.147-170. Elsevier Applied Science Publishing Co. Inc. NY. USA. 1988
- Sandrou, DK and Arvanitoyannis, IS. Low-fat calorie foods : Current state and perspectives. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40:427-447. 2000
- Natah, SS, Hussien, KR, Tuominen, JA and Koivisto, VA. Metabolic response to lactitol and xylitol in healthy men. *Am. J. Clin. Nutr.* 65:947-950. 1997
- Talbot, JM and Fisher, KD. The need for special foods and sugar substitutes by individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 1:231-240. 1978
- Gliemmo, MF, Calvino, AM, Tamasi, O, Gerschenson, LN and Campos, CA. Interactions between aspartame, glucose and xylitol in aqueous systems containing potassium sorbate. *Lwt-Food Sci. Tech.* 41:611-619. 2007
- Shafer, RB, Levine, AS, Marlette, JM and Morley, JE. Effects of xylitol on gastric emptying and food intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 45:744-747. 1987
- 자일리톨 연구회. Xylitol Study. 1998 <http://www.xylitol.co.kr> 2008. 1. 5 방문
- Louis, V, Richard, MV and Allen, AM. Tolerability of oral xylitol solution in young children: Implications for otitis media prophylaxis. *I. J. Pediatric Otorhinolaryngology.* 71:89-94. 2007
- Durairaj, L, Launspach, J, Watt, JL, Mohamad, Z, Kline, J and Zabner, J. Safety assessment of inhaled xylitol in subjects with cystic fibrosis. *J. Cystic Fibrosis.* 6:31-34.

2007

11. Hao, H, Hou, B, Wang, JK and Lin, G. Effect of solvent on crystallization behavior of xylitol. *J. Crystal Growth*. 290:192-196. 2006
12. Brunzell, JD. Use of fructose, xylitol, or sorbitol as a sweetener in diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1:223-230. 1978
13. Malinda, L, Christine, AR, Susan, EC, Peter, M and Ross, C. Children's acceptance of xylitol-based foods. *Community Dent Oral Epidemiol*. 28:97-101. 2000
14. Eva, S, Luc, T, Tuulikki, TS and Lari, H. Effects of xylitol, xylitol-sorbitol, and placebo chewing gums on the plaque of habitual xylitol consumers. *Eur. J. Oral Sci*. 105: 170-177. 1997
15. Nhu, UN, Gilles, D, Marie, TH, Suzanne, B and Jacques, R. Carbohydrate metabolism and urinary excretion of calcium and oxalate after ingestion of polyol sweeteners. *J. Clin. Endo. Meta*. 77:388-392. 1993
16. Salminen, EK, Salminen, SJ, Porkka, L, Kwasowski, P and Marks, V. Xylitol vs glucose: effect on the rate of gastric emptying and motilin, insulin, and gastric inhibitory polypeptide release. *Am. J. Clin. Nutr*. 49:1228-1232. 1989
17. Jerrold, MO and Phyllis, C. Fructose, xylitol and sorbitol. *Diabetes Care*. 3:390-393. 1980
18. Lee, YS, Kim, CS and Song, YS. Effect of oligosaccharides and sugar alcohols on swelling and gelatinization of wheat starch. *Life Sci. Res*. 1:103-111. 1997
19. Kim, CS and Lee, YS. Characteristic of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Kor. J. Soc. Food Sci*. 13:204-212. 1997
20. Kim, DK, Kim, SY, Lee, JK and Noh, BS. Effect of xylose and xylitol on the organic acid fermentation of *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol*. 32:889-895. 2000
21. Moon, SW and Jang, MS. Effect of xylitol on the taste and fermentation of *Dongchimi*. *Kor. J. Food Cookery Sci*. 20:42-48. 2004
22. Jin, MS, Yoo, YJ, Choi, BK, Lee, HY, Kim, MJ, Roh, HJ, Park, JS, Cho, KS, Kim, CK and Choi, SH. Antimicrobial and anti-gingivitis effect of chewing gum containing grapefruit seed extract xylitol. *Kor. Den. Sci*. 33:485-497. 2003
23. Lee, BJ, Bae, KH, Park, WC, Yang, JY, Hwang, SJ, Noh, J, Paik, DI and Kim, JB. The remineralization effects of the chewing gum containing xylitol, funoran, calcium hydrogen phosphate and casein phosphopeptide on the bovine tooth enamel. *J. Kor. Acad Dent Health*. 27:553-567. 2003
24. Kim, YS, Chun, SS, Tae, JS and Kim, RY. Effects of lotus root powder on the quality of dough. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci*. 18:573-578. 2002
25. Kim, CS and Chung, SK. Quality characteristics of bread prepared with the addition of persimmon peel powder. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol*. 8:175-180. 2001
26. Jeong, JW and Park, KJ. Quality characteristics of loaf bread added with *Takju* powder. *Kor. J. Food Sci. Technol*. 38: 52-58. 2006
27. Shin, DH and Lee, YH. Quality attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. *Kor. J. Food & Nutr*. 15:314-320. 2002
28. Lim, MH and Shin, MS. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci*. 19:136-141. 2003
29. 전희정, 백재은, 주나미, 정희선. 제과제빵 이론과 실기, pp.122-123. 교문사. 서울. 한국. 2002
30. AACC. Approved Methods of the AACC, 10th ed, Method 46-15A. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. Minn. USA. 2000
31. AACC. Approved Methods of the AACC, 10th ed, Method 46-10. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. Minn. USA. 2000
32. Donovan, JW, Lorenz, K and Kulp, K. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem*. 60:381-387. 1983
33. Kwon, EA, Chang, MJ and Kim, SH. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr*. 32:406-412. 2003
34. Gibson, RS. Principles of nutritional assessment, pp.263-280. Oxford University Press Inc, NY. USA. 1990 [*J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr*. 32:406-412. 2003]
35. Emmanuel, IZ, Spyros, P and Vassiliki, O. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *J. Sci. Food Agric*. 80:2049-2056. 2000
36. 김우정, 구경영. 식품관능검사법, pp.68-75. 효일, 서울. 대한민국. 2001
37. Kim, CJ. Functional oligosaccharides. *Nutrition and Dietetics*. 6:44-53. 1997
38. Guo, C, Zao, C, He, P, Lu, D, Shen, A and Jiang, N.

Screening and characterization of yeasts for xylitol production. *J. Appl. Microbiol.* 101:1096-1104. 2006

39. Bae, JH, Lee, JH, Kwon, KI, Im, MH, Park, GS, Lee, JG, Choi, HJ and Jeong, SY. Quality characteristics of the

white bread prepared by addition of Jujube extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37:603-610. 2005

---

(2008년 2월 20일 접수; 2008년 3월 26일 채택)