

당 알코올을 이용한 뽕설기의 관능적 특성

김희섭* · 윤재영

수원대학교 식품영양학과*, 안산1대학 식품영양학과

Effects of various sugar alcohols on the sensory properties of Mulberry rice cake

Heesup Kim* and Jaeyoung Yoon

Department of Food and Nutrition, Ansan 1 College

Department of Food and Nutrition, University of Suwon*

Abstract

The effects of the substitution of sugar alcohol for sugar on the sensory properties of mulberry rice cake, 'Bbongseolgy', were evaluated in two phases. First, the relative sweetness of xylitol, erythritol and palatinose to the sucrose in the food systems were examined with paired comparison tests. Second, the sensory properties of the mulberry rice cake containing xylitol, erythritol and palatinose substitution for sugar at a sweetness level equal to sucrose were studied. Sensory analysis for the mulberry rice cake characteristics was conducted and consumer acceptability tests were performed. The physical properties of mulberry rice cake were also examined. The relative sweetness of xylitol, erythritol and palatinose, compared to sucrose, in the solid model food system were 1.00, 0.63 and 0.42, respectively. This result showed that the relative sweetness of xylitol, erythritol and palatinose to sugar was slightly lower than those in the liquid model food system, in which flavor did not influence the sweetness. Mulberry rice cake with erythritol or palatinose had very similar characteristics, with lower fracturability and tenderness, and higher moistness, compactness and chewiness compared to that with sucrose or xylitol. Mulberry rice cake with xylitol was significantly the most fracturable, grainy, and driest, and the least adhesive, among the samples. The consumer test showed no difference in overall acceptability among the samples and consumers perceived differences only in moistness, coarseness and compactness among the samples. Mulberry rice cake with erythritol was the most favored in many characteristics. These results indicate that erythritol substitution for sugar in mulberry rice cake is suitable as a low-calorie rice cake with beneficial functions to improve in the health and texture of the rice cake.

Keywords: erythritol, xylitol, palatinose, relative sweetness, mulberry rice cake, 'Bbongseolgy', sensory characteristics

1. 서 론

설탕은 감미료로서의 역할뿐만 아니라 제품에 보습효과를 주며 떡이나 케익 같은 진분식품 내에서 전분의 호화에 영향을 미침으로써 제품의 성질을 결정하는데 중요한 역할^{1,2)}을 하나 최근 당뇨병이나 비만과 같은 성인병의 대두로 그 소비를 줄이려는 경향이 있다.

설탕은 혈당의 급격한 상승을 유발하기 때문에 당

뇨병 환자의 식이에서 제한되고 있으며 당뇨병 환자의 식이에서 감미에 대한 욕구를 충족시키기 위하여 설탕을 대체하여 사용할 수 있는 감미료는 글루코오스를 함유하지 않는 당이나 인공감미료로 제한된다.³⁾ 또한 소비자들도 많은 식품에서 설탕 첨가량의 감소를 요구함에 따라 여러 가지 식품에서 설탕을 대체시키려는 연구가 보고⁴⁻¹⁴⁾되고 있으나 우리나라 전통식품에의 적용은 미흡한 실정이다.

당알코올은 대체 당으로서 설탕에 비해 칼로리를 적게 내고, 당도는 떨어지나 미생물 생육 억제 작용이 있으며 종류에 따라서 열에 대한 안정성이 높고 단맛의 지속성이 있으며 무설탕 제품인 츄잉껌, 캔디, 아이스크림, 제과, 음료 등에 널리 이용되고 있

Corresponding author: Hee Sup Kim, University of Suwon, San 2-2, Wauri, Bongdammyeon, WhasungShi, Kyunggido 445-743, Korea
Tel: 031-220-2228
Fax: 031-220-2228
Email: hs6482@suwon.ac.kr

다.¹⁰⁻¹⁴⁾ 자이리톨은 천천히 흡수되고 흡수된 것도 일반적으로 인슐린을 필요로 하지 않는 대사과정을 통하여 설탕보다 적은 에너지로 전환되므로 당뇨병 환자 등이 이용할 수 있다. 입안에서 느끼는 청량감이 크고, 충치발생균의 생육을 억제하고 식품의 수분활성도를 낮추어 저장식품, 의약품, 추임뽀, 제과, 음료, 치약원료로 쓰이고 있다.^{7,8)} 에리스리톨은 설탕보다 낮은 감미를 가지나 열량가가 매우 낮아 저칼로리 식품의 소재로 적합하며 강한 감미제의 쓴 뒷맛을 완화시키고 청량감을 제공함으로써 미각을 향상시키는 특성이 있다. 또한 식품을 가열하더라도 단맛의 변화가 없어 더운 음료의 향을 증진시키기 위해 일본에서는 음료에 널리 사용되고 있다.¹³⁾ 그러나 다른 감미료에 비해 30℃ 이하에서는 용해도가 낮고 수분활성도 저하 능력에 한계를 나타낸다는 단점이 있다. 팔라티노오즈는 당도가 낮지만 뒷맛이 없고 충치예방에 탁월한 효과가 있으며, 섭취 후 소화 흡수가 느려 혈당치를 서서히 상승시키고 인슐린 농도의 변화가 작아서 당뇨병 환자의 감미료로 적당하다. 또한 우수한 가공 특성을 갖는다. 그러나 140℃ 이상 온도에서는 색도 변화가 나타나며 160℃ 이상에서는 쓴맛을 형성하게 된다.¹⁴⁾

뽕잎에는 각종 미네랄과 섬유질 함량이 매우 높을 뿐만 아니라 플라보노이드 계열의 화합물이 포함되어 있다. 뽕잎의 기능성 중에는 혈당 강하 효과, 혈압억제, 혈전생성억제, 항산화성, 항균작용, Cholesterol 저하, 장내 유해세균억제, 중금속 흡착능력 등의 다양한 생리 활성 작용 효과가 있다고 한다.^{15,16)} 쑥은 alkaloid, 정유류, 비타민 A, 비타민 B, 비타민 C가 함유되어 면역력이 높고 항산화성, 항변이원성 및 아질산염 소거작용이 있어 항암성이 있는 것으로 알려졌다.¹⁷⁾

우리 나라 전통 음식 중 떡류는 탄수화물과 설탕이 주성분으로 당뇨병이 있거나 저칼로리를 선호하는 소비자에게는 이용하기 어려운 상품이므로 당알코올의 적용 가능성이 있는 식품으로 볼 수 있다. 한국 고유의 전통음식인 백설기는 시루를 이용하여 수증기를 올려 익히는 떡이며 곱게 빻은 멥쌀가루를 설탕물로 내려서 찐 떡으로 설기떡의 가장 기본이 되는 떡이다.¹⁸⁾ 요즈음은 감미에 대한 높은 선호경향과 기호에 따라 설탕이나 꿀을 첨가하여 백설기를 만들기도 한다.¹⁹⁾ 백설기에 관한 연구는 재료의 변화^{20,22)} 및 재료의 비율 변화²²⁾, 대체 감미료의 사용^{9,10)}, 기능성 식품 소재의 첨가^{10,23,24)}, 조리방법의 변화²⁵⁾, 저장성²³⁾ 및 노화 방지²⁶⁾ 등이 있다. 그러나 전통 떡

류에서 당알코올의 설탕 대체 효과에 관한 연구는 미미하다.

따라서 본 실험에서는 백설기를 떡류의 모델로 하여 설탕에 대한 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈의 상대 당도를 구하였다. 그 결과를 토대로 설탕을 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈로 대체한 후 혈당 강하 기능이 있는 뽕잎가루와 쑥을 첨가한 뽕설기를 제조하여 이들이 설기떡의 관능적 특성 및 텍스처에 미치는 영향을 연구하였다. 또한 소비자 기호도를 조사하여 당알코올, 뽕잎가루 및 쑥을 이용한 뽕설기를 당뇨병 환자 뿐 아니라 성인, 성장하는 어린이에게도 이용 가능한 제품으로 개발을 시도하였다.

II. 방법 및 재료

1. 실험재료

설탕은 정백당(제일제당)을 사용하였으며 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈(㈜보락), 생수(㈜롯데), 정제염(한주), 뽕잎가루(㈜흥영식품), 쑥가루(㈜태광식품)를 사용하였다.

2. 식품 모델에서의 상대 당도 측정

윤등⁸⁾의 설탕 10% 용액에 대한 당알코올 용액의 상대 당도와 산 및 향을 첨가한 음료 모델에서의 상대당도를 토대로 고체 식품 모델로 백설기를 선택하여 설탕을 사용한 백설기에 대한 당알코올 사용 백설기의 상대 당도를 구하였다. 10% 설탕 용액에 대한 상대 당도는 훈련된 대학생 30명의 패널을, 음료 모델 및 떡 모델에 대한 상대 당도는 훈련된 대학생 17명의 패널을 이용하여 이점 차이검사에 의하여 검사하였다.

3. 뽕설기의 제조

앞에서 구해진 상대 당도에 따라 같은 당도를 가진

Table 1. Formula for the Mulberry rice cake

	Sample	Control	Xylitol	Erythritol	Palatinose
Ingredients	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
Rice flour	600	600	600	600	600
Mulberry Powder	6	6	6	6	6
Mugwort Powder	6	6	6	6	6
Water	60	60	60	60	60
Salt	6	6	6	6	6
Sugar	80	-	-	-	-
Xylitol	-	80	-	-	-
Erythritol	-	-	120	-	-
Palatinose	-	-	-	-	192

빵설기를 다음과 같은 배합비로 제조하였다(Table 1). 빵설기 제조 배합비는 예비실험 결과를 바탕으로 가장 알맞은 향과 색을 나타내는 비율을 정하였다. 예비실험 결과 빵 첨가량이 많아질수록 색에 대한 기호도는 높아지나 맛에 대한 기호도가 떨어지므로 바람직한 색과 맛을 얻기 위해 빵의 양을 늘리는 대신 성을 첨가하여 제조하였다. 5시간 불린 쌀을 10분 정도 물이 빠지도록 체에 받쳐놓고 소금을 넣고 90° 정도의 로라를 열고 빵은 쌀가루를 잘 밀봉하여 냉동실에 넣어두고 실험할 때마다 같은 쌀가루를 가지고 떡을 만들었다. 먼저 가루가 잘 섞이도록 여러 번 비벼내고 분량의 빵가루 및 성가루를 넣어 물을 첨가하며 다시 비벼준 후 체로 2-3회 통과시켜 덩어리가 없이 색이 고루 섞이도록 한 다음 각각의 당 알코올을 넣어 체에 통과시킨다. 스텐레스 팬에 젖은 천을 깔고 만든 재료를 담고 윗면을 고르게 한 후 시료채취를 용이하게 하기 위하여 빵설기를 찌기 전에 2.5×1.5×1.5cm의 크기로 잘랐다. 뚜껑에 수증기가 고여 떨어지는 물방울의 무늬가 생기는 것을 막기 위해 천을 위에 덮고 뚜껑을 덮고 20분간 쪄 후 공기 중에 꺼내어 한 김을 빼고 4시간 후 평가에 사용하였다(Fig. 1).

4. 빵설기의 관능적 평가

1) 특성차이 검사

패널은 수원대학교 학생으로 구성된 훈련된 관능

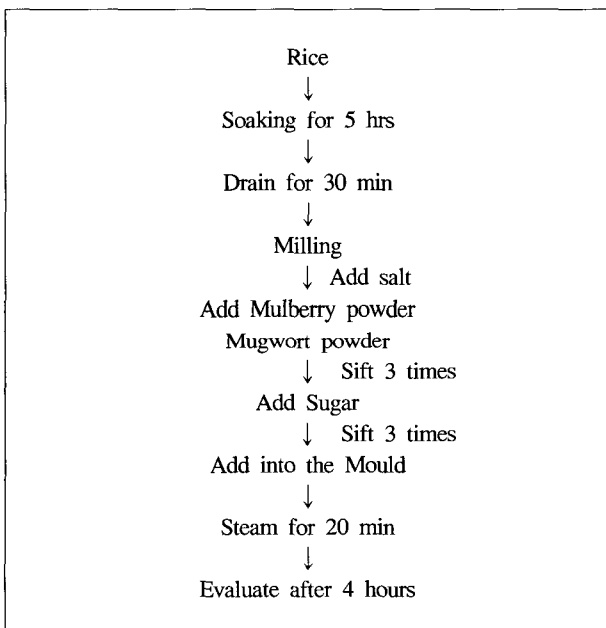


Fig. 1. Flow diagram for the production of 'Mulberry rice cake'

검사 요원 9명(남 2, 여 7)이었다. 조사항목은 색, 부스러짐성, 단단한 정도, 촉촉한 정도, 멍침성, 부착성, 입자가 느껴지는 정도, 씹힘성, 당도, 거친 정도 등의 특성을 9점 척도로 평가하였다(1=매우 약하다, 5=강하지도 약하지도 않다, 9=매우 강하다). 설문지는 4 단계로 나누어서 1단계에서는 외관을, 2단계에서는 앞니로 잘랐을 때의 특성을, 3단계에서는 어금니로 씹어본 후의 특성을 4단계에서는 삼키고 난 후의 특성을 순차적으로 평가하였다. 외관으로 평가하는 특성은 색은 눈으로, 거친 정도, 부스러지는 정도는 손으로 평가하였다. 앞니로 잘라본 후의 특성으로 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 멍치는 정도, 부착성을 평가하였다. 어금니로 씹어본 후의 특성으로는 입자가 느껴지는 정도, 씹힘성을 평가하였으며 삼킨 후의 특성으로는 당도, 아린 맛, 삼킴성을 평가하였다.

2) 소비자 기호도 검사

소비자 패널은 38명이었으며 4종류의 검사물을 평가하였다. 기호도 검사는 전반적인 기호도, 색, 향미, 입안에서의 질감, 부드러움, 촉촉한 정도, 거친 정도, 멍침성, 당도, 단맛의 정도, 뒷맛, 구입의사에 관한 항목을 평가하였다. 전체적인 기호도, 색, 향미, 당도, 입안에서의 질감, 부드러움, 촉촉한 정도, 거친 정도, 멍침성, 뒷맛은 9점 척도(1=극도로 싫어한다, 5=좋아하지도 싫어하지도 않는다, 9=극도로 좋아한다)로 평가하였다. 단맛의 정도는 5점 척도(1=전혀 달지 않다, 3=알맞다, 5=매우 달다)를 사용하였으며, 구미의사도 5점척도(1=절대 안 살 것이다, 3=살지 안 살지 모르겠다, 5=꼭 살 것이다)로 평가하였다.

3) 실험 디자인 및 제시 방법

실험디자인은 4종의 검사물을 동시에 주고 임의로 제시순서를 다르게 하여 제공하는 임의 완전 배열법(randomized complete block design)을 사용하였다.

검사장소는 수원대학교 식품영양학과 관능검사실 부스에서 진행되었다. 평가자는 형광 조명하에 독립된 부스에서 검사물을 평가하였다. 검사물은 검사당일에 제조하였으며 검사물은 세자리 숫자로 된 번호에 의해 표시되었고 접시에 담아 제시하였다. 제시 방법은 3자리 숫자로 코딩된 4종의 검사물을 모두 다른 순서로 패널에게 제공하여 검사물의 제시 순서로 인한 편견을 갖지 않도록 하였다. 소비자들은 검사물과 검사물 중간에 물로 2회 입가심을 하도록 하였다.

5. 뽕설기의 기계적 평가

1) Rheometer에 의한 텍스처의 특성 평가

종류가 다른 당알코올을 사용하여 제조한 뽕설기의 텍스처 특성을 Rheometer(COMPAC 100 Sun Scientific Co.Ltd.)로 측정하였다. 측정 조건은 test type: Mastification, Load Cell: 2Kg, Plunger: Round, Sample width: 2.5mm, Sample height: 1.5mm Sample depth: 1.5mm, Table speed: 60mm/min이었다. 떡의 텍스처를 이루는 특성 중 기계적 특성의 요소인 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springness)을 측정하였다. 각각의 뽕설기는 10회 측정하였다.

2) 색도의 측정

Colorimeter(JS 555, Sun Scientific Co. Japan)를 이용하여 뽕설기와 뽕설기의 색을 측정하였다. 색도는 L, a, b로 표현하였다.

6. 통계 처리

관능 검사 결과는 각 특성별로 SPSS를 이용하여 ANOVA 분석 후 각 시료간의 특성에 대한 차이는 Tukey test를 이용하여 95% 신뢰도 수준에서 검증하였다. 텍스처 및 색도 측정 결과는 다중 비교검사인

Tukey test에 의해 95% 신뢰도 수준에서 검증하였다.

III. 실험 결과

1. 식품 모델에서의 상대농도

식품모델에서의 상대 당도 결과는 Table 2와 같다. 떡 모델에서의 상대농도를 구하기 위하여 먼저 10% 설탕 수준에서의 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈의 상대 당도를 먼저 구한 결과, 9% 자이리톨, 14% 에리스리톨, 22% 팔라티노오즈 용액에서 10% 설탕 용액 수준과 같은 당도를 나타냈으며 상대당도는 자이리톨 1.1배, 에리스리톨 0.71배, 팔라티노오즈 0.45배였다. 향과 산을 첨가한 음료 모델에서는 9% 자이리톨, 14% 에리스리톨, 22% 팔라티노오즈 용액 수준에서 10% 설탕 용액과 같은 당도를 나타냈으므로 향이나 산에 의해 상대 당도에 영향이 없음을 보여 주었다. 같은 결과를 뽕설기를 이용한 고체 모델에서는 10% 자이리톨, 15% 에리스리톨, 23% 팔라티노오즈 수준에서 10% 설탕 수준의 뽕설기와 같은 당도를 나타냈다. 이는 뽕설기를 이용한 고체 식품 모델에서의 자이리톨 상대당도는 1배, 에리스리톨 0.63배, 팔라티노오즈 0.42배로 나타났다(Table 2). 따라서 고체 식품의 경우, 액체 식품보다 단맛을 느

Table 2. Number of answers for greater sweetness of various levels of xylitol, erythritol and palatinose in various food system.

Sweetner	Solutions		Liquid Model		Solid Model	
	Level(%)	Answer(N) ¹⁾	Level(%)	Answer(N) ²⁾	Level(%)	Answer(N) ³⁾
Xylitol	7	7**	8	2**	8	4*
	8	9*	9	8	9	3*
	9	18	10	13*	10	10
	10	25***			11	16**
	11	26***				
Erythritol	13	11	13	7	13	1**
	14	13	14	9	14	3*
	15	21*	15	14*	15	8
	16	22*	17	17**	16	14*
	17	21*				
Palatinose	16	1*	19	2**	22	7
	18	4*	20	1**	23	11
	20	13	21	2**	24	13*
	22	18	22	6	26	14*
	24	21*	23	13*		
	26***					

¹⁾ out of 30 answers ²⁾out of 17 answers ³⁾out of 17 answers
 *, **, *** Significant at p<0.05,p<0.01 and p<0.001,respectively

끼는 정도가 약간 떨어지는 것을 알 수 있었다. Redlinger등³⁾은 향을 첨가했을 때 단맛 강도에 변화를 주지 않았다고 보고하였으나 Prescott등²⁷⁾은 향이 첨가될 경우 더 달게 느껴진다고 보고한 바 있다. 김⁵⁾은 슈크랄로즈의 경우, 슈크랄로즈 용액에 비해 산과 향이 첨가 된 오렌지 향 음료에서 단맛이 감소되었다고 보고한 바 있다. 또한 고체 시스템인 과자에서의 상대당도가 음료나 오렌지 향 음료에 비해 증가했다고 보고하여 빵설기의 연구 결과와는 상반되었다. 이는 식품의 단맛의 강도는 식품 시스템 종류에 따라 영향을 받으며 그 식품의 특성에 따라 단맛 강도가 달라진다고 보고 한 Redlinger등³⁾의 설명을 뒷받침한다고 사료된다.

에리스리톨이나 팔라티노오즈를 이용한 시료들 간에 유의차가 있었다(p<0.05). 그러나 설탕과 자이리톨은 ‘약간 흐린’으로, 두 시료간의 유의차가 없었으며 에리스리톨이나 팔라티노오즈를 이용한 빵설기는 ‘약간 진한’으로 이들 시료간에 서로 유의차가 없었다. 외관으로 평가하는 떡의 거친 정도는 ‘거칠지도 곱지도 않음’이었으며 시료간에 서로 유의차가 없었다. 김²³⁾등은 부스러짐성을 측정하였으나 노화되기 전에는 입안에서 부스러짐성이 측정되지 않았다. 따라서 노화되기 전의 백설기 특성으로 입안에서 측정하는 부스러짐성은 적합하지 않은 것으로 사료되어 손으로 부수어 측정하였다. 손으로 만져보며 평가한 부스러짐성은 설탕으로 만든 떡에 비해 자이리톨을 이용한 빵설기가 유의적으로 더 잘 부스러지는 것

2. 관능 검사 결과

1) 빵설기의 특성 차이 검사

여러 가지 당알코올을 이용하여 만든 빵설기의 특성은 Table 3 및 Fig. 2와 같다. 지금까지 연구되어온 대부분 설기떡의 대표적 관능적 특성 연구는 목적에 따라 차이가 있으나 주로 경도, 촉촉함, 알알이 느껴지는 정도, 씹힘성, 거칠은 정도를 주요 특성으로 평가해왔다. 본 실험에서는 빵설기의 특성을 다른 방법으로 규명하고자 4단계로 나누어 1단계에서는 외관을, 2단계에서는 앞니로 잘랐을 때의 특성을, 3단계에서는 어금니로 씹어본 후의 특성을 4단계에서는 삼키고 난 후의 특성을 순차적으로 평가하였다.

외관에서 눈을 이용해 색과 거칠은 정도를 평가하고 손을 사용해 부스러지는 정도를 평가하였다. 빵설기의 색은 설탕이나 자이리톨을 이용한 빵설기와

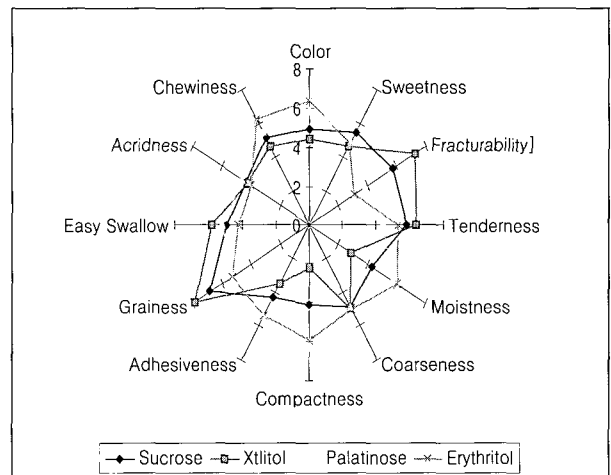


Fig 2. Sensory characteristics of ‘Mulberry rice cake’ with various sugar alcohols

Table 3. Sensory characteristics of ‘Mulberry rice cake’ with various sugar alcohols

Sample Characteristics	Sucrose	Xylitol	Palatinose	Erythritol
Color	4.91±1.20 ^a	4.40±0.95 ^a	5.83±1.50 ^d	6.37±1.40 ^d
Coarseness	4.86±1.33	4.94±1.94	4.86±1.57	5.06±1.43 ^{n.s}
Fracturability	5.74±1.85 ^d	7.23±1.24 ^a	3.85±1.86 ^c	3.11±1.49 ^c
Tenderness	5.77±1.31 ^{ab}	6.37±1.90 ^a	4.43±1.67 ^c	5.26±1.96 ^d
Moistness	4.29±1.15 ^d	2.86±1.63 ^c	5.69±1.59 ^a	6.06±1.80 ^a
Compactness	4.09±1.60 ^d	2.23±1.31 ^c	6.26±1.58 ^a	5.91±1.99 ^a
Adhesiveness	4.29±1.49 ^c	3.49±2.33 ^c	5.43±1.60 ^a	5.34±1.91 ^{ab}
Graininess	6.83±1.65 ^a	7.86±1.57 ^a	5.31±1.86 ^c	5.31±1.95 ^c
Ease of Swallow	4.91±1.38 ^{ab}	5.77±1.96 ^d	5.14±1.35 ^{ab}	4.23±1.46 ^a
Acridness	4.37±1.70	4.26±1.75	4.66±1.80	4.06±1.86 ^{n.s}
Chewiness	5.17±1.64 ^{ab}	4.63±2.24 ^d	5.57±1.69 ^{ab}	6.23±2.04 ^a
Sweetness	5.46±1.38	4.69±1.23	4.94±1.45	4.80±1.30 ^{n.s}

^{a,b,c} Means with different letters in same row are significantly different at p<0.05.

로 나타났으며 에리스리톨이나 팔라티노오즈를 이용한 빵설기는 설탕에 비해 유의적으로 덜 부스러졌다 ($p<0.05$).

앞니로 잘라 평가한 빵설기의 부드러운 정도는 설탕이나 에리스리톨을 이용한 빵설기는 서로 유의차가 없었으며 ‘단단하지도 부드러우지도 않은’ 정도였다. 자이리톨을 이용한 빵설기는 설탕을 이용한 빵설기와 유의차가 없었으며 에리스리톨을 이용한 빵설기보다는 유의적으로 약간 부드러웠다($p<0.05$). 팔라티노오즈로 만든 빵설기는 다른 종류보다 유의적으로 더 단단하였다($p<0.05$). 떡의 특성으로 부드러운 정도의 상대적인 개념인 경도를 많이 측정하여 왔으나²⁰⁻²⁵⁾ 노화되기 전의 빵설기는 단단함보다는 부드러운 정도가 강해 빵설기의 특성으로 부드러운 정도를 선택하였다. 송등²⁵⁾은 보통술과 압력술을 사용하여 조리한 백설기의 경우 쌀가루의 입자 크기가 작을 때는 보통 술으로 조리한 백설기의 경도가 높았고 압력술로 조리한 백설기는 수분 함량이 높아 경도가 높았다고 보고하였다. 촉촉한 정도는 팔라티노오즈나 에리스리톨을 이용한 빵설기가 설탕을 이용한 빵설기보다 유의적으로 더 촉촉하였으며 ($p<0.05$) 이들 두 시료는 ‘약간 촉촉한’으로 서로 유의차가 없었다. 설탕이나 자이리톨을 이용한 빵설기는 촉촉한 정도가 유의적으로 낮았으며 자이리톨을 이용한 빵설기는 설탕보다 건조하여 ‘매우 마른’으로 평가되었다($p<0.05$). 부드러운 정도와 촉촉한 정도의 결과를 함께 고려해 볼 때 설탕이나 자이리톨에 비해 에리스리톨과 팔라티노오즈를 이용한 빵설기는 비교적 수분을 많이 보유하기 때문에 덜 부드러운 특성을 준 것으로 보인다. 뭉침성은 팔라티노오즈이나 에리스리톨을 이용한 빵설기가 설탕을 이용한 빵설기에 비해서 유의적으로 잘 뭉쳐지는 특성을 가졌다($p<0.05$). 팔라티노오즈와 에리스리톨을 이용한 빵설기는 ‘약간 뭉치는’ 정도로 서로 유의차가 없었으며, 자이리톨을 이용한 빵설기는 ‘매우뭉치지 않는’으로 유의적으로 가장 낮은 뭉침성을 나타내었다($p<0.05$). 부착성은 설탕이나 자이리톨을 이용한 빵설기는 에리스리톨이나 팔라티노오즈를 이용한 빵설기에 비해 부착성이 낮았다($p<0.05$).

어금니로 씹어본 후에 평가한 씹힘성은 에리스리톨을 이용한 빵설기가 팔라티노오즈나 설탕으로 만든 빵설기와 유의차를 보이지 않았다. 그러나 자이리톨 빵설기에 비해서는 유의적으로 높은 씹힘성을 보였다($p<0.05$). 입안에서 입자가 알알이 느껴지는 정도는 설탕이나 자이리톨을 이용한 빵설기는 서로

유의차가 없었으나 이들은 팔라티노오즈나 에리스리톨을 이용한 빵설기에 비해서 유의적으로 입안에서 입자가 알알이 느껴지는 정도가 컸다($p<0.05$).

삼킨 후에 평가한 특성으로 단맛은 설탕, 자이리톨, 팔라티노오즈와 에리스리톨을 이용한 빵설기 사이에 유의차가 없었는데 이는 상대 당도를 결정하여 같은 당도 수준으로 조정하였기 때문으로 보인다. 아린맛도 모든 시료간에 유의적 차이가 없었으며 매우 낮았다. 씹은 후 목구멍으로 삼키기 쉬운 정도를 나타내는 삼킴성은 자이리톨이 가장 높은 경향을 보였으나 팔라티노오즈, 설탕을 이용한 빵설기와 유의차가 없었다.

위의 결과를 종합해 볼 때, 에리스리톨과 팔라티노오즈는 수분과 관련이 있는 촉촉한 정도, 뭉침성 부착성이 유의적으로 높았다. 씹힘성은 자이리톨이 에리스리톨에 비해 유의적으로 낮았다. 즉, 입안에서 촉촉하고, 쫄깃거리는 느낌과 뭉침성을 주어 부스러지는 정도는 낮았으나 이로 인해 부드러운 정도를 오히려 감소시켰다. 자이리톨을 이용한 빵설기의 경우는 유의적으로 입안에서 알알이 흩어지는 정도가 높았고 마른 정도가 높았으며 잘 부스러지는 경향을 보여 여러 특성에서 설탕을 이용한 빵설기와 유사한 특성을 보였다. 따라서 당알코올을 이용한 빵설기에서 촉촉한 정도, 뭉침성, 씹힘성, 부드러운 정도, 알알이 흩어지는 정도는 품질을 결정하는 중요한 특성이라고 하겠다.

2) 빵설기의 기호도 검사

당알코올을 이용하여 만든 빵설기의 기호도 검사 결과는 Table 4 및 Fig. 3과 같다. 설탕과 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈를 이용한 빵설기의 전반적인 기호도는 ‘약간 좋아하는’으로 시료간에 유의차가 없었다($p<0.05$). 색과 향미도 ‘약간 좋아하는’으로 시료들간에 유의차가 없었다. 단맛은 ‘약간 좋아하는’으로 이들 시료간에 유의차는 없었다. 그러나 단맛의 지속성은 자이리톨이 오래 지속되는 경향이 있었다. 단맛의 정도는 모든 시료에서 ‘알맞다’로 나타나 시료간에 유의차가 없었다. 부드러운 정도도 ‘약간 좋아하는’으로 시료간에 유의차가 없었다. 입안에서 느껴지는 질감은 에리스리톨을 이용한 빵설기를 다른 빵설기보다 좋아하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 촉촉한 정도는 에리스리톨을 이용한 빵설기를 ‘보통으로 좋아한다’로 기호도가 가장 높았으며 설탕을 이용한 빵설기가 ‘약간 좋아하는’으로 가장 낮았다($p<0.05$). 팔라티노오즈를 이용한 빵설기는

에리스리톨을 이용한 빵설기와 유의차가 없었다. 몽침성, 거칠은 정도에 대한 기호도 에리스리톨을 이용한 빵설기를 다른 빵설기보다 유의적으로 좋아하는 것으로 나타났으며 설탕을 이용한 빵설기에서 기호도가 가장 낮았다($p < 0.05$). 그러나 그 정도는 '약간 좋아하는'이었다. 설탕을 이용한 빵설기와 자이리톨을 이용한 빵설기는 서로 유의차를 보이지 않았다. 뒷맛은 설탕과 자이리톨을 이용한 빵설기는 '좋아하지도 싫어하지도 않는'이었으며 팔라티노오즈와 에리스리톨을 이용한 빵설기는 약간 좋아하는 것으로 나타났다. 특성 차이 검사 결과는 당 알코올 종류에 따라 촉촉한 정도, 몽침성, 씹힘성, 부드러운 정도, 알알이 흩어지는 정도에서 차이를 보이는데 반해 일반 소비자들은 전체적인 기호도에서 유의차를 보이지 않았고 다만 에리스리톨을 이용한 빵설기의 촉촉함, 몽침성 및 이를 포함한 질감에 대한 기호도가 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 따라서 설탕을 에리스리톨이나 팔라티노오즈로 대체하여 저열량 설기떡을 만들어도 소비자들에게 잘 받아들여질 것으로 생각된다. 또한 건강에 도움이 되는 이 제품에 대한 구입의사에 대해서는 설탕, 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오즈를 이용한 네가지 제품에서 모두 '살지

안 살지 모르겠다'고 하였으며 서로간에 유의차가 없었다.

4. 당알코올 종류에 따른 빵설기의 텍스처

레오미터(Rheometer)를 이용하여 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), 탄성(Springiness), 껌성(Gumminess), 부스러짐성(Brittleness)을 측정 한 결

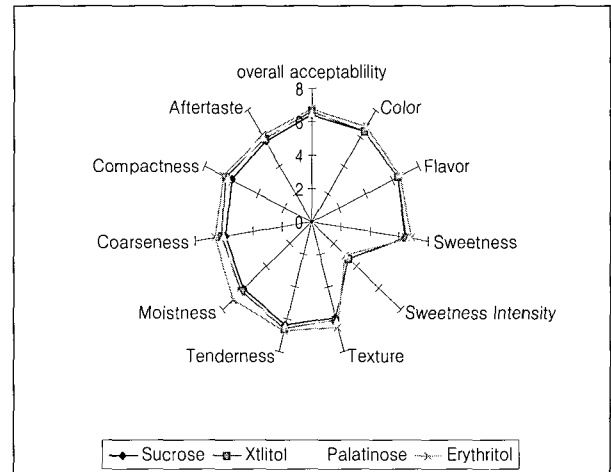


Fig. 3. Consumer Acceptance of the 'Mulberry rice cake' with various sugar alcohols

Table 4. Consumer acceptance of 'Mulberry rice cake' with various sugar alcohols

Characteristics	Sample	Sucrose	Xylitol	Palatinose	Erythritol
Overall acceptability		6.42±1.18	6.61±1.15	6.53±1.37	6.82±1.39 ^{n.s}
Color		6.50±1.35	6.50±1.45	6.79±1.23	6.82±1.35 ^{n.s}
Flavor		6.45±1.01	6.50±1.03	6.71±1.29	6.66±1.21 ^{n.s}
Sweetness		6.42±1.48	6.50±1.54	6.68±1.28	6.84±1.24 ^{n.s}
Sweetness intensity		3.37±0.94	3.39±0.79	3.08±0.67	3.08±0.71 ^{n.s}
Texture		5.92±1.55 ^a	6.08±1.51 ^{ab}	6.13±1.73 ^{ab}	6.58±1.39 ^b
Tenderness		6.39±1.57	6.63±1.48	6.50±1.67	6.82±1.39 ^{n.s}
Moistness		6.16±1.70 ^a	6.39±1.31 ^a	6.50±1.72 ^{ab}	7.05±1.25 ^b
Coarseness		5.92±1.62 ^a	6.18±1.66 ^{ab}	6.05±1.79 ^{ab}	6.63±1.40 ^b
Compactness		6.03±1.48 ^a	6.45±1.29 ^{ab}	6.26±1.70 ^{ab}	6.61±1.33 ^b
Aftertaste		5.76±1.51	5.95±1.59	6.08±1.65	6.24±1.42 ^{n.s}
Buying		3.38±0.79	3.47±0.77	3.39±0.93	3.44±0.84 ^{n.s}

^{a,b} Means with different letters in same row are significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Textural characteristics of 'Mulberry rice cake' with various sugar alcohols

Sample	Attribute	Sucrose	Xylitol	Erythritol	Palatinose
	Hardness(dyne/cm ²)	18418.60±2304.05	17278.80±2141.09	15424.80±1324.96	19882.00±1368.70 ^{n.s}
	Adhesiveness(g)	-4.40±1.82	-4.80±2.77	-5.40±3.21	-6.00±1.58 ^{n.s}
	Cohesiveness(%)	82.31±5.79	83.69±6.39	83.38±5.33	83.48±6.36 ^{n.s}
	Springiness(%)	86.42±3.82	89.40±3.93	89.47±4.15	87.14±4.33 ^{n.s}
	Gumminess(g)	77.13±13.62 ^a	69.79±10.62 ^{ab}	57.83±7.70 ^b	79.91±7.40 ^a
	Brittleness(g)	66.71±12.74	62.67±11.80	51.77±7.32	69.77±8.47 ^{n.s}

^{a,b} Means with different letters in same row are significantly different at $p < 0.05$.

과는 Table 5에 나타나 있다. 텍스처 측정 결과에서 경도, 부착성, 응집성, 탄성, 부스러짐성에서 설탕, 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오스를 이용한 각각의 빵설기 시료간에 유의차는 없었다. 팔라티노오스의 경우 부드러운 정도가 다른 시료에 비해 낮았으나 기계적 측정치가 이를 뒷받침하지 못했다. 식품을 씹는 동안 흠어지지 않고 남아있는 성질을 나타내는 껌성은 에리스리톨이 유의적으로 낮았다 ($p<0.05$).

5. 당알코올 종류에 따른 빵설기의 색도

당알코올 종류에 따른 빵설기의 색도는 Table 6과 같다. 명도를 나타내는 L값은 설탕을 이용한 빵설기가 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오스를 각각 이용한 빵설기들보다 명도가 유의적으로 높았으며 당알코올을 이용한 빵설기들은 서로 유의차가 없었다. ($p<0.05$) 황색도를 나타내는 b값은 설탕을 이용한 빵설기가 가장 낮았으며 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오스를 이용한 빵설기는 서로 유의차가 없었다. ($p<0.05$) 적색도를 나타내는 a값은 음의 값으로 녹색을 나타내었고 모든 시료에서 유의적인 차이가 없었다. 따라서 설탕을 이용한 빵설기가 자이리톨, 에리스리톨, 팔라티노오스를 각각 이용한 빵설기들보다 밝은 녹색을 띠었다. 팔라티노오스는 가열할 경우 갈색화가 쉽게 되는 성질을 가진 당알코올로 밝혀지고 있다.¹⁴⁾ 예비 실험에서 팔라티노오스를 첨가한 백설기의 경우 황색도가 가장 높았었고 이는 떡의 상품성에 문제가 될 수 있으나 빵가루의 녹색이 팔라티노오스의 황색도를 어느 정도 가려준 것으로 보아 본 실험에서 시행한 빵잎가루 및 썩의 첨가가 팔라티노오스를 첨가한 떡의 품질을 높여 줄 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

최근, 국민들의 건강에 대한 관심이 높아지면서

질병을 예방하는데 도움이 되거나 생리활성을 높여 줄 수 있는 기능성 식품에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 떡류의 제품 개발을 목적으로 단맛을 주는 설탕을 대체할 수 있는 당알콜과 혈당 강하 효과가 있다고 알려진 빵잎가루와 썩을 이용하여 한국 전통 음식인 빵설기를 개발하였다. 본 연구를 요약하면 다음과 같다.

당알콜의 설탕에 대한 상대당도를 측정한 결과, 고체식품 시스템에서의 당알콜의 설탕에 대한 상대당도는 자이리톨 1배, 에리스리톨 0.63배, 팔라티노오스 0.42배로 고체 식품의 경우 액체 식품 시스템에 비해 상대 당도가 약간 낮아졌다.

당알콜을 이용한 빵설기 특성 차이 검사 결과 설탕과 자이리톨을 첨가한 빵설기는 서로 많은 특성에서 비슷하였으며, 에리스리톨과 팔라티노오스를 이용한 빵설기도 여러 특성에서 서로 매우 비슷하였다. 자이리톨을 이용한 빵설기는 다른 당 알코올을 첨가한 당알콜과 여러 특성에서 유의차가 있었다. 전체적인 기호도, 촉촉한 정도에서 기호도가 낮았으며 촉촉하지 않다는 평가를 받았으며, 부스러짐성이 높았다. 이에 반해 에리스리톨과 팔라티노오스는 부스러짐성이 유의적으로 낮았고, 촉촉한 정도와 뭉침성이 유의적으로 높았으며 부스러짐성, 입안에서 알알이 느껴지는 정도가 유의적으로 높았다. 그러나 팔라티노오스는 색과 부드러움성에서 에리스리톨에 비해 낮은 평가를 받았다($p<0.05$).

소비자 기호도 검사에서는 에리스리톨을 이용한 빵설기는 다른 당알코올을 이용한 빵설기에 비해 입안에서의 질감, 촉촉함, 부드러움성, 뭉침성에 있어서 유의적으로 높은 기호도를 보였다($p<0.05$). 설탕과 자이리톨, 팔라티노오스, 에리스리톨을 이용한 빵설기는 전체적인 기호도, 색, 향미, 단맛 등 모든 항목에서 유의차가 없는 것으로 나타났다.

따라서 빵설기의 경우 에리스리톨을 설탕 대신을 이용하면 설기 떡류에서 요구하는 특성인 부드러우면서 촉촉하고, 약간 뭉치는 관능적 요소를 만족시킬 수 있다고 사료된다. 동시에 영양과 생리활성적인 측면에서도 빵과 썩을 이용한 빵설기의 경우 고혈당 방지 등 당뇨병 예방에 효과적인 동시에 떡에서 바람직한 텍스처를 갖게 하는 제품이라고 사료된다. 또한 빵잎가루의 첨가는 가열할 경우 쉽게 누렇게 변화하는 성질을 가진 팔라티노오스의 황색도 증가를 어느 정도 가려준 것으로 보아 팔라티노오스를 첨가한 떡의 상품성을 높여 줄 수 있을 것으로 사료된다.

Table 6. Hunter Color Value of 'Mulberry rice cake' with various sugar alcohols

Sample Value	Sucrose	Xylitol	Erythritol	Palatinose
L	72.5±1.32 ^a	66.4±1.58 ^b	69.1±0.92 ^b	64.3±0.84 ^b
a	-3.51±0.34	-3.74±0.22	-3.92±0.38	-3.45±0.30 ^{ns}
b	18.3±0.72 ^a	22.5±1.11 ^b	20.6±0.92 ^b	21.5±1.97 ^b

^{ab} Means with different letters in same row are significantly different at $p<0.05$.

감사의 글

이 연구 논문은 (주)보락의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Penfield MP and Campbell AM : Experimental food Science. Academic Press Inc. 1990.
2. Paul PC and Palmer HH : Theory and Application, John Wiley & Sons, Inc. 1972.
3. Wardlaw GM, Insel PM and Seyler, MF : Contemporary Nutrition:issues and insights, Mosby-Year Book, Inc. 1994.
4. Redlinger PA and Setser CS : Sensory quality of selected sweeteners:Aqueous and lipid Model systems. J. food Sci. 52(2):451, 1987.
5. Kim MY : Relative sweetness of sucralose in various food systems and physicochemical and sensory properties of low calorie foods containing sucralose. Thesis, Ewha Womans University 2000.
6. Goff, DH and Jordan, WK : Aspartame and polydextrose in a Calorie-Reduced Frozen Dairy Dessert. J.Food Sci., 49:(1)306. 1984.
7. Hyvonen L and Torma R : Examination of Sugars, sugar Alcohols and Artificial Jam Product Development. J. Food Sci. 48:183, 1983
8. Yoon JY and Kim HS : Effect of xylitol and erythritol on the quality characteristics of Yuza tea. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19(6), 2003.
9. Lee SY, Kim KO : Effects of sweetener type on the sensory properties of Packsulki. Korean J. food Sci. Technol. 18(4):325, 1986.
10. Lee HG, Chung RW, and Cha GH : Sensory and textural characteristics of Solsulgi using varied levels of pine leaves powder and different types of sweeteners. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18(6) 2002
11. Noh BS and Kim SY : Characteristics of sugar alcohols and its application. Asia Publishing. 2000
12. Kim SY, Oh DK, Kim SS and Kim CJ : Novel sweetener for the sugarless candy manufacture. Korean food science and technology. 29(3):53,1996
13. Noh BS and Kim SY : Characteristics of erythritol and its applications. Korean food science and technology 33(2), 2000.
14. Noh BS : Characteristics of palatinose and its applications. Korean food science and technology 35(1):31,2002.
15. Lee WC, Kim AJ and Kim SY : The study on the functional materials and effects of Mulberry leaf. Food Science and Industry 36(3):2, 2003.
16. Park CG, Kim SJ, Ha NG and Choi BI : comparison glucose-lowering activity of extracts from kangwon-do mountain mulberry leaves and silk worm. J. Food Sci. Nutr., 6(1):19, 2001.
17. Kang YH, Park YK, Oh SR and Moon KD : Studies on the physiological Functionality of pine niddle and Mugwort Extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 27(6):978, 1995.
18. 윤서석 : 「한국식품사 연구」, 서울 : 신광출판사. 1974.
19. Kim KS : Scientific study for the standardization of the preparation Methods for Paeksolgi(I). Korean J. Home Econ Assoc 25(2):79, 1987.
20. Choi YS and Kim YA : Effect of addition of brown rice flour on quality of Backsulgies. Korean J. Soc. Food Sci. 9(2):67, 1993
21. Lee KJ, Lee J, Lee I and Park WJ : Effect of addition of Minor ingredients for the quality characteristics of Sulgiduk. Korean J. Dietary culture. 16(5):399, 2001.
22. Kim KS and Lee JK : Effects of addition ratio of pigmented rice on the quality characteristics of Seolgigdeok. Korean J. Soc. Food Sci 15(5):507, 1999.
23. Kim, KO and Youn KH : Effects of Hydrocolloids on Quality of Packsulki. Korean J. food Sci. Technol. 16(2):159, 1984.
24. Choi YS and Kim YA : Effect of addition of potato peel, Guar gum, polydextrose on quality of Backsulgies. Korean J. Soc. food Sci. 8(3):333, 1992.
25. Song JS and Oh MS : Effect of cooking with pressure cooker and particle size of rice flour on quality characteristics of Packsulgi. Korean J. Soc.Food Sci. 8(3):233. 1992.
26. Koh BK : Development of the method to extend shelf life of Backsulgie with enzyme treatment. Korean J. Soc. Food Sci. 15(5):533, 1999
27. Prescott J : Flavours as a psychological construct: implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. Food Quality and preference 10:349-356. 1999.
28. Kim KO and Lee YC : Sensory evaluation of food. Hakyun Press 1991.
29. Chung CY and Choi EK : Statistical analysis using SPSSWIN. Mooyukkyungyoungsa, 2000.

(2004년 9월 22일 접수, 2004년 10월 13일 채택)