

대체감미료를 첨가한 오트밀쿠키의 품질 특성 및 혈당에 미치는 영향

방선권¹ · 손은정² · 김효진² · 박선민^{2*}

¹호서대학교 자연과학대학 기초과학연구소 생명과학부 생명과학전공
²호서대학교 자연과학대학 기초과학연구소 바이오산업학부 식품영양학전공

Quality Characteristics and Glycemic Index of Oatmeal Cookies Made with Artificial Sweeteners

Son Kwon Bang¹, Eun-Jung Son², Hyo-Jin Kim², and Sunmin Park^{2*}

¹Dept. of Biological Science, Division of Biological Science and
²Dept. of Food and Nutrition, Division of Biotechnology Industry, Institute of Basic Science,
College of Natural Science, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

Abstract

This study investigated the optimal composition of sugar and artificial sweeteners in oatmeal cookies. Modified cookies were examined for their quality characteristics and glycemic index in humans. Oatmeal cookies with various amounts of sugar (20, 30, or 40%) were made to the equivalent sweetness of 100% sugar cookies (the control) with sucralose and stevioside. The density and acidity of cookie dough were not significantly different between the different cookie groups. However, baking loss and the spread index were significantly lower in the 100% sugar cookie group compared to cookies supplemented with artificial sweeteners. The color lightness (L value) and redness (a value) were highest in 30% and 100% sugar cookies, respectively. The strength of the cookies was negatively correlated with sugar content. In sensory evaluations, scores for taste, color and texture were higher in 30% and 40% sugar cookies, respectively, but the overall preference was higher in 30% sugar cookies. We therefore tested 30% and 100% sugar cookies for their glycemic index in college students. After overnight-fasted students consumed either 30% or 100% sugar cookies (containing 50 g of carbohydrate in dough weight), blood glucose levels increased 27.8 and 15.7 mg/dL, respectively, at 1 hour from the baseline. However, at 2 hours from the baseline, students who consumed 100% sugar cookies had a remarkably lowered blood glucose levels. Students who consumed 30% sugar cookies did not have as much of a change in blood glucose levels. In conclusion, 30% sugar oatmeal cookies made with sucralose and stevioside can be used to make a low-sugar cookie with a low glycemic index.

Key words: low-sugar cookie, stevioside, sucralose, glycemic index, agar

서 론

종래 한국인은 서구인에 비해 비만자가 적다는 것이 정설로 되어 왔다. 그러나 근래에 와서는 산업화에 따른 경제발전으로 생활양식이 편리해지므로 인하여 소비에너지는 감소하고 있는 반면, 식생활은 역으로 섭취에너지가 많아져 에너지 불균형을 초래하고 있고, 그 결과 비만증을 필두로 당뇨병, 동맥경화, 심근경색, 고혈압 등의 성인병의 증가추세가 계속되고 있다(1,2).

이와 때를 맞추어 일각에서는 다이어트에 대한 관심과 건강의식이 고조되면서 당질 감미료의 기피현상이 일고 있고 사카린(saccharin), 아스파탐(aspartame), 스테비오사이드(stevioside) 등 각종 비당질계의 고감미도 감미료가 사용되고 있다(3-5). 제과류 중 쿠키는 건과자에 속하고 미생물적

인 변패가 적어 저장성이 우수하며, 감미가 높고 맛이 우수하여 현대인, 특히 어린이, 젊은 여성, 노인 등의 주된 간식으로 이용되고 있다. 쿠키의 성분 중 당과 지방은 쿠키의 물리적, 관능적 제조적성에 큰 영향을 주기 때문에 가장 중요한 성분이지만 쿠키에는 이들의 함량이 높아서 높은 열량으로 인한 비만, 당뇨병 등 각종 성인병의 원인이 되므로 건강에 대한 관심과 함께 저열량 제과 제빵에 대한 관심이 증대되고 있다. 대체 감미료는 쿠키에 첨가되는 당질계의 대표적 예인 설탕과 유사한 단맛을 지니면서 열량을 전혀 제공하지 않거나 감소시켜 체중 감소에 도움이 되고, 충치와 당뇨병을 예방하는데 이용된다(6). 그러나 최근에는 인공감미료도 체지방을 증가시킨다는 보고도 있지만(7), 일반적으로 섭취 후 혈당을 감소시키고 열량이 없어서 체중 감량에도 도움이 된다는 보고가 있다(4,8). 대표적인 감미료 중 하나인 수크랄로

*Corresponding author. E-mail: smpark@hoseo.edu
Phone: 82-41-540-5345, Fax: 82-41-548-0670

스(sucralose)는 설탕의 수산화기를 염소 원자로 치환시켜 제조한 것으로 단맛 자체에는 변화가 없고 단맛의 강도와 안정성이 증대된 무칼로리 감미료로서, 설탕의 400~800배의 상대당도를 갖는다고 알려져 있다(9). 수크랄로스의 감미 특성을 시간-강도 분석으로 평가하였을 때 수크랄로스의 단맛이 설탕보다 약간 지속되는 경향이 있으나, 다른 감미료에 비해 단맛 발현 시간이 빨라 설탕과 유사한 단맛을 나타내었다고 보고하였다(9,10). 또한 수크랄로스가 사카린의 단점인 쓴 뒷맛을 극복할 수 있으며 설탕과 유사한 감미 특성을 나타내므로 식품에 적용될 경우 설탕의 부분적 또는 전체적인 대체가 가능하다고 보고하였다. 이러한 수크랄로스는 제과, 제빵류의 설탕 대체제로서 적합하다고 사료된다. 그러나 수크랄로스만으로는 설탕과 유사한 단맛으로 느끼기에 부족함이 있어서 이러한 점을 개선하는 것이 필요하였는데, 감미료를 혼용 사용할 경우 단맛의 상승작용(synergism)이 있으며 맛(taste)을 향상시킬 수 있고 품질 기간을 연장시키며 생산원가를 줄일 수 있다는 보고가 있었다(11). 이러한 연구를 기초로 하여 본 연구에서는 수크랄로스와 함께 대표적인 감미료 중 하나인 스테비오사이드를 첨가함으로써 맛의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료되어 혼합 감미료를 사용하였다(11).

현재 우리나라에서는 당알콜을 이용한 쿠키의 제조 등과 같은 당질계의 감미료 첨가에 대한 연구나 제과 제빵 분야에서 연잎 분말, 구아바 잎 첨가 쿠키와 같은 특정 물질의 첨가에 관한 연구가 어느 정도 이루어지고 있으나(12,13), 설탕이 많이 쓰이고 있는 제과 분야에서의 설탕 대체 물질에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 그러므로 본 연구는 고감미료를 제과 산업에 응용하고 저열량 기능성 쿠키류 개발의 기초자료로 매우 유용하게 사용될 것이라고 기대된다.

본 연구에서는 비만증, 당뇨병 성인병 환자들의 저열량 요구성, 기능성 및 품질 개선 요구성에 맞추어 모든 상업적인 과자류의 기본 모델이 되는 설탕 함유 쿠키에 대체당으로서 수크랄로스, 스테비오사이드 감미료를 적용하여 최적 배합비와 물리적, 관능적 특징과 혈당에 미치는 영향에 대해 살펴봄으로써 저열량 기능성 쿠키를 개발하여 고감미료를 제과 산업에의 응용 가능성을 제시하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쿠키 제조용 재료는 Table 1에 제시한 바와 같다. 통밀가루(㈜CJ, 서울), 오트밀(두미산업, 인천), 카놀라유(㈜CJ, 인천), 저지방우유(㈜매일유업, 경기도 평택시), 계란(㈜풀무원, 강원도), 베이킹 파우더(㈜삼진식품, 경북)를 기본 배합으로 사용하였고, 설탕(㈜삼양사, 울산), 한천(㈜밀양한천, 경북), 수크랄로스(㈜이에스 기술연구소, 경기도)는 Table 1에서 제시한 바와 같이 설탕의 배합비에 따

Table 1. Ingredients for artificial sweetener added oatmeal cookies (g)

Ingredients	Sugar amounts in oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
Flour	38	38	38	38
Oatmeal	68	68	68	68
Canola oil	55	55	55	55
Low-fat milk	40	40	40	40
Baking powder	1	1	1	1
Stevioside	0.2	0.2	0.2	0
Sugar	14	21	28	70
Agar	56	49	42	-
Sucralose	0.17	0.15	0.13	-

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

라 달리하여 배분하여 사용하였다. 스테비오사이드(Pure circle, Negeri Sembilan, Malaysia)는 당전이 효소를 이용하여 알파-글리코실화된 스테비아(stevia)에서 당을 제거한 것을 사용하였다.

쿠키의 제조

쿠키의 제조방법은 AACC Method 10-52(14)에서 오트밀 쿠키의 제조하는 방법을 일부 수정하여 Table 2와 같이 제조하였다. 예비 실험을 통하여 감미료를 첨가하지 않는 쿠키를 대조군으로 하였으며 실험군은 설탕의 수준을 20%, 30%, 40%로 달리하였다. 설탕 100% 쿠키를 기준으로 설탕을 줄이는 만큼 단맛을 높이기 위해서 수크랄로스를 사용하였고, 이때 수크랄로스의 당도가 설탕의 약 200배라는 것이 알려져서 이것을 기준으로 줄인 설탕만큼 수크랄로스를 첨가하였다. 이것으로 예비실험을 하였는데 수크랄로스의 양을 증가시켜도 수크랄로스만으로는 쿠키의 단맛이 적당하지 않아서 스테비오스를 첨가하여 쿠키의 단맛을 최적화하는 비율을 정하였다. 결과적으로 예비실험을 통해 Table 1에 나타난 것과 같이 최적의 배합비로 하여 첨가하였고, 설탕의 비율을 100%에 대해서 20%, 30%, 40%로 달리하였을 때 100% 설탕 쿠키에 첨가되는 설탕량과 차이가 나는 부피를 한천을 크림링(creaming) 과정에서 첨가하였다. 인공감미료는 설탕보다 단맛이 200배 이상이어서 사용량이 적어 부피를 맞

Table 2. Preparation procedure for baking artificial sweetener added oatmeal cookies

1. Preparing in advance	1) Heat oatmeal with heat (180°C, 10 min). 2) Soak oatmeal in milk (20 min).
2. Mixing steps	1) Mix egg and dry ingredients. 2) Add canola oil. 3) Continue creaming. 4) Add sifted flour and agar. 5) Add soaked oatmeal.
3. Baking (180°C)	1) 20% sugar-40 min 2) 30% sugar-35 min 3) 40% sugar-30 min 4) 100% sugar-20 min

추기 위해서 칼로리가 적은 한천을 첨가하여 부피를 맞추었다. 또한 수크랄로스 와 스테비오사이드는 쿠키 반죽에 잘 분산되게 하기 위하여 계란에 용해시켜서 첨가하였다. 통오트밀은 180°C의 오븐에서 10분간의 열처리를 한 후 실온의 저지방우유에 불리어 오트밀에 흡수되는 우유의 양이 일정해지도록 하였다. 혼합된 반죽에 불리어진 오트밀을 첨가할 때는 완성된 쿠키에 포함되는 오트밀의 양을 일정하게 맞추어주기 위하여 혼합된 반죽을 오븐에 넣기 전 동량으로 배분한 후에 각각의 반죽에 같은 양의 오트밀을 첨가해 주었다. 위의 과정이 끝난 반죽은 180°C로 고정된 오븐에서 쿠키를 구웠는데 설탕량이 감소하면 쿠키가 노릇노릇하게 최적의 상태로 구워지는데 걸리는 시간이 길어졌다. 따라서 쿠키 제조의 표준화를 위해서 예비실험을 통해 설탕량에 따라 쿠키를 최적의 상태로 굽는데 걸리는 시간을 정하였고, 쿠키 제조 시 쿠키별로 정해진 시간 동안 쿠키를 구웠다(Table 2). 쿠키를 구운 후 1시간 동안 실온에 방치하여 식힌 후 실험에 사용하였다. 실험군은 다음과 같이 명명하였다. S-100%, 100% 설탕 오트밀쿠키; S-20%, 20% 설탕+80% 한천 오트밀쿠키; S-30%, 30% 설탕+70% 한천 오트밀쿠키; S-40%, 40% 설탕+60% 한천 오트밀쿠키로 정하였다.

반죽의 pH 및 밀도 측정

반죽의 pH는 비이커에 반죽 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 1분에 100회 교반하고 필터로 여과한 여액을 20°C에서 30분간 방치한 후 pH meter(model 34, Beckman Instrument Inc., Fullerton, CA, USA)로 3회 반복측정 하였다. 반죽의 밀도(density)는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣은 후 5 g의 반죽을 넣었을 때 증가한 높이로 부피와 반죽의 무게로 구하였다.

$$\text{밀도(g/mL)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)}}{\text{반죽의 부피(mL)}}$$

쿠키의 굽기 손실률 측정

굽기 손실률(baking loss rate)은 쿠키의 소성 전과 후의 중량을 3회 반복 측정한 후 아래의 식과 같이 계산하여 평균값을 구하였다.

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

A=굽기 전 반죽 무게(g)

B=구운 후 쿠키 무게(g)

쿠키의 퍼짐성 측정

쿠키의 퍼짐성(spread ratio)은 직경에 대한 두께의 비로 AACC method 10-52의 방법(14)으로 다음의 공식을 이용하여 퍼짐성 지수를 구하였다. 쿠키의 직경은 쿠키의 6개를 나란히 수평으로 정렬한 후 전체 길이를 측정하고, 각각의 쿠키를 90°로 회전시킨 후 같은 방법으로 전체 길이를 측정하여 쿠키 한 개에 대한 평균 직경을 구하였다. 쿠키의 두께는 위의 쿠키 6개를 수직으로 쌓은 후 수직 높이를 측정하고, 다시 쿠키의 놓인 순서를 바꾸어 높이를 측정하여 쿠키 한

개에 대한 평균 두께를 구하였다. 쿠키 1개에 대한 평균 직경과 두께는 3회 반복 측정 후 평균값을 이용하였다.

$$\text{퍼짐성(spread ratio)} = A/B$$

A=쿠키 1개의 평균 직경(cm)

B=쿠키 1개의 평균 두께(cm)

쿠키의 색도 측정

색도는 예비 실험과정에서 쿠키 색의 최적화를 위하여 설탕 첨가량의 차이에 따른 시간을 달리하여 제조한 후에 1시간의 식힘 과정을 거친 후 사용하였으며, 색차계(spectrophotometer, CM-3500D, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다. 쿠키의 색도는 L값(lightness), a값(+redness/-greenness) 및 b값(+yellowness/-blueness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

쿠키의 조직감 측정

쿠키의 조직감은 texture analyzer(Stable Micro System, Surrey, UK)로 측정하였다. 가로 세로 5 cm, 높이 0.7 cm로 제조한 시료를 3회 반복하여 측정하여 평균값으로 나타내었다. 측정은 cycle test로 측정하였다. 이때 측정 조건은 Table 3에 제시하였다.

관능평가

제조한 쿠키에 대한 관능평가는 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture), 전반적 선호도(overall preference)를 항목으로 선택하였고, 평가 방법은 아산 호서대학교 식품영양학과 학생 15명을 대상으로 1에서 5점까지의 척도를 사용한 채점 척도 시험법을 사용하였다.

대체 감미료 첨가 쿠키의 혈당 강하 효과

감미료 첨가 쿠키 중 관능검사에서 가장 좋은 선호도 점수를 받은 30% 설탕 첨가 쿠키의 혈당 강하 효과를 남겨 참가자에서 조사하였다. 시험 대상자는 고혈압, 심장질환 등 특이한 이상이 없는 건강한 20대 남녀 피실험자 20명을 10명씩 2군으로 나눈 후 실험을 진행하였다. 100% 설탕 쿠키를 대조군으로 하였으며 30% 설탕쿠키를 실험군으로 하여 10명에게는 대조군 쿠키를 10명에게는 실험군 쿠키를 섭취하게 함으로써 혈당 수치를 비교하였다. 쿠키는 탄수화물의 체중당 1 g으로 계산하여 쿠키를 제조하였고, 손실량을 고려하여

Table 3. Texture analyzer conditions for artificial sweetener added oatmeal cookies

	Conditions
Probe	SMS-p/5 (stainless cylinder type, 5 mm diameter)
Mode	Compression
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Trigger force	5.0 g
Test speed	1.0 mm/sec
Return	5.0 mm/sec
Test D	10.0 mm
Test C	1

쿠키 반죽의 무게로 중량을 계산하여 쿠키를 제조하였다. 자세한 실험 방법은 쿠키의 섭취 전 공복혈당수치와 시간을 0으로 기준하였다. 시료 섭취 후 1시간 간격으로 2시간까지 각각 손끝에서 채혈하여 혈당을 측정하였으며, 시료 섭취 30분 전부터 실험이 진행되는 2시간 30분 동안은 금연하고 가벼운 일상 활동만 하였다. 혈당특정은 혈당측정기(Accu-check, Roche, Indianapolis, IN, USA)를 사용하여 측정하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SAS program(ver. 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였고, S-20%군, S-30%군, S-40%군, S-100%군(control)들 사이의 통계적 유의성은 one way ANOVA로 검증하였고, 군들 간의 유의성 검정은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 Tukey test로 분석하였다. 또한 S-30%와 S-100%를 비교하는 경우에는 two-sample t-test로 두군 사이에 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

반죽의 밀도 및 pH

설탕과 감미료의 첨가량을 달리하여 첨가한 쿠키 반죽의 밀도와 pH를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내고 완성된 쿠키의 향과 색깔에 영향을 미칠 수 있다. 밀도가 낮으면 쿠키가 딱딱하여 기호도가 감소되는 반면, 높으면 쉽게 부서지는 성질을 나타내어 상품성이 저하된다고 알려져 있는데, 이러한 특성은 밀가루의 종류, 흡수율, 지방의 종류와 사용량, 반죽의 혼합 방법과 시간, 팽창제의 종류와 사용량, 굽는 온도와 시간 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(15). 대체 감미료 첨가 쿠키의 밀도는 대조군인 100% 설탕 쿠키가 1.25 g/mL이었으며 실험군인 20%, 30% 설탕 쿠키는 1.25 g/mL, 40% 설탕 쿠키는 1.21 g/mL로 감미료와 한천 첨가에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. Cho 등(16)은 쿠키 반죽의 pH가 완성된 쿠키의 향과 색에 영향을 준다고 하였다. 대체 감미료 첨가 쿠키의 pH는 대조군이 6.89이며 20%, 30%, 40% 설탕 쿠키의 pH는 6.87~6.89의 범위로, 감미료와 한천의 첨가량에 따른 대조군과의 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다.

쿠키의 굽기 손실률

설탕과 감미료의 첨가량을 달리한 쿠키의 굽기 손실률은

Table 4. Density and pH of artificial sweetener added oatmeal cookie dough

Properties	Sugar amounts in the oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
Density (g/mL)	1.25±0.03	1.25±0.03	1.21±0.07	1.25±0.04
pH	6.87±0.00	6.89±0.05	6.89±0.04	6.89±0.08

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

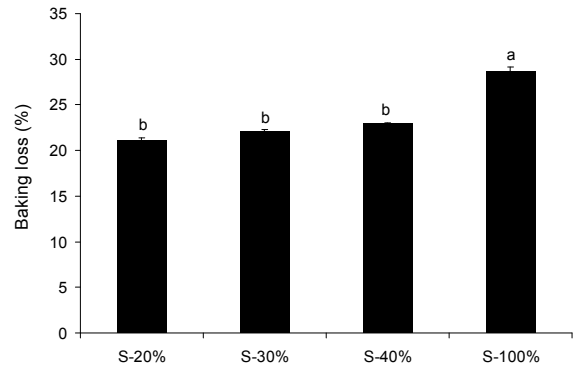


Fig. 1. Baking loss of artificial sweetener added oatmeal cookies. S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie. ^{a,b}Means in the bars with different alphabets were significantly different at $p < 0.05$ according to the Tukey test.

Fig. 1과 같다. 설탕 첨가량에 따른 쿠키의 굽기 손실률은 20%, 30%, 40% 설탕 첨가 쿠키에서는 21.1~22.9%의 범위로 증가하여 큰 차이를 보이지는 않았지만, 대조군인 100% 설탕 쿠키에서는 28.7%의 큰 손실률을 나타내었다. 결과적으로 설탕을 첨가하는 양이 적어질수록 감소하는 경향을 나타내었다. 대체감미료를 첨가한 쿠키가 설탕을 100% 사용한 쿠키에 비해 수분 손실률이 적은 것은 대체감미료의 첨가에 기인한 결과라기보다는 한천의 첨가에 의한 것으로 사료된다. 한천의 함유소는 쿠키 반죽의 수분 흡수율을 높여 수분 손실률을 감소시킨 것으로 생각된다(17). 즉 한천이 반죽내 수분함량을 높여 수분 손실률을 감소시키기 때문에 한천의 첨가량이 증가하고 설탕의 첨가량이 감소하면서 반죽내에 함유된 수분 함량의 증가로 수분 손실률이 감소한 것으로 판단된다. 부추(18), 들깨잎(19) 분말을 쿠키에 첨가한 경우 부재료의 함유소에 의해 반죽의 수분흡수율이 증가하여 쿠키의 손실률이 감소하였다고 보고하였고 이것은 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

쿠키의 퍼짐성

쿠키의 직경과 높이의 비를 통하여 퍼짐성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 쿠키의 퍼짐성 지수는 설탕이 20%인 쿠키가 14.60으로 10.98을 나타낸 100% 설탕 쿠키의 퍼짐성 지수보다 유의적으로 높았다. 쿠키의 퍼짐성은 반죽내의 쇼

Table 5. Spread factor of artificial sweetener added oatmeal cookies

	Sugar amounts in the oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
Spread factor	14.60±0.34 ^a	12.56±0.12 ^b	12.31±0.32 ^b	10.98±0.32 ^c

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

^{a-c}Means with different alphabets were significantly different at $p < 0.05$ according to the Tukey test.

트닝이 높고, 혼합 과정 중 일부만 용해되어 남아있던 크리스탈 형태의 설탕이 가열 과정 중에 용해되어 유동성과 점성을 갖게 됨으로써 증력에 의한 퍼짐에 저항이 가능하게 되어 나타나는 현상이다(20). 즉 설탕이 반죽 내 물에 용해되어 반죽의 점성이 증가함으로써 퍼짐성은 감소해서 나타나는 현상이라고도 할 수 있다(21). 설탕의 첨가량이 감소할수록 한천의 첨가량이 증가하게 되는데 이로 인하여 당의 유동성이 감소하기 때문에 퍼짐성 지수가 높아지는 것으로 판단된다. 20%의 설탕 쿠키의 제조 시 설탕 첨가량의 급격한 감소와 한천 첨가량의 증가로 인하여, 쿠키의 수분 보유력이 증가하고 점성은 저하되었는데 이로 인하여 쿠키의 직경이 증가하여 20% 설탕 첨가 쿠키가 퍼짐성이 가장 컸다. 30%와 40% 설탕 첨가 쿠키를 비교하였을 때 30%의 설탕 쿠키의 직경이 567.2 mm, 40% 설탕 첨가 쿠키의 직경이 577.1 mm로 설탕의 첨가가 많고 한천 증가량이 적을수록 쿠키의 직경이 작아지는 경향을 보였으며, 설탕 100% 첨가 쿠키는 쿠키 중에서 설탕 양이 가장 높아서 점성이 크고 이로 인해 쿠키의 퍼짐성은 쿠키 중에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

쿠키의 색도

설탕과 감미료의 첨가량을 달리한 쿠키의 색도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 예비 실험과정에서 색의 최적화를 위하여 설탕과 한천의 첨가량 차이에 따라 시간을 달리하여 제조한 후 색도를 측정된 이유로 인해 색도 값의 차이는 일부 불규칙한 변화를 보였다. 쿠키의 L값은 30% 설탕 첨가 쿠키가 57.12로 가장 밝게 나왔으며 100% 설탕 첨가 쿠키의 L값은 54.51로 가장 적은 값을 나타내었다. 쿠키의 색은 일정한 조건 하에서 주로 당에 의한 영향이 크고, 환원당에 의한 비효소적 갈변인 Maillard 반응, 열에 불안정한 당에 의한 카라멜화 반응에 의해 가장 큰 영향을 받는다(22). 20%, 30%의 설탕의 첨가한 쿠키의 L값이 100%의 설탕을 첨가한 쿠키의 L값보다 높은 것은 한천과 설탕 첨가량에 의해서 보다 갈변에 영향을 받은 것으로 사료된다. 이러한 연구결과는 Han과 Choi(23)의 연구에서도 볼 수 있는데 한천을 첨가한 녹차 다식의 L값이 전반적으로 높은 경향을 보였던 연구 결과와 같이 본 실험 결과에서도 한천의 첨가가 쿠키의 밝기에 영향을 미친 것으로 판단된다. 쿠키의 적색도를 나타내는 a값은 설탕의 첨가량이 증가할수록 유의적인 차이로 증가함

Table 6. Color values of artificial sweetener added oatmeal cookies

Color values	Sugar amounts in the oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
L	56.26±0.01 ^b	57.12±0.02 ^a	56.01±0.01 ^b	54.51±0.00 ^c
a	8.67±0.01 ^c	8.31±0.01 ^c	9.31±0.01 ^b	10.82±0.00 ^a
b	29.68±0.02	29.27±0.01	29.65±0.03	29.75±0.01

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

^{a-c}Means in the same row with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

을 볼 수 있었지만 황색도는 설탕량에 따른 쿠키 사이에 차이가 거의 없었다.

쿠키의 경도

설탕과 감미료의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 경도를 측정된 결과는 Table 7에 나타난 바와 같이 단단한 물성을 가질수록 값이 높아지는 positive peak forces 값은 100% 설탕을 첨가한 쿠키에서 가장 높은 값을 나타내었으며, 설탕의 첨가량이 감소할수록 peak forces 값이 낮았다. 그리고 설탕 첨가량의 감소에 따른 한천의 첨가량 증가와 쿠키의 조직감 간의 상관관계를 분석한 결과, 두 변인 간의 상관관계는 매우 높은 것으로 나타났다(r=0.85, p<0.05). 쿠키의 경도는 첨가되는 재료에 따라 달라지는 경향을 가지는데(24), 경도는 쿠키 속의 수분 존재와 관련이 있다는 보고가 있었다. 즉 쿠키의 수분 함량이 높을수록 쿠키의 경도가 감소된다고 보고하였다(25,26). 설탕 첨가량의 감소, 즉 한천의 첨가량이 증가할수록 경도가 낮아지는 것을 보여, 쿠키의 조직감에 변화를 준다는 것을 짐작할 수 있다. 그러므로 본 연구에서 만든 설탕대체 쿠키에서 강도가 약해진 것은 한천의 첨가로 인한 수분의 증가로 인해 경도가 감소된다고 판단된다. Han과 Choi(23)는 한천을 첨가하였던 실험군의 경도가 대조군에 비해 낮게 나타나 본 실험과 비슷한 경향을 나타내었다.

관능평가

설탕과 감미료의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 관능평가 결과는 Table 8에 주었다. 쿠키의 외관과 향에 대한

Table 7. Positive peak forces of artificial sweetener added oatmeal cookies in texture analysis

	Sugar amounts in the oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
Positive peak forces	2,722±426 ^c	3,020±727 ^b	3,448±1213 ^b	4,765±917 ^a

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

^{a-c}Means in the same row with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

Table 8. Sensory evaluation and acceptability scores for artificial sweetener added oatmeal cookies

Sensory parameters	Sugar amounts in the oatmeal cookies			
	S-20%	S-30%	S-40%	S-100%
Appearance	2.9±0.5 ^b	3.2±1.0 ^{ab}	3.6±0.5 ^a	3.0±1.2 ^b
Flavor	2.9±0.6 ^b	3.1±1.0 ^{ab}	3.5±0.8 ^a	3.2±1.1 ^{ab}
Taste	3.2±0.7 ^a	3.2±0.8 ^a	3.2±0.5 ^a	2.4±0.6 ^b
Texture	3.1±0.6	3.6±0.6	3.1±0.5	3.0±0.4
Overall preference	3.2±0.3 ^b	3.6±0.3 ^a	3.3±0.3 ^b	3.1±0.3 ^b

S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

^{a,b}Means in the same row with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

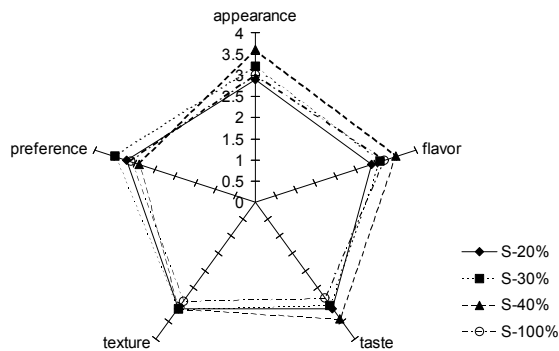


Fig. 2. Sensory evaluation profiles and acceptability of artificial sweetener added oatmeal cookies. S-100%, 100% sugar cookie (control); S-20%, 20% sugar+80% agar cookie; S-30%, 30% sugar+70% agar cookie; S-40%, 40% sugar+60% agar cookie.

평가 결과에서는 40% 설탕 쿠키에서 각각 3.6, 3.5로 가장 높은 점수를 나타내었다. 쿠키의 맛에 대한 기호도는 설탕을 100% 첨가한 쿠키의 경우 2.4, 설탕이 20%, 30%, 40% 첨가된 쿠키의 기호도는 모두 3.2로 설탕을 줄인 쿠키가 100% 쿠키보다 유의적으로 높았다. 조직감에 대한 기호도는 100% 설탕 쿠키에서는 3.0, 설탕이 20%, 30%, 40% 첨가된 쿠키의 점수는 3.1, 3.6, 3.1로 100% 설탕 쿠키의 값이 가장 낮은 점수를 나타내었다. 쿠키에 대한 전체적인 기호도는 30% 설탕 첨가 쿠키가 3.6으로 가장 높았으며, 쿠키 사이에 유의적인 차이를 보였다. 관능평가에서는 100% 설탕 쿠키의 점수가 가장 높을 것으로 예상한 것과는 달리 설탕의 첨가량을 감소시킨 30% 설탕 첨가 쿠키가 100% 설탕 첨가 쿠키보다 높은 점수를 나타내었다. 5가지 항목들 간에 균형적인 평가의 결과를 얻은 것은 Fig. 2에서 보이는 것과 같이 30% 설탕 쿠키임을 알 수 있다.

대체 감미료 첨가 쿠키의 혈당 강하 효과

혈당의 항상성은 체내에서 일어나는 모든 반응들에 영향을 미치는 것이기 때문에 혈당은 항상 일정 수준이 유지되도록 조절되는데, 혈당이 낮으면 글리코겐 분해과정을 통해 포도당으로 분해되어 혈류로 반출된다(27). 혈액으로 빠져나온 포도당은 혈류를 통해 골격근이나 신진대사를 위해 포도당을 필요로 하는 다른 기관으로 운반된다. 그러나 혈당수준이 높으면 혈액 속 포도당이 글리코겐의 형태로 간에 저장되는 현상이 일어나게 되며, 이때 인슐린의 도움으로 포도당은 간이나 조직으로 흡수된다. 따라서 혈당을 급격히 높이는 단당류, 이당류, 또는 정제탄수화물을 자주 섭취하게 되면 인슐린 분비를 과도하게 자극하여 쉽게 지치게 만든다. 이는 상대적 인슐린 결핍현상을 나타내며 이런 현상을 인슐린 저항성이라고 한다. 따라서 혈당반응은 섭취되는 탄수화물의 종류와 양에 민감하게 반응한다(28,29).

본 연구에서는 3가지 실험군 쿠키 중에서 전반적인 선호도가 가장 높은 설탕 30% 쿠키를 대상으로 반죽 상태에서

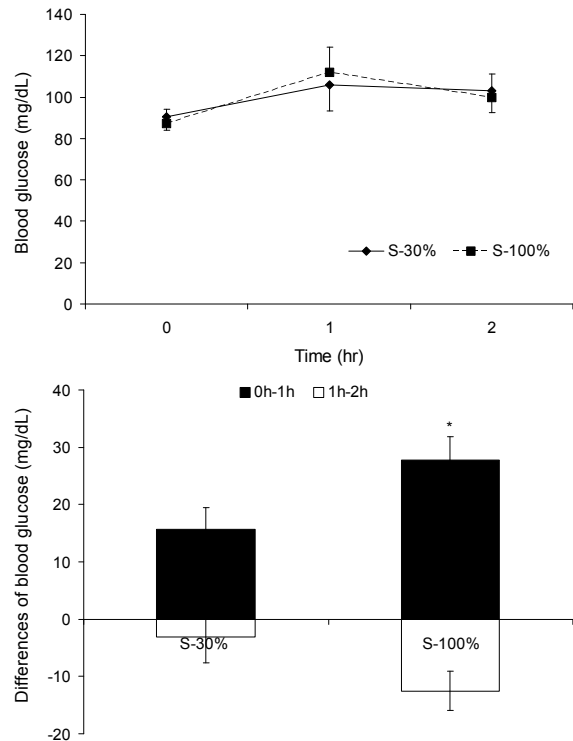


Fig. 3. Changes (A) and differences of serum glucose levels (B) after consuming either of 100% sugar oatmeal cookie or 30% sugar oatmeal cookies. S-100%, 100% sugar cookie (control); S-30%, 30% sugar+70% agar cookie. *Means were significantly different from the S-30% group at $p < 0.05$ according to two-sampled t-test.

탄수화물이 50 g을 함유한 쿠키를 섭취한 후 혈당 변화를 측정하였다. 건강한 남녀 대학생 20명을 대상으로 공복 시 100% 설탕 첨가 쿠키(대조군)와 30% 설탕 첨가 쿠키(실험군)를 공급한 후 0시간, 1시간, 2시간에 혈당 검사를 한 후의 결과는 Fig. 3과 같다. 설탕 100% 쿠키를 섭취한 군에서는 1시간 혈당 수치가 공복 시 혈당 수치보다 27.8 mg/dL 정도로 상승하였고 설탕 30% 쿠키를 섭취한 군에서는 15.7 mg/dL 상승하였다($p < 0.05$, Fig. 3A). 이러한 값의 차이는 설탕의 첨가량의 차이가 혈당 수치에 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다. 그러나 2시간 경과 후 혈당을 측정된 결과는 설탕 100% 쿠키를 섭취한 군에서는 1시간 후에 혈당에 비해 -12.6 mg/dL 감소하였고, 설탕 30% 쿠키를 섭취한 군에서는 -14.3 mg/dL 감소하였다(Fig. 3B). 이로 인해 쿠키 섭취 전과 2시간 후에 혈당은 두 군에서 차이가 없었다. 이는 대조군에서는 혈당 수치가 1시간에 증가를 보이다가 2시간에 급격하게 감소하는 반면 실험군의 혈당 수치는 1시간과 2시간을 비교하였을 때 2시간에서는 1시간보다 작은 수치를 보이지만 대조군과 비교하였을 때보다는 섭취후 1~2시간 사이의 감소가 현저하게 낮은 감소를 보였다. 이것은 흡수율과 인슐린 분비와 관련이 있을 것으로 사료된다. 같은 양의 탄수화물을 섭취하였지만 설탕이 100%인 쿠키는 흡수도 빠르고 인슐린 분비도 높아서 혈당이 급격하게 증가하였다가 빠

르게 감소하므로 설탕이 많이 함유된 쿠키는 비만을 유발할 가능성이 있다. 설탕을 감소시키고, 한천이 함유된 30% 설탕 쿠키는 탄수화물의 흡수율도 낮고 인슐린 분비도 낮아서 천천히 상승했다가 천천히 감소하는 것을 알 수 있었다. Hazan과 Madar(30)의 보고에 의하면 펙틴과 검류 등의 식이 섬유소가 전분의 glycemic index를 저하시켜 섭취 후 식이 섬유소를 함유하지 않은 전분만을 섭취하였을 때보다 혈당이 현저하게 낮았다고 하였다(31). 본 실험에서는 30%의 설탕을 첨가한 쿠키를 섭취하였을 때 혈당의 값이 1시간에 측정하였을 때의 대조군의 혈당 수치보다 감소한 값을 나타낸 것은 설탕의 감소뿐만 아니라 한천의 식이섬유의 효과로 인한 것이라고 설명할 수 있다고 판단된다. 특히 본 연구는 정상인을 대상으로 하여 혈당 상승폭이 적었지만 인슐린 저항성이 있고 인슐린 분비능이 낮은 당뇨병 환자를 대상으로 하였을 경우 그 효과는 더 좋을 것으로 사료된다. 그러므로 30%의 설탕을 첨가한 쿠키는 설탕의 대체수준을 100%로 한 쿠키보다 섭취 후 혈당 상승이 적어 당뇨병 환자의 간식으로 적절한 것으로 사료되었다.

요 약

본 연구는 인공감미료인 수크랄로스과 스테비오사이드를 사용하여 쿠키를 만들 때 최적 배합비를 제시하고 품질 특성을 규명하며 제시된 최적의 배합비로 제조된 쿠키의 혈당 강하 효과를 규명하고자 수행되었다. 설탕 100%의 쿠키를 대조군으로 하고 실험군 쿠키는 설탕의 비율을 20%, 30%, 40%로 첨가하고 설탕 부족은 수크랄로스과 스테비오스와 한천으로 맞추어 쿠키를 만들어 품질 특성을 조사하였다. 그 결과 쿠키 반죽의 밀도와 산도는 대조군과 실험군에서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 쿠키의 설탕 첨가량에 따라 굽기 손실량은 수분 손실량으로 인한 것으로 설탕의 함량이 증가할수록 손실량도 함께 증가하였다. 쿠키의 퍼짐성 지수는 설탕의 첨가량이 증가할수록 감소하여 설탕량이 많을수록 직경이 감소함에 따라 두께는 증가하였다. 쿠키의 색도 측정 결과 명도는 설탕을 30% 첨가한 쿠키의 명도가 가장 높았으며 적색도는 100% 설탕 쿠키의 값이 가장 크게 나타났다. 경도에서는 설탕의 함량이 증가하고 한천의 함량이 감소함에 따라서 positive peak forces 값이 증가하는 경향을 보였다. 관능 평가 결과는 외관에서는 30% 설탕 첨가 쿠키가 가장 높은 점수를 받았으며 향, 맛, 질감에서는 40% 설탕 첨가 쿠키에서 가장 높은 선호도를 보여주었다. 전체적인 선호도 항목에서는 30% 설탕 첨가 쿠키가 가장 높은 점수를 받았다. 설탕 대체 감미료와 한천을 첨가한 30~40% 설탕 쿠키가 외관, 향, 맛, 조직감, 선호도에서 첨가군이 대조군보다 높은 점수를 받았다. 실험 결과를 종합해서 볼 때 대체 감미료를 첨가한 쿠키의 품질특성은 설탕을 30% 정도 함유한 쿠키가 가장 좋은 결과를 나타내었다. 이런 결과에 따라

30%의 설탕 첨가 쿠키와 대조군을 50 g 탄수화물로 환산하여 대학생들이 섭취한 후에 0, 1, 2시간 후에 혈당 실험을 실행하였을 때 100% 설탕 쿠키를 대조군으로 하여 실험한 결과 쿠키 섭취 후 1시간이 경과 후 대조군은 27.8 mg/dL, 실험군은 15.7 mg/dL가 증가하였다. 2시간 경과 후에는 대조군의 혈당 수치가 1시간과 비교하였을 때 급격하게 감소하였지만 설탕 30% 쿠키에서는 큰 변화를 보이지 않았다. 결론적으로 설탕을 30% 첨가한 쿠키가 품질도 높고 관능검사 선호도도 높으며, 열량도 낮고 혈당지수에도 좋은 영향을 나타내었다.

문 헌

1. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev* 70: 3-21.
2. Stanhope KL. 2012. Role of fructose-containing sugars in the epidemics of obesity and metabolic syndrome. *Annu Rev Med* 63: 329-343.
3. Miller WC, Niederpruem MG, Wallace JP, Nelson AL. 2000. *Sweeteners Alternative*. Nelson AL, ed. An Eagan Press, MN, USA. p 25-34.
4. Anton SD, Martin CK, Han H, Coulon S, Cefalu WT, Geiselman P, Williamson DA. 2010. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite* 55: 37-43.
5. Ministry of Public Health. 2010. Korea Health Statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). Ministry of Public Health, Seoul, Korea.
6. Kim SY, Oh DG, Kim SS, Kim CJ. 1996. New artificial sweeteners using free sugar cookies-sugar alcohol and new saccharides. *Food Science and Industry* 29: 53-61.
7. Maersk M, Belza A, Stødkilde-Jørgensen H, Ringgaard S, Chabanova E, Thomsen H, Pedersen SB, Astrup A, Richelsen B. 2012. Sucrose-sweetened beverages increase fat storage in the liver, muscle, and visceral fat depot: a 6-month randomized intervention study. *Am J Clin Nutr* 95: 283-289.
8. Wiebe N, Padwal R, Field C, Marks S, Jacobs R, Tonelli M. 2011. A systematic review on the effect of sweeteners on glycemic response and clinically relevant outcomes. *BMC Med* 9: 123.
9. Zhang F, Klebansky B, Fine RM, Liu H, Xu H, Servant G, Zoller M, Tachdjian C, Li X. 2010. Molecular mechanism of the sweet taste enhancers. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107: 4752-4757.
10. Wolf PA, Bridges JR, Wicklund R. 2010. Application of agonist-receptor modeling to the sweetness synergy between high fructose corn syrup and sucralose, and between high-potency sweeteners. *J Food Sci* 75: S95-S102.
11. Choi SY, Jang EG, Hwang YG. 2005. The sensory characteristics and estimation of shelf-life by Q₁₀ values with mixtures of high-intensity sweeteners for beverage during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 235-242.
12. Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 398-404.
13. Jung EG, Kim KP, Bang BH. 2012. Quality characteristics of cookies added with guava (*Psidium guajava* L.) leaf powder. *Korean J Food & Nutr* 25: 317-323.

14. American Association of Cereal Chemists. 1986. Approved Method of the American Association Cereal Chemists (Method 10-52, First approval 2-24-75; Revised 10-28-81). St. Paul, MN, USA.
15. Koh WB, Noh WS. 1997. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J East Asian Soc Dietary Life* 7: 159-165.
16. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidant effect and quality characteristics of cookies made with *Sea tangle* powder. *Korean J Food Culture* 21: 541-549.
17. Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy* 3: 279-283.
18. Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the anti-oxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 94-102.
19. Choi HY, Oh SY, Lee YS. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) cookies. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 521-530.
20. Miller RA, Hosney RC, Morris CF. 1997. Effect of formula water content on the spread of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 74: 669-671.
21. Curley LP, Hosney RC. 1984. Effects of corn sweeteners on cookie quality. *Cereal Chem* 61: 274-278.
22. Bertran GL. 1953. Studies on crust color. The importance of browning reaction in determining the crust color of bread. *Cereal Chem* 30: 127-132.
23. Han YS, Choi WS. 2010. Quality characteristics of green tea *Dasik* containing sugar alcohol and agar. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 146-154.
24. Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. 2006. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. *Korean J Food & Nutr* 19: 1-7.
25. Kim JY. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380.
26. Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies added leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 22: 1-7.
27. Coulston AM, Hollenbeck CB. 1988. Source and amount of dietary carbohydrate in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Top Clin Nutr* 3: 17-24.
28. Alberti KG, Zimment PZ. 1998. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med* 15: 539-553.
29. Brand-Miller J, Buyken AE. 2012. The glycemic index issue. *Curr Opin Lipidol* 23: 62-67.
30. Hazan A, Madar Z. 1993. Preparation of a dietary fiber mixture derived from different sources and its metabolic effects in rats. *J Am Coll Nutr* 12: 661-668.
31. Sanaka M, Yamamoto T, Anjiki H, Nagasawa K, Kuyama Y. 2007. Effects of agar and pectin on gastric emptying and post-prandial glycemic profiles in healthy human volunteers. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 34: 1151-1155.

(2013년 2월 12일 접수; 2013년 5월 1일 채택)