

당알콜을 이용한 Sugar Cookie의 제조

(I) 당알콜 쿠키의 관능적 특징

신인영 · 김혁일[†] · 김창순* · 황 기

계명대학교 식품가공학과

*창원대학교 식품영양학과

Characteristics of Sugar Cookies with Replacement of Sucrose with Sugar Alcohols

(I) Organoleptic Characteristics of Sugar Alcohol Cookies

In-Young Shin, Hyuk-II Kim[†], Chang-Soon Kim* and Key Whang

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate replacing possibility of sucrose by sugar alcohols and to establish the optimum formula for the development of sugar cookies. The characteristics of sugar cookies prepared with xylitol, maltitol, lactitol, isomalt substituted for 35, 50, 75, 100% of sucrose were examined through physical measurement and sensory evaluation. The spread ratio of cookies containing sugar alcohols except xylitol was superior to that of control cookies(sucrose 100%) and the use of lactitol increased the spread ratio of cookies. The specific gravity of cookies containing sugar alcohols except xylitol was lower than that of control cookies. Therefore spread ratio was in inverse proportion to specific gravity. As the proportion of sugar alcohols increased in cookie formula, surface color of cookies was getting lighter than that of control cookies. Especially cookies containing xylitol, maltitol was getting lighter as the levels of replacement increased. Overall quality of cookies with sugar alcohols containing sensory analysis was superior to that of control cookies.

Key words: sugar cookie, sugar alcohols, physical, sensory characteristics

서 론

현대인들의 식생활이 간편화, 서구화되어 제과·제빵의 수요가 증대됨에 따라 가내 수공업 형태로 시작된 우리나라 제과공업도 질적·양적으로 팽창하게 되었다. 특히 소비자의 기호가 다양화, 고급화됨에 따라 이 기호성에 부응하는 신제품의 개발이 제과산업에서 경쟁력의 관건이 되고 있다(1). 제과류중 쿠키(cookie)는 건과자에 속하고 미생물적인 변패가 적어 저장성이 우수하며, 감미가 높고 맛이 우수하여 현대인, 특히 어린이, 젊은 여성, 노인 등의 주된 간식으로 애용되고 있다. 쿠키의 성분중 당과 지방은 쿠키의 물리적, 관능적 제조적성에 큰 영향을 주기 때문에 가장 중요한 성분이지만 쿠키에는 이들의 함량이 높아서 높은 열량으로 인한 비만, 당뇨병 각종 성인병의 원인이 되므로 건강에 대한 관심과 함께 저열량 제과·제빵에 대한 관심이 증대되고 있다(1,2). 따라서 이러한

시대적 요구성에 의한 새로운 저열량 기능성 대체 감미료로서 당알콜(sugar alcohols)계 감미료는 당을 환원시켜 모든 산소분자를 hydroxyl기로 전환시킨 'polyol'이고, 소량을 섭취해도 인체내에서 효과적으로 작용하고, 인체의 소장에서는 소화되지 않고 대장에 이르러 발효되기 때문에 저칼로리 감미료이며, *Bifidobacterium sp.*의 증식 인자이다. 특히 충치 예방효과를 가지고 섭취시 인슐린의 양을 증가시키지 않기 때문에 당뇨병환자 대상의 식품으로 이용성이 높으며 높은 흡습성, 낮은 점도, 수분활성도 저하, 높은 동결온도, 열안정성, maillard 반응 방지 등의 우수한 물리·화학적 성질을 가지므로 식품에의 응용적성이 매우 높다고 할 수 있다(1-8).

Sugar cookie에서 이 당알콜류로 설탕을 대체하는데는 그 종류와 사용량이 sugar cookie의 물리적, 관능적 특성에 큰 영향을 미칠 수 있는데, 일반적으로 당은 반죽에서 1/2정도 녹아있는 상태로 존재하고, 반죽이 오븐에

[†]To whom all correspondence should be addressed

서 제품으로 구워질 때 나머지 당이 녹으면서 표면색, 퍼짐성, 향미를 증진시키고 글루텐 수화와 전분호화 지연에 관여하여 제품에 부드러움을 부여한다(9).

현재 우리나라에서 당알콜에 대한 연구로서는 화학적, 물리적 성질, 여러 기능성에 대한 기초연구(4,5,10-13)와 일부 잼, 츄잉껌, 캔디, 케익류(2,6,11)에 사용한 연구가 있을 뿐 쿠키 등의 과자류에 응용한 연구는 거의 없으며, sugar cookie의 전반적인 품질에 대한 연구 및 당알콜로 제조한 sugar cookie에 대한 품질 연구는 매우 미약한 실정이므로 본 연구는 당알콜을 제과 산업에 응용하고 저열량 기능성 cookie류 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 sugar cookie에 대체 당으로서 당알콜을 적용하여 최적 배합비와 물리적, 관능적 특징을 살펴보고, 저열량 기능성 쿠키를 개발하여 당알콜의 제과산업에의 응용 가능성을 제시하였다.

재료 및 방법

재료 및 배합비

본 실험에 사용된 주 재료는 밀가루((주)삼양, 박력분; 단백질 함량 7%, 수분 함량 12%, 회분 함량 0.4%), 설탕(sucrose: (주)제일제당), 당알콜(sugar alcohols)이고, 당알콜은 (주)cultor의 xylitol, lactitol, isomalt, 일본제품인 maltitol(Towa chemical industry Co., LTD., Japan)을 구입하여 사용하였으며, 사용된 당(sugar)은 모두 순도가 높은 분말형태였다. 본 실험에 사용된 sugar cookie의 배합비(9)는 Table 1과 같다.

Sugar cookie의 제조방법

Sugar cookie는 AACC method 10-52(14)의 방법으로 제조하였다. 모든 재료를 계량한 후 믹싱볼에 쇼트닝((주)오뚜기)과 결정상의 sucrose, xylitol, maltitol, lactitol, isomalt를 시료별로 넣고 탈지분유((주)서울우유), 소금

(대한염업), sodium bicarbonate(1급, 국산), ammonium carbonate(1급, 국산)를 함께 넣었다. 크림상태가 되도록 저속에서 3분간 전기믹서(Hobart Model : H-3841, USA)로 혼합하는데, 혼합하는 동안 2차례에 걸쳐 전원을 끄고 고무주걱으로 기벽에 붙은 cookie 반죽을 긁어내려(scraping) 재료가 골고루 섞이게 하였다. 70±1°C의 더운 물을 넣고 저속에서 1분, 중속에서 1분간 혼합하여 액체상태로 되게 한 후 밀가루를 투입하여 저속에서 2분간 혼합하였는데, 이때 1 또는 2회 주걱으로 반죽을 긁어내려 반죽을 균일한 상태로 만들었다. 반죽을 2개의 유리막대(dia. 0.4cm) 사이에 넣은 후 밀대(sheet roller)로 3회 밀어서 균일하게 하고, 둥근 성형틀(dia. 5.5cm)로 찍어내어 cookie 팬에 골고루 얹어 204°C로 예열해 둔 오븐에서 7분간 구웠다. 구워진 sugar cookie를 실온에서 30분간 식힌 후 물리적 특성인 퍼짐성, 비중, 색도를 측정하고, 24시간 후 관능검사를 행하였다.

Sugar cookie의 퍼짐성

Cookie의 퍼짐성(spread ratio)은 넓이(widthness; diameter, cm)에 대한 두께(thickness, cm)의 비로 나타낸 것으로 AACC Method 10-52(14)의 방법을 사용하였다.

퍼짐성(spread ratio)=

$$\frac{\text{cookie 1개에 대한 평균 넓이(cm/개)}}{\text{cookie 1개에 대한 평균 두께(cm/개)}}$$

Sugar cookie의 비중

Cookie의 비중(specific gravity)은 cookie를 구워 30분 냉각한 후 곧바로 종자치환법(9)에 의해 부피(cc)를 측정하고 무게(g)를 측정하여 아래와 같은 이들의 비(g/cc)로 나타내었다.

$$\text{비중(g/cc)} = \frac{\text{cookie의 무게(g)}}{\text{cookie의 부피(cc)}}$$

Sugar cookie의 색도

Cookie의 표면색(surface color)은 colorimeter(Minolta

Table 1. Formula for sugar cookies containing different kinds of sweetener

(unit : g)

| Ingredient | Ratio (%) | Replacement level of sweetener for sucrose | | | |
|----------------------|-----------|--|-----------------------------------|-------|------|
| | | 35% | 50% | 75% | 100% |
| Wheat flour | 100 | 350 | | | |
| Shortening | 30 | 105 | | | |
| Non-fat dried milk | 3 | 10.5 | | | |
| Salt | 1 | 3.5 | as same amount as 35% replacement | | |
| Ammonium bicarbonate | 0.75 | 2.63 | | | |
| Sodium bicarbonate | 1 | 3.5 | | | |
| Water(optimum) | about 25 | 70 | | | |
| Sucrose | 60 | 136.5 | 105 | 52.5 | - |
| Sugar alcohols | - | 73.5 | 105 | 157.5 | 210 |

model: CM-3400d, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)의 색채 값을 측정하였고, 색차 측정의 위해 ΔE (색도차; color difference)값을 얻었다.

관능검사

계명대학교 식품가공학과 대학원생과 학부생 11명의 검사 요원들을 선발하여 관능검사에 필요한 충분한 훈련 과정을 거치게 하였다. 관능적 특성 평가를 위하여 정량적 묘사분석(Quantitative Descriptive Analysis: QDA) 방법을 실시하였고, 검사에 사용된 특성 강도 측정은 15 cm 선척도를 사용하였으며 선의 양쪽에 용어 한계를 붙이고, 특성의 강도는 좌로부터 우로 이동하면서 증가하게 하였다. 기호도 검사에 사용된 관능특성은 1점을 대단히 싫어하는 것으로부터 9점을 대단히 좋아하는 것으로 9점 항목 척도를 사용하였다(15). 정량적 묘사 분석 검사에 사용된 관능 특성은 표면색(surface color), 표면 깨어짐 모양(surface cracking), 감미(sweetness), 풍미(flavor), 후미(after taste), 조직의 단단함(hardness), 바삭바삭함(brittleness)이고, 기호도 검사에서는 외관(appearance), 향미(flavor), 전체적인 조직감(overall texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)이다(16). Cookie의 단맛으로 인한 미각의 피로를 줄이기 위해 물을 이용하여 입가심을 많이 하도록 하였고, 시료 검사 후 곧바로 다음 시료를 제시하지 않고 각각 시간 간격(2min)을 두어 시료간의 영향을 최소화하도록 하였다.

통계적 분석방법

실험에서 얻은 모든 data를 PC-SAS system을 이용하여 통계처리하였다. ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 던컨의 다중 범위 시험 비교법(Duncan's multiple range

test)으로 시료간 유의성을 검증하였다(17).

결과 및 고찰

Sugar cookie의 퍼짐성

퍼짐성(spread ratio)은 반죽이 중력적인 유동성에 의해 팽창하기 시작하여 반죽내 단백질인 gluten의 유리 전이(glass transition)로 연속적 상태가 되어 반죽의 유동이 중단될 때 까지 일어나는데 중력은 일정하므로 반죽 점성에 의해 조절된다. 따라서 당이 반죽내 물에 용해되어 어느 정도의 점성을 가짐으로써 가능한데, 구울 때 반죽내 수분함량이 많을수록 퍼짐성이 작아지고, 당의 용해성과 보습성이 매우 낮아서 반죽의 건조도가 매우 높아짐에 따라 유동에 필요한 일정한 점도를 가지지 못할 때 퍼짐성이 작아지게 된다(9,18-20).

대조구의 퍼짐성을 10.82(W/T)라고 두었을 때 대체비 모두에서 maltitol, lactitol, isomalt 첨가군의 퍼짐성이 대조구보다 유의적으로($p < 0.05$) 컸고 xylitol 첨가군의 수치는 작았다(Table 2). 또, 50% 이상 대체비에서 퍼짐성은 유의적으로 lactitol > maltitol > isomalt > 대조구 > xylitol의 순서를 보였다. 특히 100% lactitol 첨가군의 경우 14.02(W/T)로서 퍼짐성이 가장 컸고 100% xylitol의 수치는 6.42(W/T)로서 가장 작았는데, 단당류인 xylitol은 용해도가 가장 높고 수분친화력이 sucrose 및 다른 당알콜보다 높기 때문에 오븐내에서 수분증발이 지연되어서 잔존 수분이 많으므로 퍼짐성이 줄어들었다고 생각된다(2,10). 이 당류인 lactitol은 당알콜중에서 용해도와 보습성이 sucrose 보다 적당히 낮아서 오븐내 수분증발이 빨리 이루어지고 잔존 수분이 줄어들어서 퍼짐성이 빨리 커졌다. 35, 100% maltitol 첨가군도 넓이와 두께에서는 lactitol 첨가군과

Table 2. Effect of replacing sucrose by sugar alcohols on spread ratio of sugar cookies

| Replacement of sweetener for sucrose | | Sucrose 100% | Sugar alcohols | | | |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | Xylitol | Maltitol | Lactitol | Isomalt |
| 35% | W ¹⁾ | 9.09 ± 0.17 ^{a4)} | 8.14 ± 0.13 ^c | 9.08 ± 0.15 ^a | 8.89 ± 0.18 ^a | 8.59 ± 0.10 ^b |
| | T ²⁾ | 0.84 ± 0.07 ^b | 0.96 ± 0.07 ^a | 0.76 ± 0.05 ^c | 0.74 ± 0.07 ^c | 0.78 ± 0.04 ^c |
| | S · R ³⁾ | 10.82 ± 0.13 ^c | 8.48 ± 0.16 ^c | 11.95 ± 0.14 ^a | 12.01 ± 0.16 ^a | 11.01 ± 0.20 ^b |
| 50% | W | 9.09 ± 0.17 ^{ab} | 8.03 ± 0.19 ^{ab} | 8.98 ± 0.21 ^{ab} | 9.10 ± 0.22 ^a | 8.91 ± 0.14 ^b |
| | T | 0.84 ± 0.07 ^b | 0.97 ± 0.05 ^a | 0.74 ± 0.05 ^c | 0.71 ± 0.03 ^c | 0.76 ± 0.07 ^c |
| | S · R | 10.82 ± 0.13 ^d | 8.30 ± 0.23 ^c | 12.14 ± 0.30 ^b | 12.82 ± 0.18 ^a | 11.72 ± 0.15 ^c |
| 75% | W | 9.09 ± 0.17 ^b | 7.61 ± 0.13 ^c | 9.23 ± 0.07 ^b | 9.36 ± 0.05 ^a | 8.98 ± 0.19 ^b |
| | T | 0.84 ± 0.07 ^b | 1.09 ± 0.09 ^a | 0.71 ± 0.03 ^c | 0.69 ± 0.06 ^c | 0.73 ± 0.05 ^c |
| | S · R | 10.82 ± 0.13 ^d | 6.98 ± 0.09 ^c | 13.00 ± 0.20 ^b | 13.56 ± 0.37 ^a | 12.30 ± 0.33 ^c |
| 100% | W | 9.09 ± 0.17 ^b | 7.38 ± 0.11 ^c | 9.56 ± 0.13 ^a | 9.67 ± 0.18 ^a | 9.07 ± 0.43 ^b |
| | T | 0.84 ± 0.07 ^b | 1.15 ± 0.11 ^c | 0.71 ± 0.06 ^c | 0.69 ± 0.07 ^c | 0.70 ± 0.05 ^c |
| | S · R | 10.82 ± 0.13 ^d | 6.42 ± 0.27 ^c | 13.47 ± 0.25 ^b | 14.02 ± 0.18 ^a | 12.95 ± 0.08 ^c |

¹⁾W: Widthness of sugar cookies

²⁾T: Thickness of sugar cookies

³⁾S · R: Spread ratio of sugar cookies

⁴⁾Means of ten replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different($p < 0.05$).

유의적인 차이가 없으면서 유사한 퍼짐성을 보이지만, iso-malt의 경우 보습성과 용해도가 가장 낮고 반죽의 건조도를 높여서 퍼짐성을 가질만한 점성이 부족하므로 이당류중 퍼짐성이 가장 낮았다고 생각된다. 또한 모든 당알콜 첨가군에서 대체비가 낮아질수록 sucrose의 영향이 커지면서 대조구의 퍼짐성에 가까워지는 현상을 보였다. 따라서 xylitol을 제외한 이당류 당알콜 첨가군은 높은 퍼짐성과 얇은 두께를 가지며, 대체비가 낮아져도 대조구보다 퍼짐성이 유의적으로 컸다. 특히 모든 대체비에서 퍼짐성이 큰 lactitol 첨가군의 제조적성이 뛰어났는데, 이것은 sucrose를 대조구로 하여 lactitol, maltitol, isomalt, sorbitol로 제조한 쿠키중 lactitol 첨가군의 경우 퍼짐성이 당알콜 첨가군 중 가장 크고 대조구보다 크다는 보고와도 일치하였다(8).

Sugar cookie의 비중

Cookie의 경우 굽기 과정 중의 수분 손실은 거의 차이가 없다는 보고(8)처럼 무게(g)에서는 유의적인 차이가 없기 때문에 비중에서 중요한 요인은 부피(cc) 즉 팽창율인데, 이 팽창율은 퍼짐성(spread ratio)과 유사한 의미이다. 따라서 sugar cookie의 퍼짐성이 커질수록 비중이 작아지게 된다. 전체적으로 무게는 xylitol 첨가군의 경우 잔존수분의 영향으로 약간 높았지만 유의적인 차이가 나타나지는 않았다. 부피에서 퍼짐성이 높은 lactitol 첨가군의 값이 모든 대체비에서 대조구보다 유의적으로 높았고 (p<0.05) xylitol의 수치는 낮았다(Table 3). 따라서 대조구의 비중을 0.38(g/cc)로 두었을 때 50, 75, 100% lactitol 첨가군의 비중이 공히 0.35로서 가장 낮았고, 모든 대체비에서 lactitol 첨가군이 대조구보다 유의적으로 낮았다. 또한 각 당알콜의 대체비가 낮아질수록 sucrose의 영향

으로 대조구 비중에 가까워지는 현상을 보였다. 그리고 퍼짐성과 비중의 상관관계 계수는 35%에서 -0.86117, 50%에서 -0.91638, 75%에서 -0.96357, 100%에서 -0.97776으로 나타나 모든 대체비에서 99.99%의 부의 상관관계를 나타내었다(Fig. 1). 이와 같이 sugar cookie에서 팽창성, 즉 퍼짐성이 높은 lactitol, maltitol 첨가군의 비중이 실험에 사용한 다른 당알콜 첨가군보다 낮아 우수한 적성을 나타내었다.

Sugar cookie의 색도

Sugar cookie의 색은 일정한 조건하에서 주로 당(sugar)에 의한 영향이 크고, 환원당에 의한 비효소적 maillard 반응, 열에 불안정한 당에 의한 카라멜화 반응에 의해 가장 큰 영향을 받는다. 이 반응들은 매우 높은 온도가 필요하므로 오븐내에서 표면색(surface color)만 크게 변하게

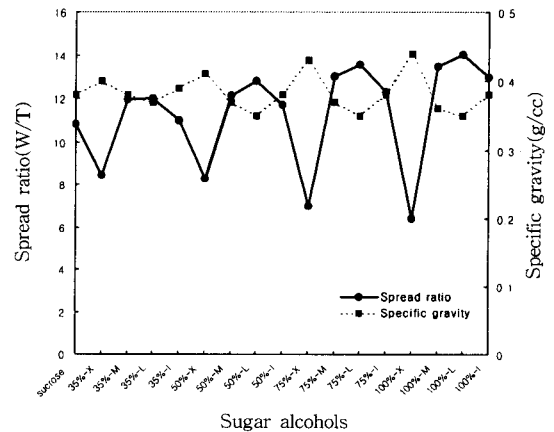


Fig. 1. Comparison of spread ratio and specific gravity of sugar cookies.

Table 3. Effect of replacing sucrose by sugar alcohols on specific gravity of sugar cookies

| Replacement of sweetener for sucrose | | Sucrose | Sugar alcohols | | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 100% | Xylitol | Maltitol | Lactitol | Isomalt |
| 35% | W ¹⁾ | 20.74±0.10 | 20.91±0.11 | 20.84±0.10 | 20.64±0.20 | 21.08±0.22 |
| | V ²⁾ | 53.89±0.20 ^{d4)} | 52.36±0.26 ^d | 55.02±0.3 ^b | 55.68±0.30 ^a | 53.77±0.84 ^c |
| | S · G ³⁾ | 0.38 ^c | 0.40 ^a | 0.38 ^c | 0.37 ^d | 0.39 ^b |
| 50% | W | 20.74±0.10 | 21.22±0.24 | 20.45±0.17 | 20.21±0.11 | 20.84±0.20 |
| | V | 53.89±0.20 ^d | 51.38±0.34 ^c | 55.67±0.20 ^b | 57.21±0.27 ^a | 54.18±0.36 ^c |
| | S · G | 0.38 ^b | 0.41 ^a | 0.37 ^c | 0.35 ^d | 0.38 ^b |
| 75% | W | 20.74±0.10 | 21.45±0.14 | 20.53±0.20 | 20.19±0.12 | 20.66±0.31 |
| | V | 53.89±0.20 ^d | 49.51±0.39 ^e | 55.81±0.19 ^b | 57.28±0.29 ^a | 54.16±0.30 ^c |
| | S · G | 0.38 ^b | 0.43 ^a | 0.37 ^c | 0.35 ^d | 0.38 ^b |
| 100% | W | 20.74±0.10 | 21.98±0.18 | 20.51±0.34 | 20.20±0.28 | 20.55±0.15 |
| | V | 53.89±0.20 ^d | 49.95±0.16 ^c | 56.88±0.21 ^b | 57.91±0.31 ^a | 54.28±0.29 ^c |
| | S · G | 0.38 ^b | 0.44 ^a | 0.36 ^c | 0.35 ^d | 0.38 ^b |

¹⁾W: Weight(g)

²⁾V: Volume(cc)

³⁾S · G: Specific gravity(g/cc)

⁴⁾Means of ten replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05).

된다(21). Table 4에서와 같이 명도를 나타내는 L값의 경우 전체적으로 대조구보다 50% 이상의 당알콜 첨가군의 L값이 유의적으로(p<0.05) 높아서 밝게 나타났다. 100% 대체비에서 xylitol과 maltitol 첨가군(xylitol>maltitol>isomalt>lactitol>대조구순)의 값이 높았고, 대체비가 낮아질수록 각각 대조구 값에 가까워져서 낮아졌다. 이것은 여러 가지 비환원성 기능성당(lactitol, maltitol, isomalt, sorbitol 등)과 sucrose를 이용하여 만든 옐로우 케익을 비교한 실험에서 surface color의 경우 대조구보다 maltitol을 사용한 케익에서 가장 연하게 나타난 보고(8)와도 유사하다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 75% 이상의 isomalt 첨가군이 대조구 및 다른 당알콜 첨가군보다 유의적으로 높았으며, 황색도를 나타내는 b값의 경우 75% 이상의 maltitol 첨가군이 대조구 및 당알콜 첨가군보다 유의적으로 높았고, 75% 이상의 isomalt 첨가군은 유의적으로 낮았다. 또한 a, b값 모두 대체비가 낮아질수록 대조구 값에 가까워지는 현상을 보여 35% 대체비에서는 전체적인 색도차가 줄어들었다.

Cookie의 색을 나타내는 요인 중 maillard 반응은 환원기를 가지는 카르보닐 화합물과 아미노기를 가지는 아미노 화합물의 반응에 의해 생성된 melanoidin에 의하여 갈색으로 변화하는데, 본 실험에 사용된 sucrose 및 당알콜은 이 반응을 일으키는 환원당의 aldehyde기 또는 ketone기가 없기 때문에 이 반응이 나타나지 않는다. 그러나 sucrose의 경우 주성분인 자당 외에 소량의 전화당, 즉 포도당과 과당은 대단히 반응성이 높은 환원기를 가지고 있기 때문에 당알콜보다는 maillard 반응이 훨씬 많이 일어난다고 할 수 있다. 또한 색을 나타내는 요인중 카라멜화반

응에서 당알콜은 sucrose보다 열 안정성이 크므로 열에 의한 영향을 적게 받는다고 할 수 있다(1,5). 따라서 100% 당알콜 첨가군에서는 대조구와의 색차가 크게 나타났으며 대체비가 낮아질수록 대조구의 구운 황갈색을 나타내는 것으로 나타났다.

관능검사

QDA(Quantitative Description Analysis)

Fig. 2에서와 같이 75%의 경우 표면색(surface color)이 가장 진하다고 답한 cookie는 대조구였고 표면 깨어짐(surface cracking)은 xylitol을 제외한 당알콜 첨가군이

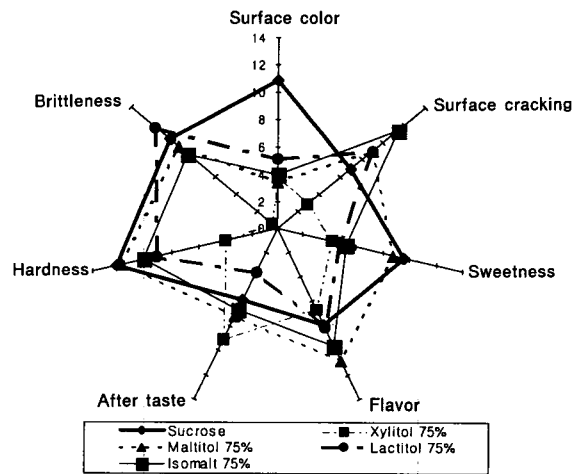


Fig. 2. QDA profile of sugar cookies with 75% sugar alcohols.

Table 4. Surface colors of sugar cookies

| Replacement of sweetner for sucrose | Sucrose 100% | Sugar alcohols | | | | |
|-------------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Xylitol | Maltitol | Lactitol | Isomalt | |
| 35% | L ¹⁾ | 46.22±0.8 ^{bc5)} | 46.83±0.34 ^a | 46.02±0.47 ^{bc} | 45.93±0.30 ^c | 46.37±0.37 ^b |
| | a ²⁾ | 15.04±0.55 ^b | 13.05±0.19 ^d | 15.58±0.29 ^a | 14.54±0.31 ^c | 14.70±0.22 ^c |
| | b ³⁾ | 35.14±0.57 ^b | 35.54±0.24 ^a | 34.89±0.68 ^b | 35.53±0.40 ^a | 34.84±0.33 ^b |
| | ΔE ⁴⁾ | 0.00±0 ^e | 2.12±0.12 ^a | 0.63±0.34 ^c | 0.70±0.23 ^b | 0.48±0.31 ^d |
| 50% | L | 46.22±0.8 ^c | 52.53±0.32 ^a | 49.08±0.23 ^c | 49.68±0.30 ^b | 48.44±0.20 ^d |
| | a | 15.04±0.55 ^a | 12.81±0.31 ^c | 14.24±0.25 ^b | 14.33±0.21 ^b | 15.06±0.25 ^a |
| | b | 35.14±0.57 ^b | 35.11±0.33 ^b | 36.11±0.24 ^a | 36.08±0.25 ^a | 34.07±0.28 ^c |
| | ΔE | 0.00±0 ^d | 6.40±0.20 ^a | 3.12±0.21 ^c | 3.66±0.24 ^b | 3.15±0.20 ^c |
| 75% | L | 46.22±0.8 ^e | 57.98±0.36 ^a | 56.62±0.21 ^b | 52.73±0.37 ^d | 56.12±0.55 ^c |
| | a | 15.04±0.55 ^b | 11.02±0.26 ^c | 13.54±0.22 ^d | 13.96±0.30 ^c | 15.59±0.25 ^a |
| | b | 35.14±0.57 ^c | 36.87±0.75 ^b | 37.23±0.35 ^a | 36.56±0.30 ^b | 33.92±0.20 ^d |
| | ΔE | 0.00±0 ^c | 9.12±0.34 ^d | 10.23±0.22 ^c | 10.55±0.30 ^b | 11.84±0.20 ^a |
| 100% | L | 46.22±0.8 ^e | 66.95±0.69 ^a | 65.89±0.70 ^b | 58.09±0.51 ^d | 59.77±0.48 ^c |
| | a | 15.04±0.55 ^b | 11.83±0.22 ^d | 11.24±0.52 ^e | 13.40±0.29 ^c | 15.88±0.33 ^a |
| | b | 35.14±0.57 ^d | 37.75±0.42 ^b | 39.50±0.47 ^a | 37.36±0.50 ^c | 33.13±0.25 ^e |
| | ΔE | 0.00±0 ^e | 19.01±0.23 ^b | 20.50±0.48 ^a | 12.19±0.25 ^d | 13.72±0.33 ^c |

¹⁾L: 100=white, 0=black ²⁾a: +=red, -=green

³⁾b: +=yellow, -=blue ⁴⁾ΔE= √ ΔL²+ Δa²+ Δb²

⁵⁾Means of fifteen replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05).

대조구보다 유의적($p < 0.05$)으로 높다고 나타났다. 대조구의 경우 결정성 입자가 재결정화되어 island(섬모양)를 균일하게 만들어지면서 선모양의 crack이 나타나지만 xy-litol을 제외한 당알콜은 분말상태로 입자끼리 뭉치는 성질이 강하기 때문에 재결정화될 때 뭉쳐서 점모양의 둥근 cracking이 나타나는 현상을 볼 수 있다. Maltitol의 경우는 sucrose와 입자상태가 비슷하므로 둥근 crack과 중간 상태인 선모양의 crack이 굵은 선으로 나타나는 것을 외관상 확인할 수 있다. Xylitol은 단당류로서 보습성이 강하여 오븐내 수분 증발이 지연되므로 cracking이 거의 나타나지 않는다. 75% 경우 둥근 cracking이 심한 당알콜 첨가군이 대조구보다 강도가 크다는 대답이 나왔다고 생각된다. 감미(sweetness)는 50, 75%에서는 대조구가 유의적으로 높았고, 대조구>maltitol>isomalt>lactitol>xylitol 첨가군의 순으로 나타났으며(Fig. 2, 3), 35%에서는 maltitol 첨가군의 강도가 유의적으로 크게 나타났다(Fig. 4). 대체비가 낮아질수록 sucrose의 영향으로 둥근 점모양의 cracking은 선모양으로 변하게 되고 35%에서는 대조구의 강도가 유의적으로 크고 xylitol을 제외한 당알콜끼리는 차이가 없었다(Fig. 4). 단일 감미료의 감미도만을 나타낸 경우 sucrose의 감미도가 1일 때 xylitol은 1, maltitol은 0.8, lactitol은 0.3, isomalt는 0.5라는 보고(2)와 sucrose가 1일 때 xylitol은 1, maltitol은 0.85, lactitol은 0.35, isomalt는 0.4라는 보고(3)와 xylitol을 제외하고는 경향이 일치하였고, 각 사용당의 조성비에 따라 감미도의 차이가 있었다. 여기서 xylitol 75%의 경우 대조구와 비슷한 감미강도를 가져야 함에도 불구하고 가장 낮게 나타난 것은 xylitol로 제조한 cookie의 내부조직이 약하고 촉촉한 느낌을 주는 수분의 영향으로 감미가 희석된 것이라고 생각되며 단일 당의 감미도는 cookie의 여러 성분과의 상호 복합적으로 생성되는 감미도와 반드시 일치한다고는 할

수 없다. 35%에서는 maltitol 첨가군의 감미가 대조구와 비슷할 뿐만 아니라 대조구보다 두께가 얇기 때문에 조직감으로 느끼는 관점에서 더 달게 느껴졌을 것이라고 생각된다. 또한 35%에서는 감미가 가장 낮았던 lactitol 첨가군도 35%에서는 대조구와 감미 차이가 없었다(Fig. 4).

풍미(flavor)와 후미(after taste)는 75%일 때 각 당알콜 특유의 풍미와 후미를 내지만, 대체비가 낮아질수록 대조구의 강도에 가까워지면서 차이가 작아졌고 쿠키내 여러 성분의 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 단단함(hardness)의 경우 75% 대체시 maltitol 첨가군이 대조구와 유의차가 없었고, 대조구>maltitol>isomalt>lactitol>xylitol 첨가군 순이었으며, 바삭바삭함(brittleness)의 경우 대체비가 낮아질수록 강도가 컸으며, lactitol 첨가군의 경우 모든 대체비에서 대조구보다 유의적으로 강도가 컸다.

기호도 검사

Sugar cookie의 기호도 검사결과(Table 5) 외관(appearance)에서 75%의 경우 대조구>maltitol>isomalt>lactitol>xylitol 첨가군의 순으로 기호도가 나타났는데, xylitol 첨가군의 경우는 퍼짐성이 작고 바삭바삭해 보이는 cracking이 나타나지 않은 점, lactitol 첨가군은 둥근 점모양의 cracking이 강하게 나타난점이 낮은 기호도의 요인으로 생각되고, maltitol 첨가군은 높은 대체비에서도 선모양의 샤브레같은 crack으로 기호도가 높은편이라 생각된다. 또한 35% 첨가군의 기호도가 가장 높았고 xylitol 첨가군을 제외하고는 대조구와 유의적 차이($p < 0.05$)가 없었다. 이는 연한 색보다는 맛있게 구운 느낌이 드는 대조구의 황갈색에 가까운 색을 선호하고, 선모양의 바삭바삭한 느낌이 드는 crack에 선호도가 높기 때문이라고 생각된다.

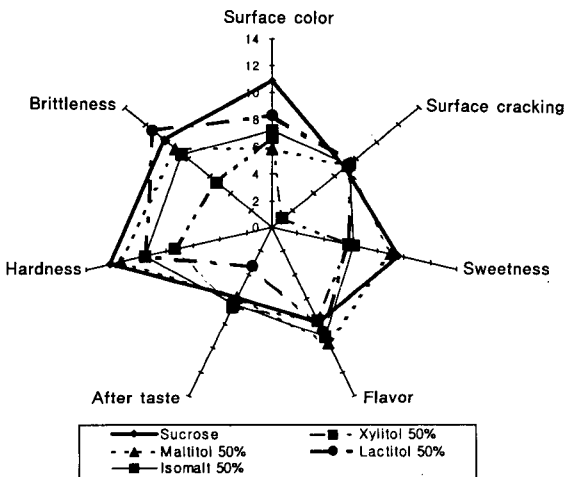


Fig. 3. QDA profile of sugar cookies with 50% sugar alcohols.

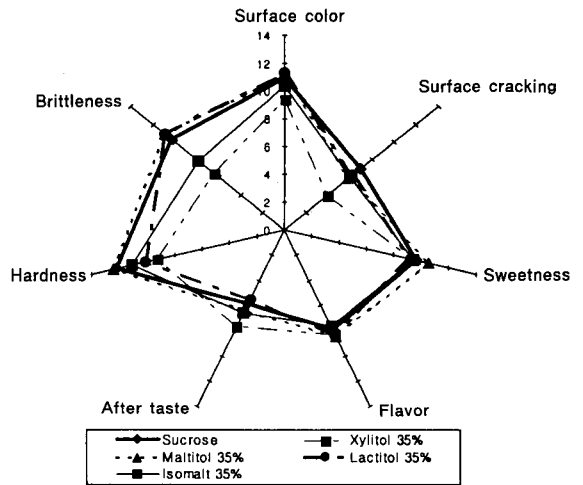


Fig. 4. QDA profile of sugar cookies with 35% sugar alcohols.

Table 5. Acceptability scores for sensory attributes of sugar cookies

| Attribute | | Sucrose 100% | Sugar alcohols | | | |
|-----------------------|-----|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Xylitol | Maltitol | Lactitol | Isomalt |
| Appearance | 35% | 6.9±0.7 ^a | 5.4±0.8 ^{b1)} | 7.4±1.0 ^a | 7.5±1.0 ^a | 6.9±0.8 ^a |
| | 50% | 6.9±0.7 ^a | 4.8±0.8 ^d | 5.9±0.9 ^{bc} | 6.2±1.1 ^{ab} | 5.2±1.0 ^{cd} |
| | 75% | 6.9±0.7 ^a | 3.9±0.9 ^d | 5.4±0.8 ^b | 4.4±0.8 ^{cd} | 4.8±0.8 ^{bc} |
| Flavor | 35% | 6.8±1.0 ^a | 5.9±0.7 ^b | 7.4±0.7 ^a | 6.8±1.0 ^a | 7.0±1.0 ^a |
| | 50% | 6.8±1.0 ^a | 3.2±0.9 ^c | 6.8±0.8 ^a | 5.2±0.8 ^b | 5.5±0.9 ^b |
| | 75% | 6.8±1.0 ^a | 4.1±1.0 ^c | 6.9±0.9 ^a | 5.2±0.6 ^b | 5.3±1.3 ^b |
| Overall texture | 35% | 7.0±0.6 ^b | 5.5±0.8 ^c | 8.0±1.0 ^a | 7.6±1.2 ^{ab} | 7.2±1.0 ^{ab} |
| | 50% | 7.0±0.6 ^a | 3.0±0.8 ^b | 7.1±1.0 ^a | 6.9±0.7 ^a | 6.8±0.9 ^a |
| | 75% | 7.0±0.6 ^a | 3.6±0.8 ^c | 7.2±1.1 ^a | 5.9±0.8 ^b | 5.7±0.8 ^b |
| Overall acceptability | 35% | 6.9±0.7 ^a | 5.8±1.4 ^b | 7.8±1.1 ^a | 7.4±1.0 ^a | 7.2±1.0 ^a |
| | 50% | 6.9±0.7 ^a | 4.1±0.9 ^b | 6.8±0.8 ^a | 6.6±0.9 ^a | 6.2±1.2 ^a |
| | 75% | 6.9±0.7 ^a | 3.1±0.8 ^c | 6.2±1.1 ^a | 5.2±1.0 ^b | 5.2±0.9 ^b |

¹⁾Means of eleven replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05).

Table 6. Expected calories of sugar cookies manufactured with the replacement of sucrose by sugar alcohols

| Replacement of sweetner for sucrose | | Sucrose 100% | Sugar alcohols | | | |
|--|-----------------|-----------------|----------------|----------|----------|---------|
| | | | Xylitol | Maltitol | Lactitol | Isomalt |
| 35% | E ¹⁾ | | 383.9 | 389.8 | 380.1 | 380.1 |
| | R ²⁾ | | 0.964 | 0.979 | 0.954 | 0.954 |
| 50% | E | | 377.8 | 386.1 | 372.3 | 372.3 |
| | R | | 0.949 | 0.969 | 0.935 | 0.935 |
| 75% | E | | 367.6 | 380.1 | 359.2 | 359.2 |
| | R | | 0.923 | 0.954 | 0.902 | 0.902 |
| 100% | E | 398.3 | 357.3 | 374 | 346.2 | 346.2 |
| | R | 1 | 0.897 | 0.939 | 0.869 | 0.869 |

¹⁾Energy(kcal/100g)

²⁾Ratio=Energy of experimental cookie/Energy of sucrose 100% control cookie

풍미(flavor)의 경우 75% 대체시 maltitol 첨가군이 대조구와 감미가 비슷하므로 선호도가 높게 나타났지만 나머지 당알콜 첨가군은 감미가 떨어지고 고유의 후미로 인하여 선호도가 떨어지는 것으로 나타났다. 35%에서는 xylitol 첨가군을 제외하고 대조구와 유의적 차이가 없었는데 이것은 대체비가 낮아지면서 대조구의 구운맛과 비슷해지고 감미도 높아졌기 때문이라고 생각된다.

전체적인 조직감(overall texture)은 당마다 차이가 크지는 않았지만 각 대체비에서 maltitol과 lactitol 첨가군의 선호도가 높았고, 대체비가 낮아질수록 선호도가 낮았는데, 적당한 단단함을 가지고 바삭바삭함이 뛰어난 쿠키를 선호하는 것으로 나타났다.

전체적인 선호도(overall acceptability)는 xylitol 첨가군을 제외하고는 유의적 차이가 없었으며, 35% 대체비를 선호하는 것으로 나타났다. xylitol의 경우 35% 대체시 감미도 높아졌고 부드럽고도 일정한 강도를 가진 조직감을 가져서 대조구에 비해서 약간 낮은 선호도를 나타내었다. 당알콜 중 maltitol 첨가군의 선호도가 가장 높았는데, 이것은 대체비가 높아도 감미와 조직감이 좋기 때문에 모든 대체비에서 기호도가 높았고 35%의 경우 구운 갈색을 가

지며 깨어무는 강도가 좋고 바삭바삭함이 우수한 것으로 나타났다. 그 다음 선호도를 나타낸 lactitol 첨가군의 경우 대체비가 높은 경우 감미가 상당히 떨어지므로 선호도가 낮았지만 35%의 경우 maltitol 35% 첨가군과 외관, 풍미, 조직감이 비슷하여 선호도가 높았다.

열량가

문헌에 보고된 각 당알콜의 생산 열량가(2,8,10)를 평균하였을 때 xylitol은 약 2.4, maltitol은 약 3.0, lactitol과 isomalt는 약 2.0 kcal/g의 열량가를 이용하여 대체 감미료의 종류와 대체 비율에 따라 sugar cookie의 열량을 계산한 수치를 Table 6에 나타내었다(22). 대조구 sugar cookie의 열량이 398.3 kcal/g으로 가장 높고, 100% lactitol, isomalt의 경우 346.2 kcal/g으로 가장 낮아서 작게는 4.6%, 많게는 13.1%까지 열량감소가 가능한 것으로 나타났다.

요 약

Sucrose의 대체 가능성을 살펴보기 위하여 xylitol, maltitol, lactitol, isomalt의 당알콜을 각각 sucrose에 대하여

35%, 50%, 75%, 100% 대체하여 저칼로리, 기능성 sugar cookie를 제조하였고, sugar cookie의 물리적, 관능적특성에 미치는 영향을 살펴보았다. Xylitol을 제외한 이당류 당알콜 첨가군은 높은 퍼짐성과 얇은 두께를 가지고, 대체비가 낮아져도 대조구보다 퍼짐성이 유의적으로($p < 0.05$) 컸다. Lactitol 첨가군의 경우 모든 대체비에서 퍼짐성이 가장 컸고 maltitol 첨가군의 퍼짐성도 우수하였다. 퍼짐성이 클수록 비중은 낮은 경향을 보였는데, 모든 대체비에서 퍼짐성이 큰 lactitol 첨가군은 대조구보다 비중이 유의적으로 낮았고 대체비가 낮아질수록 퍼짐성이 줄어들어 비중이 높아졌다. 비환원성이고 열안정성이 높은 당알콜 첨가군이 대조구보다 표면색이 연했으며, xylitol 첨가군은 L값, maltitol 첨가군은 b값, isomalt 첨가군은 a값이 높았다. 대체비가 낮아질수록 색차가 작아지면서 대조구의 구운 황갈색에 근접 하였다. 정량적 묘사 분석에서 표면색은 기계적 측정치와 비슷한 경향을 나타내었고, 표면깨어짐은 대체비가 낮아질수록 sucrose의 영향으로 선모양의 cracking 강도가 작아졌다. 감미는 50, 75%에서는 대조구, 35%에서는 maltitol 첨가군이 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 풍미와 후미, 조직감은 75%에서 각 당알콜 첨가군이 특유의 특성을 보이고 대체비가 낮아질수록 대조구 값에 가까워졌다. 기호도 검사에서 외관은 대조구에 가까운 구운 황갈색과 선모양의 표면깨어짐을 선호하였다. 대조구와 비슷한 구운맛과 감미를 가진 35% 대체비를 선호하였으며 또한 단단함이 적당히 강하면서 바삭바삭함이 뛰어난 35% 대체비를 선호하였다. 당알콜 중 maltitol을 첨가한 처리군은 모든 대체비에서 감미와 조직감이 좋아서 기호도가 가장 높았지만 경제성의 문제가 있다. Lactitol 첨가군은 75%에서는 감미가 상당히 낮아 기호성이 떨어졌지만 35%에서는 외관, 감미, 조직감이 모두 향상되어 선호도가 높았으며 경제적으로도 가장 적합하다고 생각된다. 따라서 당알콜로 대체된 sugar cookie는 모든 대체비에서 감미를 제외하면 대조구와 비교하여 나쁘지 않거나 우수하였으며, 35% 대체비에서 대조구와 비슷하거나 우수한 특성을 나타내어 이 비율이 가장 적합한 대체비율이라고 사료된다.

문 헌

1. 월간 제과 제빵사 : 빵, 과자 백과 사전. 민문사, pp.423-424 (1992)
2. 김상용, 오덕근, 김석신, 김철재 : 무설탕 과자 제조에 사용되는 신규 감미료 - 당알콜류와 신종 당류를 중심으로. 식품과학과 산업, 29, 53-61(1996)
3. Lee, C. H., Souane, M., Lee, H. D. and Kim, S. Y. : Studies

on the functional properties of sugar derivative sweeteners. *Korean J. Dietary Culture*, 5, 431-436(1978)

4. Lee, C. H., Park, C. S. and Han, B. J. : Studies on the rheological properties of sugar derivative sweeteners. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 852-857(1990)
5. Lee, C. H., Han, B. J., Kim, N. Y., Lim, J. K. and Kim, B. C. : Studies on the browning reaction of sugar derivative sweeteners. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 52-56(1991)
6. Lee, Y. S. : Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Changwon National Univ., M. S. Thesis*(1997)
7. Nishibori, S. and Kawakishi, S. : Effect of various sugars on the quality of baked cookies. *Cereal. Chem.*, 69, 160-163(1992)
8. Olinger, P. M. and Velasco, V. S. : Opportunities and advantages of sugar replacement. *Cereal Foods World*, 41, 110-121(1996)
9. Hoseney, R. C. and Rogers, D. E. : Mechanism of sugar functionality in cookies. In "The science of cookie and cracker production" Farid, H.(ed.), Chapman & Hall, pp.203-225(1994)
10. Hamano, H. : Functional properties of sugar alcohols as low-calorie sugar substitutes. *Food Industry and Nutrition*, 2, 1-6(1997)
11. Han, S. H. and Kim, Z. U. : Browning reaction by sugar alcohols with amino acids. *Seoul National Univ. J. Agric. Sci.*, 16, 89-93(1991)
12. 허경택 : 올리고당의 생리기능 특성. 식품과학과 산업, 28, 24-28(1995)
13. Byun, S. H. and Lee, C. H. : Studies on physicochemical properties of erythritol, substitute sugar. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 1089-1093(1997)
14. American Association of Cereal Chemists : Approved methods of the Am. Assoc. Cereal Chem(method 10-52, First approval 9-25-85; revised 11-6-88 and 11-1-89). St. Paul, MN.(1986)
15. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울, 131-193(1993)
16. Armbrister, W. L. and Setser, C. S. : Sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening or fat replacers at 50 and 75% levels. *Cereal. Chem.*, 71, 344-351(1994)
17. 조중재 : SAS 통계 자료분석. 교우사, pp.10-54(1994)
18. Doescher, L. C. and Hoseney, R. C. : Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal. Chem.*, 62, 263-266(1985)
19. Curley, L. P. and Hoseney, R. C. : Effect of corn sweeteners on cookie quality. *Cereal. Chem.*, 61, 274-278(1984)
20. Miller, R. A., Hoseney, R. C. and Morris, C. F. : Effect of formula water content on the spread of sugar-snap cookies. *Cereal. Chem.*, 74, 669-671(1997)
21. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, pp.401-417(1995)
22. Aren, J. H. : Dietary energy on using sugar alcohols as replacements for sugars. *Proceedings of the Nutrition Society*, 50, 383-390(1991)