

당알콜을 이용한 Sugar Cookie의 제조 (II) 당알콜 쿠키의 조직감

신인영 · 김혁일[†] · 김창순* · 황 기

계명대학교 식품가공학과

*창원대학교 식품영양학과

Characteristics of Sugar Cookies with Replacement of Sucrose with Sugar Alcohols (II) Textural 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 the effect of replacement of 35, 50, 75, 100% of sucrose by sugar alcohols on the texture of sugar cookies. The moistness of dough decreased as the amount of isomalt increased in cookie formula. From the texture profile for rheological properties of dough, hardness and adhesiveness of dough increased as the amount of isomalt increased. From the texture profile for sugar cookie measured by snap test and probing, hardness and brittleness of cookies increased as the levels of replacement decreased. Especially the addition of lactitol increased brittleness of cookies. In addition texture of cookies was close to control cookie as the levels of replacement decreased.

Key words: sugar cookie, sugar alcohols, texture, texture analyzer

서 론

국민소득 수준의 향상으로 식생활이 서구화, 간편화됨에 따라 우리나라 제과공업도 질적·양적으로 팽창하게 되었는데, 제과류중 쿠키(cookie)는 건과자에 속하고 미생물적인 변패가 적어 저장성이 우수하며, 감미가 높고 맛이 우수하여 현대인, 특히 어린이, 젊은 여성, 노인등의 주된 간식으로 애용되고 있다. 제과·제빵의 전통적인 감미료인 설탕(sucrose)은 열량이 높은 천연소재로서 아직 식품의 당성분으로 대부분 사용되므로 이로 인한 비만증, 당뇨병, 고콜레스테롤 등의 성인병과 충치발생의 우려가 높다(1). 따라서 새로운 저열량 기능성 대체 감미료에 대한 연구가 진행되고 있는데, 이 중 당알콜(sugar alcohols)계 감미료는 당을 환원시켜 모든 산소분자를 hydroxyl기로 전환시킨 'polyol'인데, 소량을 섭취해도 인체내에서 효과적으로 작용하고 저칼로리, 충치예방, *Bifidobacterium spp.*의 증식인자 등의 생리적 기능을 보이며 높은 흡습성, 낮은 점도, 수분활성도 저하, 높은 동결온도, 열안정성, Maillard 반응 방지 등의 우수한 물리·화학적 성질을 가지

므로 식품에의 응용적성이 매우 높다고 할 수 있다(1-8).

구워진 sugar cookie는 저장시 snap이 발달하여 경도가 높아지는데 sucrose와 성상이 비슷한 결정상을 가진 당이 포함된 sugar cookie가 저장시 경도와 바삭거림이 높아지는 등 조직감에 큰영향을 미친다(9). 이와 같이 sugar cookie에서는 당의 역할이 매우 중요한 만큼 sucrose의 사용비율이 높기 때문에 그 대체성이 충분히 고려되지만, 국내·외에서 당알콜을 과자류에 대체한 체계적인 연구가 없을 뿐 아니라 과자류에서 가장 중요한 조직감(10-14)에 대한 연구도 매우 미약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 비만증, 당뇨병 등 성인병 환자들의 저열량 요구성, 기능성 및 품질 개선 요구성에 맞추어 모든 상업적인 과자류의 기본 모델이 되는 sugar cookie에 대체당으로서 당알콜을 적용하여 이들이 쿠키의 가장 중요한 기호적 요인인 조직감에 미치는 영향에 대한 물성을 관찰하였다.

재료 및 방법

재료 및 배합비

밀가루(주)삼양, 박력분; 단백질 함량 7%, 수분함량 12

[†]To whom all correspondence should be addressed

%, 회분함량 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 전보(15)와 같다.

Sugar cookie의 제조방법

Sugar cookie는 AACC method 10-52(16)에 따라 제조하였으며, 제조방법은 전보와 동일하다(15). 믹싱이 끝난 cookie 반죽은 온도를 측정하여 30±1°C가 될 때 먼저 110g 정도 떼어내어 반죽의 조직감을 측정하였고, 204°C에서 7분간 구워진 sugar cookie를 실온까지 냉각하고 포장하여 24시간 후 기계적인 조직감 측정을 하였다.

Sugar cookie 반죽의 기계적 물성

Cookie 반죽에서 당알콜의 종류와 배합비가 반죽의 물성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 texture analyzer (TA-X2, Stable Micro System, England)를 이용하여 반죽의 물성을 측정하였다. 믹싱 후 곧바로 110g의 반죽을 떼어내어 반죽의 온도를 측정하고 약 30±1°C가 될 때 용기(dough preparation)에 담아 윗면을 펴준 후 Table 1과 같은 조건으로 시험을 시행하였다. Texture profile에서 지름 6mm의 probe(P/6)가 반죽속으로 20mm 침투할 때 압착(compression)에 의해 받는 최대힘(maximum force; g)과 이 지점까지의 면적(area 1: 2; g·s)을 견고성(hardness)으로 나타내었다. 그리고 probe가 반죽속에서 밖으로 다시 빠져나올 때 받는 최소힘(minimum force; g)과 이때의 면적(area 2: 3; g·s)을 부착성(adhesiveness)으로 나타내었다(Fig. 1).

Snap test에 의한 sugar cookie의 조직감

오븐에서 구워낸 후 시중에서 판매되는 cookie와 동일한 조건을 가지게 하기 위해 포장상태에서 24시간이 지난 후 Table 2과 같은 조건으로 조직감을 측정하였다.

Table 1. Condition of texture measurement for rheological properties of dough

Hardness of cookie dough measured by probing	
Mode :	Measure force in compression
Option :	Return to start
Pre-test speed :	5.0 mm/s
Test-speed :	3.0 mm/s
Post-test speed :	10.0 mm/s
Distance :	20 mm
Trigger type :	Auto-5g
Data acquisition rate :	200 pps
Accessory : 6mm cylinder probe(P/6), dough preparation set(A/DP)-using 5kg load cell	

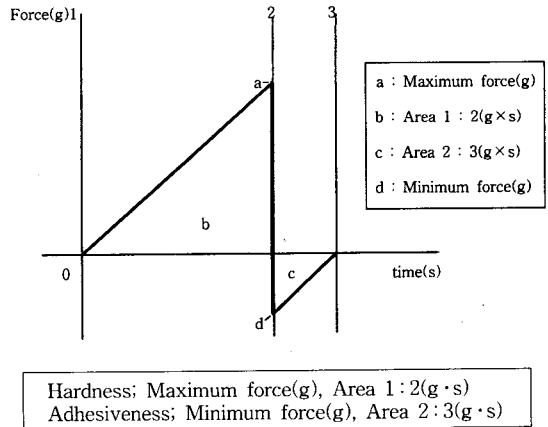


Fig. 1. Schematic diagram of texture graph for rheological properties of dough.

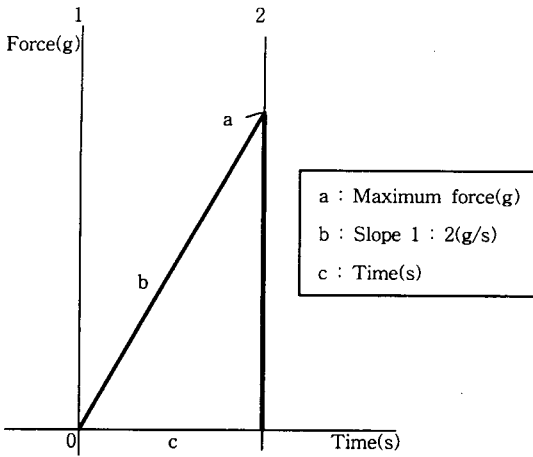
Table 2. Condition of texture measurement for sugar cookies by snap test

Resistance of cookies to bend of 'snap test'	
Mode :	Measure force in compression
Option :	Return to start
Pre-test speed :	5.0 mm/s
Test-speed :	0.5 mm/s
Post-test speed :	10.0 mm/s
Distance :	5 mm
Trigger type :	Auto-20g
Data acquisition rate :	400 pps
Accessory : 3-Point bending rig(HDP/3PB)-using 5kg load cell	

4.2cm 간격의 두 지지대 사이에 cookie를 얹고 blade가 cookie표면에 닿은 후 5mm 침투하게 해서 cookie가 중심에서 부러질 때(snapping) 생기는 조직적 특성을 측정하였다. Cookie가 중심에서 깨어질 때 받는 최대힘(maximum force; g)을 경도(hardness)로 표시하고, 이 지점까지 blade가 침투한 거리(distance)와 시간(time)과의 관계를 나타내었다. 0점에서 이 지점까지의 기울기(slope; g/s)를 깨짐성(brittleness)으로 나타내었고, 최대힘(max·f)과 제품형태와 측정기기와의 관계를 snapping force(2σbh²/3L)로 계산하였다. 여기서 σ는 최대힘(maximum force)이고 b는 cookie의 넓이(widthness), h는 두께(thickness), L은 지지대 사이의 거리(distance between the bottom supports)이다(Fig. 2).

Probing에 의한 sugar cookie의 조직감

Snap test와 동일한 저장조건으로 저장한 후 Table 3과 같은 조건으로 조직감을 측정하였다. 지름 5mm의 cylinder형 probe(P/5)를 cookie속으로 4mm 침투시켰을 때 받는 최대힘(maximum force; g)과 0점에서 이 지점까지의 기울기(slope; g/s)를 경도(hardness)로 나타내었다. 최대힘에 도달할때까지의 침투거리(distance; mm)와 시간



Hardness; Maximum force(g), Brittleness ; Slope 1 : 2(g/s)
 Snapping force= $2\sigma bh^2/3L$ (σ : maximum force b; width-ness of cookie, h; thickness of cookie, L; distance between the bottom supports)

Fig. 2. Schematic diagram of texture graph for sugar cookies by snap test.

Table 3. Condition of texture measurement for sugar cookies by probing

Hardness measurement of cookie by probing	
Mode :	Measure force in compression
Option :	Return to start
Pre-test speed :	5.0 mm/s
Test-speed :	0.5 mm/s
Post-test speed :	10.0 mm/s
Distance :	4 mm
Trigger type :	Auto-5g
Data acquisition rate :	200 pps
Accessory : 5mm cylinder probe(P/5)-using 5kg load cell	

(time; s)을 표시하고, 그래프상에 나타나는 peak(hold; 100g)의 개수(number of peak)를 과쇄성(즉, 바삭바삭함; brittleness)으로 나타내었다. 그리고 hardness와 brittleness의 요인인 전체 그래프 면적(area 1 : 2; g · s)을 나타내었다(Fig. 3).

통계적 분석방법

실험에서 얻은 모든 data를 PC-SAS system을 이용하여 통계처리하였다. ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 던킨의 다중 범위 시험 비교법(Duncan's multiple range test)으로 시료간 유의성을 검증하였다(17).

결과 및 고찰

Sugar cookie 반죽의 기계적 물성

Sugar cookie의 반죽(dough)은 밀가루에서 최종 제품

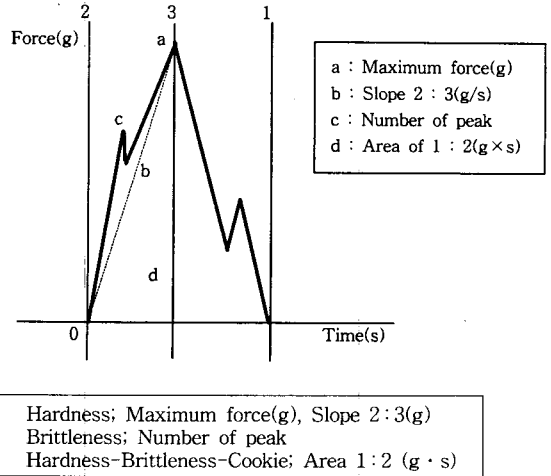


Fig. 3. Schematic diagram of texture graph for sugar cookies by probing.

으로 전환되는 중간 제품으로서 제조과정 중 반죽의 기계적성과 제품의 품질에 절대적인 영향을 미치게 된다. 반죽은 밀가루 질과 종류, 첨가 재료의 양과 질, 혼합시간과 휴지시간과 같은 제조 조건에 크게 의존되며 첨가 재료 중 당(sugar)에 의해 큰 영향을 받고, 특히 반죽의 점성은 수분의 함량과 흡수에 관계된다(9,18,19). 따라서 sucrose 100%를 대조구로 당알콜의 종류와 대체비가 반죽 물성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 texture analyzer에 의한 probing test를 시행하여 얻어진 값을 Table 4에 나타내었다.

반죽물성에서 견고성(hardness)을 나타내는 요인 중 최대힘(maximum force; g)은 100%에서 당알콜 첨가군 간의 차이가 크게 나타났는데, maltitol 첨가군은 대조구와 유의적인 차이가 없었고 단당류인 xylitol을 제외한 당알콜 첨가군은 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 이 결과는 다른 당알콜이 분말상인 것에 비해 maltitol의 경우 입자상태가 sucrose와 같은 결정상(crystalline)이고 이당류이며 점도와 용해성 등 물리적 특성이 매우 유사하여 sucrose와 물성이 매우 유사하다는 보고(8)와 일치하는 것이다. 특히 100% isomalt 첨가군의 값이 현저하게 높았는데 이것은 isomalt가 보습성과 용해성이 가장 낮고 반죽의 건조상태를 높이는 성질을 가지고 있어서 나타난 결과라고 생각된다. 또한 여러 가지 당알콜(lactitol, maltitol, isomalt, sorbitol 등)을 사용하여 만든 cookie 반죽에서 100% isomalt로 만든 반죽의 성상이 가장 건조하고 견고성이 높았다는 보고(8)와도 일치하였다. 대체비가 낮아질수록 당알콜은 고유의 성질을 잃고 sucrose의 영향을 많이 받게되며, 35% 대체비에서 max · f 값은 대조구 > isomalt > maltitol > lactitol > xylitol 첨가 순이었다. Hardness의 두 번째 요인인 area 1(1 : 2; g · s)도 max · f와 같은 경향을 보였다.

Table 4. Effect of replacing sucrose by sugar alcohols on rheological properties of cookie dough

Replacement of sweetner for sucrose		Sucrose 100%	Sugar alcohols			
			Xylitol	Maltitol	Lactitol	Isomalt
35%	Max.F ¹⁾	162 ± 3.8 ^{5b)}	70 ± 1.4 ^c	97 ± 1.8 ^c	87 ± 2.1 ^d	128 ± 3.2 ^b
	Area 1 ²⁾	769 ± 11.1 ^a	322 ± 8.1 ^e	448 ± 11.2 ^c	408 ± 10.8 ^d	586 ± 12.0 ^b
	Min.F ³⁾	-106 ± 4.5 ^a	-52 ± 1.3 ^b	-55 ± 0.8 ^b	-54 ± 1.9 ^b	-76 ± 0.5 ^c
	Area 2 ⁴⁾	-127 ± 10.3 ^c	-72 ± 2.4 ^a	-77 ± 3.4 ^a	-79 ± 4.4 ^a	-86 ± 9.0 ^b
50%	Max.F	162 ± 3.8 ^a	81 ± 2.4 ^e	124 ± 2.3 ^c	111 ± 3.4 ^d	134 ± 2.7 ^b
	Area 1	769 ± 11.1 ^a	368 ± 14.5 ^e	567 ± 13.5 ^c	514 ± 12.3 ^d	626 ± 11.0 ^b
	Min.F	-106 ± 4.5 ^e	-60 ± 1.9 ^a	-72 ± 2.0 ^c	-65 ± 1.2 ^b	-78 ± 1.1 ^d
	Area 2	-127 ± 10.3 ^c	-83 ± 2.5 ^a	-88 ± 2.1 ^a	-87 ± 4.2 ^a	-97 ± 4.4 ^b
75%	Max.F	162 ± 3.8 ^c	120 ± 4.1 ^e	151 ± 5.0 ^d	212 ± 5.9 ^b	365 ± 8.7 ^a
	Area 1	769 ± 11.1 ^c	543 ± 10.8 ^e	706 ± 16.0 ^d	1,012 ± 9.9 ^b	1,928 ± 39.5 ^a
	Min.F	-106 ± 4.5 ^c	-81 ± 1.5 ^a	-94 ± 0.9 ^b	-119 ± 3.8 ^d	-179 ± 6.0 ^c
	Area 2	-127 ± 10.3 ^c	-87 ± 10.0 ^a	-112 ± 4.9 ^b	-135 ± 15.3 ^c	-151 ± 8.0 ^d
100%	Max.F	162 ± 3.8 ^c	123 ± 1.9 ^d	163 ± 7.8 ^c	217 ± 4.2 ^b	589 ± 10.9 ^a
	Area 1	769 ± 11.1 ^d	589 ± 23.3 ^e	785 ± 13.6 ^c	1,015 ± 9.4 ^b	3,008 ± 11.4 ^a
	Min.F	-106 ± 4.5 ^c	-84 ± 1.7 ^a	-99 ± 3.5 ^b	-129 ± 4.3 ^d	-253 ± 9.8 ^e
	Area 2	-127 ± 10.3 ^a	-117 ± 10.5 ^a	-129 ± 9.8 ^a	-149 ± 10.4 ^b	-282 ± 11.7 ^c

¹⁾Max.F: Maximum force(g), ²⁾Area 1(1:2): g · s, ³⁾Min.F: Minimum force(g), ⁴⁾Area 2(2:3): g · s

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

Cookie 반죽에서 부착성(adhesiveness)은 부착성의 일 반적인 의미인 '점도에 있어서 치아에 끈적끈적이는 상태' (20)와는 의미가 많이 다르다. 35~40%의 수분을 가진 빵 에 비해 cookie는 1~5%의 수분을 가지며, 따라서 그 반 죽도 건조한 상태이다(1). 그러므로 probe가 반죽속으로 침투하는 1단계 후 2단계에서 반죽밖으로 다시 빠져나갈 때 probe가 받는 힘을 부착성이라고 할 수 있고, 반죽의 건조도가 높고 견고성이 클수록 부착성이 크다고 할 수 있다. 따라서 부착성을 나타내는 최소힘(minimum force; g)은 경도가 클수록 낮은 값을 나타내었고, area 2(2:3; g · s)는 경도가 클수록 높은 값을 나타내었다.

Snap test에 의한 sugar cookie의 조직감

Snap test는 'three-point break' 또는 'triple beam snap'이라고도 하며(21), 제품을 치아로 깨를 때 한 번에 부러지는 snapping force(g)를 기계적 조직감으로 나타 낸 것으로 경도(hardness)와 깨짐성(brittleness)이 주요 요인으로서 관여한다(14,22).

Sucrose 100%를 대조구로 하고 당알콜의 종류 및 대체 비에 따른 cookie의 기계적 조직감 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 경도는 blade에 의해서 cookie가 부러질 때 받는 최대힘(maximum force; g)으로 나타내었는데, 75 % 이상에서 당알콜간의 차이가 유의적으로(p<0.05) 나타 났다. 경도가 가장 큰 대조구 값을 3,894(g)라고 두었을 때 100% 당알콜 중 maltitol 첨가군의 경우 3,336(g)으로 다 른 당알콜 첨가군보다 현저하게 높았고 xylitol 첨가군의 수치는 1,116(g)으로 매우 낮게 나타났다. Sucrose는 cookie 내에서 구조를 단단하고 치밀하게 하며 두께를 크게 하 므로 치아로 대조구 cookie를 부러뜨릴 때 힘이 많이 들게

된다. Maltitol은 100%의 대체비에도 불구하고 그 입자가 sucrose와 같은 결정상이고 물리적 성질이 sucrose와 유사 하므로(8) 반죽에서와 같이 sucrose와 비슷한 조직감을 나타내며, 보습성이 높은 xylitol(23)은 cookie 조직내 수 분의 영향과 부드러운 조직감으로 경도가 낮게 나타났다고 추정된다. 또한 lactitol의 경우 퍼짐성이 높아서 두께 가 얇기 때문에 경도가 낮게 나타났다고 사료된다. 대체 비가 낮아질수록 경도가 높아져서 대조구 값에 가까워지 는 현상을 보였다.

기울기(slope; g/s)는 max · f(g)와 이 지점까지 도달 하기 위해 걸린 시간(time; s)의 비로 나타내었으며, 짧은 시간 동안 최대힘으로 cookie를 한번에 깨었을 때 나타나는 조직감으로서 시간이 짧고 힘이 클수록 기울기가 커지 게 된다. 이 기울기는 고체식품에서 Young's modulus (stress/strain)의 의미와 비슷한데(24), 시간에 따라서 제 품이 변형되므로 변형율(strain)은 time으로 나타낼 수 있고 응력(stress)는 max · f로 나타낼 수 있다. 일반적으로 깨짐성 또는 파쇄성(brittleness)은 바삭바삭함과 딱 딱하다는 두 가지 의미가 있는데, 이 경우에는 앞니와 비슷한 모양의 blade를 제품에 침투시켜 한번에 깨어지 는 것을 의미하므로 후자의 의미를 나타내어서 기울기로 나타낼 수 있으며, 경도와 경향이 유사하다. 100%에서 xylitol 첨가군은 최대힘에 도달하는 시간이 많이 걸리고 경도가 낮으므로 기울기가 가장 낮고, 그 외 당알콜 첨가 군은 대조구보다 경도가 낮기 때문에 기울기가 대조구보 다 유의적으로(p<0.05) 낮았다. 그러나 대체비가 낮아질 수록 xylitol을 제외한 당알콜 첨가군의 경우 대조구보다 기울기값이 높은데, 이것은 당알콜 첨가군이 낮은 대체 비에서도 두께가 얇은데 비하여 대조구는 두껍기 때문에

Table 5. Effect of replacing sucrose by sugar alcohols on texture of sugar cookies(measured by snap test)

Replacement of sweetner for sucrose		Sucrose	Sugar alcohols			
		100%	Xylitol	Maltitol	Lactitol	Isomalt
35%	Max.F ¹⁾	3,894 ± 185 ^{a5)}	3,138 ± 192 ^c	3,958 ± 160 ^a	3,657 ± 116 ^b	3,867 ± 133 ^a
	Slope ²⁾	2,790 ± 227 ^c	1,930 ± 140 ^d	3,272 ± 172 ^a	2,904 ± 147 ^{bc}	3,043 ± 138 ^b
	Time ³⁾	1.3 ± 0.2 ^b	1.6 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.1 ^c	1.1 ± 0.1 ^c	1.1 ± 0.1 ^{bc}
	S · F ⁴⁾	3,964.7	-	3,295.0	2,826.1	3,207.9
50%	Max.F	3,894 ± 185 ^a	2,835 ± 143 ^d	3,722 ± 252 ^b	3,363 ± 146 ^c	3,513 ± 132 ^c
	Slope	2,790 ± 227 ^c	1,126 ± 49 ^e	3,338 ± 131 ^a	2,637 ± 99 ^d	3,151 ± 107 ^b
	Time	1.3 ± 0.2 ^b	2.5 ± 0.2 ^a	1.0 ± 0.2 ^d	1.1 ± 0.1 ^c	1.0 ± 0.1 ^{cd}
	S · F	3,964.7	-	2,905.0	2,449.0	2,869.8
75%	Max.F	3,894 ± 185 ^b	1,467 ± 199 ^e	3,373 ± 151 ^b	2,450 ± 160 ^d	2,765 ± 126 ^c
	Slope	2,790 ± 227 ^b	401 ± 81 ^d	3,256 ± 133 ^a	2,352 ± 181 ^c	2,792 ± 165 ^b
	Time	1.3 ± 0.2 ^b	3.5 ± 0.3 ^a	0.9 ± 0.2 ^c	0.9 ± 0.1 ^c	0.9 ± 0.2 ^c
	S · F	3,964.7	-	2,491.3	1,732.8	2,100.0
100%	Max.F	3,894 ± 185 ^a	1,116 ± 46 ^e	3,336 ± 221 ^b	2,332 ± 259 ^d	2,693 ± 246 ^c
	Slope	2,790 ± 227 ^a	304 ± 18 ^e	2,521 ± 219 ^b	1,701 ± 160 ^d	2,234 ± 266 ^c
	Time	1.3 ± 0.2 ^b	3.5 ± 0.2 ^a	1.3 ± 0.1 ^b	1.3 ± 0.2 ^b	1.1 ± 0.2 ^b
	S · F	3,964.7	-	2,551.6	1,703.9	1,900.0

¹⁾Max.F: Maximum force(g), ²⁾Slope(g/s), ³⁾Time(s)

⁴⁾S · F: Snapping force= $2\sigma bh^2/3L$ (σ : Max · force, b: widthness, h: thickness, L: distance between the bottom supports)

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

최대힘에 도달하는 시간이 많이 걸린다고 생각된다. 따라서 35% 대체비에서 sucrose보다 깨짐성이 좋아짐을 알 수 있다.

Cookie가 절반으로 부러질 때 드는 snapping force ($2\sigma bh^2/3L$)는 최대힘(Max · F)과 제품형태, 측정기기와의 관계로 계산(21)하였다. 여기서 σ 는 최대힘(Max · F)이고 b는 cookie의 넓이, h는 두께, L은 지지대 사이의 거리로서 특히 cookie의 두께에 의한 영향을 많이 받음을 알 수 있으나 xylitol 첨가군은 딱딱한 조직감을 가진 전형적인 sugar cookie의 형태가 아니므로 적용할 수 없다. 따라서 두께고 경도가 매우 큰 대조구의 snapping force가 현저히 큰 것으로 나타났고, 퍼짐성이 커서 두께가 얇은 lactitol 첨가군의 경우 대체비 전체에서 snapping force가 낮았다. 전체적으로 대조구보다 당알콜 첨가군의 깨짐성이 우수하고 snapping force가 크며, 35% lactitol 첨가군의 경우 깨짐성도 우수하면서 낮은 snapping force를 나타내어 부담없이 먹을 수 있는 cookie를 제조할 수 있었다.

Probing에 의한 sugar cookie의 조직감

Probing은 cylinder형 지름 5mm probe를 cookie속으로 4mm 침투시켰을 때를 말하며, 이는 치아로 cookie를 씹었을 때 나타나는 조직감으로 표현이 가능하다. Probe가 cookie속으로 침투할 때 받는 최대힘(maximum force; g)과 0점에서 이 지점까지의 기울기를 경도로 하였다(14, 22). Cookie는 팽창함에 따라 얇은 피막사이 다공성 조직(porous structure)을 형성하므로 이들 공격이 외부로부터 힘을 받아 한 켠(-層)씩 부서질 때마다 바삭바삭함을 느끼게 되며 이것에 의해서 그래프상에 날카로운 multi-

peak가 나타나게 된다. 따라서 바삭바삭함을 나타내는 brittleness는 peak(T'Hold; 10g)의 개수로 나타내는데(25), peak의 개수가 많을수록 brittleness가 우수하다. 최대힘에 도달할 때까지의 거리를 distance, 걸리는 시간을 time으로 두었으며, probing force(g)는 probe의 면적과 침투 깊이에 의존되는데 이 시험에서 두 값(5mm, 4mm)은 고정되어있다. Table 6에서 보듯이 경도를 나타내는 max · f는 100%에서 snap test의 max · f와 유사한 경향을 보이며 각각 대조구와 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. 대조구>maltitol>isomalt>lactitol>xylitol 첨가군 순이었으며, 대체비가 낮아질수록 xylitol을 제외한 당알콜 첨가군의 유의적 차이가 없어지지만 대조구보다는 낮은값을 나타내었다.

기울기는 100%에서 max · f와 유사한 경향을 보이고, 35%에서는 max · f에 도달하는 시간이 짧아지면서 xylitol을 제외한 당알콜 첨가군간의 유의적 차이가 없었다(Table 6). 바삭바삭함은 100%에서 대조구의 값이 높았지만 대체비가 낮을수록 xylitol을 제외한 처리구의 값이 높아져서 35% 대체비에서는 maltitol, isomalt 첨가군이 대조구와 유의적 차이가 없었고 lactitol 첨가군은 대조구보다 유의적으로 높았다. 이것은 sucrose가 다공성조직 형성에 큰 영향을 미치고, 순수 sucrose보다는 당알콜과 배합시 퍼짐성이 더 커지면서 얇은 피막을 많이 형성한것으로 생각된다. 특히, 50% 이하 대체비에서 대조구보다 lactitol의 바삭바삭함이 유의적으로 높아서 lactitol로 cookie 제조시 낮은 대체비에서도 매우 바삭바삭한 cookie를 제조할 수 있음을 알 수 있었다. 경도와 바삭바삭함, cookie가 probe에서 분리되는 시간 등을 모두 나타내는 전체면적(area 1 : 2; g)은 경도가 높고, test 동안 높은 경도를 유지할

Table 6. Effect of replacing sucrose by sugar alcohols on texture of sugar cookies(measured by probing test)

Replacement of sweetener for sucrose	Sucrose 100%	Sugar alcohols				
		Xylitol	Maltitol	Lactitol	Isomalt	
35%	N · P ¹⁾	38.3±3.3 ⁵⁾	6.5±1.7 ^d	43.1±7.0 ^b	47.2±5.4 ^a	41.2±5.0 ^{bc}
	Max.F ²⁾	4,047±248 ^a	2,589±182 ^c	3,545±250 ^b	3,371±219 ^b	3,408±389 ^b
	Slope ³⁾	2,514±276 ^{ab}	1,248±148 ^c	2,736±269 ^a	2,293±780 ^b	2,205±601 ^b
	Area 1 ⁴⁾	13,408±1,199 ^a	9,922±398 ^c	10,921±1,399 ^b	8,556±1,785 ^d	8,881±1,273 ^d
50%	N · P	38.3±3.3 ^b	2.2±0.8 ^d	34.2±4.3 ^c	48.7±5.7 ^a	32.3±4.5 ^c
	Max.F	4,047±248 ^a	1,868±126 ^c	3,358±244 ^b	3,154±217 ^c	2,977±263 ^d
	Slope	2,514±276 ^b	692±108 ^d	2,766±332 ^a	2,201±367 ^c	2,079±239 ^c
	Area 1	13,408±1,199 ^a	8,115±735 ^c	7,374±1,169 ^d	9,213±994 ^b	7,103±579 ^d
75%	N · P	38.3±3.3 ^b	1.8±0.6 ^d	36.3±4.0 ^{bc}	51.1±5.6 ^a	33.1±5.5 ^c
	Max.F	4,047±248 ^a	817±40 ^c	3,139±189 ^b	2,779±206 ^d	2,967±186 ^c
	Slope	2,514±276 ^a	227±43 ^c	2,238±366 ^b	2,028±221 ^c	2,339±374 ^{ab}
	Area 1	13,408±1,199 ^a	5,042±231 ^d	6,538±1,085 ^c	7,694±1,294 ^b	7,737±1,398 ^b
100%	N · P	38.3±3.3 ^a	2.0±0.0 ^c	30.1±3.9 ^c	30.2±3.5 ^d	35.4±3.0 ^b
	Max.F	4,047±248 ^a	515±45 ^c	3,103±190 ^b	2,081±151 ^d	2,452±240 ^c
	Slope	2,514±276 ^a	79±5 ^c	1,943±199 ^b	1,448±158 ^d	1,744±303 ^c
		13,408±1,199 ^a	3,483±362 ^d	9,414±816 ^b	6,135±540 ^c	5,939±356 ^c

¹⁾N · P: Number of peak, ²⁾Max.F: Maximum force(g), ³⁾Slope(g/s), ⁴⁾Area 1(1:2) : g · s

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

수록, 또한 probe가 침투하여 probe가 완전히 관통하지 않을수록 area가 높다. 100% 대체시 대조구 > maltitol > lactitol, isomalt > xylitol 첨가군의 순서이며, 대체비가 낮아질수록 각각 값이 높아졌다. 따라서 대조구의 강도가 가장 높고 두께가 가장 두꺼우므로 test 동안 받는 전체적인 힘이 가장 컸고, 각 당알콜에서는 대체비가 낮아짐에 따라 sucrose의 영향이 커져서 각각 전체적인 강도가 커짐을 알 수 있다. 또한 당알콜은 두께가 얇아서 test 후반에 관통되므로 후반의 힘이 급격히 떨어져서 면적이 작아지는 반면 대조구는 두께가 두꺼워서 전체적으로 일정한 힘을 유지하고 test 후반에 밀면의 강도까지 받기 때문에 그래프상에서 큰 peak를 두 개 이상 형성하며 면적이 더 큰 것을 알 수 있었다. 특히 xylitol의 경우 대체비가 낮아

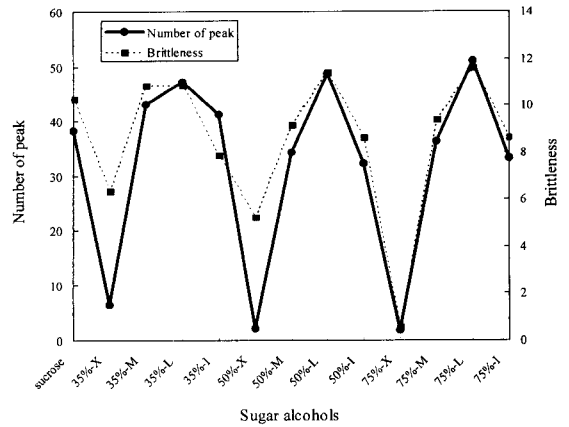


Fig. 5. Comparison of number of peak by probing and brittleness by sensory evaluation of sugar cookies. Refer to the legend in Fig. 4.

질수록 경도도 급격히 커지고 두께가 두꺼워 전체적으로 probe가 받는 힘이 유지되므로 면적이 매우 커진다고 생각된다. 이 probing test의 maximum force(g)는 관능검사의 단단함과 경향이 유사하였고, 상관계수가 35%에서 0.68508, 50%에서 0.88157, 75%에서 0.94793로서 99.99%의 정의 상관관계를 가진다(Fig. 4). 또한, peak의 개수는 관능검사의 바삭바삭함과 경향이 유사하였고, 상관계수가 35%에서 0.78432, 50%에서 0.95844, 75%에서 0.95592로서 99.99%의 정의 상관관계를 가졌다(Fig. 5).

요 약

Sucrose의 대체 가능성을 살펴보기 위하여 xylitol, mal-

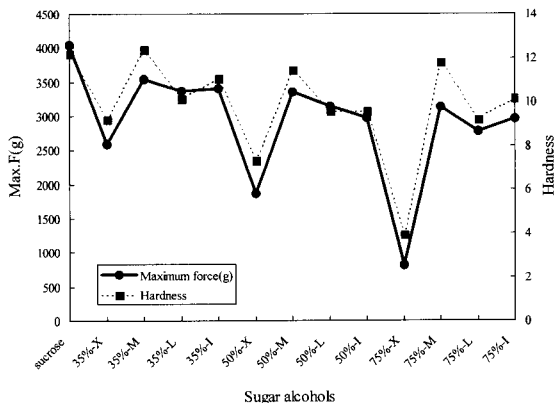


Fig. 4. Comparison of maximum force measured by probing and hardness obtained by sensory evaluation of sugar cookies. X: Xylitol, M: Maltitol, L: Lactitol, I: Isomalt

titol, lactitol, isomalt의 당알콜을 각각 sucrose에 대하여 35%, 50%, 75%, 100% 대체하여 저칼로리, 기능성 sugar cookie를 제조하였고, 가장 중요한 기호적 요인인 sugar cookie의 기계적 조직감에 미치는 영향을 살펴보았다. 반죽의 물성에서 100%의 경우 maltitol 첨가군은 대조구와 비슷한 물성을 가지고, 단당류인 xylitol 첨가군은 대조구보다 낮은 견고성, 부착성을 가지며 isomalt 첨가군은 반죽의 건조도를 높여서 견도, 부착성이 매우 높았다. 대체비가 낮아질수록 당알콜은 특유의 물리적 성질을 잃고 대조구의 물성에 가까워진다. Snap test에 의한 sugar cookie의 견도는 대조구가 가장 높고 sucrose 입자와 성상이 비슷한 maltitol을 첨가한 처리군의 값이 높았다. 깨짐성을 나타내는 기울기는 35%에서 당알콜 첨가군이 일정한 견도를 가지면서 최대힘에 도달하는 시간이 짧아지기 때문에 깨짐성이 대조구보다 좋아졌고, 특히 35% lactitol 첨가군은 깨짐성도 우수하면서 낮은 snapping force를 나타내어 부담없이 깨어먹을 수 있는 cookie 제조가 가능하다. Probing에 의한 sugar cookie의 견도와 기울기는 snap test의 견도와 유사한 경향이었고, 50% 이하 대체비에서 lactitol 첨가군의 바삭바삭함이 유의적으로 높아져서 얇고 바삭바삭한 cookie 제조가 가능하였다. 대조구와 maltitol 첨가군의 경우 견도가 높고 시험 동안 일정한 견도를 유지하므로 그래프상의 면적이 가장 컸다. 또한 최대힘(g)은 관능검사의 단단함, peak의 개수는 관능검사의 바삭바삭함과 상관관계가 있었다.

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., Moussa, S., 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. *M. S. Thesis*, Changwon National Univ.(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. Hosoney, 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. Kim, S. Y. and Oh, D. K.: Effect of morphology and granule size of crystalline D-sorbitol on texture of sugar free chewing gum. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 987-991(1997)
11. Lee, Y. H., Lee, K. Y. and Lee, S. R.: Textural characteristics of various food products by texturometer. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **6**, 42-54(1974)
12. Pyo, H. S.: Studies on the utilization of squid powder and squid protein concentrate in the flour confectionary. *M. S. Thesis*, Korea Univ.(1984)
13. Kim, H. S. and Lee, S. R.: Effect of storage humidity on the textural characteristics of crackers. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 553-557(1988)
14. Gaines, C. S., Kassuba, A. and Finney, P. L.: Instrumental measurement of cookie hardness. I. Assessment of methods. *Cereal. Chem.*, **69**, 115-119(1992)
15. Shin, I. Y., Kim, H. I., Kim, C. S. and Hwang, K.: Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols. (I) Orgaroleptic characteristics of sugar alcohol cookies. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 850-857(1999)
16. 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)
17. 이종구: SAS의 이해와 활용. 성원사, 서울, pp.13-41(1993)
18. Manohar, R. S. and Rao, P. H.: Effect of mixing period and additives on the rheological characteristics of dough and quality of biscuit. *J. Cereal Science*, **25**, 197-206 (1997)
19. Manohar, R. S. and Rao, P. H.: Effect of sugars on the rheological characteristics of Biscuit dough and quality of biscuit. *J. Sci. Food Agric.*, **75**, 383-390(1997)
20. 김광욱, 김상숙, 성내경, 이영춘: 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울, pp.131-193(1993)
21. Gaines, C. S.: Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. *Cereal Foods World*, **36**, 989-996(1991)
22. Gaines, C. S., Kassuba, A. and Finney, P. L.: Instrumental measurement of cookie hardness. II. Application to product quality variables. *Cereal. Chem.*, **69**, 120-125 (1992)
23. Hamano, H.: Functional properties of sugar alcohols as low-calorie sugar substitutes. *Food Industry and Nutrition*, **2**, 1-6(1997)
24. 송재철, 박현정: 식품 물성학. 울산대학교 출판부, pp.277-368(1981)
25. Yang, S. Y., Kim, S. Y., Jang, K. S. and Oh, D. K.: Gas production of chemical leavening agents and effects on textures of cookies. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1131-1137(1997)