

β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 저장 중 품질 특성

신유미¹ · 양윤형¹ · 김미경² · 조한영² · 김미리^{1*}
¹충남대학교 식품영양학과, ²(주)더멋진바이오텍

Quality Characteristics of Pound Cake Added to β -Glucan During Storage

Yu-Mi Shin¹, Yun-Hyoung Yang¹, Mi-Kyoung Kim², Han-Young Cho² and Mee Ree Kim^{1*}
¹Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
²DMJ Biotech Corp., Chungnam 339-824, Korea

Abstract

The aim of this study was to evaluate the quality characteristics of pound cake made of flour substituted with β -glucan (3, 6 and 9%), which is a functional food material produced from *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP. A rapid decrease of moisture content during storage at 20°C, 70% relative humidity, was observed in the control while the moisture content in 3 and 6% β -glucan added pound cake was not decreased until the 12th day of storage. During storage, the hardness of the control cake was increased whereas that of β -glucan 6% and 9% added pound cake was not changed until the 6th day of storage. The addition of β -glucan was therefore confirmed to delay the staling of cake. During storage, the Hunter color L and b values of the crust and crumb colors of the β -glucan added pound cake were not significantly different from those of the control, although the a value did increase with longer storage. The sensory results showed that the scores of over-all acceptability of the 3 and 6 % β -glucan added pound cake at the 6th day of storage days were higher than that of the control. These study results confirmed that the addition of β -glucan to pound cake maintained the moisture content and delayed hardness during storage.

Key words : pound cake, β -glucan, storage, quality.

1. 서 론

β -glucan은 보리, 귀리, 호밀과 같은 곡류의 표피, *S. cerevisiae*의 세포벽 및 버섯의 균사체나 자실체 등에 존재하며 β -1,3 glycoside 결합을 하고 있어 인체 내 소화 효소로 분해 될 수 없는 비전분 다당류이다. β -glucan의 생체내 기능으로는 혈당 강하, 담즙산과 지질의 흡수 제한, 콜레스테롤 합성 억제로 인한 혈중 콜레스테롤 저하작용, 체지방 축적 억제, 면역세포의 기

능 활성화로 인한 암세포 증식 억제작용 및 항세균성, 항바이러스성, 항염증, 피부노화방지와 같은 다양한 기능을 나타내는 소재로 알려져 있다(Kang SA 등 2002). 또한 β -glucan 함량이 높은 소재를 식품에 응용하기 위하여 제분분획에 의한 β -glucan의 농축 또는 강화 획분으로 분리하는 방법들이 연구되었다(Lee YT & Jung JY 2003). 식이섬유소의 생리적 측면뿐만 아니라 기능성을 높인 우수한 제품을 생산하기 위해서 식이섬유소가 풍부한 곡류, 두류, 과채류 등의 껍질을 첨가하여 빵, 케이크, 머핀, 쿠키, 음료 등을 생산하는 연구들이 많이 수행되어 왔다(Cho & Lee 1996, Kim 등 2000, Park & Lee 1999).

케이크는 저장 중 케이크 특유의 부드러운 조직감 특성이 변화되어 소비자의 기호도가 현저히 감소하는

Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition
Chungnam National University Youseong-gu, Gung-dong 220 Daejeon 305-764, Korea
Tel: 042-821-6837
Fax: 042-821-8887
E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

경향이 있다. 케이크의 노화를 억제하기 위해 사과분말섬유소를 비롯한 다양한 식이섬유소(Pomeranz Y 등 1977), 펙틴, 검류(Christianson DD 등 1981) 등을 첨가하여 케이크의 유통기한을 연장하려는 연구가 활발히 이루어지고 있지만 섬유소가 지닌 물리적 특성 때문에 제품의 관능적 특성을 저하시키는 단점이 있었고 케이크의 조직을 거칠게 하고 부피를 저하시키는 것으로 알려져 있다(Pomeranz Y 등 1977).

미생물로부터 생산된 β -glucan은 β -1,3-glucoside 결합을 하고 있으며 분자량은 약 30만 정도이고 수율은 85-89%로 곡류 6.8%, 버섯 21-25%에 비하여 매우 높아 산업체에서 대량생산이 용이하여 실용화가 가능한 소재이다(Kim MK 등 2002). 따라서 본 연구에서는 파운드 케이크에 *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP로부터 생산된 paste상 β -glucan(Kang SA 등 2002)을 첨가하여 저장 중 보습성 및 조직감을 비롯한 품질 특성을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

사용된 재료는 박력분(삼양사), 정백당(삼양사), 버터, 베이킹파우더(신진식품), 신선란을 대전시 소재 제과제빵 재료 전문점에서 구입하여 사용하였고, 달걀은 균일하게 크림화하기 위해서 체에 거른 다음 사용하였다. 본 실험에서 사용한 β -glucan은 (주)더멋진바이오텍에서 미생물 발효법으로 만들어진 paste형태의 제품을 제공받았다.

Table 1. Ingredient of pound cake with different amount of β -glucan (g)

Ingredients	Control	G.P. 3% ¹⁾	G.P. 6%	G.P. 9%
Flour	186.9(100) ²⁾	181.3(100)	176.0(100)	170.9(100)
Butter	149.5(80)	145.0(80)	140.8(80)	136.8(80)
Sugar	130.8(70)	126.9(70)	123.2(70)	119.7(70)
Egg	130.8(70)	126.9(70)	123.2(70)	119.7(70)
B.P. ³⁾	1.9(1)	1.8(1)	1.8(1)	1.7(1)
β -glucan	0.0(0)	18.1(10)	35.2(20)	51.3(30)

¹⁾ G.P. : β -glucan paste. Percentage means the weight % of total weight.

²⁾ B.P. : Baking Powder

³⁾ () : % of flour weight

2. β -glucan 첨가 파운드케이크의 제조

1) 재료

β -glucan 첨가 파운드케이크의 재료 및 분량은 Table 1과 같으며, 파운드 케이크에 첨가한 β -glucan의 양은 총 배합재료당 0, 3, 6 및 9%이었다.

2) 방법

버터에 설탕을 소량씩 첨가하며 크림화했다. 알끈을 제거한 계란을 조금씩 넣어가며 크림화하고 β -glucan paste를 소량씩 첨가하여 고루 섞이도록 했으며, 체질한 박력분과 베이킹파우더를 크림화한 재료에 넣고 나무 주걱으로 고루 섞어 반죽을 만들었다. 팬에 유산지를 깔고 580 g씩 팬닝하여 윗면을 평평하게 고른 후에 약 190℃에서 윗면이 옅은 갈색이 되면 기름을 묻힌 칼로 케이크의 가운데를 갈라준 후 약 150℃에서 25분 동안 구웠다. 만들어진 파운드 케이크를 일정량씩 잘라 진공포장한 후 저장 온도 20℃, 상대습도 70%로 조절된 항온기에서 14일간 저장하면서 실험에 사용하였다.

3. β -glucan 첨가 파운드 케이크의 이화학적 특성

1) pH

케이크의 pH는 AOAC method(1990)를 적용하여 케이크를 믹서로 곱게 갈아 5 g을 취하여 증류수 35 mL 과 함께 섞이도록 Bag Mixer(Bag mixer 400, window door/porte fenetre)로 speed 7로 2분 동안 균질화하고 25℃에서 30분간 방치한 후 상층액을 취해서 pH meter(420 Benchtop, Orion Research Inc., USA)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다.

2) 수분함량

수분함량은 케이크의 안쪽 부분을 1 × 1 × 1 cm³ 크기로 잘라 적외선 수분 측정기(Sartorius Co., Ltd., Germany)를 사용하여 측정하였다.

3) 색상

케이크의 색상은 crumb와 crust를 분리하여 각각 blender(SQ-205, 일진가전, 한국)로 곱게 마쇄하여 패트리디쉬에 5 g씩 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명

도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE값으로 표시하였다. 표준값은 L값 90.45, a값 0.13, b값 3.38이었다.

4) 조직감

조직감 측정은 texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co., England)를 사용하여 케이크의 양쪽 끝에서 2 cm 들어간 부위는 제거한 후 1 × 1 × 1 cm³ 크기로 자른 시료를 2회 연속적으로 케이크 표면을 통과하여 주입시켰을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 분석한 software를 이용하여 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness)를 측정하였다. 측정 조건은 Table 2와 같다.

5) 노화도

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 파운드 케이크의 노화도는 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co., England)로 경도(hardness)를 측정하여 아래의 계산식(Kang MY 등 1997)에 의해 산출하였다.

$$\text{노화도}(\%) = \frac{\text{저장기간별 경도}}{\text{제빵 직후의 경도}} \times 100$$

4. 관능검사

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 0, 3, 6 및 9% β-glucan 첨가 파운드 케이크에 대하여 9점 척도법을 사용한 관능검사를 실시하였으며, 패널은 식품영양학과 학생 10명을 대상으로 선정해서 실험의 목적을 설명하고 시료의 평가방법 및 평가특성에 익숙해지도록 훈련을 한 후 관능검사를 2회 실시하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일 크기로 자른 후에 시료의 번호가 코팅된 일회용 접시에 담아

서 제시되었다. 평가항목은 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 수용도에 대한 기호도를 조사하였다. 표면색은 갈색화 정도가 많을수록, 안쪽색은 노란색이 많을수록, 기공의 크기가 클수록 높은 점수를 주도록 하였다. 부푼정도, 향기, 이취, 버터맛, 단맛, 이미, 촉촉한 정도, 바삭한 정도는 많이 느껴질수록, 응집성은 뻣뻣할수록, 경도는 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다(Kim KO 등 1997).

5. 통계처리

β-glucan을 첨가한 파운드 케이크의 이화학적, 관능적 특성치 실험은 3회 반복하였으며 실험 결과는 SPSS program 중에서 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. β-glucan 첨가 파운드 케이크의 이화학적 특성

1) pH

β-glucan 첨가 파운드 케이크의 저장기간 경과에 따른 pH의 변화는 Table 3과 같다. 대조군은 저장 3일째까지는 유의적인 차이가 없었고 저장 6일부터 9일까지는 pH가 유의적으로 높았으나 12일 이후에는 다시 낮은 pH를 나타냈다. β-glucan 3% 첨가군은 저장 9일까지는 일정하게 유지되었으나 12일 이후에는 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. β-glucan 6%와 9% 첨가군은 저장 6일까지는 증가하는 경향을 보였으나 12일 이후에는 유의적으로 낮아졌다(p<0.05). 이는 매실과육즙을 첨가한 머핀의 산도가 저장일에 따라 증가했다는 결과(Lee EH 등 2004)와 일치하였다.

2) 수분함량

β-glucan 첨가 파운드 케이크의 저장기간 경과에 따른 수분함량 변화는 Fig. 1과 같다. 대조군의 수분함량은 저장 3일까지는 일정하게 유지되었으나 저장 6일째 급격히 감소한 반면 β-glucan 3% 첨가군과 β-glucan 6% 첨가군은 저장 9일까지 수분함량이 감소되지 않고 일정하게 유지하였고 저장 9일 이후 조금씩 감소하여 저장 12일째까지도 제조직후의 수분함량을 유지하였

Table 2. Condition of texture analyser

Acquisition rate	200 pps
Force threshold	10 g
Contact area	490.62 mm ²
Contact force	5.0 g
Pre test speed	5.0 mm/sec
Post test speed	5.0 mm/sec
Test speed	5.0 mm/sec
Strain	70%
Time	2.0 sec
Trigger type	Auto 10 g

다. β -glucan 9% 첨가군은 저장 12일까지도 수분함량을 일정하게 유지되었다. Sych 등(1987)은 최초의 수분함량을 증가시키면 보존 초기의 crumb 노화를 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

3) 색상

β -glucan 첨가 파운드 케이크의 저장 중 색상 변화는 Table 4 및 5에 나타내었다. 대조군은 저장기간이 경과되면서 명도가 증가하였으나 β -glucan 첨가군은 저장 12일까지 거의 같은 수준을 유지하다가 저장 14일째 급격히 증가했다. 대조군과 β -glucan 6% 및 9% 첨가군의 녹색도는 저장 9일까지 감소하다 저장 12일에 약간 증가하였으나 저장 14일에 다시 감소하였고, β -glucan 3% 첨가군은 저장기간 중 불규칙한 수치를 나타내었다. 저장일에 따른 황색도의 변화 경향은 대조군과 β -glucan 첨가군 모두 저장 3일까지 증가하다 저장 6일

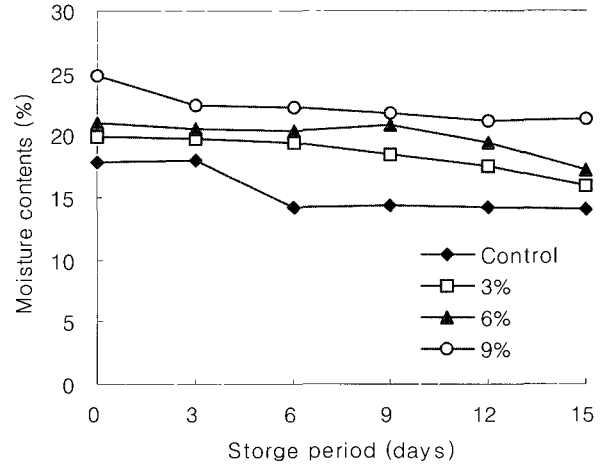


Fig. 1. Changes in moisture content of pound cake with β -glucan during storage at 20°C.

Table 3. Changes in pH of the pound cake with β -glucan during storage at 20°C

	Storage period (days)					
	0	3	6	9	12	14
Control	^{b,c} 7.48±0.01 ^a	^b 7.42±0.08 ^a	^{c,d} 7.52±0.02 ^a	^u 7.58±0.02 ^b	^{b,c} 7.46±0.05 ^b	[^] 7.34±0.03 ^a
G.P. 3%	^u 7.60±0.01 ^b	^c 7.52±0.02 ^b	^u 7.60±0.01 ^b	^u 7.58±0.02 ^b	^b 7.48±0.02 ^b	[^] 7.41±0.01 ^b
G.P. 6%	^u 7.58±0.03 ^b	^c 7.52±0.01 ^b	^b 7.63±0.01 ^c	^u 7.57±0.01 ^b	[^] 7.28±0.03 ^a	^b 7.42±0.01 ^b
G.P. 9%	^c 7.60±0.02 ^b	^b 7.50±0.03 ^{ab}	^u 7.64±0.02 ^c	[^] 7.43±0.03 ^a	^b 7.47±0.00 ^b	^b 7.50±0.01 ^c

^a: Values in different storage days with the different letters are significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

^a: Values in different amount of β -glucan with the different letters are not significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

Table 4. Changes in crumb color of pound cake with β -glucan during storage at 20°C

Crumb	Storage period (days)						
	0	3	6	9	12	14	
L	Control	[^] 80.88±0.06 ^c	^b 81.29±0.04 ^c	^c 81.61±0.11 ^d	^u 81.83±0.08 ^c	^b 81.99±0.05 ^d	[^] 82.48±0.04 ^d
	G.P.3%	[^] 79.58±0.02 ^a	^c 80.88±0.14 ^b	^b 80.73±0.05 ^c	^b 81.04±0.08 ^a	^u 80.97±0.09 ^c	^{b,c} 80.84±0.04 ^a
	G.P.6%	[^] 80.00±0.03 ^b	^c 80.68±0.08 ^a	^b 80.19±0.08 ^a	^u 81.13±0.08 ^a	^c 80.58±0.05 ^b	^b 82.25±0.10 ^c
	G.P.9%	[^] 79.97±0.03 ^b	^c 80.89±0.07 ^b	^b 80.30±0.07 ^b	^u 81.42±0.05 ^b	^b 80.34±0.05 ^a	^b 81.60±0.03 ^b
g	Control	^b 3.01±0.09 ^a	^b 2.42±0.05 ^a	^c 2.27±0.08 ^a	^b 1.92±0.09 ^a	^c 2.24±0.07 ^a	[^] 1.61±0.08 ^a
	G.P.3%	^u 2.78±0.16 ^b	^b 2.07±0.11 ^c	^c 2.34±0.16 ^c	[^] 1.60±0.16 ^c	^b 2.05±0.26 ^b	[^] 1.55±0.09 ^a
	G.P.6%	^b 2.61±0.13 ^c	^u 2.31±0.17 ^{ab}	^c 2.14±0.13 ^{ab}	^b 1.76±0.18 ^b	^c 2.03±0.12 ^b	[^] 1.31±0.23 ^b
	G.P.9%	^b 2.40±0.19 ^d	^u 2.28±0.08 ^b	^c 2.08±0.07 ^b	^b 1.69±0.14 ^{bc}	^{b,c} 1.87±0.19 ^c	[^] 1.40±0.20 ^b
b	Control	[^] 29.72±0.02 ^d	^c 30.39±0.07 ^d	^b 29.93±0.04 ^d	^u 30.63±0.07 ^d	^b 31.04±0.02 ^d	^c 30.47±0.07 ^d
	G.P.3%	[^] 29.58±0.06 ^c	^b 30.19±0.05 ^c	[^] 29.52±0.04 ^c	^c 30.29±0.09 ^c	^u 30.38±0.07 ^c	^{b,c} 30.24±0.03 ^c
	G.P.6%	[^] 28.95±0.03 ^b	^c 29.73±0.05 ^b	^b 29.31±0.05 ^b	^c 29.80±0.04 ^b	^c 29.71±0.05 ^b	^c 29.73±0.09 ^b
	G.P.9%	[^] 28.49±0.04 ^a	^u 29.11±0.04 ^a	^b 28.86±0.03 ^a	^c 29.00±0.07 ^a	^b 29.49±0.09 ^a	^b 29.52±0.10 ^a
ΔE	Control	0.00	0.43	0.44	0.45	0.73	0.09
	G.P.3%	0.31	0.35	0.21	0.36	0.41	0.38
	G.P.6%	0.44	0.33	0.23	0.12	0.09	0.56
	G.P.9%	0.87	0.66	0.70	0.97	0.22	0.56

^a: Values in different storage days with the different letters are significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

^a: Values in different amount of β -glucan with the different letters are not significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

에 약간 감소하였으나 저장 9일 이후에는 점차 증가하거나 일정한 황색도를 유지하였다. 케이크 내부의 색 중 명도는 대조군과 β-glucan 첨가군 3%, 6%는 비슷하였으나 β-glucan 9% 첨가군은 유의적으로 높게 나타났으며, 저장일에 따라서는 저장 3일까지는 감소하다 그 이후에는 다시 증가하였고 저장 14일째 급격히 증가하였다. 황색도는 β-glucan 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났으며 저장 3일째 급격히 증가하였으며 β-glucan 첨가량이 많을수록 저장에 황색도의 변화도 많은 것을 알 수 있었다. 복숭아 식이섬유소를 0, 2, 3, 4, 5, 10% 첨가하여 제조한 머핀에서는 섬유소 첨가량이 증가할수록 대조군에 비하여 명도가 감소한 반면, a값과 b값은 증가한 것으로 보고되었다(Grigelmo-Miguel N 등 1999). 또한 감잎(Kang WW 등 2000), 마가루(Yi SY 등 2001) 등의 여러 부재료의 첨가에서 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하였다는 보고가 있었다.

4) 조직감

β-glucan 첨가 파운드 케이크의 저장 중 조직감 변화는 Fig. 2와 같다. 탄력성(springiness)은 대조군과 β-glucan 3% 및 6% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었지만 β-glucan 9% 첨가군은 유의적으로 낮아졌다. 저장기간 동안 탄력성은 점차 감소하는 경향을 보였으

나 저장 6일 이후에는 일정 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 또한 대조군과 β-glucan 3% 첨가군은 저장 14일 동안 큰 차이를 보이지 않고 비슷한 경향을 나타내며 감소했고, β-glucan 6%, 9% 첨가군은 그에 비해 감소폭이 더 큰 것으로 나타났다. 씹힘성(chewiness)은 β-glucan 첨가군과 대조군간의 유의적 차이를 보이지 않았다. 저장일에 따라서는 대조군이 저장 3일동안 감소하다 그 후 급격히 증가한 반면에, β-glucan 3%, 6% 및 9% 첨가군은 저장 6일 동안 감소하다 서서히 증가하는 경향을 보였다. 응집성은(cohesiveness)은 β-glucan 첨가 6%까지는 유의적으로 증가하였으나 β-glucan 9% 첨가군이 가장 낮게 나타났다. 저장일에 따라서는 저장일이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며 β-glucan 첨가량에 따라 저장성의 변화에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 경도(hardness)는 대조군이 첨가군에 비해 높은 경도 값을 나타내어 가장 조직이 단단한 것으로 나타났고, 첨가군들 사이에는 β-glucan 첨가량이 증가할수록 hardness값이 증가되었다. 저장일이 지남에 따라 점차 증가하는 경향을 보였고, 대조군의 경도는 저장 9일까지 급격하게 증가했고, β-glucan 첨가군은 저장 12일 동안 대조군에 비해 완만하게 증가하였으며 그 중에서 β-glucan 6% 첨가군의 경도 증가폭이 가장 적게 나타났다. 이상의 결과를 중

Table 5. Changes in crust color of pound cake with β-glucan during storage at 20°C

Crust	Storage period (days)						
	0	3	6	9	12	14	
L	Control	^u 61.58±0.03 ^b	^a 57.08±0.08 ^c	^b 59.35±0.14 ^d	^r 65.34±0.13 ^d	^v 59.54±0.15 ^c	^w 61.83±0.10 ^d
	G.P.3%	^r 62.43±0.07 ^c	^a 53.66±0.10 ^a	^b 54.77±0.07 ^a	^r 61.68±0.11 ^b	^v 57.44±0.08 ^a	^w 57.80±0.13 ^a
	G.P.6%	^r 61.14±0.07 ^a	^b 55.25±0.07 ^b	^a 54.94±0.15 ^b	^u 58.90±0.08 ^a	^b 59.33±0.07 ^b	^v 58.73±0.07 ^b
	G.P.9%	^r 66.82±0.10 ^d	^a 55.31±0.16 ^b	^b 58.10±0.12 ^c	^r 62.74±0.09 ^c	^u 59.47±0.10 ^c	^v 59.01±0.05 ^c
a	Control	^a 8.88±0.06 ^c	^c 10.15±0.08 ^c	^b 9.46±0.07 ^b	^a 8.93±0.14 ^a	^b 9.53±0.04 ^{ab}	^c 10.08±0.10 ^{ab}
	G.P.3%	^a 8.12±0.03 ^b	^b 10.18±0.08 ^c	^u 9.93±0.12 ^d	^b 9.36±0.06 ^b	^c 9.62±0.12 ^b	^b 10.19±0.14 ^{bc}
	G.P.6%	^a 8.06±0.05 ^b	^u 9.99±0.10 ^b	^c 9.73±0.11 ^c	^b 9.46±0.07 ^b	^b 9.44±0.16 ^a	^u 10.07±0.12 ^a
	G.P.9%	^a 6.41±0.18 ^a	^b 9.79±0.018 ^a	^c 9.06±0.12 ^a	^b 8.83±0.17 ^a	^u 9.42±0.05 ^a	^r 10.21±0.04 ^c
b	Control	^u 24.89±0.02 ^b	^a 23.56±0.5 ^d	^b 23.97±0.03 ^d	^r 26.35±0.06 ^d	^c 24.78±0.04 ^b	^b 25.47±0.03 ^d
	G.P.3%	^b 24.83±0.06 ^b	^a 22.23±0.03 ^a	^b 22.95±0.05 ^b	^r 25.05±0.07 ^b	^u 24.56±0.02 ^a	^c 24.00±0.05 ^a
	G.P.6%	^c 23.90±0.07 ^a	^b 23.03±0.04 ^c	^a 22.63±0.04 ^a	^u 24.14±0.04 ^a	^r 24.87±0.04 ^b	^b 24.31±0.01 ^b
	G.P.9%	^r 25.75±0.05 ^c	^a 22.78±0.04 ^b	^b 23.50±0.02 ^c	^b 25.24±0.04 ^c	^c 24.51±0.10 ^a	^u 24.62±0.03 ^c
ΔE	Control	0.00	3.20	1.38	1.91	1.60	0.44
	G.P.3%	0.88	5.47	4.78	3.98	3.19	2.85
	G.P.6%	0.49	4.43	4.44	1.84	1.79	2.22
	G.P.9%	3.92	4.21	2.05	0.71	1.47	2.21

^{a-c}: Values in different storage days with the different letters are significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

^a: Values in different amount of β-glucan with the different letters are not significantly different at Duncan's multiple range (p<0.05).

Table 6. Degree of retrogradation of pound cake with β -glucan during storage at 20°C (%)

	Storage period (days)				
	3	6	9	12	14
Control	116.3 ¹⁾	150.2	203.6	179.1	199.1
G.P. 3%	94.9	95.4	101.3	120.8	200.5
G.P. 6%	81.1	60.8	88.0	89.9	142.3
G.P. 9%	93.7	78.2	87.3	116.8	162.8

¹⁾ Degree of retrogradation = (Hardness of each day/hardness of 0 day) × 100

합해 볼 때 대조군은 시간이 경과함에 따라 수분손실에 의해 점차 딱딱해지고 탄력성을 잃어 품질이 저하되지만 β -glucan 첨가군의 경도 증가폭이 대조군에 비해 적은 것으로 나타나 노화를 지연시켜 주는 것으로 나타났으며 β -glucan 3%, 6%가 적절한 것으로 나타났다. 마 첨가(Yi SY 등 2001)와 늙은호박분말, 흑미가루

(Moon HK 등 2004, Jung DS 등 2002)의 첨가량에 따라 경도, 김성, 씹힘성이 증가하였다는 결과와 비슷한 경향을 나타냈다. Chabot(1976)은 빵의 경도에 미치는 요인으로 빵의 수분함량, 기공의 발달정도, 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달된 빵일수록 부피가 크고 softness가 증가하여 경도가 낮아진다고 보고하였다. 또한 Jeltema 등(1979)은 Hemicellulose의 첨가가 케이크의 품질에 양호한 효과를 나타낸다고 보고하였으며 Brys 등(1976)의 보고에 의하면 셀룰로오스 첨가시 첨가량이 10% 미만일 경우는 관능적 품질에도 큰 영향이 없다고 하였다.

5) 노화도

β -glucan 첨가 파운드 케이크의 저장 중 경도의 변화로부터 노화 특성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 대

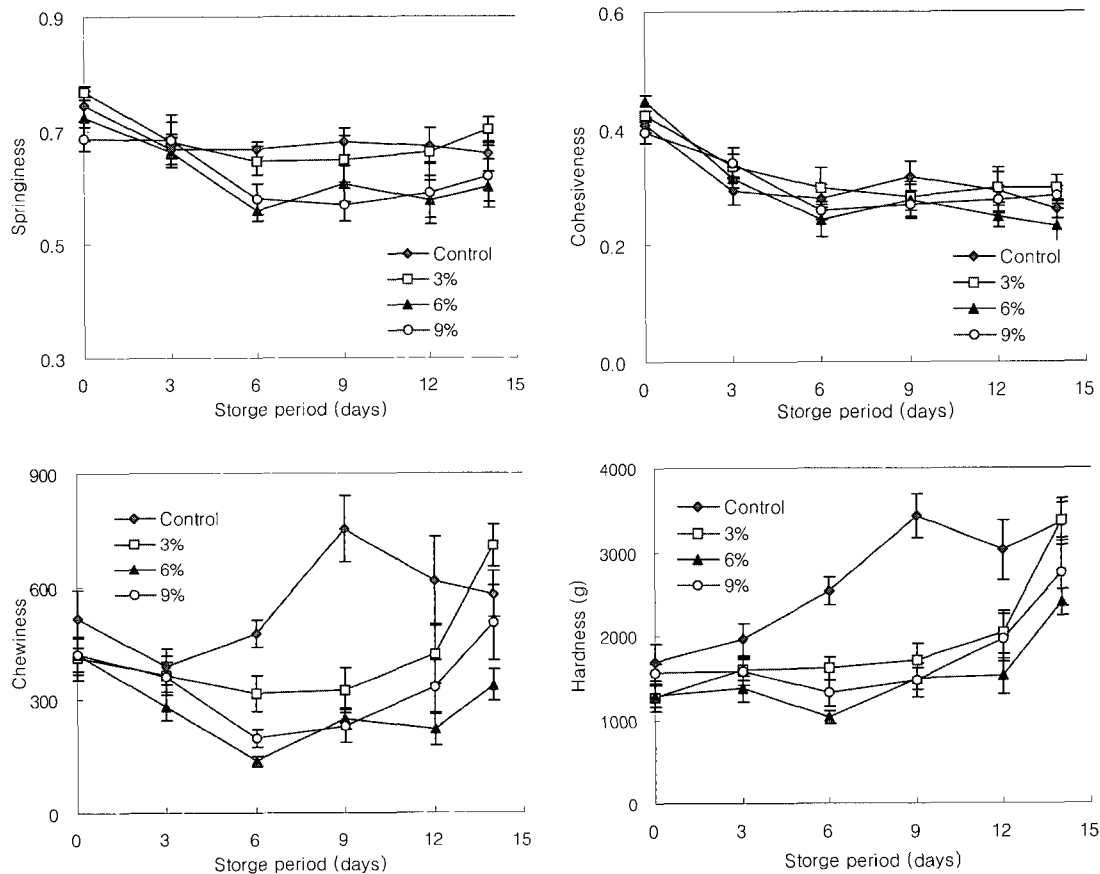


Fig. 2. Changes in springiness, cohesiveness, chewiness and hardness of the pound cake with different amount of β -glucan during storage at 20°C.

조군은 저장 3일 경과시 116.3%의 경도증가를 보였으며 꾸준히 증가하여 저장 14일째에는 199.1%의 증가를 나타내었다. β -glucan 3% 첨가시 저장 12일까지 대조군보다 낮은 경도 증가를 보이다가 14일에 대조군과 비슷한 경도 증가를 보였다. 특히 β -glucan 6%, 9% 첨가군은 저장 12일까지 경도가 거의 증가하지 않았으며 저장 14일까지도 경도 증가가 가장 적었으며 특히 β -glucan 6% 첨가군의 경도 증가가 가장 적은 것으로 나타났다.

2. 관능검사

β -glucan 첨가 파운드 케이크의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 밀가루에 다른 소재를 첨가하는 경우에는 케이크의 색상과 씹을 때의 조직감이 주로 영향을 받기 때문에(Jeong CH와 Shim KH 2004, Yi SY 등 2001) β -glucan 첨가 파운드 케이크의 품질특성에 미치는 영향을 외관, 냄새, 향, 조직감, 수용도 등으로 평가하였다. 케이크 표면색에 대한 점수는 대조군이 6.5점이었으나, β -glucan을 3, 6 및 9% 첨가한 경우는 각각 4.9, 5.4 및 3.8점으로 β -glucan 첨가군이 대조군에 비해 표면의 갈색화가 적게 되는 경향을 보였다. 케이크의 안쪽색은 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 5.0, 4.3, 6.6 및 5.2점으로 유의적인 차이는 없었다. 기공의 크기는 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 4.5, 5.0, 4.2 및 5.6점으로 유의적인 차이가 없었다. 케이크의 부푼정도는 대조군이 6.3점, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 5.4, 4.7 및 3.6점으로 β -glucan 첨가량이 많아질수록 부푼정도를 육안으로 구별할 수 있는 것으로 나타났으며, 대조군과 β -glucan 3% 첨가군은 유의적인 차이가 없었으나 β -glucan 6 및 9% 첨가군은 유의적으로 낮았다. 케이크의 향은 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 5.1, 5.4, 5.5 및 5.0점으로 모두 적당한 향을 갖고 있는 정도로 나타났고 유의적인 차이는 없었다. 이취는 대조군이 2.5점, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군은 모두 2.0점으로 이취는 거의 없는 것으로 나타났으며 유의적인 차이가 없었다. 버터맛은 대조군이 4.4점, β -glucan 3 및 6% 첨가군이 5.0점, 9% 첨가군이 4.6점으로 β -glucan 3 및 6% 첨가군의 버터맛이 조금 더 높은 점수를 받았으나 각 군간에 유의적인 차이는 없었다. 단맛은 대조군, β -glucan%, 6 및 9% 첨가군이 각각 4.7, 4.3, 4.8 및 4.9점으로 단맛 또한 유

의적인 차이는 없었다. 이미는 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 1.3, 1.4, 1.3 및 1.5점으로 전혀 느껴지지 않았으며 유의적인 차이 또한 없었다. 촉촉한 정도는 대조군이 3.8점으로 가장 낮았으며, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 4.6, 5.7 및 5.1점으로 나타나 β -glucan 첨가량이 많아질수록 촉촉한 정도도 높아지는 경향을 보였고, 대조군과 β -glucan 3 및 9% 첨가군은 유의적인 차이가 없었으나 β -glucan 6% 첨가군이 유의적으로 높게 나타났다. 바삭한 정도는 대조군과 β -glucan 3% 첨가군이 4.8점으로 같았고, β -glucan 6 및 9% 첨가군은 각각 3.7 및 3.8점으로 β -glucan 첨가량이 많아질수록 바삭한 정도는 낮아지는 것을 알 수 있었다. 응집성은 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 5.5, 5.4, 4.3 및 4.5점으로 유의적인 차이가 없었고, 경도는 대조군, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 5.4, 4.3, 4.4 및 3.6점으로 β -glucan 첨가에 따라 경도가 약간씩 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 전체적인 기호도는 대조군이 4.6점으로 가장 낮았으며, β -glucan 3, 6 및 9% 첨가군이 각각 6.0, 6.4 및 5.6점으로 β -glucan 6% 첨가군의 점수가 가장 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 저장 7일째 실시한 관능검사에서는 케이크 바깥 부분의 색은 대조군과 β -glucan 9% 첨가군의 점수가 유의적으로 높았으며 부푼정도는 β -glucan 9% 첨가군만 육안으로 구별 가능한 것으로 나타났다. 촉촉한 정도는 β -glucan 첨가량이 증가함에 따라 높게 유지되는 것으로 나타났으며 나머지 관능 평가 부분에 있어서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 이것으로 보아 저장 7일째까지 관능적으로 큰 변화가 없음을 알 수 있었으며, β -glucan 첨가가 저장성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다. 밀가루에 다른 기능성 소재를 첨가하게 되면 첨가량에 따라 케이크의 조직에 영향을 주게 되는데, 스펀지 케이크에 새송이버섯 분말(Jeong CH와 Shim KH 2004), 마분말(Yi SY 등 2001), 양파 분말(Chun SS 2003)을 첨가한 실험에서도 첨가량이 일정 수준을 넘게 되면 식감이라든가 부드러운 정도가 떨어지는 것으로 보고되었다. 이들 제품은 관능적 특성을 저하시키며 대체적으로 경도를 증가시키고 부피를 감소시키는 단점이 있지만, 수분 함량을 증가시켜 노화를 억제하는 효과가 있었다(Jeltema MA 등 1988). 특히 빵이나 케이크에 첨가한 경우에는 케이크의 조직감을 거칠게 하고 부피를

Table 7. Mean scores of sensory attribute of pound cakes with β -glucan during storage at 20°C

Storage day (days)	β -glucan dose (%)	Crust color	Crumb color	Air hole size	Volume	Odor	Off-odor	Butter taste
0	0	6.5±1.2 ^c	5.0±0.8 ^a	4.5±1.4 ^a	6.3±1.4 ^c	5.1±1.9 ^a	2.5±2.3 ^a	4.4±1.9 ^a
	3	5.2±1.3 ^b	4.8±1.5 ^a	5.2±1.5 ^a	5.7±1.4 ^{bc}	5.7±1.12 ^a	2.1±1.7 ^a	5.0±1.6 ^a
	6	5.4±1.2 ^{bc}	6.6±0.8 ^b	4.2±1.6 ^a	4.7±1.0 ^{ab}	5.5±1.1 ^a	2.0±1.5 ^a	5.0±1.1 ^a
	9	3.8±1.5 ^a	5.2±1.0 ^a	5.6±1.4 ^a	3.6±1.3 ^a	5.0±1.3 ^a	2.0±1.7 ^a	4.6±1.1 ^a
7	0	5.2±1.1 ^a	5.8±1.1 ^a	4.2±1.1 ^a	6.0±1.0 ^b	5.0±1.6 ^a	1.8±0.8 ^a	5.0±1.0 ^a
	3	6.4±0.5 ^b	6.2±1.3 ^a	4.0±1.2 ^a	5.8±1.1 ^b	5.6±1.3 ^a	1.6±0.5 ^a	4.4±1.3 ^a
	6	7.2±0.4 ^b	6.4±1.1 ^a	4.4±1.5 ^a	5.0±1.2 ^{ab}	5.0±1.6 ^a	1.8±0.8 ^a	4.0±1.0 ^a
	9	4.4±0.9 ^a	5.2±0.8 ^a	5.8±2.0 ^a	4.0±0.7 ^a	5.0±1.0 ^a	1.4±0.5 ^a	4.0±1.4 ^a

Storage day (days)	β -glucan dose (%)	Sweet taste	Off-taste	Moistness	Cracky	Springiness	Hardness	Over all desirability
0	0	4.7±1.7 ^a	1.3±0.7 ^a	3.8±1.3 ^a	4.8±1.2 ^a	5.5±1.5 ^b	5.3±1.8 ^b	4.6±1.7 ^a
	3	4.3±1.4 ^a	1.5±0.9 ^a	5.0±1.3 ^{ab}	4.3±1.3 ^a	5.2±1.0 ^{ab}	4.5±1.3 ^{ab}	5.4±1.7 ^{ab}
	6	4.8±1.4 ^a	1.3±0.7 ^a	5.7±1.1 ^b	3.7±1.3 ^a	4.3±1.0 ^a	4.4±1.8 ^{ab}	6.4±1.5 ^b
	9	4.9±1.3 ^a	1.5±0.9 ^a	5.1±1.9 ^{ab}	3.8±1.2 ^a	4.5±1.3 ^{ab}	3.6±1.1 ^a	5.6±1.9 ^{ab}
7	0	4.4±1.9 ^a	1.2±0.4 ^a	3.8±1.1 ^a	3.4±1.1 ^a	4.2±1.6 ^a	4.8±0.8 ^a	4.8±1.1 ^a
	3	4.2±2.3 ^a	1.2±0.4 ^a	4.4±1.1 ^{ab}	2.6±1.1 ^a	3.8±1.1 ^a	5.0±1.4 ^a	6.0±1.2 ^a
	6	4.0±1.6 ^a	1.2±0.4 ^a	5.6±0.9 ^b	2.8±0.8 ^a	4.0±0.7 ^a	4.6±0.5 ^a	6.0±1.2 ^a
	9	4.2±1.5 ^a	1.4±0.9 ^a	5.4±1.7 ^{ab}	2.4±1.9 ^a	4.4±1.5 ^a	3.2±1.9 ^a	4.6±0.9 ^a

^a: Values in different amount of β -glucan with the different letters are not significantly different at Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

저하시키는 것으로 보고되었다(Pomeranz Y 등 1977).

IV. 요약 및 결론

β -glucan 첨가 파운드케이크의 저장 중의 품질 특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 대조군의 수분함량은 저장기간경과에 따라 급격하게 감소하였지만 β -glucan 첨가군은 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량의 변화가 적었다. 케이크 내부의 색 중 명도(L value) 및 황색도(b value)는 유의적인 차이가 없었으나 적색도(a value)는 저장기간이 증가함에 따라 약간 증가하였다. TPA에 의한 조직감 중 경도는 저장 6일째 대조군은 제조 직후의 165%까지 증가하였으나 β -glucan 6 또는 9% 첨가군은 제조 직후의 경도를 유지하여 β -glucan 첨가가 케이크의 노화를 지연시켜줄 수 있음을 시사하였다. 전체적인 기호도는 대조군이 가장 낮았으며 β -glucan 6% 첨가군의 점수가 가장 높았으나 각 군간 유의적인 차이는 없었고, 저장 7일째 실시한 2차 관능검사에서는 대조군에 비하여 β -glucan 첨가군의 기호도가 높았으며 특히 3 및 6% 첨가군이 높게 나타났다. 이

상의 결과로부터 β -glucan을 첨가한 파운드케이크는 저장 중 케이크 내부의 수분을 유지시켜 케이크 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉을 유지시켜 주고, 조직감이 단단해지는 것을 지연시켜 보존성을 증가시킬 수 있는 것으로 보여졌다.

참고문헌

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Virginia. pp 918.

Brys KD, Zabik ME. 1976. Microstalline cellulose replacement in cakes and biscuits. J Amer Diet Assoc 69: 50.

Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample for SEM. Scanning Electron Microscopy 3: 279-283.

Cho MK, Lee WJ. 1996. Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J Food Sci Technol 28: 702-706.

Christianson DD, Hodge JE, Osborne D, Detroy RW. 1981. Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum and cellulose gum. Cereal Chem 58: 513.

Chun SS. 2003. Development of functional sponge cakes with onion powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 62-66.

Grigelmo-Miguel N, Carreras-Boladeras E, Martin-Belloso O.

1999. Development of high-fruit-dietary-fiber muffins. *Eur Food Res Technol* 210: 123-128.
- Im JG, Kim YH. 1999. Effect of green tea addition on the quality of white bread. *Korean J Soc Food Sci* 15: 395-400.
- Jeltema MS, Zabik ME. 1979. Fiber components quantitative and relationship to cake quality. *J Food Sci* 44: 1732.
- Jeltema MA, Zabik ME, Thiel LJ. 1983. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem* 60: 227-230.
- Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 716-722.
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237.
- Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997. Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 886-891.
- Kang SA, Jang KH, Choi WA, Jung KH, Lee IY. 2002. Effects of Dietary β-Glucan on Adiposity and Serum Lipids Levels in Obese Rats Induced by High Fat Diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1052-1057
- Kang WW, Kim GV, Kim JK, Oh SL. 2000. Quality characteristics of bread added persimmon leaves powder. *J Korean Soc Food Sci* 16: 336-342.
- Kim BR, Choi YS, Lee SY. 2000. Study on bread-making quality with mixture of buck wheat-wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 241-247.
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1997. Methods & application of sensory evaluation. Sinkwang Press, Seoul. p 44-94.
- Lee EH, Choi OJ, Shim KH. 2004. Properties on the Quality Characteristics of Muffin Added with Sugaring Ume Puree. *Food Industry and Nutrition* 9: 58-65.
- Lee YT, Jung JY. 2003. Quality Characteristics of Barley β-Glucan Enriched Noodles. *Korean J Food Sci Technol* 35: 405-409.
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY. 2004. Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
- Park GS, Lee SJ. 1999. Effect of Job's tears powder and green tea powder on the characteristic of quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1244-1250.
- Pomeranz Y, Sogren MD, Finney KF, Bechtel DB. 1997. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem* 54: 25-27.
- SAS Institute, Inc. 1998. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC. USA.
- Sych J, Castaigne F, Lacroix C. 1987. Effect of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *J of Food Sci* 52: 1604.
- Yi SY, Kim CS, Song YS, Park JH. 2001. Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 48-55.

(2005년 12월 15일 접수, 2005년 12월 27일 채택)