

## $\beta$ -Glucan 고함유 식빵의 이화학적 · 관능적 특성

양윤형 · 강은영 · 김미경<sup>1</sup> · 조한영<sup>1</sup> · 김미리  
충남대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>(주)더멋진바이오텍

### Physicochemical and Sensory Characteristics of Milk Bread Substituted with High Amount of $\beta$ -Glucan

Yun-Hyoung Yang, Eun-Young Kang, Mi-Kyoung Kim<sup>1</sup>, Han-Young Cho<sup>1</sup>, Mee Ree Kim  
Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea  
<sup>1</sup>DMJ Biotech Corp., Chungnam 339-824, Korea

#### Abstract

The physicochemical and sensory characteristics of milk bread substituted with a high amount of  $\beta$ -glucan were investigated. As  $\beta$ -glucan content increased up to 20%, the loaf volume and bread height were increased. There were no significant differences in Hunter color L\*, a\* and b\* values of both crust and crumb of milk bread with  $\beta$ -glucan added up to 20%. The moisture content and water holding capacity of bread with 30%  $\beta$ -glucan were the highest among the treatments. Textural properties by TPA showed that hardness was not changed by the addition of  $\beta$ -glucan right after baking. Sensory evaluation results showed that the scores of color, flavor, taste and over-all acceptability of the bread with  $\beta$ -glucan were not significantly different among the treated groups, except for milk bread with 30%  $\beta$ -glucan. Based on our results,  $\beta$ -glucan addition up to 20% enhanced baking quality of milk bread.

Key words : Milk bread,  $\beta$ -glucan, characteristics

## 1. 서 론

$\beta$ -glucan이란 다당류의 하나로 곡류, 효모, 버섯 및 박테리아에서 얻을 수 있는 물질이다. 면역 증강과 항암 효과를 가지고 있어 지속적으로 관심의 대상이 되고 있으며 최근 들어 기능이 강화된 식품, 건강에 좋은 식품을 선호하는 추세가 확산되면서  $\beta$ -glucan이란 소재가 주목을 받고 있다. 정상적인 면역 세포의 면역기능을 활성화시켜 암세포의 증식과 재발을 억제하고 면역세포의 증가를 촉진한다고 알

려진  $\beta$ -glucan은 식물이나 균류로부터 얻어지는데, 그 중에서도 항암 효과가 있는 주된 구조는  $\beta$ -1,3-glucan인 것으로 밝혀졌다(Shim JH 등 2002). 본 실험에서 사용한  $\beta$ -glucan paste는 단백질 1.4%, 지방 0.06%, 탄수화물 10.7%, 회분 0.1% 등으로 구성되어 있고 pH가 6.8이며 중금속과 미생물에서 안전하다는 인증을 받은 건강기능식품소재이다. 산(acid)과 구강에서의 효소적 분해에 대해 매우 높은 안정성을 가지며 인체에서 분해되지 않아 저칼로리식이섭유인 음료나 다이어트 식품 등으로 다양하게 이용될 수 있을 것으로 보인다.

식이섭유를 이용한 연구에는 보리가루(Cho MK 와 Lee WJ 1996), chitosan(Lee KH 와 Lee YC 1997), 다시마가루(Kwon EA 등 2003) 등이 있으며 그 밖에 감잎

Corresponding author: Mee Ree Kim, Chungnam National University  
Gung-dong 220, Yuseoung-ku, Daejeon 305-764, Korea  
Tel : 042-821-6837  
Fax : 042-821-8887  
E-Mail : mrkim@cnu.ac.kr

분말(Bae JH 등 2001), 시판 된장(Oh HJ 와 Kim CS 2004), 부추(Jung HS 등 1999), 볶은 콩가루(Jung HO 등 1997), 가루녹차 분말(Im JG 와 Kim YH 1999), 마늘, 생강 및 계피(Kim ML 등 2000), 흑미가루(Jung DS 등 2002), 늙은호박분말(Moon HK 등 2004), 양파분말(Bae JH 등 2003) 등 건강에 유용한 다양한 기능성 식품의 재료를 첨가 식빵의 품질특성을 평가한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

본 연구에 사용된  $\beta$ -glucan은 *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP로부터 생산된 페이스트상으로  $\beta$ -1,3-glucoside 결합을 하고 있으며 분자량은 약 30만 정도이다. 또한, 페이스트상의  $\beta$ -glucan은 파우더형태에 비하여 가공공정의 단축으로 인한 생산원가 절감으로 가격이 저렴하므로 식품산업체에서 활용이 더 용이하다. 따라서 본 연구에서는 기존에 파우더 형태로 첨가했던  $\beta$ -glucan을 경제적이며 산업화가 용이한 페이스트상의  $\beta$ -glucan으로 총 재료분량의 10, 20, 30% 혼합하여  $\beta$ -glucan 고함유 식빵을 제조한 후 이화학적, 관능적 특성을 규명함으로써  $\beta$ -glucan 첨가빵 제조시 빵 공정에서 필요로 하는 제반 자료를 분석하여 향후  $\beta$ -glucan을 사용하는 응용 범위를 확대하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

실험에 사용한 강력분(삼양사), 설탕(삼양사), 무염버터(롯데), 소금(청정원), 우유(서울우유), 효모(오투기), 이스트푸드(S-500)는 대전 D상회에서 구입하여 사용하였다. 또한  $\beta$ -glucan은 (주)더멋진바이오텍에서 제공받은 미생물 발효법으로 만들어진 paste형태의 제품을

사용하였다.

### 2. 제빵방법

제빵공정은 직접반죽법(Straight dough method)을 사용하였고, Table 1의 배합대로 재료를 섞어 Fig. 1의 공정에 따라 제조하였다.  $\beta$ -glucan paste가 본래 수분을 함유하고 있어 반죽을 연화시키므로 성형가능한 반죽을 만들기 위해 액체인 물과 우유의 양을 조정하였다.  $\beta$ -glucan을 제외한 재료를 반죽기(Kitchen Aid, MODEL K5SS, USA)를 이용해 저속(1단)으로 시작하여 중고속(3단)으로 반죽을 수화시킨 후 클린업단계에서  $\beta$ -glucan을 소량씩 첨가하면서 혼합하였다. 1차발효는 온도  $27\pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $75\pm 1\%$ 인 발효기(Dae Young Machinery Co., Korea)에서 이루어졌으며, 1차발효 완료 후 이를 약 180 g으로 분할하여 각각 등글리기 한 것을 실온에서 약 10분간 중간발효하였다. 그 후 가스를 빼고 성형하여 팬닝하고 온도  $34\pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $85\pm 1\%$ 인 발효조건에서 2차발효시켜 윗불  $190\pm 1^\circ\text{C}$ , 아랫불  $200\pm 1^\circ\text{C}$ 의 오븐(Dae Young Machinery Co., Korea)에서 구웠다.

### 3. 수분손실률

반죽에  $\beta$ -glucan을 첨가함에 따른 굽기손실률을 알아보기 위하여 굽기 전 반죽의 무게와 굽는 과정을 거쳐 완성된 우유식빵의 최종무게를 잰 후 아래와 같은 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{수분손실율(\%)} = \frac{\text{반죽무게(g)} - \text{식빵무게(g)}}{\text{반죽무게(g)}} \times 100$$

### 4. 부피, 높이, 무게

제빵 후 실온에서 1시간 동안 식힌 후에 무게와 높

Table 1. Ingredient of milk bread with different amount of  $\beta$ -glucan

Ingredients	Control		G.P 10% <sup>1)</sup>		G.P 20%		G.P 30%	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Flour	543.0	(100.0)	521.1	(100.0)	464.6	(100.0)	408.1	(100.0)
$\beta$ -glucan paste	0.0		100.0		200.0		300.0	
Yeast food(S-500)	5.4	(1.0)	6.3	(1.0)	6.8	(1.0)	7.0	(1.0)
Salt	9.1	(1.7)	9.1	(1.5)	9.3	(1.4)	8.9	(1.3)
Sugar	36.2	(6.7)	40.8	(6.6)	42.2	(6.4)	42.8	(6.0)
Milk	316.7	(58.3)	290.0	(46.7)	245.0	(36.9)	202.1	(28.5)
Yeast	13.6	(2.3)	14.5	(2.3)	15.2	(2.3)	15.6	(2.3)
Butter	21.7	(4.0)	18.1	(2.9)	16.9	(2.5)	15.9	(2.2)
Water	54.3		0.0		0.0		0.0	
Total weight	1000.0		1000.0		1000.0		1000.0	

<sup>1)</sup> G.P. :  $\beta$ -glucan paste. Percentage means the weight % of total weight.

<sup>2)</sup> ( ) : Weight % of total weight of flour and  $\beta$ -glucan paste

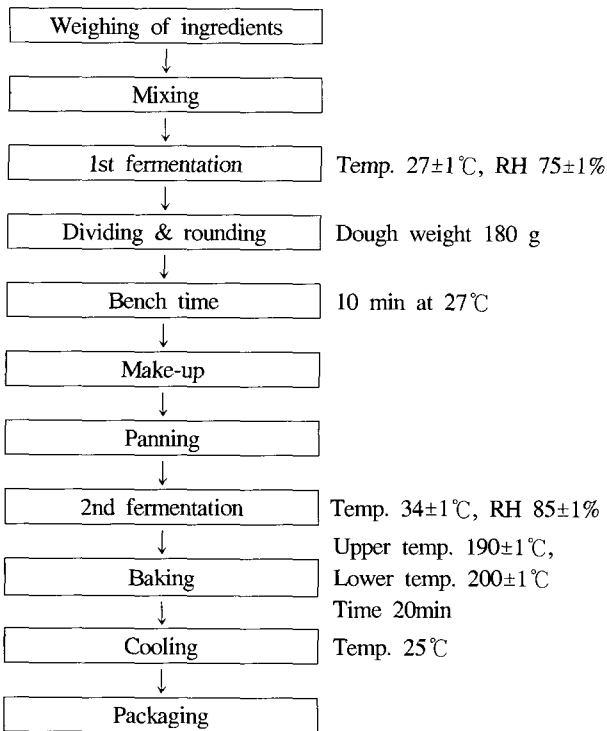


Fig. 1. Milk bread making process by the straight dough method.

이를 재었고 부피는 종자치환법으로 측정하였으며, 3회 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

### 5. pH

AOAC method(1990)를 적용하여 식빵 15 g을 100 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)에서 speed 7로 2분동안 균질화하고 25°C에서 30분간 방치한 후 상층액을 실험에 사용하였다. pH는 pH meter(420Benchtop, Orion Research Inc., USA)를 사용하여 측정하였다.

### 6. 수분함량 및 보수력

식빵의 수분함량을 측정하기 위해 식빵의 안쪽 부분을 1 cm<sup>2</sup>로 잘라서 적외선 수분 측정기(Sartorius, Germany)를 사용하였다. 또한 보수력(Water holding capacity)은 Artz WE 등(1990)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 원심분리관에 동결건조한 시료 1 g과 증류수 20 mL를 가한 후 vortex로 30분동안 10분 간격으로 혼합하여 상온에서 10분동안 방치한 다음 10,000 rpm에서 25분간 원심분리하였다. 그 다음 상층액은 버리고 원심분

리관을 거꾸로 하여 15분간 두어 물을 제거한 후 중량을 구한 다음 수분을 흡수한 상태의 중량과 가루중량의 차이를 보수력으로 계산하였다.

### 7. 우유식빵의 색도

식빵의 껍질과 속을 분리하여 각각 blender(SQ-205, Il Jin corp., Korea)로 곱게 마쇄한 후 5 g을 패트리디쉬에 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및  $\Delta E$ 값(색차지수)을 측정하였다. 이 때 표준색은 L값 90.47, a값 0.15, b값 3.36,  $\Delta E$ 값 0.00인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 단 껍질은 바깥에서부터 0.5 cm의 두께로 절단하였다.

### 8. 우유식빵의 조직감

식빵의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems co., England)를 사용하여 빵의 crust부분을 제거한 후 crumb부분을 1 cm<sup>2</sup>로 잘라 사용하였으며, probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도, 씹힘성, 응집성 및 탄력성을 측정하였다. 이때 probe는 직경이 25 mm인 compression plate이었고 force threshold는 20 g, pre-test speed, post-test speed 및 test speed는 5.0 mm/s로 동일하였으며 압축시 변형률(strain)은 70%를 주어 측정된 값을 측정하였다.

### 9. 관능검사

$\beta$ -glucan을 첨가한 우유식빵의 관능적 특성을 평가하기 위해 빵에 관심이 있고, 품질 차이를 식별할 수 있는 충남대학교 식품영양학과 학생 10명의 경험이 있는 패널요원을 선발하여 9점 척도법을 사용하여 관능검사를 수행하였다.  $\beta$ -glucan을 첨가한 우유식빵의 평가항목으로는 외관(부푼정도, 기공크기, crust의 갈색화 정도, crumb의 색), 냄새(이취), 맛(담백함, 우유맛), 질감(crust 경도, crumb 경도, 씹힘성)에 대하여 정량적묘사 분석(QDA)을 수행하였고, 또한, 전반적인 수용도를 검사하였다(Meilgaard M 등 1991).

### 10. 통계처리

$\beta$ -glucan을 첨가한 우유식빵의 이화학적, 관능적 특

성치 실험은 3회 반복하였으며 실험 결과는 SAS program 중에서 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였고, 주성분 분석을 실시하였다(SAS Institute 1988, Steel RGD 와 Torrie JH 1960).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 수분손실률

$\beta$ -glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 제빵 공정 중 수분손실률을 Table 2에 나타내었다. 반죽무게와 빵무게의 차이에서 계산되어진 굽기손실률(baking loss)은  $\beta$ -glucan 첨가량이 증가할수록 감소하여 대조군이 9.63%에 비하여  $\beta$ -glucan 10, 20 및 30% 첨가군은 9.49, 9.12 및 9.12%로써  $\beta$ -glucan 첨가가 굽기손실률을 감소시켜 주었다. 이는 감잎분말을 첨가한 식빵의 결과(Bae JH 등 2001)와 유사하였는데,  $\beta$ -glucan이 보수력이 크기 때문에 굽기손실률이 감소한 것으로 생각되

며 대조군에 비해  $\beta$ -glucan 첨가군의 식감이 보다 촉촉함을 알 수 있었다.

#### 2. 부피, 높이 및 무게

$\beta$ -glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 부피, 높이 및 무게는 Fig. 2와 같다.  $\beta$ -glucan의 첨가는 우유식빵의 무게에 영향을 주지 않았다. 한편 높이와 부피의 경우  $\beta$ -glucan 10 및 20% 첨가군은 대조군에 비해 다소 증가하였으나  $\beta$ -glucan 30% 첨가군이 유의적으로 낮았다(Fig. 3). 식빵의 부피는 빵의 품질을 평가하는데 주요한 지표로 단백질의 함량과 질, 반죽의 특성과 발효량, 첨가재료의 종류, 제조과정 등에 의해 결정된다. 빵의 부피는 발효과정에서 생성된 가스를 통해 증가하며 부피가 증가함에 따라 기공이 일정하게 커지고 조직이 부드러워져 좋은 식감을 갖게 해준다(Bae JH 등 2003, Jung DS 등 2002). 한편, 다시마가루(Kwon EA 등 2003), 볶음 콩가루(Jung HO 등 1997), 녹차(Im JG 와 Kim YH 1999), 신선초가루(Choi OJ 등 1999), 부추(Jung HS 등 1999), 흑미가루(Jung DS 등 2002), 늙은호박분말(Moon HK 등 2004)을 첨가한 실험결과에서도 첨가물의 양이 증가함에 따라 부피가 감소하는 유사한 결과는 보였고 이는 단백질의 함량이 감소함에서 기인한 것으로 품질저하를 야기시킨다. 그러나  $\beta$ -glucan의 경우 30% 첨가군의 부피만 감소하였으므로 20%이하의  $\beta$ -glucan을 첨가한다면 부피감소로 인한 품질저하를 방지할 수 있다.

Table 2. Water loss of the milk bread with different amount of  $\beta$ -glucan

	Dough weight(g)	Loaf weight(g)	Baking loss(%)
Control	1080	976.0 <sup>a</sup>	9.63 <sup>b</sup>
G.P. 10%	1080	977.5 <sup>ab</sup>	9.49 <sup>ab</sup>
G.P. 20%	1080	981.5 <sup>b</sup>	9.12 <sup>a</sup>
G.P. 30%	1080	981.5 <sup>b</sup>	9.12 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> : Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test

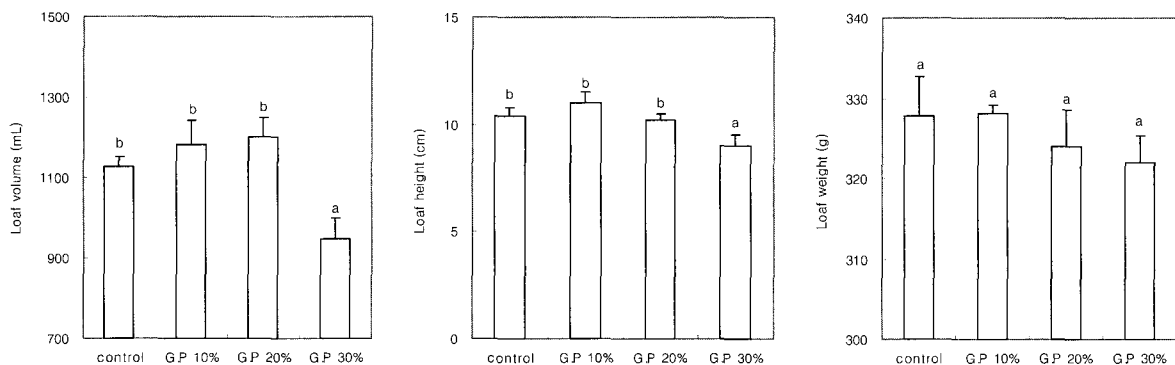


Fig. 2. Volume, height and weight of the milk bread with different amount of  $\beta$ -glucan. <sup>a,b</sup> Different letters above the bar means they are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

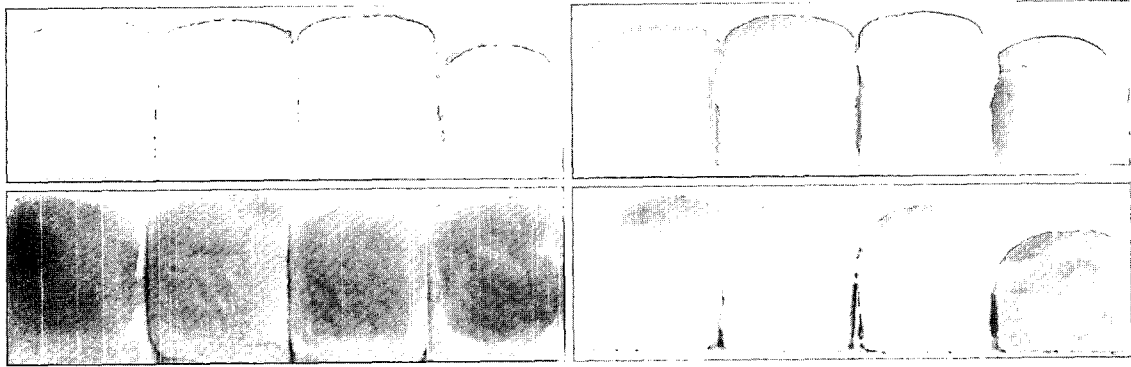


Fig. 3. Photograph of the milk bread with different amount of β-glucan.

### 3. pH

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 pH는 Table 3과 같다. β-glucan을 첨가하지 않은 대조군의 pH는 5.71이고 β-glucan 첨가군의 pH는 5.66-5.77로 식빵의 pH는 β-glucan 첨가량에 따른 차이가 없는 것으로 보이며 이는 양파분말을 첨가한 식빵의 결과(Bae JH 등 2003)와 같았다.

### 4. 수분함량 및 보수력

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 수분함량과 보수력은 Table 3과 같다. 대조군의 수분함량은 34.91%이었고 β-glucan 10, 20 및 30% 첨가군은 각각 36.36, 44.57 및 48.32%를 나타내어 β-glucan 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 대조군에 비해 β-glucan이 첨가된 식빵의 굽기손실이 감소하고 제빵 후 높은 수분함량을 나타낸 것으로 보아 보수력이 높을 것으로 예상되었는데, 실제 보수력 측정결과와 일치하였다. 즉, 대조군의 보수력은 208.36%이고 β-glucan 10, 20 및 30% 첨가군은 각각 228.32, 280.77 및 452.21%이었으며, β-glucan 20 및

30% 첨가군만이 대조군보다 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 이는 β-glucan을 식빵에 첨가함으로써 식빵내의 식이섬유 함량이 증가함에 따른 결과(Cho MK와 Lee WJ 1996)로 생각되며, 높은호박분말(Moon HK 등 2004), 신선초가루(Choi OJ 등 1999)의 첨가량이 증가할수록 보수력이 높았다는 결과와 일치하였다.

### 5. 색도

β-glucan이 첨가된 우유식빵의 색상을 내부(crumb)와 외부(crust)로 나누어 측정된 결과는 Table 4에 나타내었고 외관은 Fig. 3에 제시하였다. 먼저 식빵의 내부색상을 살펴보면 대조군에 비해 β-glucan 첨가군의 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)가 감소하는 경향을 띠었으며 이는 β-glucan의 본래 색상이 흰색이므로 첨가됨으로 인해 적색도와 황색도를 감소시키는 것으로 보인다. 식빵 외부색상은 β-glucan 첨가에 따른 변화를 찾아볼 수 없었다. Cho MK와 Lee WJ(1996)는 쌀보리가루를 10% 혼합하여 제조한 빵의 색상이 100% 밀가루 빵과 큰 차이를 나타내지 않았다고 보고하였고, Oh HJ와 Kim CS(2004)는 된장 첨가 빵의 경우 표면의 색이 현저히 어두워졌으나 빵의 내부색은 큰 차이가 없었다고 보고하였다. 이에 반해 Kim NY와 Kim SH(2005)는 홍삼 분말을 첨가한 식빵 연구에서 홍삼분말의 첨가량이 증가함에 따라 색이 점차적으로 어두워졌으며 명도가 점차 감소한 반면 적색도와 황색도는 점차 증가하였다고 보고하였다. 이와 같이 첨가된 각 기능성 식품 재료가 갖는 고유의 색상에 따라 식빵의 안팎의 색상에 영향을 받을 수 있음을 알 수 있으며 명도, 적색도와 황색도 등은 각 첨가재료의 특성에 따라 달라짐으로 사료된다.

Table 3. pH, moisture contents and water holding capacity of the milk bread with different amount of β-glucan

	pH	Moisture contents %	Water holding capacity % dry basis
Control	5.71±0.02 <sup>a</sup>	34.91±0.77 <sup>a</sup>	208.36±0.66 <sup>a</sup>
G.P 10%	5.77±0.01 <sup>a</sup>	36.36±0.26 <sup>a</sup>	228.32±0.08 <sup>a</sup>
G.P 20%	5.66±0.01 <sup>a</sup>	44.57±1.01 <sup>b</sup>	280.77±0.16 <sup>b</sup>
G.P 30%	5.68±0.01 <sup>a</sup>	48.32±2.97 <sup>c</sup>	452.21±2.16 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>: Means in the same columns with the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test

### 6. 조직감(Texture)

β-glucan 첨가에 따른 우유식빵의 조직감 변화를 texture analyser에 의하여 TPA를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 경도(hardness)는 대조군과 β-glucan 10 및 20% 첨가군이 238.5-252.2 g이고 β-glucan 30% 첨가군은 300.5 g을 나타내었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. β-glucan 30% 첨가군은 높은 경도를 유지하였는데 이는 β-glucan이 밀가루의 글루텐 형성을 방해하여 빵이 잘 부풀지 못함에서 기인한 경도의 증가로 해석되어 진다. 높은호박분말, 흑미가루의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였다는 결과와는 상반된 결과(Moon HK 등 2004, Jung DS 등 2002)이며 감잎분말의 첨가군이 대조군에 비해 경도가 낮게 유지된 결과와는 일치하였다. Chabot JF(1976)는 빵의 경도에 미치는 요인으로 빵의 수분함량, 기공의 발달정도, 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달된 빵일수록 부피가 크고 softness가 증가하여 경도가 낮아진다고 보고하였다. 씹힘성(chewiness)의 경우 대조군이 126.1, β-glucan 10, 20 및 30% 첨가군이 138.7, 124.5 및 190.2로 β-glucan 30% 첨가군이 유의적으로 높은값을 나타내었다. 탄력성(springiness)은 대조군과 β-glucan 30% 첨가군이 β-glucan 10 및 20% 첨가군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 응집성(cohesiveness)은 β-glucan 30% 첨가군을 제외하고 대조군과 β-glucan 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다. β-glucan 30% 첨가군은 글루텐 형성이 불충분할 뿐 아니라 발효시에도 잘 부풀지 않아 제빵 후 실제 식빵과는 다른 물성을 가지고 있어 제빵에 부적합한 것으로 판단된다.

### 7. 관능검사

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 관능

적 특성을 Table 6에 나타내었다. 우유식빵의 외관으로는 부피, 기공크기, 식빵의 내부(crumb)와 외부(crust)의 색상 대하여 9점 만점으로 각 특성의 세기의 정도를 평가하였다. 대조군에 비해 β-glucan 10 및 20% 첨가군 사이에는 부피, 기공크기, 식빵의 외·내부 색상에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 전반적인 수용도 점수를 낮게 받은 β-glucan 30% 첨가군은 부피가 작고 기공크기가 크며 식빵의 색상이 진하다는 평가를 받았으며 Fig. 3에 제시된 사진과 같다. 색도의 기계적 측정치에서는 Crust 색이 모든 군간에 유의적인 차이를 나타내지 않았는데 이는 껍질을 분리할 때 그 경계가 일정하지 않아 바깥으로부터 0.5 cm의 두께로 절단하는 과정에서 일부 crumb이 포함되었기 때문으로 생각된다. 외관 중 부피에 관한 점수는 종자치환법을 이용해 측정한 결과(Fig. 2)와 일치하였다. 우유식빵의 냄새항목 중 이취는 β-glucan 30% 첨가군이 5.8 점으로 나머지 군(2.9-3.0점)에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 우유식빵의 맛에 관한 항목으로는 담백함과 우유맛의 정도를 평가하게 하였는데 β-glucan 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며 β-glucan 30% 첨가군을 제외하고는 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 우유식빵의 조직감은 β-glucan 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 crust 경도가 증가하는 경향

**Table 5. Springiness, cohesiveness, hardness and chewiness of milk bread with different amount of β-glucan**

	Springiness	Cohesiveness	Hardness	Chewiness
Control	0.848±0.051 <sup>d</sup>	0.636±0.034 <sup>a</sup>	252.2±33.1 <sup>a</sup>	126.1±33.1 <sup>a</sup>
G.P. 10%	0.798±0.055 <sup>a</sup>	0.681±0.036 <sup>a</sup>	238.5±53.4 <sup>a</sup>	138.7±48.0 <sup>a</sup>
G.P. 20%	0.697±0.039 <sup>a</sup>	0.660±0.031 <sup>a</sup>	245.2±32.5 <sup>a</sup>	124.5±22.4 <sup>a</sup>
G.P. 30%	0.830±0.062 <sup>b</sup>	0.727±0.025 <sup>b</sup>	300.5±39.7 <sup>a</sup>	190.2±73.7 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> : Means in the same columns with the same letters are not significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test

**Table 4. Color of the milk bread with different amount of β-glucan**

		Lightness	Redness	Yellowness	ΔE
Crumb	Control	81.34±0.05 <sup>d</sup>	0.02±0.06 <sup>d</sup>	18.94±0.13 <sup>a</sup>	0.00
	G.P. 10%	81.66±0.07 <sup>d</sup>	-0.13±0.15 <sup>a</sup>	18.54±0.17 <sup>a</sup>	0.48
	G.P. 20%	79.20±0.05 <sup>d</sup>	-0.22±0.07 <sup>a</sup>	18.39±0.24 <sup>a</sup>	0.66
	G.P. 30%	76.66±0.11 <sup>a</sup>	-0.04±0.13 <sup>a</sup>	18.94±0.14 <sup>a</sup>	2.61
Crust	Control	71.25±0.05 <sup>a</sup>	5.82±0.07 <sup>a</sup>	20.59±0.10 <sup>a</sup>	0.00
	G.P. 10%	70.06±0.03 <sup>a</sup>	6.84±0.12 <sup>a</sup>	20.67±0.06 <sup>a</sup>	2.62
	G.P. 20%	72.64±0.26 <sup>a</sup>	4.99±0.18 <sup>a</sup>	20.40±0.36 <sup>a</sup>	2.01
	G.P. 30%	70.11±0.21 <sup>a</sup>	5.13±0.48 <sup>a</sup>	20.73±0.20 <sup>a</sup>	0.75

<sup>a</sup> : Means in the same columns with the same letters are not significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test

을 보였으며 β-glucan 30% 첨가군만이 대조군에 비해 유의적으로 높았다. 또한 crumb 경도와 씹힘성은 β-glucan 20% 첨가시까지 감소하는 경향을 띠었다. 우유식빵의 전반적인 수용도는 β-glucan 30% 첨가군이 3.4점으로 가장 낮은 점수를 받고 대조군과 β-glucan 10 및 20% 첨가군은 6.8~6.9점을 받았다. 이와 같은 결과는 β-glucan 30% 이상의 첨가가 식빵의 외관은 물론 냄새와 조직감에 좋

지 않은 영향을 주어 적절하지 못하다는 것을 보여주는 것이다. 이는 쌀보리가루를 저함량으로 첨가한 식빵의 전반적인 기호도가 대조군과 차이가 없었다는 보고(Cho MK 와 Lee WJ 1996)와 유사하였다.

8. 주성분분석

β-glucan 첨가량을 달리하여 제조한 우유식빵의 이화

Table 6. Sensory evaluation of the milk bread with different amount of β-glucan

β-glucan dose	Appearance			Flavor		Taste		Texture			Acceptability
	Volume	Air cell size	Crust color	Crumb color	Off-flavor	Blandness	Milk taste	Crust hardness	Crumb hardness	Chewi-ness	Over-all acceptability
Control	7.3±0.9 <sup>b1)</sup>	3.3±1.5 <sup>a</sup>	4.1±1.7 <sup>a</sup>	3.2±1.8 <sup>a</sup>	2.9±2.6 <sup>a</sup>	6.6±0.9 <sup>b</sup>	5.0±1.7 <sup>b</sup>	4.6±1.4 <sup>a</sup>	4.8±1.4 <sup>b</sup>	5.1±1.1 <sup>a</sup>	6.8±1.1 <sup>b</sup>
G.P 10%	6.6±1.0 <sup>b</sup>	4.3±1.1 <sup>ab</sup>	4.1±1.7 <sup>a</sup>	3.8±1.3 <sup>a</sup>	3.0±1.6 <sup>a</sup>	5.6±0.9 <sup>ab</sup>	5.0±0.9 <sup>b</sup>	5.0±1.3 <sup>a</sup>	3.9±1.1 <sup>ab</sup>	4.7±0.7 <sup>a</sup>	6.9±1.6 <sup>b</sup>
G.P 20%	6.9±1.1 <sup>b</sup>	5.4±1.1 <sup>ab</sup>	4.2±2.0 <sup>a</sup>	3.7±1.4 <sup>a</sup>	2.9±1.3 <sup>a</sup>	5.8±1.3 <sup>ab</sup>	4.3±1.4 <sup>ab</sup>	5.1±1.8 <sup>a</sup>	3.3±1.3 <sup>a</sup>	5.0±1.7 <sup>a</sup>	6.9±0.8 <sup>b</sup>
G.P 30%	2.4±1.0 <sup>a</sup>	5.8±2.9 <sup>b</sup>	7.8±0.8 <sup>b</sup>	7.6±0.5 <sup>b</sup>	5.8±2.0 <sup>b</sup>	5.0±1.5 <sup>a</sup>	3.2±1.6 <sup>a</sup>	6.6±1.7 <sup>b</sup>	3.4±1.5 <sup>ab</sup>	5.8±1.8 <sup>a</sup>	3.4±2.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> : Means in the same columns with the same letters are not significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test

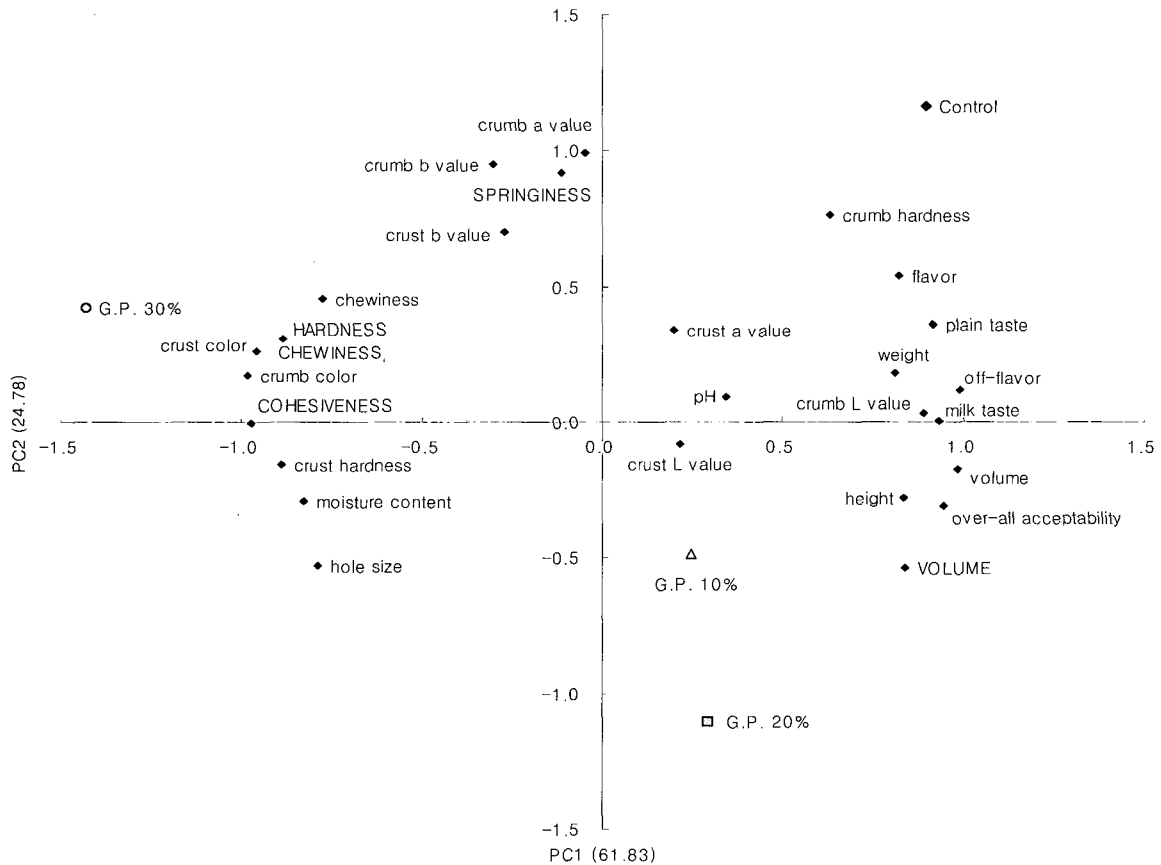


Fig. 4. PCA plot in physicochemical and sensory properties of milk bread with different amount of β-glucan. G.P : β-glucan paste. Percentage means the weight % of total weight. Textural characteristics of instrumental analysis are represented with capital letters.

학적 특성과 관능적 특성 분석 데이터를 주성분 분석 (Principal component analysis)을 실시하여 Fig. 4에 나타내었다. 우유식빵의 특성치는 제1주성분이 61.83% 설명 가능하였으며, 제2주성분은 24.78% 설명 가능하였다. 전반적인 수용도와 근접해 있는 첨가량은  $\beta$ -glucan 10 및 20% 첨가군이였다. 이들 식빵은 부피, 높이, 명도, a value, 기공크기의 항목이 가까이 위치하고 있었으며, 경도, 씹힘성, 응집성, b value는 멀리 위치하고 있었다. 이 같은 결과는 식빵의 부피가 증가함에 따라 기공이 일정하게 커지고 조직이 부드러워져 좋은 식감을 갖게 해준다는 결과(Bae JH 등 2003, Jung DS 등 2002)와 일치하였다.

#### IV. 요약

$\beta$ -glucan 첨가 우유식빵의 이화학적 · 관능적 특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 완성된 우유식빵의 무게는  $\beta$ -glucan 첨가군이 대조군에 비해 차이가 없었다. 그러나 높이와 부피는  $\beta$ -glucan 20% 첨가시까지 증가하다가  $\beta$ -glucan 30% 첨가군에서 유의적으로 감소하였다. 수분함량은  $\beta$ -glucan 첨가군이 높았으며,  $\beta$ -glucan 20 및 30% 첨가군은 저장 전 기간동안 유의적으로 높은 수치를 유지하였다. 기계적 조직감을 TPA로 측정 한 결과, 식빵의 경도는 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군 사이에 차이가 없었고 씹힘성과 응집성은  $\beta$ -glucan 30% 첨가군이 유의적으로 높았다. 빵의 색상은  $\beta$ -glucan 30% 첨가군을 제외하고 명도, 적색도 및 황색도에 있어 차이가 없었다. 전반적인 수용도는 대조군과  $\beta$ -glucan 10 및 20% 첨가군이 6.8-6.9점,  $\beta$ -glucan 30% 첨가군은 3.4점을 받았다. 이상의 결과로부터 식빵 제조 시  $\beta$ -glucan 첨가량은 20%까지는 긍정적인 효과를 나타내었다.

#### 참고문헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Virginia. pp 918.
- Artz WE, Narren C, Villota R. 1990. Twin-screw extrusion modification of acorn fiber and corn starch extruded blend. J Food Sci 55: 746.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with korean persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 30: 882-887.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. Korean J Food Sci Technol 35: 1124-1128.
- 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.
- Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Jung HS, Ko MS, Lee HC. 1999. Properties on the quality characteristics of bread added with angelica keiskei koidz flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 28: 188.
- Chun SS, Park JR, Cho YS, Kim MY, Kim RY, Kim KO. 2001. Effect of onion powder addition on the quality of white bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 14: 346-354.
- Hyun CK, Kim YB, Park GH, Yoon IH. 1988. Differential scanning calorimetry of rice starch. Korean J Food Sci Technol 20: 331-337.
- Im JG, Kim YH. 1999. Effect of green tea addition on the quality of white bread. Korean J Soc Food Cookery Sci 15: 395-400.
- 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.
- Jung HO, Lim SS, Jung BM. 1997. A study on the sensory and texture of bread with roasted soybean powder. Korean J Soc Food Cookery Sci 266-271.
- Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS. 1999. Effect of leek (*Allium tuberosum*) on physicochemical and sensory characteristics of breads. J Korean Soc Food Sci Nutr 28: 113-117.
- 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.
- Kim ML, Park GS, Park CS, An SH. 2000. Effects of spice powder on the characteristics of quality of bread. Korean J Soc Food Cookery Sci 16: 245-254.
- Kim NY, Kim SH. 2005. The Physicochemical and Sensory Characteristics of Bread Added with Red Ginseng Powder. J East Asian Soc Dietary Life 15: 200-206
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing Laminaia powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 406-412.
- Lee JY, Lee SK, Cho NJ, Park WJ. 2003. Development of the formula for natural bread-making starter. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 1245-1252.
- Lee KH, Lee YC. 1997. Effect of carboxymethyl chitosan on quality of fermented pan bread. Korean J Food Sci Technol 29: 96-100.
- Lee SY, Kim CS. 2001. Effects of added yam powders on the



- quality characteristics of yeast leavened pan breads made from imported wheat flour and korean wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 56-63
- Maleki M, Noseney RC, Mattern PJ. 1980. Effect of loaf volume, moisture contents and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem* 57: 138-140.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1991. Sensory evaluation techniques, 2nd edition, p. 53, CRC press
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY. 2004. Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
- Oh HJ, Kim CS. 2004. Development of yeast leavened pan bread using doenjang(korean soybean paste):3. The effects of Protein of daenjang powders and soy flours on the gluten rheology and bread quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1043-1048.
- SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC. USA.
- Shim Jung-Hyun, Choi Won-A, Sang Byung-Chan, Yoon Do-Young. 2002. Immune Stimulating Efficacy of Insoluble β-1,3-glucan from *Agrobacterium* sp. R259 KCTC 10197BP. *YAKHAK HOEJI* 46: 459-465.
- Steel RGD, Torrie JH. 1960. Principle and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.
- Sych, J., Castaigne, F, Lacroix. C. 1987. Effects of initial moisture and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *J Food Sci* 53: 1604-1607.

---

(2006년 1월 11일 접수, 2006년 3월 31일 채택)