

β -Glucan 첨가 Pound Cake의 이화학적·관능적 특성

신유미¹·김미경²·조한영²·김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과, ²(주)더멋진바이오텍

Physicochemical Characteristics of Pound Cake Added with β -Glucan

Yu-Mi Shin¹, 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

This study was conducted to evaluate the physicochemical characteristics of pound cake made of substituted flour with different amount of β -glucan, i.e. 3, 6 and 9%, respectively. β -glucan is a functional food material produced from *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP. The specific gravity and pH of dough were found to be increased according to β -glucan content. Rheological property such as adhesiveness of dough has no difference between control and β -glucan added groups. The pH of baked pound cake was not significantly different between control and β -glucan groups. The volume of baked pound cake was not significantly different between control and the ones with up to 6% β -glucan. Lightness (L), redness (a) and yellowness (b) value of Hunter color system of cake crumb were not significantly different among treated groups, except a value of crust in 9% β -glucan group. The moisture content of cake increased according to β -glucan content. Hardness by texture analyser was decreased with increasing β -glucan content although cohesiveness was not changed in β -glucan groups, compared with the control. Sensory evaluation results showed that the mean scores of over-all acceptability in 3 and 6% β -glucan were higher than that of control. Based on these results, the addition of β -glucan to pound cake up to 6% was considered to be desirable especially in terms of texture.

Key words : Pound cake, β -glucan, dough, quality.

서 론

서구의 선진 국가들은 과거의 영양 부족 문제보다 영양 과잉에 의해 각종 질병을 유발하는 현대의 식생활 문제를 보완하기 위해 동물성 단백질과 지방의 섭취를 줄이고 탄수화물과 식이섬유소의 섭취를 높이도록 권장하고 있는 추세이다(Toma *et al* 1998, Giese J 1996, Richard DM 1998). Malhotra(Malhotra SL 1967)와 Trowell(Trowell H 1972)에 의해 식이 섬유소가 산업화된 사회에서 증가되고 있는 생활습관병, 고혈압, 당뇨병, 비만 등의 만성 질병과의 관련성이 제안되면서 그 이화학적 특성과 생리적 효과에 대한 많은 연구가 수행되어져 왔다(Collin *et al* 1882, Collin & Post 1981). 현대 사회의 급격한 변화 중 식품 산업 기술의 발달로 인해 기능적 측면을 강화한 식품에 대한 관심이 높아지고 있으며 식생활의 서구화로 인해 제과 제빵 산업이 발달하여 밀가루

이외에 기능성이 첨가된 부재료를 활용한 건강 기능성 식품의 수요도 증가하고 있는 추세이다. 특히 식이섬유소의 생리적 측면뿐만 아니라 기능성을 높여 보다 우수한 제품을 생산하기 위해서 밀가루에 식이섬유소가 풍부한 곡류, 두류, 과채류 등의 껍질을 첨가하여 빵, 케이크, 머핀, 쿠키, 음료 등을 생산하는 연구들이 많이 수행되어 왔다(Morad *et al* 1984, Cho & Lee 1996, Kim *et al* 2000, Park & Lee 1999).

β -Glucan은 곡류의 배아와 호분층의 세포벽을 구성하는 비전분 다당류(nonstarch polysaccharide)로서 진균류를 포함한 미생물의 주요 세포벽 성분으로 발견된다. 이러한 β -glucan은 혈중 포도당과 인슐린에 대한 반응을 조절하고 소장 내에서 담즙산과 지질의 흡수를 제한하고 장내 미생물에 의해 발효되어 콜레스테롤 합성을 억제하여 체내 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시킴으로써 심장질환을 예방한다고 알려져 있다(Lee *et al* 2003, Newman *et al* 1989). 뿐만 아니라 체지방의 축적을 억제하여 비만에 수반되는 증상을 완화하여 성인병 예방과 같은 인체 건강에 유용한 생리적 작용을 하며 정상적인 면역세포의 기능을 활성화 시켜 암세포 증식을 억

* Corresponding author : Mee-Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

제시키며(Petersen *et al* 1997, Proctor *et al* 1978, Di Luzio *et al* 1979, Artursson *et al* 1987, Michael *et al* 1998, Jorunn & Barre 1995), 그 밖에 항세균성, 항바이러스성, 항염증, 피부 노화 방지 등의 효능(Bowers *et al* 1989, Pelley & Strickland 2000)과 혈압 및 혈당 강하 작용(Chang & Miles 1987) 등 다양한 기능성을 나타내는 소재로 알려져 있다. β -glucan의 점성 및 리올로지 특성은 여러 식품 산업 분야에 응용되어 점증제, 수분 보유력 및 보형제 효과를 부여할 수 있을 것으로 제안되고 있으며(Seong *et al* 2002, Zvonko *et al* 2000), 효율적인 활용을 위한 방안으로 제빵, 미숫가루, 음료, 재성형 혼합물 등에 적용한 예가 있다(Lee *et al* 2000).

본 연구에서는 *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP로부터 생산된 paste 형태의 기능성 식품소재인 β -glucan을 유지와 설탕을 사용하는 파운드케이크에 식이섬유인 β -glucan의 첨가량을 달리하여 제조하여 이화학적 관능적 특성을 분석하여 적당한 첨가량을 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서는 케이크의 재료로 과자용 밀가루(박력분, 삼양사), 설탕(정백당, 삼양사), 버터, 베이킹파우더(신진식품), 신선란을 D 제과제빵 재료 전문점에서 구입하였고, 달걀은 균일하게 크림화 하기 위해서 잘 섞이지 않는 알끈 등을 체에 걸러 사용하였다. 본 실험에서 사용한 β -glucan은 분자량이 약 30만 정도이고 β -1,3-glucosidic 결합으로 이루어진 물질이며 산, 효소적 분해에 대해 안정성이 높은 불용성 물질로(Shim *et al* 2002), (주)더멋진바이오텍에서 paste 형태의 제품을 제공 받았다.

2. β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 제조

1) 재료 및 분량

β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 기본 재료 및 분량은 Table 1과 같다. 예비실험에서 10% 이상의 β -glucan(paste상) 첨가는 과량의 수분으로 인해 반죽의 크림화 과정을 방해하여 파운드 케이크 제조가 불가능하였다. 그리하여 본 연구에서는 파운드 케이크에 β -glucan을 총 배합재료당 0, 3, 6 및 9%로 첨가하여 첨가량에 따른 품질 특성 차이를 관찰하였다.

2) 제조 방법

버터를 거품기로 부드럽게 크림화 한 후에 설탕을 소량씩 첨가하며 계속해서 크림화했다. 알끈을 제거한 계란을 조금씩 넣어가며 계속해서 크림화하고 β -glucan paste를 소량씩 첨가하여 고루 섞이도록 했으며, 박력분과 베이킹파우더를 3번 체질하여 크림화한 재료에 넣고 나무 주걱으로 고루 섞어 매끄러운 반죽을 만들었다. 팬에 유선지를 깔고 580 g씩 팬닝하여 윗면을 평평하게 고른 후에 예열된 오븐에 넣어 375 °F(약 190°C)에서 윗면이 옅은 갈색이 되면 기름을 문힌 칼로 케이크의 가운데를 갈라준 후 300°F(약 150°C)에서 25분 동안 구웠다.

3. β -Glucan 첨가 파운드 케이크 반죽의 물리적 특성

1) 수분 손실량

케이크의 제조 과정 중 수분의 손실이 얼마나 일어나는지를 알아보기 위해 총 재료 질량, 굽기 전 반죽의 질량, 구운 후 케이크의 질량을 각각 측정하였다. 반죽 과정 중의 수분 손실량은 총 재료 질량에서 반죽의 질량을 빼고 총 재료 질량으로 나누어 주었으며, 조리 중의 수분 손실량은 굽기 전 반죽의 질량에서 구운 후 케이크의 질량을 빼고 굽기 전 반죽의 질량으로 나누어 계산하였다.

Table 1. Ingredient of pound cake with different concentration of β -glucan

(g)

Ingredient	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 total weight.

Mixing loss (%) =

$$\frac{\text{Weight before mixing(g)} - \text{Weight after mixing(g)}}{\text{Weight before mixing(g)}} \times 100$$

Baking loss (%) =

$$\frac{\text{Weight before baking(g)} - \text{Weight after baking(g)}}{\text{Weight before baking(g)}} \times 100$$

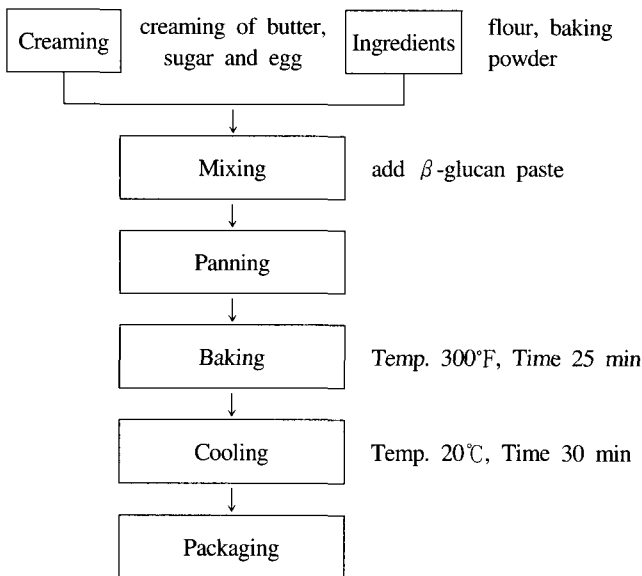


Fig. 1. Schematic process of pound cake preparation.

2) 반죽의 비중

반죽의 비중은 모든 재료의 mixing을 마친 후 즉시 측정하였다. 이 때 증류수의 밀도는 1.00 g/cc로 가정하였으며, 동일 부피의 tube를 이용하여 증류수의 무게와 반죽의 무게를 재어 총 반죽의 중량을 총 물의 중량으로 나누어 비중을 측정하였다.

3) 반죽의 pH

반죽의 pH는 AOAC method(1990)를 적용하여 Table 1의 조성으로 mixing을 마친 직후 반죽 5 g을 취하여 증류수 35 mL과 함께 섞이도록 Bag Mixer(Bag mixer 400, window door/porte fenetre)로 speed 7로 2분 동안 균질화하고 25°C에서 30분간 방치한 후 상층액을 취해서 pH meter(420Benchtop, Orion Research Inc, USA)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다.

4) 반죽의 물성

반죽의 물성은 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co, England)를 사용하여 동일 부피의 비커(50 mL)에

시료를 50 g씩 넣고 25 mm(id)의 cylinder probe가 5.0 mm/s의 속도로 물성 측정시료 표면으로부터 15 mm까지의 깊이까지 내려가도록 담아서 측정하였으며, 각 시료마다 4회 반복 측정하였다. 이때 기기의 작동 조건은 Graph type: Force vs time, Acquisition Rate: 200pps, Force Threshold: 10 g, Contact Area: 490.62 mm², Strain: 70%, Time: 2.0 sec 및 Trigger Type: Auto 10 g으로 6~7회 측정하였다.

5) 반죽의 색도

반죽의 색은 일정량의 반죽을 동일 크기, 모양의 페트리디쉬에 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)를 측정하였다. 이때 표준색은 L값이 90.45, a값이 0.13, b값이 3.38인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

4. β-Glucan 첨가 파운드 케이크의 물리적·관능적 특성

1) 케이크의 부피, 높이 및 무게

케이크의 부피는 쪼쌀을 이용해서 종자치환법(Campbell *et al* 1979)으로 측정하였으며, 높이는 케이크 중심부의 단면에서 가장 높은 부분을 측정하였다.

2) 케이크의 pH

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

3) 케이크의 수분 함량

수분 함량은 케이크의 안쪽 부분을 1 cm × 1 cm × 1 cm 크기로 잘라 적외선 수분 측정기(Sartorius, Germany)를 사용하여 측정하였다.

4) 케이크의 색상

케이크의 crumb와 crust를 분리하여 각각 blender(SQ-205, 일진가전, 서울)로 곱게 마쇄하여 페트리디쉬에 5 g씩 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 ΔE 값으로 표시하였다. 표준색은 L값이 90.45, a값이 0.13, b값이 3.38인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

5) 케이크의 조직감(Texture)

제빵 직후 케이크의 조직감 특성과 저장기간 동안 케이크의 조직감 변화를 측정하기 위해서 케이크를 폴리에틸렌 필름에 포장하여 온도 20°C, 습도 70% 항온기에 14일간 저장하면서 3일 간격으로 변화를 측정하였다. 조직감 측정은 texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co, England)를 사용하여 케이크의 양쪽 끝에서 2 cm 들어간 부위는 제거한 후 1 cm × 1 cm × 1 cm로 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.

6) 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 평가 방법 및 평가 특성에 익숙해지도록 훈련을 한 후 관능검사를 실시하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일 크기로 자른 후에 시료의 번호가 코팅된 일회용 접시에 담아서 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. 부푼 정도, 향기, 이취, 버터맛, 단맛, 이미, 촉촉한 정도, 바삭한 정도는 많이 느껴질수록, 응집성은 뻑뻑할수록, 경도는 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다(Kim *et al* 1997).

7) 통계처리

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

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 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. β -Glucan 첨가 파운드 케이크 반죽의 물리적 특성

1) 반죽 과정 및 굽는 과정 중 수분 손실량

β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 반죽 과정 및 굽는 과정 중의 수분 손실량은 Table 3과 같다. 반죽 과정 중에는 β -glucan 첨가량이 많아질수록 대조군에 비해 수분 손실량이 많아졌으며, 굽는 과정 중에는 β -glucan 첨가량에 비례하여 수분 손실량이 증가하는 경향을 보였다. 수분의 손실은 케이크의 구조적인 변형에 관여하며 제품의 저장 수명을 저하시키는 원인이 되는 반면, 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인해 케이크의 부피를 증가시키며, 촉촉한 질감을 제공한다고 보고되었다(Gordon *et al* 1997). 또한 이는 감잎분말을 첨가한 식빵의 결과(Bae *et al* 2001)와 같은 맥락으로 β -glucan이 보수력이 크기 때문에 굽기 손실물이 감소한 것으로 생각되며 대조군에 비해 β -glucan 첨가군의 식감이 보다 촉촉할 것으로 사료된다.

2) 반죽의 비중

β -Glucan 첨가에 따른 반죽의 비중은 Table 3과 같다. β -glucan 첨가량이 증가할수록 반죽의 비중이 높아지는 경향을 띠었다. pH는 대조군과 β -glucan 3%, 6% 첨가군은 유의적인 차이가 없었으나 β -glucan 9% 첨가군은 유의적으로 낮

Table 3. pH, making loss, baking loss, specific gravity of dough with different concentration of β -glucan

	Control	G.P. 3%	G.P. 6%	G.P. 9%
Making loss(%)	5.1	6.4	6.4	6.1
Baking loss(%)	11.5	11.1	11.9	12.6
pH	7.43±0.02 ^b	7.41±0.02 ^b	7.40±0.03 ^b	7.33±0.02 ^a
Specific gravity	0.89	0.92	0.93	0.94

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

은 수치를 나타내었다.

3) 반죽의 pH

β -Glucan 첨가에 따른 반죽의 pH 변화는 Table 3과 같다. 대조군과 β -glucan 3, 6% 첨가군 사이에는 차이가 없었으나 β -glucan 9% 첨가군은 유의적으로 낮은 수치를 보였다.

4) 반죽의 물성

반죽의 물성은 Table 4와 같다. 반죽의 탄력성(Springiness), 검성(Gumminess), 응집성(Cohesiveness), 점착성(Adhesiveness), 경도(Hardness) 및 탄성력(Resilience)은 β -glucan 첨가에 따른 유의적인 차이가 없었다.

5) 반죽의 색도

반죽의 색은 Table 5와 같다. 반죽의 색 중 L값(명도)과 a값(적색도)은 β -glucan 6% 첨가군만 유의적으로 낮게 나타났고, b값(황색도)는 대조군에 비해 β -glucan 첨가군이 유의적으로 낮았고, 그 중 β -glucan 6% 첨가군이 가장 낮은 수치를 나타내었다.

2. β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 물리적·관능적 특성

1) 케이크의 부피, 높이 및 무게

β -Glucan 첨가에 따른 케이크의 부피, 높이 및 무게의 변

화는 Table 6과 같다. 높이와 무게는 β -glucan 첨가에 따른 유의적인 차이가 없었으나, 부피는 β -glucan 첨가량이 많아질수록 낮아지는 경향을 보였다. 대조군과 β -glucan 3%, 6% 첨가군은 유의적인 차이가 없었으나 β -glucan 9% 첨가군은 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 이는 Pomeranz *et al* (1997)이 식이섬유소 첨가시 빵의 부피가 감소한다는 보고와 Gillbertson & Porter(2001)의 대두분을 첨가한 케이크 역시 첨가량이 증가할수록 부피 및 비체적이 감소한다는 연구와 유사한 경향을 나타냈다. 또한 다시마가루(Kwon *et al* 2003), 볶음 콩가루(Jung *et al* 1997), 신선초가루(Choi *et al* 1999), 흑미가루(Jung *et al* 2002), 늙은 호박분말(Moon *et al* 2004)을 첨가한 식빵의 실험 결과에서도 첨가물의 양이 증가함에 따라 부피가 감소하는 유사한 결과를 보였다. 그러나 β -

Table 6. Height, weight and volume of the pound cake with different concentration of β -glucan

	Control	G.P 3%	G.P 6%	G.P 9%
Height(cm)	7.2± 0.6 ^a	7.0± 0.1 ^a	6.9± 0.4 ^a	6.6± 0.3 ^a
Weight(g)	398 ± 5 ^a	399 ± 7 ^a	397 ± 4 ^a	394 ± 5 ^a
Volume(mL)	850 ±11 ^b	820 ±20 ^{ab}	810 ±16 ^{ab}	805 ±13 ^a

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

Table 4. Springiness, cohesiveness, gumminess, hardness, adhesiveness and resilience of dough with different concentration of β -glucan

	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Hardness (g)	Adhesiveness	Resilience
Control	0.93±0.01 ^a	0.73±0.03 ^a	89.18±7.48 ^a	125.6±12.6 ^a	-49.64±9.09 ^a	0.03±0.00 ^a
G.P. 3%	0.92±0.01 ^a	0.76±0.04 ^a	92.86±5.21 ^a	121.9± 7.6 ^a	-50.98±4.24 ^a	0.03±0.00 ^a
G.P. 6%	0.93±0.02 ^a	0.74±0.04 ^a	89.32±4.78 ^a	121.4±10.0 ^a	-47.36±5.23 ^a	0.03±0.00 ^a
G.P. 9%	0.93±0.01 ^a	0.77±0.05 ^a	97.05±7.57 ^a	126.3±11.7 ^a	-49.62±7.69 ^a	0.03±0.01 ^a

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

Table 5. Color of dough with different concentration of β -glucan

	Control	G.P. 3%	G.P. 6%	G.P. 9%
Lightness(L)	89.96±0.15 ^b	90.16±0.08 ^b	89.37±0.63 ^a	90.18±0.18 ^b
Redness(a)	0.84±0.23 ^{ab}	0.97±0.12 ^{bc}	1.10±0.08 ^c	0.62±0.09 ^a
Yellowness(b)	22.69±0.24 ^a	23.38±0.09 ^b	24.97±0.03 ^c	23.35±0.04 ^b
ΔE	0.00	0.17	0.46	0.61

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

glucan의 경우 9% 첨가군의 부피만 유의적으로 감소하였으므로 6%이하의 β -glucan을 첨가한다면 부피 감소로 인한 품질 저하를 방지할 수 있을 것으로 추측된다.

2) 케이크의 pH

β -Glucan 첨가량에 따른 pH의 변화는 Fig. 2와 같다. 제빵 직후 케이크의 pH는 대조군과 β -glucan 첨가군 사이에 유의적 차이가 있었으나 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었다.

3) 케이크의 수분 함량

β -Glucan 첨가량에 따른 수분함량의 변화는 Fig. 3과 같다. β -Glucan 첨가량이 많아질수록 높은 수분 함량을 나타냈으며 이는 β -glucan이 paste 상태로 첨가되었기 때문에 β -glucan 첨가량이 많아짐에 따라 수분량도 많아졌기 때문으로 생각된다.

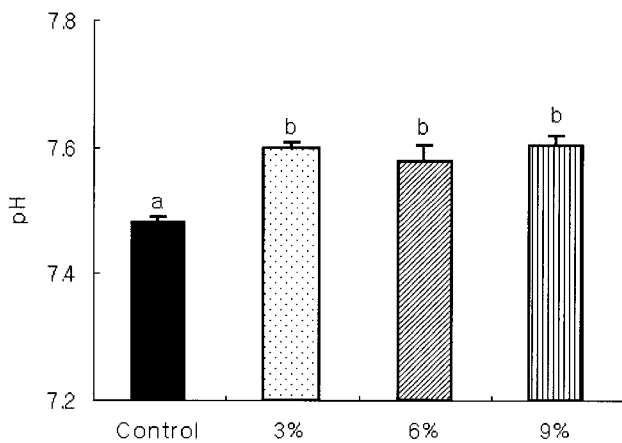


Fig. 2. pH of pound cake with different concentration of β -glucan.

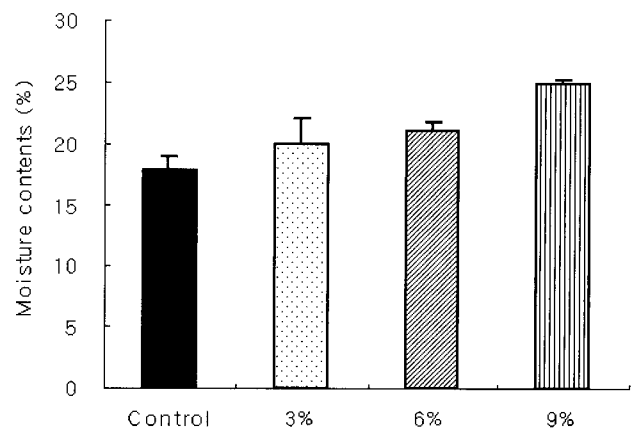


Fig. 3. Moisture content of pound cake with different concentration of β -glucan.

4) 케이크의 색도

β -Glucan 첨가량에 따른 색상 변화를 알아보기 위해 L(명도), a(적색도) or -a(녹색도) 및 b(황색도) 값으로 측정된 결과는 Table 7과 같다. 케이크 표면의 색은 명도, 녹색도, 황색도는 β -glucan 첨가량이 증가할수록 높게 나타나는 것으로 보아 β -glucan 첨가가 증가할수록 대조군과 색의 차이가 많아짐을 알 수 있었다. 복숭아 식이섬유소를 0, 2, 3, 4, 5, 10% 첨가하여 제조한 머핀에서는 섬유소 첨가량이 증가할수록 대조군에 비하여 L값이 감소한 반면, a값과 b값은 증가한 것으로 보고되었다(Grigelmo-Miguel *et al* 1999). 또한 감잎(Kang *et al* 2000), 마가루(Yi *et al* 2001) 등의 여러 부재료의 첨가에서 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하였다는 보고가 있었다.

5) 케이크의 조직감

β -Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 파운드 케이크의 tex-

Table 7. Crumb and crust color of pound cake with different concentration of β -glucan

		Lightness	Redness	Yellowness	ΔE
Crust	Control	80.88±0.06 ^c	79.58±0.02 ^a	80.00±0.03 ^b	0.00
	G.P. 3%	3.01±0.09 ^a	2.78±0.16 ^b	2.61±0.13 ^c	0.31
	G.P. 6%	29.72±0.02 ^d	29.58±0.06 ^c	28.95±0.03 ^b	0.44
	G.P. 9%	28.20±0.03 ^c	28.52±0.06 ^d	27.77±0.04 ^b	0.87
Crumb	Control	61.58±0.03 ^b	62.43±0.07 ^c	61.14±0.07 ^a	0.00
	G.P. 3%	8.88±0.06 ^c	8.12±0.03 ^b	8.06±0.05 ^b	0.88
	G.P. 6%	24.89±0.02 ^b	24.83±0.06 ^b	23.90±0.07 ^a	0.49
	G.P. 9%	37.07±0.04 ^d	36.19±0.09 ^b	36.58±0.16 ^c	3.92

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

ture 특성을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 탄력성(springiness)은 대조군과 β -glucan 3%, 6% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었지만 β -glucan 9% 첨가군은 유의적으로 낮아졌다. 씹힘성(chewiness)은 β -glucan 첨가군과 대조군간의 유의적 차이를 보이지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 β -glucan 첨가 6%까지는 유의적으로 증가하였으나 β -glucan 9% 첨가군이 가장 낮게 나타났다. 경도(hardness)는 대조군이 1,686.1 g, β -glucan 3, 6, 9% 첨가군이 각각 1,262.8 g, 1,287.4 g, 1,554.7 g으로, 대조군이 첨가군에 비해 hardness가 높은 값을 나타내어 가장 조직이 단단한 것으로 나타났고, 첨가군들 사이에는 β -glucan 첨가량이 증가할수록 hardness값이 증가되었다. 마 첨가(Yi *et al* 2001)와 늪은호박분말, 흑미가루(Moon *et al* 2004, Jung *et al* 2002)의 첨가량에 따라 경도, 점성, 씹힘성이 증가하였다는 결과와 비슷한 경향을 나타냈다. Chabot (Chabot JF 1976)은 빵의 경도에 미치는 요인으로 빵의 수분 함량, 기공의 발달 정도, 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달된 빵일수록 부피가 크고 softness가 증가하여 경도가 낮아진다고 보고하였다.

6) 관능검사

β -Glucan 첨가 파운드 케이크의 기호도 검사 결과는 Table 9와 같다. 밀가루에 다른 소재를 첨가하는 경우에는 케이크의 색상과 씹을 때의 조직감이 주로 영향을 받기 때문에 (Jeong & Shim 2004, Yi *et al* 2001), β -glucan 첨가 파운드 케이크의 품질 특성에 미치는 영향을 외관, 냄새, 향, 조직감, 수용도 등으로 평가하였다. 케이크 표면색에 대한 점수는 대조군이 6.5점이었으나, β -glucan을 3%, 6%, 9% 첨가한 경우는 각각 4.9점, 5.4점, 3.8점으로 β -glucan 첨가군이 대조군에 비해 표면의 갈색화가 적게 되는 경향을 보였다. 케이크의 안쪽색은 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 5.0, 4.3, 6.6, 5.2점으로 유의적인 차이는 없었다. 기공크기는 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 4.5, 5.0, 4.2, 5.6점으로 유의적인 차이가 없었다. 케이크의 부푼 정도는 대조군이 6.3점, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 5.4, 4.7, 3.6점으로 β -glucan 첨가량이 많아질수록 부푼 정도를

육안으로 구별할 수 있는 것으로 나타났으며, 대조군과 β -glucan 3% 첨가군은 유의적인 차이가 없었으나 β -glucan 6, 9% 첨가군은 유의적으로 낮았다. 케이크의 향은 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 5.1, 5.4, 5.5, 5.0점으로 모두 적당한 향을 갖고 있는 정도로 나타났고 유의적인 차이는 없었다. 이취는 대조군이 2.5점, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군은 모두 2.0점으로 이취는 거의 없는 것으로 나타났으며 유의적인 차이가 없었다. 버터맛은 대조군이 4.4점, β -glucan 3%, 6% 첨가군이 5.0점, 9% 첨가군이 4.6점으로 β -glucan 3%, 6% 첨가군의 버터맛이 조금 더 높은 점수를 받았으나 각 군간에 유의적인 차이는 없었다. 단맛은 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 4.7, 4.3, 4.8, 4.9점으로 단맛 또한 유의적인 차이는 없었다. 이미는 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 1.3, 1.4, 1.3, 1.5점으로 전혀 느껴지지 않았으며 유의적인 차이 또한 없었다. 촉촉한 정도는 대조군이 3.8점으로 가장 낮았으며, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 4.6, 5.7, 5.1점으로 나타나 β -glucan 첨가량이 많아질수록 촉촉한 정도도 높아지는 경향을 보였고, 대조군과 β -glucan 3%, 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%, 9% 첨가군은 각각 3.7, 3.8점으로 β -glucan 첨가량이 많아질수록 바삭한 정도는 낮아지는 것을 알 수 있었다. 응집성은 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 5.5, 5.4, 4.3, 4.5점으로 유의적인 차이가 없었고, 경도는 대조군, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 5.4, 4.3, 4.4, 3.6점으로 β -glucan 첨가에 따라 경도가 약간씩 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 전체적인 수용도는 대조군이 4.6점으로 가장 낮았으며, β -glucan 3%, 6%, 9% 첨가군이 각각 6.0, 6.4, 5.6점으로 β -glucan 6% 첨가군의 점수가 가장 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 밀가루에 다른 기능성 소재를 첨가하게 되면 첨가량에 따라 케이크의 조직에 영향을 주게 되는데, 스폰지 케이크에 새송이 버섯 분말(Jeong & Shim 2004), 마 분말(Yi *et al* 2001), 양파 분말(Chun SS 2003)을 첨가한 실험에서는 첨가량이 일정 수준을 넘게 되면 식감이라

Table 8. Springiness, cohesiveness, chewiness and hardness of pound cake with different concentration of β -glucan

	Control	3%	6%	9%
Springiness	0.74± 0.03 ^{bc}	0.77± 0.11 ^c	0.72± 0.04 ^b	0.69± 0.02 ^a
Cohesiveness	0.41± 0.01 ^b	0.42± 0.01 ^c	0.45± 0.01 ^d	0.39± 0.02 ^a
Chewiness	513.7 ±150.5 ^a	410.6 ±112.1 ^a	418.3 ±101.2 ^a	419.1 ± 88.1 ^a
Hardness(g)	1,686.1 ±432.7 ^b	1,262.8 ±331.6 ^a	1,287.4 ±245.1 ^a	1,554.7 ±232.1 ^{ab}

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

Table 9. Sensory characteristics of pound cakes with different concentration of β -glucan

β -Glucan dose(%)	Crust color	Crumb color	Air cell size	Volume	Flavor	Off-odor	Butter taste
0	6.5±1.2 ^c	5.0±0.8 ^a	4.5±1.4 ^d	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 ^d	3.6±1.3 ^a	5.0±1.3 ^a	2.0±1.7 ^a	4.6±1.1 ^a
β -Glucan dose(%)	Sweet taste	Off-taste	Moistness	Cracky	Springiness	Hardness	Over all acceptability
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}

^a : Values in different concentration of β -glucan with the same letters are significantly different at Duncan's multiple range($p < 0.05$).

든가 부드러운 정도가 떨어지는 것으로 보고되었다. 이들 제품은 관능적 특성을 저하시키며 대체적으로 volume을 감소시키는 단점이 있지만, 수분 함량을 증가시켜 hardness를 감소시키고 노화를 억제하는 효과가 있었다(Jeltema *et al* 1988). 특히 빵이나 케이크에 첨가한 경우에는 cake texture를 거칠게 하고 부피를 저하시키는 것으로 보고되었다(Pomeranz *et al* 1977).

요약 및 결론

β -Glucan 첨가 파운드케이크의 반죽과 제빵 직후의 상태에 대해 알아본 결과는 다음과 같다. 반죽의 비중은 β -glucan 첨가량에 비례하여 증가하였고, pH는 β -glucan 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으나 반죽의 물성 중 점착성(adhesiveness)은 차이가 없었다. 완성된 케이크의 부피는 β -glucan 6%까지는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, β -glucan 9% 첨가군은 유의적으로 낮았다. 케이크의 pH는 대조군과 β -glucan 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었으나 수분 함량은 β -glucan 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 케이크 내부의 색은 β -glucan 첨가량에 따른 차이가 없었으며, 케이크 표면의 색상 중 β -glucan 9% 첨가군의 적색도(a value)만 유의적으로 낮았다. TPA에 의한 조직감 중 경도(hardness)는 β -glucan 첨가량이 증가함에 따라 감소되었으나 응집성(cohesiveness)은 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 수용도는 대조군이 가장 낮았으며 β -glucan 6% 첨가군의 점수가 가장 높았으나 각 구간 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과로부터 β -glucan을 파운드 케이크에 첨가 가능한 양은 6%까지였다.

감사의 글

본 연구 논문은 (주)더멋진바이오텍 지원에 의해서 수행된 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

문헌

- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis* 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Virginia. p 918.
- Artursson P, Edman P, Ericsson JLE (1987) Macrophage stimulation with some structurally related polysaccharides. *Scand J Immunol* 25: 245-251.
- 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.
- Bowers GJ, Patchen ML, Macvittie TJ, Hirsch EF, Fink MP (1989) Glucan enhances survival in an intraabdominal infection model. *J Surgical Research* 47: 183-188.
- Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM (1979) *Experimental Study Food* 2nd ed. Houghton Mifflin Company, Boston. p 377.
- Chabot JF (1976) Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy* 3: 279-283.
- Chang ST, Miles PG (1987) Historical record of the early cultivation of lentinus in China. *Mushroom J* 7: 31-35.
- 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: 188-125.
- Chun SS (2003) Development of functional sponge cakes with onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 62-66.
- Collin JL, Post AR (1981) Peanut hull flour as a potential source of dietary flour. *J Food Sci* 46: 445-448.
- Collins JL, Kalantari SM, Post AR (1882) Peanut hull flour as a potential source of dietary flour. *J Food Sci* 47: 1899-1902.
- Di Luzio NR, Williams DL, Mcnamee RP, Edwards BF, Kitahama A (1979) Comparative tumor-inhibitory and antibacterial activity of soluble and particulate glucan. *Int J Cancer* 24: 774-779.
- Giese J (1996) Fats and fat replacers: Balancing the health benefits. *Food Technol* 50: 76-78.
- Gillbertson DB, Porter MA (2001) Replacing eggs in bakery good with soy flour. *Cereal Food World* 46: 431-435.
- Gordon J, Davis EA, Timms EM (1979) Water-loss rates and temperature profiles of cakes of different starch content baked in a controlled environment oven. *Cereal Chem* 56: 50-57.
- Grigelmo-Miguel N, Carreras-Boladeras E, Martin-Belloso O (1999) Development of high-fruit-dietary-fiber muffins. *Eur Food Res Technol* 210: 123-128.
- 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.
- Jorunn BJ, Barre R (1995) Teast β -glucan stimulates respiratory burst activity of atlantic salmon macrophages. *Developmental Comparative Immunology* 19: 43-57.
- 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 characteristics of bread with roasted soybean powder. *Korean J Soc Food Sci* 13: 266-271.
- 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 Sensory Evaluation. Sinkwang Press, Seoul. pp 44-94.
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH (2003) Quality characteristics of bread containing *Laminaia* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
- Lee YT, Jung JY, Won JH (2000) Quality characteristics of barley β -glucan enriched grains fabricated by extrusion forming. *Food Sci Biotechnol* 9: 335-340.
- Lee YT, Yoo JW, Yoo MS, Choi KH, Kim JH, Seog MH (2003) Retarding effects of β -glucans separated from barley bran on *in vitro* transport of bile acid and glucose. *Food Sci Biotechnol* 12: 298-302.
- Malhotra SL (1967) Geographical aspects of acute myocardial infarction india with special reference to the pattern of diet and eating. *Brit Heart* 29: 337-338.
- Michael M, David M, Deborah BR, Matthew L, Kristen L, William G, Myra P, William M (1998) Activation of rat macrophages by betafectin PGG-glucan requires cross-linking of membrane receptors distinct from complement receptor three (CR3). *J Leukocyte Biology* 64: 337-344.
- 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.
- Morad MM, Doherty CA, Rooney LW (1984) Utilization of dried distillers grain from sorghum in baked food systems. *Cereal Chem* 61: 409-414.
- Newman RK, Newman CW, Graham H (1989) Hypocholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods World* 34: 883-886.
- 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.
- Pelley RP, Strickland FM (2000) Plants, polysaccharides and the treatment and prevention of neoplasia. *Crit Rev Oncog* 11: 189-225.
- Petersen RD, Reinhold W, Tyborczyk J (1997) Cytokines in cosmetology. *Cosmetics Toiletries Magazine* 112: 165-169.
- Pomeranz Y, Sogren MD, Finney KF, Bechtel DB (1997) Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Ce-*

- real Chem* 54: 25-27.
- Proctor JW, Stiteler RD, Yamamura Y, Mansell PWA, Winters R (1978) Effect of glucan and other adjuvants on the clearance of radiolabelled tumor cells from mouse lungs. *Cancer Treated Reports* 62: 1873-1880.
- Richard DM (1998) Position of the American Dietetic Association fat replacer. *J Am Diet Assoc* 98: 463-468.
- SAS Institute, Inc (1998) *SAS/STAT User's Guide* Version 6.2th ed. Cary, NC. USA.
- Seong HM, Kim SR, Choi HD, Kim HM (2002) Effects of β -glucan-enriched barley fraction on the lipid and cholesterol contents of plasma and feces in rat. *Korean J Food Sic Technol* 34: 678-683.
- Shim JH, Choi WA, Sang BC, Yoon DY (2002) Immune Stimulating Efficacy of Insoluble β -1,3-glucan from *Agrobacterium* sp. R259 KCTC 10197BP. *Yakhak Hoeji* 46: 459-465.
- Toma RB, Curtis DJ, Sobotor C (1998) It's metabolic role and possible future application. *Food Technol* 42: 93-95.
- Trowell H (1972) Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 25: 926-930.
- 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.
- Zvonko, Burkus, Feral, Temelli (2000) Stabilization of emulsions and foams using barley β -glucan. *Food Res Int* 33: 27-33.
- (2005년 8월 29일 접수, 2005년 12월 7일 채택)