

## $\beta$ -Glucan 첨가 스펀지 케이크의 저장 중 품질 특성

조경미<sup>1</sup> · 신유미<sup>1</sup> · 유정선<sup>1</sup> · 권오윤<sup>1</sup> · 김미경<sup>2</sup> · 조한영<sup>2</sup> · 김미리<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>(주)더멋진바이오텍

### Quality Characteristics of Sponge Cake Added with $\beta$ -Glucan during Storage

Gyung-Mi Jo<sup>1</sup>, Yu-Mi Shin<sup>1</sup>, Jeong-Sun Yu<sup>1</sup>, Oh-Yun Kwon<sup>1</sup>, Mi-Kyoung Kim<sup>2</sup>,  
Han-Young Cho<sup>2</sup> and Mee Ree Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>DMJ Biotech Corp., Chungnam 339-824, Korea

#### Abstract

The quality characteristics of sponge cake with added  $\beta$ -glucan(2, 4 and 6%) were evaluated. Rapid decreases in moisture content in the sponge cake were observed during storage(20°C, 70% relative humidity) in control and 2%  $\beta$ -glucan cakes by day 3 of storage, while the moisture content in the 4% and 6%  $\beta$ -glucan-added sponge cake slowly decreased until day 12 of storage. During storage, hardness was much lower in groups with added  $\beta$ -glucan than in control. On day 1 L, a and b values of both crust and crumb of sponge cake with added  $\beta$ -glucan were not significantly different from control, although the a and b values decreased significantly with storage days. Sensory test revealed that the scores for over-all acceptability were much higher in sponge cake with added  $\beta$ -glucan, and the same results were obtained on day 5. Based on these results,  $\beta$ -glucan addition maintained moisture content and had an overall good effect on sponge cake.

Key words :  $\beta$ -Glucan, sponge cake, quality, characteristics, storage.

#### 서 론

최근 식생활 패턴의 변화에 따라 우리 국민의 식생활 형태가 서구화 및 간편화되어감에 따라 빵과 케이크의 소비가 증가하고 있다. 특히 각종 건강 정보의 영향으로 소비자는 기존의 재료에 기능성 부재료를 첨가하여 만든 식품류를 선호하고 있다. 케이크의 기본 시트로 이용되는 스펀지 케이크는 설탕과 버터의 비율이 높아 건강에 관심이 높은 소비자의 기호를 충족시키기에는 어려운 실정이다. 이러한 시대적 요구와 맞물려 스펀지 케이크에 기능성 부재료를 접목한 응용 연구가 활기를 띠고 있다(Chun SS 2003, Jeong & Shim 2004, Oh *et al* 2002).

한편, 제과제빵 제품의 상업적 수명은 대개 2일 이내로서 생산 당시 우수한 향미, 질감 등이 저장 중 제품의 품질 저하를 초래하게 되는데, 이는 대부분 노화 현상(bread staling)에 기인한다. 제과제빵 제품의 노화는 생산자 및 소비자 입장에서 볼 때 경제적인 중요성을 갖게 되는데, 현재까지 전분의 노화를 억제하는 것으로 알려진 첨가물에는 용해성 당류, 올리고

당, 전분 가수 분해 효소, 지방질 및 그 유도체, 염류, 식이 섬유나 검질 등 여러 가지가 있지만 그 기작이 명확하지 않고 그 효과 또한 전분의 종류나 아밀로오스의 함량, 전분 분자의 크기 등 전분 자체의 성질에 따라 다르다(Song *et al* 1997).

$\beta$ -Glucan은 대장에서 박테리아 분해에 저항성을 갖고 있어 변의 장 통과시간을 단축시키고, 배변량을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Bell *et al* 1999). 또한 혈압 및 혈당 강하의 약리적인 작용뿐만 아니라(Chang & Miles 1987) 소화기관내에 흡수시 체내 면역 기능을 획기적으로 증진시키는 것으로 알려져 있다(Browder *et al* 1987, Buddle *et al* 1988, Kokoshis *et al* 1978). 이를 제빵에 적용한다면 건강 기능성 증진뿐만 아니라 케이크의 품질 개선에도 기여할 것으로 기대된다. 그리하여 본 연구에서는 스펀지 케이크에 *Agrobacterium* spp. R259 KCTC 10197BP로부터 생산된  $\beta$ -glucan을 0, 2, 4, 6% 첨가하여 제조한 스펀지 케이크를 20°C에서 12일간 저장하면서 이화학적·관능적 특성을 살펴보았다.

#### 재료 및 방법

##### 1. 재료

스펀지 케이크 제조에 사용된 밀가루(큐원, 박력분), 백설탕

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

탕(큐원), 버터(큐원, 무염), 탈지분유(서울우유)는 D제과 재료에서 구입하였고, 달걀은 신선란을 C마트에서 당일 구입하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 paste 형태의  $\beta$ -glucan은 (주)더멋진바이오텍에서 공급받아 사용하였다.

## 2. 제조 방법

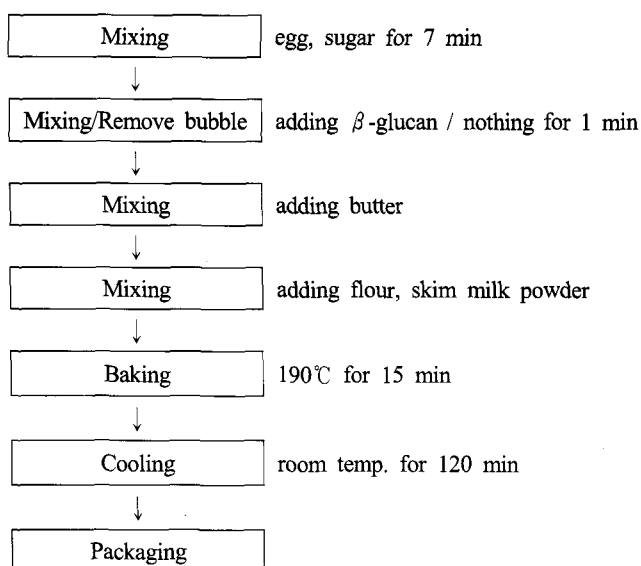
스폰지 케이크 표준 재료를 Table 1과 같이 배합하여 공립법(강다윈 등 2003)을 적용하였으며, 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 달걀에 설탕을 넣어 전기 믹서(Spiral handmixer, Main Power Electrical Factory Ltd, HM-211) 2단으로 2분간 섞은 후, 5단으로 5분간 혼합하였다. 중탕시킨 버터를 첨가한 후 미리 체친 밀가루와 탈지분유는 나무주걱을 이용하여 가볍게 섞어

**Table 1. Ingredient of sponge cake with different concentration of  $\beta$ -glucan (g)**

Ingredients	Control	G.P. 2% <sup>1)</sup>	G.P. 4%	G.P. 6%
Flour	98.4(100) <sup>2)</sup>	96.3(100)	94.2(100)	92.3(100)
Egg	196.7(200)	192.5(200)	188.5(200)	184.6(200)
Sugar	118.0(120)	115.5(120)	113.1(120)	110.8(120)
Butter	24.6( 25)	24.1( 25)	23.6( 25)	23.1( 25)
Skim milk powder	11.8( 12)	11.6( 12)	11.3( 12)	11.1( 12)
$\beta$ -glucan paste	0.0( 0)	9.6( 10)	18.8( 20)	27.7( 30)

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

<sup>2)</sup> ( ) : % of flour weight



**Fig. 1. Sponge cake making processes with  $\beta$ -glucan.**

어주었다.  $\beta$ -Glucan은 버터 혼합 전 단계에서 조금씩 넣어 가면서 1분간 저속으로 섞어주었다. 완성된 반죽은 직경 9.5 cm 팬에 붓고 예열된 오븐에서 약 190°C로 15분간 구웠다. 완성된 케이크는 실온에서 2시간 방냉 후 가로, 세로, 높이를 각각 4×8×4 cm<sup>3</sup>로 잘라 PE film 봉지에 넣고 항온 저장고(20°C, 40%)에서 12일간 저장하면서 분석에 사용하였다.

## 3. pH

pH는 AOAC법(1990)에 따라 케이크 5 g에 7배의 증류수를 넣고 BagMixer(Model 400, Interscience, France)를 이용하여 speed 7로 2분간 혼합하였다. 30분간 25°C에 방치한 후 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 부유 물질을 제거한 상층액을 pH meter(420 Benchtop, Orion Research Inc, USA)를 이용하여 측정하였다.

## 4. 수분 함량

케이크의 crumb 부위를 1.5×1.5×1.5 cm<sup>3</sup>으로 잘라 적외선 수분 측정기(Sartorius Co, Ltd., Germany)를 이용하여 2회 반복 측정하였다.

## 5. 색도

케이크의 표면으로부터 2 mm 두께로 자른 crust와 이를 제외한 crumb로 나누어 각각 blender(SQ-205, (주)일진가전, 한국)에 곱게 갈았다. 이를 4 g씩 취하여 직경 5.5 cm의 petri dish에 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd, Japan)로 측정하였다. 표준색은 L=90.45, a=0.13, b=3.38인 백색판을 사용하였다.

## 6. 조직감

케이크의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyser (TA/XT2, Microstable Systems Co., England)를 사용하여 케이크의 표면으로부터 2 mm 두께로 들어간 바닥에서 1 cm<sup>3</sup>를 취해 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 통일하였으며 압축시 변형율(strain)은 50%를 주어 측정하였다.

## 7. 노화도

노화도는 물성 분석에 의해서 측정되어지는 경도의 변화로부터 산출하였다. 온도 26°C, 습도 23%로 맞춰진 데시케이터에 케이크를 노출시켜 제조 직후, 2시간 후, 4시간 후의 경

도를 각각 측정 후 아래의 공식에 대입하여 산출하였다 (Kang et al 1997).

$$\text{노화도}(\%) = \frac{\text{저장 시간별 경도}}{\text{제조 직후의 경도}} \times 100$$

8. 관능 검사

식품영양학을 전공하는 대학원생 및 학부생 10명을 관능 검사원으로 선정하여 실험 목적을 설명하고 각 측정치에 대하여 충분히 교육시킨 뒤 검사에 응하도록 했다. β-Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 0, 2, 4 및 6% β-glucan 첨가 스폰지 케이크에 대해 9점 척도법을 이용하여 평가하게 하여 특성 차이 검사와 기호도 검사를 실시하였다. 난수표에서 고른 3자리 숫자를 일회용 접시에 레이블하여 각각 가로, 세로, 높이가 각각 4×3×2 cm<sup>3</sup>로 자른 스폰지 케이크를 2조각씩 제시하였다. 형광 조명이 있고 개인 검사대가 설치된 관능 검사실에서 수행되었다. 케이크의 표면색(crust color) 및 안쪽색(crumb color), 기공의 크기(air hole size), 부푼 정도(volume), 향(odour), 이취(off-odour), 단맛(sweetness), 이미(off-taste), 경도(hardness), 전체적인 조직감(over-all texture), 전반적인 수용도(over-all acceptability)로 나누어 평가하였으며, 표면색은 갈색화 정도가 많을수록, 안쪽색은 노란색이 많을수록, 기공의 크기가 클수록 높은 점수를 주도록 하였다. 부푼 정도, 향기, 이취, 담백한 정도, 이미는 많이 느껴질수록, 경도는 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다. 케이크의 단맛으로 미각의 피로를 줄이기 위해 최대한 입가심 물을 많이 사용하도록 했다. 제품의 평가는 제조 직후와 저장 5일 후에 실시하였다.

9. 통계 처리

β-Glucan을 첨가한 스폰지 케이크의 이화학적, 관능적 특성치 실험은 3회 반복하였으며, 실험에서 얻은 모든 데이터를 SAS program(1998) 중 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유

의성이 있는 경우 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

1. pH

β-Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 스폰지 케이크를 20℃에서 저장하면서 측정한 pH의 변화는 Table 2와 같다. 제빵 직후 pH는 대조군, β-glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 8.71, 8.67, 8.63, 8.63으로 β-glucan 첨가에 따른 차이를 볼 수 없었다. 스폰지 케이크의 pH는 감소하는 경향을 띠었으며, 저장 12일째에는 8.15~8.25의 범위를 나타내었다.

2. 수분 함량

β-Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 스폰지 케이크를 20℃에서 저장하면서 측정한 수분 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 제조 후 대조군, β-glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 31.13, 32.02, 32.35, 33.18%로 β-glucan 첨가량에 따라 수분함량이 다소 높은 경향을 띠었다. 대조군과 β-glucan 2% 첨가군의 수분 함량은 저장 3일부터 급격하게 감소한데 반해 β-glucan 4, 6% 첨가군의 수분 함량은 저장 기간동안 대조군과 β-glucan

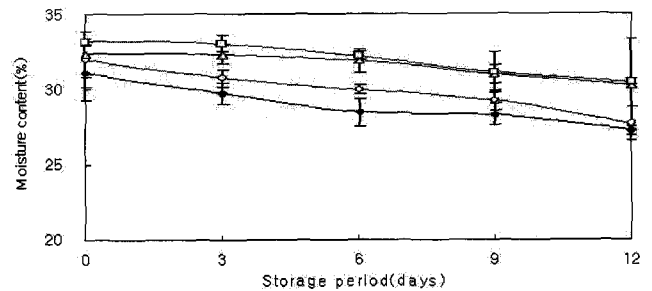


Fig. 2. Changes in moisture content of sponge cake with different concentration of β-glucan during storage. (◆: Control, ○: 2%, △: 4%, □: 6%)

Table 2. pH of the sponge cake with different concentration of β-glucan

	Storage period(days)				
	0	3	6	9	12
Control	<sup>B1)</sup> 8.71±0.28 <sup>a2)</sup>	<sup>B</sup> 8.56±0.15 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 8.60±0.22 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 8.62±0.22 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 8.22±0.03 <sup>ab</sup>
G.P. 2%	<sup>D</sup> 8.67±0.02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 8.37±0.15 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 8.51±0.07 <sup>ab</sup>	<sup>BC</sup> 8.45±0.03 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 8.15±0.04 <sup>a</sup>
G.P. 4%	<sup>D</sup> 8.63±0.02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 8.37±0.11 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 8.44±0.02 <sup>ab</sup>	<sup>C</sup> 8.50±0.05 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 8.21±0.01 <sup>ab</sup>
G.P. 6%	<sup>D</sup> 8.63±0.06 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 8.34±0.07 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 8.40±0.10 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 8.21±0.10 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 8.25±0.12 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values in different storage days with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range(p>0.05).

<sup>2)</sup> Values in different concentration of β-glucan with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range(p>0.05).

2% 첨가군에 비해 완만하게 감소하였다. 이는  $\beta$ -glucan이 수분 보유력이 있는 소재임을 입증해 주는 결과라 생각된다. 케이크 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉에 영향을 미치는 인자 중의 하나가 수분으로, 최초의 수분 함량을 증가시키면 케이크의 노화를 감소시킬 수 있다는 보고(Sych *et al* 1987)와 연관지어 볼 때  $\beta$ -glucan 첨가에 의한 수분 함량 증가는 케이크의 노화 지연 및 품질 수명 연장에 도움이 될 것이다.

### 3. 색도

$\beta$ -Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 스펀지 케이크를 20°C에서 저장하면서 측정한 색상 변화는 Table 3과 같다. 스펀지 케이크 crust의 명도(lightness)는 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 42.45, 48.30, 48.43, 49.88로  $\beta$ -glucan 첨

가에 따라 밝아지는 듯하였으나 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 못했으며, 황색도(yellowness), 적색도(redness) 역시  $\beta$ -glucan 첨가에 따른 차이가 없었다. Crumb의 명도, 적색도는 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

### 4. 조직감

$\beta$ -Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 스펀지 케이크를 20°C에서 저장하면서 측정한 조직감의 변화는 Fig. 3과 같다. 탄력성(springiness)은 제조 직후 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군과의 유의적인 차이를 보이지 않았으며 저장 전 기간동안 0.832~0.878로 일정한 값을 유지하였다. 또한 식품의 형태

Table 3. Hunter color value of sponge cake with different concentration of  $\beta$ -glucan

Storage period (days)	Crust				Crumb				
	Control	G.P 2%	G.P 4%	G.P 6%	Control	G.P 2%	G.P 4%	G.P 6%	
L	0	<sup>C1)</sup> 42.45±2.03 <sup>a2)</sup> <sup>AB</sup>	48.30±2.43 <sup>b</sup> <sup>BC</sup>	48.43±2.71 <sup>b</sup> <sup>AB</sup>	49.88±4.90 <sup>b</sup> <sup>A</sup>	81.65±0.19 <sup>bc</sup> <sup>A</sup>	82.08±0.62 <sup>c</sup> <sup>AB</sup>	81.21±1.03 <sup>ab</sup> <sup>AB</sup>	80.64±0.43 <sup>a</sup> <sup>AB</sup>
	3	<sup>A</sup> 28.40±9.69 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 44.26±7.17 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 37.94±5.10 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 47.54±7.52 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 81.69±0.30 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 82.05±0.43 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 81.53±0.43 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 80.20±1.05 <sup>a</sup>
	6	<sup>C</sup> 43.15±0.23 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 53.33±3.54 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 49.94±3.38 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 49.59±2.81 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 82.02±0.67 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 82.31±0.86 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 81.91±0.60 <sup>ab</sup>	<sup>AB</sup> 80.82±1.73 <sup>a</sup>
	9	<sup>C</sup> 43.78±0.19 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 48.85±5.17 <sup>bc</sup>	<sup>B</sup> 46.14±1.87 <sup>ab</sup>	<sup>AB</sup> 50.43±1.88 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 82.45±0.88 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 82.35±1.26 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 81.86±0.94 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 80.70±0.63 <sup>a</sup>
	12	<sup>B</sup> 36.44±1.54 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 50.42±7.68 <sup>bc</sup>	<sup>BC</sup> 48.19±1.88 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 53.44±3.23 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 81.64±0.48 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 82.69±0.65 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 82.30±0.08 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 81.94±1.75 <sup>a</sup>
a	0	<sup>A</sup> 12.02±0.23 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 10.98±0.29 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 10.79±0.53 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 11.02±0.88 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> -0.10±0.37 <sup>ab</sup>	<sup>C</sup> 0.59±0.35 <sup>c</sup>	<sup>AB</sup> -0.57±0.81 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0.28±0.16 <sup>bc</sup>
	3	<sup>C</sup> 17.64±2.41 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 13.48±1.26 <sup>ab</sup>	<sup>D</sup> 14.64±1.33 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 12.49±2.07 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -0.44±0.32 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0.21±0.60 <sup>bc</sup>	<sup>AB</sup> -0.23±0.55 <sup>ab</sup>	<sup>B</sup> 0.33±0.20 <sup>c</sup>
	6	<sup>A</sup> 12.27±0.47 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 10.47±0.56 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> 11.19±0.62 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 11.37±0.36 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> -0.35±0.25 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> -0.85±0.15 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -0.67±0.30 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -0.04±0.30 <sup>c</sup>
	9	<sup>A</sup> 12.99±0.15 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 12.49±0.83 <sup>bc</sup>	<sup>C</sup> 12.05±0.24 <sup>ab</sup>	<sup>AB</sup> 11.50±0.93 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0.80±0.33 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 1.17±0.13 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 1.16±0.23 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 1.50±0.20 <sup>c</sup>
	12	<sup>B</sup> 16.09±0.45 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 10.36±1.31 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 11.91±0.50 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 11.22±0.49 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> -0.22±0.13 <sup>a</sup>	<sup>BC</sup> 0.35±0.18 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> -0.07±0.36 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0.45±0.22 <sup>b</sup>
b	0	<sup>A</sup> 19.90±0.52 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 21.29±0.26 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 21.42±0.63 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 22.00±0.99 <sup>c</sup>	<sup>AB</sup> 28.82±0.46 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 28.70±0.32 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 27.30±0.10 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 29.58±0.32 <sup>b</sup>
	3	<sup>A</sup> 19.88±6.79 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 30.87±4.90 <sup>bc</sup>	<sup>B</sup> 26.55±3.57 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 32.07±3.97 <sup>c</sup>	<sup>D</sup> 35.60±0.81 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 35.03±0.55 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 33.91±0.59 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 36.34±0.48 <sup>c</sup>
	6	<sup>A</sup> 20.56±0.18 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 22.32±0.94 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 22.13±0.45 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 22.64±0.57 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 29.11±0.58 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 27.65±0.09 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 27.77±0.63 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 28.15±1.09 <sup>a</sup>
	9	<sup>A</sup> 20.13±0.16 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 21.67±0.72 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 20.86±1.08 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 21.86±0.12 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 28.51±0.53 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 28.27±0.29 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 27.46±0.44 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 29.25±0.54 <sup>c</sup>
	12	<sup>B</sup> 25.51±1.07 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 31.93±1.77 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 33.53±0.89 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 34.79±0.57 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 34.97±0.18 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 34.75±0.15 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 34.12±0.77 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 35.47±0.48 <sup>c</sup>
$\Delta E$	0	0.00	-5.07	-5.17	-6.12	0.00	-0.25	-1.26	1.05
	3	14.94	3.71	4.76	1.38	6.46	5.82	4.87	7.60
	6	-0.37	-9.14	-6.12	-5.55	0.19	-1.31	-1.05	-0.30
	9	-0.94	-5.00	-3.03	-6.58	-0.53	-0.71	-1.34	0.76
	12	8.37	-1.63	1.03	-2.34	5.88	5.40	4.89	6.19

1) Values in different storage days with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range( $p>0.05$ ).

2) Values in different concentration of  $\beta$ -glucan with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range( $p>0.05$ ).

를 구성하는 내부 결합력을 나타내는 응집성(cohesiveness) 역시 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 제조 직후 유의적인 차이를 나타내지 않았던 경도(hardness)는 저장함에 따라 노화가 진행되면서 차이가 나타났다. 저장기간이 증가함에 따라 경도 역시 증가하였는데, 제조 당일부터 저장 3일까지 대조군과  $\beta$ -glucan 2% 첨가군의 경도가  $\beta$ -glucan 4, 6% 첨가군에 비해 급격한 것임을 알 수 있다. 한편, 152.9 g으로 제조 당일 가장 낮은 경도를 보인  $\beta$ -glucan 6% 첨가군은 저장 내내 가장 낮은 값을 유지하였다. 씹힘성(chewiness)은 경도와 비슷한 경향을 보였다. 스폰지 케이크의 수분함량이 높을수록 부드럽다고 보고한 Kawasome & Yamano(1990)의 결과로 미루어, 대조군에 비해 낮은 경도를 보여준  $\beta$ -glucan 첨가 스폰지 케이크는  $\beta$ -glucan의 높은 수분 함량에 의한 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때  $\beta$ -glucan을 4, 6% 첨가군의 경도 증가 폭이 대조군에 비해 적게 나타나 노화가 지연됨을 알 수 있었다. 밀가루의 일

부를 다른 기능성 소재로 대체하면 첨가량에 따라 조직에 영향을 주게 되는데, 마 분말(Oh *et al* 2002), 새송이 버섯 분말(Jeong & Shim 2004), 양파 분말(Chun SS 2003) 첨가시 경도가 상승하여 부드러움이 떨어지게 되었다는 것과 달리 식이 섬유인  $\beta$ -glucan 첨가시에는 부드러워져 상반된 결과를 보였다.

5. 노화도

$\beta$ -Glucan 첨가량을 달리하여 제조한 스폰지 케이크의 노화도를 측정하기 위해 물성 중 경도의 변화를 Table 4에 계산하였다. 저장 전 155.9 g이었던 대조군의 경도는 2시간째 108.5%, 4시간째 204.7%의 비율로 급격히 증가하였고,  $\beta$ -glucan 2% 첨가군 역시 176.0%, 205.8%로 비슷한 양상을 보였다. 한편  $\beta$ -glucan 4% 첨가군은 2시간, 4시간째 각각 106.5%, 126.7%였고,  $\beta$ -glucan 6% 첨가군은 117.9%, 105.4%의 결과를 보였다. 급격한 노화 양상을 보인 대조군과 비교해 볼 때  $\beta$ -glu

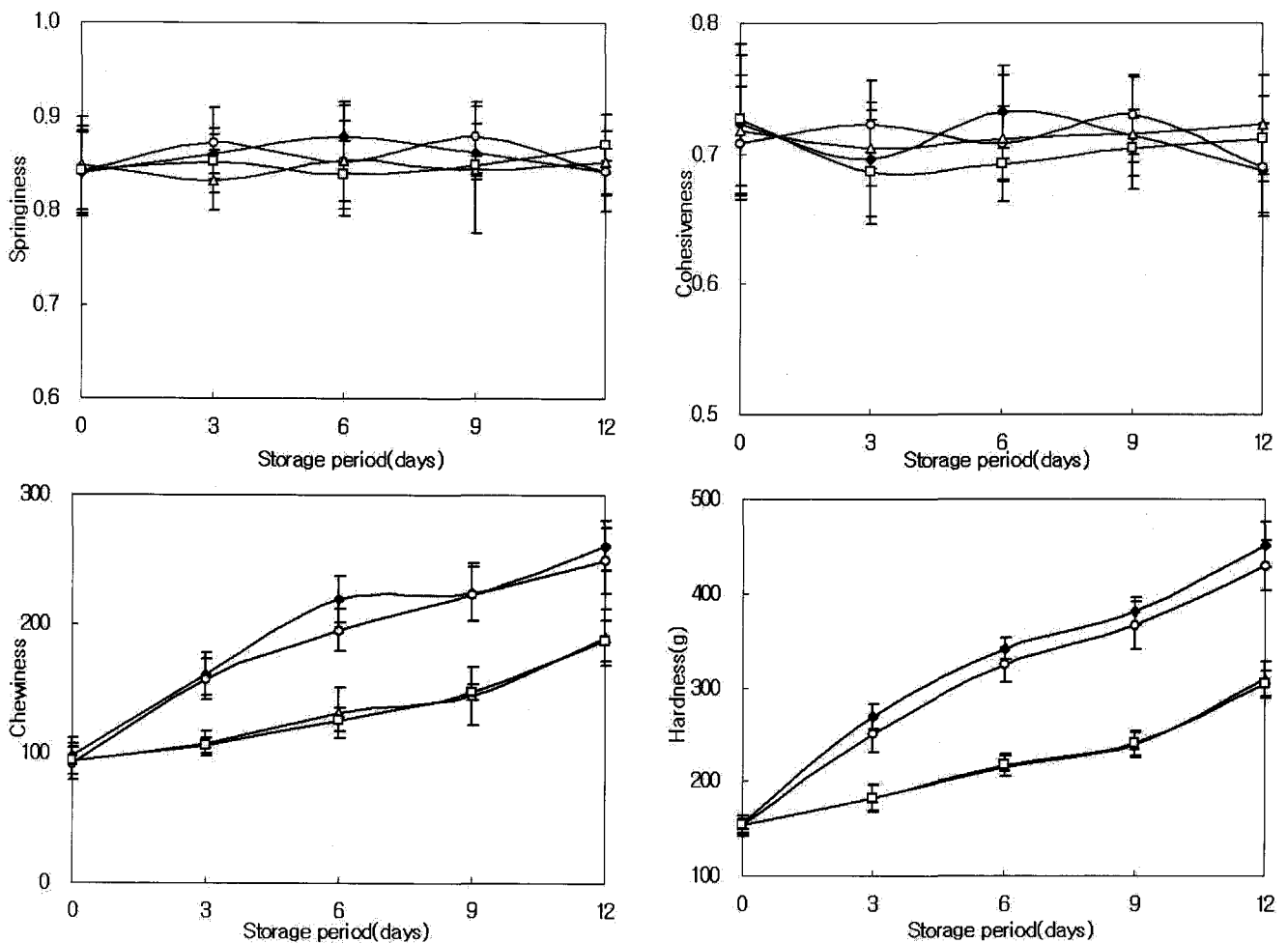


Fig. 3. Springiness, cohesiveness, chewiness and hardness(g) of the sponge cake with different concentration of  $\beta$ -glucan. (◆: Control, ○: 2%, △: 4%, □: 6%)

can 2% 첨가된 스펀지 케이크의 경우 유의적인 차이가 없었지만,  $\beta$ -glucan 4, 6% 첨가된 스펀지 케이크에서는 노화가

완만하게 진행되었고, 노출 4시간째에도 경도가 낮게 유지되고 있었다. 제품의 품질을 저하시키는 중요한 요인이 되는 노화는 호화된 전분질 식품의 저장 중 진행되는 것으로 전분 분자의 재결정화 과정을 보여준다(Matsumura *et al* 1983). 노화는 전분의 종류, 전분 입자의 크기, 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율, 저장 온도, 수분 함량 및 첨가되는 물질의 종류에 영향을 받는다(Gudmundsson & Eliasson 1992, Kohyama & Nishinari 1991, Hibi *et al* 1990). 제과 제빵 제품의 수분 함량이 높을수록 조직이 부드럽고 촉촉하여 노화까지 지연시킨다는 보고(Jung *et al* 1999)에 나타난 것처럼 수분 함량과 비교해 볼 때  $\beta$ -glucan은 보수력이 높은 소재로 사료된다.

**Table 4. Degree of retrogradation<sup>1)</sup> of sponge cake with different concentration of  $\beta$ -glucan (g)**

	Storage time(hour)		
	0	2	4
Control	<sup>A2)</sup> 155.9± 9.7 <sup>ab3)</sup>	<sup>A</sup> 169.4±22.5 <sup>ab</sup>	<sup>B</sup> 319.2±22.8 <sup>b</sup>
G.P 2%	<sup>A</sup> 153.6±12.4 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 270.4±20.0 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 316.1±79.9 <sup>b</sup>
G.P 4%	<sup>A</sup> 153.3±13.6 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 163.4± 4.9 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 194.7± 9.5 <sup>a</sup>
G.P 6%	<sup>A</sup> 152.9±12.3 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 180.3±15.2 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 161.2± 6.8 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Degree of retrogradation =(hardness of each day/hardness of 0 day)×100.

<sup>2)</sup> Values in different storage times with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range( $p>0.05$ ).

<sup>3)</sup> Values in different concentration of  $\beta$ -glucan with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range ( $p>0.05$ ).

## 6. 관능 검사

$\beta$ -glucan을 0, 2, 4, 6% 첨가한 스펀지 케이크를 제조하여 특성 차이 검사와 기호도 검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 표면색에 대한 평가는 대조군이 6.2점으로 평가되었으나,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 6.4, 5.6, 4.4점을 받아  $\beta$ -glucan을 첨가할수록 갈색화가 덜 됐다는 평가를 받았지만

**Table 5. Sensory characteristics of sponge cakes with different concentration of  $\beta$ -glucan**

Storage period (days)	$\beta$ -glucan dose	Crust color	Crumb color	Air hole size	Volume	Odor	Off-odor
0	Control	6.2±1.3 <sup>b1)</sup>	4.8±1.5 <sup>a</sup>	5.0±1.6 <sup>a</sup>	6.4±1.5 <sup>a</sup>	6.8±0.8 <sup>a</sup>	1.8±1.1 <sup>a</sup>
	G.P 2% <sup>1)</sup>	6.4±1.5 <sup>b</sup>	5.4±1.1 <sup>a</sup>	4.6±1.7 <sup>a</sup>	6.2±1.3 <sup>a</sup>	6.4±1.1 <sup>a</sup>	1.6±0.9 <sup>a</sup>
	G.P 4%	5.6±0.5 <sup>ab</sup>	4.6±1.5 <sup>a</sup>	4.4±1.1 <sup>a</sup>	5.6±0.5 <sup>a</sup>	6.4±0.5	1.6±0.9 <sup>a</sup>
	G.P 6%	4.4±1.1 <sup>a</sup>	5.6±2.3 <sup>a</sup>	5.0±1.2 <sup>a</sup>	5.2±1.3 <sup>a</sup>	6.4±1.1 <sup>a</sup>	1.6±0.9 <sup>a</sup>
5	Control	4.7±1.0 <sup>a</sup>	5.8±1.2 <sup>b</sup>	5.2±2.4 <sup>a</sup>	5.5±1.0 <sup>a</sup>	5.0±1.4 <sup>a</sup>	2.5±1.6 <sup>a</sup>
	G.P 2%	6.3±0.8 <sup>a</sup>	4.7±1.6 <sup>ab</sup>	4.7±1.6 <sup>a</sup>	5.7±1.4 <sup>a</sup>	5.7±0.5 <sup>a</sup>	2.0±1.3 <sup>a</sup>
	G.P 4%	4.7±2.5 <sup>a</sup>	3.2±1.9 <sup>a</sup>	3.2±1.9 <sup>a</sup>	5.5±1.0 <sup>a</sup>	5.2±1.9 <sup>a</sup>	2.3±1.5 <sup>a</sup>
	G.P 6%	6.7±1.2 <sup>a</sup>	6.8±2.5 <sup>b</sup>	6.8±2.5 <sup>a</sup>	4.5±0.8 <sup>a</sup>	5.3±1.2 <sup>a</sup>	2.0±1.3 <sup>a</sup>
Storage period (days)	$\beta$ -glucan dose	Sweetness	Off-taste	Hardness	Over all texture	Over-all acceptability	
0	Control	6.2±1.3 <sup>a</sup>	1.4±0.9 <sup>a</sup>	3.8±1.3 <sup>a</sup>	5.6±0.9 <sup>a</sup>	5.8±1.5 <sup>a</sup>	
	G.P 2%	6.0±0.7 <sup>a</sup>	1.6±1.3 <sup>a</sup>	4.0±1.4 <sup>a</sup>	6.4±1.1 <sup>a</sup>	7.2±1.6 <sup>a</sup>	
	G.P 4%	5.8±1.3 <sup>a</sup>	1.6±1.3 <sup>a</sup>	4.0±1.0 <sup>a</sup>	5.8±1.3 <sup>a</sup>	6.2±1.1 <sup>a</sup>	
	G.P 6%	6.0±1.0 <sup>a</sup>	1.2±0.4 <sup>a</sup>	4.2±1.8 <sup>a</sup>	5.8±0.8 <sup>a</sup>	6.8±0.4 <sup>a</sup>	
5	Control	6.3±1.5 <sup>a</sup>	2.2±1.8 <sup>a</sup>	6.0±1.4 <sup>b</sup>	4.3±2.0 <sup>a</sup>	4.2±0.8 <sup>a</sup>	
	G.P 2%	6.2±1.7 <sup>a</sup>	2.3±2.4 <sup>a</sup>	4.5±0.8 <sup>a</sup>	6.0±1.4 <sup>a</sup>	5.8±0.8 <sup>b</sup>	
	G.P 4%	5.0±1.5 <sup>a</sup>	2.2±1.9 <sup>a</sup>	4.3±0.8 <sup>a</sup>	5.8±1.5 <sup>a</sup>	5.2±1.0 <sup>ab</sup>	
	G.P 6%	5.3±2.4 <sup>a</sup>	2.3±2.2 <sup>a</sup>	4.7±1.0 <sup>a</sup>	5.8±1.7 <sup>a</sup>	5.3±0.8 <sup>b</sup>	

<sup>1)</sup> Values in different storage days with the same letters are not significantly different at Duncan's multiple range( $p>0.05$ ).

케이크 안쪽 색은 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 4.8, 5.4, 4.6, 5.6점으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 기공의 크기는 대조군이 5.0점,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 4.6, 4.4, 5.0점으로 비슷하게 느꼈다. 케이크의 부푼 정도를 묻는 항목에서  $\beta$ -glucan 6% 첨가군만 작다고 느꼈고 나머지는 비슷한 수준으로 부풀었다고 응답했다. 이는  $\beta$ -glucan 첨가량이 많아질수록 부푼 정도를 육안으로 구별할 수 있는 것으로 나타났는데, 마가루(Oh *et al* 2002), 양파 분말(Chun SS 2003), 새송이 버섯 분말(Jeong & Shim 2004)을 첨가하여 제조한 케이크의 결과와 비슷했다. 스펀지 케이크 고유의 향은 대조군이 6.8점,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군은 6.4점으로 평가되었다. 이취는 대조군이 1.8점,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6%는 1.6점으로 낮게 나타났으며 유의적인 차이가 없었다. 스펀지 케이크의 단맛은 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 6.2, 6.0, 5.8, 6.0점으로 유의적인 차이는 없었고, 이미는 모든 군에서 1.2~1.6점으로 낮게 평가되었다. 조직감은 경도와 기호도 검사인 전체적인 조직감으로 나누어 실시하였는데, 대조군의 경도는 3.8점,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6%는 각각 4.0, 4.0, 4.2점으로 유의적인 차이는 없었다. 전체적인 조직감은 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 5.6, 6.4, 5.8, 5.8점이었고, 전반적인 수용도에 있어  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 7.2, 6.2, 6.8점으로 5.8점을 받은 대조군보다 높은 값을 나타냈는데, 앞서 실험한  $\beta$ -glucan의 특성 중 저장 중 수분 함량을 평이하게 유지시켜줌으로써 수용도가 높은 것으로 사료된다.

저장 5일째 실시한 관능 검사에서 표면색은 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군간의 유의적인 차이가 없었으며 내부색은  $\beta$ -glucan 4% 첨가군이 밝게 평가되었다. 케이크의 부푼 정도에 있어 제조 직후 실시되었던 관능 검사와 비교해 볼 때 낮게 평가되었고, 제조 직후 가장 부드럽다고 평가되었던 대조군은 저장 5일째 6.0점으로  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군의 4.5, 4.3, 4.7점에 비해 높은 수준으로 유의적인 차이를 나타냈다. 나머지 관능검사 항목에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때  $\beta$ -glucan 첨가한 스펀지 케이크를 제조하여 관능 검사를 실시한 결과  $\beta$ -glucan을 첨가함으로써 조직감, 수용도 및 저장성에 있어서 긍정적인 영향을 주었으며, 대부분의 항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않아  $\beta$ -glucan을 첨가함으로써 거부반응을 보이지 않음을 알 수 있었다.

## 요약 및 결론

$\beta$ -glucan 첨가량(0, 2, 4, 6%)을 달리하여 제조한 스펀지 케이크를 20°C에서 12일간 저장하면서 관찰한 이화학적 관능적 특성은 다음과 같다. 제빵 직후 스펀지 케이크의 수분함

량은 유의적인 차이가 없었으나, 저장 3일후 대조군과  $\beta$ -glucan 2% 첨가군의 수분함량이 급격하게 감소한 반면  $\beta$ -glucan 4, 6% 첨가군은 비교적 완만하게 감소하였다.  $\beta$ -glucan 첨가량이 많을수록 저장시 스펀지 케이크의 수분 손실이 작았던 결과에 상응하여 경도 역시 대조군에 비해 낮았다. 제조 당일 명도, 적색도, 황색도는  $\beta$ -glucan 첨가량의 따라 저장기간이 증가함에 따라 유의적인 차이는 없었다. 9점 만점으로 관능검사를 한 결과 제빵 직후 스펀지 케이크의 전체적인 기호도가 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 5.8, 7.2, 6.2, 6.8점으로 나타나  $\beta$ -glucan 첨가군이 대조군에 비해 높은 수용도를 보였다. 저장 5일후 동일 패널로 관능 검사한 결과 대조군,  $\beta$ -glucan 2, 4, 6% 첨가군이 각각 4.2, 5.8, 5.2, 5.3점으로 나타나서 제조 직후의 관능 검사 결과와 선호도 순서가 동일했다. 대부분의 실험에서 대조군과  $\beta$ -glucan 첨가군간의 유의적인 차이를 보이지 않았고, 관능 검사의 수용도 항목에서  $\beta$ -glucan 첨가군의 점수가 높은 것을 감안할 때 스펀지 케이크에 긍정적인 영향을 미친다고 생각된다. 파우더 상태의  $\beta$ -glucan은 원가가 높은 관계로 상업적인 이용이 어렵지만, 페이스트 상태의  $\beta$ -glucan은 파우더에 비해 원가가 낮으므로 상업적인 면에서도 긍정적으로 적용 가능하다고 본다. 또한 스펀지 케이크에 paste 형태의  $\beta$ -glucan 6%까지 첨가가 가능하나  $\beta$ -glucan 첨가량이 많아질수록 부피가 감소하기 때문에 외관상 좋지 않은 결과를 얻었으므로  $\beta$ -glucan을 4% 첨가가 이화학적 특성 및 외관에 나쁜 영향을 미치지 않으면서도 관능적으로 긍정적인 효과를 나타냄을 알 수 있었다.

## 문헌

- 강다원, 강명수, 오창경, 이해양, 조득문 (2003) 제과제빵사 조리사를 위한 식품학. 지구문화사.
- AOAC (1990) *Official Methods Analysis* 15th ed. Association of official analytical chemists, Virginia. p 918.
- Bell S, Goldman VM, Bistriann BR, Arnold AH, Ostroff GH, Forse RA (1999) Effect of  $\beta$ -glucan from oats and yeast on serum lipids. *Critical Reviews Food Sci Nutr* 39: 189-202.
- Browder IW, Williams D, Sherwood E, McNamee R, Jones E, DiLuzio N (1987) Synergistic effect of nonspecific immunostimulation and antibiotics in experimental peritonitis. *Surgery* 102: 206-214.
- Buddle BM, Pulford HD, Ralston M (1988) Protective effect of glucan against experimentally induced staphylococcal mastitis in ewes. *Vet Microbiol* 16: 67-76.

- Chang ST, Miles PG (1987) Historical record of the early cultivation of lentinus in China. *Mushroom J* 7: 31-35.
- Chun SS (2003) Development of functional sponge cakes with onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 62-66.
- Gudmundsson M, Eliasson AC (1992) Comparison and thermal and viscoelastic properties of four waxy starches and the effect of added surfactant. *Starch* 44: 379-385.
- Hibi Y, Kitamura S, Kuge T (1990) Effect of soluble lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem* 67: 7-10.
- 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 HS, Noh KH, Go MK, Song YS (1999) Effect of *Leek (Allium tuberosum)* powder 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.
- Kawasome S, Yamano Y (1990) Effect of storage humidity on moisture and texture of butter sponge. *J Home Econ Japan* 41: 71-80.
- Kohyama K, Nishinari K (1991) Effect of soluble sugars on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J Agric Food Chem* 39: 1406-1410.
- Kokoshis PL, Williams DL, Cook JA, DiLuzio NR (1978) Increased resistance to *Staphylococcus aureus* infection and enhancement in serum lysozyme activity by glucan. *Sci* 199: 1340-1342.
- Matsumura U, Matsunaga A, Kainuma K (1983) Structural studies on retrograded normal and waxy cornstarches. *J Jpn Soc Starch Sci* 30: 106-201.
- Oh SC, Nam HY, Cho JS (2002) Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes as affected by additions of *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 185-192.
- SAS Institute, Inc (1998) *SAS/STAT User's Guide* Version 6.2th ed. Cary, NC. USA.
- Song JY, Kim JO, Shin MS, Kim SK, Kim KJ (1997) Retrogradation of rice starch gels by additives. *Agricultural Chemistry Biotechnology* 40: 289-293.
- 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* 52: 1604-1610.

(2006년 10월 9일 접수, 2007년 1월 16일 채택)