

## 단백질가수분해효소를 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성

윤성준<sup>1</sup> · 조남지<sup>1</sup> · 문성원<sup>2</sup> · 김미숙<sup>3,4</sup> · 이영승<sup>3,4</sup> · 윤옥현<sup>5</sup> · 정윤화<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>혜전대학교 제과제빵과, <sup>2</sup>영동대학교 호텔외식조리학과  
<sup>3</sup>단국대학교 식품영양학과, <sup>4</sup>단국대학교 글로벌식품산업연구소  
<sup>5</sup>김천대학교 식품영양학과

## Quality Characteristics of Sponge Cake with Addition of Protease

Seongjun Yoon<sup>1</sup>, Namji Cho<sup>1</sup>, Sung-Won Moon<sup>2</sup>, Misook Kim<sup>3,4</sup>,  
Youngseung Lee<sup>3,4</sup>, Ok Hyun Yoon<sup>5</sup>, and Yoonhwa Jeong<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Baking Science and Technology, Hyejeon College

<sup>2</sup>Department of Hotel & Foodservice Culinary Arts, Youngdong University

<sup>3</sup>Department of Food Science and Nutrition and <sup>4</sup>Institute of Global Food Industry, Dankook University

<sup>5</sup>Department of Food and Nutrition, Gimcheon University

**ABSTRACT** This study investigated the effect of protease on quality characteristics of sponge cake. Protease was used at levels of 0.0005 U (PC-1), 0.0010 U (PC-2), 0.0015 U (PC-3), and 0.0020 U (PC-4) for sponge cake preparation. Amylogram showed the setback was significantly decreased in comparison with the control ( $P<0.05$ ). Height and baking loss rate of control sponge cake were  $4.24\pm 0.18$  cm and  $12.01\pm 0.29\%$ , respectively. PC-3 and PC-4 showed increased heights of  $5.22\pm 0.16$  and  $5.24\pm 0.11$  cm as well as slightly increased baking loss rates of  $12.71\pm 0.31\%$  and  $12.89\pm 0.61\%$ , respectively. Specific volume and color difference measurements of control showed a specific volume of  $3.53\pm 0.06$  mL/g, crust color difference of  $53.05\pm 0.28$ , and crumb color difference of  $29.84\pm 0.52$ . Measurements of specific volume, crust color, and crumb color of PC-3 and PC-4 were  $4.18\pm 0.02$  mL/g,  $56.19\pm 0.84$ ,  $29.05\pm 0.43$ ,  $4.21\pm 0.02$  mL/g,  $56.85\pm 0.43$ , and  $29.45\pm 0.47$ , respectively. Firmness measurements showed that the control had the highest firmness. PC-3 and PC-4 were effective at improving the shelf-life of sponge cake as indicated by reduced firmness. Sensory evaluation results demonstrated that all samples scored higher than the control. Throughout the results, the addition of protease increased volume and improved quality characteristics of sponge cake.

**Key words:** protease, sponge cake, cake, enzymes, characteristics

## 서 론

최근 건강에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 화학적 첨가물을 사용한 식품들이 소비자들에게 외면당하고 있는 실정이다. 제과제빵 업계에서도 품질과 유통기한을 늘리기 위해 유화제, 화학적 팽창제 등을 사용하고 있어 소비자들이 우려하는 경향이 있다. 반면 일부 제과제빵 관련 업체들은 화학적 첨가물을 사용하지 않고 제품을 생산, 판매하고 있으나 저장성과 품질은 아직 만족스럽지 못한 실정이다.

스펀지케이크의 품질은 케이크의 체적과 기공의 상태, 기공의 크기와 숫자에 영향을 받는다. 이에 품질을 개선하기 위한 목적으로 화학적 팽창제와 유화제 등을 스펀지케이크 제조에 많이 사용하고 있다. 여러 연구에서 mono-glyceride

와 di-glyceride 형태의 유화제 또는 화학적 합성품 등을 이용하여 스펀지케이크 반죽의 기공구조를 안정화하고 비중을 낮추어 최종제품의 부피를 개선시키고 색상과 식감을 향상시켜 품질 저하를 개선할 수 있다고 보고되었다(1-3).

일반적으로 스펀지케이크는 기포의 수가 많고 크기가 작을수록 반죽의 부피가 증가하고 반죽의 구조는 안정적이며 구워질 때 수증기에 의한 기포팽창을 도와 케이크의 체적이 증가하고 기공구조가 안정되어 최종제품의 맛과 품질이 향상된다. 반면 기포의 수가 적어지고 기포의 크기가 크면 반죽의 부피는 감소하고 반죽의 기공구조가 불안정하여 구워질 때 수증기에 의한 기포의 팽창이 감소하여 반죽의 비중이 높아지고 기공구조가 불안정해진다. 이러한 현상으로 인해 최종제품의 체적이 감소하여 경도가 증가하고 색상 및 굽기 손실 등 부분적으로 케이크의 품질에 영향을 미친다고 보고되고 있다(4). 또한 HLB(hydrophilic-lipophilic balance) 값이 13 이상인 친수성 유화제를 스펀지케이크의 반죽에 사용하면 굽는 동안 미세한 지방 입자와 기포들이 반죽 내에

Received 14 January 2015; Accepted 26 January 2015

Corresponding author: Yoonhwa Jeong, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Yongin, Gyeonggi 448-701, Korea

E-mail: yjeong@dankook.ac.kr, Phone: +82-31-8005-3176

균일하게 분산되어 수증기압에 의해 기공이 팽창될 수 있는 공간을 제공함으로써 케이크의 기공구조와 최종제품의 조직 형성에 중요한 역할을 한다고 알려졌다(5,6).

스펀지케이크의 기공구조는 달걀단백질인 오브알부민이 구조형성물질로 작용하여 기포가 형성되는데 단백질이 공기과 접촉하면서 변성되어 기포들을 안정시키게 되며 첨가된 설탕과 산 등도 단백질의 변성을 촉진시켜 기포를 안정화시키는 역할로 인해(7) 달걀단백질의 변성이 케이크의 기공구조에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 품질이 우수하고 건강 지향적인 스펀지케이크를 만들기 위해 화학적 팽창제나 유화제를 사용하지 않고 단백질분해효소인 단백질가수분해효소를 첨가하여 스펀지케이크를 제조하고 품질 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

밀가루는 대한제분(주)(Incheon, Korea)에서 생산된 제과용 밀가루(박력1급)를 사용하였으며, 수분 함량은 12.5%, 조단백질 함량은 7.8%(N×5.7), 회분 함량은 0.4%였다. 설탕(CJ, Incheon, Korea)과 달걀은 시장에서 구매하여 사용하였다. 단백질가수분해효소는 Novozymes(Copenhagen, Denmark)의 Neutrase 5.0BG를 사용하였다.

### 아밀로그래프(amylograph) 특성 측정

아밀로그래프 특성은 AACC method 22-10(8)에 따라 visko/amylo graph(801360, Brabender Co., Duisburg, Germany)를 이용하여 분석하였다. 박력분(수분 함량 14%) 65 g에 단백질가수분해효소를 농도별로 첨가하여 증류수와 잘 혼합한 다음 30°C에서 95°C까지 1.5°C/min으로 승온시

**Table 1.** Protease used for sponge cake preparation

Enzymes	Stability		Unit
	pH	Temp. (°C)	
Protease from <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (EC 3.4.24.28)	6.5~11.0	22~70	5 AU/g <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>1 AU is defined as the amount of enzyme that liberates Folin-positive amino acids and peptides, corresponding to 1 μmol tyrosine under assay condition in 1 minute using haemoglobin as substrate.

**Table 2.** Formula for sponge cake preparation with the addition of different levels of protease (Baker's %)

Ingredients	Control	Difference levels of protease (%)			
		PC-1 <sup>1)</sup>	PC-2 <sup>2)</sup>	PC-3 <sup>3)</sup>	PC-4 <sup>4)</sup>
Whole egg	150	150	150	150	150
Sugar	100	100	100	100	100
Flour	100	100	100	100	100
Protease (U/g)		0.0005	0.0010	0.0015	0.0020

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

키고 95°C에서 15분간 유지시킨 후 63°C까지 1.5°C/min으로 냉각시키면서 점도 변화를 측정하였다. 아밀로그래프로 부터 호화개시온도(°C), 최고점도, 95°C에서의 점도 및 95°C에서 15분 후의 점도, breakdown(점도붕괴도)과 setback을 구하였다. 호화개시온도는 초기점도가 10 B.U. (Brabender Unit)에 도달하는 온도로 나타내었다. Breakdown은 최고점도와 15분 후의 점도 차이를 측정하였으며, setback은 냉각 점도(63°C에서의 점도)와 95°C에서 15분 후의 점도 차이로부터 구하였다.

### 스펀지케이크 제조

스펀지케이크는 달걀 전체를 이용한 Nagao 등(9)의 거품형(form type) 케이크 제조방법을 사용하여 제조하였으며, 배합비율은 Table 2와 같다.

대조군과 실험군은 달걀과 설탕을 1분간 42°C까지 중탕하였다. 중탕한 달걀과 설탕혼합물은 버티컬믹서(LB-101A, Taiwan Leader, Changhua, China)를 이용하여 3단(154/530 rpm)의 속도로 4분, 1단(45/154 rpm)의 속도로 1분간 혼합하여 비중 0.22, 반죽온도 30°C의 달걀 거품을 만들었다. 여기에 체로 친 밀가루와 단백질가수분해효소를 넣고 나무주걱을 이용하여 한쪽 방향으로 40번 저어주면서 비중 0.45의 거품형 반죽을 만들었다. 원형 케이크 팬(내부 직경 12.7 cm, 높이 4.5 cm, 부피 570 mL)에 반죽을 125 g 첨가하고 윗불 180°C, 아랫불 160°C의 오븐(3D-403, Daiah Co., Seoul, Korea)에서 30분간 구워낸 후 팬에서 분리하고 상온에 1시간 냉각한 다음 폴리에틸렌 포장지로 밀봉하여 5일간 상온에서 저장하면서 실험재료로 사용하였다.

### 반죽의 비중 측정

반죽의 비중(specific gravity)은 AACC method 10-15 (10)에 따라 스펀지케이크 반죽이 완료된 직후, 비중 컵에 반죽의 무게를 측정된 후 증류수에 대한 반죽의 중량 비율을 다음과 같이 나타내었다.

$$\text{Specific gravity} = \frac{(C+B)-C}{(C+W)-C}$$

C: weight of cup

B: weight of batter

W: weight of water

### 반죽의 pH 측정

반죽의 pH는 AACC method 02-52(11)에 따라 스펀지 케이크 반죽이 완료된 직후 반죽 15 g에 증류수 100 mL를 넣고 현탁액을 만들어 상온에서 30분간 혼합한 다음 10분간 상온에서 방치한 후 pH meter(Testo230, Beckmann, Lenzkirch, Germany)를 이용하여 측정하였다.

### 반죽의 굽기 손실률 측정

반죽의 굽기 손실률(baking loss rate(%))은 굽기 완료 다음 1시간 동안 냉각한 후 시료의 무게를 측정하여 아래와 같이 나타내었다.

$$\text{Baking loss rate (\%)} = \frac{\text{Batter weight} - \text{Product weight}}{\text{Batter weight}} \times 100$$

### 스펀지케이크의 높이 측정

스펀지케이크의 높이는 굽기 완료 다음 1시간 동안 냉각한 후 시료를 반으로 잘라 15 cm 자(ruler)를 이용하여 측정하였다. 측정부분은 모두 5부분으로 스펀지케이크의 정중앙 부분, 양쪽 가장자리부분, 스펀지케이크의 정중앙과 가장자리 가운데부분의 양쪽 높이를 측정하여 합한 후 5로 나누어 평균을 내었다.

### 스펀지케이크의 비용적 측정

스펀지케이크의 용적은 굽기 완료 후 1시간 동안 냉각한 후 종자치환법(12)으로 용적을 측정하고 다음과 같이 비용적(cc/g)으로 나타내었다.

$$\text{Specific volume (cc/g)} = \frac{\text{Cake volume (cc)}}{\text{Batter weight (g)}}$$

### 스펀지케이크의 색도 측정

스펀지케이크의 색도는 crust와 crumb으로 나누어 crust는 그대로, crumb 부분은 분쇄한 다음 투명한 Petri dish(50×12 mm)에 담아 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 색도를 측정하기 전에 white reflector plate를 사용하여 표준화하였으며, 측정한 데이터는 Hunter color system 명도(L값, lightness), 적색도(a값, redness), 황색도(b값, yellowness) 값을 측정하였다. 효소 첨가여부에 따른 색 변화는 이들 값을 사용하여 아래와 같이 계산하고 색차(ΔE)로 분석하였으며, 이때 적용한 L', a' 및 b' 값은 각각 95.90, -0.09, -0.37이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

### 스펀지케이크의 경도 측정

스펀지케이크의 경도는 AACC method 74-09(13)에 따라 시료를 오븐에서 꺼내 상온에서 1시간 방치 후 폴리메틸렌 백에 넣고 상온(25°C)에서 5일간 보관하면서 측정하였다. 스펀지케이크를 25 mm 두께로 잘라 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를

사용하여 측정하였으며 probe는 직경 36 mm의 cylinder를 이용하였다. 측정은 진입 깊이 40%, test speed 1.7 mm/s, trigger type 5 g, option: return to start 조건으로 하였다.

### 관능검사

관능검사를 위하여 평소에 케이크를 자주 섭취하는 혜전 대학 제과제빵학과 대학생 15명을 패널로 선발하였다. 관능검사는 케이크의 섭취기간이 일반적으로 구매 후 1일 정도인 것을 고려하여 제조 후 상온 보관 1일 이후에 실시하였으며, 실험실에서 테이블에 칸막이를 설치하여 패널 간 의사소통을 금지한 상태에서 실시하였다. 스펀지케이크의 껍질을 제거하고 20×20×20 mm 크기로 잘라 랜덤 코드가 부착된 1회용 접시에 5개씩 담아 물과 함께 무작위(random)로 패널에게 제시하였으며, 내부 색상(crumb color), 맛(taste), 풍미(flavor), 조직감(texture), 식감(mouthfeel), 촉촉한 정도(moistness quality), 전반적인 기호도(overall liking)를 9점 척도(1: 대단히 싫다, 5: 보통이다, 9: 대단히 좋아한다)로 평가하였다. 시료 간 발생될 수 있는 carry over 효과를 최소화하기 위해 시료 평가 후 물로 입을 헹군 다음 다른 시료를 평가하였으며 외형적 검사는 동일한 장소에서 스펀지케이크를 무작위로 제공하여 부피(volume), 외부색상(crust color)을 평가하였다. 소비자 기호도 조사는 단백질가수분해효소의 사용 농도 차이에서 발생하는 관능지표의 품질 차이 및 기호도 위주의 평가를 수행하였다.

### 통계 분석

모든 실험 데이터는 Minitab® 16.2.1 Package(Minitab Inc., State College, PA, USA)를 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 하였다. 시간에 따른 차이가 없는 항목은 일원분산(one-way ANOVA) 진행 후 시료 간의 차이 유무를 파악하기 위해 LSD(least significant difference)로 유의적 차이를 검정하였다. 경도 측정은 시료 간의 차이와 시간에 따른 차이를 이원분산(two-way ANOVA)으로 진행 후 시료 간의 차이 유무를 파악하기 위해 LSD를 5% 수준으로 유의적 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 아밀로그래프(amylogram) 특성

대조군의 최고점도는 630.0±9.35 B.U., 냉각 후 점도 1,014.8±9.15 B.U., setback 457.4±14.81 B.U.이었다(Table 3). 실험군들의 최고점도는 540.0±10.00~530.0±7.07 B.U.로 대조군과 비교하여 단백질가수분해효소 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ). 냉각 후 점도 및 breakdown 역시 850.2±10.03~830.4±8.88 B.U.로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 이는 단백질가수분해효소 첨가가 시료의 온도 변화에 따른 물성 변화에 안정성을 제공한다고 할 수 있다. Setback 또한 370.2

**Table 3.** Amylogram of flour for sponge cake with the addition of different levels of protease

Characteristics	Control	PC-1 <sup>1)</sup>	PC-2 <sup>2)</sup>	PC-3 <sup>3)</sup>	PC-4 <sup>4)</sup>	LSD values
Gelatinization temp. (°C)	76.5±5.94 <sup>a5)</sup>	74.88±3.09 <sup>a</sup>	74.5±2.60 <sup>a</sup>	74.12±6.35 <sup>a</sup>	74.88±5.55 <sup>a</sup>	6.53
Temp. at peak height (°C)	92.0±10.55 <sup>a</sup>	90.4±4.20 <sup>a</sup>	89.5±7.79 <sup>a</sup>	89.5±6.22 <sup>a</sup>	90.98±6.60 <sup>a</sup>	9.73
Max. viscosity (B.U.) [P]	630.0±9.35 <sup>a</sup>	540.0±10.00 <sup>b</sup>	530.0±10.00 <sup>b</sup>	530.0±7.07 <sup>b</sup>	530.0±10.00 <sup>b</sup>	12.34
Viscosity at 95°C (B.U.)	586.2±14.74 <sup>a</sup>	530.0±15.81 <sup>b</sup>	500.0±12.25 <sup>c</sup>	500.0±7.07 <sup>c</sup>	500.0±7.07 <sup>c</sup>	15.80
Viscosity at 95°C after 15 min. (B.U.) [H]	557.4±19.2 <sup>a</sup>	480.0±21.21 <sup>b</sup>	470.0±12.25 <sup>b</sup>	470.0±7.07 <sup>b</sup>	470.0±10.00 <sup>b</sup>	19.73
Viscosity at 63°C (B.U.) [C]	1,014.8±9.15 <sup>a</sup>	850.2±10.03 <sup>b</sup>	840.4±10.45 <sup>bc</sup>	834.4±9.29 <sup>c</sup>	830.4±8.88 <sup>c</sup>	12.64
Breakdown (B.U.) [P-H]	72.6±27.95 <sup>a</sup>	60.0±25.50 <sup>a</sup>	60.0±7.07 <sup>a</sup>	60.0±10.00 <sup>a</sup>	60.0±0.00 <sup>a</sup>	23.46
Setback (B.U.) [C-H]	457.4±14.81 <sup>a</sup>	370.2±30.91 <sup>b</sup>	370.4±21.78 <sup>b</sup>	364.4±13.28 <sup>b</sup>	360.4±13.74 <sup>b</sup>	26.48

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

<sup>5)</sup>Means within a row with different letters are significantly different at  $P<0.05$  (LSD).

±30.91~360.4±13.74로 첨가량이 증가할수록 대조군과 비교하여 유의적으로 감소하였는데( $P<0.05$ ), 이는 단백질 가수분해효소 첨가가 시료의 노화 지연에 긍정적인 효과를 나타낸다고 할 수 있다(14).

#### 비중, pH, 굽기 손실률 및 높이

스펀지케이크 반죽의 비중, pH, 굽기 손실률과 높이 특성은 Table 4와 같으며 실험군의 비중과 pH 및 굽기 손실률은 대조군과 비교하여 유의적 차이는 없었다. 반면 케이크의 높이는 대조군이 4.24±0.18 cm, PC-1이 4.84±0.09 cm, PC-2가 5.06±0.11 cm, PC-3은 4.94±0.26 cm, PC-4는 4.46±0.11 cm로 대조군과 비교하여 유의적으로 증가하였다( $P<0.05$ ). 굽기 손실률은 12.00±0.30%, 11.67±0.39%, 11.67±0.39%, 11.60±0.28%로 첨가량이 증가할수록 낮아졌으나 유의적 차이는 없었다. 이러한 결과는 케이크반죽의 구조를 형성하는 달걀단백질에 단백질가수분해효소가 작용하여 케이크반죽의 달걀단백질의 구조가 연화되고 굽기 시

수증기 팽창으로 반죽 내부의 기공이 확장되고 기공크기에 영향을 주어 수분의 손실이 증가하는 것(15)으로 생각된다.

#### 반죽의 비용적 및 색도

대조군의 비용적은 3.53±0.06 cc/g으로 PC-1의 3.66±0.13 cc/g, PC-2 4.03±0.09 cc/g, PC-3 4.18±0.02 cc/g, PC-4의 4.21±0.02 cc/g보다 유의적으로 낮게 나타나( $P<0.05$ ) 단백질가수분해효소를 스펀지케이크에 사용하면 비용적 증가에 효과적인 것으로 나타났다(Table 5). 색도는 대조군의 crust 명도가 58.84±0.91, crumb의 명도는 83.05±1.01로 실험군과 비교하여 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 이러한 현상은 단백질가수분해효소가 단백질의 폴리펩타이드 사슬을 가수분해하여 단백질에 작용하고 단백질의 반응기가 노출되어 반죽이 연화되고 유희성이 증가되어 가스 보유력이 개선되고 최종제품의 부피, 기공, 색상 및 품질이 향상되었다(16)는 연구 결과와 유사하였으며, crust의 적색도는 대조군과 비교하여 유의적으로 증가하였다. Crust의 색

**Table 4.** Specific gravity, pH, baking loss (%), and height (cm) of sponge cake with the addition of different levels of protease

Characteristics	Control	PC-1 <sup>1)</sup>	PC-2 <sup>2)</sup>	PC-3 <sup>3)</sup>	PC-4 <sup>4)</sup>	LSD values
Specific gravity	0.45±0.01 <sup>a5)</sup>	0.45±0.01 <sup>a</sup>	0.45±0.01 <sup>a</sup>	0.45±0.01 <sup>a</sup>	0.45±0.01 <sup>a</sup>	0.01
pH	7.75±0.01 <sup>a</sup>	7.70±0.05 <sup>a</sup>	7.71±0.01 <sup>a</sup>	7.65±0.11 <sup>a</sup>	7.73±0.05 <sup>a</sup>	0.07
Baking loss	12.01±0.29 <sup>a</sup>	12.00±0.30 <sup>a</sup>	11.67±0.39 <sup>a</sup>	11.67±0.39 <sup>a</sup>	11.60±0.28 <sup>a</sup>	0.47
Height	4.24±0.18 <sup>d</sup>	4.84±0.09 <sup>b</sup>	5.06±0.11 <sup>a</sup>	4.94±0.26 <sup>ab</sup>	4.46±0.11 <sup>c</sup>	0.22

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

<sup>5)</sup>Means within a row with different letters are significantly different at  $P<0.05$  (LSD).

**Table 5.** Specific volume and color of sponge cake with the addition of different levels of protease

Sample	Specific volume (cc/g)	Crust color				Crumb color			
		L <sup>5)</sup>	a <sup>6)</sup>	b <sup>7)</sup>	ΔE	L	a	b	ΔE
Control	3.53±0.06 <sup>d8)</sup>	58.84±0.91 <sup>a</sup>	14.25±0.24 <sup>b</sup>	34.76±0.56 <sup>a</sup>	53.05±0.28 <sup>d</sup>	83.05±1.01 <sup>a</sup>	-4.84±0.05 <sup>a</sup>	26.13±0.38 <sup>a</sup>	29.84±0.52 <sup>a</sup>
PC-1 <sup>1)</sup>	3.66±0.13 <sup>c</sup>	57.27±0.97 <sup>b</sup>	15.30±0.35 <sup>a</sup>	34.50±0.59 <sup>a</sup>	54.28±0.42 <sup>c</sup>	82.10±0.59 <sup>a</sup>	-4.89±0.33 <sup>a</sup>	23.95±0.42 <sup>b</sup>	28.38±0.55 <sup>c</sup>
PC-2 <sup>2)</sup>	4.03±0.09 <sup>b</sup>	55.98±1.55 <sup>bc</sup>	15.34±0.25 <sup>a</sup>	34.55±0.92 <sup>a</sup>	55.25±1.22 <sup>b</sup>	81.05±0.65 <sup>b</sup>	-4.94±0.23 <sup>a</sup>	24.12±0.39 <sup>b</sup>	29.05±0.54 <sup>b</sup>
PC-3 <sup>3)</sup>	4.18±0.02 <sup>a</sup>	54.86±1.27 <sup>cd</sup>	15.38±0.51 <sup>a</sup>	34.73±0.98 <sup>a</sup>	56.19±0.84 <sup>ab</sup>	80.79±0.67 <sup>b</sup>	-4.96±0.30 <sup>a</sup>	23.95±0.26 <sup>b</sup>	29.05±0.43 <sup>b</sup>
PC-4 <sup>4)</sup>	4.21±0.02 <sup>a</sup>	53.90±0.51 <sup>d</sup>	15.40±0.60 <sup>a</sup>	34.66±0.49 <sup>a</sup>	56.85±0.43 <sup>a</sup>	80.40±0.79 <sup>b</sup>	-4.99±0.34 <sup>a</sup>	24.17±0.31 <sup>b</sup>	29.45±0.47 <sup>ab</sup>
LSD values	0.10	1.45	0.55	0.97	0.96	1.00	0.36	0.47	0.66

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

<sup>5)</sup>Lightness (100=white, 0=black). <sup>6)</sup>Redness (100=red, -80=green). <sup>7)</sup>Yellowness (70=yellow, -70=blue).

<sup>8)</sup>Means within a column with different letters are significantly different at  $P<0.05$  (LSD).

**Table 6.** Firmness of sponge cake with the addition of different levels of protease

Classification	Days					LSD values
	0	1	2	3	4	
Control	323.96±30.84 <sup>Ad5)</sup>	405.31±35.65 <sup>Ac</sup>	456.01±37.64 <sup>Abc</sup>	458.50±40.33 <sup>Ab</sup>	560.55±53.36 <sup>Aa</sup>	53.14
PC-1 <sup>1)</sup>	324.36±28.53 <sup>Ad</sup>	406.10±38.66 <sup>Ac</sup>	459.29±43.72 <sup>Ab</sup>	468.98±41.25 <sup>Ab</sup>	557.40±46.01 <sup>Aa</sup>	52.90
PC-2 <sup>2)</sup>	307.06±27.01 <sup>Ad</sup>	393.26±37.44 <sup>Ac</sup>	420.64±43.46 <sup>ABbc</sup>	458.37±47.28 <sup>Ab</sup>	523.87±51.26 <sup>Aa</sup>	55.61
PC-3 <sup>3)</sup>	293.31±30.26 <sup>Ad</sup>	383.31±36.49 <sup>Ac</sup>	393.79±34.64 <sup>Bc</sup>	445.40±36.76 <sup>Ab</sup>	494.79±43.52 <sup>Aa</sup>	48.27
PC-4 <sup>4)</sup>	280.08±26.66 <sup>Ac</sup>	363.79±32.00 <sup>Ab</sup>	373.35±30.82 <sup>Bb</sup>	406.10±35.72 <sup>Ab</sup>	497.80±47.39 <sup>Aa</sup>	46.48
LSD values	37.88	47.65	50.64	53.4	63.91	

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

<sup>5)</sup>Means within a column (A,B) and a row (a-d) with different letters are significantly different at  $P<0.05$  (LSD).

**Table 7.** Sensory evaluation of sponge cake with the addition of different levels of protease

Classification	Control	PC-1 <sup>1)</sup>	PC-2 <sup>2)</sup>	PC-3 <sup>3)</sup>	PC-4 <sup>4)</sup>
Volume	6.73±0.70 <sup>a5)</sup>	7.13±0.74 <sup>a</sup>	7.27±0.59 <sup>a</sup>	7.73±0.80 <sup>a</sup>	7.73±0.70 <sup>a</sup>
Crust color	7.00±0.46 <sup>a</sup>	5.13±0.82 <sup>a</sup>	6.33±0.53 <sup>a</sup>	6.00±0.63 <sup>a</sup>	6.00±0.68 <sup>a</sup>
Crumb color	5.80±0.59 <sup>a</sup>	6.80±0.74 <sup>a</sup>	5.80±0.92 <sup>a</sup>	5.80±0.68 <sup>a</sup>	5.93±0.64 <sup>a</sup>
Taste	5.60±0.59 <sup>b</sup>	5.87±0.52 <sup>a</sup>	5.33±0.74 <sup>b</sup>	5.87±0.82 <sup>a</sup>	5.80±0.51 <sup>a</sup>
Flavor	5.00±0.52 <sup>b</sup>	5.53±0.80 <sup>a</sup>	5.07±0.64 <sup>b</sup>	6.00±0.74 <sup>a</sup>	6.07±0.63 <sup>a</sup>
Texture	6.13±0.83 <sup>ab</sup>	6.40±0.52 <sup>a</sup>	5.93±0.92 <sup>c</sup>	6.40±0.74 <sup>a</sup>	6.40±0.74 <sup>a</sup>
Mouthfeel	5.87±0.70 <sup>bc</sup>	6.33±0.35 <sup>a</sup>	5.93±0.62 <sup>b</sup>	6.13±0.70 <sup>b</sup>	6.33±0.38 <sup>a</sup>
Moistness	6.00±0.46 <sup>c</sup>	7.13±0.63 <sup>ab</sup>	6.20±0.70 <sup>b</sup>	6.20±0.68 <sup>b</sup>	6.20±0.46 <sup>b</sup>
Overall	5.53±0.49 <sup>a</sup>	6.40±0.65 <sup>a</sup>	5.60±0.65 <sup>a</sup>	6.20±0.56 <sup>a</sup>	6.20±0.59 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Protease 0.0005 unit. <sup>2)</sup>Protease 0.0010 unit. <sup>3)</sup>Protease 0.0015 unit. <sup>4)</sup>Protease 0.0020 unit.

<sup>5)</sup>Means within a row with the different letters are significantly different ( $P<0.05$ ) using the least significance difference method.

차(ΔE)는 대조군이 53.05±0.28, 모든 첨가군이 54.28±0.42~56.85±0.43으로 유의적으로 증가하였고, crumb의 색차는 28.38±0.55~29.45±0.47로 유의적으로 감소하였다.

**스펀지 케이크의 경도**

스펀지 케이크의 경도 특성은 Table 6과 같으며 대조군의 0일차 323.96±30.84였다. PC-1은 324.36±28.53, PC-2는 307.06±27.01, PC-3은 293.31±30.26, PC-4가 280.08±26.66으로 감소하였으나 유의적 차이는 없었다. 반면 2일차 대조군의 경도는 456.01±37.64, PC-2는 420.64±43.46, PC-3은 393.79±34.64, PC-4가 373.35±30.82로 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ). 대조군과 3일차와 4일차의 경도 역시 단백질 가수분해 효소의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하였으나 유의적 차이는 없었다. 경도 변화는 전분의 노화와 밀접한 관련이 있으나 전분 이외에 단백질, 지방질과 섬유질 또는 빵이나 케이크에 첨가되는 재료(당, 쇼트닝, 유허제, 효소 등)에 따라 경도 변화가 발생한다(17)는 연구와 유사한 결과를 나타내어, 단백질 가수분해 효소의 첨가가 스펀지 케이크의 구조를 이루는 단백질에 관여하여 경도를 낮추고 저장성 증가에 효과적인 것으로 사료된다.

**관능검사**

스펀지 케이크의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 대조군의 관능검사 결과 부피 6.73±0.70, 껍질색 7.00±0.46, 내부색상 5.80±0.59, 맛 5.60±0.59, 풍미 5.00±0.52, 조

직감 6.13±0.83, 식감 5.87±0.70, 촉촉한 정도 6.00±0.46, 전반적인 기호도는 5.53±0.49였다.

실험군은 대조군과 비교하여 부피가 0.40~1.00 정도 높았으나 유의적 차이는 없었다( $P<0.05$ ). 껍질색과 내부색상은 대조군과 비교하여 유의적 차이는 없었으나 맛, 향, 조직감, 촉촉한 정도, 식감에서 유의적으로 높은 점수를 얻었다( $P<0.05$ ). 소비자 기호도 조사는 다수의 혼란되지 않은 소비자들에 의해 평가해야 하나 본 연구에서는 단백질 가수분해 효소의 첨가량의 차이에서 오는 품질 차이 및 최종제품의 기호도 평가가 필요하여 소수의 패널에 의한 관능지표에 대한 기호도 평가가 수행되었다. 따라서 향후 본 연구의 후속 연구로서 대규모의 소비자를 대상으로 기호도 조사를 수행하여 본 연구 결과의 재현성을 검증할 계획이다.

**요 약**

아밀로그래프 특성은 대조군과 비교하여 단백질 가수분해 효소의 첨가량이 증가할수록 최고점도는 유의적으로 증가하였으며, 냉각 후 점도 역시 850.2±10.03~830.4±8.88 B.U.로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 비중과 pH 및 굽기 손실물은 대조군과 비교하여 유의적 차이는 없었으나 높이는 대조군이 4.24±0.18 cm, 단백질 가수분해 효소 첨가가가 4.84±0.09~5.06±0.11 cm 정도로 대조군과 비교하여 유의적으로 증가하였다. 비용적은 대조군 3.53±0.06 cc/g과 비교하여 3.66±0.13~4.21±0.02 cc/g으로 유의적으로 높게 나타났으며, 이러한 현상은 계란단백질의 폴리펩

타이드 사슬을 가수분해하여 반죽이 연화되고 윤희성이 증가하여 최종제품의 부피, 기공, 색상 및 품질이 향상되었다는 연구 결과(16)와 유사하였으며 crust의 적색도는 대조군과 비교하여 유의적으로 증가하였다. 경도는 대조군의 0일차가  $323.96 \pm 30.84$ 였고, 실험군은  $324.36 \pm 28.53 \sim 280.08 \pm 26.66$ 으로 감소하였으나 유의적 차이는 없었다. 2일차의 경도는 PC-2가  $420.64 \pm 43.46$ , PC-3이  $393.79 \pm 34.64$ , PC-4가  $373.35 \pm 30.82$ 로 대조군의  $456.01 \pm 37.64$ 보다 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ). 관능검사는 껍질색과 내부색상이 대조군과 비교하여 유의적 차이는 없었으나 맛, 향, 조직감, 촉촉한 정도, 식감에서는 유의적으로 높은 점수를 얻었다( $P < 0.05$ ). 이상의 결과로 스펀지케이크에 단백질가수분해효소를 첨가하면 부피, 높이, 비용적에 영향을 주어 부피가 증가하고 품질 개선에 효과적인 것을 확인하였다.

## REFERENCES

- Xu A, Chung OK, Ponte JG Jr. 1992. Bread crumb amylograph studies. I. Effects of Storage Time, shortening, flour lipids, and surfactants. *Cereal Chem* 69: 495-501.
- Pisesookbunterng W, D'Appolonia BL. 1983. Bread staling studies. I. Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. *Cereal Chem* 60: 298-300.
- Morad MM, D'Appolonia BL. 1980. Effect of surfactants and baking procedure on total water-solubles and soluble starch in bread crumb. *Cereal Chem* 57: 141-144.
- Handleman AR, Conn JF, Lyons JW. 1961. Bubble mechanics in thick foams and their effects on cake quality. *Cereal Chem* 38: 294-305.
- Ellinger RH. 1962. The development and uses of fluid shortenings. *Bakers Dig* 36: 65.
- Wilson JT, Donelson DH. 1963. Studies on the dynamics of cake-baking. I. The role of water in formation of layer cake structure. *Cereal Chem* 40: 466-481.
- Kim SK, Cho NJ, Kim YH, Yoon SJ, Lee JJ, Jung SK, Chea DJ. 2009. Egg. In *Baking Science*. BNC World, Seoul, Korea. p 199.
- AACC. 2000. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Methods 22-10.
- Nagao S, Imai S, Sato T, Kaneko Y, Otsubo H. 1976. Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. I. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. *Cereal Chem* 53: 988-997.
- AACC. 2000. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Methods 10-15.
- AACC. 2000. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Methods 02-52.
- Pyler EJ. 1979. Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*. Sosland Pub. Co., Merriam, KS, USA. Vol 2, p 891-895.
- AACC. 2000. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Methods 74-09.
- Yasunaga T, Bushuk W, Irvine GN. 1968. Effect of papain on amylograph viscosity of flour. *Cereal Chem* 45: 260-268.
- Manley D. 2000. Fat and oils. In *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. p 130-150.
- Yoon SJ. 2008. Development of carbohydrate-based fat replacer for bread making. *MS Thesis*. Dankook University, Seoul, Korea.
- Zobel HF, Kulp K. 1996. The staling mechanism. In *Baked Goods Freshness: Technology, Evaluation and Inhibition of Staling*. Hebeda RE, Zobel HF, eds. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA. p 1-64.