

새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 발효특성

이지연¹ · 이경애² · 곽은정^{1*}

¹영남대학교 식품학부

²용인대학교 자연과학대학

Fermentation Characteristics of Bread Added with *Pleurotus eryngii* Powder

Ji Yeon Lee¹, Kyung Ae Lee², and Eun Jung Kwak^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsbuk 712-749, Korea

²College of Natural Sciences, Yongin University, Gyeonggi 449-714, Korea

Abstract

Bread was prepared with different concentrations of *Pleurotus eryngii* powder (2.5~10.0%), and the fermentation characteristics were investigated. While pH of dough increased, fermentation power of dough expansion by fermentation decreased with the increase of *Pleurotus eryngii* powder added. Although bread weight decreased, there were no significant differences in dough weight, dough yield and baking loss as *Pleurotus eryngii* powder content increased. In case of volume and specific volume, they were significantly decreased as *Pleurotus eryngii* powder content increased. Size of bread decreased gradually and aircell uniformity became bigger and random as *Pleurotus eryngii* powder content increased. As the results of color values, L and b values of crust decreased; however, there was no significant difference in a value. L value of crumb decreased although a and b values increased by adding the *Pleurotus eryngii* powder content. In the textural characteristics, hardness, gumminess and brittleness of bread significantly increased as *Pleurotus eryngii* powder content increased. Cohesiveness and springiness of bread decreased as *Pleurotus eryngii* powder content increased. In case of free amino acid, Glu content was the largest in most samples and most amino acid contents increased by adding the *Pleurotus eryngii* powder content except for Asp. In descriptive test, scores of color, flavor, hardness and palatability increased, however aircell uniformity, springiness and moistness decreased as *Pleurotus eryngii* powder content increased. As the results of preference test, color was the best preferred in control~5.0% groups without significant difference. The preference of flavor and texture was in the order of 2.5% group> 5.0% group> 7.5% group> control> 10.0% group as 2.5% group was the most preferred.

Key words: *Pleurotus eryngii*, bread, fermentation characteristics, texture, sensory test

서 론

새송이버섯(*Pleurotus eryngii*(*De Candolle ex Fries*) *Qual*)은 아열대 지방의 대초원에서 발생하여 남부유럽, 중앙아시아, 북아프리카, 러시아 남부지역 등에서 분포하는 버섯(1,2)이다. 분류학적으로는 느타리버섯과(*Pleurotaceae*)에 속하는 담자균버섯으로(3,4) 국내에서는 큰 느타리버섯으로 품종등록이 되어 있으며, 새송이버섯을 상품명으로 하여 시판되고 있다(1,2,5).

새송이버섯은 균사조직이 치밀하고 육질이 단단하고 씹힘성이 좋아 자연산 송이의 맛과 유사하며, 수분함량이 낮아 가공하지 않은 상태에서도 저장성이 높은 것으로 알려져 있다(2,6). 단백질, 섬유소, 무기질 및 비타민 등의 영양성분이 다양하게 함유되어 있고, 지방함량은 낮아 저칼로리 식품(1,4,6)이기도 하다. 또한 새송이버섯은 생리활성이 우수한

것으로 보고되었는데, 버섯에 함유된 polyphenol에 의한 free radical 소거, 노화 억제, 콜레스테롤 저하 기능(6-8) 등이 있으며, 특히 새송이버섯 중의 단백당류는 직접적 암세포 제거가 아닌 면역방어력을 높여 암세포 성장을 억제시킨다고(3) 하였다. 이와 같은 새송이버섯의 다양한 생리활성이 알려지면서 새송이버섯에 대한 소비도 급증하여, 1997년 경남농업기술원에서 인공적으로 재배하기 시작하여 빠르게 국내 버섯시장을 점유하였다(2). 이에 따라 재배농가와 재배면적이 늘어났지만 전체 버섯생산량의 7%가 폐기되고(9) 있어, Cho 등(6)과 같이 사료로 이용하는 등의 상품가치가 떨어지는 새송이버섯을 이용한 다양한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

한편, 최근 서구화된 식습관과 당과 유지의 비율이 낮아 단맛이 강하지 않은 빵을 주식으로 하는 인구가 점차 증가하고 있으며(10-12), 빵에 대한 소비자 기호가 다양해짐에 따

*Corresponding author. E-mail: kwakej@ynu.ac.kr
Phone: 82-53-810-2983, Fax: 82-53-810-4668

라 발아 콩가루(10), 김치 분말(11), 황기 분말(12), 천연초 선인장 분말(13), 청국장(14), 매실 과육(15), 다시마 분말(16), 마늘 분말(17), 발효차 분말(18) 등의 식품을 첨가하여 맛, 향기 및 기능성을 높인 건강지향성 빵에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

그러나 새송이버섯을 이용하여 제조한 스펀지케이크의 특성에 관한 연구(19)는 행해졌으나, 식빵에 관한 연구는 보고되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 다양한 생리 기능성을 가지는 새송이버섯을 건조 분말화한 후 식빵을 제조 시 첨가하여 새송이버섯 첨가가 식빵의 발효특성에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

재료

새송이버섯 분말은 대구 시내의 대형 마트에서 새송이버섯을 구입하여 3 mm 두께로 얇게 자른 다음 건조기(TJD s-105, 중앙정밀주식회사, Daegu, Korea)를 사용하여 50°C에서 5시간 건조한 후 분쇄기(Halde VCM-41, Kista, Sweden)로 분쇄하여 제조하였다. 식빵 재료로 강력분 밀가루(대한제분), 설탕(제일제당), 소금(송림염업사), 생이스트(제니코), 이스트 푸드(삼원 상사), 쇼트닝(웰가), 분유(서울우유)를 사용하였다.

식빵의 제조

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 배합비율은 Table 1과 같다. 새송이버섯 분말의 첨가량은 밀가루 중량에 대해 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0%의 비율로 하였으며 반죽 시 물, 소금 등은 동일하게 첨가하여 식빵을 제조하였다. 제조공정은 직접 반죽법으로 수직형 반죽기(Hobart HL200, Ohio, USA)를 이용하여 쇼트닝 외의 모든 재료를 저속으로 10분간 돌린 다음 유지를 첨가하고 다시 중속으로 8분간, 고속으로 2분간 믹싱하였다. 믹싱이 끝난 반죽은 온도 27°C, 상대습도 80%의 발효기(Dae Young Bakery Machinery Co., Seoul, Korea)에서 1시간 동안 1차 발효한 후 176 g씩 분할한 다음 둥글리기 하여 15분간 실온에서 중

간발효 하였다. 이어서 식빵 틀에 넣은 후 2차 발효를 온도 30°C, 상대습도 80%의 발효기에서 1시간 동안 행한 후 윗불 180°C, 아랫불 200°C로 예열된 오븐(Dea Young Bakery Machine Co., Gyeonggi, Korea)에서 30분간 굽고 실온에서 1시간 방냉한 후 시료로 사용하였다.

반죽의 pH

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵 반죽의 pH는 1차 발효한 반죽 10 g에 증류수 90 mL를 가한 후 homogenizer로 3분간 균질 시킨 다음 pH meter(Mettler, Schwerzenbach, Swiss)로 측정하였다.

반죽의 발효팽창력

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 발효 팽창력은 Kim 등(20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 믹싱한 반죽 20 g을 50 mL의 메스실린더에 취해 표면을 평평하게 한 다음 1차 발효조건인 온도 27°C, 상대습도 80%의 발효기에서 15분 간격으로 60분간 측정 후 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{발효팽창력}(\%) = \frac{\text{1차 발효 후의 부피} - \text{1차 발효 전의 부피}}{\text{1차 발효 전의 부피}} \times 100$$

무게, 반죽수율, 굽기손실을 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 식빵을 제조한 후 식빵의 무게를 측정하였고, 반죽수율, 굽기손실율은 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{반죽수율}(\%) = \frac{\text{굽기 전 반죽의 무게}}{\text{구운 후 식빵의 무게}} \times 100$$

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

식빵의 부피와 비용적 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 부피는 종자치환법(21)에 따라 측정하였고, 비용적은 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{비용적 (mL/g)} = \frac{\text{식빵의 부피}}{\text{식빵의 무게}}$$

외형 및 표면 관찰

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 외형 및 내부 표면 관찰은 식빵을 세로로 15 mm로 잘라 행하였다.

색도 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 색도는 색차계(model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 빵겉질의 윗면과 옆면, 빵의 내부로 나누어 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 표준백판은 L=97.71, a=-0.07, b=-0.18이다.

Table 1. Ingredient composition of bread containing *Pleurotus eryngii* powder

Ingredients (g)	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Flour	400	390	380	370	360
PEP ¹⁾	0	10	20	30	40
Water	252	252	252	252	252
Salt	8	8	8	8	8
Sugar	24	24	24	24	24
Yeast	8	8	8	8	8
Yeast food	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Shortening	16	16	16	16	16
Powdered skim milk	12	12	12	12	12

¹⁾PEP: *Pleurotus eryngii* powder.

조직감 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 조직감은 rheometer(Compac-100, Sun Rheometer, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 식빵을 제조하여 실온에서 1시간 방치한 후 식빵의 중앙부위를 20×20×15 mm로 절단한 다음 plunger No. 14를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 깨짐성(brittleness)을 측정하였다. Rheometer의 측정조건은 최대하중 2 kg, table speed 60 mm/min, 압착률 50%의 조건으로 측정하였다.

유리아미노산 함량 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 유리아미노산 함량은 식빵 1 g에 5% trichloroacetic acid 9 mL를 가하여 1분간 혼합한 다음 원심분리 하여 얻어진 상층액을 시료로 사용하여 amino acid analyzer(Hitachi L-8800, Tokyo, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

관능검사

시료의 관능검사는 영남대학교 외식산업학과의 23~26세의 훈련된 대학생 15명을 관능검사요원으로 선정하여 실시하였다. 먼저 식별 검사의 측정항목은 빵겉질 색, 빵내부 색, 기공의 균일한 정도, 향, 단단한 정도, 탄력성, 촉촉함, 구수한 맛에 대해 검사하였고, 기호도 검사는 색, 향, 맛, 조직감, 종합적 기호도에 대해 7점척도법에 의해 측정하였다.

통계처리

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 모

든 실험결과는 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타내었으며(유리아미노산은 제외), 통계처리는 SPSS 통계 package program(statistical package social science, version 14.0)을 사용하여 ANOVA를 실시하였다. 측정값 사이의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검정하였다 (p<0.05).

결과 및 고찰

반죽의 pH

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 반죽의 pH는 Table 3과 같다. 1차 발효 후 반죽의 pH는 대조구 5.22, 2.5% 첨가구 5.31, 5.0% 첨가구 5.42, 7.5% 첨가구 5.55, 10.0% 첨가구 5.58의 순으로 새송이버섯 분말을 첨가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 반죽의 pH는 이스트의 활성도를 측정하는 지표로써 사용되는데 매실 과육(15), 사물탕(22), 복령 분말(23), 산수유 분말(24)을 첨가한 식빵에서는 첨가물의 양이 증가함에 따라 반죽의 pH는 유의적으로 감소하였으나, 칼륨과 같이 알칼리 생성 무기질을 다량 함유한 함초 분말(25)을 첨가한 식빵에서는 첨가물의 양이 증가함에 따라 pH는 유의적으로 증가하여 본 실험과 동일한 경향을 나타내었다. 이스트의 발효 속도는 pH, 삼투압 및 완충작용의 영향을 받는다고 보고되었는데, Oh 등(22)은 일반적으로 반죽의 pH는 4.7 정도에서 이스트의 활성이 가장 높기 때문에 발효 속도도 최대가 된다고 하였고, pH가 낮을수록 탄산가스의 양은 증가되지만 pH가 4.0 이하로 낮아지면 Min과 Lee(12)는 더 이상 증가하지 않고 감소한다고 하였다. Min과 Lee(12)는 pH 5.0~5.5의 범위에서 가장 좋은 가스 보유력이 나타난다고 하였는데 본 연구의 반죽 pH는 5.22~5.58로 나타나 시료 반죽은 가스를 보유하기에 적당한 pH를 갖는 것으로 사료된다. 그러나 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 이스트의 최적 pH 범위를 벗어나고, 반죽의 밀가루 비율이 낮아져 gluten 생성량이 감소되므로 5.0% 이상 첨가구의 경우 빵의 부피 감소에 영향을 미친 것으로 사료된다.

발효팽창력

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 반죽을 15

Table 2. Amino acid analyzer condition of free amino acid analysis from bread containing *Pleurotus eryngii* powder

Column	PF column cation exchange resin
Mobile phase	Pump 1: Hydroxide Pump 2: Ninhydrin
Flow rate	Pump 1: 0.35 mL/min Pump 2: 0.30 mL/min
Injection volume	10 µL
Detector	Channel 1: 570 nm Channel 2: 440 nm

Table 3. pH and dough expansion by fermentation of containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

PEP ¹⁾	pH	Fermentation power of dough expansion			
		Incubation time (min)			
		15	30	45	60
0%	5.22±0.03 ^{2)d3)}	8.56±0.49 ^{aD}	37.95±1.20 ^{aC}	75.25±3.46 ^{aB}	113.35±4.59 ^{aA}
2.5%	5.31±0.01 ^{cd}	8.40±0.14 ^{aD}	34.00±2.96 ^{aC}	66.20±3.39 ^{aB}	112.60±4.65 ^{aA}
5.0%	5.42±0.08 ^{bc}	2.83±0.03 ^{bD}	14.08±0.28 ^{bC}	39.93±3.37 ^{bB}	80.13±3.64 ^{bA}
7.5%	5.55±0.06 ^{ab}	2.82±0.04 ^{bD}	12.85±2.02 ^{bC}	34.28±4.04 ^{bB}	68.53±0.04 ^{cA}
10.0%	5.58±0.01 ^a	2.77±0.10 ^{bD}	9.11±2.39 ^{bC}	16.67±0.65 ^{cB}	44.39±2.18 ^{dA}

¹⁾PEP: *Pleurotus eryngii* powder.

²⁾Data are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different superscripts in row (A-D) and column (a-e) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

분 간격으로 60분간 발효시키면서 측정한 발효팽창력은 Table 3과 같다. 발효팽창력은 모든 첨가구에서 발효시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 60분 후에는 대조구가 113.35%로 팽창력이 가장 높았다. 그러나 동일한 발효시간에서 발효팽창력은 새송이버섯의 분말 첨가량이 증가하면 감소하였는데, 10.0% 첨가구가 44.39%로 발효팽창력이 가장 낮았다. 다시마 분말(16)과 자일리톨(26)을 첨가한 식빵의 경우에서도 다시마 분말과 자일리톨이 이스트 활성을 억제하여 첨가량이 증가함에 따라 발효팽창력은 본 연구와 동일하게 감소하였다. 황기 분말(12)과 헤미셀룰라아제를 첨가한 백련차(20) 식빵에서는 이들 첨가량이 증가함에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 발효팽창력이 감소한 이유는 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 gluten 생성량이 감소되었고, 반죽의 pH가 가스보유에 적당한 pH 범위를 넘었기 때문인 것으로 사료된다.

무게, 반죽수율, 굽기손실율

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 굽기 전 반죽의 무게와 구운 후의 식빵의 무게, 반죽수율 및 굽기손실율은 Table 4와 같다. 반죽의 무게는 대조구 528 g~10.0% 첨가구 525 g으로 시료간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 구운 후의 식빵의 무게는 대조구가 490 g으로 가장 높게 나타났으며, 10.0% 첨가구는 480 g으로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 식빵의 무게는 유의적으로 감소하였다.

반죽수율의 경우, 대조구 107.75%, 2.5% 첨가구 109.37%, 5.0% 첨가구 107.57%, 7.5% 첨가구 107.59%, 10.0% 첨가구 107.35%로 새송이버섯 분말 첨가량이 증가되어도 유의적인 차이는 없었다. 이는 반죽의 무게와 식빵의 무게가 시료 간에 큰 차이가 없었기 때문인 것으로 사료되었다. 복령 분말(23), 산수유 분말(24)을 첨가한 식빵의 경우에는 첨가물의

양이 증가함에 따라 반죽수율이 유의적으로 증가하였으나, 마늘 분말을 첨가한 식빵(17)에서는 마늘 분말의 첨가량이 증가할수록 비용적은 감소하여 첨가물을 달리한 식빵에 따라 반죽수율의 결과는 차이가 있었다.

굽기손실율은 대조구 7.19%~10.0% 첨가구 6.86%로 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다. 이는 반죽수율과 동일한 결과로 시료 간 반죽의 무게와 식빵의 무게 차이가 거의 없었기 때문에 이와 같은 결과는 황기 분말(12), 사물탕(22)을 첨가한 식빵의 결과와도 일치하였다. 한편, 매실 과육(15), 마늘 분말(17), 당귀 분말(27)을 첨가한 식빵에서는 첨가물의 양이 증가할수록 굽기손실율이 감소하였는데, Oh 등(22)은 가열에 의한 수분의 증발과 발효산물의 휘발성 물질이 휘발되기 때문인 것으로 보고하였다. 또한 헤미셀룰라아제를 첨가한 백련차(20), 산수유 분말(24)을 첨가한 식빵의 경우, 첨가물의 양이 증가할수록 굽기손실율은 증가한다고 보고하여 첨가물의 종류나 첨가량 등에 따라 식빵의 굽기손실율의 차이가 있는 것으로 생각되었다.

부피와 비용적

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 부피와 비용적의 결과는 Table 5와 같다. 부피의 경우, 대조구 1,515 mL~10.0% 첨가구 940 mL로 대조구가 가장 컸으며 10.0% 첨가구가 가장 낮게 나타나 발효팽창력과 동일한 경향의 결과를 나타내었다. 대조구와 2.5% 첨가구 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 부피는 감소하는 경향을 보였다. 식빵의 부피는 밀가루의 단백질, 특히 gliadin과 glutenin의 비율, gluten의 발달 정도, 첨가물의 종류에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(10,12). 따라서 식빵 제조 시 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 gluten 생성량이 감소됨에 따른 것으로 사료되었다. 발아 콩가루(10)와 천연초 선인장 분말(13)을 첨가한 식빵의 경우에서도 천연초 선인장 분말과 발아 콩가루는

Table 4. Dough weight, bread weight, dough yield and baking loss rate of dough and bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Dough weight (g)	528.00±5.66 ¹⁾	525.00±1.41	525.00±1.41	524.00±2.83	525.00±1.41
Bread weight (g)	490.00±0.00 ²⁾	489.00±1.41 ^a	488.00±2.83 ^a	487.00±1.41 ^{ab}	480.00±5.56 ^b
Dough yield (g)	107.75±1.15	109.37±0.99	107.57±0.33	107.59±0.89	107.35±0.60
Baking loss rate (%)	7.19±0.99	8.57±0.83	7.05±0.29	7.06±0.77	6.86±0.52

¹⁾Data are expressed as mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. Volume and specific volume of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Volume (mL)	1515.00±1.92 ^{1)a2)}	1460.00±8.28 ^a	1297.00±4.74 ^b	114.00±0.71 ^c	940.00±4.14 ^d
Specific volume (mL/g)	3.09±0.18 ^a	3.04±0.02 ^a	2.65±0.03 ^b	2.34±0.14 ^c	1.93±0.02 ^d

¹⁾Data are expressed as mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

gluten의 생성을 억제시켜 부피가 감소된 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 동일하였다. 또한 버섯 중의 polyphenol 화합물(28,29)도 이스트의 생육을 억제하여(30) 식빵의 팽창을 억제하는데 기여한 것으로 추측된다. 한편 이와는 반대로 김치 분말(11), 헤미셀룰라아제를 첨가한 백련차(20), 사물탕(22), 복령 분말(23), 산수유 분말(24)을 첨가한 식빵 등의 연구에서는 첨가물로부터 유래한 젖산균과 다양한 유기산에 의하여 첨가물의 함량이 증가할수록 부피도 함께 증가하여 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다.

비용적의 경우, 대조구 3.09 mL/g~10.0% 첨가구 1.93 mL/g의 범위로 나타났는데 대조구와 2.5% 첨가구를 제외하고 새송이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 이는 부피와 동일한 결과를 나타내었는데, 시료간 식빵 무게의 차이가 크지 않았기 때문인 것으로 사료된다. 발아 콩가루(10), 황기 분말(12), 마늘 분말(17), 당귀 분말(27)을 첨가한 식빵의 연구에서는 첨가량이 증가함에 따라 비용적이 감소하여 본 연구와 동일한 결과를 보였으나, 헤미셀룰라아제를 첨가한 백련차 식빵(20)에서는 헤미셀룰라아제의 첨가량이 증가할수록 발효팽창력이 증가되어 빵의 부피 및 비용적이 증가되었다. 그리고 사물탕을 첨가한 식빵(22)의 경우에는 젖은 글루텐 함량이 증가하여 비용적은 증가하였으나 시료간의 유의적인 차이는 없는 것으로 보고되었다.

외형 표면 관찰

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 외

형 및 표면은 Fig. 1과 같다. 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비해 첨가구의 부피는 감소하였으며, 10.0% 첨가구의 외형이 5종의 식빵 중 가장 작고, 좋지 않았다. 황기 분말(12)과 양파 분말을 첨가한 식빵(31)의 경우에서와 같이 본 연구에서도 새송이버섯 첨가량이 증가함에 따라 껍질색은 점차 진해지고, 식빵의 껍질 두께가 두꺼워지는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 기공의 크기는 커지고 균일하지 않는 경향을 보였는데, 이와 같은 결과는 대조구의 경우 gluten 함량이 높아 발효과정에서 탄산가스의 유지능력이 높으므로 식빵의 부피가 크며, 기공은 작고 고르게 분포하게 되지만(32), 반죽에 새송이버섯 분말을 첨가함에 따라 gluten 생성량이 대조구보다 감소되어 탄산가스의 유지능력이 저하되므로 부피가 감소하고, 기공은 불규칙하며 조직이 거칠어지는 것으로 사료되었다.

색도

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 색도는 Table 6과 같다. 새송이버섯 분말의 L값은 91.18, a값은 -0.59, b값은 9.84의 연한 담황색을 띄었다. 이와 같은 색상의 새송이버섯 분말의 첨가량을 증가함에 따라 먼저 빵의 껍질색의 경우, L값은 대조구 67.82~10.0% 첨가구 49.49로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값은 시료들 간의 유의적인 차이를 보이지 않았고, 황색도인 b값은 대조구 26.33, 2.5% 첨가구 21.04, 5.0% 첨가구 14.12, 7.5% 첨가구 13.52, 10.0% 첨가구 12.88로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 값이

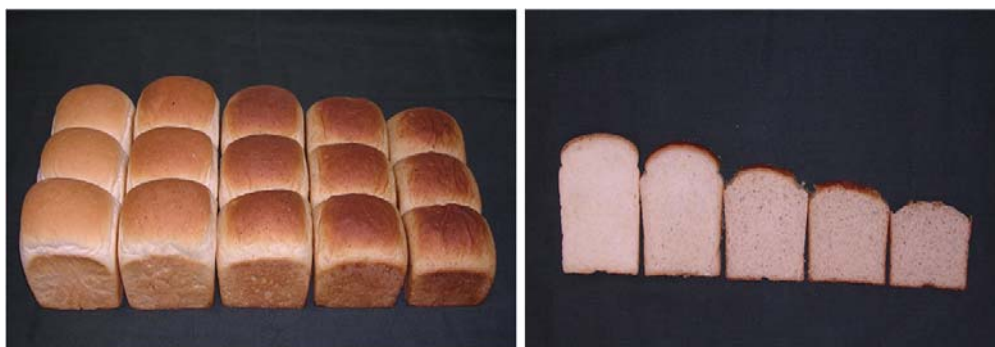


Fig. 1. External and internal appearance of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder.

Table 6. Crust and crumb color of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

		<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
		0	2.5	5.0	7.5	10.0
Crust	L	67.82±0.16 ^{1)a2)}	61.77±1.28 ^b	55.06±0.70 ^c	50.99±0.99 ^d	49.49±4.10 ^d
	a	10.82±0.38	11.40±0.55	10.87±0.31	10.94±0.17	10.37±1.03
	b	26.33±0.18 ^a	21.04±1.92 ^b	14.12±1.24 ^c	13.52±0.33 ^c	12.88±1.42 ^c
Crumb	L	84.84±1.03 ^a	82.50±2.03 ^b	78.40±1.11 ^c	77.01±0.57 ^{cd}	74.82±0.99 ^d
	a	-1.43±0.10 ^d	-1.21±0.15 ^d	-0.70±0.14 ^c	-0.26±0.12 ^b	0.26±0.07 ^a
	b	11.36±0.37 ^b	11.25±1.25 ^b	13.20±0.35 ^a	13.63±0.68 ^a	14.52±0.54 ^a

¹⁾Data are expressed as mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

감소하였지만 5.0%~10.0% 첨가구 사이에서는 유의적인 차이가 없었다.

빵의 내부색의 경우, L값은 새송이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 대조구 84.84, 2.5% 첨가구 82.50, 5.0% 첨가구 78.40, 7.5% 첨가구 77.01, 10.0% 첨가구 74.82로 감소하였으며, a값은 대조구 -1.43~10.0% 첨가구 0.26으로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. b값은 대조구 11.36~10.0% 첨가구 14.52로 새송이버섯 분말의 첨가량과 비례하여 증가하였다.

빵의 색도는 첨가한 식품 본연의 색, 당의 양과 종류, pH, 온도 등의 영향을 받는 것으로 알려져 있는데(27), 사물탕(22), 당귀 분말(27), 단감 분말(33)을 첨가한 식빵에서는 첨가물의 양이 증가할수록 빵 내부의 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하였다. 늙은 호박 분말을 첨가(34)한 식빵 내부의 L값과 a값은 감소하고 b값이 증가하였으며, 쭈 분말을 첨가한 식빵(35)에서는 껍질의 L, a, b값이 모두 감소하였으나, 내부의 L값은 감소하였고 a와 b값은 증가하였다. 또한 황기 분말 식빵(12)의 연구에서는 빵껍질의 L값은 감소하였고, a값은 증가하였으며, b값은 유의적인 차이가 없었고 내부의 L값은 감소하였으며 a와 b값은 유의적으로 증가하였다.

조직감

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 조직감은 Table 7과 같다. 경도는 대조구 146.23 g/cm², 2.5% 첨가구 290.22 g/cm², 5.0% 첨가구 496.56 g/cm², 7.5% 첨가구 708.15 g/cm², 10.0% 첨가구 880.54 g/cm²의 순으로 대조구가 가장 낮았고, 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 황기 분말(12), 다시마 분말(16), 마늘 분말(17), 자일리톨(26)을 첨가한 식빵에서도 첨가물의 양이 증가할수록 경도가 증가하여 본 실험과 동일한 결과를 나타냈다. 한편, 복령 분말(23), 산수유 분말(24), 헤미셀룰라아제를 첨가한 백련차(20) 식빵의 경우에는 첨가물의 양이 증가할수록 경도가 낮아진다고 보고하였다. 빵의 경도는 기공의 발달 정도와 빵의 수분 함량 및 부피의 영향을 받는데 기공이 발달된 빵은 부드럽고 부피가 크기 때문에 일반적으로 경도가 낮은 것으로 보고되었다(12). 응집성은 대조구 79.03 g, 2.5% 첨가구 73.17, 5.0% 첨가구 63.15, 7.5%

첨가구 62.79, 10.0% 첨가구 57.90 g로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였는데, 대조구와 2.5% 첨가구 사이에는 통계학적으로 유의적인 차이가 없었고, 5.0% 첨가구~10.0% 첨가구 사이에서도 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 마늘 분말(17), 복령 분말(23), 산수유 분말(24)을 첨가한 식빵의 경우에는 본 결과와 동일하게 첨가물의 양이 증가함에 따라 유의적으로 감소한다고 보고되었고, 발아 콩가루(10), 황기 분말(12), 사물탕(22)을 첨가한 식빵의 경우에는 첨가물의 양이 증가하여도 유의적인 차이는 없었다. 탄력성도 대조구가 92.49 g로 가장 높았고, 10.0% 첨가구는 87.16 g로 가장 낮아 새송이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 마늘 분말(17), 사물탕(22)을 첨가한 식빵 등의 경우에는 첨가물의 양이 증가함에 따라 탄력성은 감소하여 본 실험의 결과와 동일하였으나, 황기 분말을 첨가한 식빵(12)의 경우에는 첨가량이 증가함에 따라 탄력성은 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 점착성과 깨집성은 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 발아 콩가루를 첨가한 식빵(10)의 경우에는 콩가루의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으나, 울무와 녹차의 첨가량을 달리한 식빵(36)에서는 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 식빵의 조직감은 첨가물의 종류와 성질 및 첨가량에 따라 각기 다른 결과를 나타내는 것으로 사료되었다.

유리아미노산 측정

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 유리아미노산 결과는 Table 8과 같다. 대조구에서는 Glu, Asp, Ala의 순으로, 새송이버섯 분말 첨가구에서는 Glu, Ala, Lys의 순으로 유리아미노산이 함유되어 있었다. Glu와 Ala는 맛난맛과 단맛이 나는 아미노산으로 알려져 있는데(37), 새송이버섯 분말이 증가함에 따라 대조구에 비해 각각 1.3~1.9배, 1.7~3.8배 함량이 증가하였다. 한편 유리아미노산 함량은 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으나, Asp는 예외적으로 감소하여 대부분의 유리아미노산과는 다른 경향을 보였다. 또한 첨가구 중의 유리아미노산 중에는 Lys과 같이 곡물에 부족한 필수아미노산의 함량이 높아 새송이버섯 분말을 첨가함으로써 영양학적으로도 우수한 식빵의 제조가 가능한 것으로 사료되었다.

Table 7. Textural characteristics of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Hardness	146.23±5.17 ^{1)e2)}	290.22±6.53 ^d	469.56±22.42 ^c	708.15±102.74 ^b	880.54±17.99 ^a
Cohesiveness	79.03±1.65 ^a	73.17±5.80 ^a	63.15±2.65 ^b	62.79±3.51 ^b	57.89±1.02 ^b
Springness	92.49±2.49 ^a	90.86±1.21 ^{ab}	89.40±0.24 ^{bc}	88.50±1.10 ^{bc}	87.16±1.84 ^c
Gumminess	39.15±13.17 ^d	86.85±6.69 ^c	148.26±7.49 ^b	180.66±42.64 ^b	223.94±19.11 ^a
Brittleness	36.26±12.26 ^d	79.00±7.11 ^c	131.16±5.05 ^b	161.46±37.64 ^{ab}	195.36±19.42 ^a

¹⁾Data are expressed as mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 8. Free amino acid of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder (mg/100 g)

Amino acid	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0
P-Ser	1.80	2.80	3.20	3.80	4.20
Asp	13.20	13.20	10.30	8.10	6.70
Thr	1.10	2.80	5.40	7.60	10.70
Ser	1.20	3.30	6.60	8.50	12.00
Glu	20.80	26.00	28.90	34.50	39.10
Ala	10.30	17.70	24.50	30.90	38.80
Ile	0.80	4.30	7.00	8.80	11.50
Leu	2.00	7.10	13.00	16.80	22.10
Tyr	2.90	5.10	6.90	8.40	10.70
Phe	1.60	5.60	8.90	11.10	14.20
GABA	2.40	3.00	3.20	4.30	4.90
NH ₃	6.20	8.30	6.80	7.60	7.40
Lys	5.30	10.50	18.50	22.80	28.30
His	0.30	1.40	2.60	3.30	4.60
Arg	7.40	10.20	14.50	17.60	21.40
Val	5.20	9.70	13.90	16.90	20.50
Others	20.50	29.00	38.80	48.40	56.60
Total	103.0	160.0	213.0	259.4	313.7

관능검사

새송이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 식별 검사와 기호도 검사의 결과는 Table 9, Fig. 2와 같다. 껍질색의 경우, panel은 대조구 2.11~10.0% 첨가구 6.52로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 껍질색이 진해지는 것으로 식별하였으며, 빵의 내부색도 대조구 1.70~10.0% 첨가구 6.41로 빵 껍질색과 동일한 경향을 보였다. 발아 콩가루(10)와 청국장 분말(14)을 첨가한 식빵 색의 경우도 첨가구들이 대조구보다 유의적으로 높았다. 기공의 균일한 정도의 경우, 대조구가 5.52로 가장 높은 값을 나타냈으며, 첨가구에서는 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적인 차이는 없었다. 향과 단단한 정도는 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 그러나 탄력성은 대조구가 4.52로 가장 높았고, 새송이버섯 분말의 함량이 증가함에 따라 감소하였지만 첨가구들 간에는 차이가 나타나지 않았다. 촉촉함의 경우, 대조구는 5.47의 값으로 가장 높았으며, 2.5% 첨가구 4.17~10.0% 첨가구 2.76으로 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다.

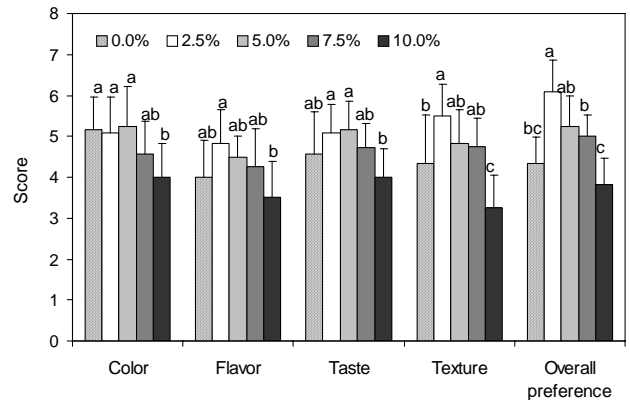


Fig. 2. Preference test of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder. ^{a-c}Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple ranged test.

맛난맛은 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였는데, 이는 새송이버섯에서 유래한 glutamic acid와 같은 유리아미노산에 의한 것으로 사료되었다.

기호도 검사의 경우, 색은 대조구 5.16~10.0% 첨가구 4.00으로 대조구에서 5.0% 첨가구 사이에서는 유의적인 차이가 보이지 않았고, 새송이버섯 분말을 5.0% 이상 첨가할수록 기호도는 낮아졌다. 향에서는 2.5% 첨가구가 4.83으로 가장 선호되었으며, 10.0% 첨가구는 3.50으로 가장 선호되지 않는 것으로 나타났다. 맛에서는 5.0% 첨가구가 가장 선호되었으나 2.5% 첨가구와 유의적인 차이는 없었다. 조직감의 경우, 2.5% 첨가구가 가장 선호도가 높았으며, 10.0% 첨가구가 가장 낮게 선호되었다. 마지막으로 종합적인 기호도에서는 2.5% 첨가구가 6.08로 가장 높았고 다음은 5.0% 첨가구 > 7.5% 첨가구 > 대조구 > 10.0% 첨가구의 순으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 2.5% 첨가구가 껍질과 내부의 색, 향, 맛이 강하지 않으며, 조직감은 가장 좋았기 때문인 것으로 사료되었다.

요 약

새송이버섯 분말을 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0%로 첨가하여

Table 9. Descriptive test of bread containing various concentrations of *Pleurotus eryngii* powder

	<i>Pleurotus eryngii</i> powder content (%)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Crust color	2.11±0.85 ^{1)a2)}	3.47±1.12 ^b	4.70±0.84 ^b	5.05±0.74 ^c	6.52±0.71 ^d
Crumb color	1.70±0.68 ^a	3.76±1.14 ^b	4.58±0.93 ^b	4.88±1.16 ^c	6.41±0.87 ^d
Aircell uniformity	5.52±1.41 ^a	4.00±1.36 ^b	3.64±1.76 ^b	3.47±1.47 ^b	3.29±1.79 ^b
Flavor	2.66±1.07 ^d	3.83±0.93 ^c	4.66±0.65 ^b	5.00±0.73 ^b	6.16±0.57 ^a
Hardness	2.50±1.38 ^d	3.25±0.96 ^{cd}	4.00±0.95 ^{bc}	4.41±0.99 ^b	5.66±0.49 ^a
Springiness	4.52±1.94 ^a	3.23±1.56 ^b	3.17±1.23 ^b	3.11±1.96 ^b	2.70±1.31 ^b
Moistness	5.47±1.28 ^a	4.17±1.55 ^b	3.58±1.50 ^{bc}	3.52±1.80 ^{bc}	2.76±1.75 ^c
Palatability	2.64±1.49 ^c	3.76±1.09 ^b	4.47±1.32 ^b	4.64±0.86 ^{ab}	5.41±1.62 ^a

¹⁾Data are expressed as mean±SD.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

제조한 새송이버섯 식빵의 발효특성을 평가하였다. 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH는 유의적으로 증가하였으나, 발효팽창력은 감소하였다. 그리고 식빵의 무게는 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 반죽의 무게, 반죽수율 및 굽기손실율은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 부피와 비용적은 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 크기는 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였고, 단면의 기공은 크기가 커지고 불균일해졌다. 색도의 경우 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 껌질색의 L값과 b값은 감소하였지만, a값은 유의적인 차이가 없었다. 빵의 내부색의 L값은 감소하였으며, a와 b값은 새송이버섯 분말의 첨가량과 비례하여 증가하였다. 조직감의 경우에는 새송이버섯 분말의 첨가가 경도, 깨짐성, 점성을 유의적으로 증가시켰으며, 응집성과 탄력성은 감소시키는 결과를 나타내었다. 유리아미노산 함량의 경우, Glu가 모든 항목에서 가장 많이 함유되었으며, Asp를 제외한 모든 아미노산은 새송이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 식빵 검사에의 경우, 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 색, 향, 단단한 정도, 맛의 값은 증가하였으나, 기공의 균일한 정도, 탄력성, 촉촉함에서는 감소하는 결과를 나타내었다. 기호도 검사의 경우, 색에서는 대조구~5.0% 첨가구가 유의적인 차이 없이 선호되었으며, 향과 조직감에서는 2.5% 첨가구가 가장 선호되었다. 맛에서는 2.5%~5.0% 첨가구가 시료간 유의적인 차이 없이 높은 선호도를 보였다. 종합적인 기호도 값은 모든 항목에서 높은 점수를 받은 2.5% 첨가구가 가장 높았는데, 이상의 결과로부터 새송이버섯 분말을 2.5% 첨가하여 식빵을 제조하면 버섯분말을 첨가하지 않은 경우보다 맛, 향, 조직감뿐 아니라 다양한 생리기능 기능성을 갖는 식빵을 제조할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 기능성에 관한 연구도 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림기술관리센터(ARPC) 버섯수출사업단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

문헌

- Kim HK, Han HS, Lee GD, Kim KH. 2005. Physiological activities of fresh *Pleurotus eryngii* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 439-445.
- Lee HU, Ahn MJ, Lee SW, Lee CH. 2007. Effects of various ventilation systems on the carbon dioxide concentration and fruiting body formation of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) grown in culture bottles. *J Life Sci* 17: 82-90.
- Kim SY, Son MH, Ha JU, Lee SC. 2003. Preparation and characterization of fried surimi gel containing king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 855-858.
- Ko MS, Kim SA. 2007. Sensory and physicochemical characteristics of Jeungpyun with *Pleurotus eryngii* powder. *Korean J Food Sci Technol* 39: 194-199.
- Sung SY, Kim MH, Kang MY. 2008. Quality characteristics of noodles containing *Pleurotus eryngii*. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 405-411.
- Cho HS, Lee HJ, Lee SJ, Shin JH, Lee HU, Sung NJ. 2008. Antioxidative effects of *Pleurotus eryngii* and its by-products. *J Life Sci* 18: 1360-1368.
- Yoon SR, Lee MH, Kim HK, Lee GD. 2006. Change in functional properties by extraction condition of roasted *Pleurotus eryngii*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 262-270.
- Lee MH, Yoon SR, Jo DJ, Kim HK, Lee GD. 2007. Optimization of extraction conditions for functional components of roasted *Pleurotus eryngii* by microwave-assisted extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1062-1069.
- Lee SJ, Kang MJ, Chung MJ, Lee HU, Seo JK, Sung NJ, Shin JH. 2008. Effect of feeding by-product of *Pleurotus eryngii* in pigs on pork quality. *J Life Sci* 18: 1521-1531.
- Jung JY, Kim WJ, Chung HJ. 2006. Quality characteristics of bread added with germinated soybean powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1260-1266.
- Kim RY, Kim MR, Kim MY, Lee GJ, Choi HM, Chun SS. 2005. Quality characteristics of white pan bread with *Kimchi* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 340-345.
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Joung YM, Lee KY. 2007. Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing cactus *Chounnyuncho* (*Opuntia humifusa*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 461-468.
- Moon SW, Park SH. 2008. Quality characteristics of white pan bread with *Chungkukjang* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 633-639.
- Chae MH, Park NY, Jeong EJ, Lee SH. 2006. Quality characteristics of the bread added with *Prunus mume* by-product obtained from liquer manufacture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1267-1272.
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
- Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21: 485-491.
- Kim JR, Choi OJ, Shim KH. 2005. Quality properties of loaf bread added with fermented tea powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 869-874.
- 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.
- Kim YS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Nelumbo nucifera* G. tea white bread with hemicellulase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1294-1300.
- Pyler EJ. 1979. Physical and chemical test method. In *Baking science and technology*. Sosland Pub. Co., Kansas. Vol II, p 891-895.
- Oh HK, Shin MS, Lim HS. 2007. A study on the quality characteristics of the bread with *Samultang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 643-650.
- Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread added with *Poria cocos* powder. *J East Asian Soc Dietary*

- Life* 18: 554-562.
24. Shin JW, Shin GM. 2008. Quality of white pan bread as affected by various concentrations of *Corni fructus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 1007-1013.
 25. Bae JY, Park LY, Lee SH. 2008. Effect of *Salicornia herba-cea* L. powder on the quality characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1196-1201.
 26. Lee SJ, Paik JE, Han MR. 2008. Effect of xylitol on bread properties. *Korean J Food & Nutr* 21: 56-63.
 27. Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas* nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15: 497-504.
 28. Tsai SY, Huang SJ, Lo SH, Wu TP, Lian PY, Mau JL. 2009. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. *Food Chem* 113: 578-584.
 29. Barros L, Falcão S, Baptista P, Freire C, Boas MV, Ferreira I CFR. 2008. Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chem* 111: 61-66.
 30. Chan EWC, Lim YY, Omar M. 2007. Antioxidant and anti-bacterial activity of leaves of *Etilingera* species (*Zingibera-ceae*) in Penisular Malaysia. *Food Chem* 104: 1586-1593.
 31. Bae JH, Woo HS, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
 32. Kim WM, Lee YS. 2008. A study on the antioxidant activity and quality characteristics of pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. *Korean J Culinary Res* 14: 1-13.
 33. Chung JY, Kim KH, Shin DJ, Son GM. 2002. Effects of sweet persimmon powder on the characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 738-742.
 34. Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY. 2004. Quality characteristics of the breads with freeze-dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
 35. Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of white bread added with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-343.
 36. Park GS, Lee SJ. 1999. Effects of job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1244-1250.
 37. 남궁석, 심창환, 전호남, 도효현, 허남윤. 2000. 식품학 총론. 진로, 서울. p 303-315.

(2009년 4월 3일 접수; 2009년 5월 14일 채택)