

표고버섯가루 분말 첨가 식빵의 일반성분 및 품질 특성

†김 영 모

광주보건대학교 식품영양과

Proximate Composition and Quality Characteristics of White Bread with *Lentinula edodes* Powder

†Young-Mo Kim

Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea

Abstract

The quality properties of bread with *Lentinula edodes* powder were investigated to find the most adequate ratio of the *Lentinula edodes* powder. The protein and crude fat were increased in proportion to the added quantity of *Lentinula edodes* powder. The amount of ash was found the most in the bread with 1% *Lentinula edodes* powder. It was confirmed that the volume of bread with *Lentinula edodes* powder decreased as the amount of the *Lentinula edodes* powder increased. The brightness was the highest in the control and was inversely proportional to the added amount of *Lentinula edodes* powder. The yellowness and redness of the dough were proportional to the added amount of *Lentinula edodes* powder. Total amino acids and free amino acids were found. The dough with 3% *Lentinula edodes* powder contained the highest amounts of both, followed by 2%, and 1%. When evaluating the length of storage, the bread's springiness and cohesiveness decreased. Regarding the taste, preference was given to the bread with 2% *Lentinula edodes* powder, which had the lowest value of bad odors and odd texture in the sensory test.

Key words: *Lentinula edodes* powder, proximate composition, white bread, free amino acids, sensory preference

서 론

불로장생의 묘약이라고 불리는 표고버섯(*Lentinula edodes*)은 담자균류 느타리과 잣버섯속에 속하며, 향신, 참나무버섯 등으로 불리기도 한다(Ko 등 1999; Hwang SJ 2009). 전 세계 버섯 생산 약 17%를 차지하고 있는 표고버섯은 우리나라 임산버섯의 약 97%의 생산량을 차지하고 있으며, 표고 21%, 새송이 13%, 느타리 13%, 팽이버섯 9% 순으로 표고버섯이 높은 선호도로 나타났다(Moon 등 2017).

버섯에는 단백질과 지방, 무기질, 비타민 등의 영양소가 골고루 함유되고 있으며, 독특한 맛과 향을 가지고 있다(Choi 등 2006). 무공해 자연식품으로 주목받고 있는 표고버섯은 단백질의 소화율도 높으며, 최근에는 항암 물질 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Chang ST 2005).

표고버섯의 주요 성분으로는 ergosterol, β -glucan 등이 있다. 버섯류 및 곡류에 주로 함유된 β -glucan은 면역기능을 향상시키는 역할을 도와주며, 항종양 및 항염증 등의 다양한 생리적 활성을 나타낸다는 연구들이 보고되어 있다(Kwon 등 & Yamamoto 등 2009; Ohno 등 2000). 최근 건강에 대한 관심으로 식품 및 제과제빵에서도 영향을 미치고 있다. 식생활의 변화가 바뀌면서 빵을 주식으로 하는 사람들이 늘어나기 시작하였으며, 부재료를 첨가한 기능성 재료들을 이용한 제과제빵 연구들이 진행되고 있다(Choi HS 2007).

표고버섯에 대한 선행연구는 열처리 방법에 따른 표고버섯의 이화학적 특성 및 영양학적 분석(Lee 등 2015), 표고버섯가루, 자몽종자 추출물, 젖산나트륨의 단독 혹은 복합첨가가 저지방 소시지의 품질 및 저장성에 미치는 효과(Son 등 2009), 표고버섯 분말을 첨가한 천연 조미료 추출물의 주요

† Corresponding author: Young-Mo Kim, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea. Tel: +82-62-958-7596, Fax: +82-62-958-7591, E-mail: bliss0816@hanmail.net

성분 및 항산화 효과(Yoo 등 2012), 주요 식용버섯 추출물의 생리활성 효과(Choi 등 2010), 건조방법에 따른 표고버섯분말의 흡습 특성(Ko 등 1999), 저장온도, 시간 및 천연첨가제가 표고버섯의 향 변화에 미치는 영향(Han KY 2015), 열처리 방법과 냉동 저장 기간에 따른 표고의 이화학적 및 영양학적 특성 변화(Seo 등 2015), 표고버섯의 항산화능과 알코올분해능에 미치는 영향(Kim & Jeong 2009), 표고버섯(*Lentinus edodes*) 및 표고버섯 신품종 이슬송이버섯(*Lentinus edodes* GNA01)의 이화학적 특성 및 항산화 활성 비교(Jang 등 2015), 황기 및 표고버섯 첨가 간장의 숙성 기간별 품질 특성 및 항산화 활성(Kim 등 2013), 표고버섯과 느타리버섯의 항암효과(Park 등 1998), 표고버섯 분말을 첨가한 천연 조미료 추출물의 항산화성 향돌연변이성 및 세포독성 효과(Yoo 등 2007), 표고버섯 에탄올 추출물의 산화적 스트레스 억제 효과와 향돌연변이 효과(Oh & Lee 2007), 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성(Hong 등 1989), 느타리, 표고와 양송이버섯의 유기산 및 지방산 조성(Hong 등 1988a), 한국산 표고버섯의 휘발성 향기성분(Hong 등 1988b), 표고버섯을 이용한 조미료의 주요 성분에 관한 연구(Cha 등 2004), 표고버섯의 생리활성 물질분석과 이를 활용한 기능성 즉석식품 개발(Noh GR 2016), 버섯류를 이용한 가공식품 개발(Kim MS 2009), 표고버섯의 채취 시기 및 부위별 영양성분 함량 비교(Park 등 2004), 표고버섯(*Lentinula edodes*) 추출물의 항균활성(Kim 등 2003)에 대한 기능성 연구들이 수행된 바 있다.

표고버섯분말을 식품에 이용한 연구들로는 가래떡의 품질 특성(Hyun 등 2014), 표고버섯분말 첨가 파스타의 제조 조건 최적화(Ko & Joo 2009), 표고버섯을 이용한 샐러드 드레싱 제조의 품질 특성(Jung & Kim 2011), 표고버섯 함유 어묵의 물성 특성(Son 등 2003), 팽이버섯 함유 어묵의 물성 특성(Koo 등 2001), 표고버섯을 첨가한 전통된장의 이화학적 특성(Choi 등 2006), 갈변 표고버섯을 첨가한 국수의 품질 특성(Kim 등 2008) 등의 연구들이 보고되어 있다.

버섯을 이용한 제과제빵연구로는 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 발효 특성(Lee 등 2009), 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*) 분말의 반죽 및 제빵 특성(Choi & Kang 2006), 새송이버섯 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 품질 특성(Jeong & Shim 2004), 잎새버섯 분말 첨가가 spong cake의 품질 특성에 미치는 영향(Lee 등 2007), 표고버섯 분말 첨가 냉동쿠키 제조의 최적화(Jung & Joo 2010), 표고버섯 첨가 찹쌀머핀의 최적화 및 품질 특성(Kim & Joo 2012), 표고버섯 분말을 첨가한 쌀 쿠키의 품질 특성 및 항산화 활성(Kim & Chung 2017), 표고버섯 분말을 첨가한 spong cake의 품질 특성(Jo 등 2010), 표고버섯가루를 첨가한 전병의 특성(Park & Na 2007) 등이 연구되었다. 이처럼 조리 및 가공과 관련된 다양한 연구가 이

루어지고 있다.

본 연구에서는 기능성 소재로 높은 가치가 있는 표고버섯 가루를 식빵에 이용하기 위하여 표고버섯가루 첨가량을 달리한 식빵의 색도, pH, 조직감, 관능검사를 실시하여 표고버섯가루를 첨가한 식빵을 개발하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

표고버섯은 전남 장흥군에서 2017년 6월에 구입하여 사용하였고, 강력분(Samyang, Asan, Korea), 설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 소금(Beksul, Shinan, Korea), 생이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 무염버터(Lotte food, Cheonan, Korea), 탈지분유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 달걀(Gwangseong, Gwangju, Korea)를 구입하여 사용하였다.

2. 표고버섯 전처리

표고버섯은 수확한 중량 70 g 내외의 생버섯을 건조기(LD-918BH, Lequip, Korea)를 이용하여 건조한 후 표고버섯의 입자를 곱게 분쇄하기 위하여 기류식 초미세분쇄기(DM-150S, Furukawa Industrial Machinery Co., Japan)로 분쇄하여 분말로 이용하였다.

3. 일반성분 분석

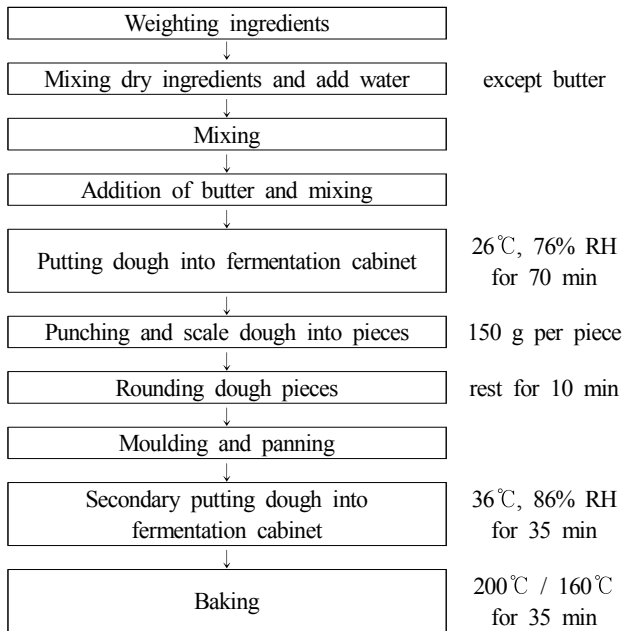
표고버섯의 일반성분은 AOAC(1996) 방법에 따라 분석하였다. 수분함량은 105°C 건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조회분은 600°C 직접회화법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 조단백질(질소계수 6.25)은 Auto-Kjeldahl법으로 측정하였다. 모든 분석은 3회 반복하여 평균값을 사용하였다.

4. 식빵의 제조

표고버섯가루 분말을 첨가한 식빵은 직접반죽법(optimized straight-dough method)으로 제조하였으며(AACC 1983), 배합표 및 제조공정은 Table 1, Fig. 1과 같다. 버터를 제외한 모든 재료를 믹서기(YSM-12, Young Song, Seoul, Korea)에 넣어 1단으로 재료를 혼합한 후, 클린업단계에서 버터를 넣어 최종단계까지 믹싱하였다. 믹싱이 끝난 후 발효실(Aeromat 1.08, Wachtel, Germany)에 반죽을 넣어 60분간 1차 발효(건열 26°C, 습열 76%)를 하였다. 1차 발효가 끝난 후, 반죽을 150 g씩 분할하여 둥글리기 한 후 성형하였고, 식빵팬에 팬닝하여 35분간 2차 발효(건열 36°C, 습열 86%)를 하였다. 2차 발효가 끝난 후 오븐(THE PICCOLO II-3, Wachtel, Germany)에서 윗불 200°C, 아랫불 160°C에서 35분간 구운 후 실온에서 1시간

Table 1. Formula of white bread with different *Lentinus edodes* powder addition amounts

Ingredients (g)	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
Wheat flour	1,000	990	980	970
<i>Lentinus edodes</i> powder	-	10	20	30
Butter	150	150	150	150
Sugar	100	100	100	100
Yeast	40	40	40	40
Defatted milk flour	20	20	20	20
Water	400	400	400	400
Egg	180	180	180	180
Salt	20	20	20	20

**Fig. 1. Process of straight dough baking.**

동안 방냉한 후 시료로 사용하였다.

5. 식빵의 외관

식빵의 외관은 디지털카메라(Sony, HDR-PJ50, Japan)로 플래시가 터지지 않도록 촬영하였으며, 이때 식빵과 카메라와의 거리는 30 cm로 일정하게 유지시킨 다음 촬영하였다.

6. 식빵의 색도

식빵의 색도는 3 cm의 두께로 절단한 후 중앙부위를 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 $Y=96.8$, $x=0.3137$, $y=0.3193$ 인 표준 백색판으로 보정하여 사용하였다.

측정값은 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색을 나타내는 a값(redness) 및 황색을 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었다.

7. 식빵의 pH

식빵의 pH는 반죽의 발효상태 및 이스트의 활성도를 측정하는 지표로 사용되며, 시료 10 g을 취하여 실온(25°C)에서 증류수 100 mL에 4시간 상온 침지 후 추출하여 pH meter(F-71G, Horiba, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

8. 식빵의 구성 아미노산분석

식빵의 구성 아미노산 분석은 Cohen & Michaud(1993)의 방법에 따라 분해 및 유도체화 과정을 거친 후에 HPLC로 분석하였으며, 시료 0.5 g을 시험관에 넣고, 6N-HCl 10 mL를 넣은 후 시험관 끝을 불로 녹여 앰플로 만들어 밀봉 후 오토클레이브에서 110°C 24시간 가수분해시켜 앰플을 깨고, 여과지로 여과한 후 methanol 50 mL로 정용하여 감압농축한 다음 20 mM HCl 5 mL로 정용하였다. 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 일정량 취하여 AccQ-Tag 시약을 사용해 유도체화 시킨 후 HPLC로 분석하였다. 함량은 integrator에 의한 외부표준법으로 계산하였고, 분석조건은 Table 2와 같다.

9. 식빵의 유리 아미노산분석

맛에 영향을 주는 유리아미노산을 분석하기 위하여 Ohara와 Ariyosh(1979)의 방법으로 전처리 후 분석하였다. 시료 0.5 g에 증류수를 가하고, homogenizer(T-25D, IKA, Konigswinter, Germany)로 마쇄하여 교반 후 침출시켜 10 mL로 정용하여 원심분리기(VS-550, VISION, Bucheon, Korea)를 이용하여 원심분리(3,000 rpm, 30 min)한 후 상장액을 취하여 여과(Whatman No.2)하였다. 여과한 여액 10 mL에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 원심분리(50,000 rpm, 30 min)하여 단백질을 제거하고, 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 분석조건은 구성아미노산과 같다.

10. 식빵의 텍스처

식빵의 텍스처 측정을 위해 식빵을 구운 후 실온(24°C)에서 냉각한 후 폴리테틸렌백에 넣고 각각 1일, 2일, 3일, 4일간 저장하여 각각의 식빵의 가장자리를 자른 후 6×6×3 cm 크기로 잘라 Rheo meter(Sun Rheometer Compac-100 II, Sun Sci. Co., Japan)로 mastication test를 하여 측정하였다. 측정조건은 table speed 120 mm/min, load cell 2 kg, deformation 50%, probe size NO.14 φ 50이며, 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness),

Table 2. HPLC condition for the analysis of amino acids

Item	Condition																																															
Instrument	1,200 series (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)																																															
Detector	1,200 series FLD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)																																															
Column	AccQ-Tag™ (Waters Co, 3.9 mm I.D. × 150 mm L.)																																															
Temperature	37°C																																															
	A: AccQ-Tag Eluent A (Acetate-phosphate buffer) B: AccQ-Tag Eluent B (100% acetonitrile) C: Water																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Time (min)</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> <tr> <th colspan="3">% (v/v/v)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>100</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>99</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>95</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>91</td> <td>9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>86.7</td> <td>13.3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>84</td> <td>16</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>83</td> <td>17</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>0</td> <td>60</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>100</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>100</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Time (min)	A	B	C	% (v/v/v)			0	100	0	0	0.5	99	1	0	18	95	5	0	19	91	9	0	26	86.7	13.3	0	30	84	16	0	32	83	17	0	36	0	60	40	39	100	0	0	48	100	0	0
Time (min)	A		B	C																																												
	% (v/v/v)																																															
0	100	0	0																																													
0.5	99	1	0																																													
18	95	5	0																																													
19	91	9	0																																													
26	86.7	13.3	0																																													
30	84	16	0																																													
32	83	17	0																																													
36	0	60	40																																													
39	100	0	0																																													
48	100	0	0																																													
Flow rate	1.0 mL/min																																															
Injection volume	5 µL																																															

검성(gumminess), 부서짐성(brittleness), 부착성(adhesiveness)을 측정하였다.

11. 식빵의 관능검사

식빵의 관능검사를 위한 검사원은 식품영양과 학생 12명을 패널 요원으로 선발하여 실시하였다. 각각의 시료는 식빵의 가장자리를 자른 후 4×4×2 cm 크기로 잘라 난수표로 표기하여 무작위로 제공하였으며, 매우 좋다는 7점, 보통이라는 4점, 매우 싫다는 1점으로 하였다. 관능평가의 항목은 색 & 외관(color), 향미(smell), 이취(off-odor), 맛(taste), 이미(off-flavor), 질감(texture), 전체적인 기호도(overall preferences)에 관해 7

점 척도법을 이용하여 평가하였으며, 한 개의 시료를 먹고 난 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였다.

12. 통계처리

각 실험에서 얻은 결과의 통계처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0, IBM., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 하였고, 평균, 표준편차 및 Duncan의 사후검정을 사용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

표고버섯가루 첨가 식빵의 일반성분 결과, 수분은 25.70~32.46%로 나타났으며, 대조구에 비하여 표고버섯가루를 첨가한 식빵 3%에서 수분함량이 높게 나타났다. 단백질 함량은 표고버섯가루 분말의 조단백질 함량은 20.36%로 나타났으며, 한국산 버섯류의 비교 연구 결과, 보고된 조단백 23.24%의 함량과 유사하였다(Kim CK 1995). 표고버섯가루 첨가 식빵의 조단백질 함량은 첨가량에 따라 약간 높은 함량을 보였으나, 큰 차이를 보이지 않았으며, 표고버섯가루 첨가 3%에서 조단백질 함량이 높게 나타났다. 조지방의 함량은 대조구에 비하여 표고버섯가루 첨가 식빵이 약간 높은 함량을 보였으며, 표고버섯가루 첨가 식빵 1%에서 8.86%, 표고버섯가루 첨가 식빵 2%에서 7.68%, 표고버섯가루 첨가 식빵 3%에서 7.66%로 나타났다. 회분은 대조구에 비하여 표고버섯가루 첨가 식빵들이 높은 함량을 보였으며, 표고버섯가루 첨가 1%가 1.81%로 가장 높게 나타났다(Table 3). 표고버섯가루를 첨가한 전병의 연구에서는 대조구의 수분 2.20%, 조단백 7.48%, 회분 0.69%, 조지방 6.32%로 차이를 보였으나, 표고버섯가루 첨가량에 따라 수분, 조단백은 증가하였고, 조지방은 감소하는 경로를 보고하였다(Park & Na 2007). 표고버섯가루를 활용한 빵의 연구에서도 대조구에서 수분 10.2%, 조단백 55.2%로 많은 차이를 보였고, 조지방은 2.5%로 차이를 보였

Table 3. The proximate compositions of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

Component	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
Moisture	28.22±0.10 ^{1) <sup>2)</sup>}	25.70±0.66 ^d	29.70±0.30 ^b	32.46±0.23 ^a
Crude protein	9.05±0.09 ^b	9.82±0.30 ^a	9.87±0.36 ^a	9.92±0.16 ^a
Crude fat	4.82±0.17 ^c	8.86±0.18 ^a	7.68±0.06 ^b	7.66±0.36 ^b
Crude ash	1.46±0.04 ^c	1.81±0.04 ^a	1.69±0.02 ^b	1.45±0.02 ^c

¹⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

²⁾ Mean with different superscripts in the same row (^{a-d}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

으나, 표고버섯가루 첨가량이 증가함에 따라 조단백질 함량은 증가하고, 조지방은 감소하는 경로를 보고된 바 있다(Roh SH 2000). 본 연구에서도 표고버섯가루 분말 첨가량이 늘어날수록 수분, 조단백이 증가하였으며, 조지방은 감소하였다. 이는 식빵에 첨가된 표고버섯가루의 단백질이 만들어진 식빵의 조단백 함량이 차이가 나는 원인으로 보여진다.

2. 표고버섯가루 식빵의 외관

표고버섯가루 첨가 식빵의 내부표면은 표고버섯가루 분말 첨가 3%가 가장 부피가 낮았고, 표고버섯가루 첨가량이 증가될수록 부피가 낮게 나타나는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2). 표고버섯가루 첨가된 식빵의 부피는 표고버섯가루 1% 첨가 식빵에서 가장 높게 나타났으며, 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피는 감소하는 것을 확인하였다. 표고버섯가루 첨가 식빵의 부피를 보면 다음과 같다. 대조군 13 cm, 표고버섯가루 1% 첨가 식빵 12 cm, 2% 첨가 식빵 11 cm, 3% 첨가 식빵 9.5 cm로 표고버섯가루 첨가량에 따라 각각 1~1.5 cm씩 차이를 나타내었다. 발아 콩가루 분말을 이용한 식빵연구에서도 분말의 첨가량이 증가될수록 gluten의 생성이 감소하는 경로를 보고하였으며(Jung 등 2006), 전지대두를 첨가한 식빵연구에서는 단백질의 양이 증가할수록 식빵의 부피가 줄어든다고 보고한 바 있다(Olatidoye & Sobowale 2011). 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵에서도 첨가량에 따라 글루텐 생성량이 감소되어 부피가 감소하였다고 보고하였다(Lee 등 2009). 본 연구에서도 표고버섯가루 첨가량이 늘어날수록 표고버섯가루에 함유되어 있던 단백질의 함유량의 증가와 글루텐의 생성이 감소하여 식빵의 부피가 줄어든 것으로 사료된다.

3. 표고버섯가루 식빵의 색도

표고버섯가루를 첨가한 식빵의 색도 내부색은 다음과 같다. L값은 대조군이 69.99로 가장 높은 명도를 나타내었고,

표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 69.44~68.60까지 감소하였다. a값은 대조군에서 -0.75에서 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 -0.53~0.75까지 높아졌으며, b값은 대조군이 10.57에서 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 9.02~14.83까지 높아졌다(Table 4). 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵과 새송이버섯 분말의 반죽 및 제빵 특성의 연구에서도 새송이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 내부색의 색도의 경우, L값은 감소하고, a값은 증가하며, b값은 증가한다고 보고하였다(Lee 등 2009; Choi & Kang 2006). 본 연구에서도 표고버섯가루 첨가량에 따라 표고버섯이 가지고 있는 자체의 색이 색도의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)에 영향을 미친 것으로 사료된다. 대조군과 2% 첨가군이 선호도가 좋은데, 식빵의 색도는 10.57~11.56 사이를 선호하는 것으로 보이고, 황색도가 14 이상은 오히려 관능평가가 낮게 나타났다. 즉, 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아지고, 적색도, 황색도는 높아져 색도에 긍정적이지 않은 것으로 보이며, 색에 대한 기호도에 영향을 준 것으로 판단된다.

4. 표고버섯가루 식빵의 pH

표고버섯가루 첨가 식빵의 pH는 대조군이 5.9이며, 표고버섯가루 1% 첨가 5.9, 2% 첨가 6.0, 3% 첨가 6.2로 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 pH는 약간 증가하였으나, 큰 차이는 나타나지 않았다(Table 5). 버섯의 일종인 새송이버섯 분말을

Table 4. Hunter's color value of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
L	69.99	69.44	68.90	68.60
a	-0.75	-0.53	-0.09	0.75
b	10.57	9.02	11.56	14.83

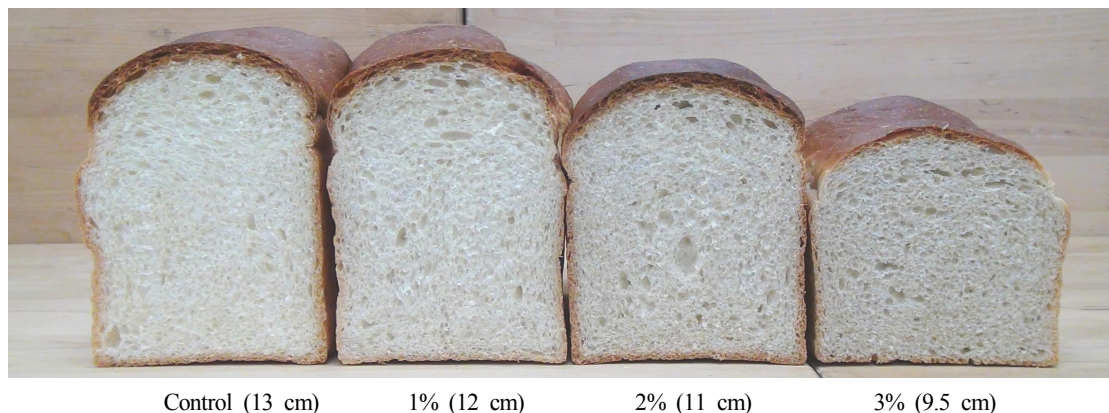


Fig. 2. Photographs of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations.

Table 5. The pHs of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
pH	5.9 ¹⁾	5.9	6.0	6.2

¹⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

첨가한 식빵의 연구에서도 새송이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하였다고 보고한 바 있으며(Lee 등 2009), 메밀가루와 흑임자를 첨가한 식빵의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하였다고 보고한 바 있다(Choi & Chung 2007; Choi & Chung 2005). 본 연구에서 사용된 표고버섯가루 분말은 식빵의 pH에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

5. 표고버섯가루 식빵의 구성 아미노산분석

표고버섯가루 첨가 식빵의 구성아미노산 분석결과, 총 16

종의 아미노산이 검출되었다. 대조구는 cystine 2,405.1 mg%로 가장 높게 나타났으며, glutamic acid 665.3 mg%, leucine 494.5 mg%, isoleucine 458.1 mg% 순으로 나타났다. 표고버섯가루 첨가 1%에서는 cystine 1,843.1 mg%로 가장 높게 나타났으며, glutamic acid 896.5 mg%, leucine 474.4 mg%, serine 456.8 mg% 순으로 나타났다. 표고버섯가루 첨가 2%에서는 cystine 2,217.4 mg%로 가장 높게 나타났으며, glutamic acid 955.1 mg%, leucine 504.6 mg%, serine 469.4 mg% 순으로 나타났다. 표고버섯가루 첨가 3%에서는 cystine 2,383.3 mg%로 가장 높게 나타났으며, glutamic acid 1,268.2 mg%, leucine 596.7 mg%, serine 552.3 mg% 순으로 나타났다. 총 구성아미노산 함량은 대조구에 비하여 표고버섯가루 첨가 3%가 7,423.9 mg%가 가장 높은 함량을 나타내었고, 표고버섯가루 첨가 2% 6,337.0 mg%, 표고버섯가루 첨가 1% 5,742.7 mg%으로 나타났다. 필수아미노산 함량은 표고버섯가루 첨가 3%에서 2,130.5 mg%, 대조구 1,991.1 mg%, 표고버섯가루 첨가 2% 1,778.7 mg%, 표고버섯가루 첨가 1% 1,680.9 mg% 순으로 나타났다(Table 6).

Table 6. The total amino acids content of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

Amino acids	Content (mg%)			
	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
Aspartic acid	121.8±4.8 ⁴⁾	88.1±3.4	106.1±4.1	131.1±5.2
Glutamic acid	665.3±26.6	896.5±35.6	955.1±38.1	1,268.2±50.7
Serine	347.7±13.8	456.8±18.2	469.4±18.6	552.3±22.0
Histidine	111.8±4.4	119.2±4.6	124.5±4.9	150.1±6.0
Glycine	189.4±7.5	256.2±10.2	265.0±10.5	306.5±12.1
Threonine	241.5±9.6	273.3±10.8	284.5±11.3	340.2±13.4
Arginine	179.8±7.1	211.0±8.3	214.3±8.5	252.3±10.0
Alanine	177.9±7.0	195.0±7.7	206.7±8.1	245.4±9.6
Tyrosine	134.9±5.3	115.0±4.5	124.4±4.8	154.3±6.1
Cystine	2,405.1±96.2	1,843.1±73.5	2,217.4±88.5	2,383.3±95.1
Valine	31.5±1.2	0.00	0.00	0.00
Methionine	35.4±1.4	0.00	0.00	0.00
Phenylalanine	296.4±11.8	274.4±10.9	296.0±11.7	349.7±13.9
Isoleucine	458.1±18.3	398.0±15.7	423.3±16.9	502.6±20.0
Leucine	494.5±19.7	474.4±18.8	504.6±20.0	596.7±23.6
Lysine	321.8±12.8	141.5±5.5	145.9±5.8	191.3±7.5
TAA ¹⁾	6,212.9	5,742.7	6,337.0	7,423.9
EAA ²⁾	1,991.1	1,680.9	1,778.7	2,130.5
EAA/TAA (%) ³⁾	32.1	29.3	28.1	28.7

¹⁾ TAA; Total amino acid.

²⁾ EAA; Essential amino acid (Thr.+Val.+Met.+Iso.+Leu.+His.+Lys.+phe.).

³⁾ EAA/TAA (%); Essential amino acid/Total amino acid.

⁴⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

표고버섯을 이용한 조미료의 연구에서는 총 19종의 구성아미노산이 검출되었으며, glutamic acid가 46.2 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였다. leucine 16.3 mg/g, aspartic acid 12.2 mg/g, lysine 12.1 mg/g 순으로 나타났으며, cystine은 나타나지 않은 결과로 보고되었다(Cha 등 2004).

6. 표고버섯가루 식빵의 유리 아미노산분석

표고버섯가루 첨가 식빵의 유리아미노산 분석결과 대조군 및 표고버섯가루 1%, 2%, 3% 첨가한 식빵에서 총 16종의 유리아미노산이 검출되었고, 대조구는 cystine 95.8 mg%, glutamic acid 48.5 mg%, arginine 43.8 mg%, alanine 33.9 mg%, aspartic acid 22.2 mg% 순으로 나타났으며, 표고버섯가루 1% 첨가에서는 cystine 74.6 mg%, glutamic acid 56.9 mg%, alanine 40.2 mg%, aspartic acid 16.8 mg%, arginine 27.5 mg% 순으로 나타났으며, lysine 0.8 mg%로 가장 낮게 나타났다. 표고버섯가

루 2% 첨가에서는 cystine 68.1 mg%, glutamic acid 63.4 mg%, alanine 51.6 mg%, arginine 22.4 mg%, aspartic acid 28.5 mg% 순으로 나타났으며, histidine이 2.3 mg%로 가장 낮게 나타났다. 표고버섯가루 3% 첨가에서는 cystine 105.1 mg%, glutamic acid 85.0 mg%, alanine 54.8 mg%, arginine 29.0 mg% 순으로 나타났다. 유리아미노산 함량은 표고버섯가루 첨가 1% 295 mg%, 2% 335 mg%, 3% 411.2 mg% 순으로 나타났으며, 필수 아미노산 함량은 표고버섯가루 첨가 3%에서 80.3 mg%로 가장 높게 나타났으며, 표고버섯가루 첨가 2%에서는 74.3 mg%, 표고버섯가루 첨가 1% 50.7 mg% 순으로 나타났다. 아미노산은 전체적으로 cystine이 가장 높게 나타났으며, glutamic acid 순으로 나타났다(Table 7). 표고버섯가루 식빵의 유리아미노산 결과, 일반적으로 첨가량이 높아짐에 따라 표고버섯가루 3% 유리아미노산 함량이 높아짐을 확인하였으며, cystine과 glutamic acid 함량이 높아짐을 확인하였다. 당 및 유리아미노

Table 7. The free amino acids content of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

Amino acids	Content (mg%)			
	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
	Control	1	2	3
Aspartic acid	22.2±0.8 ⁴⁾	16.8±0.4	28.5±1.0	26.8±1.0
Glutamic acid	48.5±1.8	56.9±2.1	63.4±2.4	85.0±3.2
Serine	8.2±0.3	7.1±0.2	9.2±0.3	8.7±0.3
Histidine	4.1±0.1	3.0±0.1	2.3±0.0	4.0±0.1
Glycine	11.5±0.4	14.9±0.5	9.5±0.2	12.1±0.3
Threonine	4.1±0.1	3.7±0.1	6.1±0.2	6.4±0.2
Arginine	43.8±1.6	27.5±1.0	22.4±0.7	29.0±1.0
Alanine	33.9±1.2	40.2±1.6	51.6±2.0	54.8±2.0
Tyrosine	6.4±0.2	6.3±0.2	8.0±0.3	9.4±0.3
Cystine	95.8±3.7	74.6±2.8	68.1±2.6	105.1±4.1
Valine	9.0±0.3	11.8±0.4	18.1±0.6	19.8±0.6
Methionine	16.5±0.5	12.6±0.3	12.5±0.4	11.7±0.4
Phenylalanine	15.1±0.5	8.0±0.2	10.2±0.3	10.4±0.3
Isoleucine	7.4±0.2	3.6±0.1	8.7±0.3	9.0±0.3
Leucine	14.5±0.5	7.2±0.2	11.3±0.1	12.8±0.4
Lysine	3.1±0.1	0.8±0.0	5.1±0.2	6.2±0.2
TAA ¹⁾	344.1	295	335	411.2
EAA ²⁾	73.8	50.7	74.3	80.3
EAA/TAA(% ³⁾)	21.45	17.19	22.18	19.53

¹⁾ TAA; Total amino acid.

²⁾ EAA; Essential amino acid (Thr.+Val.+Met.+Iso.+Leu.+His.+Lys.+phe.).

³⁾ EAA/TAA (%); Essential amino acid/Total amino acid.

⁴⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

산이 빵의 품질에 미치는 연구에서 감칠맛을 주는 유리아미노산 glutamic acid, aspartic acid 등이 식빵의 부피를 증가시키고, glycine, lysine 등은 식빵의 부피를 감소시켰다는 연구 보고가 있다(Rubenthaler 등 1963). 유리아미노산은 맛에 영향을 주는 아미노산으로 감칠맛에 영향을 주는 유리아미노산은 aspartic acid, glutamic acid이 있으며, 단맛에 영향을 주는 유리아미노산은 serine, glycine, threonine, alanine이 있으며, 쓴맛에 영향을 주는 유리아미노산은 histidine, arginine, tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, isoleucine, leucine, valine이 있다고 보고되었다(Tseng 등 2005). 본 연구에서 식빵의 부풀기와 유리아미노산의 함량을 비교해볼 때, 표고버섯가루에 함유된 유리아미노산이 식빵의 부풀기에는 영향을 주지 않은 것으로 보이며, aspartic acid과 glutamic acid은 표고버섯가루의 첨가량이 증가할수록 함량이 증가하는 것으로 분석되었으나, 본 연구결과, 식빵의 부풀기는 줄어들었다. 이는 표고버섯가루에 함유된 단백질과 지방의 함량이 식빵의 부풀기에 영향을 미친 것으로 보인다. 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵에서도 유리아미노산인 glutamic acid이 28.10~39.10%로 첨가량에 따라 높게 나왔으나, 식빵의 부풀기는 본 연구결과와 같이 첨가량이 증가할수록 감소하였다(Lee 등 2009).

7. 표고버섯가루 식빵의 텍스처

표고버섯가루 첨가 식빵의 텍스처는 다음과 같다. 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 씹힘성(Gumminess), 부서짐성(Brittleness), 부착성(Adhesiveness)을 측정하였다. 탄력성은 0일차에 93.6%로 대조구가 가장 높았고, 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 탄력성이 감소하였고, 3% 첨가가 낮게 나타났다. 대조구와 표고버섯첨가 1~2%에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 1일에서 4일까지도 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 표고버섯가루 첨가 3%가 낮게 나타났다. 응집성은 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 응집성이 감소하기 시작하였으며, 시간이 지날수록 1일, 2일, 3일 및 4일까지 감소하였다. 0일, 1일에서는 대조구와 1~2%에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 씹힘성은 0일차에 대조구에 비하여 표고버섯가루 첨가 3%가 994.0%로 가장 높았고, 시간이 지날수록 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 씹힘성은 증가하였으며, 0일차에 대조구, 1~2%에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 마늘분말을 첨가한 식빵에서도 첨가량에 따라 탄력성과 응집성은 감소하였다고 보고하였으며(Hong & Shin 2008), 새송이버섯분말을 첨가한 식빵에서도 첨가량에 따라 탄력성과 응집성은 감소하였으며, 씹힘성과 부서짐성은 첨가량에 따라 증가하는 걸로 본 연구결과와 같았다(Lee 등 2009). 부서짐성은 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 높아졌고, 표고버섯가루 첨가 3%가 높게 나타났으며,

시간이 지날수록 부착성은 증가하였다. 0일차에 대조구, 1~2%에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 부착성은 나타나지 않았다(Table 8).

8. 표고버섯가루 식빵의 관능검사

표고버섯가루 첨가 식빵의 색 및 외관, 향 및 냄새, 이취, 맛, 이미, 질감 및 전체적인 기호도로 관능검사를 실시하였다. 색에 대한 기호도는 0일차에 대조구가 6.5로 좋았고, 2%가 6.3으로 유의적으로 색에 대한 선호도가 좋았으며, 표고버섯가루 첨가 3%에서 색에 대한 선호도가 낮게 나타났다. 1일에서 4일까지는 대조구와 2%가 가장 높은 점수를 받았다. 1일차에는 대조구, 1~2%에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 향에 대한 기호도는 달콤한 향과 구수한 향에 대한 선호도로 구분하여 평가하였고, 0일차에 대조구와 2% 첨가 식빵이 유의적으로 좋았으며, 1% 첨가 식빵도 양호하게 나타났으며, 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 1일차부터는 달콤한 향과 고소한 향이 조금 높아졌다. 표고버섯가루 향은 3%를 제외하고는 전체적으로 거부감이 없었으며, 2% 이하 첨가 식빵에서는 관능적 평가에 영향을 주지 않는 것을 나타냈다. 표고버섯가루가 가지고 있는 단백질의 갈변반응으로 인하여 향이 강한 걸로 보이며, 3% 첨가량에서 관능평가가 낮게 나타났다. 이취는 0일차에 2%가 유의적으로 좋게 나타났으며, 표고버섯가루 3% 첨가 식빵에서 낮은 선호도를 나타내었으며, 시간이 지날수록 1일차, 2일차, 4일차에서는 유의적인 차이가 없는 걸로 나타났다. 맛에 대한 기호도는 단맛과 고소한맛에 대한 선호도로 평가하였으며, 단맛에 대해서는 0일차에 대조구, 2%, 1%의 순으로 선호도를 나타내었고, 표고버섯가루 첨가 3%가 낮은 선호도를 나타내었다. 1일차부터 4일까지는 전체적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 고소한맛에 대해서는 0일에 대조구, 2%에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 표고버섯 첨가 2% 선호도가 높게 나타났으며, 1일차부터 고소한 맛이 약간 증가하여, 4일차에는 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 단맛에 영향을 주는 아미노산인 alanine, threonine과 고소한 맛에 영향을 주는 유리아미노산 glutamic acid, aspartic acid은 첨가량이 증가할수록 높으나, 표고버섯가루 첨가 식빵 3% 기호도가 낮은 결과는 표고버섯가루가 가지고 있는 자체 특유의 향과 부착성으로 인하여 첨가량이 증가할수록 맛에 대한 기호도가 낮은 것으로 생각된다. 이미에서는 0일차에 표고버섯가루 첨가 2%가 이미가 적게 나타나는 것으로 평가되었으며, 표고버섯가루 첨가 3%에서 높은 걸로 확인되었다. 4일차에는 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 텍스처에 대한 평가는 부드러움, 씹힘, 촉촉함, 잔류감으로 평가하였다. 부드러움은 0일차에 대조구와 2%가 선호도가 높았으며, 유의적인 차이

Table 8. Textural characteristics of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

Items	Storage period (day)	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
		Control	1	2	3
Springiness (%)	0	93.6±0.8 ^{1)ab2)}	92.7±0.9 ^a	92.6±0.8 ^a	89.8±1.2 ^b
	1	93.3±0.4 ^a	93.5±0.8 ^a	93.1±1.1 ^a	88.8±0.3 ^b
	2	93.8±0.6 ^a	93.4±0.8 ^a	92.8±0.3 ^a	90.5±1.8 ^b
	3	92.6±1.4 ^a	93.7±0.3 ^a	91.6±0.7 ^a	87.5±1.7 ^b
	4	93.3±0.6 ^a	93.2±0.5 ^a	92.0±1.0 ^a	85.0±1.5 ^b
Cohesiveness (%)	0	71.3±1.1 ^a	72.3±1.9 ^a	69.8±2.3 ^a	62.7±0.4 ^b
	1	65.5±3.3 ^a	65.7±0.7 ^a	62.2±1.3 ^a	54.3±1.0 ^b
	2	60.6±2.1 ^b	64.0±1.7 ^{ab}	59.2±2.3 ^b	65.3±9.4 ^a
	3	66.2±8.2 ^a	61.1±1.7 ^{ab}	56.6±1.7 ^{bc}	48.1±4.0 ^c
	4	56.4±1.3 ^{ab}	59.0±1.6 ^a	55.0±1.6 ^b	44.4±2.9 ^c
Gumminess (g)	0	582.9±43.0 ^a	473.1±61.7 ^a	654.1±16.4 ^a	994.0±216.1 ^b
	1	645.0±132.9 ^{bc}	563.4±19.3 ^c	855.2±129.0 ^b	1,197.6±138.4 ^a
	2	800.8±119.1 ^b	708.4±133.2 ^b	961.1±102.4 ^b	1,804.0±288.3 ^a
	3	893.1±74.0 ^{bc}	726.6±25.7 ^c	1,015.1±53.0 ^b	1,324.4±164.7 ^a
	4	938.7±67.2 ^{bc}	837.7±129.8 ^c	1,155.7±181.3 ^{ab}	1,335.6±117.7 ^a
Brittleness (g)	0	545.2±35.5 ^a	439.0±61.1 ^a	606.0±19.8 ^a	894.0±207.6 ^b
	1	601.6±123.0 ^c	526.5±13.9 ^c	795.0±110.4 ^b	1,062.2±104.6 ^a
	2	750.4±107.7 ^b	661.3±119.8 ^b	891.5±93.0 ^b	1,635.2±295.6 ^a
	3	828.0±81.0 ^{bc}	681.0±25.4 ^c	930.0±41.9 ^b	1,161.3±164.6 ^a
	4	875.8±59.1 ^{bc}	781.4±125.0 ^c	1,062.2±153.9 ^{ab}	1,136.2±117.3 ^c

¹⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

²⁾ Mean with different superscripts in the same row (a-d) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

를 나타내지 않았다. 1일차에는 부드러움이 낮아졌으며, 2일과 4일차에는 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 씹힘성도 2% 첨가 식빵이 선호도가 좋게 나타났다. 0일차, 2일차, 4일차에는 전체적으로 유의적인 차이는 없었으며, 큰 차이를 나타내지 않았다. 촉촉함은 표고버섯가루 첨가 2%가 선호도가 높게 나타났으며, 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 시간이 지날수록 촉촉함은 낮게 나타났으며, 2일과 4일차에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 잔류에 대한 평가는 표고버섯가루 첨가 2%가 거부감이 가장 낮은 것으로 평가되었으며, 2일차에는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 대조군과 표고버섯가루 2%가 높은 선호도를 나타내었고, 다음으로 1%, 3% 순으로 낮은 선호도를 나타내었다 (Table 9). 시간이 흐를수록 감소하는 경향을 보였으며, 2일차부터는 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 텍스처의 탄력성이 높을수록 관능검사 기호도가 높게 나타났다. 따라서 본 연구결과, 표고버섯가루 첨가 2%가 가장 적합한 첨가비율로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 선호도가 높은 표고버섯가루 분말을 첨가한 식빵을 개발하기 위하여 품질 특성을 조사하였다. 표고버섯가루 첨가 식빵의 단백질과 조지방 함량은 표고버섯가루 첨가량에 따라 다소 증가하였으며, 회분은 1% 첨가 식빵에서 가장 높게 나타났다. 표고버섯가루를 첨가한 식빵의 부피는 첨가량에 따라 낮아지는 것을 확인하였으며, 명도는 대조군에서 가장 높게 나타났으며, 표고버섯가루 첨가량에 따라 낮게 나타났다. 황색도 및 적색도는 표고버섯가루 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 총 구성아미노산과 유리아미노산 함량은 표고버섯가루 첨가 식빵 3%, 2%, 1% 순으로 나타났으며, 표고버섯가루 첨가량과 아미노산 함량은 비례함을 확인하였다. 표고버섯가루 첨가 식빵들의 저장기간에 따른 평가는 탄력성과 응집성은 시간이 지남에 따라 감소하였다. 맛에 대한 선호도는 표고버섯가루 2% 첨가 식빵에서 가장 높게 나타났으며, 이취 및 잔류감이 가장 낮은 것을 확인되었다.

Table 9. The sensory scores of white bread with different *Lentinus edodes* powder concentrations

Sensory items	Storage period (day)	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
		Control	1	2	3
Color	0	6.5±0.7 ^{1)a2)}	5.4±0.9 ^b	6.3±0.7 ^a	4.6±1.1 ^c
	1	6.2±1.0 ^a	5.5±1.0 ^a	6.3±0.8 ^a	4.6±1.1 ^b
	2	6.4±0.7 ^a	5.2±1.1 ^b	6.2±1.2 ^a	4.8±1.1 ^b
	4	6.8±0.4 ^a	5.8±1.3 ^{bc}	6.3±1.1 ^{ab}	5.3±1.4 ^c
Sweet	0	5.6±1.4 ^a	4.8±1.0 ^a	5.2±1.1 ^a	3.7±1.2 ^b
	1	5.3±1.6 ^a	4.2±1.4 ^{ab}	5.1±1.1 ^a	3.8±1.6 ^b
	2	5.9±1.3 ^a	5.0±1.4 ^{ab}	5.9±0.8 ^a	4.7±1.1 ^b
	4	5.8±1.3 ^a	5.3±1.5 ^a	5.2±1.8 ^a	4.8±1.4 ^a
Tasty	0	5.7±1.2 ^a	4.7±0.8 ^b	5.2±1.0 ^{ab}	3.8±1.1 ^c
	1	5.6±1.3 ^a	4.8±1.0 ^{ab}	5.3±1.1 ^a	4.2±1.1 ^b
	2	5.6±1.2 ^{ab}	4.8±1.1 ^{bc}	5.8±1.1 ^a	4.4±1.1 ^c
	4	5.8±1.1 ^a	5.3±1.1 ^{ab}	5.4±0.8 ^a	4.4±1.4 ^b
Off-odor	0	2.5±2.3 ^b	2.8±1.4 ^{ab}	1.7±0.9 ^b	4.1±1.9 ^a
	1	2.3±2.1 ^a	2.7±1.2 ^a	2.2±1.5 ^a	3.5±1.7 ^a
	2	2.9±2.4 ^a	2.3±1.3 ^a	1.8±1.1 ^a	2.8±1.5 ^a
	4	2.3±2.1 ^a	2.4±1.4 ^a	2.0±1.0 ^a	3.1±1.6 ^a
Sweet	0	4.8±1.7 ^a	4.3±1.1 ^{ab}	4.4±1.2 ^{ab}	3.4±1.5 ^b
	1	4.4±1.7 ^a	3.6±1.6 ^a	4.1±1.4 ^a	3.1±1.6 ^a
	2	4.9±1.8 ^a	4.6±1.3 ^a	4.5±1.5 ^a	4.2±1.5 ^a
	4	4.7±1.0 ^a	4.5±1.6 ^a	4.6±1.5 ^a	4.3±1.4 ^a
Tasty	0	5.7±1.4 ^a	4.9±1.0 ^{ab}	5.4±1.2 ^a	4.2±1.1 ^b
	1	5.3±1.5 ^{ab}	4.8±1.1 ^{ab}	5.6±1.0 ^a	4.4±1.3 ^b
	2	5.4±1.1 ^a	5.1±1.2 ^{ab}	5.5±1.2 ^a	4.3±1.4 ^b
	4	5.3±0.8 ^a	5.4±1.4 ^a	5.2±0.8 ^a	4.8±1.4 ^a
Off-flavor	0	2.4±2.2 ^{ab}	2.4±1.2 ^{ab}	1.5±1.0 ^b	3.3±1.5 ^a
	1	2.4±2.1 ^{ab}	2.3±1.2 ^{ab}	1.8±1.1 ^b	3.6±1.4 ^a
	2	2.6±2.1 ^{ab}	2.2±0.9 ^{ab}	1.5±0.5 ^b	3.0±1.0 ^a
	4	2.1±1.9 ^a	2.3±1.1 ^a	1.4±0.5 ^a	2.3±0.8 ^a
Soft	0	6.3±0.9 ^a	5.4±1.0 ^b	6.3±0.9 ^a	4.3±0.9 ^c
	1	4.8±1.2 ^{ab}	4.3±1.1 ^b	5.3±1.2 ^a	3.9±1.2 ^b
	2	5.3±1.4 ^a	4.6±1.2 ^a	5.3±1.3 ^a	4.3±1.3 ^a
	4	4.6±1.4 ^a	4.9±1.6 ^a	4.8±1.4 ^a	3.7±1.4 ^a
Chewy	0	5.4±1.7 ^a	5.0±1.2 ^a	5.6±1.5 ^a	4.8±1.1 ^a
	1	5.1±1.2 ^{ab}	4.3±1.1 ^{bc}	5.3±1.2 ^a	3.7±1.0 ^c
	2	4.5±1.0 ^a	4.3±1.1 ^a	4.7±1.1 ^a	4.3±1.2 ^a
	4	4.4±1.3 ^a	4.6±1.6 ^a	4.9±1.4 ^a	3.8±1.6 ^a
Moist	0	5.9±0.9 ^a	5.4±0.8 ^a	6.2±0.9 ^a	4.3±1.2 ^b
	1	4.7±1.3 ^{ab}	4.4±1.2 ^{ab}	5.5±1.2 ^a	4.1±1.6 ^b
	2	4.6±1.2 ^a	4.3±1.4 ^a	4.8±1.5 ^a	5.0±1.7 ^a
	4	4.3±1.6 ^a	4.5±1.2 ^a	4.8±1.5 ^a	3.5±1.6 ^a

Table 9. Continued

Sensory items	Storage period (day)	<i>Lentinus edodes</i> powder mixed ratio (%)			
		Control	1	2	3
Texture Odd	0	6.1±0.8 ^{ab}	5.4±1.1 ^b	6.3±1.0 ^a	4.6±0.9 ^c
	1	5.6±1.1 ^{ab}	4.9±1.2 ^{ab}	5.8±1.1 ^a	4.6±1.2 ^b
	2	5.8±1.4 ^a	5.4±1.5 ^a	5.8±1.3 ^a	5.0±1.5 ^a
	4	3.4±2.0 ^b	5.3±1.4 ^a	5.7±1.3 ^a	4.5±1.6 ^{ab}
Overall preferences	0	6.3±1.0 ^a	5.3±1.0 ^b	6.3±0.7 ^a	3.9±1.2 ^c
	1	5.9±1.0 ^a	4.5±1.0 ^b	6.1±1.0 ^a	4.0±1.0 ^b
	2	5.3±1.1 ^a	4.8±1.3 ^a	5.4±1.1 ^a	4.3±1.3 ^a
	4	5.2±0.9 ^a	5.2±1.5 ^a	5.6±1.2 ^a	4.7±1.3 ^a

¹⁾ Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

²⁾ Mean with different superscripts in the same row (^{a-d}) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

References

- AACC. 1983. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
- AOAC. 1996. Approved Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA
- Cha WS, Lee MY, Cho BS, Park SY. 2004. A study on the composition of seasoning using *Lentinus edodes*. *Journal of Life Science* 14:829-833
- Chang ST. 2005. Witnessing the development of the mushroom industry in China. *Mushroom Biology and Mushroom Products* pp.3-19
- Choi HS. 2007. Effects of the addition of polymannuronate on the textural characteristics of sponge cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20:47-52
- Choi JS, Kang EO. 2006. Properties of dough and baking using *Pleurotus eryngii* powder. *J Industrial Technology Res Inst* 13:35-41
- Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Kim JK, Lim SS. 2010. Physiological activities of extract from edible mushrooms. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 39:1087-1096
- Choi SN, Chung NY. 2005. Quality characteristics of bread with black sesame powder. *Korea J Food Cook Sci* 21: 655-661
- Choi SN, Chung NY. 2007. The quality characteristics of bread with added buckwheat powder. *Korean J Food Cook Sci* 23:664-670
- Choi SY, Sung NJ, Kim HJ. 2006. Physicochemical characteristics of traditional doenjang with added *Lentinus edodes*. *Culi Sci Hos Res* 22:69-79
- Cohen SA, Michaud DP. 1993. Synthesis of a fluorescent derivatizing, 6-aminoquinoly-n-hydroxysuccinimidyl carbamate and its application for the analysis of hydrolysate amino acid via high-performance liquid chromatography. *Analytical Biochemistry* 211:279-287
- Han KY. 2015. Effect of storage temperature, time and natural additives on the changes in flavor of *Lentinus edodes*. *Culi Sci Hos Res* 21:235-249
- Hong JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS, Sohn HS. 1989. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. *Korean J Food Sci Technol* 21:58-62
- Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB. 1988a. Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20:100-105
- Hong JS, Lee KR, Kim YH, Kim DH, Kim MK, Kim YS, Yeo KY. 1988b. Volatile flavor compounds of Korean shiitake mushroom(*Lentinus edodes*). *Korean J Food Sci Technol* 20:606-612
- Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food Nutr* 21:485-491
- Hwang SJ. 2009. Quality characteristics of soybean *dasik* containing different amount of *Lentinus edodes* powder. *Korea J Food Cook Sci* 25:650-654
- Hyun YH, Pyun JW, Nam HW. 2014. Quality characteristics of *Garaedduk* with *Lentinus edodes* powder. *Korea J Food Cook Sci* 30:11-21

- Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi YM, Kim HR, Hwang JB, Nam JS. 2015. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinus edodes* and new cultivar *Lentinus edodes* GNA01. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 44:1484-1491
- Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 33:716-722
- Jo KA, Lee YJ, Sim CH, Kim KJ, Chun SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake prepared with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Nutr* 23:218-225
- Jung EK, Joo NM. 2010. Optimization of iced cookie prepared with dried oak mushroom (*Lentinus edodes*) powder using response surface methodology. *Korea J Food Cook Sci* 26:121-128
- Jung HA, Kim AN. 2011. Quality characteristics of oak mushroom salad dressing. *J East Asian Soc Diet Life* 21:669-676
- 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 BR, Joo NM. 2012. Optimization of sweet rice muffin processing prepared with oak mushroom (*Lentinus edodes*) powder. *Korea J Food Culture* 27:202-210
- Kim CH, Jeong JG. 2009. Antioxidant activities and the effect of reducing serum alcohol concentration of *Lentinus edodes*. *Kor J Herbology* 24:159-164
- Kim CK. 1995. Comparative study on Korean mushrooms (*Lentinus edodes*; *Pleurotus ostreatus*; *Agaricus bisporus*). MS Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Kim HS, Lim JM, Kwon HJ, Yoo JY, Park PS, Choi YH, Choi JH, Park SY. 2013. Antioxidant activity and quality characteristics on the maruration period of the soy sauce containing *Astragalus memvranaceus* and oak mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Preserv* 20:467-474
- Kim MJ, Chung HJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Preserv* 24:421-430
- Kim MS. 2009. Development of processed mushroom products using *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes*. MS Thesis, Duksung Women's Univ. Seoul. Korea
- Kim SY, Kang MY, Kim MH. 2008. Quality characteristics of noodle added with browned oak mushroom (*Lentinus edodes*). *Culi Sci Hos Res* 24:665-671
- Kim YD, Kim KJ, Cho DB. 2003. Antimicrobial activity of *Lentinula edodes* extract. *Korean J Food Preserv* 10:89-93
- Ko JW, Lee WY, Lee JH, Ha YS, Choi YH. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 31:128-137
- Ko SH, Joo NM. 2009. Optimization of pasta with the addition of *Letinus edodes* powder. *J Korean Diet Assoc* 15:356-363
- Koo SG, Ryu YK, Hwang YM, Ha JU, Lee SC. 2001. Quality properties of fish meat paste containing enoki mushroom (*Flammulina velutipes*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:288-291
- Kwon A, Qiu Z, Hashimoto M, Yamamoto K, Kimura T. 2009. Effects of medicinal mushroom (*Sparassis crispa*) on wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats. *American Journal of Surgery* 197:503-509
- Lee JG, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Min SG, Choi MJ. 2015. Effects of various thermal treatments on physicochemical and nutritional properties of shiitake mushrooms. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 44:874-881
- Lee JS, Kim HS, Lee YJ, Jung IC, Bae JH, Lee JS. 2007. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of *Grifola frondosa* powder. *Korean J Food Sci Technol* 39:400-405
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 38:757-765
- Moon SY, Lee HY, Kim MK, Ka KH, Ko HK, Chung JW, Koo CD, Ryu HJ. 2017. Development of cleaved amplified polymorphic sequence markers for the identification of *Lentinula edodes* cultivars Sanmaru 1ho and Chunjang 3ho. *The Korean Journal of Mycology* 45:114-120
- Noh GR. 2016. Analysis of physiologically active substances in *Lentinula edodes* and their use in production of functional instant food. MS Thesis, Gyeongnam National Univ. Jinju. Korea
- Oh SI, Lee MS. 2007. Antioxidative stress and antimutagenic effects of *Lentinus edodes* ethanol extracts. *Korean J Food Nutr* 20:341-348
- Ohara I, Ariyoshi S. 1979. Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. *Agric Biol Chem* 43:1473-1476
- Ohno N, Miura NN, Nakajima M, Yadomae T. 2000. Antitumor 1,3- β -glucan from cultured fruit body of *Sparassis crispa*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 23:866-872

- Olatidoye OP, Sobowale SS. 2011. Effect of full fat soy bean flour on the nutritional, physicochemical properties and acceptability of cassava flour. *EJEAFChe* 10:1994-1999
- Park HJ, Lee SH, Back OH, Cho SM, Cho YS. 2004. Component comparisons of the nutrient composition of *Lentinula edodes* based of harvest period. *Korean J Community Living Science* 15:107-112
- Park JS, Na HS. 2007. Properties of *Jeonbyeong* containing *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Preserv* 14:337-344
- Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edodes* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30:702-708
- Roh SH. 2000. A study on baking white bread product development according to the amounts of mushroom powder added. *Culi Sci Hos Res* 6:281-289
- Rubenthaler G, Pomeranz Y, Finney KF. 1963. Effects of sugars and certain free amino acids on bread characteristics. *Cereal Chemistry* 40:658-665
- Seo JH, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Jo YJ, Min SG, Choi MJ. 2015. Effects of thermal treatment and freezing storage period on physicochemical and nutritional characteristics of shiitake mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 47: 350-358
- Son MH, Kim SY, Ha JU, Lee SC. 2003. Texture properties of surimi gel containing shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:859-863
- Son SH, Bang JW, Lee HC, Kim KH, Chin KB. 2009. Product quality and shelf life of low fat sausages manufactured with *Lentinus edodes* powder, grapefruit seed extracts, and sodium lactates alone or in combination. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29:99-107
- Tseng YH, Lee YL, Li RC, Mau JL. 2005. Non-volatile flavour components of *Ganoderma tsugae*. *Food Chem* 90:409-415
- Yamamoto K, Kimura T, Sugitachi A, Matsuura N. 2009. Anti-angiogenic and anti-metastatic effects of β -1,3-d-glucan purified from hanabiratake, *Sparassis crispa* (pharmacognosy). *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 32:259-263
- Yoo SJ, Kim SH, Choi HT, Oh HT, Choi HJ, Ham SS. 2007. Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of natural seasoning using *Lentinus edodes* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:515-520
- Yoo SJ, Kim SH, Won HR. 2012. Component analysis and antioxidant activity of natural seasoning using shiitake (*Lentinus edodes*) powder. *Korean J Community Living Sci* 23:245-254

Received 27 September, 2017

Revised 22 October, 2017

Accepted 13 November, 2017