

시판 표고의 식품성분 특성 및 항산화 활성

이수정¹ · 류지현² · 김인수^{1*}

¹경상국립대학교 식품영양학과·농업생명과학연구원

²양산부산대학교병원 의생명융합연구원

Food component characteristics and antioxidant activities of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*)

Soo-Jung Lee¹, Ji-Hyeon Ryu², and In-Soo Kim^{1*}

¹Department of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Research Institute for Convergence of Biomedical Science and Technology, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan, 50612, Korea

ABSTRACT: This study analyzed food component characteristics and antioxidant activities in five kinds of domestic commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*). Moisture content (79.17-82.90 g/100 g) showed little difference, but there was a significant difference in crude protein content. Total mineral content showed a significant difference, and potassium (K) content was the highest. Total and essential amino acid contents were higher in mushroom A than in the other samples. Nonetheless, the ratios of essential amino acids, aspartic acid, and glutamic acid to total amino acids were similar in all samples. β -Glucan content was in the range of 10.28-5.68 g/100 g, exhibiting a significant difference. The color intensity and overall texture of the mushrooms showed no remarkable difference. Total phenol and flavonoid contents were in the range of 19.92-30.77 mg/100 g and 6.95-10.39 mg/100 g, respectively; the ratio of flavonoids to total phenols ranged from 31.53% to 38.21%. DPPH and ABTS radical scavenging activities were 74.92-79.04% and 80.47-84.97%, respectively, and showed little difference. However, the reducing power varied between 195.23 μ M and 317.85 μ M, displaying a significant difference in all samples. Therefore, this study observed similar trends in the food component characteristics and antioxidant activities of domestic commercial shiitake mushrooms.

KEYWORDS: Antioxidant activity, Commercial shiitake mushroom, Food component characteristic, β -glucan

서론

버섯은 미국 FDA (Food and Drug Administration)에서 10대 항암식품으로 선정될 정도로 여러 질환에 대한 예방 효과가 좋아 전문가들이 일상 식사에서 자주 섭취하는 것이 유익하다고 권고하는 대표적인 식재료이다(Choi, 2013). 웰빙 붐과 더불어 기능성 식품소재 및 일상적인 식사용으로 버섯을 이용하려고 하는 소비자의 요구가 증가됨에 따라 여러 종류의 버섯이 시장에 출시되고 있다.

우리나라에서 많이 소비되고 있는 주요 버섯으로는 새송이, 느타리, 팽이, 양송이 및 표고 등이며, 이들 5종의 버섯이 전체 버섯 생산량의 90% 이상을 차지하고 있다(Lee *et al.*, 2017). 하지만 국내의 버섯 소비량은 일본에 비해 1/6정도로 상당히 낮으며(Lee and Seo, 2005), 조리 법이나 가공품에 대한 소비자들의 호응이 낮아 버섯 조리

J. Mushrooms 2021 September, 19(3):216-224
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2021.19.3.216>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Soo-Jung Lee(Instructor), Ji-Hyeon Ryu(Researcher),
 In-Soo Kim (Professor)

*Corresponding author

E-mail : iskim@gnu.ac.kr

Tel : +82-55-772-1437, Fax : +82-55-772-1439

Received July 25, 2021

Revised August 9, 2021

Accepted September 2, 2021

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

법도 일본에 비해 다양하지 못하여 국내에서 버섯 소비는 대부분이 생버섯이나 건조 버섯으로 그 이용은 제한적인 실정이다(Lee *et al.*, 2004). 한국, 중국 및 일본의 남·여성인을 대상으로 실시한 버섯 소비 행태 조사에서 한국의 버섯 구입 장소로는 “마트”가 50.4%, “시장”이 36.2%의 순이었으며, 한국, 중국 및 일본의 소비자가 제일 선호하는 버섯은 표고였다고 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2004). 한편 2010~2015년 동안 우리나라 수도권 소비자를 대상으로 실시한 버섯의 소비 형태 조사에서 새송이 및 느타리의 소비는 감소하였으나 표고는 증가하였으며, 버섯가 공품에 비해 신선한 상태의 버섯 소비가 증가하였다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2017).

표고(*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler)는 전 세계적으로 주목받고 있는 주요 식용 버섯으로 우리나라에서 생산량은 느타리, 새송이 및 팽이버섯 다음으로 4번째이며, 재배 농가, 재배 면적 및 생산량이 해마다 증가되고 있는 고소득 작물에 해당된다(Kang *et al.*, 2004). 또한 송이 및 능이버섯과 함께 3대 식용버섯으로 애용되며 다른 버섯에 비해 다양한 약리작용이 알려져 있는데, 표고에 함유된 성분 중에서 특히 β -glucan은 면역 기능의 향상에 따른 항암 작용 및 주름개선 효과가 있으며(Kim *et al.*, 2016), eritadenine에 의한 혈중 콜레스테롤 감소로 고혈압 및 동맥경화 등의 질병 예방, ergosterin에 의한 체내 칼슘 흡수 증진으로 골다공증 예방 등이 알려져 있다(Enman *et al.*, 2007). 또한 유리 라디칼의 소거활성, 지질 산화 억제 등의 생리활성 작용에 관여하는 폴리페놀 화합물(Kaewnarin *et al.*, 2016)에 유래한 항산화 활성도 보고된 바 있다(Han *et al.*, 2015). 이외에도 표고에는 핵산계 조미료 성분인 구아닐산과 정미성분으로써 글루탐산, 아스파르트산이 다량 함유되어 독특한 향기와 감칠맛을 내어, 다양한 요리의 재료로 애용되고 있다(Cho *et al.*, 2010). 단백질, 지방, 비타민 B군과 칼슘, 칼륨, 철분 및 인 등의 무기질도 다양하게 함유하여 영양적으로도 우수한 식재료로 평가되고 있다(Song *et al.*, 2001).

국내에서 표고의 소비 형태는 건조품에 치중되어 왔는

데, 다양한 생버섯의 시장 출시가 많아짐에 따라 생표고에 대한 이용도 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 표고의 이용성 증대를 위한 자료 구축의 일환으로 시판되고 있는 신선한 상태의 표고에 대한 식품성분의 특성 및 항산화 활성을 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시료의 추출

시판 표고는 경남 진주, 전남 광양 및 순천 지역의 농산물 시장 또는 대형 마트에서 신선한 상태의 표고 5종을 구입하였으며, 이때 표고의 형태는 Fig. 1과 같다. 시료는 구입한 즉시 실험실로 옮겨 마쇄한 후 실험에 사용하였다.

표고 추출물은 마쇄된 시료 10 g에 80% 메탄올을 가하여 100 mL로 만든 후 초음파 추출기(U105, Lab Korea, Gongju, Korea)로 10분간 2회 및 실온(22~25°C)에서 3시간동안 추출하였으며, 이를 여과하여 항산화 활성 측정에 사용하였다.

일반성분 분석

수분, 회분 및 조단백질 정량에는 각각 1 g, 조지방 정량에는 5 g의 마쇄된 표고 시료를 사용하였다. 분석법으로 수분은 105°C 상압가열 건조법, 회분은 550°C 직접회화법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조단백질 함량은 semimicro-Kjeldahl법으로 각각 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 회분, 조지방 및 조단백질 함량을 뺀 값으로 산출하였다.

무기질 분석

무기질은 마쇄된 표고 1 g에 진한 황산과 질산을 각각 10 mL씩 가하여 hot plate상에서 완전 분해시킨 다음 증류수로 희석하여 Inductively Coupled Plasma (ICP, Optima 3300 DV, Perkin-Elmer Co., Melville, NY, USA)로 분석하였다.

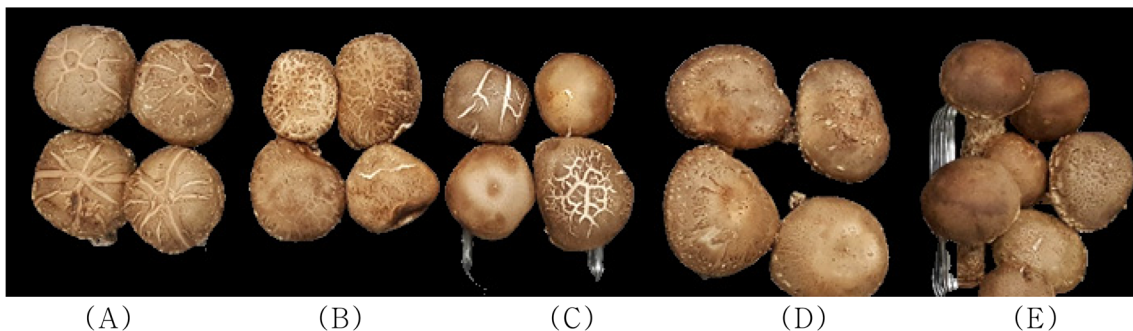


Fig. 1. Picture of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*). Each mushroom was purchased from Gyeongnam Jinju (“A” and “B”), Jeonnam Gwangyang (“C”), and Jeonnam Suncheon (“D” and “E”).

아미노산 분석

마쇄된 표고 0.5 g을 분해용 플라스크에 넣고 6 N HCl 3 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 질소가스를 7분 동안 충전시켜 밀봉한 상태에서 110°C heating block을 이용하여 24시간 분해시켰다. 분해가 완료된 후 실온으로 냉각하여 여과·농축한 다음, sodium citrate buffer(pH 2.2)를 가하여 10 mL로 정용한 후 0.2 µm membrane filter 및 seppak C₁₈ cartridge에 차례로 통과시킨 후 아미노산 자동분석기(Amino acid analyzer 835, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

β-Glucan 분석

Glucan 함량은 Megazyme kit (Mushroom and Yeast β-glucan Assay Procedure K-YBGL, Co. Wicklow, Bray, Ireland)를 이용하여 총 glucan 및 α-glucan을 각각 정량하였다. β-Glucan 함량은 총 glucan 함량에서 α-glucan 함량을 뺀 값으로 계산하였다(Lee *et al.*, 2020).

색도 측정

표고의 색도는 갓 부위의 표면색을 색차계(CR 301, Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정하였다. 이때 표준색판의 L값은 97.61, a값은 0.32, b값은 0.13이었다.

조직감 측정

표고의 갓 부위를 1 cm 두께로 슬라이스 한 다음 가로 × 세로(1 × 1 cm)로 절단하여 texture meter (TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England)로 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness) 및 복원성(resilience)을 10회 이상 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다. 이때 기기 조건으로 probe는 50 mm stainless cylinder를 사용하였으며, pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 1.0 mm/s, trigger force 5.0 g, test distance 5.0 mm로 하여 측정하였다.

총 페놀 및 플라보노이드 분석

총 페놀 함량은 표고의 80% 메탄올 추출액 1 mL에 동량의 Folin-ciocalteu 시약 및 10% Na₂CO₃ 용액을 차례로 혼합하고 실온의 암실에서 60분간 반응시킨 다음 분광광도계(U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(Gutfinger, 1981). 플라보노이드 함량은 상기의 추출액 1 mL에 0.1 mL의 10% aluminum nitrate 및 1 M potassium acetate를 차례로 가하고 4.3 mL의 ethanol을 잘 혼합한 후 실온의 암실에서 40분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(Moreno *et al.*, 2000). 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 표준품으로써 각각 gallic acid 및 quercetin (Sigma-Aldrich Co. St. Louis, MO, USA)을 사용하여 얻은 검량선으로부터 산출하였다.

항산화 활성 측정

항산화 활성은 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 및 ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 라디칼 소거활성과 FRAP (ferric-reducing antioxidant potential)에 의한 환원력으로 각각 측정하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 DPPH 용액(5 mg/100 mL)과 표고의 80% 메탄올 추출액을 동량으로 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958). ABTS 라디칼 소거활성은 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 하여 암실(4°C)에서 12~16시간 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도가 1.5±0.05가 되도록 증류수로 희석하여 제조한 ABTS 기질용액 100 µL에 표고의 80% 메탄올 추출액 50 µL를 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re *et al.*, 1999). 각각의 라디칼 소거활성(%)은 $[1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 으로 계산하였다. 환원력은 상기의 시료 추출액 40 µL, 증류수 40 µL, FRAP 기질용액 100 µL를 차례로 혼합하여 37°C에서 4분간 반응시켜 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 FRAP 기질용액은 pH 3.6의 300 mM acetate 완충용액, 10 mM TPTZ-40 mM HCl 용액, 20 mM ferric chloride를 각각 10:1:1(v/v/v)로 혼합한 후 37°C의 수욕상에서 5분간 반응시킨 것을 사용하였다. 시료의 환원력은 표준품으로써 FeSO₄·7H₂O (Sigma-Aldrich Co.)를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 수행하여 얻은 검량선에 따라 계산하였다(Benzie and Strain, 1996).

통계분석

실험결과는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균±표준편차로 산출하였으며, 실험구별 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하여 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 Duncan's multiple range tests로 사후검정을 하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

공시한 표고 5종의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 79.17~82.90 g/100 g이었으며, 표고 "A", "D" 및 "E"에서 81.03~82.90 g/100 g, "B"와 "C"는 79 g/100 g 수준으로 시료 간의 수분함량 차이는 미미하였다. 회분 함량은 모든 시료에서 1.29~1.67 g/100 g으로 비슷하였다. 조지방 함량은 모든 시료에서 0.50 g/100 g 이하였으나, 통계적으로 시료 간의 유의적인 차이는 보였다. 조단백질 함량은 2.30~4.47 g/100 g으로 표고 "C"에서 가장 많았고, 표고 "D"에서 가장 낮은 함량이었으며, 그 외에는 비슷한 수준이었다. 탄수화물 함량은 12.25~15.60 g/100 g으로 시료 간의 큰 차이는 보이지 않았다. 표고의 일

Table 1. Proximate compositions of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) (g/100 g)

	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate
A	81.96±0.67 ^b	1.54±0.15 ^{ab} (8.56) ^a	0.12±0.01 ^a (0.67)	3.87±0.28 ^c (21.43)	12.51±0.44 ^a (69.35)
B	79.20±1.79 ^a	1.36±0.28 ^{ab} (6.52)	0.42±0.02 ^c (2.01)	3.43±0.34 ^{bc} (16.47)	15.60±2.27 ^b (75.01)
C	79.17±0.64 ^a	1.52±0.06 ^{ab} (7.30)	0.50±0.03 ^d (2.38)	4.47±0.40 ^d (21.48)	14.33±0.69 ^{ab} (68.84)
D	81.03±0.89 ^{ab}	1.67±0.04 ^{ab} (8.78)	0.49±0.03 ^d (2.55)	2.30±0.11 ^a (12.12)	14.52±0.92 ^{ab} (76.55)
E	82.90±0.91 ^b	1.29±0.16 ^a (7.55)	0.24±0.00 ^b (1.39)	3.32±0.17 ^b (19.40)	12.25±1.00 ^a (71.66)

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=3).

Carbohydrate = 100-(moisture+ash+crude lipid+crude protein).

^aValues are calculated as dry base.

^{a-d}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

반성분 함량을 건물량(dry base)으로 환산해 볼 때, 조단백질 함량에서 시료 간의 큰 차이를 보였을 뿐 그 외의 일반성분에서는 미미한 차이를 보였다.

시판되고 있는 느타리, 새송이 및 양송이버섯의 수분 함량은 89.5~93.1%, 조단백질 함량은 2% 수준인 것으로 보고된 바 있는데(Lee *et al.*, 2018), 본 실험에 사용된 표고는 이들 버섯류에 비해 수분 함량은 적고 조단백질 함량은 높은 편이었다. 표고는 품종에 따라 수분, 조지방 및 조섬유 함량에서는 큰 차이가 없으나, 회분과 조단백질 함량은 품종 간의 유의적인 차이가 있다는 보고(Kim *et al.*, 2017)와 같이 본 연구에서 구입처가 다른 시판 표고에서도 유사한 경향이였다.

무기질 함량

공시한 표고 5종의 무기질을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 무기질은 총 8종이 검출되었으며, 무기질의 총량은

358.01~465.86 mg/100 g으로 표고 "A"에서 가장 높았으며, 표고 "B"와 "D"에서는 400.0 mg/100 g 미만이었다. 모든 버섯에서 무기질의 조성은 K > P > Ca > Mg의 순이었고, 칼륨(K)의 함량은 232.20~292.60 mg/100 g, 인(P)의 함량은 58.50~128.57 mg/100 g이었으나, 그 외 무기질은 30 mg/100 g 미만이었다.

국내산 표고 5품종의 무기질 함량을 비교한 결과에서도 칼륨의 함량이 가장 많았고 품종 간에도 유의적인 차이를 보였으나, 칼슘의 함량은 품종 간의 유의차가 없었다는 보고가 있다(Kim *et al.*, 2017). 국내에서 소비가 많은 버섯인 느타리, 새송이 및 양송이버섯에서의 무기질 함량은 칼륨이 가장 많았고, 다음으로 인의 함량이었다는 보고(Lee *et al.*, 2018)는 본 연구의 결과와도 잘 일치하였다.

표고는 주로 활엽수에 근생하므로 무기질 함량이 생육 환경 및 재배지 토양의 산성도나 유기물 함량에 영향을 받는다는 보고(Gast *et al.*, 1988)로 볼 때, 본 연구결과에

Table 2. Mineral contents of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) (mg/100 g)

	A	B	C	D	E
K	292.60±8.75	240.25±2.84	247.55±3.16	232.20±4.41	287.60±2.24
Ca	22.77±0.31	21.04±0.53	29.30±0.74	17.91±5.62	22.08±0.14
Mg	20.50±0.30	21.91±0.45	26.82±0.61	17.18±0.27	20.97±0.18
Na	21.37±0.28	11.56±0.29	21.10±0.51	15.02±0.15	14.19±0.21
Mn	2.50±0.03	3.06±0.03	2.61±0.03	2.52±0.03	2.11±0.01
Fe	0.19±0.01	0.26±0.01	0.28±0.00	0.23±0.01	0.20±0.00
Al	1.82±0.02	1.42±0.02	1.92±0.04	1.57±0.02	1.40±0.01
P	104.12±1.05	58.50±0.83	128.57±1.83	87.18±1.50	99.78±1.11
Total	465.86±8.41 ^d	358.01±3.22 ^a	458.14±2.21 ^d	373.81±3.34 ^b	448.33±2.98 ^c

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=3).

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

서 공시한 표고의 무기질 함량에 차이를 보이는 것도 구입처의 상이함에 따른 생산지 및 재배 조건 등의 차이에도 의한 것으로 생각된다.

아미노산 함량

공시한 표고 5종의 아미노산을 분석한 결과는 Table 3 과 같다. 총 17종의 아미노산이 검출되었으며, 아미노산의 총량은 표고 “A”에서 1957.73 mg/100 g으로 가장 높았으며, 다음으로 표고 “C”에서 1812.19 mg/100 g, 그 외의 시료에서는 1385.92~1404.72 mg/100 g이었다. 아미노산의 조성은 glutamic acid의 함량이 가장 많았고, 다음으로 phenylalanine이었다. 필수아미노산의 함량은 572.08~834.76 mg/100 g이었으며, 총 아미노산 함량과 유사한 패턴을 보였다. 총 아미노산에서 필수아미노산의 비율은 40.82~45.40%로 총 아미노산의 함량이 가장 낮았던 표고 “D”에서 45.40%로 가장 높았다. 버섯의 감칠맛 성분 에 관여되는 aspartic acid와 glutamic acid의 함량은 385.40~676.26 mg/100 g으로, 이는 총 아미노산 함량 중

27.44~36.96%에 해당되었다.

Glutamic acid는 aspartic acid와 함께 천연 조미료 역할을 하며 해독작용이나 뇌 진정작용, 당질 및 지질대사에 관여하는 성분으로 알려져 있는 버섯의 주요 아미노산에 해당된다(Hong *et al.*, 1989). 국내산 표고 5품종의 구성 아미노산 조성에서 aspartic acid 및 glutamic acid의 함량이 다른 아미노산에 비해 높았는데(Kim *et al.*, 2017), 이는 본 연구와도 유사한 결과였다. 현재 국내산 표고의 대량생산이 주로 톱밥배지에 의존되고 있는 것으로 볼 때 배지의 조성에 따라 버섯의 영양성분이 차이는 있으나, 배지의 영양원에 관계없이 아미노산 중 glutamic acid의 함량이 가장 높았다는 보고(Park *et al.*, 2017)는 본 연구의 결과와도 잘 일치하였다.

본 연구에 공시한 표고는 구입처가 다르므로, 생산지 및 재배 조건이 상이할 것으로 추정되지만, 총 아미노산에서 필수아미노산 및 감칠맛 성분의 함유 비율이 유사하여 국내산 표고에 대한 소비자의 선택이 버섯의 맛이나 필수아미노산의 조성에는 영향을 주지 않을 것으로 생각된다.

Table 3. Amino acid compositions of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) (mg/100 g)

	A	B	C	D	E
Aspartic acid	157.02	104.70	147.34	104.59	117.49
Threonine*	97.92	64.31	85.55	65.38	72.65
Serine	82.78	54.98	79.26	61.19	67.26
Glutamic acid	519.24	413.29	433.77	327.43	267.91
Proline	49.35	47.25	51.28	46.28	50.66
Glycine	89.18	65.06	84.99	62.87	72.36
Alanine	80.65	53.00	76.02	60.48	85.23
Cystine	22.19	6.12	10.16	5.36	8.53
Valine*	103.22	62.76	86.02	63.52	69.69
Methionine*	40.22	13.68	19.08	14.50	15.31
Isoleucine*	62.51	41.75	57.21	37.26	50.80
Leucine*	97.28	64.72	91.12	70.48	64.75
Tyrosine	33.21	31.28	36.64	34.51	35.91
Phenylalanine*	262.86	214.77	272.34	245.00	214.08
Histidine*	40.64	28.81	37.46	30.78	33.24
Lysine*	130.12	81.27	146.17	102.23	92.48
Arginine	89.35	53.71	97.80	54.06	86.36
Essential amino acids*	834.76	572.08	794.94	629.15	612.99
Essential/Total (%)	42.64	40.82	43.87	45.40	43.64
Aspartic acid + Glutamic acid	676.26	517.98	581.10	432.02	385.40
Aspartic acid + Glutamic acid/Total	34.54	36.96	32.07	31.17	27.44
Total amino acids	1957.73	1401.47	1812.19	1385.92	1404.72

Kinds of mushrooms(“A”~“E”) were referred to the Fig. 1.

β-Glucan 함량

공시한 표고 5종의 β-glucan을 분석한 결과는 Table 4 와 같다. 표고의 총 glucan 함량은 11.55~16.61 g/100 g으로 표고 “D”에서 유의적으로 높았다. α-Glucan 함량은 모든 시료에서 0.94~1.40 g/100 g으로 매우 적었고, 표고 “D”에서 가장 낮았다. β-Glucan 함량은 표고 “D”에서 15.68 g/100 g으로 가장 많았고, 그 외 시료에서는 10.28~12.74 g/100 g으로 총 glucan 함량과 유사한 경향이었다.

표고에서 주요 β-glucan인 lentinan은 내성이 없는 천연 면역조절제, 항암 및 항산화 기능이 있으며(Chan *et al.*, 2009), 체내 면역시스템에 작용하여 인체의 면역력 증강에 기여하는 BRM (biological response modifiers)으로도 잘 알려져 있다(Oka *et al.*, 1996). 또한 피부 재생 및 주름 개선 효과도 보고된 바 있다(Kim *et al.*, 2016; Pervin *et al.*, 2016). β-Glucan은 표고에 46%, 느타리버섯 27~38%, 새송이버섯에 17% 정도 존재하며(Manzi and Pizzoferrato,

Table 4. β-Glucan contents of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) (g/100 g)

	Total glucan	α-Glucan	β-Glucan
A	13.89±0.08 ^c	1.40±0.04 ^c	12.49±0.04 ^c
B	13.08±0.13 ^b	1.34±0.04 ^d	11.74±0.09 ^b
C	11.55±0.15 ^a	1.26±0.00 ^c	10.28±0.16 ^a
D	16.61±0.23 ^d	0.94±0.01 ^a	15.68±0.22 ^d
E	13.87±0.10 ^c	1.13±0.10 ^b	12.74±0.11 ^c

Kinds of mushrooms(“A”~“E”) were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=3).

^{a-c}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. Color intensity of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*)

	L	a	b	ΔE
A	50.83±3.64 ^b	8.96±0.66 ^a	20.75±1.14 ^a	55.68±3.00 ^b
B	44.87±2.86 ^a	11.98±0.89 ^d	25.41±1.33 ^c	52.96±2.68 ^a
C	44.87±1.69 ^a	9.63±0.28 ^b	20.99±0.43 ^a	50.47±1.56 ^a
D	44.09±3.60 ^a	10.92±0.93 ^c	22.67±1.38 ^b	50.80±3.52 ^a
E	45.85±2.84 ^a	9.73±0.76 ^b	22.10±0.73 ^b	51.86±2.24 ^a

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=10).

^{a-d}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

2000), 특히 국내산 표고에는 25~44% 정도가 함유되어 (Bak *et al.*, 2014), 수입산 표고보다 더 많은 것으로 보고 되어 있다(Kim and Seo, 2016).

이와 같이 표고에서 β-glucan 함량은 품종이나 생산 조건이 상이함에도 불구하고 유사한 수준인 것으로 볼 때, 시판되는 생표고의 구입 시 시각적인 신선도가 확보된다면 기능성 성분의 함량 차이는 미미할 것으로 생각된다.

색도

공시한 표고 5종의 갓 부위에 대한 표면색을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 명도(L값)는 44.09~50.83이었으며, 표고 "A"에서 가장 높았고, 그 외 시료에서는 유의적인 차이가 없었다. 적색도(a값)는 8.96~11.98이었는데, 표고 "B"에서 11.89로 유의적으로 높았으나, 시료간에 차이는 적었다. 황색도(b값)는 20.75~25.41로, a값과 마찬가지로 표고 "B"(25.41)에서 유의적으로 높았지만, 그 외 시료에서는 큰 차이가 없었다. 버섯의 전체적인 색차는 표고 "A"에서 55.68로 가장 높았으나, 이 또한 그 외 시료에서는 유의차가 없었다.

표고는 영양 및 기능성이 우수하나, 생버섯의 경우 갈변의 진행이 빠르며, 또한 갈변 시에는 상품성 및 기호성이 감소된다. 우리나라에서는 생표고의 선택 시 갓이 등글며

두껍고, 색이 옅은 것을 선호하는 경향이 높다(Park *et al.*, 2020). 일반적으로 전체적인 색차에서 ±3이내의 차이 일 경우에는 시각적인 차이가 거의 없는 것으로 여겨진다는 보고가 있는데(Kang *et al.*, 2002), 본 연구에서 공시한 표고의 전체적인 색차가 1~5정도의 차이를 보였으나, 이러한 차이가 소비자의 표고 선택 시의 색깔 선호도에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

조직감

공시한 표고 5종의 갓 부위에 대한 조직감을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 경도(hardness)는 모든 시료에서 565.04~802.97 g/cm³의 범위였으며, 표고 "A", "C" 및 "E"가 유사한 수준이었으며, 표고 "B"와 "D"는 이에 비해 낮았다. 부착성(adhesiveness)은 표고 "E"에서 가장 낮았으나, 그 외 시료에서는 유의차가 없었다. 씹힘성(chewiness)은 0.90~0.93 g으로 시료 간의 차이가 거의 없었다. 탄성(springness) 및 검성(gumminess)은 표고 "A"가 다른 시료에 비해 높았지만, 표고 "E"와는 유의차가 없었다. 그 외 시료에서는 이보다 유의적으로 낮았다. 응집성(cohesiveness)은 표고 "B" 및 "D"가 다른 시료에 비해 유의적으로 높았고, 복원성(resilience)은 0.45~0.56으로 표고 "D"에서 가장 높았다.

버섯류에 대한 소비자 인식 조사에서 버섯을 선호하는 첫 번째 이유가 조직감이라는 보고가 있다(Chang *et al.*, 2008). 버섯은 재배 과정에서 종균 및 배지의 종류가 달라짐에 따라 경도, 검성 및 씹힘성 등에 유의적으로 차이를 보여 식감에도 영향을 준다는 보고도 있다(Lee *et al.*, 2019). 또한 어묵의 제조 시 표고 건조 분말을 첨가한 경우에 느타리나 팽이버섯 분말 첨가에 비해 완제품의 경도와 검성이 높아 가공품의 부원료로써 표고는 어묵의 품질 향상에도 효과적이었다고 하였다(Son *et al.*, 2003).

버섯의 경우 수분 함량에 따라 특유의 질감과 유통기간에 영향을 받는다는 보고(Zhang and Bown, 1997)로 볼 때, 본 연구에서 공시한 표고의 조직감이 큰 차이가 없는 것은 시료 간의 수분 함량에 차이가 적었기 때문이라 생

Table 6. Textural characteristics of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*)

	Hardness (g/cm ³)	Adhesiveness (g-s)	Chewiness (g)	Springness (%)	Gumminess (g)	Cohesiveness (%)	Resilience
A	802.97±193.12 ^b	-0.48±0.62 ^b	0.91±0.02 ^{ab}	566.41±118.75 ^b	621.47±132.31 ^b	0.78±0.03 ^b	0.52±0.03 ^b
B	637.49±127.37 ^a	-0.71±0.55 ^b	0.90±0.05 ^{ab}	468.33±89.85 ^a	520.56±103.31 ^a	0.82±0.03 ^c	0.53±0.04 ^b
C	664.63±90.11 ^{ab}	-0.39±0.35 ^b	0.90±0.02 ^a	457.67±58.46 ^a	511.42±64.62 ^a	0.77±0.04 ^b	0.50±0.03 ^b
D	565.04±115.30 ^a	-0.19±0.15 ^b	0.93±0.02 ^b	431.55±93.07 ^a	463.94±95.93 ^a	0.82±0.03 ^c	0.56±0.04 ^c
E	785.66±139.78 ^b	-3.54±3.15 ^a	0.90±0.04 ^a	514.17±112.72 ^{ab}	573.83±133.43 ^{ab}	0.72±0.06 ^a	0.45±0.05 ^a

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=8).

^{a-c}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 7. Total phenol and flavonoid contents of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*)

	Total phenol (mg/100 g)	Flavonoid (mg/100 g)	Ratio of flavonoid to total phenol (%)
A	25.40±3.03 ^c	8.00±0.42 ^b	31.53
B	23.59±0.49 ^{bc}	8.80±0.37 ^c	37.31
C	30.77±1.13 ^d	10.39±0.67 ^d	33.79
D	23.02±0.54 ^{bc}	8.80±0.32 ^c	38.21
E	19.92±0.39 ^a	6.95±0.24 ^a	34.91

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1. All values are mean±SD (n=3).

^{a-d}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

각된다.

총 페놀 및 플라보노이드 함량

공시한 표고 5종의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 비교한 결과는 Table 7과 같다. 총 페놀 함량은 모든 시료에서 19.92~30.77 mg/100 g이었으며, 표고 "C"에서 유의적으로 높았고, 표고 "E"에서 가장 낮은 함량이었다. 플라보노이드 함량은 6.95~10.39 mg/100 g이었으며, 총 페놀 함량과 유사한 경향으로 표고 "C"에서 가장 높았다. 총 페놀에 대한 플라보노이드 함량의 비율은 31.53~38.21%로 비플라보노이드 계열의 페놀산 함량이 더 많은 것으로 추정되었는데, 이러한 결과는 표고 중 페놀산 성분이 플라보노이드류보다 더 많았다는 보고(Ferreira *et al.*, 2009)와도 일치하는 결과였다.

국내에서 많이 소비되고 있는 5종의 버섯류에서 총 페놀 함량을 비교한 결과, 표고는 새송이 및 느타리버섯에 비해서는 낮으나, 팽이 및 양송이버섯보다는 높다고 보고되어 있다(An *et al.*, 2020). 톱밥배지에서 재배된 표고는 배지의 조성에 따라 총 페놀 함량은 2.37~3.12 mg GAE/g dry base 이었으며, 플라보노이드 함량은 0.48~0.84 mg

QE/g dry base로 유의적인 차이를 보였다는 보고도 있다(Seo *et al.*, 2018). 이와 같이 버섯 중의 총 페놀 함량 차이는 균주의 종류, 재배 방법, 수확 시기, 건조 및 추출 방법 등과 같이 재배 및 가공 조건에 따라 상이하게 나타나는데(Seo *et al.*, 2018), 가공 조건 이외의 환경적 조건을 고려해 볼 때 본 연구에서 구입한 국내산 표고는 생산지가 다를 것으로 추정되나, 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 유사한 것으로 확인되었다.

폴리 페놀은 식물체에 존재하는 2차 대사산물로서 활성 산소에 대한 항산화, 항암 및 항균 등의 다양한 생리활성을 발휘하는 물질로 알려져 있다(Di *et al.*, 1999). 따라서 공시한 표고 중의 폴리 페놀 물질은 인체의 생리활성 및 건강 증대에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

항산화 활성

공시한 표고 5종으로부터 10%의 추출물을 제조하여 DPPH, ABTS 라디칼 소거활성 및 FRAP법에 의한 환원력으로 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 표고 "A", "C" 및 "D"에서 78% 이상의 소거활성으로 시료 간의 유의차가 없었으며, 표고 "E"에서 가장 낮은 활성이었다. ABTS 라디칼 소거활성은 표고 "C" 및 "D"에서는 84.34~84.97%, 표고 "A" 및 "B"에서는 82.99~83.57%로 통계적인 유의차는 있으나 그 차이는 적었다. 환원력은 표고 "D"에서 317.85 μM로 가장 높은 활성이었으며, 시료간에 유의적인 차이를 보였다.

표고에서 라디칼 소거활성 및 환원력 등의 항산화 활성은 총 페놀 함량에 의존적이라는 보고가 있고(Jang *et al.*, 2015), 수확 주기를 달리한 표고에서도 항산화 활성은 시료의 총 페놀 함량에 의존적인 것으로 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2020). 또한 원목 재배된 9품종의 표고에서 DPPH 라디칼 소거활성은 2 mg/mL의 농도조건에서 품종 간의 유의차는 있으나 모든 품종에서 80% 이상의 활성을 보여 항산화 활성이 시료 중의 총 페놀 함량에 의존적이

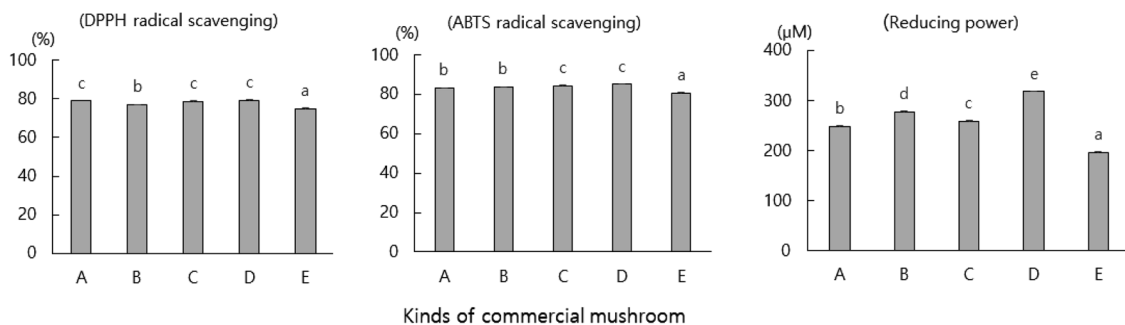


Fig. 2. Antioxidant activities in 80% methanol extract of commercial shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*).

Kinds of mushrooms("A"~"E") were referred to the Fig. 1.

All values are mean±SD (n=3).

^{a-e}Means with different superscripts in the different sample are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

라고 보고되어 있다(Seo *et al.*, 2018). 시판 느타리, 새송이 및 양송이버섯에서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성은 시료 중의 총 페놀 함량과 GABA 함량에 의존적이었으며, 버섯류의 주요 기능성 성분에 해당되는 ergothioneine과 β -glucan 함량과는 상반된 경향이었던 보고도 있다(Lee *et al.*, 2018). 본 연구에서도 표고의 항산화 활성은 총 페놀 함량과 유사한 패턴을 보여 기존의 보고와 일치하였으며, 표고는 β -glucan 함량이 다른 버섯류에 비해 높으며(Choi *et al.*, 2010), 폴리 페놀 이외에도 다양한 항산화 물질이 복합적으로 작용한다는 보고(Vundac *et al.*, 2007)로 볼 때 표고 성분 중의 여러 물질들이 항산화 활성에 관여하는 것으로 추정된다.

따라서 우리나라의 지역 재래시장이나 마트에서 유통되고 있는 국내산 표고는 생산지나 재배 조건이 상이하더라도 식품학적 품질 특성이나 항산화 활성 측면에서 큰 차이를 보이지 않아 소비자들의 표고에 대한 구매 의사에서 표고의 생산 조건이 그다지 영향을 주지는 않을 것으로 생각된다.

적 요

국내산 표고의 식품성분 특성 및 항산화 활성을 알아보기 위해 시판되고 있는 표고 5종을 경남 진주, 전남 광양 및 순천 지역의 농산물 시장 또는 대형 마트에서 구입하여 분석하였다. 수분 함량은 79.17~82.90 g/100 g으로 시료 간의 차이가 적었으나, 조단백질 함량에서 유의적인 차이를 보였다. 무기질 총량은 시료 간의 유의적인 차이를 보였으며, 특히 칼륨(K)의 함량이 가장 많았다. 총 아미노산 및 필수아미노산의 함량은 표고 “A”에서 월등히 높았으나, 총 아미노산에서 필수아미노산 및 aspartic acid와 glutamic acid의 함량 비율은 시료 간에 비슷한 수준이었다. β -Glucan 함량은 10.28~15.68 g/100 g으로 시료 간의 유의적인 차이를 보였다. 시판 표고의 색도와 전반적인 조직감에서는 시료 간의 두드러진 차이가 없었다. 총 페놀 함량은 19.92~30.77 mg/100 g, 플라보노이드 함량은 6.95~10.39 mg/100 g이었으며, 총 페놀 함량에 대한 플라보노이드 함량의 비율은 31.53~38.21%였다. DPPH 라디칼 소거활성은 74.92~79.04%, ABTS 라디칼 소거활성은 80.47~84.97%로 시료 간의 큰 차이를 보이지 않았으나, 환원력은 195.23~317.85 μ M로 시료 간의 유의차를 보였다. 본 연구 결과, 공시한 표고 5종의 식품성분이나 항산화 활성에서 두드러진 차이는 보이지 않았다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 바우처 연구사업(1170132-2)의 연구과제로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- An GH, Han JG, Cho JH. 2020. Comparisons of biological activities and amino acid contents of edible mushrooms extracted using different solvents. *J Mushroom* 18: 53-62.
- Bak WC, Park JH, Park YA, Ka KH. 2014. Determination of glucan contents in the fruiting bodies and mycelia of *Lentinula edodes* cultivars. *Mycobiology* 42: 301-304.
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal Biochem* 239: 70-76.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Chan GCF, Chan WK, Sze DMY. 2009. The effects of β -glucan on human immune and cancer cells. *J Hematol Oncol* 2: 25.
- Chang MS, Kim MS, Jhune CS, Cho WD, Kim GH. 2008. A survey on the perception of consumers to develop processing products of mushroom processed foods. *Korean J Food Preserv* 15: 915-921.
- Cho KA, Lee YJ, Sim CH, Kim KJ, Chun SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake prepared with *Lentinus edodes* powder. *Kor J Food Nutr* 23: 218-225.
- Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Kim JK, Lim SS. 2010. Physiological activities of extract from edible mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1087-1096.
- Choi SJ. 2013. A study on the application of mushroom (*Lentinus edodes*) processing waste for prevention of post-harvest quality deterioration of chub mackerel (*Scomber japonicus*). MS Thesis. Chonnam University. Gwangju, Korea. 9.
- Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. 1999. Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci* 65: 337-353.
- Enman J, Rova U, Berglund KA. 2007. Quantification of the bioactive compound eritadenine in selected strains of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *J Agric Food Chem* 55: 1177-1180.
- Ferreira IC, Barros L, Abreu RM. 2009. Antioxidants in wild mushrooms. *Curr Med Chem* 16: 1543-1560.
- Gast CH, Jansen E, Bierling J, Haanstra L. 1988. Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere* 17: 789-799.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
- Han SR, Kim MJ, Oh TJ. 2015. Antioxidant activities and antimicrobial effects of solvent extracts from *Lentinus edodes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1144-1149.
- 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.
- Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi YM, Kim HR, Hwang JB, Nam JS. 2015. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinula edodes* and new cultivar *Lentinula edodes* GNA01. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1484-1491.
- Kaewnarin K, Suwannarach N, Kumla J, Lumyong S. 2016. Phenolic profile of various wild edible mushroom extracts from Thailand and their antioxidant properties, anti-tyrosinase and hyperglycaemic inhibitory activities. *J Funct*

- Foods* 27: 352-364.
- Kang KH, No BS, Seo JH, Hu WD. 2002. 'Food analysis.' Sung Kyun Kwan University Academic Press, Seoul, Korea. 387-394.
- Kang MY, Kim S, Yun HJ, Nam SH. 2004. Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. *Korean J Food Sci Technol* 36: 648-654.
- Kim JW, Ahn JM, Kwon OJ, Kim SH. 2016. β -Glucan contents and anti-wrinkling effects of brown rice *Phellinus linteus* mycelium extracts fermented with *Lactobacillus plantarum*. *Asian J Beauty Cosmetol* 14: 127-137.
- Kim KJ, Im SB, Yun KW, Je HS, Ban SE, Jin SW, Jeong SW, Koh YW, Cho IK, Seo KS. 2017. Content of proximate compositions, free sugars, amino acids, and minerals in five *Lentinula edodes* cultivars collected in Korea. *J Mushroom* 15: 216-222.
- Kim KJ, Seo KS. 2016. Free sugar, amino acid, and beta-glucan content in *Lentinula edodes* strains collected from different areas. *J Mushroom* 14: 27-33.
- Lee JS, Lee KA, Ju YC, Lim GJ, Choi SK, Lee JS. 2004. A study on consumer behavior for mushrooms by consumers of Korea, China and Japan. *J Mushroom Sci Prod* 2: 102-108.
- Lee KM, Sim U, Choi YM, Lee JS. 2018. Nutritional compositions and antioxidant activities of frequently consumed mushrooms in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47: 1178-1184.
- Lee SJ, Kim HH, Kim SH, Sung NJ. 2019. The effect of different culture conditions of liquid spawn on the quality characteristics of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *J Mushroom* 17: 99-106.
- Lee SJ, Ryu JH, Kim IS. 2020. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of *Lentinula edodes* cultivated with liquid spawn according to harvest cycle. *J Mushroom* 18: 234-243.
- Lee YH, Jeong GH, Kim YJ, Chi JH, Lee HK. 2017. Mushroom consumption patterns in the capital area. *J Mushroom* 15: 45-53.
- Lee YS, Seo GS. 2005. Problems and improvement scheme for mushroom-industry. *J Mushroom* 3: 159-171.
- Manzi P, Pizzoferrato L. 2000. Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chem* 68: 315-318.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- Oka M, Hazama S, Suzuki M, Wang F, Wadamori K, Iizuka N, Takeda S, Akitomi Y, Ohba Y, Kajiwara K, Suga T, Suzuki T. 1996. *In vitro* and *in vivo* analysis of human leukocyte binding by the antitumor polysaccharide, lentinan. *Int J Immunopharmacol* 18: 211-216.
- Park YA, Bak WC, Ka KH, Koo CD. 2017. Comparative analysis of amino acid content of *Lentinula edodes*, a new variety of shiitake mushroom, in 'Poongnyunko.' *J Mushroom* 15: 31-37.
- Park YE, Jang YS, Ryoo R, Ka KH. 2020. Breeding and cultural characteristics of a newly bred *Lentinula edodes* strain, 'Bambithyang.' *J Mushroom* 18: 145-150.
- Pervin M, Unno K, Nakamura Y, Imai S. 2016. Luteolin suppresses ultraviolet A- and B-induced matrix metalloproteinase 1- and 9 expression in human dermal fibroblast cells. *J Nutr Food Sci* 6: 1-6.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Seo SY, Jang YS, Ryoo R, Ka KH. 2018. Antioxidant properties of water extracts from *Lentinula edodes* cultivars grown on oak log. *Kor J Mycol* 46: 51-57.
- 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.
- Song JY, Yoon KJ, Yoon HK, Koo SJ. 2001. Effects of β -glucan from *Lentinus edodes* and *Hordeum vulgare* on blood glucose and lipid composition in alloxan-induced diabetic mice. *Kor J Food Sci Technol* 33: 802-807.
- Vundac VB, Brantner AH, Plazibat M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some *Stachys taxa*. *Food Chem* 104: 1277-1281.
- Zhang G, Bown AW. 1997. The rapid determination of γ -aminobutyric acid. *Phytochemistry* 44: 1007-1009.