Journal of Mushrooms 한국버섯학회지 Research Article

톱밥배지에서 재배된 표고버섯 품종별 이화학적 성분 비교

최지연 · 김민선*

한국식품연구원 식품분석연구센터

Comparison of the physicochemical components of *Lentinula edodes* cultivars cultivated in sawdust medium

Ji Yeon Choi and Min-Sun Kim*

Food Analysis Research Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

ABSTRACT: With the development of sawdust medium cultivation technology, *Lentinula edodes* (shiitake mushroom) has become the most extensively produced and consumed mushroom globally. In this study, the approximate composition, nutritional components, and bioactive compounds of *L. edodes* were analyzed and compared for the five sawdust-cultivated shiitake mushrooms cultivars namely Sanjo701ho, Sanjo707ho, Sanjo715ho, Chamaram, and L808. The approximate range of the composition of freeze-dried shiitake mushrooms was 4.06-5.92 g/100 g of ash, 0.75-1.02 g/100 g of crude fat, and 21.24-29.15 g/100 g of crude protein. Sanjo701ho had the highest trehalose content (9.60±0.08 g/100 g), total polyphenol content (3.49±0.04 mg GAE/g), and total flavonoid content (1.33±0.03 mg QE/g) among the other shiitake mushroom cultivars. The total amino acid content was as follows: glutamic acid>aspartic acid>leucine. Glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, and phenylalanine contents were significantly decreased in the following sequence: Sanjo707ho, Sanjo715ho, Sanjo701ho, Chamaram, and L808. Crude protein, trehalose, and six types of amino acids were identified as classification indicators for the five cultivars of sawdust-cultivated shiitake mushrooms.

KEYWORDS: *Lentinula edodes* cultivars, Sawdust cultivation, Proximate composition, Free sugars, Amino acids

서 론

표고버섯(*Lentinula edodes*, Shiitake mushroom)은 담자균문 주름버섯목 느타리과 표고속에 분류되며, 우리나라를 포함하여 일본, 중국 등 아시아권에서 애용되는 대중적인 버섯이다(Jiang *et al*., 2013; Kim *et al*., 2017b; Reis *et al*., 2012). 식용버섯으로 섭취되는 것과 더불어 항암, 콜레스테롤 저하 등 약리학적 가치가 알려지면서 유럽 및 미국 등 전 세계에서 소비가 증가되고 있으며, 국내에서 재배되는 버섯류 중 생산액이 가장 높은 임산농가의 중요한 소득작물이다(Seo *et al*., 2018; Spim *et al*., 2017).

표고버섯은 과거 원목재배 생산방식으로 4~5년의 재배기간을 통해 봄, 가을철에만 수확하였으나, 인공재배기술의 발달에 따라 시설재배를 통한 톱밥재배로 전환되면서 6개월 만에 계절과 상관없이 수확이 가능해졌다(Lee *et al*., 2000). 재배방법에 따라 원목재배용과 톱밥재배용으로 육성 가능한 품종이 나누어지며, 수입산 품종인 L808은 기둥형의 상면발생법, 국산 품종인 산조 701호, 참아람 등은 봉형의 전면발생 재배를 통해 생산되어 톱밥재배에 의한 생산량이 늘고 있 있다(Noh *et al*., 2020). 표고버섯은 느타리버섯 등에 비해 재배기간이 길어 품종개발이 어려움에도(Lee *et al*., 2017) 재배기술과 더불어 육종연구가 집중되면서 다양한 신품종이 개발되고 있다(Yoo *et al*., 2016; Park *et al*., 2019). 하지만 재배환경 등 다양한

J. Mushrooms 2021 September, 19(3):184-190
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2021.19.3.184
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science
Ji Yeon Choi (Researcher), Min-Sun Kim (Researcher)
*Corresponding author
E-mail : mskim@kfri.re.kr
Tel : +82-63-219-9460,Fax : +82-63-219-9280
Received August 30, 2021
Revised September 14, 2021
Accepted September 23, 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.

요인에 따라 생산량에 영향을 주기 때문에 실제 임가에서는 신품종을 도입하기 보다는 일부 품종을 지속적으로 재배하고 있는 실정이다.

원목재배 방식으로 표고가 생산되던 시기에는 저장성을 높인 건표고 형태로 소비되었지만 단기간에 수확 가능한 톱밥재배가 이루어짐에 따라 생표고 소비 위주로 변화되고 있다(Jung *et al*., 2020). 표고버섯은 지질 함량이 낮고 단백질 함량이 높으며 비타민, 미네랄 및 섬유질이 풍부하기 때문에 완전한 영양식품으로 알려져 있으며, β-glucan 등 기능성 성분도 함유하고 있다 (Akesowan, 2016; Spim *et al*., 2017). 배지재배로 생산 가능한 표고버섯 중에서 국산품종은 산조701호, 산조707호, 산조715호, 농진고, 참아람 등이 있으며, 국내에서 재배 가능한 수입산 품종은 L808과 추재2호가 있다. 특히 산조701호는 국산품종 중 중고온성 품종으로 재배 임가에서 널리 생산되고 있는 품종이다(Noh *et al*., 2020). 톱밥배지 재배 기술의 발전으로 계절과 관계없이 생표고의 소비가 가능해지면서 다양한 표고버섯 품종의 영양학적 차이를 확인하고 최근 개발된 품종들의 식품학적 이용을 위한 과학적 자료를 확보하고자 하였다.

표고버섯 품종간의 비교연구는 Kim 등 (2017)이 보고한 표고버섯 5품종(산림2호, 산림4호, 산림5호, 산림7호, 산림9호)에 대한 일반성분, 유리당, 아미노산 및 무기산 분석연구가 있었으며, Seo 등 (2018)은 원목 재배된 표고버섯 9품종 (다산향, 청백고, 풍년고, 백화향, 천장1호, 천장2호, 산림5호, 산림7호)간의 항산화 활성을 보고한바 있다. 하지만 대부분의 표고버섯에 대한 성분분석 및 항산화 특성 연구(Jacinto-Azevedo *et al*., 2021; Woldegiorgis *et al*., 2014) 등은 품종에 대한 정보가 없거나 품종 간에 대한 연구 자료가 부족한 실정이다.

따라서 본 톱밥배지에서 재배된 표고버섯 중 품종이 확인된 국내산 품종 4종 (산조701호, 산조707호, 산조715호, 참아람)과 수입산 품종 1종 (L808)에 대하여 일반성분, 유리당, 아미노산의 분석과 물 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량을 분석하였고, 품종간의 이화학적 성분 차이를 확인하고 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

표고버섯은 충청북도 소재 임가에서 동일한 국내산 미강과 폐화석이 혼합된 톱밥배지를 이용하여 균상 재배된 산조701호, 산조707호, 산조715호, 참아람, L808 5종을 2020년 4월에 수확하여 사용하였다. 생 표고버섯의 경우 수분함량이 많아 쉽게 변질되는 단점이 있어 모든 표고버섯은 비가식 부위를 제거한 후 일정한 두께로 절단하여 –70°C 초저온냉동고에서 24시간 냉동시킨 다음 진공 동결건조기(LP100, ilshinbiobase, Korea)를 이용하여 동결건조 하였다. 건조된 표고버섯은 갓과 대를 분리하지 않고 혼합하여 균질화한 다음 20 mesh 이하의 분말시료를 –25°C 조건에서 보관하며 모든 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

동결건조된 표고버섯의 일반성분은 식품공전 내 일반성분 분석방법(MFDS, 2020)에 준하여 실시하였다. 수분은 상압가열건조법으로 105°C 건조기(NDO-400, Eyela, Japan)에서 건조시켜 함량을 구하였고, 조회분은 직접회화법을 이용하여 예비회화 후 550°C의 회화로(MF31G, Jeio Tech, Korea)에서 4시간 회화시킨 후 중량법으로 정량하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 조단백질 자동분석기(Kjeltec 8400, Foss, Denmark)를 이용하여 Kjeldahl법으로 측정하였다. 고형분 함량은 동결건조 전후의 표고버섯 무게를 이용하여 계산하였다.

유리당 및 당알콜 분석

식품공전 내 유리당 분석법(MFDS, 2020)을 응용하여 시료 0.5 g에 증류수 20 mL을 가하여 85°C에서 30분간 가온하여 당류를 추출하고 2,500 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 0.45 μm의 nylon membrane filter로 여과하여 HPLC 분석용액으로 사용하였다.

유리당, 당알콜 분석에 사용된 모든 표준물질 (glucose, fructose, sucrose, trehalose, arabitol, mannitol)은 Sigma-Aldrich (USA)사로부터 구입하여 사용하였다. 유리당, 당알콜 분석은 HPLC (Hitachi, Japan)에 Asahipak 컬럼 (NH2P-50 4E, 4.6 mm × 250 mm, Shodex, Japan)을 장착하여 이용하였으며, 컬럼 온도는 30°C를 유지하였고, 시료 주입량은 10 μL, 유속은 1.0 mL/min, 이동상은 water와 acetonitrile을 20:80의 비율로 혼합한 용매를 사용하여 isocratic mode에서 굴절률 검출기로 분석하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석을 위해 시료 0.3 g을 뚜껑이 있는 유리시험관에 취하고 6 N 염산을 10 mL를 넣어 봉관한 후 교반하며 110°C에서 24시간 가수분해하였다. 3차 증류수로 정용한 후 0.2 μm PTFE membrane filter (0.45 μm, whatman, England)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다 (Koo&Jeong, 2020).

구성아미노산 16종의 표준용액은 0.02 N 염산에 적당한 농도로 희석하여 사용하였다. 시험용액과 표준용액 중 아미노산 분석은 visible detector가 장착된 아미노산 자동분석기(L-8900 system, Hitachi, Japan)를 이용하였다. 분석을 위해 이온 교환 컬럼(#2622PH, 4.6 mm × 60 mm, Hitachi, JPN)을 이용하였으며 pH가 상이한 구연산염 완충액을 이동상으로 gradient mode를 통해 아미노산을 분석하였다. 이동상의 유속은 0.35 mL/min으로 시험용액 주입량은 20 μL이었다. 정량분석을 위하여 컬럼에 주입된

시험용액을 auto sampler를 이용하여 Ninhydrin post-column 유도체화 과정을 통해 유도체화 시켰다. Ninhydrin-유도체화된 아미노산 중 프롤린은 440 nm, 프롤린은 제외한 아미노산은 570 nm에서 분석하였다. 각 아미노산은 검출된 아미노산의 피크 면적과 외부표준물질의 피크 면적을 비교하여 계산하였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

동결 건조된 표고버섯 분말 1 g에 증류수 20 mL를 가하여 60분 동안 30°C 초음파 수조에서 추출하였다. 표고버섯 추출물은 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 다음 상등액을 syringe filter (0.45 μm, nylon, whatman, England)로 여과하여 여과액을 –4°C에 보관하며 실험에 사용하였다.

표고버섯 물 추출물의 폴리페놀 함량은 Folin-Denis방법(1912)을 약간 변형하여 측정하였다. 시료 100 μL와 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich, USA) 400 μL를 혼합하여 5분 동안 방치한 후 10% Na_2CO_3 200 μL를 첨가하여 암소에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응액을 취하여 microplate reader (synergy H1, BioTek Instruments, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid (Sigma-Aldrich, USA)의 표준곡선을 기준으로 함량을 계산한 후 mg gallic acid equivalent (GAE)/g로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 분석은 Davis법을 변형한 Son 등 (2020)의 방법을 참고하여 측정하였다. 시료 0.2 mL와 diethylene glycol 0.2 mL를 혼합한 다음 1 N NaOH 10 uL를 가하고 37°C에서 60분 동안 반응시켰다. 반응액을 취하여 microplate reader를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin (Sigma-Aldrich, USA)의 표준곡선으로부터 함량을 계산하였고 mg quercetin equivalent (QE)/g로 나타내었다.

통계처리

측정값은 SPSS 통계프로그램 (Statistical Package for the Social Science, Version.20 PSSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 성분의 평균과 표준편차를 산출하였으며, ANOVA 분석 후 Ducan's multiple range test를 통해 시료간의 유의성 (p<0.05)을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

표고버섯의 일반성분 분석결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 모든 시료에서 주요 일반성분은 조단백질이었으며 저지방 함량으로 확인되었다. 동결건조한 표고버섯의 수분 함량은 참아람 5.27±0.24 g/100 g으로 가장 높았으며, 산조 707호가 4.55±0.12 g/100 g로 가장 낮게 나타났다. Yang 등 (2019)은 표고버섯을 열풍건조와 동결건조한 결과 수분 함량의 차이가 크지 않았다고 보고하였으며, 동결건조한 표고버섯의 수분 함량 (3.57±0.20 g/100 g)은 본 실험 결과보다 낮게 확인되었다. 조회분 함량은 산조715호 (5.92±0.13 g/100 g), 산조707호 (5.86±0.12 g/100 g), 산조701호 (5.08±0.19 g/100 g), 참아람 (5.05±0.06 g/100 g), 그리고 L808 (4.06±0.21 g/100 g) 순으로 높게 확인되었다. 표고버섯의 조지방 평균 함량은 0.91±0.11 g/100 g로 확인되었으며, 산조701호 품종에서 0.75±0.04 g/100 g로 가장 낮게 나타났다. 표고버섯의 조단백질 평균 함량은 25.15±2.93 g/100 g이었으며, 산조715호 품종에서 29.15±0.43 g/100g로 가장 높았으며, 산조707호, 산조 701호, 참아람, L808 순으로 각각 27.64±0.61 g/100g, 24.69±0.50 g/100 g, 23.03±0.06 g/100 g 그리고 21.24±0.21 g/100 g 순으로 많은 함량을 보였다. 가장 최근에 품종이 등록된 산조715호에서 가장 높은 함량을 보였으며, 품종별 유의적 차이 (p<0.05)를 확인하였다. Salamat 등 (2017)은 파키스탄에서 재배된 표고버섯을 그늘에서 하루 동안 건조하여 일반성분을 분석한 결과, 지방 0.88±0.02%, 단백질 23.51±0.03%, 회분 5.87±0.03%로 본 실험의 연구결과와 유사한 결과값을 보였다. Kim 등 (2017a)은 5종의 표고버섯의 일반성분 분석 결과, 일반성분 함량이 모두 높은 품종으로 원목재배와 톱밥재배가 모두 가능한 산림5호를 보고하였으며, 수분 함량 6.8%, 조지방 함량 2.24%, 조회분 함량 5.08%, 조단백질 함량 21.07%으로 본 연구결과보다 수분, 조지방은 높고, 조단백질은 낮은

Table 1. The proximate composition in five *Lentinula edodes* cultivars

L. edodes	Total solid (g/100 g)	Content (dry basis, g/100 g)			
		Moisture	Crude Ash	Crude Fat	Crude Protein
Sanjo701ho	14.77	5.01±0.08^{abc}	5.08±0.19^{b}	0.75±0.04^{a}	24.69±0.50^{c}
Sanjo707ho	13.81	4.55±0.12^{a}	5.86±0.12^{c}	1.00±0.04^{b}	27.64±0.61^{d}
Sanjo715ho	13.62	5.23±0.40^{bc}	5.92±0.13^{c}	1.00±0.02^{b}	29.15±0.43^{e}
Chamaram	13.55	5.27±0.24^{c}	5.05±0.06^{b}	1.02±0.02^{b}	23.03±0.06^{b}
L808	14.49	4.75±0.04^{ab}	4.06±0.21^{a}	0.81±0.05^{a}	21.24±0.21^{a}

$^{a-e}$Mean±standard deviation with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

Table 2. Contents of free sugar and sugar alcohols in five *Lentinula edodes* cutivars

L. edodes	Content (dry basis, g/100 g)					
	Arabitol	Fructose	Mannitol	Glucose	Sucrose	Trehalose
Sanjo701ho	3.15±0.20[a]	0.12±0.09	7.16±0.04[b]	0.81±0.01[a]	ND[1)]	9.60±0.08[e]
Sanjo707ho	7.44±0.10[d]	ND	5.46±0.21[a]	0.90±0.22[a]	ND	5.37±0.12[a]
Sanjo715ho	7.78±0.32[d]	1.51±0.38	7.08±0.46[b]	1.03±0.26[a]	ND	5.67±0.14[b]
Chamaram	5.65±0.14[b]	ND	7.01±0.24[b]	1.20±0.21[a]	ND	7.23±0.10[c]
L808	6.32±0.16[c]	0.65±0.22	8.30±0.24[c]	1.17±0.15[a]	ND	8.27±0.10[d]

[a-e]Mean±standard deviation with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.
[1)]ND: Not detected.

경향을 나타내었다. 건조하지 않은 L808의 일반성분 함량은 조단백 2.00 g/100g, 조지방 0.30 g/100g, 조회분 0.80 g/100g으로 90.8%의 수분함량을 고려하더라도 본 연구결과보다 낮은 함량을 나타내었다(Sung 등, 2018). 그 외 본 연구에 사용된 표고버섯 품종에 대한 일반성분 분석은 보고된바 없어 직접적인 비교가 불가능 하였다. 일반성분 분석결과를 종합해보면 조단백질 함량만이 톱밥배지 재배용 5품종 간의 구분 지표로 활용 가능성이 있는 것으로 나타났다.

유리당 및 당알콜 함량

동결 건조한 표고버섯 중 4종의 유리당 (fructose, glucose, sucrose, trehalose)과 당알콜 2종 (arabitol, mannitol)을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 버섯에는 일반적인 식품들과 다르게 환원당의 함량이 적고 당알콜류와 비환원당인 trehalose가 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다 (Kim&Hong, 1988). 모든 표고버섯 품종에서 trehalose, arabitol, mannitol이 검출되었으며 당알콜류를 포함한 총 유리당 함량은 L8008 품종에서 가장 높게 확인되었다. Trehalose의 함량은 산조701호 (9.60±0.08 g/100 g), L808 (8.27±0.10 g/100 g), 참아람 (7.23±0.10 g/100 g), 산조715호 (5.67±0.14 g/100 g), 산조707호 (5.37±0.12 g/100 g) 순으로 나타났으며, 품종별 유의적 차이를 확인할 수 있었다. Arabitol은 산조701호에서 3.15±0.20 g/100 g으로 다른 품종들에 비하여 약 2배 낮은 함량으로 확인되었다. Mannitol은 L808에서 8.30±0.24 g/100 g으로 가장 높게 검출되었으며, 산조707호에서 5.46±0.21 g/100 g으로 가장 낮은 함량을 보였다. 모든 표고 품종에서 glucose가 검출되었으나 1% 함량으로 품종별 차이가 없었다. 크기별 표고버섯의 유리당 함량을 분석한 결과 (Kim&Hong, 1988) 표고버섯의 갓 부위에서 arabitol, mannitol이 각각 3.9~6.2%, 6.2~7.7%로 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 하지만 trehalose는 0.53~1.01%로 본 연구결과보다 낮게 나타났으며, trehalose 함량이 당알콜류보다 높게 측정된 본 연구결과와 반대였다. 중국산 표고버섯 (0.83~1.23%)보다 한국산 표고버섯 (6.10~9.00%)에 trehalose 함량이 높았으며 (Kim&Seo, 2016), 국내에서 재배된 표고버섯 5종의 trehalose 함량과 유사한 수준이었다. 이는 연구에 사용된 표고버섯의 품종, 재배환경 등의 요인에 따라 차이가 있다고 판단된다.

아미노산 함량

표고버섯의 아미노산 함량을 분석한 결과 16종이 검출되었고, 총 아미노산은 산조707호 19,791.50 mg/100 g, 산조715호 19,419.54 mg/100 g, 산조701호 17,678.60 mg/100 g, 참아람 15,801.26mg/100 g, 그리고 L808 11,778.02 mg/100 g 순으로 높게 나타났다(Table 3). 주요 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine, alanine으로 확인되었으며, glutamic acid가 산조701호, 산조707호, 산조715 각각 4,544.21 mg/100 g, 4,491.32 mg/100 g, 4,620.06 mg/100 g으로 유사하게 검출되었고, L808에서 2,644.35 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 보였다. 표고버섯에 함유된 아미노산 중 glutamic acid가 가장 높다고 보고된 연구결과(Li *et al*., 2018; Lee *et al*., 2020)와 동일하게 본 연구결과에서도 모든 품종에서 가장 높게 나타났다. 아미노산은 버섯의 영양학적 측면과 더불어 맛에 큰 영향을 주는 성분으로 특히, glutamic acid와 aspartic acid는 감칠맛에 영향을 주는 요소이다(Yang *et al*., 2001). 감칠맛 아미노산 함량은 산조715호 6,761.31 mg/100 g로 가장 높게 나타났으며, 두 번째로 산조707호 품종 (6,557.92 mg/100 g), 산조701호 (6,237.15 mg/100 g) 순으로 나타났다. 본 연구에서는 갓과 대를 구분하지 않고 가식부위 전체를 시료로 분석하였기 때문에 감칠맛 아미노산 함량이 Li 등 (2018)이 보고한 표고버섯의 갓 (77.88±0.20 g/kg)과 대 (36.18±0.01 g/kg)에서 확인된 함량의 중간 수치로 검출되었다고 사료된다.

체내 합성이 불가능하거나 합성되더라도 양이 매우 적어 생리 기능을 달성하기에 충분하지 않아 음식으로 섭취해야하는 필수아미노산 arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, valine 총 9종이 검출되었다. 필수 아미노산 함량은 품종별 유의적 차이를 보였으며, 산조 707호, 산조715호, 산조

Table 3. Cotents of amino acids in five *Lentinula edodes* cultivars

Compositio ns	Content (dry basis, mg/100 g)				
	Sanjo701ho	Sanjo707ho	Sanjo715ho	Chamaram	L808
Aspartic acid	1692.95±16.58^{b}	2066.60±21.91^{d}	2141.26±4.02^{e}	1760.57±19.33^{c}	1301.95±930.84^{a}
Threonine	1070.13±44.22^{c}	1058.73±14.32^{c}	1087.18±3.47^{c}	923.64±9.81^{b}	671.43±477.02^{a}
Serine	1112.12±25.89^{d}	1063.17±15.06^{c}	1087.44±3.70^{cd}	928.76±9.78^{b}	673.30±477.89^{a}
Glutamic acid	4544.21±119.00^{c}	4491.32±52.85^{c}	4620.06±12.24^{c}	3300.76±35.37^{b}	2644.35±1937.55^{a}
Proline	585.89±12.79^{a}	811.85±3.74^{d}	788.74±10.37^{c}	673.79±16.38^{b}	490.97±343.06^{a}
Glycine	824.92±13.18^{c}	972.06±7.35^{e}	921.94±0.39^{d}	781.74±12.33^{b}	568.02±405.44^{a}
Alanine	1036.69±16.28^{c}	1177.29±8.50^{e}	1106.21±5.89^{d}	955.97±12.34^{b}	689.35±487.16^{a}
Valine	674.57±19.36^{b}	1018.54±7.42^{e}	962.18±9.94^{d}	806.83±17.77^{c}	592.98±417.13^{a}
Methionine	118.25±3.97^{a}	143.06±24.99^{b}	144.37±1.98^{b}	113.18±3.24^{a}	86.51±61.12^{a}
Isoleucine	719.95±12.06^{c}	883.67±10.02^{e}	806.19±7.86^{d}	695.22±11.15^{b}	503.09±353.10^{a}
Leucine	1303.54±18.33^{c}	1488.00±12.56^{e}	1406.71±7.47^{d}	1227.41±13.93^{b}	880.53±621.67^{a}
Tyrosine	453.48±1.57^{bc}	477.59±29.02^{c}	521.11±6.28^{d}	444.79±8.02^{b}	324.06±226.85^{a}
Phenylalanine	780.68±14.66^{c}	898.70±1.91^{e}	852.45±14.46^{d}	743.79±14.03^{b}	536.90±372.07^{a}
Lysine	1150.45±25.20^{b}	1372.13±13.28^{c}	1361.07±12.41^{c}	1165.73±11.67^{b}	846.40±595.09^{a}
Histidine	416.3±6.37^{b}	516.21±2.18^{c}	531.60±1.98^{c}	422.54±2.98^{b}	318.70±228.34^{a}
Arginine	1194.47±15.93^{d}	1227.68±38.46^{d}	1081.04±10.83^{c}	856.53±8.55^{b}	649.47±460.79^{a}
TAA[1)]	17678.60^{c}	19791.50^{d}	19419.54^{d}	15801.26^{b}	11778.02^{a}
EAA[2)]	825.37^{c}	8606.72^{e}	8232.79^{d}	6954.88^{b}	5086.01^{a}
EAA/TAA (%)	42.02^{a}	43.49^{c}	42.39^{a}	44.01^{d}	43.18^{b}

$^{a-e}$Mean±standard deviation with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.
[1)]TAA: total amino acid.
[2)]EAA: total essential amino acid (Threonine + Valine + Methionine + Isoleucine + Leucine + Phenylalanine + Hisidine + Lysine + Arginine).

701호, 참아람, L808 순으로 총 아미노산 함량의 패턴과 동일하게 확인되었다. 총 아미노산 함량 대비 필수아미노산 함량은 참아람이 44.01%로 가장 높게 나타났으며, 산조701호가 42.02%로 가장 낮았다. Kim 등 (2017a)에 따르면 총 아미노산 함량 대비 필수 아미노산 함량은 산림9호 (58.70%), 산림4호 (53.85%), 산림5호 (51.58%), 산림2호 (47.95%), 그리고 산림7호 (43.00%) 순으로 높게 나타났으나 가장 낮은 수치를 보인 산림7호와 유사한 연구결과로 나타났다. 필수아미노산 중 leucine (880.53~1,488.00 mg/100 g)이 가장 높은 함량을 보였으며, methionine의 함량이 86.51~144.37 mg/100 g으로 가장 낮게 나타났다. 필수아미노산 중 품종별 유의적 차이를 보인 성분은 glycin, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine 총 6종이었으며, 그 함량이 모두 L808, 참아람, 산조701호, 산조715호, 산조707호 순으로 낮게 확인되었다. 버섯의 품종에 따라 아미노산의 조성 차이가 있다고 보고한 Ahn 등 (2020)과 같이 각 품종별 필수아미노산의 총 함량과 유의적 차이를 확인한 6종의 아미노산은 배지재배용 5품종을 구분할 수 있는 지표로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

폴리페놀은 식물에 주로 함유되어 있는 hydroxy기를 가지고 있는 방향족 화합물이기 때문에 체내 항산화 활성과

Table 4. Contents of total polyphenols and total flavonoids in five *Lentinula edodes* cutivar extracts.

L. edodes	Sanjo701ho	Sanjo707ho	Sanjo715ho	Chamaram	L808
Polyphenol (mg GAE/g[1)])	2.89±0.02^{a}	3.09±0.03^{b}	3.49±0.04^{d}	3.22±0.05^{c}	3.05±0.02^{b}
Flavonoid (mg QE/g[2)])	1.03±0.01^{bc}	1.02±0.01^{b}	1.33±0.03^{d}	1.07±0.02^{c}	0.89±0.02^{a}

[1)]mg gallic acid equivalent (GAE) per 1 g of *L. edodes* dry basis.
[2)]mg Quercetin equivalent (QE) per 1 g of *L. edodes* dry basis.
$^{a-d}$Mean±standard deviation with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

더불어 항암, 항균, 면역증진과 같은 다양한 생리활성을 가지는 2차 산물로 보고되어 있으며, 천연물의 항산화 활성을 결정하는 항산화 지표로 이용되고 있다(Jang *et al*., 2015; Song *et al*., 2015). 톱밥재배를 통해 수확한 표고버섯 5종의 물 추출물의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 톱밥재배 표고버섯 5종의 총 폴리페놀의 함량범위는 2.88~3.53 mg GAE/g인 것으로 나타났으며, 함량이 가장 높은 품종은 3.49±0.04 mg GAE/g의 산조715호이었으며, 다음으로 참아람 (3.22±0.04 mg GAE/g), 산조701호 (2.89±0.02 mg GAE/g) 순으로 나타났다. Jang 등 (2015)은 사천산 표고버섯 물 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 15.33 mg GAE/g으로 보고하였고, Seo 등 (2018)은 원목재배하여 수확된 9종의 표고버섯 물 추출물의 총 폴리페놀 함량을 7.32~10.88 mg GAE/g으로 보고한 바 있어 본 연구 결과와 차이가 있는 것으로 나타났다. 톱밥재배용 표고버섯 5종의 총 플라보노이드의 함량범위는 0.87~1.36 mg GAE/g이었다. 그 중에서 산조175호의 총 플라보노이드 함량이 1.33±0.03 mg QE/g으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 참아람, 산조701호, 산조707호 순이었으나 세 품종간의 통계적 유의적 차이는 없었다. 가장 낮은 함량을 보인 품종은 0.89±0.02 mg QE/g의 L808이었다. Seo 등 (2018)은 표고버섯 9종의 물 추출물의 총 플라보노이드 함량범위를 본 연구 결과보다 높은 3.39~5.78 mg QE/g으로 보고하였으며, 플라보노이드와 폴리페놀 함량은 품종, 재배방법, 추출방법 등 환경적 영향을 포함한 다양한 요인에 의해 차이가 나기 때문으로 판단하였다.

적 요

표고버섯은 톱밥배지 재배기술의 발달로 세계적으로 가장 많이 생산되고 식용되는 버섯이며, 톱밥배지를 이용하여 재배된 표고버섯의 생산량이 늘고 있다. 본 연구에서는 톱밥재배 표고버섯의 품종별 식품학적 차이를 비교하고자 동일 조건에서 재배된 산조701호, 산조707호, 산조715호, 참아람, L808 총 5품종 표고버섯의 일반성분, 영양성분 및 항산화 활성을 분석하였다. 동결건조된 표고버섯의 일반성분 함량은 회분 4.06~5.92 g/100 g, 조지방 0.75~1.02 g/100 g으로 품종별 차이가 크지 않았으나 조단백질은 21.24~29.15 g/100 g으로 품종간의 유의적 차이를 보였다. Trehalose는 산조701호에서 9.60±0.08 g/100 g으로 가장 높은 함량으로 확인되었다. 총 아미노산 조성은 glutamic acid>aspartic acid>leucine 순으로 높은 분포를 보였으며, 유의적 차이를 보인 아미노산은 glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine이었으며 산조707호, 산조715호, 산조701호, 참아람, L808 순으로 높은 함량을 보였다. 물 추출물의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 산조715호가 3.49±0.04 mg GAE/g, 1.33±0.03 mg QE/g으로 가장 높게 나타났으며 다른 품종들과 유의적 차이를 나타내었다. 같은 톱밥배지와 환경에서 재배된 표고버섯 5 품종간의 유의적 차이가 확인된 성분은 조단백질, trehalose, 6종의 아미노산이었다. 하지만 한 곳의 임가에서 재배된 표고버섯 품종간의 비교 결과로, 품종별 시료 수를 확대한 추가실험을 통하여 품종간의 구별 가능성을 더욱 세부적으로 검토할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 한국임업진흥원 산림생명자원 소재 발굴연구사업(과제번호: 2020207A00-2122-BA01)으로부터 지원받아 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Akesowan A. 2016. Production and storage stability of formulated chicken nuggets using konjac flour and shiitake mushrooms. *J Food Sci Technol* 53: 3661–3674.

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(1): 53-62.

Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-243.

Hong JS, Kim TY. 1988. Centents of free-sugars & free-sugaralcohols in *Pleurotus ostreatus, Lentinus edodes* & *Agaricus bisporus*. *Kor J Food Sci Technol* 20(4): 459-462.

Jacinto-Azevedo B, Valderrama N, Henríquez K, Aranda M, Aqueveque P. 2021. Nutritional value and biological properties of Chilean wild and commercial edible mushrooms. *Food Chem* 356, 129651.

Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi Y, Kim H, Hwang J, Nam JS. 2015. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinula edodes* and new cultivar *Lentinula edodes* GNA01. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 44(10): 1484-1491.

Jiang T, Feng L, Zheng X, Li J. 2013. Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*) to gum arabic coating enriched with natamycin during storage. *Food Chem* 138(1-2): 1992-1997.

Jung BH. 2020. A Study on the Supply and Demand Outlook Model for Oak-Mushroom. *KJFE.* 27(2): 27-40.

Kim KJ, Im SB, Yun KY, Je HS, Ban SE, Jin SW, Jeong SW, Koh YW, Cho IK, and Seo KS. 2017a. Proximate composition, free sugars, amino acids, and minerals in five *Lentinula edodes* cultivars collected in Korea *J mushroom*. 15(4): 216-222.

Kim MJ, Chung HJ. 2017b. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Kor J Food Preserv* 24: 421-430.

Kim KJ, Seo KS. 2016. Free sugar, amino acid, and beta-glucan contents in *Lentinula edodes* strains collected from different areas. *J Mushroom*. 14(2): 27-33.

Koo and Jeong. 2020. Isolation and characterization of polysaccharides purified from Brown Alga *Sargassum horneri*. *Korean J Fish Aquat Sci* 53(5): 681-687

Lee HY, Moon SY, Shim DH, Hong CP, Lee Y, Koo CD,

Chung JW, Ryu HJ. 2017. Development of 44 novel polymorphic SSR markers for determination of Shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) cultivars. *Genes* 8(4): 109.

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(3): 234-243.

Lee TS, Yoon KH, Bak WC, Kim JS, Lee jY. 2000. New cultivation technology of oak mushroom. *Korea Forest Research Institute* pp. 174-175.

Li S, Wang A, Liu L, Tian G, Wei S, Xu F. 2018. Evaluation of nutritional values of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) stipes. *J Food Meas Charact* 12(3): 2012-2019.

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2020. Food Code; Available from: http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp.

Noh JH, Kim KJ, Lee BS, Kim SC, Kim IY, Choi SG, Kwon HW, Lee WH, Joung EY, Chung NH, Ko HG. 2020. Cultivation status and breed development of *Lentinula edodes* cultivar Sanjo 701ho in the sawdust cultivation. *J Mushroom* 18(3): 179-188.

Park YA, Jang YS, Ryoo R, Lee BH, Ka KH. 2019. Breeding and cultural characteristics of newly bred *Lentinula edodes* strain 'Sanjanghyang'. *Kor J Mycol* 47: 143-152.

Reis FS, Barros L, Martins A, Ferreira IC. 2012. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chem Toxicol* 50(2): 191-197.

Salamat S, Shahid M, Najeeb J. 2017. Proximate analysis and simultaneous mineral profiling of five selected wild commercial mushroom as a potential nutraceutical. *Int J Chem Stud* 5(3): 297-303.

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 HK, Jeong YH, Ha JH. 2020. Effects of freeze and hot-air drying methods on contents of physicohemical components and antioxidant activities of *Eruca sativa* Mill. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49(7): 759-767.

Spim SRV, Oliveira BGCC, Leite FG, Gerenutti M, Grotto D. 2017. Effects of *Lentinula edodes* consumption on biochemical, hematologic and oxidative stress parameters in rats receiving high-fat diet. *Eur J Nutr* 56: 2255–2264

Sung HJ, Pyo SJ, Kim JS, Park JY, Sohn HY. 2018. Physico-chemical, Nutritional, and Enzymatic Characteristics of Shiitake Spent Mushroom Substrate (SMS). *J Life Sci* 28(11): 1339-1346.

Woldegiorgis AZ, Abate D, Haki GD, Ziegler GR. 2014. Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia. *Food Chem* 157, 30-36.

Yang X, Zhang Y, Kong Y, Zhao J, Sun Y, Huang M. 2019. Comparative analysis of taste compounds in shiitake mushrooms processed by hot-air drying and freeze drying. *Int J Food Prop* 22(1): 1100-1111.

Yang JH, Lin HC, Mau JL. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chem* 72(4): 465–471

Yoo YB, Oh MJ, Oh Yl, Shin PG, Jang KY, Kong WS. 2016. Development trend of the mushroom industry. *J Mushroom* 14(4): 142-154.