

팽이버섯 자실체, 팽이버섯 균사체 및 동충하초 균사체의 유용성분 분석

김용두¹ · 곽상호² · 김경제 · 서경순 · 박태영 · 유강열³ · 진성우*

(재)장흥군버섯산업연구원, ¹순천대학교 식품공학과, ²순천청암대학교 포장물류학과, ³(재)전주생물소재연구소

The analysis of useful components in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelium and *Cordyceps militaris* mycelium

Yong-Doo Kim¹, Sang-Ho Kwak², Kyung-Je Kim, Kyoung-Sun Seo, Tae-Young Park, Kang-Yeol Yu³ and Seong-Woo Jin*

Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 529-851, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

²Department of Packaging and Logistics, Suncheon Cheongam College, Suncheon 540-743, Korea

³Jeonju Biomaterials Institute, Jeonju 561-360, Korea

ABSTRACT: *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelium and *Cordyceps militaris* mycelium were analyzed for their proximate composition, protein-bound polysaccharide, nucleic acid and amino acids. The content of ash and crude fiber in *F. velutipes* fruit body were higher than *F. mycelium* and *C. militaris* mycelium. *C. militaris* mycelium showed the highest crude fat content while *F. velutipes* fruit body had lowest. Nitrogen free extract content of the samples varied from 56.8% in *F. velutipes* fruit body to 61.9% in *F. velutipes* mycelium. The compositions of total protein and total free sugars of protein-bound polysaccharide were found to be significant differences for all samples. Nucleic acid related compounds were identified the 5'-GMP, 5'-XMP, 5'-IMP in all samples. The content of total nucleic acids were high in the orders of *F. velutipes* mycelial (286.71 mg%), *F. velutipes* fruit body(187.36 mg%) and *C. militaris* mycelial(76.85 mg%). The highest content of 5'-GMP was found in *F. velutipes* fruit body. The most nucleic acid of *F. velutipes* mycelial and *C. militaris* mycelial were the 5'-XMP. As for the analysis of total amino acids, seventeen amino acids were identified by HPLC and the major amino acid was glutamic acid in all samples. The content of total amino acids were high in the orders of *F. velutipes* fruit body(19,919 mg%), *F. velutipes* mycelium(19,018 mg%) and *C. militaris* mycelium(18,965 mg%). We determined the developing new food product such as amino acid drink and amino acid containing food using extracts of *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelium and *Cordyceps militaris* mycelium.

KEYWORDS: *Flammulina velutipes*, *Cordyceps militaris*, mycelium, component analysis, nucleic acid

J. Mushrooms 2014 June, 12(3):193-200
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.3.193>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : jjin7684@hanmail.net
 Tel : +82-61-862-8877, Fax : +82-61-862-8847

Received July 11, 2014
 Revised August 20, 2014
 Accepted September 12, 2014

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.

서론

버섯은 오랜 역사속에 인류와 함께 공존해 왔으며 전 세계적으로 자생하고 있는 버섯은 약 15,000여종으로 그 중 약 2,000여종이 식용 가능하며, 우리나라에서도 970여종이 분포되어 있어 그 중 약 350여종이 식용 가능한 버섯으로 분류 동정되어 있으나 인공재배가 이루어지고 있는 것은 20여종에 불과해 버섯은 앞으로도 개발의 여지가 많은 작목으로 인정받고 있다(Park, 1997).

버섯은 단백질, 지질, 당질, 무기질, 아미노산 및 비타민

을 비롯한 영양성분이 고르게 함유되어 있는 양질의 식품으로 독특한 맛과 향을 가지고 있어 전통적으로 식용되어 왔으며(Hong *et al.*, 1997), 또한 항산화, 항균, 항종양활성 및 항암효과 등이 규명되면서 이에 대한 관심이 높아지고 있다(Lee *et al.*, 2001). 최근에는 식품학적 측면에서의 유용성분 뿐만 아니라 버섯 중에 함유되어 있는 각종 기능성 물질을 이용한 암, 순환계 질환, 당뇨병 등 각종 성인병의 예방에 크게 기여할 수 있는 새로운 식품소재를 개발할 필요성이 대두 되고 있으며(Park, 1997), 이에 따른 여러 기능성 물질을 함유한 식품 및 미생물 자원의 선별과 이용방법 등의 연구개발이 요구되어지고 있다(Oh and Lee, 2010).

1990년 이후 각종 매체를 통하여 약용버섯의 효능에 대한 소개가 활발하게 이루어짐과 더불어 소비자들의 관심이 급속히 증가하였다. 그러나 부작용으로 약용버섯에 대한 과대 과장광고가 심화되었으며, 2000년대 후반부터 소비자들의 신뢰도가 크게 떨어지고 있는 상황이다. 식용버섯은 약용버섯의 70%정도의 약리효능이나 기능성을 가지고 있는 것으로 보고되고 있으며(Chang and Miles, 1989), 특히 식용버섯 중에 함유되어 있는 각종 영양성분과 기능성 물질을 활용한 다양한 식품개발로 국내외적으로 경쟁력을 가질 수 있는 품목으로 발전 및 또한 농가 소득증대에 기여할 것으로 전망된다.

현재 우리는 산업이 발달하면서 생활은 풍요로워졌지만 주변 환경의 오염, 생활의 스트레스, 운동량부족, 식습관의 변화로 인한 영양의 불균형 등의 이유로 각종 질병이 급격히 늘어나고 있다. 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료방법으로 이용되어 왔지만 암 등 만성질환의 경우 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로 많은 제약 받고 있다(Ko *et al.*, 2002).

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 국내에서 이용되는 대표적인 담자균류 주름버섯목(Agaricales) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하는 버섯으로 연중 재배 및 대량 생산이 가능 하여 시기에 관계없이 항상 식용 가능하다(Oh and Lee, 2010). 조직이 연하고 수분이 많으며, 수확 후 왕성한 호흡작용으로 인해 조직 손상이 쉽게 발생하므로 유통 및 장기적 선도 유지가 불가능한 실정이다(Shin *et al.*, 2010). 생산량은 국내에서 생산되는 전체 버섯생산량의 13.6%를 차지하여 많은 생산량을 보이고 있으나(Pyo *et al.*, 2002) 팽이버섯에 대한 연구는 다른 버섯에 비해 많지 않다. 팽이버섯에 대한 국내 연구로는 팽나무버섯 polyphenol oxidase의 정제 및 특성(Pyo *et al.*, 2002), 팽이버섯 에탄올 추출물의 기능적 특성(Oh and Lee, 2010), 팽이버섯으로부터 lectin의 정제와 특성(Kim *et al.*, 1999), 팽이버섯의 톱밥제거가 저장 중 품질에 미치는 영향(Cho *et al.*, 1998), 포장방법에 따른 팽이버섯의 선도유지 효과(Shin *et al.*, 2009) 등 대부분 저장 및 선도유지에 대한 연구이며, 이화학적 성분분석 및 생리활성 물질 동정 등에 관한 연구는 느타리버섯, 양송이버섯, 팽이버섯 추출물의 핵산

관련 물질 함량 분석(Kim and Kim, 2010) 정도로 미흡한 실정이다.

동충하초는 자낭균류 맥각균목 동충하초과로 세계적으로 약 100여속 750여종이 분포되어 있으며 자실체를 형성하는 *Cordyceps* 속은 300여종으로 국내에는 약 80여종이 분포되어 있다(Koh, 2002). 우리나라에 분포되어 있는 대표적인 동충하초는 *Cordyceps militaris*로 땅속 나비목(*Lepidoptera*)의 번데기에 기생하는 곤충기생균(Entomopathogenic fungi)의 일종으로 알려져 있으며 현재 인공재배가 이루어지고 있으며(Jo *et al.*, 2008), 액체 배양을 할 경우 mannitol 및 Cordtcepin(3'-deoxyadenosine)을 생산한다고 알려져 있다(Ko *et al.*, 2002). 최근 동충하초에 대한 국내 연구로는 항고지혈증 효과에 관한 연구(Kim *et al.*, 2012), 혈당 및 동맥경화 개선에 미치는 영향(Kim *et al.*, 2013), 스트렙토 조토신으로 유발된 당뇨 흰쥐의 항 당뇨 대사에 미치는 영향(Kim, 2011) 등의 대사성 장애에 대한 연구들과 소규모 재배상을 이용한 생동충하초 재배(Nam *et al.*, 2012), 동충하초 분말 첨가한 빵 반죽의 물리적 특성(Kim, 2010), 누에 동충하초 분말 첨가량에 따른 설기떡의 품질 특성(Shin *et al.*, 2008) 등 재배 및 가공에 대한 연구들이 수행되고 있다.

버섯재배는 생산단가가 높아 버섯 자실체를 식품소재로 이용하는 데는 고비용이 소요되나 균사체를 이용하게 되면 공업화와 저비용으로 단기간에 대량 생산이 가능하다. 또한 버섯은 생산시기와 과잉생산에 따라서 가격변동이 심하여 경우에 따라서는 생산단가 이하로 시장가격이 형성되어 생산농가는 막대한 피해를 입게되, 버섯 재배시 발생하는 등의품등을 건조 또는 분쇄하여 다양한 기능성 식품소재로 이용함으로써 이러한 부분을 상당히 해소할 수 있어 생산농민과 버섯을 이용한 식품가공업자 및 국민 건강에 크게 도움이 될 것으로 판단되어진다.

따라서 본 연구에서는 현재 부식용으로 많이 소비되고 있는 팽이버섯을 비롯하여, 팽이버섯균사체 및 동충하초 균사체를 다양한 식품소재로 이용하기 위하여 이들의 성분분석을 실시하였고, 다양한 유용식품 소재로서 활용 가능성이 있음을 증명하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 팽이버섯 자실체는 나주호남버섯영농조합에서 구입하였고, 팽이버섯균사체 및 동충하초균사체는 재단법인 장흥군버섯산업연구원에서 보존하고 있는 균주를 액체 배양하여 동결건조한 후에 냉장 보관하여 사용하였다.

시 약

실험에 사용한 추출 및 chromatography용 용매 및 시약

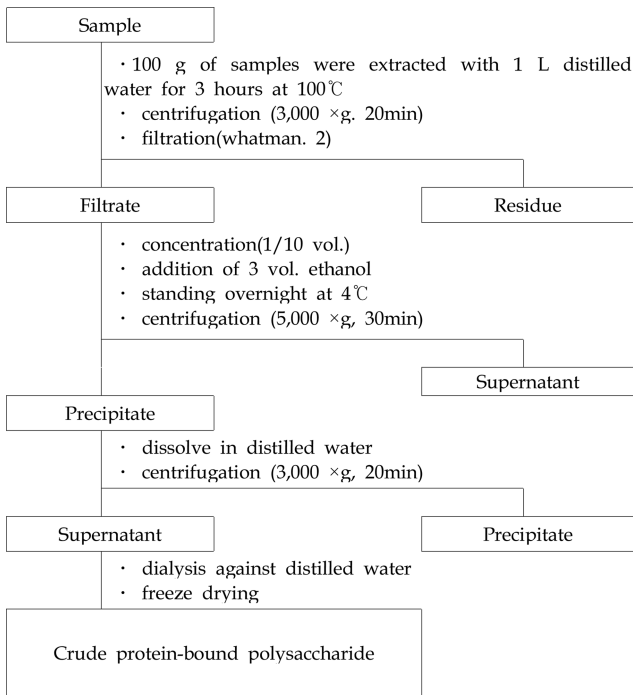


Fig. 1. The extraction process of protein-bound polysaccharide from *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial and *Cordyceps militaris* mycelial.

(Sigma-Aldrich Co. USA)은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC(1984)방법에 따라 분석하였으며, 실험항목은 수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 가용성 무질소물이었다. 수분은 105°C 직접건조법, 조회분은 550°C 직접 회화법으로, 조단백질은 micro-Kjeldahl법에 따라 측정된 질소량에 질소 계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조지방은 soxhlet 추출법으로, 조섬유의 함량은 Henneberg Stohmann 개량법으로 구하였다. 시료들의 가용성무질소물의 함량은 총량에서 조회분, 조단백질, 조지방, 조섬유의 함량을 뺀 값으로 계산하여 구하였다.

조단백다당류의 추출

팽이버섯, 팽이버섯균사체 및 동충하초균사체로부터 단백질다당류의 추출은 Fig. 1과 같은 방법으로 실시하였다. 동결 건조하여 분쇄한 시료 100 g에 물 1 L를 가하여 100°C에서 3시간 동안 추출한 후 원심분리하고 이를 다시 여과하였다. 잔사를 제거한 추출물을 감압농축기로 1/10로 농축한 후 3배의 무수 에탄올을 가하여 4°C에서 하룻밤 방치하였다. 상층액을 조심스럽게 따라낸 후 침전물만을 원심분리하여 고형물을 얻었다. 고형물을 증류수로 녹이고 24시간 동안 투석한 다음 동결건조 후 시료로 사용하였다.

단백다당류의 분석

조단백다당류중 당의 함량과 단백질 함량을 분석하였다. 총 당의 정량은 산기수분해하여 HPLC로 분석 하였으며 column은 cabohydrate column(Altech Co. 250 mm L. x4.6 mm I.D.), column 온도는 30°C, 검출기는 ELSD 2000(temp 80°C, N₂ flow rate 2.0 mL/min), 용매는 75% acetonitrile을 사용하였다. 유속은 분당 1.0 mL 였으며, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. 단백질의 함량은 micro-Kjeldahl법으로 측정하였다.

핵산관련물질의 측정

시료 약 2 g을 이 등의 방법에 의해 10%-HClO₄ 10 mL를 가지고 균질한 후 test tube에 25 mL로 채워서 30분간 방치 후 여과하였다. 여과액의 pH를 조정한 후 조정한 액에 10%-HClO₄를 사용하여 50 mL로 정용하였다. 30분간 방치한 후 0.4 µm filter로 여과하여 HPLC로 분석하였고, column은 u-bondapak C₁₈(4 mmx30 cm), 검출기파장은 265 nm, 용매는 30% methanol로 용리하였으며 정량법은 외부표준법에 준하여 GMP(5'-guanosine cyclic monophosphate), IMP(5'-inosine mono phosphate), XMP(5'-xanthylic acids)를 정량하였다.

구성아미노산 분석

시료의 구성아미노산은 AccQ-Tag™ method(AccQ-Tag amino acids assy kit, Waters, USA)에 따라 분석하였다. 팽이버섯, 팽이버섯 균사체, 동충하초 균사체 및 각각의 단백질다당류 분획물을 6 N HCl 용액으로 110°C에서 24시간 가수분해 시켜서 얻은 여액을 원심분리하고, 상등액을 50°C에서 농축하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 후, 20 mM HCl 5 mL로 조절한 다음 0.22 µm membrane filter(Watman, USA)로 여과하였다. 그 여액을 20 µL 취한 후 AccQFluor borate buffer 60 µL, AccQFluor borate reagent 20 µL와 혼합하여 10분간 가열 반응시킨 후 분석 시료로 사용하였다.

전처리된 시료의 분석은 HPLC system(Waters, USA)으로 수행하였으며, column은 AccQ-tag column(3.9x150 mm, AccQ-Tag™, USA)을 사용하였고, column 온도는 37°C, 유동상은 solvent A(acetate-phosphate buffer) 40% : solvent B(acetonitrile 99%) 60%를 혼합하였다. 유속은 분당 1.0 mL, 검출기파장은 248 nm, 시료 주입량은 10 µL로 하여 실험을 진행하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산의 성분분석은 물로 추출한 후에 여과하여 정량하고 여액을 Ohara and Ariyosh(1970)의 방법으로 분석하였다. 분석조건은 구성아미노산과 동일한 조건으로 분석하였다.

Table 1. Proximate compositions of *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial and *Cordyceps militaris* mycelial (%)

	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Moisture	6.53 ± 0.74 ¹⁾	10.54 ± 1.21	9.47 ± 1.04
Crude ash	9.32 ± 0.82	6.27 ± 0.54	5.59 ± 0.37
Crude protein	19.24 ± 0.74	18.23 ± 1.26	18.86 ± 2.11
Crude fat	2.38 ± 0.21	2.91 ± 0.15	4.18 ± 0.29
Crude fiber	5.66 ± 0.53	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.12
Nitrogen free extract	56.87 ± 2.17	61.93 ± 3.25	61.79 ± 3.32

¹⁾All values are presented by mean ± SD (n=3).

결과 및 고찰

일반성분 함량

팽이버섯과 팽이버섯 균사체, 동충하초 균사체의 동결 건조 시료에 함유된 일반성분의 분석 결과는 Table 1 과 같다. 수분 함량은 팽이버섯 균사체가 10.54%로 가장 높게 나타났고, 균사체들이 버섯자실체에 비하여 수분함량이 높음을 확인하였다. 조회분 함량은 팽이버섯 자실체 9.32%, 팽이버섯 균사체 6.27%, 동충하초 균사체 5.59% 순으로 버섯이 균사체 보다 높은 조회분 함량을 보였다. 조단백질은 팽이버섯에서 19.24%로 팽이버섯균사체 및 동충하초 균사체와 비슷한 함량을 나타내었다. 조지방 함량은 동충하초 균사체가 4.18%로 시험구중 가장 높았으며, 조섬유는 팽이버섯에서 5.66%로 다른 시험구들에 비하여 월등히 높은 함량을 보였다. 가용성무질소물은 팽이버섯균사체와 동충하초균사체에서 60%이상의 함량을 보였고 팽이버섯은 56.87%의 함량을 나타내었다. 본 시험에 사용된 균사체들의 수분함량이 팽이버섯보다 높게 나타난 원인은 균사체가 액체배양을 통하여 보다 많은 수분을 보유한 것으로 보이며, 버섯과 균사의 조직적인 특징도 하나의 요소로 생각된다(Yang *et al.*, 2001). 조회분은 수분함량과 반비례하는 경우가 많아 고형물이 많은 팽이버섯에서 높은 수준의 조회분 함량이 관찰되어, 균사체들의 고형분은 상대적으로 적음을 확인하였다. 조지방은 시료로 사용된 버섯균의 차이가 두드러졌는데 팽이버섯과 팽이버섯균사체간에는 큰 수준의 조지방 함량차이가 나타나지 않았지만, 동충하초균사체에서 다른 시험구보다 조지방 함량이 높음을 확인하였다. 동충하초는 맥각균과에 속하는 균으로 주로 인시목과의 벌레에 기생하여 발생하게 되는데(Kang *et al.*, 2010), 균의 영향보다는 배지로 사용된 누에 등의 지방이 균사로 전이되어 나타나는 현상으로 생각된다. 균사체들의 조섬유함량은 액체배양의 영향으로 인하여 셀룰로오스가 함유되어 있는 톱밥배지에서

Table 2. The yields of protein-bound polysaccharide from *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial (%)

	Yield		
	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Protein - bound Polysaccharide	0.37 ± 0.01 ¹⁾	0.41 ± 0.02	0.50 ± 0.02

¹⁾All values are presented by mean ± SD (n=3).

Table 3. The content of protein and total sugars in protein-bound polysaccharide of *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial (%)

	Content		
	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Protein	3.62 ± 0.16 ¹⁾	1.08 ± 0.11	1.06 ± 0.06
Total sugars	2.21 ± 0.08	15.12 ± 1.36	23.01 ± 1.82.

¹⁾All values are presented by mean ± SD (n=3).

재배된 팽이버섯에 비하여 아주 미미한 수준의 조섬유 함량이 관찰되었다. 가용성무질소물은 섬유를 제외한 당질로 탄수화물, 유리당 등의 복합체로 볼 수 있는데(Jeong, 1984), 본실험에 사용된 모든 시험구에서 가용성무질소물 함량이 높게 나타나 다양하고 높은 수준의 유용한 유리당이나 탄소원이 잠재되어 있음을 기대하게 한다.

조단백다당류의 수율 및 함량

시료별 조단백다당류를 추출한 결과는 Table 2, 단백질 및 총당의 함량은 Table 3. 단백질다당류의 아미노산조성은 Table 4에 나타나 있다. 각 시료별 조단백질과 총당의 구성 비율을 비교해 보면 같은 종류의 버섯이라 할지라도 팽이버섯과 팽이버섯 균사체의 조단백다당류의 구성이 서로 다를 수 있다. 조단백질 수율은 일반성분 분석 중 조단백질 분석결과와 상반되게 나타났는데, 이 이유는 단백질 자체에 원소가 되는 당질의 기본 복합체인 가용성무질소물 함량 결과와 더 밀접하게 연관되는 것이 원인으로 보인다(Park and Lee, 1998). 이를 뒷받침하는 근거로 본시험결과 총당함량이 버섯균사체들에서 월등히 높게 나타난 것을 들 수 있다.

핵산관련물질 함량

HPLC를 이용하여 버섯시료중의 핵산관련물질을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 그 결과 5'-GMP(5'-Guanosine cyclic monophosphate)의 경우 팽이버섯에서 98.48 mg%로 가장 높게 나타났으며 동충하초 균사체의 경우 팽이버섯류에 비해 극히 소량 검출되었다. 5'-IMP(5'-inosine

Table 4. The total amino acids of protein-bound polysaccharide in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial

Amino acids	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Aspartic acid	271.83±11.25 ²⁾	89.64±7.39	88.14±3.34
Threonine	151.33±12.62	39.06±6.37	52.57±2.28
Serine	188.80±10.58	27.58±4.30	28.50±1.22
Glutamic acid	427.97±20.31	149.41±14.68	138.28±9.50
Proline	110.86±9.24	29.46±8.50	21.52±1.36
Glycine	187.24±16.75	45.52±4.31	60.57±2.36
Alanine	303.52±11.64	95.30±5.68	88.08±6.18
Cysteine	92.16±8.23	47.47±1.05	52.48±3.25
Valine	196.86±9.74	66.32±4.02	40.37±2.85
Methionine	125.16±11.96	47.83±3.28	57.57±3.68
Isoleucine	163.28±10.58	57.41±4.80	87.12±6.89
Leucine	243.66±17.26	61.54±5.68	54.97±3.21
Tyrosine	138.01±7.89	8.76±0.12	11.73±1.20
Phenylalanine	204.93±12.41	62.23±4.80	63.89±5.39
Histidine	170.64±10.65	49.81±3.21	34.58±2.58
Lysine	187.42±21.37	58.78±4.66	66.98±4.22
Arginine	156.43±15.68	70.97±5.27	31.86±1.97
TAA ¹⁾	3,320.10	1,007.09	979.21

¹⁾TAA : total amino acid.

²⁾All values are presented by mean±SD(n=3).

Table 5. The content of nucleic acid in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial (mg%)

	5'-GMP ¹⁾	5'-IMP ²⁾	5'-XMP ³⁾	Total nucleic acid related compounds
<i>F. velutipes</i> fruit body	93.48±5.36 ⁴⁾	34.56±2.58	59.32±3.75	187.36
<i>F. velutipes</i> mycelial	85.83±3.17	30.04±2.97	170.84±6.78	286.71
<i>C. militaris</i> mycelial	9.92±0.75	24.51±2.30	42.42±3.61	76.85

¹⁾5'-Guanosine cyclic monophosphate,

²⁾5'-Inosine mono phosphate,

³⁾5'-Xanthylic acids.

⁴⁾All values are presented by mean±SD(n=3).

mono phosphate)의 경우 시료 모두 비슷한 함량을 보였고, 5'-XMP(5'-xanthylic acids)는 팽이버섯 균사체에서 170.81 mg%로 다른 두 시료보다 3-4배정도의 높은 함량을 나타냈다. 시료별 핵산관련물질함량을 살펴보면 팽이버섯은 5'-GMP, 5'-XMP, 5'-IMP순으로 나타났고 팽이버섯 균사체의 경우는 5'-XMP, 5'-GMP, 5'-IMP, 동충하초

균사체는 5'-XMP, 5'-IMP, 5'-GMP순으로 나타났다. 이는 각각의 시료마다 핵산계 정미성분의 차이가 있음을 알 수 있다. 핵산(nucleic acid)은 세포핵 내에 존재하는 산성물질로 세포의 분열, 성장 에너지 생산 등을 조절하여 생명현상의 전 과정에 영향을 준다고 알려져 있다. 핵산은 당, 지질 및 단백질과 같이 사람의 몸 속에 고분자 상태로 존재하며 뉴클레오티드(nucleotide)가 단위 성분으로 알려져 있다(Kim and Kim, 2010). 버섯에서 느껴지는 감칠맛은 여섯가지 5'-nucleotide 들 가운데 5'-AMP, 5'-XMP, 5'-GMP 및 5'-IMP와 같은 네가지 성분이 주로 기여한다고 밝힌바 있다(Yamaguchi *et al.*, 1971). 본 연구결과 5'-XMP, 5'-GMP, 5'-IMP 세가지 5'-nucleotide들이 검출되었는데, 이들이 함량은 버섯 종류보다 균사체와 자실체의 구분에 따라 큰 차이를 보이는 것으로 판단된다. 따라서 팽이버섯균사체와 동충하초 균사체도 버섯 감칠맛을 부여하는 소재로서의 활용도가 클 것으로 기대된다.

구성아미노산 함량

팽이버섯과 팽이버섯 균사체, 동충하초 균사체의 동결건조시료와 조단백다당류의 구성아미노산 함량 분석결과는 Table 6과 같다. 시료 모두 각각 17종의 아미노산이 검출되었다. 각 시료의 총 아미노산 함량을 살펴보면 팽이버섯

Table 6. The contents of total amino acids in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial (mg%)

Total Amino acids	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Aspartic acid	1,631.84 ± 67.12 ³⁾	1,587.42 ± 62.31	1,463.95 ± 102.34
Threonine	908.20 ± 47.90	776.53 ± 3.23	952.10 ± 61.21
Serine	1,133.58 ± 97.51	554.67 ± 12.30	472.79 ± 21.32
Glutamic acid	2,562.21 ± 154.63	2,180.93 ± 99.36	2,066.06 ± 153.23
Proline	665.26 ± 27.81	592.61 ± 2.48	333.15 ± 14.36
Glycine	1,124.39 ± 84.26	910.30 ± 32.84	1,113.30 ± 71.26
Alanine	1,821.82 ± 72.36	1,705.76 ± 87.29	1,460.24 ± 82.39
Cysteine	553.85 ± 4.10	952.24 ± 41.25	948.40 ± 25.24
Valine	1,178.23 ± 92.21	1,328.77 ± 59.73	684.76 ± 11.36
Methionine	751.65 ± 4.12	1,015.73 ± 51.02	1,251.32 ± 92.31
Isoleucine	980.52 ± 4.01	1,152.10 ± 61.36	1,838.82 ± 101.34
Leucine	1,462.8 ± 62.30	1,232.57 ± 58.20	1,398.89 ± 77.60
Tyrosine	828.05 ± 3.16	177.65 ± 2.94	238.05 ± 1.48
Phenylalanine	1,229.61 ± 50.24	1,246.52 ± 72.33	1,775.33 ± 106.31
Histidine	1,023.87 ± 9.12	1,017.53 ± 56.29	689.11 ± 30.11
Lysine	1,124.53 ± 10.58	1,173.54 ± 62.84	1,743.61 ± 91.01
Arginine	938.59 ± 6.28	1,414.08 ± 99.21	535.52 ± 24.90
TAA ¹⁾	19,919.00	19,018.95	18,965.40
EAA ²⁾	8,659.41	8,943.29	10,333.94
EAA/TAA(%)	45.62	50.80	56.07

¹⁾TAA : total amino acid.

²⁾EAA : total essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

³⁾All values are presented by mean±SD(n=3).

18,980.41 mg%, 팽이버섯 균사체 17,604.87 mg%, 동충하초 균사체 18,429.88 mg%로 나타났고 모든 시료에서 glutamic acid 함량이 가장 높았다. 각 성분별로 살펴보면 serine의 경우 팽이버섯에서는 1133.5 mg%가 검출되었으나 팽이버섯 균사체와 동충하초 균사체에서는 554.67 mg%와 472.79 mg%로 거의 절반정도 밖에 검출되지 않은 반면 methionine는 팽이버섯 균사체 1015.73 mg%, 동충하초 균사체 1251.32 mg%가 검출되었고 팽이버섯에서는 751.65 mg%로 균사체 시료보다 적게 검출되었다. 이 밖에도 cysteine과 tyrosine은 균사체보다 버섯에서 많은 양이 검출되었고, isoleucine과 lysine은 동충하초 균사체에서 1838.82 mg%와 1743.61 mg%로 가장 많은 양이 검출되었다. 본 연구결과 팽이버섯, 팽이버섯균사체 및 동충하초균사체에서 우리나라 사람들이 선호하는 버섯 중 하나인 표고(Yang *et al.*, 2001)보다 더 많은 구성아미노산을 함유하고 있음을 확인하여, 표고에 비하여 저렴한 가격으로 고아미노산 식품 개발이 가능할 것으로 생각된다.

유리아미노산 함량

팽이버섯과 팽이버섯 균사체, 동충하초 균사체 함유된

유리아미노산 함량 분석결과는 Table 7과 같다. 총 유리아미노산 함량은 팽이버섯 6,314.19 mg%, 팽이버섯 균사체 5,768.19 mg%, 동충하초 균사체 5,845.24 mg%로 나타났으며, 유리아미노산에서도 모든 시료에서 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였다. 성분별로 살펴보면 serine과 tyrosine은 버섯시료에서 높게 나타난 반면, cysteine은 균사체 시료에서 높은 함량을 나타내었다. 이 밖에 arginine의 경우 팽이버섯 균사체에서 471.36 mg%로 가장 높게 나타났다. 버섯류의 아미노산 분석에 관한 기존 연구들에서는 유리아미노산의 함량이 높을수록 맛이 좋으며 유리아미노산의 조성은 glutamic acid와 serine의 함량이 높은 것으로 보고되고 있다(Hong *et al.*, 1989). glutamic acid는 맛돌기에 위치한 세부적인 수용체들이 감칠맛을 느낄 수 있도록 자극하는 아미노산이다. serine은 피로회복 및 면역력 증강에 관여하는 아미노산으로 알려져 있으며, 특히 팽이버섯은 강한 향미를 가지고 있는 것으로 널리 알려져 있다(Stamets, 2000). 버섯류 중 아미노산 함량이 높은 것으로 알려진 표고의 필수 아미노산 함량은 5.33~17.53 mg/g으로 보고된 바 있다(Li *et al.*, 2014). 본 연구에서 나타난 3종 버섯의 본 시험에 사용된 버섯

Table 7. The contents of free amino acids in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelial, *Cordyceps militaris* mycelial (mg%)

Free amino acids	<i>F. velutipes</i> fruit body	<i>F. velutipes</i> mycelial	<i>C. militaris</i> mycelial
Aspartic acid	543.94 ± 27.23 ³⁾	529.14 ± 12.34	487.89 ± 12.36
Threonine	302.73 ± 19.64	258.84 ± 9.80	417.36 ± 29.22
Serine	377.86 ± 21.30	184.89 ± 17.92	157.59 ± 5.30
Glutamic acid	842.07 ± 63.21	726.97 ± 16.31	888.68 ± 40.39
Proline	221.75 ± 2.85	197.53 ± 10.39	111.05 ± 3.61
Glycine	374.76 ± 16.14	303.44 ± 29.30	373.21 ± 14.37
Alanine	607.27 ± 5.32	468.58 ± 20.30	486.74 ± 25.31
Cysteine	184.61 ± 2.01	317.41 ± 13.64	316.13 ± 11.96
Valine	392.74 ± 4.30	442.92 ± 20.31	228.24 ± 16.31
Methionine	250.55 ± 8.34	338.57 ± 11.67	317.1 ± 8.31
Isoleucine	326.3 ± 2.16	384.03 ± 19.33	412.94 ± 18.90
Leucine	487.6 ± 10.36	410.85 ± 34.38	366.29 ± 30.01
Tyrosine	276.01 ± 2.90	59.21 ± 0.79	79.35 ± 4.35
Phenylalanine	409.87 ± 3.31	415.5 ± 31.63	491.77 ± 28.33
Histidine	341.29 ± 5.36	339.13 ± 20.04	229.7 ± 14.96
Lysine	374.84 ± 3.33	391.18 ± 13.37	481.2 ± 20.01
Arginine	312.73 ± 3.72	471.36 ± 22.36	178.5 ± 15.21
TAA ¹⁾	6,626.92	6,239.55	6,023.74
EAA ²⁾	3,303.79	2,900.58	2,979
EAA/TAA(%)	54.71	51.78	55.40

¹⁾TAA : total amino acid.

²⁾EAA : total essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

³⁾All values are presented by mean±SD(n=3).

및 균사체는 필수아미노산 함량도 양호하여, 건강식품과 음료로 활용도가 높을 것으로 기대된다.

요 약

일반성분 중 조희분 함량은 버섯이 균사체 보다 높은 조희분 함량을 보였다. 조단백질은 모든 시험구에서 19% 내외로 나타났고, 조지방 함량은 동충하초 균사체에서 가장 높았으며, 조섬유는 팽이버섯에서 가장 높게 나타났다. 가용성물질소물은 팽이버섯균사체와 동충하초균사체에서 60% 이상의 함량을 나타내었다. 각 시료별 총단백질과 총당의 구성 비율은 팽이버섯과 팽이버섯 균사체의 단백질 당류의 구성이 다름을 확인하였다. 시료별 핵산관련물질 함량은 팽이버섯에서 5'-GMP, 5'-XMP, 5'-IMP순으로 높게 나타났고, 팽이버섯 균사체는 5'-XMP, 5'-GMP, 5'-IMP, 동충하초 균사체는 5'-XMP, 5'-IMP, 5'-GMP순으로 높게 나타났다. 모든시료에서 각각 17종의 아미노산이 검출되었다. 각 시료의 총 아미노산 함량을 살펴보면 팽이버섯 18,980 mg%, 팽이버섯 균사체 17,604 mg%, 동충하초 균사체 18,429 mg%로 나타났고 모든 시료에서 glutamic

acid 함량이 가장 높았다. 유리아미노산 함량도 구성아미노산과 유사하게 팽이버섯, 팽이버섯 균사체, 동충하초 균사체 순으로 높게 나타났다. 본 실험결과 팽이버섯, 팽이버섯 균사체 및 동충하초 균사체는 핵산관련 물질과 아미노산 함량이 높게 나타나, 아미노산 함유 식품 개발에 적합한 자원으로 활용도가 기대된다.

감사의 글

본 논문은 산업통상자원부 지역특화기술융복합연구지원사업으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- A.O.A.C. 1984. Official methodes Analysis 14th de. *Associations of official analytical chemists. Washington DC.* pp. 31-47.
- Chang St, Miles DG. 1989. The nutritional attributes and medicinal value of edible mushrooms. *In edible mushrooms and their cultivation. Boca Raton. FL: CRC Press.* pp. 27-40.

- Cho SH, Lee SD, Lee HU, Kim NG, Ryu JS, Lee DS. 1998. Effects of sawdust removal on root part enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) on quality during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 5:231-238.
- 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.
- Jeong DH. 1984. The latest food analysis method. *Samjung Publishing Co.* pp 119.
- Jo WS, Nam BH, Oh SJ, Choi YJ, Kang EY, Hong SH, Lee SH, Jeong MH. 2008. Hepatic protective effect and single-dose toxicity study of water extract of *Cordyceps militaris* grown upon *Protaetia dreujtarsis*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40:1-5.
- Kang BH, Lee SH, Hur SS, Shin TK, Lee DS, Chang HB, Song BJ, Lee JM. 2010. The cultural characteristics of *Paecilomyces tenuipes*. *Korean J. Food Preserv.* 17:365-369.
- Kim HS, Son SR, Hwang SY, Hong BS. 1999. Purification and characterization of the lectins from mushroom *Flammulina velutipes*. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 42:304-309.
- Kim MS, Kim GH. 2010. Contents of nucleic acids(Nucleosides and mono-nucleotides) in extracts of *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food & Nutr.* 23:376-380.
- Kim HS, Kim MA, Jang SH, Lee WK, Ryu JY, Lee CS. 2012. Anti-hyperlipidemic effects of *Cordyceps militaris* hot-water extract. *J. Environ. Sci.* 21:875-881.
- Kim HS, Kim MA, Jang SH, Kang DS, Lee WK, Ryu JY, Lee CS. 2013. Effects of *Cordyceps militaris* on the improvement actions of blood glucose and atherosclerosis in diabetes. *J. Environ. Sci.* 22:341-346.
- Kim OK. 2011. Antidiabetic metabolism effect on the water extract of *Cordyceps militaris* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Oil Chemists' Soc.* 28:267-272.
- Kim CS. 2010. Rheological properties of bread dough made from *Cordyceps militaris* powder. *Korean J Food & Nutr.* 23:8-14.
- Kim MS, Kim GH. 2010. Contents of nucleic acids (Nucleosides and mono-nucleotides) in extracts of *pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food & Nutr.* 23:376-380.
- Ko SK, Kim JS, Choi YE, Lee SJ, Park KS, Chung SH. 2002. Anti-diabetic effect of mixed water extract from ginseng radix rubra, *Acanthopanax cortex* and *Cordyceps*. *Korean J. Pharmacogn.* 33:337-342.
- Koh JB. 2002. Effect of mycelium of *Cordyceps militaris* on growth, lipid metabolism and protein levels in male rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:685-690.
- Lee SA, Song YS, Cho JW, Lee JH, Cho JS. 2001. Effect of the *Sarcodon aspratus* on the physicochemical and sensory properties of cooked beef. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30:266-272.
- Li Y, Ishikawa Y, Satake T, Kitazawa H, Qiu X, Rungchang S. 2014. Effect of active modified atmosphere packaging with different initial gas compositions on nutritional compounds of shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*). *Postharvest Biol. Technol.* 92:107-113.
- Nam SH, Lee KG, Yeo JH, Lee HS, Hwang JS, Choi YC, Park KH. 2012. Cultivation of *Paecilomyces tenuipes* using mini-kit, small culture container. *J. Seric. Entomol. Sci.* 50:116-121.
- Oh SI, Lee MS. 2010. Functional activities of ethanol extracts from *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food & Nutr.* 23:15-22.
- Ohara I, Ariyoshi S. 1979. Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. *Agric. Biol. Chem.* 43:1473.
- Park KM, Lee BW. 1998. Extraction and purification of antitumor protein-bound polysaccharides from mycelia of *Lentinus edodes*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30:1236-1242.
- Park YH. 1997. The latest mushroom science. *Korean Mushroom Seed Combination. Seoul.* pp 395-458.
- Pyo HJ, Son DY, Lee C. 2002. Purification and characterization of polyphenol oxidase from *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:552-558.
- Shin SH, Jung SJ, Choi JH, Kim DM, Jeong MC. 2009. Effect of packaging methods on enoki mushroom qualities. *Korean J. Food Preserv.* 15:179-185.
- Shin SM, Kim AJ, Cho HC, Joung KH. 2008. Quality characteristics of *Seolgiddeok* prepared with added *Paecilomyces japonica* powder. *Korean J. Food & Nutr.* 21:22-27.
- Stamets P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. *Ten Speed Press. Berkely. California.* pp 574.
- Yamaguchi S, Yosikawa T, Ikeda S, Ninomiya T. 1971. Measurement of the relative taste intensity of some α -amino acid and 5'-nucleotides. *J. Food Sci.* 36:846-849.
- Yang JH, Lin HC, Maub JL. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chem.* 72:465-471.