

# 팽이와 느타리버섯 자실체의 갓과 대에서 아미노산 및 유리아미노산 함량 비교

김정태<sup>1</sup> · 김미정<sup>1</sup> · 전창성 · 신평균 · 오연이 · 유영복 · 공원식\*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 전작과

## Comparison of amino acid and free amino acid contents between cap and stipe in *Flammulina velutipes* and *Pleurotus ostreatus*

Jung-Tae Kim<sup>1</sup>, Mi-Jung Kim<sup>1</sup>, Chang-Sung Jhune, Pyung-Gyun Shin, YounLee Oh, Young-Bok Yoo, Jang-Sun Suh and Won-Sik Kong\*

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Chungbuk Eumsung 369-873, Korea

<sup>1</sup>National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, 441-857, Korea

**ABSTRACT:** The composition and content of amino acid and free amino acid were separately compared in cap and stipe of fruitbody obtained from different color strains in winter mushroom and oyster mushroom strains. The result showed different kinds and amount of amino acids according to the mushroom parts, strains and kinds. Tryptophane was not detected in any mushrooms. Alanine was also not detected in all oyster mushroom strains. The content of glutamic acid was the highest and that of methionine, phenylalanine and cysteine were very low in all mushroom strains. When compared by parts, the ratio of amino acids showed similar tendency in composition. Generally the content of amino acids showed higher in caps than in stipes. The profile and content of free amino acid showed a lot of variation between cap and strip in the intra and inter mushrooms.

**KEYWORDS:** Amino acid, Free amino acid, *Flammulina velutipes*, Mushroom, *Pleurotus ostreatus*

### 서론

버섯은 다양한 영양성분을 가진 유용한 식품으로써 우리나라뿐만 아니라 북미, 유럽, 아시아 등 전세계적으로

애용되고 있다. 최근 생활 수준과 소득 수준의 향상으로 식품으로서 버섯에서 대한 관심이 계속적으로 증가되고 있으며(Cutler, 1984), 자연 항산화제로서 노화 방지 및 항암작용을 하는 등 버섯의 기능성 물질에 대한 관심이 집중되고 있다. Breene (1990)은 많은 식품들 중에서 버섯은 영양적면 뿐만 아니라 건강 기능성면에서도 중요한 역할을 한다고 하였다. 현재까지 진행된 연구에서 버섯은 다양한 phenolic antioxidants을 가지고 있는 것으로 보고되고 있으며(Kasuga *et al.*, 1995), 표고(*Lentinula edodes*)와 풀버섯(*Volvariella volvacea*)의 추출물은 높은 항산화 능력을 가지며 특히 페놀 화합물 함량과 항산화 능력과는 높은 상관관계를 가진다고 하였다(Cheng *et al.*, 2003; Cheng and Cheung, 2005).

버섯의 아미노산 조성은 1990년대 초반 제한적인 아미노산 profile이 보고 되었다(Calvo, 1994). 최근에는 다양한 버섯에서 아미노산 조성이 보고되고 있는데, Mdachi *et al.* (2004)은 Tanzanian wild mushrooms에서 아미노산

J. Mushrooms 2014 December, 12(4):341-349  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.4.341>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : [wskong@korea.kr](mailto:wskong@korea.kr)  
 Tel : +82-43-871-5700, Fax : +82-43-871-5702

Received November 14, 2014  
 Revised December 26, 2014  
 Accepted December 30, 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.

구성 성분을 분석하여 버섯 섭취가 필수 아미노산 공급원으로서 중요한 역할을 할 수 있다고 하였다. Mendez *et al.* (2005)는 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)을 이용하여 버섯 재배 배지 및 수확시기에 따른 아미노산 profile을 분석하였으며 재배 배지에 따라서는 아미노산 함량 및 조성은 변화가 없었으나 수확 시기가 늦어질수록 valine을 제외하고 아미노산 함량은 감소한다고 하였다.

국내에서는 백영고 버섯 등에서 아미노산 함량을 분석하였고(Cha *et al.*, 2007), 버섯 재배 배지에 따라서 소나무잔나비버섯(*Fomitopsis pinicola*)의 아미노산 함량의 변화 등을 조사하였다. Cho *et al.* (2012)은 영지버섯균주별 자실체에서 필수아미노산과 비필수아미노산 함량분석을 실시하였다. 식용버섯의 품종간 비교로 신품종 노랑느타리 “금빛”과 분홍느타리 “노을”의 아미노산 함량비교 분석에 관한 연구(Noh *et al.*, 2008)도 보고되었다.

버섯은 형태적으로 크게 갓과 대로 구분 되어진다. 그러나 현재까지 아미노산 분석은 주로 버섯 전체를 대상으로 이루어져 왔다. 본 연구에서는 팽이버섯과 느타리버섯을 대상으로 색깔이 다른 품종을 선택하여 갓과 대를 구분하여 각각의 아미노산과 유리아미노산을 비교 분석하였다. 이를 통하여 버섯 종류 및 계통, 그리고 갓과 대 부위별로 영양관계를 조사하여 건강 기능 식품 개발 및 버섯 육종 연구에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험 재료

아미노산 분석을 위해서 재배된 9종의 버섯은 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에서 표준재배법으로 재배되었다. 분석에 이용된 버섯 품종은 팽이버섯은 백색품종인 백설, 팽이2호, 백로와 갈색계통은 갈피, ASI 4065(철원 야생 수집균), ASI 4151(갈색 수집균)을 사용하였고, 느타리버섯은 정상적인 원형 품종과 이 버섯의 흑색변이체 및 백색변이체를 사용하였다. 팽이버섯의 백색품종들은 그 기원이 하나에서 유래하여 유연관계가 아주 가까운 반면, 갈색계통은 야생에서 유래하였기에 상대적으로 유전적 구성이 복잡하고 유연관계도 백색품종에 비하여 다소 멀었으나 RAPD를 이용한 유연관계분석에서 하나의 cluster안에 분포하였다(unpublished data). 느타리 공시균주인 흑색과 백색변이체는 모두 원형 품종에서 유래하였기에 색깔 외의 유전적 구성은 매우 유사할 것으로 추정할 수 있었다.

정상개체로 성장한 버섯을 동결건조기에서 -30°C를 유지하면서 건조시켰다. 건조된 시료는 Laboratory mill 3303 (Perten, Filand)를 이용하여 버섯 입자크기가 100 mesh가 되도록 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 아미노산 분석 전까지 -70°C에서 보관하였다.

### 아미노산 분석을 위한 전처리

Glycine 등 17종의 아미노산 분석을 위하여 분쇄된 시료 0.5 g을 pyrex관에 넣은 후 6N HCl 10mL를 첨가한 다음 N<sub>2</sub> gas를 수 초간 불어 넣어 분쇄관 내부를 N<sub>2</sub> gas로 치환한 후 밀봉하였다. 밀봉된 pyrex관을 110°C 온도로 설정된 고온 항온기에 넣고 24시간 가수분해하였다. 가수분해가 완료된 pyrex관을 꺼내서 실온에서 냉각하였다. 냉각된 가수분해물을 Whatmann No 2. 여과지로 여과한 후 증류수를 이용하여 100 mL 부피를 맞춘다. 이 용액을 일정량을 취하여 MeOH로 사전에 활성화된 Sep-pak C18 cartridge을 이용하여 가수분해 후 남아 있는 각종 불순물을 제거한 후 아미노산 분석 시료로 이용하였다.

유리아미노산 분석을 위하여 분쇄된 시료 0.5 g을 pyrex관에 넣은 후 3% trichloroacetic acid (TCA) 용액 10 mL을 첨가한 후 상온에서 1시간 동안 방치하였다. 방치한 용액을 15분간 15,000 rpm에서 원심분리한 후 상층액을 Millipore 0.45 mm syringe filters (Milford, USA)를 이용하여 여과한 후 -10°C에서 보관하며 분석하였다.

### 아미노산 분석

아미노산 분석은 전처리된 시료를 이용하여 아미노산 자동분석기인 L-8800 high-speed amino acid analyser (Hitachi, Japan)을 이용하여 분석하였다. 아미노산 분석을 위한 이동상으로 PH1, PH2, PH3, PH4, PH-RG, R-3, C-1, ninhydrin solution, buffer solution (Wako, Japan)을 이용하였다. 아미노산 분석 컬럼은 ion exchange column #2622SC PF (Hitachi, Japan)을 이용하였으며 분석시 컬럼의 온도는 50°C, reaction chamber 온도는 135°C를 유지하며 분석하였다. 아미노산 표준물질은 amino acid calibration mixture (Ajinomoto-takara, Japan)을 사용하였다.

유리아미노산 분석은 L-8800 high-speed amino acid analyser (Hitachi, Japan)을 이용하였으며, 이동상은 PF1, PF2, PF3, PF4, PF-RG, R-3, C-1, ninhydrin solution, buffer solution (Wako, Japan)을 사용하였으며, 분석 컬럼은 ion exchange column #2622SC PH (Hitachi, Japan)을 이용하였다. 유리아미노산 표준물질은 type ANII와 type B (Wako, Japan)을 50:50(v/v)으로 혼합하여 사용하였다.

## 결과 및 고찰

양송이버섯에서는 라이신의 함량이 가장 높고 tryptophane과 methionine 함량이 낮다는 보고가 있다 (Altamura *et al.*, 1967). 본 연구에서는 색깔이 다른 팽이 6계통과 느타리 버섯 3계통에 대하여 구조아미노산 함량을 비교해 보았을 때 (Table 1) 팽이, 느타리 모두에서 tryptophane은 검출되지 않았으며, 느타리에서는 특이적으로 alanine이 검출되지 않았다. 또한 팽이에서는 glutamic acid 함량이 가장

**Table 1.** Constituent amino acid content according to color and part of fruiting body

Amino acid	(mg/100 g)					
	<i>P. ostreatus</i>					
	Weonhyeong		Black mutant		White mutant	
	Pileus	Stipe	Pileus	Stipe	Pileus	Stipe
Asp	167.5	106.9	112.1	68.5	167.4	120.7
Thr	201	117.6	149.2	79.9	199.9	136.5
Ser	100.5	58.6	79.4	42.6	103.9	71.5
Glu	293.4	162.5	220.8	102	262	168.1
Gly	185.2	110.3	145.9	77.3	193.9	132.9
Ala	0	0	0	0	0	0
Cys	2.6	1.8	3	1.8	2.5	2.9
Val	88.1	64.6	59.2	32.5	89.5	59.4
Ile	22.5	24.4	11.9	4.9	24.1	15.7
Leu	53.5	59.8	0	0	56.5	41.6
Tyr	5.6	7.1	3.7	1.9	7	5.3
Lys	15.8	8.4	11.3	5.4	15.6	10.5
His	57.6	41.8	46.6	28.9	50.9	38.5
Arg	142.8	78.7	119.3	66.2	135.7	99.8
Pro	66.3	42.6	50	28.8	72.3	49.5
Phe	2.3	4.5	1.3	0	2.8	2.6
Met	15.8	15.9	11.3	0	22.5	12.8
Trp	0	0	0	0	0	0
Nh3	476.9	258.3	374.6	200.6	446	304.4
content	1897.3	1163.8	1399.7	741.2	1852.5	1272.5

높았으며 methionine과 phenylalanine은 극히 적게 검출되었다. 느타리버섯에서는 glutamic acid 함량이 가장 높았고 phenylalanine과 cysteine이 낮았으며 특이하게 흑색변이계통에서 leucine이 검출되지 않았다. 또한 부위별로는 팽이와 느타리 모두 아미노산 종류별 비율은 동일한 경향을 보였으며, 일반적으로 대보다는 갓에서 아미노산 함량이 더 높은 경향을 보였다.

버섯의 갓 부분의 아미노산 함량을 분석한 결과가 Table 2 이다. 각 버섯 품종계통의 갓에서 서로 다른 아미노산 종류가 검출되었는데, 백색팽이버섯계통인 백설, 팽이2호, 백로에서는 공통적으로 methionine이 검출이 되지 않았으며, 특히 팽이2호, 백로에서는 phenylalanine도 검출되지 않았다. 갈색팽이버섯 계통인 갈피, 4065, 4151에서도 methionine이 검출이 되지 않아 백색팽이버섯과 같은 경향을 나타내었다. 그러나 느타리버섯계통에서 회색의 정상적인 원형품종과 원형의 흑색변이와 백색변이버섯에서는 alanine을 제외한 16종의 아미노산이 검출되었다. 팽이버섯, 느타리버섯 모두 갓에서 glutamic acid와 threonine, glycine순으로 이 가장 많이 검출되었다. 황 함

**Table 1.** Continued

Amino acid	<i>F. velutipes</i> (3strains mean±SD)*			
	White		Brown	
	Pileus	Stipe	Pileus	Stipe
Asp	86.5±1.57	79.6±1.43	85.6±3.75	62.9±1.99
Thr	108.3±5.40	98.7±2.03	115.6±6.89	84.9±4.43
Ser	57.4±2.36	49.9±1.01	61.1±3.04	42.3±1.87
Glu	151.4±17.70	160.1±8.47	148.3±10.52	124.1±5.39
Gly	102.2±5.99	90.1±1.89	103.4±3.75	74.2±4.70
Ala	83.4±6.03	77±4.19	86.7±3.57	68.6±1.24
Cys	3±0.38	3.9±0.57	2.7±0.30	2.8±0.18
Val	39.6±5.01	38.1±3.87	46.3±2.32	37.3±0.68
Ile	6.7±1.75	5.1±2.57	10.3±0.43	6.8±0.67
Leu	19.8±2.69	18.3±6.72	26.9±0.71	22.1±1.95
Tyr	1.5±0.19	2±1.03	2.2±0.22	1.9±0.39
Lys	8.8±0.92	7.6±0.68	8.4±0.47	5.7±0.14
His	26.5±2.65	24.2±1.02	24.7±0.94	19.4±0.90
Arg	58.4±5.60	43.4±0.47	61.2±3.82	35.9±1.90
Pro	35.8±2.91	31.3±1.38	39.1±0.63	28.3±0.63
Phe	0	0.4±0.76	0.9±0.06	0.3±0.55
Met	0	0	6.2±5.40	0
Trp	0	0	0	0
Nh3	234.6±23.47	249.3±17.71	222.4±10.91	180.7±13.23
content	1017.2±92.98	979.1±16.50	1051.7±46.71	798.1±26.43

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

유 아미노산인 cysteine과 methionine의 함량을 합한 SCAA (sulfur containing amino acid)에서 백색팽이버섯은 백설, 갈색팽이버섯은 갈피, 느타리버섯계통에서는 백색변이에서 함량이 가장 높았다.

버섯의 대에서 아미노산은 갓 부분에서 버섯계통별 검출된 아미노산 종류와 거의 일치하였다(Table 3). 그러나 백색팽이버섯 계통에서는 백설과 팽이2호의 대에서는 phenylalanine이 검출되지 않았으며, 갓에서 phenylalanine이 검출되지 않았던 백로의 대에서는 phenylalanine이 검출되었다. 갈색팽이버섯에서도 갓에서는 phenylalanine이 모두 검출되었으나, 대에서는 4151에서만 phenylalanine이 검출되었다. 느타리버섯에서도 흑색변이를 제외하고 정상적인 느타리버섯인 원형느타리와 백색변이체에서만 phenylalanine이 검출되었다. 각각의 아미노산 함량 순서와 SCAA (sulfur containing amino acid) 함량 순서는 버섯의 갓 분석결과와 일치하였다.

Table 4은 각 버섯계통별 아미노산 분류에 따른 아미노산군별 함량에서 MMA (monoamino monocarboxylic acid) 평균 함량은 버섯의 갓 부분에서 느타리버섯이 가장 많은 아미노산 함량을 가지고 있었으나, 대에서는 백색팽

**Table 2.** Composition and content(mg/100 g) of amino acids in caps of nine species of mushrooms

Amino acid	<i>F. velutipes</i>						<i>P. ostreatus</i>		
	White strains			Brown strains			Weonhyeong	Black mut.	White mut.
	Baekseol	Paengi-2	Baekro	Garlmoe	ASI 4065	ASI 4151			
Alanine	89.23	83.77	77.18	88.50	88.95	82.55	nd	nd	nd
Glycine	107.25	103.70	95.56	107.52	102.34	100.23	185.17	145.90	193.89
Isoleucine	8.51	6.59	5.01	10.66	9.84	10.45	22.50	11.91	24.05
Leucine	21.74	17.94	nd	27.73	26.52	26.49	53.53	0.00	56.49
Valine	44.32	40.26	34.36	48.95	45.43	44.57	88.11	59.22	89.51
Sum of MMA	271.04	252.26	212.11	283.36	273.08	264.29	349.32	217.02	363.94
Serine	58.95	58.47	54.64	63.86	61.48	57.82	100.52	79.38	103.91
Threonine	112.41	110.38	102.21	121.69	116.95	108.11	200.96	149.22	199.94
Sum of OAA	171.36	168.85	156.85	185.55	178.44	165.92	301.48	228.59	303.85
Cysteine	3.34	3.06	2.58	3.05	2.59	2.48	2.56	2.95	2.51
Methionine	nd*	nd	nd	nd	nd	nd	15.77	11.30	22.49
Sum of SCAA	3.34	3.06	2.58	12.88	2.59	11.28	18.33	14.26	25.00
Glutamic A	165.38	157.22	131.46	160.27	143.80	140.69	293.42	220.84	262.01
Aspartic A	87.65	87.12	84.70	84.42	89.76	82.52	167.54	112.15	167.44
Sum of MDA	253.03	244.34	216.17	244.69	233.56	223.21	460.96	332.99	429.45
Lysine	9.27	9.35	7.72	8.60	8.80	7.90	15.82	11.29	15.62
Arginine	62.54	60.61	52.02	64.07	62.56	56.83	142.78	119.27	135.67
Sum of DMA	71.81	69.96	59.74	72.67	71.36	64.73	158.60	130.56	151.29
Histidine	28.83	26.95	23.60	24.45	25.68	23.83	57.63	46.62	50.94
Phenylalanine	0.9	nd	nd	0.89	0.98	0.86	2.28	1.31	2.76
Proline	38.31	36.40	32.60	39.19	39.63	38.39	66.30	50.05	72.29
Tyrosine	1.68	1.39	1.33	2.29	2.28	1.90	5.56	3.68	6.99
Sum of AAA	68.81	64.74	57.53	66.82	68.56	64.98	131.77	101.65	132.98

Sum of MMA(monoamino monocarboxylic acid)=Alanine+Glycine+Isoleucine+Leucine+Valine, Sum of OAA(oxy amino acid)=Serine+Threonine, Sum of SCAA(sulfur containing amino acid)=Cysteine+Methionine, Sum of MDA(monocarboxylic acid)=Glutamic Acid+Aspartic Acid, Sum of DMA(diamino monocarboxylic acid)=Lysine+Arginine, Sum of AAA(aromatic amino acid)=Histidine+Phenylalanine+Proline+Tyrosine  
\*nd: not detected

이버섯 계통이 느타리버섯계통보다 더 많은 함량을 나타내었다. 버섯의 갓과 대에서 OAA (oxy amino acid), SCAA (sulfur containing amino acid), MDA (monoamino dicarboxylic acid), DMA (diamino monocarboxylic acid), AAA (aromatic amino acid)의 계통별 평균함량은 느타리버섯계통의 갓에서 가장 많은 함량을 나타내었다. 본 연구 결과에서 버섯의 종류에 따라, 그리고 한 종 내의 계통에 따라 일정한 경향을 보이기는 하나 그 개별적인 구성 함량에는 많은 변이를 보이고 있다. Mdachi *et al.* (2004)에 의하며 식용 Tanzanian wild species 같은 버섯 계통안에서도 필수아미노산의 경우 25~88%까지의 함량변이를 보인다고 하였다.

버섯의 갓과 대에서 유리아미노산 분석을 실시한 결과를 Table 5와 Table 6에서 정리하였다. 버섯의 갓에 대한 유리아미노산 함량 분석 결과(Table 5)에서 백색 팽이버

섯 계통은 L-glutamic acid의 함량 (7496~2904 mg/100 g)이 가장 많았으며, 느타리버섯 계통에서는 L-citrulline (6902.7~5266.9 mg/100 g)이 가장 많았다. 갈색 팽이버섯 계통에서는 갈피는 L-glutamic acid (2206.6 mg/100 g)가 가장 많이 검출되었고, 4065와 4151은 L-citrulline (2035.2, 1163.3 mg/100 g)이 가장 많은 함량을 나타내었다. 또한 백색 팽이버섯계통에서는 L-proline, 갈색 팽이버섯에서는 L-tyrosine, L-1-methylhistidine, L-3-methylhistidine, 느타리버섯계통에서는 L-serine, D,L- $\alpha$ -amino adipic acid, glycine, L-valine, L-methionine, L-leucine, L-carnosine 이 공통으로 검출되지 않았다.

버섯 대의 유리아미노산 함량(Table 6)은 백색 팽이버섯 계통에서는 버섯의 갓처럼 L-glutamic acid의 함량이 가장 많았으며, 갈색 팽이버섯 계통에서는 L-ornithine과 L-citrulline이 많았다. 느타리버섯계통에서는 원형느타리버섯

**Table 3.** Composition and content(mg/100g) of amino acids in stipes of nine species of mushrooms

Amino acid	<i>F. velutipes</i>						<i>P. ostreatus</i>		
	White strains			Brown strains			Weonhyeong	Black mut.	White mut.
	Baekseol	Paengi-2	Baekro	Garlmoe	ASI 4065	ASI 4151			
Alanine	81.78	74.90	74.19	70.02	67.82	67.93	nd	nd	nd
Glycine	92.27	89.47	88.68	78.73	69.34	74.53	110.28	77.27	132.86
Isoleucine	4.06	3.15	7.99	6.06	7.01	7.35	24.41	4.93	15.70
Leucine	14.95	13.87	26.01	20.44	21.62	24.25	59.79	0.00	41.60
Valine	35.15	36.64	42.47	37.30	36.57	37.92	64.57	32.50	59.36
Sum of MMA	228.21	218.02	239.34	212.54	202.37	211.98	259.05	114.70	249.53
Serine	50.07	48.88	50.89	43.59	40.14	43.11	58.56	42.64	71.53
Threonine	98.65	96.76	100.82	89.10	80.27	85.34	117.63	79.86	136.48
Sum of OAA	148.73	145.64	151.71	132.69	120.41	128.45	176.19	122.50	208.01
Cysteine	4.13	4.24	3.20	2.96	2.60	2.78	1.78	1.84	2.95
Methionine	nd*	nd	nd	nd	nd	nd	15.86	nd	12.83
Sum of SCAA	4.13	4.24	3.20	2.96	2.60	2.78	17.64	1.84	15.77
Glutamic A	167.08	162.66	150.70	118.41	124.85	129.12	162.47	101.96	168.06
Aspartic A	78.24	81.09	79.50	63.34	64.58	60.68	106.92	68.47	120.66
Sum of MDA	245.32	243.75	230.21	181.75	189.43	189.80	269.39	170.43	288.71
Lysine	7.75	8.27	6.93	5.89	5.62	5.72	8.43	5.41	10.50
Arginine	43.93	43.03	43.23	37.69	33.90	35.97	78.73	66.22	99.82
Sum of DMA	51.67	51.30	50.16	43.59	39.52	41.68	87.16	71.63	110.31
Histidine	25.31	23.85	23.33	19.31	18.48	20.28	41.79	28.90	38.51
Phenylalanine	nd	nd	1.32	nd	nd	0.96	4.48	nd	2.55
Proline	30.30	30.80	32.90	28.45	27.64	28.87	42.61	28.77	49.47
Tyrosine	1.44	1.29	3.14	1.49	1.85	2.27	7.12	1.90	5.28
Sum of AAA	57.05	55.94	60.69	49.25	47.96	52.37	96.00	59.57	95.81

Sum of MMA(monoamino monocarboxylic acid)=Alanine+Glycine+Isoleucine+Leucine+Valine, Sum of OAA(oxy amino acid)=Serine+Threonine, Sum of SCAA(sulfur containing amino acid)=Cysteine+Methionine, Sum of MDA(monocmino dicarboxylic acid)=Glutamic Acid+Aspartic Acid, Sum of DMA(diamino monocarboxylic acid)=Lysine+Arginine, Sum of AAA(aromatic amino acid)=Histidine+Phenylalanine+Proline+Tyrosine  
\*nd: not detected

**Table 4.** Average content of amino acids classification among mushroom lines

Amino acid	Cap			Stipes		
	<i>F. velutipes</i> (White)	<i>F. velutipes</i> (Brown)	<i>P. ostreatus</i> strains	<i>F. velutipes</i> (White)	<i>F. velutipes</i> (Brown)	<i>P. ostreatus</i> strains
Average of MMA	245.14	273.58	310.09	228.52	208.97	207.76
Average of OAA	165.69	176.64	277.98	148.69	127.18	168.90
Average of SCAA	2.99	8.92	19.20	3.86	2.78	11.75
Average of MDA	237.85	233.82	407.80	239.76	186.99	242.84
Average of DMA	67.17	69.59	146.82	51.04	41.60	89.70
Average of AAA	63.69	66.78	122.14	57.89	49.86	83.79

*F. velutipes* (White) : Baekseol, Paengi-2, Baekro  
*F. velutipes* (Brown) : Garlmoe, ASI 4065, 4151  
*P. ostreatus* strains : Weonhyeong, Black mut., White mut.  
 Average of MMA=(Sum of MMA in mushroom lines)/3  
 Average of OAA=(Sum of OAA in mushroom lines)/3  
 Average of SCAA=(Sum of SCAA in mushroom lines)/3  
 Average of MDA=(Sum of MDA in mushroom lines)/3  
 Average of DMA=(Sum of MMA in mushroom lines)/3  
 Average of AAA=(Sum of MMA in mushroom lines)/3

**Table 5.** Composition and content(mg/100g) of free amino acids in caps of nine species of mushrooms

Amino acid	<i>F. velutipes</i>						<i>P. ostreatus</i>		
	White strains			Brown strains			Weonhyeong	Black mut.	White mut.
	Baekseol	Paengi-2	Baekro	Garlmoe	ASI 4065	ASI 4151			
P-Ser*	290.1 <sup>a</sup>	108.2	172.9	112.2	110.2	130.6	101.8	124.6	86.9
Tau	164.2	81.2	92.8	104.9	146.9	87.0	93.4	103.8	66.8
PEA	63.4	16.2	23.6	16.0	14.5	16.7	24.8	39.6	21.6
Urea	711.8	341.1	369.1	529.6	281.3	275.0	3136.7	3008.5	2833.0
Asp	2110.8	977.6	1347.8	553.8	nd	nd	25.8	22.6	35.5
Thr <sup>c</sup>	456.4	228.0	206.9	392.1	nd	nd	nd	27.2	20.3
Ser	604.6	332.1	293.5	491.9	nd	nd	nd	nd	nd
Glu	7496.0	3292.9	2904.0	2206.6	166.8	104.6	628.2	nd	410.6
a-AAA	102.6	40.6	39.1	63.5	nd	12.0	nd	nd	nd
Gly	127.8	182.6	74.7	228.2	nd	nd	nd	nd	nd
Ala	1472.1	702.4	670.5	820.7	50.9	35.9	151.6	145.4	120.9
Cit	13.4	nd	4.4	4.6	2035.2	1163.3	6902.7	7805.9	5266.9
a-ABA	15.1	6.5	8.8	4.1	nd	nd	65.0	102.8	49.1
Val <sup>c</sup>	29.7	9.9	20.4	27.3	nd	nd	nd	nd	nd
Cys	142.1	80.7	103.7	25.7	75.5	64.0	64.0	76.0	69.0
Met <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>	nd	nd	6.3	nd	nd	nd	nd	nd
Cysthi	126.6	60.4	102.6	50.9	123.3	78.0	498.1	365.4	261.8
Leu <sup>c</sup>	9.9	nd	nd	2.9	nd	nd	nd	nd	nd
Tyr	nd	nd	25.2	nd	nd	nd	40.2	46.7	44.0
b-Ala	44.1	26.4	21.8	37.7	33.6	18.3	91.3	99.3	61.2
b-AiBA	12.2	8.2	10.3	8.0	nd	nd	nd	5.9	nd
g-ABA	373.3	162.0	98.2	400.5	176.6	174.2	67.3	65.3	41.7
EOHNH <sub>2</sub>	36.3	25.1	26.2	81.8	75.6	51.7	75.9	96.7	72.0
NH <sub>3</sub>	90.8	42.1	37.7	55.8	51.8	35.6	114.2	100.0	102.0
Hyllys	14.0	13.7	13.8	14.0	15.8	15.4	16.7	16.0	15.9
Orn	650.9	275.3	159.2	268.0	102.8	81.7	2051.8	3461.2	1605.1
Lys <sup>c</sup>	675.8	367.2	169.9	203.5	179.7	44.3	807.9	568.7	519.1
1Mehis	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.3	14.3	0.0
His <sup>c</sup>	147.7	45.7	58.6	27.0	29.5	nd	842.7	860.0	403.7
3Mehis	4.7	nd	nd	nd	nd	nd	12.2	15.3	7.0
Car	25.5	nd	64.8	137.8	160.8	144.5	nd	nd	nd
Arg <sup>c</sup>	47.8	14.5	15.7	16.3	9.2	0.0	1087.8	1330.7	558.1
Hypro	440.0	231.2	203.2	424.6	394.1	186.1	1019.9	686.0	495.9
Pro	nd	nd	nd	nd	1283.4	747.8	4289.6	4853.4	3291.9

\*; P-ser; D,L-O-Phosphoserine, Tau; Taurine, PEA; O-Phosphoethanolamine, Urea; Urea, Asp; L-Aspartic acid, Thr; L-Threonine, Ser; L-Serine, Glu; L-Glutamic Acid, a-AAA; D,L--Aminoadipic Acid, Gly; Glycine, Ala; L-Alanine, Cit; L-Citrulline, a-ABA; L- $\alpha$ -Amino-n-Butyric Acid, Val; L-Valine, Cys; L-Cystine, Met; L-Methionine, Cysthi; L-Cystathionine, Leu; L-Leucine, Tyr; L-Tyrosine, b-Ala;  $\beta$ -Alanine, b-AiBA; D,L- $\beta$ -Amino-i-Butyric Acid, g-ABA;  $\gamma$ -AminoButyric Acid, EOHNH<sub>2</sub>; Ethanolamine, NH<sub>3</sub>; Ammonia, Hyllys; D,L&allo-Hydroxylysine, Orn;L-Ornithine,Lys;L-Lysine,1Mehis;L-1-Methylhistidine,His;L-Histidine,3Mehis; L-3-Methylhistidine, Ans; L-Anserine, Car ; L-Carnosine, Arg; L-Arginine, Hypro; L-Hydroxyproline, Pro; L-Proline,

<sup>a</sup>Reported in mg/100g dried plant material, <sup>b</sup>nd: not detected, <sup>c</sup>Essential amino acids.

**Table 6.** Composition and content(mg/100g) of free amino acids in stipes of nine species of mushrooms

Amino acid	<i>F. velutipes</i>						<i>P. ostreatus</i>		
	White strains			Brown strains			Weonhyeong	Black mut.	White mut.
	Baekseol	Paengi-2	Baekro	Garlmoe	ASI 4065	ASI 4151			
P-Ser*	123.0	113.2	161.2	155.5	173.6	176.0	56.8	82.8	48.9
Tau	95.5	115.2	152.3	111.0	146.6	150.3	70.7	67.0	48.5
PEA	21.6	9.8	12.9	26.7	8.9	13.4	16.1	21.4	12.2
Urea	414.0	133.7	163.6	626.7	nd	134.6	1279.9	925.6	1749.3
Asp	1438.0	1724.5	1691.4	1070.3	15.6	nd	12.9	12.3	21.4
Thr <sup>c</sup>	312.6	331.8	345.4	440.9	nd	nd	nd	nd	nd
Ser	405.3	404.6	428.6	386.2	nd	nd	nd	nd	nd
Glu	5223.0	4972.1	5159.5	nd	nd	nd	nd	110.8	nd
a-AAA	88.3	81.7	140.7	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gly	348.3	265.3	305.4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ala	1249.0	1036.1	1039.1	nd	98.4	53.7	163.9	49.5	159.4
Cit	nd <sup>b</sup>	4.5	4.5	2768.9	2715.6	2476.2	4563.9	2358.1	3240.9
a-ABA	14.6	17.3	22.7	21.5	nd	nd	27.0	69.4	51.4
Val <sup>c</sup>	44.0	54.9	79.4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cys	189.5	213.7	182.2	196.8	88.5	142.4	44.2	42.4	49.9
Met <sup>dc</sup>	nd	nd	3.7	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cysthi	128.2	112.0	198.8	108.1	15.0	187.6	nd	87.2	nd
Ile <sup>c</sup>	nd	nd	nd	nd	64.1	nd	143.1	nd	103.5
Leu <sup>c</sup>	8.2	33.1	13.4	47.4	nd	nd	nd	38.8	57.0
Tyr	37.8	61.1	84.8	52.6	nd	nd	29.1	36.3	44.8
Phe <sup>c</sup>	nd	4.5	8.9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
b-Ala	44.3	37.1	52.6	60.9	nd	43.7	18.1	61.8	18.4
b-AiBA	9.3	13.6	13.2	6.4	55.1	13.4	7.3	7.0	7.3
g-ABA	182.6	99.7	106.7	353.0	97.5	142.8	54.5	34.4	54.5
EOHNH <sub>2</sub>	13.3	6.5	9.3	8.0	14.1	23.9	56.3	50.5	75.8
NH <sub>3</sub>	43.4	42.6	36.1	31.7	35.5	30.7	71.4	50.7	62.4
Hyllys	14.9	13.2	15.4	14.6	14.9	15.2	17.7	14.6	15.1
Orn	1329.0	1623.5	1424.3	4235.4	1488.3	2726.5	3946.9	5209.0	3295.3
Lys <sup>c</sup>	468.9	790.2	360.3	375.8	200.7	292.2	282.6	128.5	379.9
His <sup>c</sup>	128.4	150.1	174.8	159.6	48.0	148.3	469.3	409.0	345.1
3Mehis	6.8	5.8	6.3	11.5	6.6	11.0	11.3	14.4	14.2
Car	30.9	20.8	23.8	17.2	nd	22.2	nd	16.6	nd
Arg <sup>c</sup>	31.9	58.9	57.5	69.6	7.7	29.1	298.0	475.6	420.2
Hypro	306.2	339.5	340.4	467.0	275.7	316.5	nd	237.1	336.8
Pro	nd	nd	nd	1771.4	1720.9	1561.1	2870.4	1458.2	2016.2

\*; P-ser; D,L-O-Phosphoserine, Tau; Taurine, PEA; O-Phosphoethanolamine, Urea; Urea, Asp; L-Aspartic acid, Thr; L-Threonine, Ser; L-Serine, Glu; L-Glutamic Acid, a-AAA; D,L--Aminoadipic Acid, Gly; Glycine, Ala; L-Alanine, Cit; L-Citrulline, a-ABA; L- $\alpha$ -Amino-n-Butyric Acid, Val; L-Valine, Cys; L-Cystine, Met; L-Methionine, Cysthi; L-Cystathionine, Leu; L-Leucine, Tyr; L-Tyrosine, b-Ala;  $\beta$ -Alanine, b-AiBA; D,L- $\beta$ -Amino-i-Butyric Acid, g-ABA;  $\gamma$ -AminoButyric Acid, EOHNH<sub>2</sub>; Ethanolamine, NH<sub>3</sub>; Ammonia, Hyllys; D,L&allo-Hydroxylysine, Orn;L-Ornithine,Lys;L-Lysine,1Mehis;L-1-Methylhistidine,His;L-Histidine,3Mehis; L-3-Methylhistidine, Ans; L-Anserine, Car ; L-Carnosine, Arg; L-Arginine, Hypro; L-Hydroxyproline, Pro; L-Proline,

<sup>a</sup>Reported in mg/100 g dried plant material, <sup>b</sup>nd: not detected, <sup>c</sup>Essential amino acids.

은 L-citrulline, 흑색변이와 백색변이버섯에서는 L-ornithine 함량이 가장 많았다. 또한 백색 팽이버섯 계통에서 L-isoleucine, L-proline, 갈색 팽이버섯 계통에서는 L-glutamic acid, D,L- $\alpha$ -aminoadipic acid, glycine, L-valine, L-methionine, L-phenylalanine 느타리버섯계통에서는 L-threonine, L-serine, D,L- $\alpha$ -aminoadipic acid, glycine, L-valine, L-methionine, L-phenylalanine이 검출되지 않았다. 유리아미노산은 단백질이나 펩티드와 같은 결합형 아미노산에 반해 아미노산이 단독분자로 존재하는 상태로 그 함유비율에 따라 맛과 품질을 결정하는 요인이 될 수 있으며, 더 나아가 신경전달물질과 같은 중요한 생물학적 기능에도 관여하고, 면역계를 강화하는 역할을 하는 것도 있다. 본 연구 결과에서 볼 수 있듯이 팽이, 느타리의 모든 계통에서 L-glutamic acid 등 맛에 관여하는 아미노산의 양이 풍부하기 때문에 버섯이 음식의 감칠 맛을 내는데 이용될 수 있음을 확인할 수 있다. 또 다른 주목할 만한 것은 중추신경계 신경전달물질로 알려진 GABA (g-ABA;  $\gamma$ -aminobutyric acid)이다. 팽이버섯 계통 모두 GABA 함량이 높게 나타났으나 특히 갈피품종은 갓과 대에서 모두 353~400 mg/100 g으로 느타리버섯의 5배 이상으로 나타나 일반적으로 알려진 현미보다 월등한 함량을 보였다.

구조아미노산의 경우에서도 느타리버섯 계통중에 원형 느타리와 백색변이 버섯은 leucine 함량이 상대적으로 높은 반면 흑색변이 버섯에서는 없는 것으로 나왔던 것을 이용하여(Table 1) 성인에게 필요한 필수 아미노산 중 lysine, leucine, phenylalanine이 적은 양으로 섭취 된다고 하므로(Manzi *et al.*, 1999) 필요한 아미노산을 선택하여 이용할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각 된다.

따라서 앞으로 버섯 계통별 아미노산 분석에 대한 자료 수집이 더욱 필요하며, 또한 FAO/WHO/UNU (1985)에 따르면 버섯에 함유된 아미노산 조성은 성인아미노산 섭취요구량에 매우 적당하다 하였다 이에 따라 아미노산 함량이 높은 버섯계통 육종을 통한 새로운 고아미노산 기능성 버섯품종계통에 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 적 요

팽이버섯과 느타리버섯의 색깔이 다른 계통과 부위별로 갓과 대로 나누어 아미노산 및 유리아미노산 분석을 실시하여 성분 조성과 함량을 비교하였다. 그 결과 버섯 종류와 계통, 그리고 부위에 따라 서로 다른 아미노산 종류가 검출되었다. 팽이, 느타리 모두에서 tryptophane은 검출되지 않았으며, 느타리에서는 특이적으로 alanine이 검출되지 않았다. 또한 팽이에서는 glutamic acid 함량이 가장 높았으며 methionine과 phenylalanine은 극히 적게 검출되었다. 느타리버섯에서는 glutamic acid 함량이 가장 높

았고 phenylalanine과 cysteine이 낮았으며 특이하게 흑색변이계통에서 leucine이 검출되지 않았다. 또한 부위별로는 팽이와 느타리 모두 아미노산 종류별 비율은 동일한 경향을 보였으며, 일반적으로 대보다는 갓에서 아미노산 함량이 더 높은 경향을 보였다. 유리아미노산 분석 결과에서는 버섯계통별로 검출되는 아미노산 함량이 서로 달랐으며, 버섯의 갓과 대에서도 검출되는 아미노산 조성이 일치하지 않는 것으로 나타났다.

## 감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호 : PJ101602014)에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

- Altamura MR, Robbins FM, Andreotti RE, Long L, Hasselstrom T. 1967. Mushroom ninhydrin-positive compounds. Amino acids, related compounds, and other nitrogenous substances found in cultivated mushroom, *Agaricus campestris*. *J. Agric. Food Chem.* 15(6):1040-1043
- Breene WM. 1990. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *J. Food Prot.* 53:883-894
- Calvo L. 1994. Valor nutritivo y toxicol !ogico de los hongos. In: S!anchez V!azquez (Ed.), Produccion de hongos comestibles. Centro de Investigaciones Ecol!ogicas del Sureste, Mexico, pp. 31-36.
- Cha WS, Nam HG, Lim IJ. 2007. Analysis of Mineral, Amino Acid and Vitamin Content of Pleurotus nebrodensis. *KSBB Journal.* 22(5):278-281. (in Korean)
- Cheng IM, Cheung PCK, Ooi VCE. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem.* 81:249-255
- Cheng IM, Cheung PCK. 2005. Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. *Food Chem.* 89:403-409
- Cho JH, Noh HJ, Kang DH, Lee JY, Lee MY, Park HS, Sung KH, Jhune CS. 2012. Comparative analysis of amino acid contents of the fruiting bodies in *Ganoderma* spp. *J. Mush. Sci. Prod.* 10(4):208-215. (in Korean)
- Cutler RG. 1984. Antioxidant and longevity, In: *Freeradicals in molecular biology, aging and disease*. Armstrong D, Sohal RS culter RG, Slater TF (eds) New York Raven Press, 235-266
- FAO/WHO/UNU, 1985. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Technical Report Series No. 724. World Health Organization, Geneva.
- Kasuga A, Aoyagi Y, Sugahara T. 1995. Antioxidant activity of fungus *Suillus bovinus* (L:Fr) O. Kuntze. *J. Food Sci.* 60:1113-1115
- Mdachi SJM, Nkunya MHH, Nyigo VA, Urasa IT. 2004. Amino acid composition of some Tanzanian wild



- mushrooms. *Food Chem.* 86:179-182.
- Mendez LA, Sandoval Castro CA, Belmar Casso R, Capetillo Leal CM. 2005. Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *J. Food Comp. Anal.* 18:447-450
- Noh HJ, Suh JS, Kwon JS, Weon HY, Lee SY, Yoo YB, Jhune CS, Jang KY, Seok SJ. 2008. Analysis of amino acids in Golden mushroom: "Gumbit" (*Pleurotus cornucopiae* var. *citripileatus*) and Pink mushroom: "Noeul" (*Pleurotus salmoneostramineus*). *J. Mush. Sci. Prod.* 6(3&4):111-114. (in Korean)