

## 능이버섯의 영양성분에 관한 연구

이숙희\* · 김남우\*\* · 신승렬

\*영남대학교 식품영양학과, \*\*경산대학교 자연과학부, 경산대학교 생명자원공학부

### Studies on the Nutritional Components of Mushroom(*Sarcodon aspratus*)

Suk-Hee Lee\*, Nam-Woo Kim\*\* and Seung-Ryeul Shin

\*Department of Food Science and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749

\*\*Faculty of Natural Science, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

#### Abstract

This paper was performed to analyze the nutritional components for the basic of studies to estimate the nutritional and functional valuation of mushroom(*Sarcodon aspratus*) The contents of moisture, ash, crude protein, crude fat and carbohydrate in mushroom were 89.93, 1.18, 3.67, 0.96 and 4.26%, respectively. The major free sugar were glucose, sucrose, trehalose, xylose, and contained more trehalose than other sugars. The total content of amino acids was 796.85mg/100g-fr.wt. And the contents of essential and non-essential amino acid of hydrolyzed amino acid was 300.77 and 486.08mg/100g-fr.wt., respectively. Mushroom contained mushroom valine, leucine, threonine, lysine, alanine, glycine, aspartic acid, and glutamic acid. The contents of essential and non-essential amino acid of free amino acid was 124.95, 138.52mg/100g-fr.wt., respectively. and were contained mushroom methionine, lysine, valine, arginine, Aspartic acid, and tyrosine. The content of Amino acid derivatives 46.81 mg/100g-fr.wt., and were contained mushroom mornithine, sarcosine,  $\beta$ -alanine, and phosphoserine. The content of vitamin C was 5.43 mg/100g-fr.wt. The contents of sodium and potassium were 375.73, 61.82mg/100g, respectively.

Key words : mushroom, *Sarcodon aspratus*, free sugar, amino acid

## 서론

버섯은 분류학상 균류(Fungi)중 진균류(Eumycetes)에 속하며 대부분은 담자균류(Basidiomycetes)의 일종으로 일반적으로 무기질과 비타민 등의 영양소를 다량 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 맛과 향기를 갖고 있어 궁중요리, 중국 북경지방의 전통고급요리 등에 널리 사용하였고, 예로부터 민간요법으로 육류를 먹고 채하였을 때 단방약으로 널리 사용되어 왔다. 능이버섯은 우리나라의 경우 민간에서는 1능이, 2송이라고 평가할 만큼 고급버섯으로 평가하여 왔다. 최근에는 식생활의 향상 및 다양화로 인한 자연식품, 저칼로리 식품, 무공해식품의 선호추세로 버섯의 소비량이 날로 증가하는 경향이다. 특히 버섯의 생체기능조절 및 암, 뇌졸중, 심장병 등 소위 성인병에 대한 예방과 개선효과가 보고됨에 따라 버섯에 대한 관심은 더욱 높아지게 되었다(1,2).

버섯류는 단순한 식품으로서가 아니라 생체에 영향을 미치는 효과와 기능으로서의 생체방어, 생체리듬 조절 및 질병의 회복과 노화억제 등 생명활동에 대한 식품의 생리조절 능력인 기능성식품에 관심이 집중되고있으며 식품의 안전성도 중요시되고 있다. 이러한 기능성 식품중에서도 질병의 치료 및 예방에 효과가 있는 천연물 중 가장 주목받고 있는 버섯은 오래 전부터 맛과 영양이 풍부한 식품으로 그리고 약용 등의 목적으로 사용해 왔다(3,4).

버섯의 약리효과에 대해서는 *Lentinus edodes*, *Coriolus versicolor*, *Ganoderma lucidum*, *Lepiota procera*, *Grifola frondosa*, *Lyophyllum nlmarium*, *pleurotus citrinopileatus* 그리고 *Ganoderma applanatum*등의 단백질단체가 항암효과가 있다고 보고되었고(5,6), *Lentinus edodes*는 혈중 cholesterol 함량 저하효과를 나타내는 eritadenine과 항바이러스 효과를 나타내는 생리활성에 관한 연구가 이루어졌으며(7), Kimoto 등(8)은 표고버섯을 투여한 흰쥐의 혈장 및 간장 지질성분에 대한 영향에서 고지혈증을 일으킨 흰쥐에서 표고버섯을 투여시켰을 때 인지질농도를 저하시켰고 간장에 축적된 지질도 점차 정상화되었다고 보고하였다. *Ganoderma lucidum*은 혈압강화작용을 나타내는 성분이 밝혀졌고(9), *Agrocybe dura*,

Corresponding author : Seung-Ryeul Shin, Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea  
e-mail : shinsr@ik.ac.kr

*Polyporus biformis*, *Clytocybe diatreta*, *Clavaria zollingeri* 등은 항균활성 효과도 밝혀졌다(10). 그러나 지금까지의 연구결과를 보면 여러 버섯에 대한 일반성분이나 향기성분, 맛성분 및 특이 약효성분, 저장 및 품질변화 등의 영양학적, 식품학적, 약리학적인 분야에 대한 연구는 많으나, 능이버섯에 대한 연구는 비교적 많이 이루어지지 않았으며, 앞으로 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

따라서 능이버섯의 식품영양학적 및 생리활성에 대한 연구의 기초적 연구로서 능이버섯의 식품영양학적 평가의 일환으로 일반성분, 유리당 및 아미노산의 함량을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 능이버섯(*Sarcodon aspratus*)은 경북 예천에서 자생하는 자연산을 채취하여 품종을 검증 받아서 초저온냉동고에 보관하여 분석하였다.

### 일반성분의 분석

일반성분의 함량은 AOAC(11)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분은 시료를 일정하게 취하여 상압건조법에 따라 측정하였고, 조회분 정량은 직접회화법으로 일정량의 시료를 취하여 550~600℃의 회화로에서 회화시켜 중량법으로 정량하였다. 조단백질의 분석은 Kjeldahl법으로 측정하여 질소-단백질 환산계수를 곱하여 산출하였다. 조지방의 함량은 일전량의 시료에 chloroform-methanol 혼합용액(1:1)을 가하여 상온에서 magnetic stirrer로 교반하면서 4시간 추출, 분액하여 맑은 용액을 취하여 건조하여 중량법으로 정량하였다.

### 유리당 정량

유리당 정량은 일정량의 시료에 물을 가하여 추출한 다음 hexane으로 유지성분을 제거하고 45 μm membrane filter로 여과후 Sep-pak C<sub>18</sub>로 색소 및 단백질 성분을 제거 후 HPLC로 분석하였다. 표준시약은 sigma사 제품의 sucrose, glucose, trehalose 및 xylose를 사용하였다.

### 유리 및 구성 아미노산 정량

유리아미노산은 일정량의 시료를 증류수를 가하여 유리아미노산을 추출한 것을 분석용 시료로 사용하여 분석용 column(Lithium High Resolution PEEK)이 부착된 자동아미노산분석기를 사용하여 분석하였다. 이때 buffer system은 lithium citrate system이었다. 구성 아미노산은 가수분해관에 일정량의 시료와 6N HCl 용액을 주입하여 탈기, 밀봉한 뒤 105℃에서 24시간 동안 가수분해하고 여과, 농축하여

citrate buffer로 재용해하여 아미노산 자동분석기(Pharmacia Chrom20, Sweden)로 분석하였다.

### 비타민 C의 정량

비타민 C 함량은 시료 5 g에 일정량의 10% metaphosphoric acid 용액을 가하여 homogenizer한 후 5% metaphosphoric acid용액으로 100 mL 정용하여 12,000 rpm에서 5분간 원심 분리한 후 Whatman No. 5 여과지로 흡입여과한 다음 희석하여 측정용 시료로 사용하였으며, 2,4-dinitrophenol hydrazine DNP) 비색법(12)으로 다음과 같이 측정하였다. 즉, 추출액 2 mL에 indophenol 0.2 mL, metaphosphoric acid 혼액 2 mL를 넣어 충분히 혼합하고 여기에 DNP 1 mL를 가하여 37℃에서 3시간 반응시켜 즉시 방냉한 후 85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 5 mL를 vortex상에서 가하여 잘 혼합한 다음 540 nm에서 흡광도를 측정하여 검량선(Con. = 6.803 × O.D.<sub>540</sub> + 0.0083)에 의하여 함량을 산출하였다.

### 무기질의 정량

무기질 정량을 위한 전처리는 시료 0.5 g에 증류수 50 mL 가한 후 100배 희석하여 용해한 다음 농질산 5 mL를 가하여 이를 전처리 시험용액으로 사용하였다. 전처리 방법으로는 microwave digestion system(MLS-1200 MEGA)을 이용하여 최고 660W로 총 20분간 산분해를 standard method 3030 k에 준하여 실시하였다. 무기질의 함량은 전처리한 시료 용액을 원자흡수분광광도계에 주입하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

능이버섯의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 수분함량은 89.93%, 탄수화물은 4.26%이었고, 조단백질함량과 조지방은 각각 3.67%, 0.96%, 회분량은 1.18%이었다. 김 등(13)은 표고버섯과 느타리버섯의 수분함량이 각각 87.2%, 89.3%, 탄수화물 함량 8.7%, 6.4%, 조단백질 함량은 3.1%, 3.0%, 조지방 함량은 0.4%, 0.4%, 조회분 0.6%, 0.9%이었다고 보고하였으며, 이는 능이버섯의 수분함량에 있어서는 표고버섯보다는 높고 느타리버섯과 같은 수준이었으며, 탄수화물의 경우에는 표고버섯과 느타리버섯보다 낮았고, 조단백질, 조지방 및 회분의 함량은 표고버섯과 느타리버섯의 경우보다 많았다.

Table 1. General Components of *Sarcodon aspratus* (%)

Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude fat	Crude ash
89.93	4.26	3.67	0.96	1.18

유리당 함량

능이버섯의 유리당 함량은 Table 2에서와 같이 glucos, sucrose, trehalose, xylose 4종이 검출되었고, 그 함량은 각각 8.20, 0.89, 10.96, 0.20 mg/100g이었고, trehalose의 함량이 10.96 mg/100g으로 가장 높았다. 버섯 중에는 다른 식품과는 달리 환원당이 적게 함유되어 있는 반면 비환원당인 trehalose와 당알코올이 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(14). 吉田(15)은 일본에서 자생하고 있는 야생버섯 및 인공재배한 버섯 등 41종의 버섯 중에서 trehalose, mannitol, arabitol, glucose 및 glycerol 등을 분석하고 그 함량 및 조성은 버섯의 종류에 따라 큰 차이가 있다고 보고하였고, 또한 버섯의 종류뿐만 아니라 부위와 크기에 따라서도 차이가 있다고 보고하였다. 그리고 數野 등(16)은 *Lyophyllum ulmarium*의 경우 버섯이 작을수록 당의 함량은 높다고 보고하였고, *Grifola frondoas*의 경우 자실체가 클수록 mannitol의 함량 감소하는 반면 trehalose의 함량은 증가한다고 보고한 바 있다.

Table 2. Free sugar contents of *Sarcodon aspratus*

(mg/100g-fr.wt)				
Glucose	Sucrose	Trehalose	Xylose	Total
8.20	0.89	10.96	0.20	20.25

구성 및 유리아미노산 함량아미노산 함량

능이버섯에 함유된 구성 및 유리아 아미노산을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 3과 같았다. 구성 아미노산의 총 함량은 796.85 mg/100g-fr.wt.으로 나타났으며, 필수아미노산의 전체함량은 300.77mg/ 100g-fr.wt.으로 valine, leucine, threonine, lysine의 함량이 비교적 높았고, 비필수아미노산은 486.08mg/ 100g-fr.wt.으로 alanine, glycine, aspartic acid, glutamic acid 등의 함량이 비교적 높았다. 총 유리 아미노산의 함량은 263.47mg/100g으로 나타났으며, 총 필수아미노산의 함량은 124.95 mg/100g-fr.wt.으로 methionine, lysine, valine의 함량이 비교적 높았고, 비필수아미노산은 138.52mg/100g-fr.wt.으로 arginine, Aspartic acid, tyrosine 등의 함량이 높았다. 능이버섯에 존재하는 아미노산 유도체를 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 아미노산 유도체의 함량은 46.81 mg/100g-fr.wt.으로 나타났으며, ornithine, sarcosine, β-alanine, phosphoserine의 함량이 비교적 높았다.

표 등(17)의 보고에 따르면 목이버섯의 아미노산 총합량은 56.61 mg/g보다 함량이 낮았다. 數野 등(18)은 굴뚝버섯, 송이버섯과, 주름버섯과의 버섯중에 비교적 유리아미노산이 많이 함유되어 있다고 하였으며, 佐藤 등(19)은 각종 버섯류에 함유되어 있는 아미노산 함량은 종류에 따라 차이가 심하고 동일한 종류인 경우에도 발육단계, 발생환경, 발생시기 등에 따라 많은 차이를 보이고 산지가 다른 동일한 버섯의

경우도 약간씩 차이가 있으며, 재배종과 야생종간의 차이에 따라서도 심하다고 보고하였다. 또한 일반적으로 유리아미노산의 함량이 높은 버섯일수록 맛이 좋은 경향을 보인다고 하였으나 능이버섯에서는 비교적 낮은 함량을 보였다.

Table 3. Composition of the hydrolyzed amino acids and free amino acids in the of *Sarcodon aspratus*

Amino acids	Contents (mg/100g-fr.wt)	
	Hydrolyzed	'Free
Threonine	53.65	tr
Valine	67.85	32.75
Methionine	1.32	46.12
E Isoleucine	31.71	tr
A Leucine	54.70	tr
A Phenylalanine	25.87	0.61
Lysine	65.67	45.47
Tryptophan	tr	tr
Total EAA	300.77	124.95
Aspartic acid	83.45	16.28
Serine	50.55	6.63
Glutamic acid	77.25	14.62
N Proline	23.57	5.26
E Glycine	100.85	tr
A Alanine	117.36	tr
A Cystine	2.34	tr
Tyrosine	4.96	18.18
Histidine	13.32	9.01
Arginine	22.43	68.54
Total NEAA	496.08	138.52
Total amino acid	796.85	263.47

\*, EAA : essential amino acid  
NEAA : nonessential amino acid  
tr : trace

Table 4. Composition of amino acid derivatives in *Sarcodon aspratus*

Amino acid derivatives	Contents (mg/100g-fr.wt)
Phosphoserine	2.14
Taurine	1.08
Phosphoethanlamine	0.61
Sarcosine	8.78
α-Aminoadipic acid	1.31
β-Alanine	2.26
β-Aminoisobutyryv acid	0.02
γ-Aminoisobutyryv acid	2.14
Hyls	0.77
Ornithine	26.87
1-Methylhistidine	0.09
3-Methylhistidine	0.65
Carnosine	0.09
Total	46.81

## 비타민 C 함량

능이버섯의 비타민 C의 함량은 Table 5와 같이 능이버섯의 총 비타민 C의 함량은 5.43 mg/100g이었고, 환원형과 산화형 비타민 C는 각각 3.50 mg/100g과 1.93 mg/100g 이었다. 김 등(20)은 두릅, 취나물, 호박순의 비타민 C 함량이 2.0~5 mg/100g인 것과 비교해 본다면, 능이버섯의 비타민 C 함량이 높은 것으로 생각된다. 그러나 김 등(21)이 보고한 쑥, 냉이, 달래, 돌나물의 비타민 C 함량이 24.7~64.1 mg/100g보다는 비타민 C 함량이 다소 낮은 경향이였다. 비타민 C의 함량은 환경요인, 품종에 따라 다양하고, 열과 산소에 민감하며 ascorbic acid oxidase에 의해 쉽게 산화형 비타민 C로 전환되므로 가공 및 조리시에 유의해야 될 것으로 생각된다. 비타민 C는 활성 산소의 제거를 도와주고, 과산화물의 분해를 촉진한다는 연구가 보고되어 있다. 이와 같이 능이버섯은 비교적 비타민 C 함량은 낮지만 비타민 급원 식품과 항산화성을 갖는 기능성 식품으로 이용 될 수 있을 것으로 기대된다.

Table 5. Vitamin C contents of *Sarcodon aspratus*

(mg/100g-fr.wt)	
Vitamin C	Contents
Ascorbic acid	3.50
Dehydroascorbic acid	1.93
Total	5.43

## 무기질 함량

능이버섯의 무기질 함량은 Table 6와 같이 칼륨, 나트륨이 매우 풍부할 뿐만 아니라 마그네슘, 칼슘 등 각종 무기질 함량이 높은 것으로 나타났다. 이들 함량은 각각 375.73, 61.82, 23.84, 16.53 mg/100g으로 나타났으며, 특히 영지버섯의 칼륨 함량이 274.2 mg/100g, 말죽각버섯, 줄각버섯, 자주줄각버섯, 색시줄각버섯의 칼륨 함량이 각각 154.72, 98.65, 98.17, 98.17 mg/100g인 점을 감안해 볼 때(22), 능이버섯의 칼륨 함량은 375.73 mg/100g으로 월등히 높았으며, 등굴레, 치커리잎, 들산갓, 쑥부쟁이, 곰취, 수리취 등 대부분 약용식물보다 조금 높은 것으로 나타났다. 칼륨의 함량이 다른 무기성분에 비하여 많은 결과는 싸리버섯의 무기성분 함량을 보고한 서 등(23)의 결과와 Hideo 등(24)의 결과 및 영지버섯의 무기성분 함량을 보고한 정 등(25)의 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 영지버섯의 나트륨 함량이 5.5~14.8 mg/100g인 반면 능이버섯의 나트륨 함량이 61.82 mg으로 높은 것을 볼 수 있다. 또한 유해한 활성 산소 저해에 관여하는 아연, 망간, 구리의 함량도 존재하여 항산화 작용이 있을 것으로 생각된다.

Table 6. Mineral contents of *Sarcodon aspratus*

(mg/100g-fr.wt)	
Minerals	Contents
K	375.73
Ca	16.53
Mg	23.84
Na	61.82
Fe	0.11
Zn	0.71
Mn	0.07
Cu	0.57
Li	0.01
Total	479.39

## 요약

본 연구는 능이버섯의 식품영양학적 및 기능성을 평가하기 위한 기초적인 연구로서 영양 성분의 함량을 조사하였다. 능이버섯의 일반성분은 수분 89.93%, 회분 1.18%, 조단백질 3.67%, 조지방 0.96%, 탄수화물 4.26%로 나타내었다. 능이버섯의 주요 유리당은 glucose, sucrose, trehalose, xylose로 구성되어 있었고, trehalose의 함량이 가장 높았다. 능이버섯의 총아미노산의 함량은 796.85mg/100g-fr.wt.이었고, 필수아미노산의 함량은 300.77mg/100g-fr.wt.으로 valine, leucine, threonine, lysine의 함량이 비교적 높았고, 비필수아미노산은 486.08mg/100g-fr.wt.으로 alanine, glycine, aspartic acid, glutamic acid 등의 함량이 비교적 높았다. 총 유리 아미노산 중에 필수아미노산과 비필수아미노산의 함량은 각각 124.95, 138.52mg/100g-fr.wt.이며, methionine, lysine, valine, arginine, Aspartic acid, tyrosine 등의 함량이 높았다. 능이버섯에 존재하는 유리아미노산 유도체의 함량은 46.81 mg/100g-fr.wt.이었고, ornithine, sarcosine,  $\beta$ -alanine, phosphoserine의 함량이 비교적 높았다. 능이버섯의 총 비타민 C 함량은 5.43 mg/100g이었고, 환원형과 산화형 비타민 C는 각각 3.50과 1.93 mg/100g이었고, 무기질 함량은 K, Na이 매우 높았고, 이들 함량은 각각 375.73, 61.82mg/100g이었다.

## 감사의 글

본 연구는 경산대학교 기린연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. Ma, S.J. (1983) Effects of the Substances Extracted from

- Dried Mushroom (*Lentinus edodes*) by Several Organic Solvents on the Stability of Fat. J. Food Sci., 15, 150-154
2. Chung, S.Y., Kim, S.H., Kim, H.S., Kang, J.S., Cheong, H.S., Kim, G.J. and Kim, H.J. (1990) Effects of Water Soluble Extract of *Ganoderma lucidum*, Kale Juice and Sodium Dextrothyroxine on Hormone and Lipid Metabolism in Hypercholesterolemic Rats 1. Concentrations of Triiodothyronine, Thyroxine, Blood Sugar and Lipid Composition in Serum. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 19, 381-386
  3. Lee, S.Y. and Rhee, H.M. (1990) Cardiovascular effects of mycelium extract of *Ganoderma lucidum*: inhibition of sympathetic outflow as a mechanism of its hypotensive action. Chem. Pharm. Bull., 38, 1359-1363
  4. Murasugi, A., Tanaka, S., Komiyama, N., Iwata, N., Kino, K., Tsunoo, H. and Sakuma, S. (1982) Molecular cloning of a cDNA and a gene encoding an immunomodulatory protein, Ling Zhi-8, from a gungus, *Ganoderma lucidum*. J. Biol. Chem., 266, 2486-2489
  5. Zhang, J., Wang, G., Li, H., Zhuang, C., Mizuno, T., Ito, H., Suzuki, C., Okamoto, H. and Li, J. (1994) Antitumor polysaccharides from a chinese mushroom "Yuhuangmo", the fruiting body of *pleurotus citrinopileatus*. Bioci. Biotech. Biochem., 58, 1195- 1201
  6. Lee, J.W., Chung, C.H., Jeoung, H.J. and Lee, K.H. (1990) Anticomplementary and antitumor activities of the ikal. extract from the mycelia of *Lentinus edodes* IY-105. J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 18, 571-577
  7. Yamamura, Y. and Cochrane, K.W. (1986) A selective inhibitor of myxoviruses from shiitake (*Lentinus edodes*). Mushroom Science, 9, 495-507
  8. Kimoto, M., Yoshizawa, S. and Ochi, H. (1976) Eiyoto Shoruryo., 29, 275-279
  9. Kabir, Y. and Kimura, S. (1989) Dietary mushrooms reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 35, 91-94
  10. Park, S.S., Lee, K.D. and Min, T.J. (1995) Study on the screening and development of antibiotics in the mushrooms (in korean). Korean J. Mycol., 23, 28-36
  11. Luchsinger, W.W. and Cornesky, R.A. (1982) Reducing sugar by the dinitrosalicylic acid method. Anal. Biochem., 4, 346-351
  12. 4. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1995)
  13. Yajima, I., Yanai, Y., Nakamura, Y., Sakakibara, H. and Hayashi, K. (1981) Volatile flavor components of matsutake-Tricholoma matsutare (*Ito et Imai*) Sing. Agric. Biol. Chem. 45, 373-378
  14. Hong, J.S. and Kim, T.Y (1988) Contents of Free-Sugars & Free-Sugaralcohols in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edods* & *Agaricus bisporus*. J. Food Sci., 20, 459-462
  15. 吉田博, 菅原龍幸, 林停三 (1982) 食用キノコ類の遊離糖ろルコールおよび有機酸, 日本食品工業學會誌, 29, 451-455
  16. 數野千恵子, 三浦洋 (1984) シロタモギケの成分, 日本食品工業學會誌, 31, 649-652
  17. Pyo, M.Y. and Ro, I.H. (1975) A Study on the Amino Acid Contents of Edible Mushrooms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 8(1), 17-24
  18. 數野千恵子, 三浦洋 (1984) 食用キノコの化學成分, 日本食品工業學會誌, 31, 208-214
  19. 佐藤恵理, 青柳康夫, 菅原龍幸 (1985) キノコ類の遊離アミノ酸組成につくて, 日本食品工業學會誌, 32, 509-5014
  20. Kwon, H.H., Kim, I.B., Kim, S.H., Kim, E.S., Kim, J.H. and Yu, J.Y. (1984) Studies on the Nutritive Value of Korean Foods(XVI). J. Korean Soc. Food Nutr., 13, 334~338
  21. Kim, Y.J. and Shin, D.H. (2000) Chemical Composition and Heavy Metal Content in Wild Vegetables. Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University. 31, 34-44
  22. Park, W.H. (1988) Studies on Inorganic Components of Korean Mushrooms (1) - Inorganic Components of *Laccaria laccata*, *Laccaria amethystina*, *Laccaria tortilis* and *Laccaria vinaceoavellanea*. Korean J. Mycol., 16, 242-246
  23. Seoh, J.H., Cho, S.Y. and Lee, S.W. (1974) Study on the tasty constituents and minerals in clavariaceae botrytis. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 3, 17 21
  24. Hideo, K., Sugahara, T., Matsuzawa, M., Sumiyashiki, K., Aoyagi, Y. and Hosogai, Y. (1986) Mineral contents in edible mushrooms, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 33, 250-255
  25. Chung, D.S., Son, Y.K., Lee, Y.I., Yoon, I.W. and Kim, J.K. (1986) Studies on the Chemical Components, Extracting and pocessing for an instant tea of *Ganoderma lucidum*. Agric. Sci. Insti., 28, 140-145