

버섯류의 微量金屬, 重金屬 및 有機酸 含量에 關한 研究

許 允 行

서울 保健專門大學

Studies on the Trace Elements, Heavy Metals and Organic acids Content of Edible Mushrooms

Yun-Haeng Hur

Dep. of Food Technology Seoul Health Junior College Sungnam Korea.

ABSTRACT

To investigate on the element content of twelve edible mushrooms and Aloe arborescens, i.e., *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum* (culturing in wood and soil), *Tricholoma matsutake*, *Agaricus auricula-Jude* (produced in Korea and China), *Sarcodon asparatus*, *Pleurotus ostreatus*, *Coriolus bisporus*, *Cyrophora esculenta*, *Auricularia auricula-Jude* (produced in Korea and China), *Sarcodon asparatus*, *Pleurotus ostreatus*, *Coriolus versicolor*, *Smilax rotundifolia* and *Aloe arborescens* were analyzed by Atomic absorption spectrometer.

The obtained results were summerized as follows :

1. Potassium, sodium, magnesium and iron content for the most part samples were in large quantities, especy phosphorus content of those was highest ammount for the all samples.
2. Sodium content was much ammount in the *Lentinus edodes*(39 mg, and *Ganoderma lucidum*(20 mg), Culturing in wood and soil, while potassium was very high ammount in the *Aloe arborescens* and other samples. Mush ammount of magnesium as compared with others was *Lentinus edodes*(144 mg), *Ganoderma lucidum*(128 mg), *Aloe arborescens*(50

- mg) and *Pleurotus ostreatus*(60 mg).
3. Phosphorus content of *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes*, *Gyrophora esculenta*, *Auricularia polytricha* and *Agaricus bisporus* was much ammount while iron content of all samples equality higher ammount. Sodium content of *Aloe arborescens* was not analyzed out for almost all, its potassium(82 mg), magnesium(50 mg) and iron(18 mg) content comparatively higher quantity than others minerals and phosphorus volume(4.9 mg) as compared with others, was conspicuously lower detect.
 4. Cadimium and lead content of harmful metal element were detected on trace quantity for the most part samples.
 5. Organic acids of samples i.e., *Lentinus edodes*, *Agaricus bisporus*, *Pleuritus ostreatus* and *Ganoderma lucidum* were Citrate, Malate, Fumalate, Succinate, Oxalate, Acetate, Lactate, and Tartarate and Citrate, Malate and Fumarate contents were higher amount remarkably than other organic acids. Tartarate content was trace amount.

I. 서 론

식용버섯은 무기질, 당질, 단백질과 같은 영양소가 일반 채소류 이상으로 함유되어 있어 특유한 맛과 향기를 갖는 기호성이 높은 식품으로서 옛날부터 널리 이용되어 왔다.

또한 근래 식생활의 향상, 다양화와 과학화로 인하여 자연식품, 저칼로리식품 및 무공해 식품의 선호 경향이 증대됨에 따라 식용버섯의 소비량은 날로 증가하고 있다.^{1,2)}

근래 건강식품 차원에서의 연구를 보면 표고버섯은 균체추출물인 *LEM(Lentinus Edodes Mycelia)*이 감염치료에 일정한 효과가 있는 것으로 일본 국립의료원 등 16개 의료기관의 임상실험 결과로 밝혀졌으며 또한 항암면역작용과 항바이러스작용이 있는 물질이 다량 함유되어 있어 우리나라에서도

수입시판되고 있는 것으로 알려졌다. 또한 콜레스테롤을 체외로 배출시켜 고혈압 등에 좋은 영향을 주는 물질은 elatadinine(amino acid)으로 밝혀졌으며 retinane(poly-saccharide)은 항종양의 활성물질로 알려졌다.³⁻⁷⁾

금은 영지의 약효라는 발표에서 영지의 엑기스로 동물실험한 결과 간장장애, 동맥경화 등의 원인이 되는 과산화지질의 생성을 억제하는 작용과, 본태성 고혈압환자 25명에게 영지엑기스를 투여했더니 혈압을 안정시키는 작용을 했고 동물실험결과 암발생을 억제하는 항암작용도 있었다고 보고하였다.

이런 작용은 생체에서 항체를 만드는 임파세포와 병균을 잡아먹는 大食細胞의 수를 영지성분이 증가시키기 때문이라고 설명했다.

또한 영지의 독성연구라는 日本 三重大學의 이토히토시교수는 영지버섯 엑기스를 쥐,

토끼 등 실험동물에게 체중 1 Kg 당 17,600 mg 씩 30 일동안 계속 투여해도 병리학적인 이상증세 및 체중감소 등은 발견할 수 없었다고 보고했다.

한편 國立臺灣大學 응용미생물학 교실의 許瑞祥교수는 영지버섯의 종류가 하나가 아니라 여럿이라고 밝히고 정확한 사용과 부작용을 방지하기 위해 정확한 분류기준이 필요하다고 발표하였다.^{8,17)}

표고버섯 등은 저칼로리 고단백으로서 탄수화물은 곡류전분과 달라서 소화흡수가 어렵고 칼로리가 낮지만 단백질은 좋은 것이 많이 포함되어 있고 기타 비타민(V-B₁, B₂, D₂)류가 있고 무기질이 풍부하다. 특히 비타민 D의 전구물질인 에르고스테롤이 풍부한 것으로 알려졌다.

식용버섯의 성분에 관한 연구로는 여지코로마토법, 아미노산자동분석법, G·C를 이용한 분석에 의한 아미노산의 확인과 버섯의 무기성분정량, 야생버섯 및 인공재배한 버섯의 무기성분정량, 야생버섯 및 인공재배한 버섯중에서 trehalose, mannitol, arabitol, glucose 및 glycerol 등의 당류 및 당알코올류의 함량, 유기산의 함량, 탄수화물의 함량, 항종양성 활성물질의 연구에 대한 연구가 있다.^{2,4,6,7-21)}

저자는 농산식품의 무기성 원소의 함량상태를 조사 분석함으로써 원료식품의 품질관리, 수출입시의 농산물관리와 식품과 건강에 기여될 것으로 사료되어 근채류,²²⁾ 곡류, 두류 및 종실류²³⁾중의 미량금속류의 분포조사에 이어 근채 건강식품으로 각광받고 있는 버섯류의 유리당, 당알코올, 아미노산 및 무

기질의 조성에 관한 연구에 이어 버섯류의 무기성 원소의 함량상태를 조사분석하였다.⁴⁾

II. 재료 및 방법

재 료

본 연구에서 사용한 시료는 식용이 가능하고 기호도가 높거나 약리성이 있는 영지버섯(원복토사 재배) *Ganoderma lucidum*, 제주도산 표고버섯(참나무) *Lentinus edodes*, 송이버섯 *Tricholoma matsutake*, 양송이버섯 *Agaricus bisporus*, 느타리버섯 *Pleutotus ostreatus*, 구름버섯 *Coridus versicolor*, 능이버섯 *Sarcodon asparatus*, 목이버섯(한국, 중국) *Auricularia auricula-jude*, 석이버섯 *Gyrophora esculenta*, 질레버섯 *Smilax rotundifolia* 를 강원도산으로 수확된 것을 공시시료로 하였으며, 시료를 탈이온수에 3회 세척 후 함량이 될 때까지 건조한 후 분쇄하였다.

시료는 polyethylene 주머니에 밀봉하여 냉동실에 보존하였다가 필요에 따라 실험에 사용하였다.

III. 실험방법

무기성 원소의 정량은 Atomic absorption spectrophotometer(Lnstrumental Laboratory inc. Model 457)를 이용하였으며 光源은 中空陰極램프를, 프리즘은 空氣-아세틸렌을 이용하였다.

측정과장 및 lamp current 등 機器의 측정조건은 Table 1 에 나타내었다.

P는 Molybden blue method(spectropho-

Table 1. Analytical conditions of atomic absorption spectrometer

Metals	Zinc	Calcium	Copper	Potassium	Magnesium	Manganese	Sodium	Lead	Cadmium	Iron
Wave length(nm)	213.9	422.7	324.7	766.5	285.2	279.5	589.0	217.0	228.8	248.3
Spectral band pass(nm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	0.3
Lamp Current (mA)	3	7	5	7	3	5	8	5	3	8
Fuel & Support	air-acetylene									

tometer 710, BAUCH & LOMB co.)로서 wave length 650 nm 에서 측정하였다.

실험방법으로는 물 HCl(1:1), 물 HCl(1:3)로 hot plate 에서 가열용해후 500 ml/volumetric flask 로 정용하여 原子吸光光度計로서 zinc calcium, copper, potassium, magnesium, manganese, sodium, lead, cadmium, iron 을 측정하였고, 표준검량곡선에 의해 무기성분을 측정하였다. 유기산의 정량은 HPLC c(Waters co, M-244)를 사용했으며, 컬럼은 M-bondapack(0.45/DX 25 cm), 용매를 0.2 N sodium citrate buffur(pH 3.0)를, 유속 0.5 m/min, 차트속도 0.5 mn/min 으로 하였다.

또한 일반성분의 분석은, 수분은 건조감량법, 조지방은 Soxhlet 법, 단백질은 Kjeldahl 정량법, 회분은 직접회화법과 섬유질 등은 AOAC 법 등에 준하였다.²⁴⁾

IV. 결과 및 고찰

시료의 표고, 영지, 양송이 및 느타리버섯의 일반성분의 함량은 Table 2 와 같다.

Table 에서 보는 바와 같이 수분은 19% 정도였는데 느타리버섯이 18.49%로서 가장 낮았다. 또한 고탄분중 조단백질은 10% 정도로서 시료간의 큰 차이는 없었다.

탄수화물은 양송이와 느타리버섯에서 64% 정도였고, 표고버섯과 영지버섯에서는 각각 65.76~66.91% 함량을 나타내었다.

조지방과 섬유질의 함량에서도 시료간의 큰 유의차는 없었다.

이들 함량은 주동¹⁰⁾의 보고와는 거의 유사하나 홍등¹⁰⁾의 지방, 단백질, 회분의 조사와는 서로 상이하였다.

시료버섯류의 균총(colony)에 대하여 무기성원소의 함량상태를 조사분석한 결과는

Table 2. Approximately components composition of edible mushrooms of Korea(%)

Sample	Moisture	Ash	Protein	Carbohydrate	Lipid	Fiber
<i>Lentinus edodes</i>	19.35	3.95	10.04	65.76	1.78	1.64
<i>Agaricus bisporus</i>	19.08	3.27	11.38	64.28	1.86	1.76
<i>Pleurotus ostreatus</i>	18.49	2.86	10.93	64.75	1.62	1.49
<i>Ganoderma lucidum</i>	18.68	4.01	9.73	66.91	1.59	1.38

Table 3 및 4 와 같다.

시료의 종류별 무기성분량을 비교검토해 보면 Table 에서와 같이 거의 모든 시료에서 함량이 가장 높은 것은 P 였다. 즉 영지 1.053, 석이 971, 표고 952 로서 가장 높았으며, 낮은 함량이었다.

Mg 는 표고버섯, 영지버섯, 느타리버섯, 능이 20, 목이, 구름 15 로서 알로에에서 그 함량이 현저하게 높게 나타났으며 그 이외의 시료에서는 큰 유의차가 없었다.

양성원소인 K 의 함량에서는 양송이 106 이 가장 높은 양이었고, 구름, 알로에가 공히 82, 송이, 능이가 각각 79, 54 의 순으로 높은 함량이었으나 표고와 영지(한국, 중국)에서는 다른 시료에 비해서 현저하게 낮은 함량이었다. 반면에 이들 3 가지의 시료에서 Na 함량이 다른 시료의 그것보다 크게 높은점으로 식품화학적 면에서의 생체내 알칼리성으로의 이용은 K 보다는 Na 로서 이용되어지는 것으로 생각된다.

거의 모든 시료에서 Na 함량이 유사하였다. 그리고 K 와 Na 의 함량비가 거의 동일한 시료는 느타리였다.

Fe 의 함량은 거의 모든 시료에서 큰 변화는 없었으나 목이 8.9, 느타리 및 영지에서 공히 13 의 양이 현저하게 낮은 함량이었다.

또한 양성원소이며 인체내에서 저항력과 활력의 건강을 유지하는 것으로 알려진 Ca 는 양송이, 구름 및 찔레 등에서 낮은 함량을 보인 반면 다른 시료에서는 비교적 낮았고 특히 능이, 표고, 송이 등에서 상대적으로 낮은 수치를 보였다. 이상에서 검토된 바와 같이 시료중에 주로 많이 함유된 무기성원소들은 혈장 등의 조성에 필요한 Fe 와 인체의 구성과 알칼리, 산의 균형을 이루는 K, Na, Ca 및 P 이었다.

즉 영양성 원소인 Fe, K, Na, Ca, P 및 Mg 등의 함량이 높은데 비하여 생체내 유해금속인 Cd 와 Pb 의 함량은 매우 낮았으며 이들외에 Cu, Zn, Mn 등은 낮은 함량이지만 함량비는 유사성이 인정되었다. 또한 산생성 원소인 P 을 제외하고는 K, Na, Ca 등의 높은 함량을 비롯하여 Fe, Cu, Mg, Zn 및 M₃ 등이 양이온성 알칼리 생성원소로서 유의성이 있을 뿐 아니라 생체세포의 생성 유지 등 식품영양학적으로 큰 가치성이 있다고 생각

Table 3. Composition of trace elements in individual edible mushrooms(mg)

Sample	K	Na	Ca	Cu	Mg	Fe	Zn	Mn	P	Cd	Pb
<i>Lentinus edodes</i>	2.53	39.22	0.32	1.33	144.42	15.00	5.34	1.41	952.38	1.58	0.03
<i>Gandermia lucidum*</i>	1.48	20.06	7.72	1.40	128.88	12.77	4.22	1.47	1053.30	ND	0.02
<i>Ganoderma lucidum**</i>	1.37	21.11	4.67	1.10	92.22	12.06	3.12	1.23	977.78	ND	0.02
<i>Tricholoma matsutake</i>	79.00	9.67	1.00	0.63	6.80	19.50	2.65	1.50	36.27	0.82	0.02
<i>Agaricus bisporus</i>	106.66	9.83	18.26	2.33	4.67	20.00	4.67	1.00	140.06	0.74	0.06

*The culture of wood

**The culture of soil

ND, Not detected

TR, Trace content

Table 4. Composition of trace elements in individual edible mushrooms(mg)

Sample	K	Na	Ca	Cu	Mg	Fe	Zn	Mn	F	Cd	Pb
<i>Gyrophora esculenta</i>	21.33	9.83	9.67	0.67	2.67	20.87	7.33	3.17	971.50	ND	0.03
<i>Auricularia auricula-jude*</i>	31.33	9.50	13.53	0.33	6.33	21.67	4.33	3.77	15.58	1.00	ND
<i>Auricularia polytricha**</i>	37.33	9.83	11.67	6.42	6.33	8.87	3.33	3.50	115.04	ND	0.01
<i>Sarcodon asparatus</i>	54.00	9.83	0.05	3.43	1.67	19.67	6.77	0.83	20.29	0.95	0.02
<i>Pleurotus ostreatus</i>	22.14	21.07	17.14	1.79	60.71	12.86	7.14	2.50	12.57	1.62	0.01
<i>Coriolus versicolor</i>	82.67	8.53	19.38	0.63	2.81	18.53	3.22	3.22	15.05	1.01	0.05
<i>Smilax rotundifolia</i>	27.53	9.83	21.33	1.33	5.33	23.33	5.67	3.33	45.30	1.00	0.04

* Produced in Korea

**Produced in China

된다.

한편 안동²⁰⁾의 연구결과에 의하면 Na, K, Ca 및 Fe 등의 양성원소가 높게 나타난 점이 본 연구결과와 비교할 때 유의차는 없었으나 P의 함량이 비교적 높았다는 결과와는 차이점이 인정되었다.

또한 박²¹⁾ 등의 능이버섯의 Ca, Fe 및 Mg 함량이 높게 나타난 결과와는 유사성이 인정되었다.

또한 Mn, Cu, Zn 등의 함량차가 약간 인정되었으나 일반적으로 무기물의 함량은 토질, 기후, 생육환경 등의 조건의 영향을 받는 것으로 생각되어진다.*

표고, 양송이, 느타리 그리고 영지의 유기산 함량은 Table 5와 같다. 시료의 유기산은 Citrate, Malate, Fumalate, Succinate, Oxa-

late, Acetate, Lactate 그리고 Tartarate였으며, Tartarate는 미량으로 나타났다. 유기산 함량에서는 표고에서 Citrate 438, Malate 386, Fumalate 306, Lactate 16 mg 이었고 양송이에서 Malate 415, Citrate 306, Fumalate 231, Lactate 17 mg 순으로 나타났다.

시료 공히 Citrate, Malate, Fumalate 등이 비교적 높게 나타났고 Oxalate, Acetate, Lactate 등이 낮은 함량이었다.

요 약

국내에서 재배되고 있는 식용버섯인 표고버섯(*Lentinus edodes*), 영지(원목, 토사)(*Ganoderma lucidum*), 송이(*Tircholoma matsutake*), 양송이(*Agaricus bisporus*), 석이(*Gyro-*

Table 5. Organic acid contents in edible mushrooms (mg/100 g)

Sample	Citrate	Malate	Fumalate	Suceinate	Oxalate	Acetate	Lactate	Tartarate
<i>Lentinus edodes</i>	438	386	306	108	64	30	16	TR
<i>Agaricus bisporus</i>	306	415	231	125	29	24	19	TR
<i>Pleurotus ostreatus</i>	406	273	384	137	88	37	21	TR
<i>Ganoderma lucidum</i>	273	195	216	94	68	41	17	TR

phora esclenta), 목이 한국, 중국산(*Auricularia auricula-jude*), 능이(*Sarcodon asparatus*), 느타리(*Pleurotus ostreatus*), 구름(*Coriolus versicolor*) 및 짚레(*Smilax rotundifolia*)의 시료에 대해서 무기성 원소의 분포함량을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 버섯 시료에서 Potassium, Sodium, Magnesium 및 Iron의 함량이 높았으며 특히 Phosphorus는 다른 무기원소류보다 가장 높은 함량이었다.
2. Sodium이 표고(39 mg), 영지(20 mg)에서 높은 반면에 Potassium은 알로에를 비롯한 모든 시료에서 높게(22~106 mg) 나타났다. 또 Magnesium은 표고(144 mg), 영지(128 mg), 알로에(50 mg) 및 느타리(60 mg)에서 비교적 많았고, Phosphorus는 영지, 표고, 석이, 목이 및 양송이(140~1053 mg)가 높은 함량이었으며 Iron(12~23 mg)은 공히 모든 시료에서 균등하게 높았다.
3. 유해금속 원소인 Cadmium과 Lead는 그 함량이 극히 미량으로 검출되었다.
4. 표고, 양송이, 느타리, 영지의 유기산은

Citrate Malate, Fumalate Succinate, Oxalate, Acetate, Lactate 그리고 Tartarate였으며 Citrate, Malate, Fumalate의 함량은 다른 유기산보다도 함량이 높았다.

Tartarate 함량은 미량이었다.

참 고 문 헌

1. 數野于惠子：三浦洋，食用キノコの化學成分，日食工誌，31(3)，208，1984.
2. Jai-Sik Hong, Keuk-Ro Lee, Young-Hoi Kim, Dong-Han Kim, Myung-kon Kim, Young-Soo Kim and Kyu-Young Yeo, volatile Flavor Compounds of Korean Shiitake Mushroom (*hentinus edodes*), Korean J. Food Sci. Tech. 20(4), 606, 1988.
3. 조선일보：1989, 12, 17(10)
4. 허유행：버섯의 유리당, 당알코올 및 무기질의 조성에 관한 연구, 대한위생학회지, 4(2), pp. 27~32, 1989.
5. 脇田正二，食用キノコ類の還元糖およ

- び非還元糖, 日本農藝化學會誌, 36, 96, 1982.
6. 吉田博, 管原龍幸, 林淳三: 食用キノコ類の遊離糖, 遊離糖アルコールおよび有機酸, 日本食品工業學會誌, 29(18), 451, 1982.
 7. 홍문화: 건강하게 사는 지혜, 현암사, 1988.
 8. 조선일보: 89. 4. 23. 韓一臺灣一日 학술발표회의, 金炳珪(영지의 약효).
 9. 김정문, 장순하: 알로에, 광문화사, 1988.
 10. Jai-Sik Hong & Tae-Young Kim, Contents of Free-sugars & Free-sugaralcohols in *Pleurotu ostreatus*, *Lentinus edodes* & *Agaricus bisporus*, Korean J. Food Sci. Teach. 20(4), 459, 1988.
 11. Hyun-Kyu Joo & Joong-Keun Lee, The Effect of *Ganoderma lucidum* water soluble Extract on higher Alcohol Production of *Saccharomyces cervisiae*, Korean J. Food Sci. Tech., 20(1), 52, 1988.
 12. 吉田博 管原龍幸, 林淳三: キノコ類の遊離糖および遊離糖アルコールおよび有機酸, 日本食品工業學會誌, 31(29), 765, 1984.
 13. 數野千恵子, 三浦洋: ヒヨタケの成分, 日本食品工業學會誌, 32(56), 338, 1985.
 14. 數野千恵子, 三浦洋: シロタモヂケの成分, 日本食品工業學會誌, 31(10), 649, 1984.
 15. 林椿孝行: 佐山晃司, 佐藤吉朗, マイタケ(*Grifofrondosa*)の子實體形成にすける成分變化, 33(3), 181, 1986.
 16. Ro. I. H., Studies on mineral Constituent of Korean edible mushrooms, Sookmyung woman's Univ. These, 21, 141, 1981.
 17. 吉田博, 管原龍幸, 林淳三: シイタケ子實體の發育過程なるびにすける炭水化物および有機酸の變化, 33(6), 414, 1986.
 18. 水野卓: 制癌性を有するサルノコシカケ: よーD-グルカンの構造と抗腫瘍活性を中心に, 化學と生物, 21(7), 473, 1983.
 19. 水野卓, 加藤尚美, 戸土家質史, 竹中一秀, 新海建吉, 清水離子, マンソタケ(靈芝)の水溶性多糖類の分解, 構造, 抗腫瘍活性について, 日本農藝化學會誌, 58(9), 871, 1984.
 20. Jang-Soo Ahn & Kyu-Han Lee, A Study on the Mineral Contents in Edible Mushrooms proeuced in Korea. Kor. J. Food. Hygine, 1(2), 177-179, 1986.
 21. Park, W.H., Studies on Components of *sarcodon apartus* (II), Korean. J. Mycol, 11(4), 159, 1983.
 22. S.K. Lee, J.E. Youn, S.H. Lee, Y.H. Hur, and B.O. Lee, Studies on the Contents of the Trace Elements in Vegetables, Korean J. of Environmental Health Society, 3(1), 13, 1976.
 23. Yun Haeng Hur, Studies on the Con-

tents of the Trace Elements in Foods,
Annual Bulletin of Seoul College of
Health 2, 123, 1982.

24. AOAC, Official Methods of Analysis,
13th ed. Assciation of official analytical
chemists, Washington, D.C., 1980.