

한국산 털목이버섯의 영양성분과 수화조건에 따른 특성 변화

이종원 · 이성계 · 도재호
한국인삼연초연구원

Nutritional Components of Korean *Auricularia polytricha*(Mont.) sacc. Mushroom and Changes in Characteristics during Rehydration

Jong-Won Lee, Seong-Kye Lee and Jae-Ho Do
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

Abstract

Chemical compositions of dried *Auricularia polytricha* mushroom were analyzed when the dried mushroom were soaked in distilled water at different soaking condition. Physicochemical properties of soaked mushroom were investigated. Compositions of chemical components were 12.6% crude protein, 2.1% crude fat, 6.7% crude fiber and 6.2% ash. The contents of Ca, K, Mg were higher than those of other minerals in the sample, but Mn and Ni were of little quantities. The major amino acids of the sample were found to be aspartic and glutamic acid. The increase in the soaking time and temperature increased the ratio of water uptake, amount of water soluble solid, browning and pH value in the soak water. Ribonucleotide contents of the sample after soaking decreased depending on soaking time and temperature.

Key words: *Auricularia polytricha* mushroom, nutrient components, soaking condition

서 론

버섯류는 당질, 지질, 단백질, 무기질 및 비타민 등의 영양소가 골고루 함유되어 있고, 독특한 맛과 향기를 가지고 있어 옛부터 식용으로 널리 이용되어 왔으며, 근래에는 무공해 자연식품으로 각광을 받고 있다. 목이버섯⁽¹⁾은 여러종류가 있으나 식용으로 하고있는 것은 흰목이(*Tremella fuciformis*, Berk.), 목이(*Auricularia auricula* (horak.) Underw.), 털목이(*Auricularia polytricha* (Mont.) sacc.)의 3종류이며 우리나라에서 가장 많이 생산되고 있는 것은 털목이버섯이다. 털목이버섯은 세계 각지에 분포되어 있고, 활엽수의 고목이나 반고사목의 가지 또는 나무밑둥에서 년 중 발생하고 있으나 요즘은 병재배기법으로도 많이 생산되고 있다. 목이버섯의 생산량은 '85년도 20만톤 생산하였고 '86년도에는 36만톤으로 생산량이 최대였으며 그 이후는 연간 25만톤 정도 생산되고 있다. 목이버섯은 특히 중화요리에 많이 사용되고 있고, 최근 일본에서는 음료재품으로 개발하려고 하고 있다. 목이버섯은 다른 버섯에 비하여 쫄깃쫄깃한 촉감이 있으며 지혈, 진통 등에 약효가 있다고 하여 한방 재료로도 이용되고 있다. 또한 목이버섯에는 특징적인

다당성분이 많이 함유되어 있는데 이들은 콜레스테롤 저하작용이나 항종양 기작에도 관계한다고 알려지고 있다. 齋田正二⁽¹¹⁾은 paper chromatograph법에 의하여 63종의 일본산 야생버섯에서 14종의 유리아미노산들의 분포를 확인하였고, 佐勝惠理 등⁽⁶⁾은 113종의 일본산 식용버섯에 함유된 31종의 유리아미노산들을 분리 보고한 바 있다. 국내의 경우 표 등⁽¹²⁾은 아미노산 자동분석기를 사용해서 11종의 식용버섯에 함유된 17종의 유리 및 총아미노산 함량에 관하여 보고하였고, 박⁽¹³⁾은 능이버섯의 아미노산함량에 관하여 보고한 바 있다. 그외 건표고버섯의 수화과정에 있어서 일반적인 특성⁽¹⁴⁾, 유리아미노산⁽¹⁵⁾, 향기성분⁽¹⁸⁾에 대해서 보고하였으며 Bessho 등⁽¹⁷⁾도 건표고버섯의 핵산성분과 조리조건등에 대한 연구를 수행하였고⁽¹⁶⁾, 또한 Sekizawa 등⁽¹⁸⁾은 식용버섯류의 가공에 있어서 핵산성분에 관하여 보고하였다. 저온에서 건조한 털목이버섯은 건조된 상태로 유통되기 때문에 가정에서 요리전 적절한 수화과정이 필수적이지만 경험적으로 수행되는 것이 많고, 영양분 손실이 적은 과학적 방법에 대해서는 거의 연구가 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 털목이버섯의 일반성분, 무기질 및 아미노산 함량과 조리전 수화과정이 중요한 의미가 있는 것으로 판단되어 버섯의 침지온도와 시간이 복원력, 갈변화 및 핵산관련물질 등의 변화에 미치는 영향을 조사하였으며 그 결과를 보고하고자 한다.

Corresponding author: Jong-Won Lee, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302, Shinsong-Dong, Yuseong-Ku, Taejeon 305-345, Korea

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 시료는 1993년도에 생산되어 건조된 털목이버섯(*Auricularia polytricha*)을 시중에서 구입하여 시료로 사용하였다. 이들 시료간의 개체차이를 최소화하기 위하여 분쇄기로 분쇄한 후(40 mesh) 분석시료로 사용하였다.

일반성분 및 무기질분석

일반성분으로서 수분, 조단백질, 조섬유, 조지방, 회분의 분석은 AOAC법²⁾에 따라 분석하였고, 무기성분은 회분으로 정량한 후 Atomic absorption(AA) spectrometer용 10% HCl로 녹인 후 원자흡광분광광도계(Varian spectra AA-30, ds-15 data statin, U.S.A)로 분석하였다. 이때 사용한 시약은 Sigma사의 A.A용 표준품을 사용하여 일정농도로 희석한 후 표준곡선을 구하여 정량하였다.

총아미노산 분석

시료의 전처리하는 시료 0.5g을 분해용 시험관에 넣고 6 N-HCl 2 ml를 가하여 질소가스로 10분간 충전하여 산소를 제거한 후 밀봉하여 100±1℃에서 24시간 이상 가수분해시킨 후 여과하였다. 여액을 농축한 뒤 500 µl의 sodium citrate 완충용액에 완전히 용해한 후 membrane filter(0.22 µm)로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 총아미노산은 아미노산 자동분석기(amino acid autoanalyzer, LKB-450, England)를 이용하여 다음과 같은 조건에서 분석하였다. Ultrapace 11 cation exchange resin(11 µm±2 µm, 220 mm) column을 사용하였고, 0.2 N Na-citrate buffer용액(pH 3.20, 4.25, 10.0)의 유속은 40 ml/hr, ninhydrin용액의 유속은 25 ml/hr, column 온도는 50℃, 반응온도는 80℃로 하여 분석하였다.

시료의 수화

건조된 털목이버섯의 수화과정에 필요한 최적의 가수량을 선정하기 위하여 시료에 정제수를 5~50배까지 첨가한 후 경시적인 흡수변화를 관찰한 결과 약 40배량의 정도가 가장 좋았다. 각 시료에 40배량의 정제수를 가한 후 실온(18℃)에서 5, 10, 25시간, 40℃에서 1, 3, 5시간, 60℃에서 30, 60, 90분간 각각 침지하였고, 침지한 시료에 함유되어 있는 핵산관련물질의 함량을 조사하기 위하여 40℃ 이하에서 건조한 후 분쇄하여 사용하였다.

복원력, 침지액의 갈변도 및 색도의 측정

복원력(보수력)은 시료에 40배의 물을 가하여 각 온도 및 시간별로 침지한 후 실온에서 5분간 방치하여 표면수를 제거한 뒤 건조시료의 중량을 뺀 값으로 표시하였다. 침지액의 갈변도는 Spectrophotometer(Hewlett packard 8452A)를 이용하여 420 nm에서 흡광도로 측정하였고, 색도변화는 Hunter colors and color difference

meter(D-25L-9, Hunter Associates Lab. Inc., U.S.A)를 사용하여 L, a, b값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백판의 L, a, b값은 90.6, 0.4, 및 3.3이었다.

침지액의 pH 및 고형분 함량

침지액 일정량을 취하여 105℃에서 건조시켜 고형분 함량을 구한 다음 건물량에 대한 백분율로 계산하였다. 또한 pH는 추출액을 Whatman No. 41로 여과한 후 pH meter(Metrohm 691)를 사용하여 측정하였다.

핵산관련물질의 정량

핵산관련물질의 정량은 이 등¹⁶⁾의 방법에 준하여 HPLC로 분석하였다. 시료 5g에 10% perchloric acid용액 30 ml를 가하여 ice bath상에서 homogenizer로 균질화한 후, 원심분리(4,000 rpm, 10분)하였다. 이 과정을 2회 반복하여 상층액을 모으고, 6 N-KOH용액으로 pH 6.85로 조절한 후 과염소산용액으로 100 ml로 정용하여 냉장고에서 30분간 방치하였다. 이중 일부를 취하여 원심분리(1,000 rpm, 10분)한 후, membrane filter(0.2 µm)로 여과하여 HPLC분석용 시료로 사용하였으며 분석조건은 LKB VWM 2141 detector와 LKB2221 integrator를 장착한 Pharmacia LKB LCC 2252 complet system을 사용하였고, 칼럼은 µ-Bondpack C18(3.9 mm i.d×300 mm), 이동상은 1% triethylamine phosphoric acid(pH 6.5)를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분

털목이버섯의 일반성분을 분석한 결과는 수분함량은 8.3%로 건조된 다른 버섯류와 같은 수준이었고, 조단백질 함량은 12.6%로 건조된 느타리버섯(12.8%)과 비슷하였고 석이버섯(8.1%)보다 많았으나 표고버섯(15.0%)에 비하면 적은 양이었다. 회분량은 6.2%로서 표고버섯¹⁹⁾(4.7%)보다 많았으나 팽이버섯(7.8%)과 느타리버섯(8.3%) 보다는 약간 적게 함유되어 있었고, 조섬유와 조지방함량은 각각 6.7%와 2.1%였다.

무기질 및 아미노산 함량

털목이버섯의 무기질 및 아미노산 함량을 보면 Table 1과 같다. 먼저 무기질함량에서 13종의 무기질성분이 검출되었고 그중 Ca>K>Mg>Fe 순으로 높은함량을 나타내었다. 일반적으로 버섯의 무기질 조성과 함량은 버섯의 종류 및 산지에 따라 차이가 크다고 보고 되고 있다²³⁾. 특히 목이버섯의 Ca 함량은 다른 버섯종류 보다 2~3배 정도 더 많이 함유하고 있어 영양학적인 측면에서 높은 가치가 인정된다.

털목이버섯의 아미노산 조성을 보면 총아미노산 함량은 6.2%이며 이들 중에 가장 많이 함유되어 있는 것은 aspartic acid와 glutamic acid이며, 합황아미노산인 me-

Table 1. Content of total amino acids and minerals in dried *Auricularia polytricha* mushroom

Amino acid content(mg%)		Mineral content(ppm)	
Aspartic acid	768.73	Zn	10
Threonine	362.67	Mn	17
Serine	341.71	Fe	64
Glutamic acid	743.53	Mg	2011
Proline	289.44	K	9155
Glycine	316.80	Na	959
Alanine	487.15	Ca	12217
Valine	433.20	Al	52
Methionine	112.42	Cd	0.6
Isoleucine	267.79	Cu	4
Tyrosine	218.88	Pb	4
Phenylalanine	400.94	Co	2
Histidine	577.44	Cr	0.9
Lysine	571.33	Ni	2
Arginine	357.60		
Total	6219.21		23388.5

thionine은 0.11% 정도로 가장 낮았고 tyrosine도 낮은 함량을 보였다. 건조된 표고버섯에서도 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 aspartic acid 1.42%, glutamic acid 0.54%이며, 가장 적게 함유하고 있는 것은 hydroxyproline 0.11%, tyrosine 0.07%으로 보고되고 있어⁽²⁰⁾ 본 연구 결과도 비슷한 경향을 보였다. 佐勝惠里⁽⁴⁾ 등은 각종 버섯류에 함유되어 있는 아미노산 함량은 종류에 따라 차이가 심하고 동일종류 경우에도 발육단계, 발생환경, 발생시기 등에 따라 많은 차이를 보이고 산지가 동일한 버섯의 경우에도 약간씩 차이가 있으며, 재배종과 야생종간에도 차이가 있다고 보고하고 있다. 그리고 유리아미노산 함량이 높은 버섯일수록 맛이 좋은 경향을 보인다고 하였다.

복원력, 갈변도 및 색도의 변화

온도 및 시간을 달리 하여 침지했을 때 목이버섯의 흡수량 변화는 Table 2와 같다. 건조된 털목이버섯의 물흡수량은 모든 시험구에서 침지 직후에는 급속히 흡수되고 시간이 경과함에 따라 완만하게 흡수되었다. 건조분말 100g을 기준으로 했을 때 실온에서 1시간 수침시 839g에서 25시간 수침시 1240g으로 약 32%가 증가하였고, 60°C에서는 10분간 수침시 694g에서 90분간 수침시 1195g으로 약 42%로 증가하였다. 즉 고온에서는 단시간에 수포화 상태가 되어 가용성 물질의 용출이 급속히 증가된 것을 알 수 있다. 따라서 60°C의 경우에는 장시간동안의 침지는 조직의 열변성이 인지되나 40°C의 경우는 조직의 변성보다 고형분의 용출이 더 큰 원인으로 사료된다.

침지온도와 시간에 따른 침지액의 갈변도 및 색도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 갈변도의 경우 온도가 높을수록 증가되었는데, 이 결과는 Schoebel 등⁽⁶⁾이 보

Table 2. Changes in amount of water uptake, browning and Hunter color value of the aqueous extracts of *Auricularia polytricha* mushroom according to soaking time and temperature

Soaking conditions	Water uptake (g/100g)	Browning (O.D at 420 nm)	Hunter color values			
			L	a	b	
18°C	1hr	839	0.265	30.61	-1.11	14.75
	3hrs	930	0.277	29.96	-0.76	14.98
	5hrs	1115	0.266	28.35	0.01	15.12
	10hrs	1225	0.309	27.49	0.75	15.26
	25hrs	1240	0.330	26.95	0.87	15.05
40°C	20min	737	0.255	27.75	0.09	15.66
	40min	878	0.323	27.16	0.14	15.97
	1hr	1010	0.280	26.72	0.29	16.02
	3hrs	1200	0.351	26.15	1.22	16.48
60°C	5hrs	1225	0.354	25.96	1.71	16.50
	10min	694	0.389	26.16	-0.17	15.72
	20min	910	0.307	25.98	0.14	16.01
	30min	1000	0.440	25.72	0.53	16.05
	60min	1180	0.483	24.86	1.80	17.11
	90min	1195	0.527	23.65	2.92	17.76

고한 내용과 거의 일치하였다. 기계적 색도측정에서 시료의 명도(L값)는 온도와 시간이 증가함에 따라 감소하고 적색도(a값)는 온도가 높을수록, 침지시간이 길수록 증가하였다. 황색도(b값)의 경우도 침지온도와 시간이 증가할수록 약간 증가하였다. Hodge⁽⁶⁾는 갈색화반응에 직접적으로 영향을 미치는 요인 중에서 당과 아미노산의 농도, 온도 및 pH가 가장 큰 영향을 미친다고 보고하고 있다. 그리고 효소에 의한 갈변반응은 polyphenol oxidase에 의해 산소 분자의 존재하에서 일어나는데 이 효소는 주로 버섯, 감자, 복숭아, 사과, 담배잎 등 과일이나 채소류에 고농도로 존재하고 있으며 기질로서 tyrosine, p-cresol 및 catechol 등이 이용된다⁽²¹⁾. 이 효소의 최적 작용온도는 15~40°C 범위이며⁽²²⁾, 열에 대한 안정성이 약한 편에 속해서 80°C에서 10초간의 열처리로 50% 정도의 활성을 잃어 버리며 90°C에서는 99% 이상이 실패된다⁽²¹⁾. 본 연구에서는 건조버섯을 침지했을 때 같은 온도에서는 침지시간이 길어짐에 따라 갈변반응이 촉진되었으며, 침지온도가 다르더라도 수화정도가 비슷한 시험구 즉, 18°C에서 25시간, 40°C에서 5시간, 60°C에서 90분처리구의 흡광도의 크기를 비교해 보면 60°C, 40°C, 18°C의 순으로 나타났다. 일반적으로 비효소적인 갈변반응은 온도가 높으면 짧은 시간이, 온도가 낮으면 긴시간이 소요되지만 60°C에서는 갈변반응의 속도가 매우 느리기 때문에 본 실험에서 침지과정에서의 갈변반응은 비효소적 갈변도 진행되었겠지만 주로 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변반응이 주된 반응이라고 사료된다.

pH 및 가용성물질의 용출을 변화

Table 3. Changes in amount of water soluble solid and pH values of the aqueous extracts of *Auricularia polytricha* mushroom according to soaking time and temperature

Soaking condition		Water soluble solid(%)	pH
18°C	5hrs	0.236	5.54
	10hrs	0.260	5.28
	25hrs	0.354	5.08
40°C	1hr	0.216	5.61
	3hrs	0.297	5.23
	5hrs	0.317	5.08
60°C	30min	0.202	5.80
	60min	0.364	5.82
	90min	0.373	5.75

침지조건에 따른 침지액의 pH값의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같이 실온에서 5시간 침지했을때 pH 5.54에서 25시간 일때는 pH 5.08로 낮아졌으며, 40°C 1시간 일때 pH 5.61에서 5시간일때는 pH 5.08로 낮아졌으며 60°C에서도 유사한 경향이였다. 김 등⁽⁸⁾은 홍산의 갈변시 낮아지는 pH는 제조과정에서 생성되는 지방산의 요인으로 고찰하고 있으며, 최 등⁽⁹⁾은 pH가 낮아지면 갈변이 촉진되었는데 이는 유기산의 전구물질인 당이 열처리에 의해 산화되는 것으로 보고하고 있다. 또한 김 등⁽¹⁰⁾은 당과 염기성 아미노산의 결합에 의한 비효소적 갈변반응시 염기성 아미노산의 감소 및 산성물질의 생성으로 pH가 저하된 것으로 보고하고 있다.

침지조건에 따른 툄목이버섯의 가용성물질의 용출율은 Table 3과 같이 실온에서 5시간일때 0.24%에서 25시간 일때 0.35%로 약 1.5배 증가하였고, 60°C에서 30분일때 0.20%에서 90분일때 0.37%으로 약 1.8배 증가하였다. 서 등⁽⁷⁾은 고형분 함량의 증가는 갈변색소의 변화 양상과 밀접한 관계가 있다고 보고하였다. 침지과정에서 툄목이버섯의 가용성물질의 고형분의 손실이 0.2~0.4% 정도이므로 영양분의 손실에는 큰 영향이 없을 것으로 사료된다.

핵산관련물질의 함량변화

건조된 툄목이버섯을 온도와 시간을 다르게 침지한 후 건조하여 핵산관련 물질의 양을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 건조된 툄목이버섯의 핵산성분의 함량은 5'-GMP>5'-AMP>5'-UMP>5'-CMP의 순이었고 5'-IMP, 5'-XMP성분은 미량으로 관찰되었으며, 침지온도와 시간이 증가함에 따라 핵산관련 물질의 양은 감소하였다. 5'-CMP의 경우 18°C에서 5시간 침지시 무처리구에 비해 약 12% 감소하였고, 60°C에서 30분간 처리시에는 약 54% 감소하였다. 또한 5'-GMP의 경우, 무처리에 비해서 18°C에서 5시간 침지시에는 약 14% 감소하였고, 60°C에서 90분간 처리시에는 약 25% 감소하였으며 60°C에서는

Table 4. Changes in 5'-nucleotides contents of *Auricularia polytricha* mushroom after soaking

Soaking conditions	5'-Nucleotides(mg/100g)			
	5'-CMP	5'-UMP	5'-AMP	5'-GMP
Control	24(100%)	48(100%)	89(100%)	158(100%)
18°C 5hrs	21(87.5)	36(78.3)	73(82.0)	133(85.3)
	18(75.0)	31(67.4)	54(60.7)	94(60.3)
40°C 1hr	17(70.8)	32(69.6)	61(52.8)	124(54.5)
	10(41.7)	21(45.6)	47(52.8)	85(54.5)
60°C 30min	11(45.8)	24(52.2)	49(55.1)	116(74.4)
	7(29.2)	12(26.1)	27(30.3)	67(42.9)

감소폭이 급속히 증가하였다. 5'-UMP 및 5'-AMP도 온도와 시간이 증가함에 따라 감소율이 높았다. 이러한 결과는 Sasaki 등이 보고한 건표고버섯의 가열조건에 따른 핵산성분의 변화에 대한 연구 결과와 유사한 경향을 보였다⁽¹¹⁾. Sekizawa 등은 버섯종류에 따라 핵산성분의 함량 차이는 비교적 크지만 *Lactarius hatsudake*, *Lyophyllum fumosum*, *Grifola frondosa* 등은 핵산성분을 많이 함유하고 있고, *Lentinus edodes*, *Armillariella mellea* 등은 적게 함유하고 있다고 보고하였다⁽¹⁸⁾. 앞으로 목이버섯의 수화과정에 대한 자세한 검토가 수행되어야 하지만 현재까지의 결과는 침지온도 및 시간이 증가함에 따라 버섯에 함유되어 있는 성분들이 감소하는 결과이며 저온에서 단시간 침지하는 것이 좋지만 너무 짧은 시간동안 침지하면 완전한 수화가 되지 않는 경향이 많을 것으로 사료된다.

요 약

건조된 툄목이버섯의 일반성분, 무기질, 아미노산함량을 분석하였으며, 또한 건조된 툄목이버섯을 수화과정시 복원력, 갈색도 및 침지후 핵산관련물질의 함량 변화 등을 조사한 결과는 다음과 같다. 일반성분조성은 조단백질 12.6%, 조지방 2.1%, 조섬유 6.7%, 그리고 조회분 6.2%였다. 목이버섯의 Ca, K, Mg 함량은 다른 무기물에 비해서 높았으나 Mn, Ni 함량은 매우 적었다. 그리고 아미노산중 aspartic acid, glutamic acid의 함량이 가장 높았다. 수화과정시 침지시간 및 온도의 증가와 함께 가용성물질의 용출율, pH, 갈색도 및 복원력은 증가하였고, 침지후 핵산관련물질의 함량은 감소하였다. 5'-GMP가 가장 높은 함량을 보였으며, 가장 적은 성분은 5'-CMP였다.

문 헌

1. 차동열, 유창현, 김광포: 최신 버섯재배기술, p.14 (1991)
2. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, Association of official Analytical Chemists, 13th ed., Washington, D.C. p.69 (1980)

3. 전승규: 식품분석표, p.33 (1981)
4. 佐藤惠理, 青柳康天, 菅原龍幸: キノコ類の 遊離アミノ酸 組成について. 日本食品工業學會誌, 32, 509 (1985)
5. Schoebel, T., Tannebaums, S.R. and Labuzas, T.P.: Reaction at limited water concentration 1. Sucrose Hydrolysis. *J. Food Sci.*, 34, 324 (1969)
6. Hodge, J.E.: Dehydrate food chemistry of browning reactions in model system. *J. Agr. Food Chem.*, 1, 928 (1953)
7. 서정식, 전재근: 볶음보리의 색도 및 가용성 고형분 함량과 볶음조건과의 관계. 한국식품과학회지, 13, 334 (1981)
8. Kim, D.Y.: Studies on the browning of red ginseng. *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, 16, 60 (1973)
9. 최진호, 김우정, 양재원, 성현순, 홍순근: 열처리에 의한 홍삼엑기스의 성분변화. 한국농화학회지, 24, 50 (1981)
10. 김상달, 도재호, 오훈일: 고려인삼 갈변물질의 항산화 효과. 한국농화학회지, 24, 161 (1981)
11. 脇田正二: 茸類の糖 および アミノ酸について. 日本農藝化學會誌, 36, 96 (1962)
12. 표명윤, 노일협: 식용버섯류의 아미노산에 관한 연구. 한국영양학회지, 8, 48 (1975)
13. 박완희: 능이의 성분에 관한 연구 (제 1보). 한국균학회지, 11, 85 (1983)
14. Sasaki, H., Nakamura, N., Kouda, M. and Matsumoto, N.: Rehydration conditions of dried shiitake mushrooms. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36, 293 (1989)
15. Sasaki, H., Nakamura, N. and Aoyagi, Y.: The change of free amino acids during rehydration of dried shiitake mushrooms. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 35, 90 (1988)
16. 이응호, 구재근, 안창범, 차용준, 오광수: HPLC에 의한 시판수산건제품의 ATP 분해생성물의 신속정량법. 한국수산학회지, 17, 368 (1984)
17. Bessho, H. and Ikeda, Y.: Rehydration conditions of dried shiitake for cooking. *J. Jap. Soc. Food and Nutr.*, 24, 396 (1971)
18. Sekizawa, N., Toyama, R. and Sekimura, T.: Change in 5'-Nucleotide contents in edible mushrooms during processing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39, 72 (1992)
19. 水野卓, 川合正允: キノコの 化學と生化學, 新日本印刷(株), p.147 (1992)
20. 정재기, 정태영, 나상무: GLC에 의한 버섯의 Amino acid 정량. 한국영양학회지, 7, 12 (1974)
21. Scott, D.: Oxidoreductase. In *Enzymes in Food Processing*, Reed, G.(ed), Academic Press Inc., New York, p.236-243 (1975)
22. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J.: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press Inc., San Diego, p.500-506 (1993)
23. 홍재식, 김영희, 김명근, 김영수, 손희숙: 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성. 한국식품과학회지, 21, 58 (1989)

(1995년 3월 23일 접수)