

# 표고버섯의 아미노酸 및 비타민分析\*1

黃炳浩\*2

## Analysis of Amino Acid and Vitamin in Oak Mushroom (*Lentinus edodes* Sing)\*1

Byung Ho Hwang\*2

### Summary

Oak mushroom (*Lentinus edodes* Sing.) has been used as one of vegetable foods for a long time, because it has particular odour, taste and abundant nutritive material. Its cultivation has been done extensively, but its chemical analysis of the components is curiously limited. It is the purpose of this study to analyse its component chemically and to get basic data in terms of nutrition science. The results are summarized as follows:

1. It was analysed that the total number of amino acid is 17 different kinds, mainly glutamic acid.
2. All the essential amino acids which are leucine, lysine, threonine, tryptophan, valine, phenylalanine, isoleucine, tyrosine, and methionine were found in this chemical analysis.
3. The seven kinds of vitamins are analysed, which are A( $\beta$ -carotene), B<sub>1</sub>(thiamin), B<sub>2</sub>(riboflavin), C(ascorbic acid), E( $\alpha$ -tocopherol), Niacin, choline chloride.

### 1. 緒 論

표고(椎茸, *Lentinus edodes* Sing)버섯은 우리나라를 비롯하여 日本, 中國 등에서 生産되고 있는 東洋特産物로서 오래전부터 栽培해 오고있다.

우리나라에서는 제주도에서 1905년부터 栽培始作했으며 1924년에는 지리산, 오대산을 中心으로 本格的인 栽培가 始作되었으며, 日本에서는 400여年前<sup>1)</sup>食用野菜의 一種으로서 이용되었다고 한다.

近年, 生活의 安定과 더불어 食生活面에 있어서 이 椎茸버섯의 위치는 매우 重要的 無公害食品으로서 對頭되게 되었다.

특히 椎茸버섯은 특이한 風味와 높은 營養價 및 藥效의 成分, 各種酵素를 含有하고 있기 때문에 他食品에 비하여 消化率이 높은것 등의 食品의 價値가 認識

되어 그 需要는 점점 增大하고 있다.

즉, 이 버섯은 水分量이 많으며, 그의 各種 amino 酸, vitamin, 蛋白質, 糖質, 纖維質, 酵素, 無機質 등의 營養의 價値와 血壓降 下物質인 eritadenine<sup>2,6)</sup>은 血液內的 cholesterol 를 減少시키며, 抗癌作用을 하는 Letinan<sup>2)</sup>등이 含有되어 있다는 것이 最近에 研究되어 藥效 및 健康食品으로 그 眞價를 評價받게 되어서 區美各國으로 輸出되고 있는 實定어 있는 것이다.

우리나라는 農山村 副業의 小規模 栽培로부터 大大的인 人工栽培를 하고 있는데, 특히 江原道는 地理的 또는 立地的 條件이 椎茸事業에 好適한 狀態이다.

즉, 木의 容易한 確保問題라든가 適正한 自然施設의 活用등의 展望이 밝은 것이다.

\*1. Received for publication on Jan.12,1983

이 論文의 一部는 韓國林學會 23回 定期總會 學術發表會에서 發表한 것임(1982.2)

\*2. 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangweon National University.

이 椎茸버섯의 栽培技術은 一般種菌業者나 林業試驗場등에서 研究하고 있으나 그 化學的 成分分析은 아직 미흡한 狀態이다.

이러한 事實에서 本 研究에서는 이 버섯의 各種 amino 酸의 定量分析과 Vitamin을 分析하여 林産物利用의 基礎的 資料를 補充하기 위하여 實施하였다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1 試料

本 實驗에 使用한 試料는 江原道 春城郡 南面 京江에 位置하고 있는 椎茸栽培地에서 採取한 것이며, 採取原木은 約 20년 전 후된 졸참나무에 種菌한 것으로서 3년된 樽木이었다.

우선, 椎茸버섯은 1981年 8月 中旬에 3kg을 採取하여 菌傘 (cap, 갓)과 菌柄 (stipe, 줄기)으로 나누어 빛에 乾燥시켰고 市販用도 購入하였다.

이 버섯을 Wiley mill로 粉碎하여 40 mesh 通過粉을 分析用 試料로 하였다.

### 2.2 實驗方法

#### 2.2.1 一般分析

本 試料의 一般分析은 農藝化學實驗書<sup>3)</sup>의 食品營養分析法에 의거 實施하였다.

즉 水分粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 灰分, 可溶性 無氮素物등을 分析하였으며, 各 分析置는 絶乾試料에 對한 百分率로 나타냈으며 3回反復 하였다.

#### 2.2.2 Amino 酸 分析

Amino 酸 分析用 試料는 酸加水分解法에 準하였다.

즉 40 mesh 를 通過된 椎茸버섯 粉을 95mg 取하여 cap tube 에 넣고 6 N HCl 10mg 를 加하여 N<sub>2</sub> 가스로 7分間 充塡시킨후 110 °C oven에서 22時間 酸加水분시키고, 이 分解物을 濾過후 evaporator에서 乾固시켰다.

계속하여 이 乾固物을 PH 2.2의 sodium citrate buffer 溶液으로 稀釋하여 全體부피가 100 ml로 하였다.

한편 酸加水分解에서는 定量할 수 없는 tryptophan을 測定키 위하여 Kohler 方法<sup>4)</sup>에 의하여 알칼리 加水分解를 행하였다.

즉 試料粉 73mg 을 取하고 5 g의 Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O 400mg, starch, 8 ml의 H<sub>2</sub>O를 함께 120 ml의 polypropylene 瓶에 넣어서 100 °C 에서 16時間 알칼리 加水分解 시켰다.

1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 를 PH<sub>7</sub>이 될 때까지 中和시켜서 100 ml로 稀釋시켰다.

400rpm에서 30分間 原心分離하고 50 ml의 flask에 넣어서 rotary evaporator로 濃縮하여 PH 2.2의 buffer solution으로 50 ml를 溶解시켜서 그중 1 ml取하여 分析用 試料로 하였다.

이와 같이 調製한 試料를 가지고 Amino acid analyzer (Beckman Model 116)로 amino 酸 定量을 하였는데, 그때의 分析條件은 Table 1과 같다.

또한 column은 long과 short column 1 ml씩 注入시켜 分析하였다.

Table 1. Operating condition of amino acid autoanalyzer.\*

Condition required	Basics	Acidics and neutrals
Column	23x0.9cm (short column)	69x0.9cm (long column)
Resin type	PA-35	AA-15
Height of resin	5.5cm	56cm
Duration of run	50 min.	175 min.
First buffer	PH 5.28	PH 3.28
Second buffer	Not applicable	PH 4.25
Buffer change (min. after start)	Not applicable	85 min.
Buffer flow rate	68ml/hr.	68ml/hr.
Ninhydrin flow rate	34ml/hr.	34ml/hr.
Operating temp. bath tank	55.3°C	55.3°C
Chart speed	1 inch/10min.	1 inch/10min.

\* Beckman Model 116

#### 2.2.3 Vitamin 分析

Vitamin 分析用 試料는 菌傘와 菌柄을 區分하지 않은 것으로 역시 40 mesh 通過粉을 使用하였으며 KAIST 分析室에 依頼 分析하였다.

## 3. 結果 및 考察

### 3.1 一般分析

버섯의 一般分析은 菌傘과 菌柄으로 나누고

그리고 市板用을 構入하여 比較分析한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. General analysis of oak mushroom(%)

Sample Components	Cap	Stipe	Marketing goods
Moisture	13.45	12.49	11.61
Crude protein	16.27	12.23	14.27
Crude fat	2.06	1.56	1.53
Crude fiber	3.20	4.28	3.74
Ash	3.87	2.75	3.50
N <sub>2</sub> -free extract	61.15	66.69	65.35

新鮮한 生 버섯의 水分 含量은 88~95%이며, 보통 乾燥버섯은 9~15%로 報告되고 있다.

되도록 同一條件에서 分析할 意圖로서 市板用과 같은 條件의 乾燥狀態로 하기 위하여 갓 부분과 줄기 부분을 나누었고 屋外와 屋內에서 乾燥한 후 粉碎하여 水分含量을 調査한 結果, 갓 부분이 13.45% 줄기가 12.49% 市板用이 11.61%였다.

역시 갓 부분이 줄기 부분보다 많은 他營養成分과 共存하므로 높은 水分%를 나타내는 것이라고 생각된다.

粗蛋白質도 버섯 種類에 따라 다르나, 食品分析表에 의하면 여러 버섯 種類中에 이 椎茸버섯이 18.7%로서 가장 많은 粗蛋白質을 나타내고 있는데, 本實驗의 結果 갓 부분에서는 16.27%, 줄기 부분이 12.23%로 나타나고 있는데 갓 부분이 줄기 부분보다 많은 含量을 나타내며, 갓 부분과 줄기 부분이 함께 混合된 市板用에서는 14.27%로서 거의 平均値를 보이고 있다.

이러한 점에서 營養物質은 갓 부분이 줄기부분 보다 많이 貯藏되어 있는 것을 알 수 있었다.

粗脂肪 含量도 食品分析表<sup>5)</sup>에 의하면, 0.2~3%의 分布를 보이고 있는데, 갓 부분은 2.06%, 줄기부분은 1.56%, 市板用은 1.53%로 나타나고 있다.

역시 粗蛋白質과 마찬가지로 갓 부분의 含量이 높게 나타나고 있다.

粗纖維는 0.3~12.9%의 分布를<sup>5)</sup> 보이고 있는데 버섯의 粗纖維는 高等植物의 粗纖維와는 달리 chitin 質에 가까운 物質이라고 한다.

本實驗結果에서는 줄기 부분이 4.28%로 가장 높으며, 갓 부분이 3.20%, 市板用은 3.74%로 나타나고 있다.

이는 消化하기 어려운 成分으로서 줄기 부분에 보다 높은 含量을 나타내는 것을 쉽게 理解할 수 있을 것이다.

可溶性無窒素物은 全成分에서 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 水分, 灰分을 除外한 것을 말하는데, 所謂 糖質을 일컫기도 한다.

本實驗結果 갓 부분이 61.15%, 줄기 부분이 66.69%, 市板用이 65.35%로 나타난다.

다른 種類의 버섯에서는 3.6~63.3% 範圍<sup>5)</sup>를 보이고 있으나 本 椎茸버섯은 보다 높은 含量을 나타내고 있다.

灰分은 一般 버섯등의 경우 0.3~6.2%의 範圍<sup>5)</sup>를 나타내고 있는데 本 椎茸버섯은 갓 부분이 3.87%, 줄기가 2.75%, 市板用이 3.59%를 나타내고 있다.

갓 부분이 보다 많은 含量을 나타내고 있는 것은 버섯에 비해 인, 칼, 구리, 망간등의 特殊成分이 많이 들어 있다는 것에 基因 한다고 한다.

### 3.2 Amino 酸 分析

Amino 酸을 定量하기 위한 標準 amino 酸은 NBC 社製 17種을 使用하여 basic amino 酸은 各各 0.05 μmol을, neutral and acidic amino 酸은 0.1 μmol을 含有하는 混合液을 標準으로 하였으며 試料는 갓 부분의 遊離 amino 酸을 定量하였다.

Auto analyzer recorder 에 의한 標準 amino 酸의 chromatogram을 圖 1에 試料의 amino 酸 定量 chromatogram을 圖 2에 나타냈으며, 또한 定量値를 試料 100mg 당 mg 으로 換算한 것을 表 3에 나타내었다.

이들의 結果로 부터 椎茸버섯의 갓 부분에는 17個의 游離 아미노산이 定量되었으며, 그중 8個의 游離 아미노산 즉, 人間이 必히 攝取해야만 하는 아미노산인 leucine, lysine, threonine, valine, phenylalanine, isoleucine, tyrosine, tryptophan, methionine 등이 모두 含有되어 있는 것을 알게되었는데, 이는 椎茸버섯이 食品營養學上 매우 重要한 食品의 價値를 認定할 수 있는 指標라고 생각할 수 있다.

이 버섯의 맛을 나타내는 成分중 主로 맛맛 成分과 關係있는 것은 glycine, alanine, valine, proline, hydroxyproline, serine, tryptophan 과 histidine 등이며 가장 많이 含有되어 있는 아미노산은 glutamic 酸인데, 이 酸의 Na 염은 助味料의 原料로 유명하다.

그 외 isoleucine, arginine 등은 조금 쓴 맛을 나타내는 成分과 關係가 있으며, leucine 은 맛이 없는

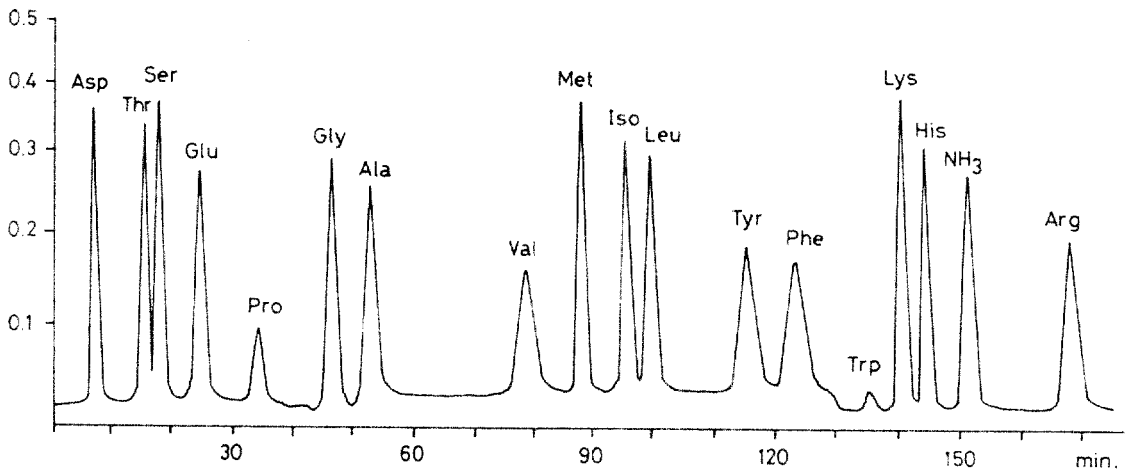


Fig. 1. Chromatogram of standard amino acid

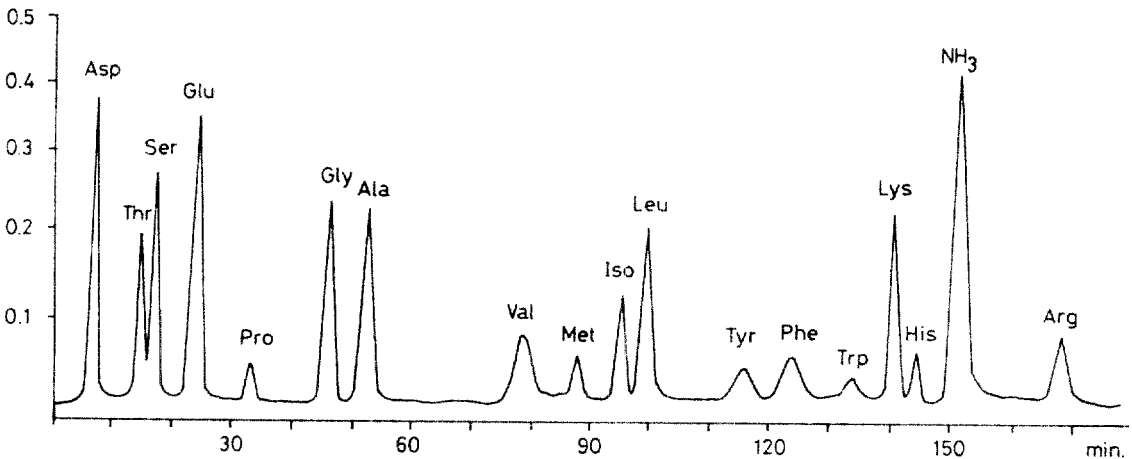


Fig. 2. Chromatogram of amino acid in oak mushroom (*Lentinus edodes* Singo.)

아미노산으로 알려지고 있다.

또한 糖類中의 mannit, trehalose 등이 있다는 報告가 있는데, 이들은 버섯의 맛을 내는 重要한 成分이라고 하며 이들의 含量이 많을수록 品質이 좋다고 한다.

以上の 結果를 綜合해 보면 椎茸버섯의 各 아미노산과 糖類가 混合된 맛을 나타내는 것이 이 버섯의 特異한 맛과 電氣를 나타내는 成分을 構成하고 있다고 생각할 수 있다.

또한 表 4는 成人의 一日 必須 아미노산의 要求量<sup>7)</sup>을 나타내고 있는데, 表 4에서 보면 男子成人의 경우 一日 必須 아미노산의 最小 吸收量은 6.45 g이며 女性은 4.20 g으로, 男性 最大 吸收量은 12.7 g으로 報告되고 있다.

본 椎茸버섯의 乾 部分 100 g중에 蛋白質의 一般 分析에서는 16.27%이며, 定量分析에서는 아미노산

이 14.09%로 나타났으며 그중 必須 아미노산은 5.14 g으로 計算되었다.

이 一日 椎茸버섯 100 g ~ 150 g만 攝取한다면 다른 食品의 아미노산을 攝取하지 않는다 해도 充分한 量으로서 매우 重要한 食品의 價値를 認定할 수 있었다.

### 3.3 Vitamin 分析

버섯중의 Vitamin 組成을 밝히기 위하여 實驗 分析한 結果는 表 5와 같으며, A( $\beta$ -carotene), B (thiamin), B<sub>2</sub>(riboflavin), C(ascorbic acid), E( $\alpha$ -tocopherol), Nicin, Chloride 등을 測定하였다.

Vitamin A는 動物性 (retinol)과 植物性 (A의 前구체 Carotenoids)식 물을 통하여 吸收되는데, 植物性 carotenoids 중에서  $\beta$ -carotene의 吸收率은 攝取量의 1/3로 推算하고 있다.

**Table 3.** Contents of free amino acid in oak mushroom

Amino acid	Contents(%) <sup>a</sup>
Aspartic acid	1.62
● Threonine	0.79
Serine	0.89
Glutamic acid	2.45
Proline	0.65
Glycine	0.71
Alanine	1.03
● Valine	0.71
● Methionine	0.18
● Isoleucine	0.53
● Leucine	1.16
Tyrosine	0.47
● Phenylalanine	0.61
● Tryptophan	0.27
● Lysine	0.89
Histidine	0.32
Arginine	0.81
Total	14.09(5.14) <sup>b</sup>

a. Oven dry weight ● Essential amino acid

b. Total of essential amino acid

**Table 4.** Essential amino acid & adult required contents

Essential Amino acid	Minimum(g/day)		Maximum (g/day, male)
	Male	Female	
Isoleucine	0.70	0.45	1.4
Leucine	1.20	0.62	2.2
Lysine	0.80	0.40	1.6
Methionine	1.10	0.49	2.2
Phenylalanine	1.10	1.12	2.2
Threonine	0.50	0.31	1.0
Tryptophan	0.25	0.16	0.5
Valine	0.80	0.65	1.6
Total	6.45	4.20	12.7

본 실험에서는 5<math>I.V/g</math>으로 나타냈으며 적은 함유를 보이고 있다.

**Table 5.** Vitamin of oak mushroom

Vitamin	Content ( $\mu g/g$ )
A ( $\beta$ -carotene)	< 5.0*
B <sub>1</sub> (thiamin)	0.6
B <sub>2</sub> (riboflavin)	14.0
C (ascorbic acid)	200.0
E ( $\alpha$ -tocopherol)	4.0
Niacin	110.0
Cholinechloride	1,700.0

\* unit I U / g

FAO/WHO의 勸奨量<sup>5)</sup>은 成人의 경우 動物性A로는 1/2 (1,000 I.V = 300 R.E)을, 植物性 A로는 1/2 (3,000 I.V = 300 R.E)를 勸하고 있다.

Vitamin B<sub>1</sub>은 thiamin이 補助酵素 thiamin p-yrophosphate (TPP)로서 生體内에서의 役割은 매우 重要하다.

日本과 FAO/WHO에서도 各各 thiamin의 勸奨量<sup>5)</sup>을 0.4 mg/1,000 Kcal로 設定하고 있다.

본 實驗의 結果 B<sub>1</sub>은 (相當히 적은量인) 0.6 $\mu g/g$ 로 側定되었다.

Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)은 生體内에서 生理的으로 活性이 있는 補助酵素, flavin mononu cleotide (FMN)과 flavinadenine dinu cleotide (FAD)를 形成하여, 細胞층에서 일어나는 酸化還元에 作用할 뿐만 아니라, B<sub>1</sub>를 活性化하여 tryptophan이 niacin으로 轉換하는 過程에關与하고 folic acid가 coenzyme으로 轉換하는데도 必要하다고 한다.

美國의 NRD나 FAO/WHO에서 勸奨量<sup>5)</sup>은 0.6 mg/1,000 Kcal로 設定 報告하고 있다.

이 비타민 B<sub>2</sub>는 14  $\mu g/g$ 으로 分析되었는데, 비타민 B<sub>1</sub>, A, E, 보다는 훨씬 많이 存在하는 것을 알수 있었다.

Vitamin C는 (ascorbic acid) Baker<sup>8)</sup>의 實驗結果에 의하면 體內貯藏量이 300 mg以下이면 壞血病 증상이 發見된다고 報告한 바 있는데 이를 維持하려면 1일 6.5 mg의 ascorbic acid를 攝取해야 安定하다는 結論이 된다.

그러나 韓國의 成人 男子의 勸奨量은 調理方式의 特殊性을 考慮해서 55mg으로 定하고 있다.

본 實驗結果는 200 mg/g로 推定되었는데 比較的 많은 含量을 나타내고 있다.

그러나 이는 酸化로 쉽게 破壞되며, 산소와 철등의 金屬의 存在, 혹은 高溫에서의 長時間 調理에서 破壞되므로 勸奨量이 많게 된것이라 생각된다.

Vitamin E는 植物性기름 및 穀類의 胚芽에 많이 存在하는 天然 抗酸化劑로서 主로  $\alpha$ -tocopherol의 生物學的 活性이 높다고 한다.

본 實驗에서는 4.0 mg/g의 含量을 나타내고 있으며, 이의 勸奨量<sup>5)</sup>은 1974年 美國의 National Research Council에서 成人男子는 15 I.V (1 I.V = 1 mg di- $\alpha$ -tocopherol acetate), 女子의 경우 12 I.V를 하루의 勸奨量으로 結定한 바 있다.

이 비타민 E는 다른 비타민에 비해 훨씬 적은 含量을 보이고 있다.

Niacin은 niotinic acid와 nicotinamide를 總稱하고 있는데, Niacin을 體內에서 glycolysis (解糖作用), 脂肪合成, 體組織과 呼吸作用의 補助酵素로서의 技能을 한다.

勸奨量<sup>5)</sup>은 0.6 mg niacin 當量 / 1,000 Kcal가 基準值로 되어 있으며, 다른 버섯의 경우 0~46mg 程度의 分析值를 갖고 있는데, 본 實驗中에서 110  $\mu$ g/g의 含量을 나타내고 있다.

Choline chloride는 vitamin B의 complex이다. 脂肪代謝에 重要한 成分이며, choline 抗, 脂肪因子로 잘 알려져 있다. 즉 choline은 肝의 中性脂肪과 cholesterol의 沈着을 防止하여 抗脂肪因子로 作用<sup>8)</sup>한다고 하는데, 본 實驗의 結果, choline chloride로서 1,700  $\mu$ g/g의 相當量이 含有되어 있어서 이 버섯의 眞價를 높이 認定할 수 있었다.

Vitamin D는 分析치 못했으나 文獻에 의하면 vitamin D의 母體인 ergosterol이 본 椎茸 버섯에 많이 含有되어 있어서 生體內에서 Ca와 P의 腸內吸收를 促進한다고 하며 大氣汚染속에 사는 都市民이나 햇볕을 적게받는 現代人에게는 이 vitamin D의 補充이 매우 有用할 것이라 생각된다.

#### 4. 要 約

椎茸버섯의 榮養學的 基礎資料의 補強 및 未分析資料를 提供하기 위하여 一般分析, amino 酸 分析, vitamin 分析을 행한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 一般分析은 이미 發表된 榮養分析表의 基本 分析值와 類似하였으며,

2) Amino 酸은 모두 17종 즉, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine,

leucine, tyrosine, phenylalanine, tryptophan, lysine, histidine, arginine 등이 檢索되었는데, 가장 많이 含有된 成分은 glutamic 酸이었다.

3) 必須 아미노산 8種 즉, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, tryptophan, lysine 등이 모두 含有되어 있어서 매우 重要한 食品이라는 것을 알수 있었다.

4) Vitamin은 總 7種 즉, A ( $\beta$ -carotene), B<sub>1</sub> (thiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), C (ascorbic acid), E ( $\alpha$ -tocopherol), Niacin, Cholinechloride 이 分析되었으며 가장 많은 量은 Cholinechloride 이었다.

#### 5. 結 論

椎茸버섯은 農, 山林 副産物내지 林産物로서 널리 栽培하고 있다.

그러나 이 椎茸버섯의 榮養學的 側面에서의 여러가지 基礎的 成分資料가 未及한것을 밝히므로써, 基礎 및 應用分野에 研究資料를 얻을 目的으로 實施하였다.

아직까지 完全히 밝혀지지 않았던 amino 酸의 種類를 分析하였는데, 同時에 必須 아미노산이 모두 含有되어 있어서 食品의 價値를 다시 立證할 수 있었으며 그 외 一般分析과 비타민을 分析하였다.

椎茸버섯의 栽培는 前述한것과 같이 오랫동안 日本을 비롯한 韓國, 中國등지에서 되어왔다. 즉, 椎茸버섯의 種菌과 品種, 栽培管理 (高冷地 포함), 促成 또는 抑制栽培, 버섯의 乾燥, 害菌과 害蟲, 버섯의 生産과 經營등 많은 研究가 되어왔다.

그러나, 榮養化學的 側面에서의 研究는 一般分析, 몇種의 vitamin 分析, 약간의 아미노산 分析, 無機鹽類의 分析 그 외 약간의 特殊成分이 되어있다.

本 研究에서는 amino 酸의 詳細한 定量分析을 主軸으로 vitamin 分析을 행하여 基礎的 資料를 補充 내지 새로운 事實을 提供할 目的이었다.

그 結果는 結果 및 考察과 要約項目에서 詳細히 論述했으며, 앞으로 接種年度別의 分析, 無機鹽類의 詳細한 分析, 特殊成分의 分析, 具體的인 맛, 香氣의 分析, 脂質分析등이 아직 남아있는 研究對象이다.

또한 韓國의 栽培環境에 맞는 各種要因 즉, 品種 (菌種), 氣候, 濕度, 溫度, 櫛木, 採取時期등을 보다 詳細히 研究開發 普及하는 것이 바람직하며, 大量 生産을 위한 施設, 즉 大型溫床開發 (自動溫度調節)

乾燥施設, 機械화된 楮木接種裝置 등의 研究開發이 要求되고 있다.

### 謝辭

本 研究를 遂行함에 있어 實驗補助 및 많은 協助를 한 崔禹鎔, 金慶五君과 KAIST 分析室에 深甚한 感謝를 드린다.

### 引用文獻

1. 赤野 林: シイタケの栽培と經營, 誠文堂新光社, 20-23 (1975)
2. Chibata et al: Experimentia 25, 1237 (1969)
3. 武居三吉: 農芸化學實驗書Ⅱ, 食品および食料料の一般分析法 産業圖書株式會社 515-523 (1980)
4. Kohler and Palter: Cereal Chem., 44, 512-520 (1967)
5. 許 鈴: 韓國人榮養勸奨量, 비타민 觀奨量 FAO 韓國協會, 19-69 (1982)
6. 洪載植: 버섯의 榮養價 및 藥效, 食品工業 4, 79-84 (1980)
7. 鄭東孝: 生物化學, 단백질과 아미노산 先進文化社, 84-91 (1981)
8. 鄭東孝: 生物化學, 비타민 先進文化社, 210 (1981)