

## Quality and Volatile-Flavor Compound Characteristics of *Hypsizigus marmoreus*

Myoung Su Park, Joong Hyun Park and Deog Hwan Oh<sup>†</sup>

Department of Food Science and Biotechnology, School of Biotechnology and Bioengineering  
and Institute of Bioscience & Biotechnology, Kangwon National University,  
Chuncheon 200-701, South Korea

### 느티만가닥 버섯의 품질 및 휘발성 향기 성분 특성

박명수 · 박중현 · 오덕환<sup>†</sup>

강원대학교 바이오산업공학부 식품생명공학과

#### Abstract

*Hypsizigus marmoreus* is a wild mushroom commonly consumed in South Korea due to its beneficial effects on health. In the present study, the general chemical and inorganic-element composition, the total amino acid contents, and the volatile-flavor compounds of *H. marmoreus* were investigated for food uses. The proximate compositions consisted of 60.1% carbohydrate, 32.0% crude protein, 8.98% moisture, 5.0% ash, and 2.0% crude lipid. The minerals in *H. marmoreus* were found to be as follows; potassium (429.5 mg), phosphorus (101.9 mg), sodium (20.3 mg), magnesium (54.86 mg), calcium (2.7 mg), zinc (0.8 mg), iron (0.7 mg), manganese (0.2 mg), and copper (0.1 mg), based on 100 g of mushroom dry weight. Seventeen kinds of total amino acids were found in *H. marmoreus*, with the glutamine acid content being the highest (2,340 mg/100 g), followed by the asparagine, serine, arginine, and leucine contents. The volatile-flavor components of *H. marmoreus* were collected via simultaneous steam distillation extraction (SDE), and were analyzed via gas chromatography-massspectrophotometry (GC-MS). A total of 17 volatile-flavor compounds were identified, including eight aldehydes, seven alcohols, one acids, and one other compounds. The most abundant compound was 2,3,6-trimethyl pyridine, which accounted for more than 40% of the total volatiles; other important compounds were 1-octen-3-ol, butylhydroxytoluene (BHT), isoctyl phthalate, 3-octanal, 1-undecanol, and 2-amylfuran. These results provide preliminary data for the development of *H. marmoreus* as an edible food material.

Key words : *Hypsizigus marmoreus*, proximate and nutritional composition, amino acid, simultaneous steam distillation extraction(SDE), volatile flavor compounds

#### 서 론

버섯은 분류학적으로 균류에 속하지만 일반적인 균류와 다르게 포자를 형성하기 위한 자실체를 만들며, 대부분 담자균류와 자낭균류에 속하는 고등균류이다. 버섯은 풍미가 뛰어나고 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질, 비타민 및 미네랄 등의 각종 영양소를 다양하게 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 향과 함께 생리활성 물질들을 함유하고 있어 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 온 자연건강식품

이다(1).

느티만가닥 버섯(*Hypsizigus marmoreus*)은 담자균류(*Basidiomycota*) 주름버섯목(*Agaricals*) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하는 식용버섯으로서 주로 북반구 온대 이북지역의 너도밤나무, 단풍나무 등 각종 활엽수의 마른나무에서 단생 또는 군생하며, 다발성이 매우 강한 특징을 가지고 있다(2). 잣은 처음에는 둥근 반구 형태를 띠다가 나중에는 끝이 퇴화되면서 평평하게 벌어지며, 지름이 4~13 cm로 표면은 담회색 또는 회갈색이고 가운데에 독특한 대리석 모양이 있다. 주름은 백색으로 조밀하고 대의 길이는 4~15 cm로 보통 0.6~1.2 cm의 직경을 가지고 있다. 포자는 계란형 또는 둥근 형태를 띠며, 현미경 관찰 시 반투명하고 겹쳐져 있을

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : deoghwa@kangwon.ac.kr  
Phone : 82-33-250-6457, Fax : 82-33-241-0508

때 흰색으로 보인다. 육질은 두껍고 치밀하여 느타리버섯이나 표고버섯에 비하여 조직이 연하고 잘 부스러지며 씹는 질감이 좋아 식용으로서 가치가 있다(3). 느티만가닥 버섯은 저지방 고단백질 식품으로 특히 단백질을 구성하는 아미노산 중에서 지미 성분을 갖는 글루탐산을 많이 함유하고 있는 것이 특징이다. 느티만가닥 버섯에서 분리된 Hypsin은 항진균 활성(4)과 항종양효과(5)를 나타내며, HM23(collagen-binding protein) (6), hypsiziprenol A9 등 항암에 효과가 있는 다당류(7)를 가지고 있다. 또한 항종양성 다당류인  $\beta$ -(1-3)-D-glucan이 높은 활성을 가지고 존재한다(8).

느티만가닥 버섯의 자실체 지용성 추출물은 peroxyl 및 alkoxy radical에 대한 봉쇄효과와 지질과산화 반응에 대한 항산화 활성 등의 생리활성을 나타낸다고 보고되어 있으나(9), 휘발성 향기 성분에 관한 연구는 없는 실정이다. 느티만가닥 버섯뿐 아니라 여러가지 버섯 종류의 화학성분은 광범위하게 연구되어 왔으나 버섯의 풍미에 중요한 영향을 미치는 휘발성 향기성분에 관한 연구로는 양송이(10,11), 송이(12), 느타리(13), 표고버섯(14), 텁목이 버섯(15) 등에 대한 일부 국한된 보고가 있을 뿐이다. Craske와 Reuter는 *Boletus edulis*의 휘발성 질소성분 생성에 대해서 아미노산이 관여한다고 보고하였고(16), Altamura 등은 *Agricicus campestris*에서 독특한 향기성분과 연관이 있는 유리아미노산을 분리 및 확인하였다(17). Macleod 등은 양송이의 건조물에서 1-octen-3-ol과 같은 C<sub>8</sub> 화합물들이 대부분 없어진 대신 신선한 버섯에서 검출되지 않은 pyrazine류가 상당량 검출되었음을 발견하였다(18). 표고버섯의 경우 1-octen-3-ol과 같이 양적으로 많이 들어있는 C<sub>8</sub> 화합물 이외에도 미량으로 함유된 유황화합물들이 향기발현에 중요한 역할을 하는 것으로 보고하였다(14). 지금까지 느티만가닥 버섯의 생리활성 물질들에 대한 연구(4-8)는 있으나, 풍미에 중요한 영향을 미치는 휘발성 향기성분에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건조된 느티만가닥 버섯을 향후 의약품 및 건강기능성 식품 원료의 기초자료로 사용하고자, 품질과 휘발성 향기성분의 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 느티만가닥 버섯은 강원도 강릉시 옥계면에 소재한 (주)푸른농원에서 구입한 것으로, 폴리에틸렌 필름제 주머니에 포장하여 -70°C deep freezer에서 냉동보관하면서 실험재료로 사용하였다.

### 일반성분 및 무기질 분석

느티만가닥 버섯의 일반 성분 중 수분과 회분은 생시료

를 이용하고, 조 단백질과 조지방은 건조된 느티만가닥 버섯을 분쇄하여 30 mesh 체로 통과시킨 분말을 AOAC방법(19)에 준하여 분석하였다. 수분은 상압가열건조법으로 sea sand를 이용하여 105°C에서 5시간 건조시킨 후, 세절하여 시료 1 g을 취하여 회화로에서 550°C에서 4시간 동안 회화시켜 잔사물의 무게를 측정하였다. 조단백질은 Kjeldahl식 질소정량법으로 Kjeldahl flask에 시료 0.5~2.0 g을 취해 분해 촉진제를 넣어 3~4시간 침종분해한 후, BUCHI 증류장치에서 증류된 액을 0.02 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 적하하여 NH<sub>3</sub>를 포집하였다. 포집된 증류액을 0.02 N NaOH로 적정하여 질소함량을 정량하고, 그 값에 일정한 계수(6.25)를 곱해 조단백질의 함량을 측정하였다. 조지방은 에테르 추출법으로 시료를 원통여과지에 놓고, 액체추출기 장치를 이용하여 에테르 500 mL로 8시간 동안 추출하였다. 추출물로부터 에테르를 완전히 제거한 후, 칭량하여 조지방의 함량을 측정하였다.

무기질 함량은 Ion chromatography(Dionex DX-500)를 사용하여 분석하였으며, column Ion Pac AS4A-SC(25041D), mobile phase 1.8 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/1.7 mM NaHCO<sub>3</sub>, flow rate 2.0 mL/min의 조건으로 분석하였다(20).

### 아미노산 분석

아미노산은 Pico-Tag 방법(21)에 의하여 시료 분말 1 g에 6 N HCl 10 mL를 가한 후 N<sub>2</sub> gas로 충전시켜 밀봉하여 110±5°C에서 24시간 가수분해 시킨 다음 실온에서 냉각한 후 pH 2.2의 sodium citrate buffer 3 mL에 용해시켜 0.2 μm millipore filter로 여과하였다. 이 여액 200 μL를 취해 HPLC(Waters 510, USA)에 주입하여 Pico-Tag column (3.9×300 mm, 4 μm)을 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다.

### 휘발성 향기성분 농축물 제조

느티만가닥 버섯의 휘발성성분 추출은 연속증류추출장치(simultaneous steam distillation extraction: SDE(22))를 사용하였다. 분쇄기(Heung Sang Trading Co LTD, Korea)를 이용해 균질화한 느티만가닥 버섯 시료 50 g에 증류수 1 L 및 정량분석을 위한 내부표준물질로 n-butylbenzene 1 μL(851.4 μg, Aldrich, USA)를 혼합한 후 증류용 둥근 플라스크에 넣고 3시간 가열 환류하면서 휘발성성분을 추출하였다. 용매플라스크에 n-pentane과 diethyl ether 혼합용매 (1:1, v/v)를 동량으로 혼합한 후, 상압에서 2시간동안 향기성분을 추출하였다. 이 추출액에 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가하여 24시간 동안 털수 한 후 진공농축기(rotary evaporator)로 30°C를 유지하면서 농축하였다. 얻어진 휘발성성분 농축물은 질소가스하에서 1 mL까지 재 농축하여 GC 및 GC-MS분석 시료로 사용하였다.

**Table 1. Operating condition for the analysis of amino acid by HPLC**

| System           | Waters 510 HPLC Pump×2<br>Waters Gradient Controller<br>Waters 717 Automatic sampler                           |     |     |
|------------------|--|-----|-----|
| Column           | Waters 996 Photodiode Array Detector (PDA)   |     |     |
| Detector         | Waters Pico · Tag <sup>®</sup> Column (3.9×300 mm, 4 μm)<br>Waters 996 Photodiode Array Detector (PDA), 254 nm |     |     |
| Data analysis    | Millennium 32 chromatography manager   |     |     |
| Injection volume | 200 μL   |     |     |
| Mobile phase     | A : 140 mM sodium acetate (6% acetonitrile)<br>B : 60% acetonitrile  |     |     |
| Gradient Table   |  |     |     |
| Time             | Flow   | %A  | %B  |
| Initial          | 1.0  | 100 | 0   |
| 9.0              | 1.0  | 86  | 14  |
| 9.2              | 1.0  | 80  | 20  |
| 17.5             | 1.0  | 54  | 46  |
| 17.7             | 1.0  | 0   | 100 |
| 18.2             | 1.0  | 0   | 100 |
| 20.0             | 1.0  | 0   | 100 |
| 20.7             | 1.0  | 0   | 100 |
| 21.0             | 1.0  | 100 | 0   |
| 24.0             | 1.0  | 100 | 0   |
| 25.0             | 1.0  | 100 | 0   |

#### 휘발성성분의 분리 및 동정

연속증류추출장치에 의해 얻어진 휘발성성분 농축물은 Shimadzu GC-9A GC(Shimadzu, Japan)에 의해 휘발성성분을 분리하였다. 휘발성성분의 분리에는 FID 검출기, 컬럼은 HP-5MS capillary column(30 m×0.25 mm, id×0.25 μm film thickness: J & W Scientific, USA)을 사용하였으며, 컬럼온도는 60°C에서 5분간 유지한 후, 220°C까지 3°C/min의 속도로 승온하였으며, GC의 주입부는 220°C를 유지하였다. 운반기체로는 질소가스를, 컬럼내의 유속은 1.0 mL/min으로 유지하였다. GC-MS 분석장치는 HP 6890과 HP 5973 Mass Selective Detector(Palo Alto, CA, USA)가 연결된 것을 사용하였으며 분석조건은 다음과 같다. GC 주입부와 interface 온도는 200°C, mass range는 25~450 m/z, linear velocity는 40cm/sec, multiplier voltage은 1,500V, ionization voltage는 70eV로 설정하고, 운반기체로는 헬륨가스를 사용하였다. 그 이외의 컬럼의 온도를 비롯한 분석조건은 GC의 분석조건과 동일하게 설정하였다. 휘발성성분의 동정은 mass spectral library data에 의한 검색, Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data, Eight Peak Index of Mass Spectra에 의한 문헌의 질량분석 데이터 검색으로부터 물질을 추정하

고, 표준물질의 머무름 시간(Rt) 일치에 의해 정성분석 하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 일반성분 및 무기질

동결건조하여 분쇄한 느티만가닥 버섯의 일반성분 조성은 탄수화물이 60.1%로 제일 많았고, 조단백질은 32.0%, 수분 함량은 8.98%, 조회분은 5.0%, 조지방은 2.0%순으로 Table 2와 같이 함유되었다. 탄수화물은 표고 버섯 63.7%(14), 느타리 버섯 66.9%(13), 일본산 느티만가닥 버섯 63.1%(3)보다 적게 함유되어 있으나, 송이 버섯 60.0%(12)과는 비슷한 함량을 보였다. 조단백질의 경우 송이 버섯 20.1%(12), 표고 버섯 18.1%(14), 일본 느티만가닥 버섯 16.5%(3), 느타리버섯 12.8%(13)보다 많이 함유되어 있었다. 조지방은 송이 버섯 3.2%(12), 표고 버섯 3.1%(14)보다는 적은 함량을 나타냈고 일본산 느티만가닥 버섯 1.8%(3)보다는 많은 함량을 보였다.

**Table 2. The proximate compositions of *Hypsizigus marmoreus***

| Component     | Contents (%) |
|---------------|--------------|
| Moisture      | 9.0          |
| Crude protein | 32.0         |
| Crude fat     | 2.0          |
| Crude ash     | 4.5          |
| Carbohydrate  | 52.5         |

건조한 느티만가닥 버섯 시료의 무기질 성분을 분석한 결과 K, P, Na, Mg이 주성분을 이루고 있었으며, 건조 시료 중량 100 g을 기준으로 그 중 K가 429.5 mg로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 P(101.9 mg), Na(20.3 mg), Mg(54.86 mg), Ca(2.7 mg), Zn(0.8 mg), Fe(0.7 mg), Mn(0.2 mg), Cu(0.1 mg)의 순으로 Table 3과 같이 분석되었다. K의 함량을 비교하면 소나무잔나비 버섯(*Fomitopsis pinicola*) 165.06 mg(23), 영지 버섯(*Ganoderma lucidum*) 359.8 mg(24), 상황 버섯(*Phellinus baumii*) 224 mg(25), 민자주방망이 버섯(*Lepista nuda*) 103.1 mg(26) 등으로 느티만가닥 버섯이 1.2~4배 높은 함량을 보였지만 송이 버섯(*Tricholoma matsutake*) 1,299.44 mg(12), 일본산 느티만가닥 버섯(*Hypsizigus marmoreus*) 1,354 mg(3), 아위 버섯(*Pleurotus ferulae*) 2,337 mg(27), 곰보 버섯(*Morchella esculenta*) 3,558 mg(28)보다는 낮은 함량을 보였다. 또한 P의 함량을 비교하면 소나무잔나비 버섯 77.57 mg(23), 상황 버섯 100.6 mg(25)로 느티만가닥 버섯이 높지만 송이 버섯 104.73 mg(12), 일본산 느티만가닥 버섯 118.1 mg(3), 영지 버섯

303 mg(24) 보다는 낮았다. Mg은 복령(*Poria cocos*) 5.28 mg(29) 보다 약 2.5배 이상 높은 함량을 보였지만, 일본산 느티만가닥 버섯 48.34 mg(3)과 송이 버섯 54.86 mg(12)보다는 낮았다. Na, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn 성분 또한 다른 버섯들에 비해 대체로 낮은 함량을 보였다.

**Table 3. The mineral compositions of *Hypsizigus marmoreus***

| Inorganic element | Contents          |
|-------------------|-------------------|
| Ca                | 2.7 <sup>b)</sup> |
| Fe                | 0.7               |
| Zn                | 0.8               |
| Mn                | 0.2               |
| Cu                | 0.1               |
| Mg                | 14.1              |
| P                 | 101.9             |
| Na                | 20.3              |
| K                 | 429.5             |

<sup>b)</sup>Unit is mg per 100 g of dry mushroom.

#### 아미노산 함량

느티만가닥 버섯의 총 아미노산 성분을 HPLC를 이용하여 분석한 결과 총 17종의 아미노산을 함유하고 있었으며, 총 아미노산의 함량은 버섯 건조중량 100 g당 12,480 mg로 Table 4와 같이 측정되었다. 아미노산 중에서 glutamine이 2,340 mg으로 가장 높았고, asparagine 1,210 mg, serine 1,090 mg, arginine 970 mg, leucine 830 mg 등의 함량이 비교적 높았다. 이 중 친수성이며 산성인 glutamine이 건조 버섯 100 g당 2,340 mg로 일본산 느티만가닥 버섯 2,015 mg(3), 송이 버섯 1,960 mg(12), 복령 86 mg(29)보다 다량 함유되어 있고, asparagine, glycine과 threonine의 함량은 1,210 mg, 610 mg, 490 mg로 송이 버섯(596 mg, 320 mg, 349 mg)(12), 영지 버섯(580 mg, 280 mg, 300 mg)(29), 일본산 느티만가닥 버섯(575 mg, 300 mg, 360 mg)(3)보다도 높았다. 또한 소수성이 아미노산인 valine도 710 mg으로 송이 버섯 323 mg(12), 일본산 느티만가닥 버섯(3), 영지 버섯 327 mg(29)보다 높았다. 느티만가닥 버섯의 구성 총 아미노산은 송이 버섯 8,230 mg(12), 일본산 느티만가닥 버섯 8,351 mg(3), 곱보 버섯 9,093 mg(29), 민자주방망이 버섯 310.39 mg(26), 소나무잔나비 버섯 2,901.5 mg(23), 영지 버섯 4,848.2 mg(24), 복령 1,249 mg(29) 등보다 1.3~40 배 높은 함량을 보였다. 즉, 느티만가닥 버섯에는 친수성 아미노산이 소수성 아미노산보다 많이 함유되어 있고 중성 및 황을 가지고 있는 아미노산은 적게 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. 특히 간을 보호하고 위장을 강화시키고 풍미를 주는 glutamic acid와 asparagine acid의 함유량이 높은 점이 다른 버섯에 비해 높다는 점이 주목할 만하다.

**Table 4. Composition and content of amino acids in *Hypsizigus marmoreus***

| Amino acids            | Contents (mg/g)     |
|------------------------|---------------------|
| Asparagine             | 1,210 <sup>b)</sup> |
| Glutamine              | 2,340               |
| Serine                 | 1,090               |
| Glycine                | 610                 |
| Histidine              | 500                 |
| Arginine <sup>a)</sup> | 970                 |
| Threonine*             | 490                 |
| Alanine                | 770                 |
| Proline                | 690                 |
| Tyrosine               | 380                 |
| Valine*                | 710                 |
| Methionine*            | 170                 |
| Cystine                | 70                  |
| Isoleucine*            | 460                 |
| Leucine*               | 830                 |
| Phenylalanine*         | 550                 |
| Lysine*                | 640                 |
| Total                  | 12,480              |

<sup>a)</sup>Essential amino acids.

<sup>b)</sup>Unit is mg per 100 g of dry mushroom.

#### 휘발성 향기성분

수증기증류 추출장치를 이용하여 건조된 느티만가닥 버섯의 휘발성 향기성분을 GC retention time과 GC/MS로 분석한 결과, Table 5와 같이 총 17개의 휘발성 향기성분이 분리되었다. 17개의 휘발성 향기성분 중 1% 이상 함유된 성분은 2-amylfuran(1.09%), 2,3,6-trimethyl pyridine(42.51%), 3-octanal(1.63%), 1-octen-3-ol(37.87%), 1-undecanol(1.36%), butylhydroxytoluene(BHT)(7.63%), isoocetyl phthalate(1.91%) 이었다. 그 중에서 가장 많이 함유된 성분은 2,3,6-Trimethyl pyridine과 1-octen-3-ol 이었으며, 관능기별로 보면 aldehyde류 8종, alcohol류 7종, acid류 1종, 그리고 기타 1종임을 확인하였다. 일반적인 향기성분의 향기특성을 관능에 의해 평가할 때 hexanal는 풋냄새(fatty-green), 3-octanone는 약간 단냄새, 1-octen-3-ol는 버섯 고유의 향기성분 이외에도 금속취(metallic), 곰팡이냄새(musty)를 내고, 3-octanol는 단냄새(sweet)를 내면서 약간 꽃향기(floral) 및 흙냄새(earthy)를 내고, octanol과 nonanol은 세척체 혹은 비누냄새를 낸다(30). 특히 그중에서도 양적으로 많이 함유된 1-octen-3-ol은 향기의 발현에 중요한 역할을 하고 있다. 1-octen-3-ol은 다른 식용버섯에서도 가장 많이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있으며 *Aspergillus*속, *Penicillium*속의 일부 곰팡이, 일부의 어패류(31) 및 지방의 자동산화 생성물에서도 소량이

생성되지만(32) 식용 버섯류에 특징적으로 많이 함유되어 있다. 신선한 *Tricholoma matsutake*에서는 전체 휘발성 성분의 약 80%, *Agaricus bisporus*에서는 33~78%, *Lentinus edodes*에서는 51~75%, *Boletus edodes*에서는 49%, 그리고 *Lactarius torminosus*에서는 1-octen-3-ol이 전체 향기성분의 90%를 차지한다고 보고하고 있다(29). 1-octen-3-ol 성분은 양적으로도 많이 함유되어 있을 뿐 아니라 수용액 상태에서 최소 감지량이 0.01 ppm 정도로 매우 낮고 단일성분으로도 버섯 특유의 향기를 가지고 있으며 Tressel 등(33)도 이 성분을 양송이 버섯의 향기발현에 미치는 key compound라고 하였다. 일반적인 버섯의 향기성분은 1-octen-3-ol, 1-octanol, 3-octanol이 주성분으로 알려져 있는데, 본 연구에 사용한 느티만가닥 버섯에서도 이러한 물질들이 확인되었다. 특히 알콜성분인 1-octen-3-ol은 2개의 광학이성체를 가지고 있으며, — 형태를 가지고 있는 것이 + 형태보다 더 강한 향기를 가지고 있다고 한다(34,35). 또한 버섯의 가공과정중에 휘발성 향기성분은 다른 물질로 변하게 되는데 신선산 표고버섯에서 다량으로 존재하던 1-octen-3-ol을 포함한 C<sub>8</sub> 화합물이 소실되었고 특히 신선한 표고버섯에서 전체 휘발성 향기성분의 약 75%를 차지한 1-octen-3-ol이 건조된 표고버섯에서는 약 1.34%로 상당히 감소하였다(36,37). 본 연구결과에서는 1-octen-3-ol이 37.87%로 생송이 버섯의 함량과 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 송이를 요리하는 동안에 새로운 성분 즉 octen-3-one이 형성되는데

Table 5. Volatile flavor compounds identified from dried *Hypsizigus marmoreus*

| Peak No. | Retention time (min) | Compounds                  | Peak Area (%) |
|----------|----------------------|----------------------------|---------------|
| 1        | 8.9                  | Heptanol                   | 0.82          |
| 2        | 9.6                  | 2-Amylfuran                | 1.09          |
| 3        | 10.3                 | 2-Ethyl hexanal            | 0.82          |
| 4        | 13.4                 | 2,3,6-Trimethyl pyridine   | 42.51         |
| 5        | 14.0                 | 3-Octanol                  | 1.63          |
| 6        | 15.1                 | 1-Octanol                  | 0.54          |
| 7        | 15.6                 | 1-Octen-3-ol               | 37.87         |
| 8        | 18.0                 | 2-Dodecen-1-al             | 0.82          |
| 9        | 18.5                 | 1-Undecanol                | 1.36          |
| 10       | 21.1                 | Decanol                    | 0.82          |
| 11       | 22.4                 | Methyl-butanal             | 0.27          |
| 12       | 22.4                 | Nepetadiol                 | 0.27          |
| 13       | 26.6                 | Butylhydroxytoluene(BHT)   | 7.63          |
| 14       | 27.9                 | 2,3,5,8-Tetramethyl decane | 0.54          |
| 15       | 30.8                 | Docosane                   | 0.54          |
| 16       | 37.4                 | Isooctyl phthalate         | 1.91          |
| 17       | 40.8                 | Octadecanoic acid          | 0.54          |

이는 1-octen-3-ol의 산화에 의해 형성되고 이외에도 benzeneacetaldehyde와 3-octane이 증가된다고 하였으며, aldehyde 향기 성분 중 acetaldehyde는 발효과정 중 ethylalcohol의 효모에 의한 산화나 아미노산으로부터 탈아미노, 탈카르복시 반응에 의하여 생성된다고 보고되었다(37). 일반적으로 버섯의 휘발성 성분들은 alcohol류가 대부분이었으나 본 실험에서 사용되어진 느티만가닥 버섯의 경우 aldehyde류의 성분들이 다량 발견되어서 식물체를 날 것으로 채집하였을 때 나타나는 furan 류(풀내음)가 있었으며, aldehyde에 의한 버섯 특유의 약간 비릿한 내음도 일반 송이보다는 강도가 강한 것으로 확인되었다.

## 요약

본 연구는 느티만가닥 버섯의 식품학적 이용성 증진을 위한 기초적인 연구로써 느티만가닥 버섯의 일반성분, 아미노산 및 휘발성 향기성분을 분석하였다. 느티만가닥 버섯의 일반성분은 탄수화물이 60.1%, 조단백질 32.0%, 수분 8.98%, 회분 5.0%, 조지방 2.0%의 함양을 보였다. 무기물함량은 건조물 100 g을 기준으로 칼륨 429.5 mg, 인 101.9 mg, 나트륨 20.3 mg, 마그네슘 54.86 mg, 칼슘 2.7 mg, 아연 0.8 mg, 철 0.7 mg, 망간 0.2 mg, 구리 0.1 mg의 함량을 보였다. 느티만가닥 버섯의 총 아미노산 분석 결과 17가지의 아미노산이 분석되었으며, glutamine acid가 2,340 mg/100 g으로 가장 많은 함량을 나타내었다. 연속증류추출장치와 GC-MS를 사용하여 느티만가닥 버섯의 향기성분을 분석한 결과, 8종의 aldehyde류, 7종의 alcohol류, 1종의 acid류 및 1종의 험황화합물을 비롯하여 총 17종의 향기성분이 확인되었다. 이 중 2,3,6-trimethyl pyridine이 전체 향기성분의 42.51%를 차지하였고, 1-octen-3-ol, butylhydroxytoluene (BHT), isoocetyl phthalate, 3-octanal, 1-undecanol, 2-amylfuran 순으로 각각 나타났다. 이러한 결과는 느티만가닥 버섯을 이용한 기능성 식품 및 식품재료로서의 이용성 증진을 위한 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- Bano Z, Rajarathnam S (1988) *Pleurotus* mushrooms. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. Crit Rev Food Sci Nutr, 27, 87-158
- Nakamura K (2006) Bottle Cultivation of Culinary-Medicinal Bunashimeji Mushroom *Hypsizigus marmoreus* (Peck) Bigel (*Agaricomycetidae*) in Nagano Prefecture (Japan). Int J Med Mushr, 8, 179-186

3. Akavia E, Beharav A, Wasser SP, Nevo E (2009) Disposal of agro-industrial by-products by organic cultivation of the culinary and medicinal mushroom *Hypsizigus marmoreus*. *Waste Manage*, 29, 1622-1627
4. Kim HS, Ha HC, Kim TS (2003) Research and prospects in new functional mushroom-*Tremella fuciformis*, *Grifola Frondosa* and *Hypsizigus marmoreus*. *Korean J Food Sci Ind*, 36, 42-46
5. Lam SK, Ng TB (2001) Hypsin, a novel thermostable ribosome-inactivating protein with antifungal and antiproliferative activities from fruiting bodies of the edible mushroom *Hypsizigus marmoreus*. *Biochem Biophys Res Comm*, 285, 1071-1075
6. Tsuchida K, Aoyagi Y, Odani S, Mita T, Isemura, M. (1995) Isolation of a novel collagen-binding protein from the mushroom, *Hypsizigus marmoreus*, which inhibits the Lewis lung carcinoma cell adhesion to type IV collagen. *J Biol Chem*, 212, 7-14
7. Chang JS, Son JK, Gao, L (2004) Inhibition of cell cycle progression on HepG2 cells by hypsiziprenol A9, isolated from *Hypsizigus marmoreus*. *Cancer Lett*, 212, 7-14
8. Ikekawa T (1995) Bunashimeji, *Hypsizigus marmoreus* antitumor activity of extracts and polysaccharides. *Food Rev Int*, 11, 207-209
9. Matsuzawa T, Sano M, Tomita I, Saitoh H, Ohkawa M, Ikekawa T (1998) Studies on antioxidants of *Hypsizigus marmoreus*, II. Effects of *Hypsizigus marmoreus* for antioxidants activities of tumor-bearing mice. *Yakugaku Zasshi*, 118, 476-481
10. Cronin DA, Wark KK (1973) The characterization of some volatile constituents of mushroom(*Agaricus bisporus*). *J Agric Food Chem*, 21, 959-963
11. Chen CC, Wu CM (1984) Volatile components of mushroom(*Agaricus subrufescens*). *J Food Sci*, 49, 1208-1216
12. Yajima I, Yanai T, Nakamura M, Sakakitabara M, Hayashi K (1981) Volatile flavor compounds of *Tricholoma matsutake*(Ito et Imai) Sing. *Agric Biol Chem*, 45, 373-380
13. Hong JS, Lee JY, Kim HY, Kim MK, Jung GT, Lee KR (1986) Studies on the volatile aroma components of *Pleurorus ostreatus*. *Korea J Mycol*, 14, 31-36
14. Hong JS, Lee KR, Kim HY, Kim DH, Kim MK, Kim YS, Yeo KY (1988) Volatile flavor compounds of korean shiitake mushroom(*Lentinus edodes*). *Korean J Food Sci Technol*, 20, 606-612
15. Lee JW, Lee JH, Do JH, Sung HS (1995) Volatile flavor components of korean *Auricularia polytricha*. *J Korean Soc Agric Chem Biotech*, 38, 546-548
16. Craske JD, Reute HF (1965) The nitrogenous constituents of the dehydrated mushroom, *Boletus edulis* and their relation to flavor. *J Sci Food Agric*, 16, 243-350
17. Altamura MR, Robbins FM, Andreotte RE, Long L, Hasselstrom T (1967) Mushroom ninhydrin positive compounds. *J Agric Food Chem*, 15, 1040-1048
18. Macleod AJ, Panchasara SD (1983) Volatile aroma components particularly glucosinolate products of cooked dried mushroom. *Phytochemistry*, 22, 705-712
19. AOAC (1990) Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of analytical chemists, Washington, USA
20. EPA (1991) The determination of inorganic anions in water by ion chromatography-method 300.0. USA Environmental Monitoring and Systems Laboratory Cincinnati
21. Ding JL, Shin HJ, Cha WS (2006) Analysis of amino acid, vitamins and minerals of fruiting body of *Fomitopsis pinicola*. *J Life Sci*, 16, 1123-1126
22. Nickerson GB, Likens ST (1996) Gas chromatographic evidence for occurrence of hop oil components in Beer. *J Chromatogr*, 21, 1-5
23. Park HJ (2001) Food Composition. National Rural Living Science Institute, RDA. Sangrok press, Seoul, p 150-157
24. Hikino H, Klanno C, Mirin Y, Hayashi T (1985) Isolation and hypoglycemic activity of Ganoderans A and B, glycans of *Ganoderma lucidum* fruit bodies. *Planta Med*, 51, 339-340
25. Hong KH, Kim BY, Kim HK (2004) Studies on the biological activity of *Pleurotus ferulea*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 791-796
26. Suzuki S, Oshima S (1976) Influence of shiitake(*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. *Mushroom Sci*, 9, 463-467
27. Ohno N, Harada T, Masuzawa S, Miura NN, Adachi Y, Nakajima M, Yadomae T (2002) Antitumor activity and hematopoietic response of a  $\beta$ -glucan extracted from an edible and medicinal mushroom *Sparassis crispa*. *Int J Med Mushroom*, 4, 13-26
28. Woo SJ, Ryoo SS (1983) Preparation method for atomic absorption spectrophotometry of food samples: Comparison of dry, wet and aqua-regia methods. *Korean J Food Sci Technol*, 15, 225-230
29. Maga JA (1981) Mushroom flavor. *J Agric Food Chem*, 29, 1-10

30. Josephson DB, Lindsay RC, Stuiber DA (1985) Volatile compounds characterizing the aroma of fresh atlantic and pacific oysters. *J Food Sci*, 50, 5-13
31. Dale JA, Dull DL, Mosher HS (1969)  $\alpha$ -Methoxy- $\alpha$ -trifluoromethyl phenyl acetic acid, a versatile reagent for the determination of enantiomeric composition of alcohol and amines. *J Org Chem*, 34, 2543-2549
32. Tressl R, Bahri D, Engel KH (1984) Lipid oxidation in fruits and vegetables. *ACS Symp Ser*, 170, 213-220
33. Tressl R, Bahri D, Engel KH (1982) Formation of eight and ten-carbon components in mushroom(*Agaricus campestris*). *J Agric Food Chem*, 30, 89-95
34. Flegg PB, Spencer DM, Wood DA (1987) The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, p 155-165
35. Morita K, Kobayashi S (1966) Isolation and synthesis of lenthionine, and odorous substance of shiitake, an edible mushroom. *Tetrahedron Letters*, 6, 573-579
36. Chen CC, Chen SD, Chen JJ, Wu CM (1984) Effect of value on the formation of volatiles of shiitake(*Lentinus edodes*), an edible mushroom. *J Agric Food Chem*, 32, 999-1013
37. Shirley M, Picard A, Phillip I (1973) Investigation of some volatile constituents of mushroom(*Agaricus bisporus*): Change which occur during heating. *J Agric Food Chem*, 21, 6-12

(접수 2011년 2월 24일 수정 2011년 7월 18일 채택 2011년 7월 29일)