

상황버섯의 화학성분 및 생리활성 효과

손미예¹ · 서권일² · 최선영¹ · 성낙주¹ · 이상원³ · 박석규^{2*}

¹경상대학교 식품영양학과

²순천대학교 식품영양학과

³진주산업대학교 미생물공학과

Chemical Compounds and Biological Activity of *Phellinus baumii*

Mi-Yae Shon¹, Kwon-Il Seo², Sun-Young Choi¹, Nak-Ju Sung¹,
Sang-Won Lee³ and Seok-Kyu Park^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³Dept. of Microbiological Engineering, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

Abstract

Chemical compounds, hydrogen peroxide and nitrite-scavenging activities of *Phellinus baumii* (PB) were investigated to expand the utilization of PB as functional food material. Total mineral contents of PB was 534.3 mg% and potassium was the highest content being 224 mg%. Total and reducing sugars were 56.2% and 9.8%, respectively. The contents of free amino acids (FAAs) were in a range of 16.9~765.5 mg% with the major FAAs of phenylalanine, aspartic acid, glutamic acid, leucine, serine and valine. The contents of total phenolic compounds in methanol and hot water extracts of PB were 33.3 and 20.7 mg/100 mL, respectively and were higher than those of other solvent extracts. Hydrogen peroxide-scavenging activity (80%) of methanol extract at 10 µg/mL for 30 min was similar to tocopherol (83.1%) as control. Nitrite-scavenging activity of extracts of methanol and hot water at 500 mg/mL and pH 1.2 were 57.3% and 51.8%, respectively and then their effects were increased by lowering pH. The present results showed that the methanol and water extracts of *Phellinus baumii* exhibited strong hydrogen peroxide and nitrite-scavenging activities.

Key words: *Phellinus baumii*, phenolics, hydrogen peroxide-scavenging activity, nitrite-scavenging activity, chemical compounds

서 론

버섯은 특유의 맛과 향을 가지고 있고 단백질, 비타민, 무기질 및 다당류와 같은 영양소를 함유하고 있으며, 최근에는 항암활성, 면역증강 및 항산화 등의 약리효과로 건강보조식품 및 의약품 소재로 많이 이용되고 있다(1). 특히 버섯류를 포함한 담자균류에서 수많은 생리활성 물질들이 분리·정제되고 있으며(2-4), 이러한 생리활성 물질들은 생체 대사과정에 작용하여 건강유지에 도움을 주며 세포에 대한 직접적인 독성은 없고, 특이적 또는 비 특이적 면역증강에 의한 숙주 자체의 방어기구 부활효과를 나타내는 것으로 그 기전이 밝혀지고 있다(5).

버섯의 약리활성에 대한 최초의 연구는 1957년 Lucas와 Ringler(6)에 의해서 그물버섯의 열수추출물을 이용하여 sarcoma 180 고형암에 대한 저해 활성능에 대하여 조사하여 암에 대한 완화작용이 있는 것으로 밝혀지면서 비롯되었다.

버섯의 아질산염 소거작용에 관한 연구는 아직 미진한 실정이며, 항산화 활성에 관한 연구로는 *Hypsizygus marmoreus* 자실체의 수용성 추출물이 peroxy 및 alkoxy 라디칼에 대해서 항산화 활성을 나타내며(7), 단백질다당류가 이온-라디칼 소거제로서 SOD활성과 유사한 효과를 나타내는 것으로 보고된 바 있다.

일반적으로 상황버섯의 약리작용으로는 소화기 계통의 위암, 식도암, 십이지장암, 결장암, 직장암을 비롯한 간암수술 후 면역기능을 항진시키며, 자궁출혈 및 대하, 월경불순, 장출혈, 오장기능을 활성화시키고 해독작용을 가진다고 보고되어 있다. 상황버섯(*Phellinus baumii*)은 소나무 비늘버섯과(*Hymenochaetaceae*)의 진흙버섯(*Phellinus*)속으로 항암력이 매우 우수한 버섯중의 하나인데, 현재 국내에서 많이 재배되고 있지만, 그 생리활성에 대한 체계적이고 학술적인 연구는 아직 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상황버섯의 화학성분을 조사하였고, 용매별로 추출하여 아질산염

*Corresponding author. E-mail: bestmeju@empal.com
Phone: 82-61-750-3652. Fax: 82-61-750-3650

과 H₂O₂ 소거작용을 측정하여 기능성 식품으로의 이용가치를 제고하기 위한 기초자료를 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 상황버섯(*Phellinus baumii*)은 2005년 에 진주버섯영농법인 (주)금황바이오에서 재배하여 수확한 것으로 수분을 14%까지 동결 건조시켜 사용하였다.

시약 및 기기

본 실험에 사용한 주요 시약으로 sodium nitrate, phosphoric acid, sulfanilamide, naphthylethylenediamine, dihydrochloride 등은 Sigma사(USA) 제품을 사용하였다. 용매 및 기타 시약은 특급 또는 1급을 사용하였으며, 실험용 분석기기는 Spectrophotometer(CE2021, CECIL, England), 아미노산 자동분석기(Amino Acid Analyzer 835, Hitachi, Japan), Inductively Coupled Plasma(ICP)(Atom Scan 25, Thermo Jorell Ash Co., France)를 사용하였다.

일반성분의 분석

일반성분은 AOAC법(8)에 의하여 분석하였는데, 수분은 105°C 상압가열법, 회분은 550°C 직접회화법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 측정하였다.

총당 및 환원당 분석

총당 및 환원당의 분석은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 비색법을 사용하여 측정하였고(9), 환원당의 표준곡선은 glucose를 이용하여 작성하였으며, 그 농도는 0.2~2.0 mg/mL로 하였다.

무기질의 분석

무기질의 분석은 분해용 플라스크에 상황버섯 0.5 g을 넣고 진한황산과 진한질산 10 mL를 차례로 가하여 hot plate에서 무색으로 변할 때까지 분해한 후, 100 mL로 정용·여과(Whatman No. 6)하여 ICP로 분석하였으며, 분석조건은 approximate RF power, 1,150 w; analysis pump rate, 100 rpm; nebulizer pressure, 30 psi 및 observation height, 15 mm로 하였다.

유리아미노산의 분석

유리아미노산의 분석은 상황버섯 0.5 g에 메탄올 100 mL를 가하여 균질기로 균질화한 다음 원심분리(8,000 rpm, 20 min)하였다. 잔사는 다시 80% methanol 75 mL를 가하여 2회 반복 추출한 후 상징액을 모아 회전 진공증발기로서 감압 농축하였다. 이 농축액을 30 mL의 diethyl ether로 탈지한 다음, 원심 분리하여 감압농축한 후, pH 2.2 lithium citrate buffer로서 10 mL로 정용하였다. 일정량을 membrane filter (0.2 µm) 및 C₁₈ Sep-pak cartridge를 차례로 통과시킨 후

아미노산 자동분석기로 분석하였다.

페놀화합물의 분석

페놀성 화합물의 분석은 Folin-Ciocalteu법으로 이용하였다(10). 즉 10 mL의 시험관에 시료 0.2 mL와 증류수 5 mL를 첨가하고 여기에 0.5 mL Folin-Ciocalteu 시약을 넣어 혼합하고 3분간 정치시킨 다음 2% Na₂CO₃용액 1 mL를 가하여 혼합한 후 적정배율로 희석하여 1시간 방치하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준곡선은 caffeic acid를 이용하여 작성하였으며, caffeic acid의 농도는 0~100 mg/100 mL로 하였다.

추출 및 분획물 제조

상황버섯 100 g을 추출에 적합하도록 분말화한 후 환류냉각기를 부착시킨 플라스크에 넣은 다음, 시료 중량에 대하여 20배량의 75% methanol을 첨가하여 70°C에서 5시간씩 3회 추출한 후, 감압여과장치에서 뜨거운 상태로 여과한 후 감압 농축기를 사용하여 추출용매를 제거한 후 동결 건조하였다. 동결건조물을 용매의 극성에 따라 분별분리를 행하여 chloroform, ethyl acetate, butanol, hot water 및 water층으로 극성의 차이에 따라 분획물을 분리한 후 감압 농축하여 생리활성의 실험에 사용하였다.

Hydrogen peroxide 소거작용

Hydrogen peroxide(H₂O₂) 소거작용의 측정은 Ruch 등(11)의 방법을 이용하여 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)에 녹인 용매별 상황버섯추출물 3.4 mL에 43 mM hydrogen peroxide용액(0.1 M phosphate buffer, pH 7.4로 녹임) 600 µL를 혼합하였다. 반응물의 흡광도는 230 nm에서 Spectrophotometer(CE2021, CECIL, England)를 사용하여 혼합한 후 10분 간격으로 40분간 측정한 후, hydrogen peroxide 표준곡선을 사용하여 분석하였다.

Nitrite 소거작용

시료의 아질산염 소거작용은 Kato 등(12)과 Kang 등(13)의 방법에 의거하여 측정하였다. 즉 1 mM NaNO₂용액 1 mL에 시료를 농도별로 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl 및 0.2 M sodium citrate buffer용액을 사용하여 반응용액을 pH 1.2, 4.2 및 6.0으로 조절하여 반응용액의 최종 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후, 각 반응액을 1 mL씩 취하여 2% 초산용액 5 mL, Griess시약(30% 초산으로 각각 조제한 1% sulfanilamide와 1% naphthylamine 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전 조제) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산 함량을 산출하였다. 이 때 대조구는 Griess시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 같은 방법으로 실험하였으며, 아질산염 소거작용은 시료를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율(%)로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

상황버섯의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같으며, 수분 13.9%, 조단백질 18.4%, 조지방 9.0%, 조회분 2.5%, 탄수화물 56.2%로 함유되어 있었다. Lee 등(14)은 영지버섯의 경우 조단백질 15.2~15.6%, 조지방 4.0~4.4%, 조회분 1.3~1.7%, 탄수화물 29.1~31.9%로 함유되어 있다고 보고하였다. 또한 식품성분분석표(15)의 느타리버섯(건조품)과 석이버섯(건조품)의 조단백질도 각각 12.8%와 8.1%로써 상황버섯보다 낮았으며, 조지방도 2~3%의 범위로 7%정도 차이가 나타났다. 대체로 상황버섯의 조단백질과 조지방 함량이 다른 버섯류보다 높았다.

한편 상황버섯의 총당은 56.2%였으며, 환원당은 9.8%였다. 일반적으로 버섯은 환원당의 함량이 낮은 반면, 비환원당인 trehalose와 당알코올이 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있고, Lee 등(16)은 느타리 자실체와 균사체 추출물의 물 분획과 ethanol 분획의 총당 함량은 각각 38.7%와 36.6%를 나타낸다고 보고하였다.

페놀화합물

상황버섯 추출물의 용매별 페놀화합물 함량을 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 페놀화합물은 구조식에 hydroxyl group을 소유하며, 공명 안정화된 구조로써 전자를 수용하는 기작으로 항산화 반응에 직접적으로 기여하면서, 다양한 식물계에서 발견되는 중요한 성분으로 알려져 있다(17). 상황버섯의 페놀화합물 함량은 methanol 추출물이 33.3 mg/100 mL로 가장 높았고, 열수추출물은 20.7 mg/100 mL였으며, 나머지 추출물들은 5 mg/100 mL이하의 함량으로 측정되었다. 그리고 chloroform 추출물은 0.2 mg/100 mL로 가장 낮게 측정되었다. 따라서 페놀화합물의 양이 많은 methanol 추출물과 열수추출물에서 이후의 전자공여 작용과 아질산 소거작용에서도 그 효과가 높게 나타났는데, 이와 높은 연관성이 있는 것으로 판단된다. 또한 Miller(18)는 페놀성 화합물 중에서 anthocyanin이 활성산소소거, 지단백산화억제 및 혈소판응고 억제효과가 가장 크다고 하였으며, Jeong(19)은 석이버섯의 diethyl ether 추출물이 194.20 µg/

Table 1. Chemical composition of *Phellinus baumi* (%)

Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate	
				Total sugar	Reducing sugar
13.9	2.5	9.0	18.4	56.2	9.8

Table 2. Contents of phenolic compounds of solvent extracts from *Phellinus baumi* (mg/100 mL)

Methanol	Chloroform	Ethyl acetate	Butanol	Hot water	Water
33.3	0.2	3.2	2.8	20.7	4.2

mL로 나타났고, butanol 추출물은 98.80 µg/mL로 diethyl ether 추출물보다는 낮았으나 극성이 높은 페놀성 화합물이 많이 존재하는 것으로 측정되었다고 보고하였다.

무기질

상황버섯의 무기질성분 함량을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. Na, Mg, Ca, K, Mn, Fe, P, Cu, Zn 및 Al 등이 함유되었으며, K의 함량이 224 mg%로 Lee 등(14)의 영지버섯의 무기성분 분석결과인 K 2,742~4,843 ppm과 비슷한 범위로 가장 많았고, 다음으로 P 100.6 mg%, Mg 72.8 mg% 및 Ca 70.3 mg%로 측정되었다. 그리고 Mn, Zn 및 Al은 미량이 검출되었고, 총 무기질 함량은 534.3 mg%였다. K의 함량은 Seoh 등(20)의 싸리버섯, Kim과 Lee(21)의 식용버섯과 Hideo 등(22)의 영지버섯 및 Lee 등(14)의 식용버섯 결과와 비슷한 경향이었으며, 무기질성분의 함량은 대체로 K>P>Mg>Ca>Na의 순서로 측정되었다.

유리아미노산

상황버섯의 유리아미노산 함량은 Table 4에 나타내었다. Phenylalanine(765.5 mg%), aspartic acid(237.3 mg%), glu-

Table 3. Contents of minerals of *Phellinus baumi*

Minerals	Contents (mg%)	Relative amount (%)
Na	43.0	8.1
Mg	72.8	13.6
Ca	70.3	13.2
K	224.0	41.9
Mn	1.4	0.3
Fe	19.1	3.6
P	100.6	18.8
Cu	trace	-
Zn	2.7	0.5
Al	0.4	0.1
Total	534.3	100

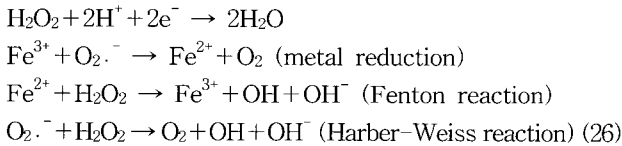
Table 4. Contents of free amino acids of *Phellinus baumi*

Amino acids	Contents (mg%)	Relative amount (%)
Aspartic acid	237.3	10.0
Threonine	127.4	5.4
Serine	149.9	6.3
Glutamic acid	201.1	8.5
Proline	trace	-
Glycine	102.6	4.3
Alanine	105.9	4.5
Cystine	50.0	2.1
Valine	139.2	5.9
Methionine	16.9	0.7
Isoleucine	93.5	3.9
Leucine	194.8	8.2
Tyrosine	trace	-
Phenylalanine	765.5	32.1
Histidine	36.7	1.5
Lysine	95.5	4.0
Arginine	62.0	2.6
Total	2,378.3	100

tamic acid(201.1 mg%) 및 leucine(194.8 mg%) 순서로 함량이 높게 측정되었으며, 유리아미노산의 총 함량은 2,378.3 mg%로 측정되었다. 일반적으로 버섯의 아미노산 조성은 버섯의 종류, 부위 및 크기에 따라서 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 한편 아미노산 중에서 천연항생물질의 구성성분 중의 하나로 주목받고 있는 phenylalanine의 함량이 다른 버섯과 달리 총 아미노산 함량 중에서 32.1%를 차지하였다. 한편 數野와 三浦(23)는 굴뚝버섯과, 송이버섯 및 주름버섯과의 버섯류들이 유리아미노산을 많이 함유하고 있다고 하였으며, 佐藤 등(24)은 각종 버섯류에 함유되어 있는 아미노산 함량은 그 종류에 따라 차이가 심하고, 동일종인 경우에도 발육단계, 발생환경 및 발생시기, 재배종과 야생종 간의 차이도 심하다고 보고한 바 있다. 또한 일반적으로 유리아미노산의 함량이 높은 버섯일수록 맛이 좋은 경향을 보이며, Hong 등(25)은 양송이, 느타리 및 표고버섯에서 부위별로 유리아미노산을 측정하였는데, 분포범위가 건조물에서 10.04 ~ 37.85 mg/g로 보고하였는데, 상황버섯은 이들보다는 약간 낮은 함량을 나타내었다.

Hydrogen peroxide 소거능

Hydrogen peroxide(H₂O₂)는 음료수, 빗물 및 해수에도 존재하는 세포 독성물질로 전이 금속이온과 함께 활성산소 종들을 생산하며(26), 체내의 항산화 방어효소들의 작용으로 그 수준이 낮아지고, 아래와 같은 반응으로 물로 전환되어 분해된다.



따라서 페놀화합물은 우수한 전자공여체로 H₂O₂의 전환을 촉진시킬 수 있으므로, 용매별 상황버섯 추출물의 농도와 시간 변화에 따른 hydrogen peroxide 소거효과를 대조구로 tocopherol을 사용하여 조사한 결과는 Fig. 1, 2 및 3과 같다. 추출물 1 µg/mL와 5 µg/mL는 대조구를 비롯한 모든 추출물에서 50%이상의 효과를 보였고, 10 µg/mL에서 methanol 추출물은 80%의 소거효과로 대조구인 tocopherol과 비슷하였다. 또한 시간의 변화에 따른 hydrogen peroxide 소거효과에서, 1 µg/mL의 상황버섯 추출물과 대조구의 hydrogen peroxide 소거효과는 시간에 반비례하여 비슷한 경향으로 감소하였다. 5 µg/mL일 때의 H₂O₂에 대한 소거효과는 모든 상황버섯 추출물이 50%이상의 효과를 보였으며, tocopherol은 79.2%였다. 추출물 10 µg/mL일 때는 tocopherol(83.1%)을 제외한 추출물의 시간경과에 따른 hydrogen peroxide 소거효과는 methanol 추출물(80.0%)>열수추출물(74.2%)>물추출물(71.8%)>ethyl acetate 추출물(67.1%)>butanol 추출물(66.8%)>chloroform 추출물(66.0%) 순이었다.

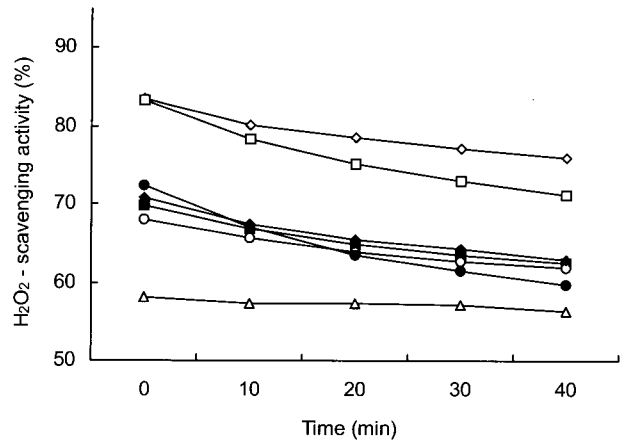


Fig. 1. Hydrogen peroxide-scavenging activity of *Phellinus baumii* extracts at 1 µg/mL. -◇-, Tocopherol; -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

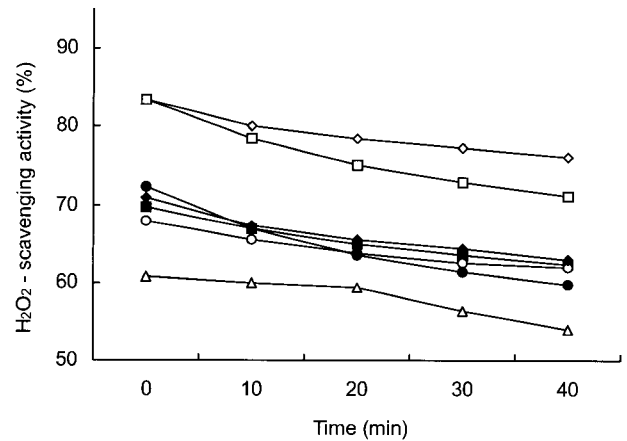


Fig. 2. Hydrogen peroxide-scavenging activity of *Phellinus baumii* extracts at 5 µg/mL. -◇-, Tocopherol; -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

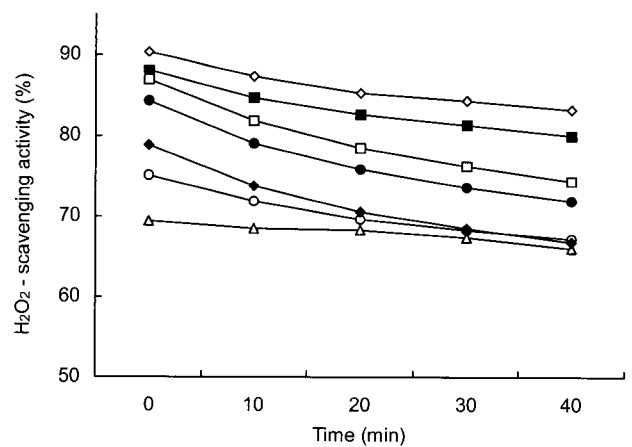


Fig. 3. Hydrogen peroxide-scavenging activity of *Phellinus baumii* extracts at 10 µg/mL. -◇-, Tocopherol; -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

아질산염 소거능

식품의 가공 및 저장, 특히 수산물이나 식육제품에 첨가하여 독소생성 억제와 발색, 산패방지제로 널리 이용되고 있는 아질산염은 그 자체가 독성을 나타내어 일정농도이상 섭취하게 되면 혈액중의 헤모글로빈이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 methemoglobin증 등 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있으며, 단백질 식품, 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 제 2급 및 제 3급 아민 등의 아민류와 아질산염이 반응하여 발암성 물질인 nitrosamine을 생성하는 것으로 보고되어 있다(27). 이런 점을 고려하여 상황버섯 추출물의 아질산염 소거작용의 효과를 분석한 결과는 Fig. 4, 5 및 6에 나타내었다.

pH 1.2의 조건에서, 추출물 50 mg/mL를 첨가하였을 경우, 모든 추출물에서 50%이하의 아질산염 소거작용의 효과를 나타내었고, 그 중에서 물추출물이 45.1%, ethyl acetate

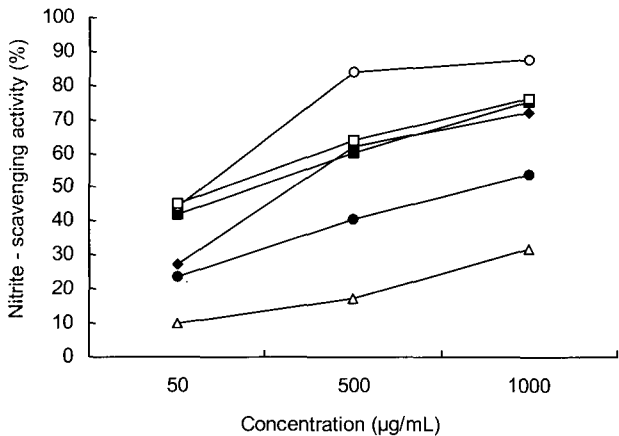


Fig. 4. Nitrite-scavenging activity of *Pheillus baumii* extracts at pH 1.2. -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

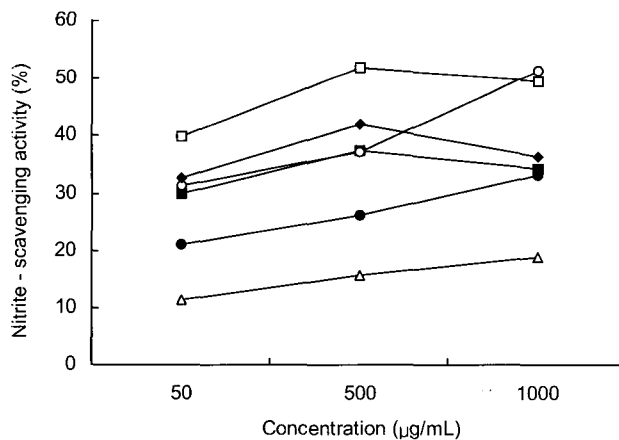


Fig. 5. Nitrite-scavenging activity of *Pellius baumii* extracts at pH 4.2. -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

와 methanol추출물이 각각 44.3%와 42.2%의 아질산염 소거작용의 효과를 보였다. 추출물 500 mg/mL에서는 chloroform과 열수추출물을 제외한 모든 추출물에서 60%이상의 높은 효과를 나타내었다. 특히 ethyl acetate 추출물은 500 mg/mL에서는 84.2%, 1,000 mg/mL에서는 87.6%로 폐놀성 화합물 함량이 가장 많았던 methanol추출물과 열수추출물보다 높은 아질산염 소거작용 효과를 보였다. 따라서 pH의 다양한 조건이 폐놀성 화합물의 항산화 작용에 어떤 역할을 하는 것으로 생각되며, pH 1.2에서 추출물 500 mg/mL일 때, 물과 methanol추출물은 각각 57.3%와 51.8%의 효과를 나타내었다. 즉 상황버섯 추출물의 아질산염 소거효과는 첨가되는 시료의 농도의 변화에 따라 비례하는 결과를 보였고, 낮은 pH에서 아질산염 소거작용 효과가 높았는데, 이것은 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용이 높다는 보고와 유사한 경향이었으며(28), 또 pH조건이 낮은 위장 내에서 nitrosamine이 쉽게 형성되므로(27), 낮은 pH에서의 아질산염 소거작용이 큰 것은 nitrosamine 형성을 효과적으로 억제하는데 많은 효과를 나타낼 것이라 생각된다. pH 4.2의 조건에서는 모든 농도에서 50%이하의 낮은 아질산염 소거작용 효과를 나타내었으며, 추출물 1,000 mg/mL에서는 ethyl acetate 추출물이 51.3%의 아질산염 소거율을 보였다. pH 6.0의 조건에서는 모든 농도의 추출물이 40%이하의 낮은 소거효과를 나타내었지만, 열수추출물 500 mg/mL는 57.8%의 효과를 보였고, 1,000 mg/mL에서는 63.7% 소거효과를 나타내었다. 그리하여 pH가 높을수록 항산화 작용에 항산화제의 함량이 증가함을 알 수 있었다. 또한 Lee 등(29)은 영지버섯의 에테르추출물 및 표고버섯의 butanol추출물의 아질산염 소거작용의 효과가 68.3% 및 68.2%였고, 영지 및 양송이버섯 butanol추출물은 44.4% 및 43.4%에 불과하며, 표고 및 양송이버섯 에테르추출물에서는 효과가 전혀 없다고 보고하였으며, 대체로 전자공여 작용, 항산화성이 높은 추출물에서 아

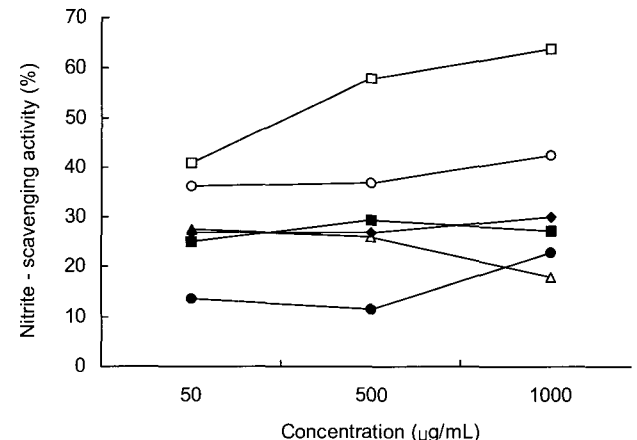


Fig. 6. Nitrite-scavenging activity of *Pheillus baumii* extracts at pH 6.0. -■-, Methanol; -△-, Chloroform; -○-, Ethyl acetate; -◆-, Butanol; -●-, Water; -□-, Hot water.

질산염 소거효과가 높고, 이런 현상은 버섯류에 함유된 페놀성 물질에 기인한다고 하였다.

요 약

상황버섯의 활용성을 증진시키기 위하여 상황버섯의 화학성분과 그 추출물의 과산화수소 및 아질산염 소거능을 측정하였다. 상황버섯의 총 무기질 함량은 534.3 mg%였으며, K는 224 mg%로 가장 높았고, 총당과 환원당은 각각 56.2%와 9.8%였다. 유리아미노산 함량은 16.9~765.5 mg%범위였으며, 주요 유리아미노산은 phenylalanine, aspartic acid, glutamic acid, glutamic acid, leucine, serine 및 valine이었는데, 그 중에서 phenylalanine의 함량이 765.5 mg%로 가장 높았다. 상황버섯 메탄올과 열수추출물의 총 페놀성 화합물은 각각 33.3 mg/100 mL와 20.7 mg/100 mL로서, 다른 용매 추출물에 비하여 높은 수치를 나타내었다. H₂O₂ 소거효과는 methanol 추출물 10 µg/mL에서 30분간 반응하였을 때 80%를 나타내어 대조구인 tocopherol 83.1%와 비슷하였다. 아질산염 소거효과는 낮은 pH에서 높았으며, pH 1.2에서 물과 methanol 추출물 500 mg/mL은 각각 57.3%와 51.8%를 나타내었다. 결론적으로 상황버섯의 물과 메탄올 추출물은 H₂O₂와 아질산염 소거에 우수한 효과를 나타내었다.

문 헌

1. Franz H, Suganuma M, Okabe S, Komori A, Sueoka N, Kozu T, Sakai Y. 1996. Japanese green tea as a cancer preventive in humans. *Nutr Rev* 54: 56-70.
2. Franz G. 1987. Polysaccharides in pharmacy. Current applications and future concepts. *Planta Med* 55: 493-502.
3. Society for the study of natural product chemistry. 1979. *Natural product chemistry*. Jin Myung Publishing Co. Ltd, Seoul. p 28.
4. Kim SW, Kim ES, Kim YS. 1995. Studies on the polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 147-153.
5. Lee HD. 1999. *Korean medicinal mushroom pictorial book*. Kyohaksa Publishing Co. Ltd, Seoul. p 576-580.
6. Lucas EH, Ringler RL. 1957. Tumor inhibitors in *Boletus edulis* and other holobasidiomycetes. *Antibiotics Chemotherapy* 7: 1-4.
7. Hamaguchi T, Nakajima H, Yamamoto K, Tomita K, Moriwaki M, Ito N, Miyagawa JI, Matsuzawa Y. 1997. Renal urate handling status in the abnormal antidiuretic hormone secretion. *Clin Biochem* 30: 258-264.
8. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 45.
9. Millers GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-432.

10. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58: 966-972.
11. Ruch RJ, Cheng SJ, Klaunig JE. 1989. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from chinese green tea. *Carcinogenesis* 10: 1003-1008.
12. Kato H, Lee IE, Chyen N, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
13. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
14. Lee SK, Yoo YJ, Kim CS. 1989. Studies on the chemical properties of *Ganoderma lucidum*. *Korean J Food Sci Technol* 21: 890-894.
15. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MH, Oh SH. 2000. *Standard Food Analysis (Theory and Practice)*. Ji Gu Publishing Co. Ltd, Seoul. p 711.
16. Lee JS, Kim SH, Park S, Park KS, Ha HC, Jung IC, Kwon YI. 1996. Antioxidative effect of fruit body and mycelial extracts of *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 464-469.
17. Jeong DS, Sohn YK, Lee YI, Yun IH, Kim JK. 1986. Study on the chemical constituents and processings of *Ganoderma lucidum*. *Annual Research Report for 1986* (Gyeongbuk Agricultural Technology Administration) 28: 140-148.
18. Miller HE. 1971. A simplified method for the evaluation of antioxidants. *J Am Oil Chem Soc* 18: 439-452.
19. Jeong EJ. 1998. Antioxidative and nitrite-scavenging activities. *Korean J Food Nutr* 11: 426-430.
20. Seoh JH, Cho SY, Lee SW. 1974. Study on the tasty constituents and minerals in *Clavariaceae botrytis*. *J Korean Soc Food Nutr* 3: 17-21.
21. Kim OI, Lee MS. 1979. Study on the minerals of Korean edible mushroom. *Collection of Learned Papers of Kunkuk University* 9: 363-369.
22. Hideo K, Sugahara T, Matsuzawa M, Sumiyashiki K, Aoyagi Y, Hosogai M. 1986. Mineral contents in edible mushroom. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 33: 250-257.
23. 數野千恵子, 三浦洋. 1984. 食用キノコの化学成分. *日本食品工業學會誌* 31: 208-213.
24. 佐藤惠理, 青柳康夫, 菅原龍幸. 1985. キノコ類の遊離アミノ酸組成について. *日本食品工業學會誌* 32: 509-515.
25. Hong JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS, Sohn HS. 1989. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. *Korean J Food Sci Technol* 21: 58-62.
26. Obata T, Yamanaka Y. 1996. Effect of iron (II) on the generation of hydroxyl free radicals in rat myocardium. *Biochem Pharmacol* 51: 1411-1413.
27. Peter FS. 1975. The toxicology of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *J Sci Food Agric* 26: 1761-1766.
28. Park YB, Lee TG, Kim OK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol* 27: 124-128.
29. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.