

상황버섯 (*Phellinus linteus*) 추출물의 생리활성

이경환¹ · 권효정¹ · 천성숙² · 김정환³ · 조영제¹ · 차원섭^{1,*}

¹상주대학교 식품공학과, ²영남대학교 식품가공학과, ³엔아이피 바이오텍

Biological Activities of Extracts from *Phellinus linteus*

Kyoung-Hwan Lee¹, Hyo-Jung Kwon¹, Sung-Sook Chun², Jeung-Hoan Kim³,
Young-Je Cho and Won-Seup Cha^{1,*}

¹Department of Food Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea
²Department of Food Science & Technology Yeungnam University, Gyeongsan, 712-749, Korea
³NIP Biotech. Munkyeong 745-706, Korea

Received June 7, 2006; Accepted September 19, 2006

The biological and antioxidative activity of *Phellinus linteus* extracts from gradient ethanol concentrations were examined. The phenol contents of *Phellinus linteus* (28.36 mg/100 ml) was higher in the 80% ethanol extracts than other extracts. Electron donation ability on DPPH of 80% and 90% ethanol extracts (94.12% and 94.14% inhibition) from *Phellinus linteus* were the highest. The antioxidant activity against water soluble materials of *Phellinus linteus* ethanol extracts showed totally high inhibition rates above 80%, especially in 80% and 90% ethanol extracts, they showed each 94.12% inhibition and 94.14% inhibition. The inhibition against ABTS [2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical decolorization of 80% ethanol extracts was the highest as 96.2%. The antioxidant protection factor (PF) against lipid soluble materials was the highest in 80% ethanol extracts as 1.69 PF, and TBARS of 80% and 90% ethanol extracts were lower as $1.15 \times 100 \mu\text{M}$ and $1.21 \times 100 \mu\text{M}$ than control ($1.95 \times 100 \mu\text{M}$). Angiotensin converting enzyme and xanthine oxidase inhibitory activity of 80% ethanol extracts from *Phellinus linteus* was higher as 95.10%, 85.07% than other extracts. The results to analyzed of simple phenolic compounds of *Phellinus linteus* ethanol extracts with HPLC showed that they were procatechuic acid, caffeic acid and coumaric acid.

Key words: Biological activities, *Phellinus linteus*, xanthine oxidase, angiotensin converting enzyme, antioxidant

서 론

현대사회에서 식품의 기능은 영양을 위주로 하는 1차 기능, 맛과 기호성 측면에서의 2차 기능 그리고 질병의 예방과 치료에 도움이 되는 생체조절의 3차 기능으로 분류된다. 최근, 식품의 3차 기능이 강조된 기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 일반 식품으로부터 항암, 항노화, 항고혈압 등 다양한 생리활성을 나타내는 기능성 성분들에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

항산화제는 산소를 제거하거나 흡수하는 것이 아니라 free radical과 반응함으로써 특정 비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화 하거나, 유지 제품의 산패를 지연 또는 방지하는 목적으로 사용된다. 현재는 tocopherol과 L-ascorbic acid가 천연 항산화제로 선호되고 있는데, 그 중 tocopherol은 안전성이

높으나 단독으로는 산화반응 저지능력이 낮으며¹⁾ 가격이 비싸다는 단점이 있다. 화장품이나 식, 의약품 등에 많이 사용되는 합성 항산화제로는 BHA(Butylated hydroxyanisole), BHT (Butylated hydroxytoluene), PG(Propyl gallate), TBHQ(Tertiary butylhydroquinone) 등이 있으나, 이들을 실험동물에 고농도로 투여할 경우에는 간 비대증이 유발되거나 발암성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 특히 BHT는 여러 연구 결과를 통하여 실험동물의 간에서 microsomal enzyme activity를 증가시킨다는 것이 알려지면서, 이들 페놀계 합성 항산화제의 안전성에 대하여 논란이 제기되어 현재에는 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다^{2,4)}. 이에 따라 항산화 효과가 높으면서 안전하고 경제적인 식물기원의 천연 항산화제를 개발하고자 하는 많은 연구가 기대 속에 이루어지고 있다⁵⁾. 현재까지 알려진 천연 항산화 물질로는 tocopherol, flavonoid, nordihydroguaiacol, gossypol, sesamol, oryzanol 및 vitamin C와 vitamin E 등을 들 수 있다⁶⁻⁹⁾.

상황버섯(*Phellinus linteus*)은 분류학적으로 소나무 비늘버섯과(*Hymenochaetaceae*). 진흙버섯속(*Phellinus*)에 속하는 백색부후균으로 이와 유사한 종류로는 마른진흙버섯(*Phellinus gilvus*),

*Corresponding author
Phone: 82-54-530-5262; Fax: 82-54-530-5269
E-mail: wscha@sangju.ac.kr

말뚝진흙버섯(*Phellinus isniarius*), 찰진흙버섯(*Phellinus robustus*), 검은질흙버섯(*Phellinus nigricans*), 낙엽송층버섯(*Phellinus pini*)과 *Phellinus conchatus*, *Phellinus densus*, *Phellinus hatigii* 등이 있으나, 이 중에서 목질진흙버섯은 항암력이 매우 우수한 버섯으로 관심의 대상이 되고 있다.¹⁰⁾

상황버섯(*Phellinus linteus*)의 자실체 열수 추출물은 소화기계통의 암에 저지효과¹¹⁾가 있다고 알려지면서 많은 연구가 진행되어 항암활성¹²⁾ 및 대장암과 방광암 등의 원인효소인 장내세균 유해효소 저해효과¹³⁾ 등 상황버섯의 다양한 생리활성이 보고되어 있다. 상황버섯에서 추출된 다당체가 체액성 및 세포성 면역반응을 항진시킨다¹⁴⁾는 연구보고도 있어 민간에서 많이 사용되고 있다. 또한, Song 등¹⁵⁾은 인공재배 상황버섯과 자연 상황버섯의 자실체 열수추출 다당체의 항보체 활성이 비슷하여 면역활성 측면으로는 인공 상황버섯의 이용가능성이 있다고 보고하였으며, 위암, 식도암, 십이지장, 결장암, 직장암 등의 소화기계통의 암¹⁶⁾을 비롯해 간암 수술 후 화학요법을 병행할 때의 면역기능 항진에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 자궁출혈 및 대하, 월경불순, 장출혈, 오장기능을 활성화시키고 해독작용을 하는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ Chang 등¹⁸⁾은 17종의 담자균 가운데 우수한 항암력을 나타낸 버섯으로 상황버섯이 포함된 5종을 가려내었고, 이중 특히 상황버섯은 종양저지율이 96.7%에 이르는 것으로 보고하였으며, 이러한 효능은 주로 acidic heteroglucan에 의한 것으로 알려져 있다. 이와 같이 상황버섯은 약초로서 항암효과는 물론 술, 담배, 스트레스로 지친 현대인의 위장, 소화기계통도 튼튼하게 지켜주는 탁월한 식품이라 할 수 있다.¹⁹⁾

따라서 본 연구에서는 상황버섯 추출물로부터 생리활성을 살펴봄으로써 기능성 식품의 소재로 사용하기 위한 기초자료로 이용하려 한다.

재료 및 방법

시약 및 실험장치. ABTS[2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)], BHT, yeast extract, beef extract, pyruvic acid, β-carotene, H₂O₂, linoleic acid, tween 40, α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH), XOase, xanthine, ACE, hippuryl-L-histidyl-L-leucine(HHL), hippuric acid 등은 Sigma사(USA)의 특급시약을 사용하였으며, 시료의 폐놀 분리에 사용한 HPLC는 Waters 2690 separations Module과 2487 UV detector를 사용하였고, 이동상으로 사용한 acetonitile은 J. T. Baker사의 HPLC급을 사용하였다.

시료의 선정. 이 실험에서 사용된 상황버섯(*Phellinus linteus*)은 상주시 소재의 한약상에서 구입하여 이를 분쇄한 후 저온저장 하면서 이용하였다.

추출물의 조제. 상황버섯을 에탄올 농도별로 100 m에 상황버섯 분말 1 g을 넣고 24시간 동안 추출한 후 여과하였고, 열수추출액은 상황버섯 분말 1 g을 증류수 200 m에 넣고 액이 100 m가 될 때까지 가열, 농축한 후 냉각하고 24시간 동안 교반추출하여 사용하였다.

Phenol 화합물 정량. 시료 1 m를 95% ethanol 1 m와 증류

Table 1. HPLC eluent condition (v/v,%) for separating phenols

Time (min)	Acetonitile	Formic acid (pH 3.0)
0	10	90
5	10	90
35	50	50
40	10	90
45	10	90

수 5 m를 첨가하고 1 N Folin-ciocalteu reagent 0.5 m를 넣어 잘 섞어주고, 5분간 방치한 후, Na₂CO₃ 1 m/를가한 후, 흡광도 725 nm에서 1시간 이내에 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.²⁰⁾

HPLC 분석. 표준 용액은 protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, rosemarinic acid등 총 5종을 메탄올에 용해시켜 사용하였고, 시료는 0.2 μm filter로 2 m/를 여과하고 그 중 5 μ/를 주입하여 분석하였다. 분석 조건은 column은 Xterra(RP-18, 250 × 4.6 mm, Waters(USA))를 외부온도 30°C로 유지하여 사용하였고, 이동상인 acetonitile과 formic acid(pH 3.0)의 조성은 Table 1과 같은 조건으로 사용하였다. 유속은 1.5 ml/min로 하였고, 검출기는 Water 2487 UV detector를 사용하여 306 nm에서 측정하였다.

ACE 저해효과. ACE 저해효과 측정은 Cushman 등²¹⁾의 방법으로 행하였다. 즉, 반응구는 0.3 M NaCl을 함유하는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 8.3)에 기질인 HHL 2.5 mM을 녹인 액 0.15 m/, ACE(0.25 unit/m/, Sigma사) 0.1 m/와 각 추출시료 용액 0.1 m/를 혼합하였으며, 대조구는 추출시료 대신 증류수 0.1 m/를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시키고, 1 N HCl 0.25 m/ 첨가로 반응을 중지시킨 뒤 3 m/의 ethylacetate를 첨가하였다. Ethylacetate 층으로부터 용매를 증류시킨 잔사에 2 m/의 증류수를 첨가하여 추출된 hippuric acid를 spectrophotometer를 사용하여 흡광도 280 nm에서 측정 후 다음 식에 따라 저해율(%)을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left[1 - \frac{\text{반응구의 hippuric acid 생성량}}{\text{대조구의 hippuric acid 생성량}} \right] \times 100$$

XOase 저해효과. XOase 활성저해 측정법은 Stirpe와 Corte의 방법²²⁾에 준하여 측정하였다. 즉, 반응구는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)에 xanthine 2 mM을 녹인 기질액 3 m/에 효소액 0.1 m/와 추출용액 0.3 m/를 넣고 대조구에는 추출용액 대신 증류수를 0.3 m/ 첨가하여 37 m/에서 30분간 반응시키고 20% TCA 1 m/를 가하여 반응을 종료시킨 다음 원심분리하여 단백질을 제거한 후 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하여 다음 식으로 저해율을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left[1 - \frac{\text{반응구의 uric acid 생성량}}{\text{대조구의 uric acid 생성량}} \right] \times 100$$

전자공여능 측정. DPPH radical에 대한 소거활성은 Blois의²³⁾ 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 0.5 m/에 60 μM DPPH 3 m/를 넣고 vortex한 후 15분 동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음 식으로 나타내었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \frac{\text{Control O.D.} - \text{Sample O.D.}}{\text{Control O.D.}} \times 100$$

ABTS radical cation decolorization의 측정. ABTS radical cation decolorization의 측정은 Pellegrin 등²⁴⁾의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM K₂S₂O₈을 5 ml : 88 μl 로 섞어 어두운곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1 : 88 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7 ± 0.002가 되도록 조절한 ABTS solution을 사용하였다. 시료용액 50 μl와 ABTS solution 1 ml를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하여 734 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{Inhibition rate (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample O.D.}}{\text{Control O.D.}}\right) \times 100$$

Antioxidant Protection Factor(PF) 측정. PF는 Andarwulan과 Shetty의²⁵⁾ 방법으로 측정하였다. 10 mg의 β-carotene을 50 ml의 chloroform에 녹인 용액 1 ml를 evaporator용 수기에 넣고 40°C water bath에서 chloroform을 증류시킨 후 20 μl linoleic acid, 184 μl Tween 40과 50 ml H₂O₂를 가하여 emulsion을 만들고, 5 ml의 emulsion에 시료용액 100 μl를 혼합하여 vortex로 잘 섞어준 뒤 50°C에서 30분간 반응 시켜 냉각시킨 다음, 470 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{PF} = \frac{\text{반응구 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}$$

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 측정. TBARS는 Burge와 Aust의 방법²⁶⁾에 따라 측정하였다. 1% linoleic acid와 1% Tween 40으로 emulsion을 만들고 emulsion 0.8 ml와 시료 0.2 ml를 섞은 후 50°C water bath에서 10시간 반응시켰다. 반응 후 반응액 1 ml에 TBA reagent 2 ml를 가하고 15분간 boiling한 다음 10분간 냉각시킨 후 15분간 1,000 rpm (vision, VS-5500N)으로 원심분리하여 실온에서 10분간 방치 후 상등액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며, TBARS값은 흡광도 수치 × 0.0154로 1 ml 반응혼합물에 대해서 생성된 1,1,3,3-tetraethoxy propane(TEP)의 μM으로 표시하였다.

결과 및 고찰

상황버섯 추출물의 페놀성 화합물의 측정. 페놀화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분

자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성기능을 가지는 것으로 알려져 있어,²⁷⁾ 추출물에 함유된 페놀성 화합물의 함량을 조사하였다. 상황버섯 추출물의 페놀 화합물은 Fig. 1과 같이 80% 에탄올에서 28.36 mg/100 ml/으로 가장 많이 나왔으며, 물 추출물에서는 4.02 mg/100 ml/으로 나타났다.

HPLC 분석. HPLC를 이용하여 생리 활성에 관여하는 5종의 페놀인 protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, rosmarinic acid를 선택하여 시료 중에 이러한 페놀 존재 유무 확인을 위해 표준 물질과 retention time을 비교하여 정량 분석을 한 결과 Table 2와 같이 열수 추출물을 제외한 모든 추출물에서 protocatechuic acid가 가장 많은 함량을 나타내었으며 caffeic acid가 다음으로 검출되었다. coumaric acid는 에탄올 60%에서부터 검출로디어 에탄올 100%까지 점점 감소하는 경향을 나타내었다. 열수 추출물에서는 5종의 페놀이 나타나지 않았다.

항고혈압 효과. 인체 내에서 ACE는 renin에 의하여 생성된 decapeptide인 angiotensin I로부터 C-말단의 dipeptide(His-Leu)를 가수분해시킴으로써 강력한 혈관수축작용을 나타내는 angiotensin II를 생성하고 고혈압의 원인이 되고 있다. 이러한 ACE의 저해인자로서는 저분자 peptide들과 그 유도체들, 차(tea)에 존재하는 catechin과 메밀의 rutin같은 polyphenol 성분들이 대표적으로 알려져 있다.²⁸⁾ 이에 상황버섯 추출물의 항고혈압 효과를 살펴본 결과, Fig. 2와 같이 전체적으로 50% 이상의 효과를 보였으며 그 중 80% 에탄올 추출물에서 95.1%로 가장 높게 나타났다.

항관절염 효과. XOase는 생체내 퓨린 대사에 관여하는 효소로 xanthine 혹은 hypoxanthine으로부터 uric acid를 형성하여

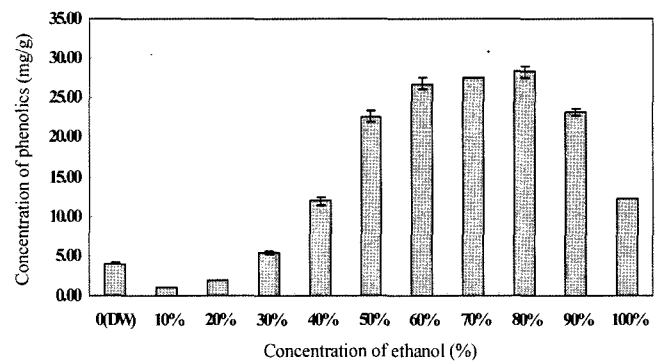


Fig 1. Phenol contents of water and ethanol extract from *Phellinus linteus* extract.

Table 2. Phenol compound profiles separated from *Phellinus linteus*

Phenol	Content (mg/g)										
	DW	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Protocatechuic acid	ND*	0.503	0.670	0.660	0.736	0.735	0.748	0.699	0.615	0.726	0.691
Caffeic acid	ND	0.081	0.140	0.239	0.262	0.308	0.340	0.404	0.162	0.332	0.269
Chlorogenic acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coumaric acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.387	0.384	0.381	0.376	0.357
Rosmarinic acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

*N.D: Not detected

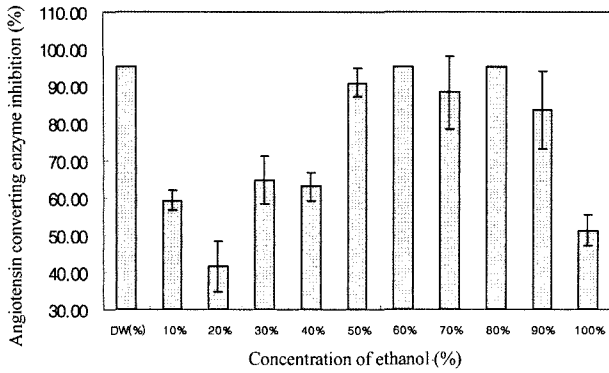


Fig 2. Inhibition effect against angiotensin converting enzyme by water and ethanol extracts from *Phellinus linteus*.

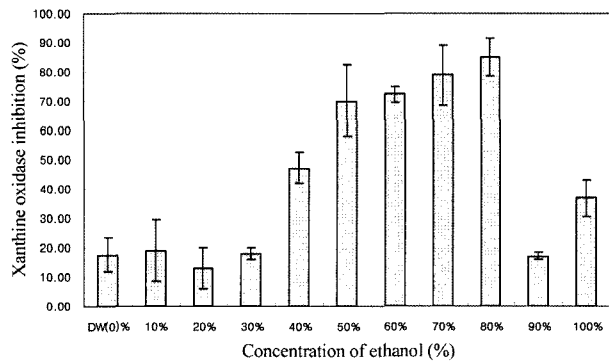


Fig 3. Inhibition effect against xanthine oxidase by water and ethanol extracts from *Phellinus linteus*.

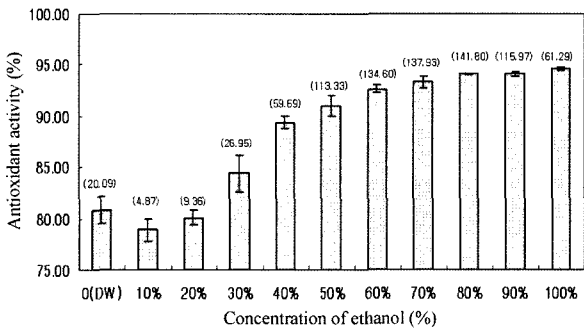


Fig 4. Antioxidative effect of water and ethanol extract from *Phellinus linteus* against electron donating ability. (): Contents of phenolic compounds of 0.5 ml extracts.

혈장내 uric acid가 증가되면 골절에 축적되어 심한 통증을 유발하는 통풍을 일으키는²⁹⁾ xanthine oxidase에 대한 상황버섯 추출물의 저해 효과를 살펴본 결과, Fig. 3과 같이 추출에탄올 농도가 높아 질수록 저해율이 높아 졌으며, 80% 에탄올에서 가장 높은 85.07%의 저해효과가 나타났다.

항산화 효과. Hertong 등³⁰⁾은 전자공여능이 시료에 함유되어 있는 flavonoids 및 phenolic성 물질 등에 대한 항산화 작용의 지표라 하였다. 이러한 물질들은 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성 산소를 비롯한 다른 라디칼에 대한 소거 활성을 기대할 수 있고 인체 내에서는 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할

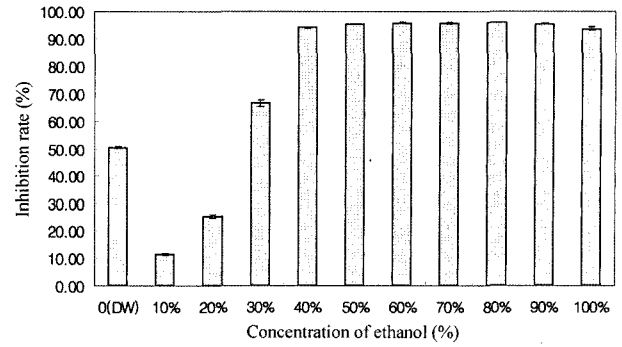


Fig 5. Inhibition effect of water and ethanol extract from *Phellinus linteus* against ABTS radical cation decolorization.

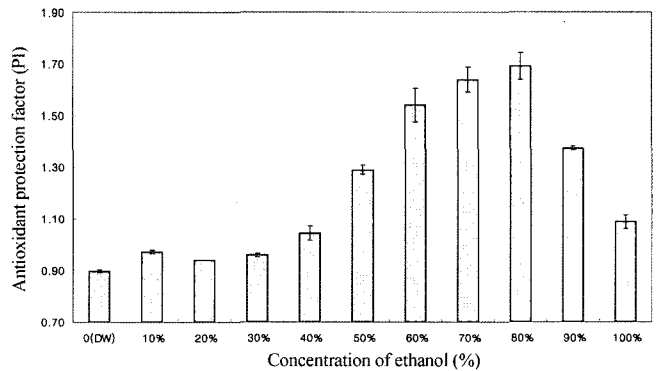


Fig 6. Antioxidative effect of water and ethanol extract from *Phellinus linteus* against Antioxidant protection factor (PF).

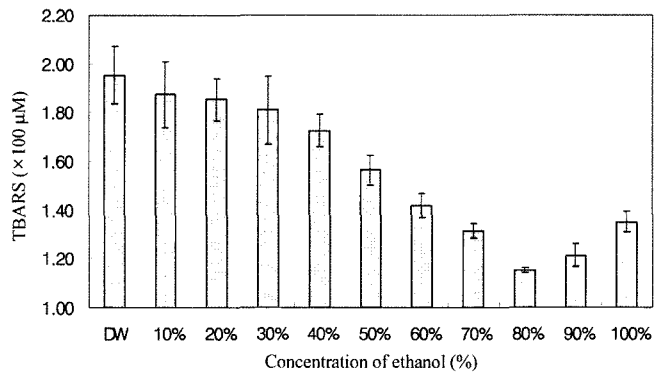


Fig 7. Antioxidative effect of water and ethanol extract from *Phellinus linteus* against TBARS.

수 있다³¹⁾. 상황버섯 추출물의 전자공여능을 측정한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다. 농도별 추출물의 대부분이 80% 이상의 저해효과를 나타내었으며, 80, 90, 100% 에탄올 추출물에서는 각각 94.12, 94.14, 94.61%의 높은 저해효과를 나타내었다. ABTS radical cation decolorization는 Fig. 5에서와 같이 80% 에탄올 추출물에서 96.02%로 가장 높은 항산화력을 나타내었으며, 열수 추출물에서는 그 보다 낮은 50.5%의 항산화력을 나타내었다. 윤 등³²⁾은 추출용매 비에 따른 백부자(*Aconiti koreani Rhizoma*) 추출물의 항산화 실험에서 에탄올 추출물은 94.25%의 저해율을 보였으며, 열수추출물에서는 69.98%의 저해율을 나타내어 상황버섯의 결과와 비슷한 결과를 나타냈다.

Antioxidant Protection Factor(PF)의 측정을 위하여 β -carotene 을 첨가한 linoleic acid emulsion을 사용하여 상황버섯 추출물 들의 항산화력을 측정한 결과 Fig. 6과 같이 70, 80% 에탄올 추출물에서 1.64, 1.69로 나타나 지용성물질에 대한 항산화력이 높은 것으로 확인되었으며 Duval과 Shetty³³⁾이 완두에 함유되어 있는 Phenol성 물질의 PF가 1.1~1.3 정도였다고 보고한 것 보다 높은 항산화력을 나타냈다. PF와 같이 지용성물질의 항산화력을 확인할 수 있는 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)의 측정은 Fig. 7과 같이 80, 90% 에탄올 추출물에서 1.15($\times 100 \mu\text{M}$), 1.21($\times 100 \mu\text{M}$)로 대조구인 1.95($\times 100 \mu\text{M}$) 보다 낮아 지용성 물질에 대한 항산화력이 가장 높은 것으로 나타났다. 김 등³⁴⁾은 시판 갈근탕의 항산화력의 비교에서 BHT의 TBARS값을 0.68로 나타냈으며, 시판 갈근탕은 평균적으로 1.90 을 나타내어 상황버섯과 비슷함을 알 수 있다.

초 록

상황버섯을 에탄올 농도별로 추출하여 항산화 효과와 생리활성을 측정해 보았다. 농도별로 추출한 상황버섯의 페놀 함량은 추출에탄올 농도가 짙어질수록 페놀함량이 높게 나타났으며 그 중 80% 에탄올 추출물에서 28.36 mg/100 ml로 가장 높게 나타났다. 상황버섯 추출물의 수용성물질에 대한 항산화 효과는 DPPH radical소거활성이 전체적으로 80%가 넘는 높은 저해율을 나타냈고, 80% 및 90%에탄올추출물에서는 각각 94.12, 94.14%로 가장 높은 저해율을 나타내었으며, ABTS radical cation decolorization에서는 80% 에탄올 추출물에서 96.02%로 가장 높은 저해율을 나타내었다. 지용성물질에 대한 항산화 효과는 antioxidant protection factor(PF)는 80% 에탄올 추출물에서 1.69로 가장 높게 나타났으며, TBARS는 80%, 90% 에탄올 추출물에서 1.15 $\times 100 \mu\text{M}$, 1.21 $\times 100 \mu\text{M}$ 로 대조구인 1.95 $\times 100 \mu\text{M}$ 보다 낮게 나와 산화촉진인자를 binding하는 능력이 좋은 것으로 나타났다. 고혈압에 관여하는 angiotensin converting enzyme과 gout에 관여하는 xanthine oxidase의 저해효과에서는 80% 에탄올 추출물에서 각각 95.10, 85.07%로 높은 저해율을 나타내었다. 농도별로 추출한 상황버섯을 HPLC로 분석한 결과 protocatechuic acid가 가장 많이 검출되었으며, 이외에도 caffeic acid, coumaric acid 가 존재하는 것으로 나타났다.

Key words: 생리활성, 상황버섯, xanthine oxidase, angiotensin converting enzyme, 항산화.

참고문헌

- Halliwell, B., Hoult, R. J. and Blake, D. R. (1988) Oxidants, inflammation and anti-inflammatory drugs. *FASEB J.* **2**, 2867-2870.
- Brannen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy toluene and butylated hydroxy anisole. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**, 59-63.
- Ito, N., Fukushima, S. and Hasebawa, A. (1983) Carcinogenicity of BHA in F344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.* **70**, 343.
- Chan, K. M., Decker, E. A. and Means, W. J. (1993) Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in brrf muscle. *J. Food. Sci.* **58**, 1-4.
- Larson, R. A. (1988) The antioxidant of higher plants. *Phytochemistry.* **27**, 969-978.
- Huson, B. and Lewis, J. (1987) Polyhydroxy flavonoid antioxidants for edible oil phospholipid as synergist. *Food Chem.* **19**, 537-541.
- Frankel, E. N. (1996) Antioxidants in foods and their on food quality. *Food Chem.* **57**, 51-55.
- Giese, J. (1996) Antioxidants tools for preventing lipid oxidation. *Food Technol.* **5**, 73-81.
- Pszczczola, D. E. (2001) Antioxidants: From preserving food quality to quality of life. *Food Technol.* **55**, 51-59.
- Choi, J. H., Ha, T. M., Kim, Y. H. and Rho, Y. D. (1996) Studies on the main factors affecting the mycelial growth of *Phellinus linteus*. *Kor. J. Mycol.* **24**, 214-222.
- Ikekawa, T., Nakanish, M., Uehara, N., Chihara, G. and Fukuoka, F. (1968) Antitumor action of some Basidiomycetes, especially *Phellinus Linteus*. *Gann.* **59**, 155-157.
- Chung, K. S., Kim, S. S., Kim, H. S., Kim, K. Y. and Han, M. W. (1994) Antitumor activity of Kp, a protein-polysaccharide from mycelial culture of *Phellinus linteus*. *Yakhak Hoeji.* **38**, 158-165.
- Kim, D. H., Choi, H. J. and Bae, E. A. (1998) Effect of artificially cultured *Phellinus linteus* on harmful intertinal bacterial enzymes and rat intestinal α -glucocidase. *J. Fd. Hyg. Safety.* **13**, 20-23.
- Kim, H. M., Han, S. B., Oh, G. T., Kim, Y. H., Hong, D. H., Hong, N. D. and Yoo, I. D. (1996) Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus*. *Int. J. Immunopharmac.* **18**, 295-303.
- Song, C. H., Ra, K. S., Yang, B. K. and Jeon, Y. J. (1998) Immuno-stimulating activity of *Phellinus linteus*. *Kor. J. Mycol.* **26**, 86-90.
- Ikekawa, J., Nakamishi, M., Uehara, N., Chihara, G. and Fukuoka, F. (1968) Antitumor action of some basidiomycetes especially *Phellinus linteus*. *Gann.* **59**, 155-157.
- Sung, J. M., Ryu, Y. B. and Cha, D. R. (1998) In *Mushrooms*. Gyohak press, Seoul. p. 593.
- Chang, S. T., John, A. B. and Chiu, S. W. (1993) In *Mushroom biology and mushroom products*. World scientific, Washington, DC. p. 120.
- Lee, H. D. (1999) In *Korean medicinal mushroom pictorial book*. Kyohaksa, Seoul, p. 576-580.
- Dural, B. and Shetty, K. (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed Anise root extract. *J. Food Biochem.* **25**, 361-377.
- Cushman, D. W. and Ondetti, M. A. (1980) Inhibitors of angiotensin converting enzyme for treatment of hypertension. *Biochem. Pharmacol.* **29**, 1871-1877.
- Stirp, F. and Corte, E. D. (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J. Biol. Chem.* **244**, 3855-3863.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* **26**, 1198-1199.
- Pellegrin, N., Roberta, R. Min, Y. and Catherine, R. E. (1998)

- Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol.* **299**, 379-389.
25. Andarwulan, N. and Shetty, K. (1999) Phenolic content in differentiated tissue cultures of untransformed and *Agrobacterium*-transformed roots of anise (*Pimpinella anisum* L.) *J. Agric. Food Chem.* **47**, 1776-1780.
26. Buege, J. A. and Aust, S. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol.* **105**, 302-310.
27. Cuvelier, M. E., Richard, H. and Berset, C. (1998) Antioxidative activity of phenolic composition of pilot plant and commercial extracts of sage and rosemary. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **73**, 645-652.
28. Maruyama, S., Miyoshi, S. and Tanaka, H. (1989) Angiotensin I-converting enzyme inhibitors derived from ficus caric. *Agric. Biol. Chem.* **53**, 2763-2767.
29. Yagi, K. (1987) Lipid peroxides and human disease. *Chem. Phys. Lipids.* **45**, 337-342.
30. Herting, M. C. L., Feskens, E. J. M., Hoffman, P. C. H., Katan, M. B. and Kromhout, D. (1993) Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly study. *Lancet.* **342**, 1007-1011.
31. Torel, J., Gillard, J. and Gillard, P. (1986) Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry.* **25**, 383-385.
32. Yoon, S. J., Kim, J. H., Lee, K. H., Kwon, H. J., Chun, S. S. and Cho, Y. J. (2005) Antimicrobial Effects and Antioxidative Activity of Baek-bu-ja (*Aconiti koreani Rhizoma*) by Extraction Solvent Ratio. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **48**, 258-262.
33. Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R. and Moon, K. D. (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food. Sci. Technol.* **27**, 978-984.
34. Kim, D. Y., Kwak, G. S., Jeong, S. M., Lee, S. C. and Ha, J. U. (2003) Comparison of the Antioxidative Abilities of Commercial Gal Geun Tang. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 728-732.