

민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)의 항산화성에 관한 연구

이양숙¹ · 박동철² · 주은영¹ · 신승렬³ · 김남우^{1*}

¹대구한의대학교 한방생명자원학과

²김천대학 식품계열

³대구한의대학교 식품조리영양학부

Study on the Antioxidant Activity of the Extracts from the *Lepista nuda*

Yang-Suk Lee¹, Dong-Cheol Park², Eun-Yong Joo¹, Seung-Ryeul Shin³ and Nam-Woo Kim^{1*}

¹Dept. of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

²Division of Food Science, Gimcheon College, Gimcheon 740-704, Korea

³Dept. of Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

Abstract

This study was investigated to analyze the effect of extracts from the *Lepista nuda*, on the antioxidant activity to form a part of studies on the functional materials of *L. nuda*. Antioxidant activity of *L. nuda* extracts was evaluated by measuring the electron-donating ability (EDA), the superoxide dismutase (SOD)-like activity, and the nitrite-scavenging ability. The EDAs of water and ethanol extracts at the concentration of 1,000 ppm by the rotary heating method from *L. nuda* were 60.47% and 60.13%, respectively and those of water and ethanol extracts by microwave-assisted method were 87.73% and 84.84%, respectively. The measurements of SOD-like activity were in the range of 24.58%~42.03% at 1,000 ppm. EDA and SOD were increased with the concentrations of extracts. The nitrite-scavenging ability at the concentration of 1,000 ppm was the highest and 29.77% at pH 1.2, and was decreased with an increment of pH value. These results indicated that microwave-assisted water extract from *L. nuda* showed the highest activities on the EDA and nitrate-scavenging ability, while the rotary heating ethanol extract had the highest effect on the SOD-like activity.

Key words: *Lepista nuda*, antioxidant activity, EDA, SOD-like activity, nitrite-scavenging ability

서 론

최근 고령화 인구 증가 추세에 따른 현대인의 건강에 대한 관심 증대와 삶의 질에 대한 인식 변화와 더불어 생체 리듬 조절 및 질병의 치료와 노화억제 등의 생명활동에 영향을 미치는 기능성 식품과 천연물에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 천연물을 대상으로 한 연구가 활발히 수행되면서, 항균, 항산화, 항암, 면역력 강화 등 천연물의 기능성과, 천연물에 함유되어 있는 2차 대사산물의 생리활성 효과에 대한 연구가 주요 관심사가 되고 있다(1).

천연물에 함유되어 있는 여러 가지 산화방지기능 물질 중에서 가장 대표적인 것은 tannin과 flavonoids 같은 페놀성 물질이며, 스테로이드성 알칼로이드 화합물도 보고되어 있다(2-4). 이러한 항산화효과는 천연물의 종류에 따라 달라지며, 추출 방법에 따라서는 차이를 나타내는 것으로 알려져 있다(5,6).

항산화 활성은 지질 과산화 저해활성으로서, 생체막의 지질을 과산화시키고 생체막을 변질시킴으로써 효소의 불활

성화, 세포노화, 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 암 등의 질병을 유발하는 것으로 보고된 바 있다(7).

질병의 치료 및 예방에 효과가 있는 천연물로 주목받고 있는 버섯은 탄수화물(8), 단백질(9), 지질(10), 무기질 및 비타민(11) 등의 영양소를 골고루 함유하고 있을 뿐만 아니라, 독특한 맛과 향기를 지니고 있어(12,13) 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔으며, 저 칼로리, 무공해 자연 식품으로 인정받고 있다. 특히 버섯이 분비하는 2차 대사산물의 생체 기능조절 및 항암작용, 뇌졸중, 심장병 등 성인병의 예방 및 개선 효과가 보고됨에 따라 버섯에 대한 관심은 더욱 높아지고 있으며(1,14) 고부가가치의 기능성 식품개발에 따른 산업적인 이용성도 증대되고 있는 매우 가치 있는 미래의 유용자원 중 하나이다.

민자주방망이버섯(*L. nuda*)은 송이과(Tricholomataceae)의 자주방망이속(*Lepista*)에 속하는 종으로 늦여름부터 초겨울에 걸쳐 정원, 잡목림, 혼합림에서 성장하는 버섯이며, 아열대지역을 제외한 전 세계에 분포하고, 맛과 향이 뛰어나

*Corresponding author. E-mail: tree@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1438, Fax: 82-53-819-1271

미국과 유럽에서 높은 선호도를 보이는 식용버섯이다. 또 민자주방망이버섯은 생취의 복수암 억제율이 100%에 이르는 높은 항암성을 나타내며 당대사조절능, 신경전도 촉진 등의 영양학적, 약용학적 가치도 뛰어난 유용 자원이라고 할 수 있다(15).

본 연구는 국내에 널리 자생하는 민자주방망이버섯의 추출물을 대상으로 추출방법과 추출용매에 따른 전자공여능, 아질산염 소거능, SOD 유사활성 등의 항산화 활성을 측정하여 민자주방망이버섯의 식품학적, 약용학적 가치를 평가하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)은 경북 경산지역에 자생하고 있는 자연산 버섯을 채취하여 그 품종을 동정한 다음 -75°C의 deep freezer에 보관하면서 본 실험의 시료로 사용하였다.

환류 추출(Rotary heating extraction)

환류 물추출물(RWE; Rotary heating Water Extract)은 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 시료의 중량비 10배에 해당하는 증류수를 넣고, 80°C의 수욕 상에서 3시간씩 3회 반복 추출하였다. 환류 에탄올추출물(REE; Rotary heating 70% Ethanol Extract)은 시료 중량비 10배에 해당하는 70% 에탄올을 넣고, 60°C의 수욕 상에서 3시간 동안 3회 반복 추출하였다.

모아진 각 추출액은 filter paper(Whatman No. 2)로 거른 다음, 감압농축(Eyela 400 series, Japan) 후, 동결건조(FD 5510 SPT, Ilshin Korea)하여 일정량의 농축액으로 만들어 전자공여능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거능 측정 등의 실험에 사용하였다.

마이크로웨이브 추출(Microwave-assisted extraction)

마이크로웨이브 물추출물(MWE; Microwave-assisted Water Extract)은 마이크로웨이브 추출장치(CEM matthews NC Marsx unit, USA)를 이용하여 시료의 중량비 10배에 해당하는 증류수를 넣고 80°C에서 3시간 동안 추출하였으며, 마이크로웨이브 에탄올추출물(MEE; Microwave-assisted 70% Ethanol Extract)은 앞의 장치에 시료의 중량비 10배에 해당하는 70% 에탄올을 넣고 60°C에서 3시간 동안 3회 반복 추출하였다. 모아진 추출액은 환류 추출물과 동일한 방법으로 농축하여 전자공여능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거능 측정 등의 실험에 사용하였다.

전자공여능(Electron donating ability: EDA) 측정

민자주방망이버섯의 전자공여능 측정은 Blois의 방법(16)을 변형하여 각 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과를 측정하여 전자공여능을 평

가하였다. 즉, 일정 농도의 시료 2 mL에 2×10^{-4} M DPPH용액(dissolved in 99% ethanol)을 1 mL 넣고 혼합한 후, 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 spectrophotometer를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

SOD(Superoxide dismutase) 유사활성 측정

각 추출물의 SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund(17)의 방법에 따라 과산화수소(H_2O_2)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 산화된 양을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 일정 농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris [hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA, pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응 후, 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 spectrophotometer를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능(Nitrite-scavenging ability) 측정

아질산염 소거 작용은 Kato 등(18)의 방법에 따라 측정하였다. 1 mM의 아질산염 용액 2 mL에 소정 농도의 추출물 1 mL를 첨가하고, 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M citrate buffer를 완충용액으로 하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음, 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후, 각각 1 mL씩 취하여 2% acetic acid 5 mL를 첨가하였다. 그리고 Griess 시약(A:B=1:1, A; 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid, B; 1% naphthylamine in 30% acetic acid)을 0.4 mL 첨가하여 혼합한 다음, 실온에서 15분간 반응시킨 후 spectrophotometer의 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 산출하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 첨가한 후, 상기와 동일한 방법으로 측정하여 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

결과 및 고찰

추출물의 전자공여능

민자주방망이버섯의 환류 추출물과 마이크로웨이브 추출물을 대상으로 용매와 농도(300 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm)에 따른 DPPH에 대한 전자공여능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 측정한 3가지 농도에서 RWE의 전자공여능은 20.14~60.47%, REE는 26.91~60.13%였다. MWE는 24.31%~87.73%의 범위로 나타났으며 MEE는 22.11%~84.84%의 전자공여능을 나타내었다. 네 가지 추출물 중에서 MWE가 1,000 ppm 농도에서 가장 높은 전자공여능을 보였으며, 시료의 농도가 높아질수록 DPPH에 대한 전자공여능이 증가하였다. 이는 페놀화합물의 농도가 증가할수록 전자공여능

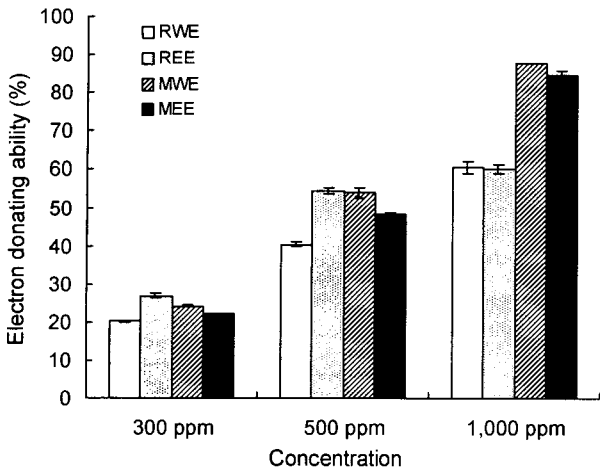


Fig. 1. Electron donating ability (EDA) of the extract from *Lepista nuda*.

RWE: Rotary heating water extract, REE: Rotary heating ethanol extract, MWE: Microwave-assisted water extract, MEE: Microwave-assisted ethanol extract. All values are expressed as mean ± SD of triplicate determinations.

이 증가한다는 Kang 등(4)과 Kim 등(19)의 보고와도 일치함을 알 수 있었다. 300 ppm과 500 ppm에서는 환류 추출방법의 REE에서 가장 높은 전자공여능을 나타낸 반면, 1,000 ppm 농도에서는 MWE가 87.84%, MEE는 84.84%의 높은 전자공여능을 나타내었으며, REE는 60.13%의 가장 낮은 전자공여능을 나타내었다. 마이크로웨이브 추출물은 모든 농도에서 물추출물이 에탄올추출물보다 높은 전자공여능을 나타내었으며, 이는 팽이버섯과 느티만가다버섯의 전자공여능이 마이크로웨이브 에탄올추출물보다 마이크로웨이브 물추출물에서 더 높게 나타났다는 Kim 등(19)의 보고와 일치하였다.

술잎과 녹차 물추출물의 전자공여능이 1,000 ppm 농도에서 각각 55.2%와 53.2%로 보고한 Kim 등(20)의 결과는 본 실험의 RWE의 60.47%와는 비슷하였으나, MWE의 87.73% 보다는 낮은 전자공여능을 보였다. 그리고 환류 추출방법을 이용한 민자주방망이버섯의 에탄올추출물 전자공여능은 60.13%로서 술잎의 에탄올추출물(84.4%)보다 낮았으나, 마이크로웨이브 추출법에 의한 에탄올추출물(84.84%)은 Kim 등(20)의 술잎 에탄올추출물과 비슷한 결과를 보였으며, 녹차(74.9%)보다 높은 전자공여능을 나타내었다. Moon 등(21)이 보고한 약용식물을 대상으로 한 메탄올추출물 1,000 ppm 농도에서의 전자공여능을 측정된 결과와 비교하면, 녹차(94.07%), 모과(92.61%), 정향(94.72%) 보다는 낮았으나, 계피(86.77%), 상황버섯(81.32%)과는 유사한 전자공여능을 나타내었다. 그러나 감초(39.26%), 박하(26.27%), 당귀(13.71%) 보다는 훨씬 높은 전자공여능을 나타내었다. 그리고 Lee 등(22)이 보고한 영지(95.1%) 보다는 조금 낮았으나, 송이(33.8%), 표고(38.4%) 보다는 높은 전자공여능을 나타내었다. Kang 등(4)은 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenol

성 물질이 전자공여효과를 높인다고 하였으며, Lee 등(22)은 영지, 표고, 양송이 등의 버섯 자실체에 함유된 phenolic 물질이 산화성 생물활성 free radical에 전자를 공여하여 항산화 효과를 높인다고 보고한 바 있다. 이러한 보고에 근거하여 볼 때 민자주방망이버섯의 MWE 추출물이 천연 항산화제로서의 이용가치가 높은 것으로 판단된다.

추출물의 SOD 유사활성

민자주방망이버섯의 환류 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 추출용매와 농도(300 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm)에 따른 SOD 유사활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 측정된 3가지 농도에서 RWE의 SOD 유사활성은 18.94%~38.21%, REE는 8.80%~42.03%, MWE는 6.48%~29.24%, 그리고 MEE는 8.64%~24.58%의 범위로 측정되었으며, 모든 추출물에서 농도가 높아짐에 따라 SOD 유사활성도가 증가하였다. 그리고 환류 추출물의 유사활성도가 마이크로웨이브 추출물보다 높은 것으로 나타났으며 1,000 ppm 농도의 환류 에탄올추출물에서 42.03%의 가장 높은 SOD 유사활성을 보였다.

한국산 약용식물을 대상으로 한 Lim 등(23)의 SOD 유사활성에 대한 결과와 비교하면, 1,000 ppm 농도의 REE(42.03%)와 RWE(38.21%)의 SOD 유사활성이 백편두(47.87%) 보다는 낮았으나, 대황(41.53%), 감초(35.63%)와는 유사한 SOD 유사활성을 나타내었다. 그리고 마이크로웨이브 추출방법을 이용한 MWE(29.24%)와 MEE(24.58%)는 황기(23.13%), 박하(15.00%), 오가피(13.50%), 홍화(13.43%)보다 높은 활성을 나타내었으며, 특히 소엽(3.67%)에 비하여 각각 6.7배에서 11.4배 높은 SOD 유사활성을 나타내었다. 그리고 24.1%~27.6%의 SOD 유사활성을 나타낸 사과, 케일, 키위, 무즙(24)과는 약간 높거나 유사한 결과를 보였다. 이러한 측정결과는 SOD 유사활성이 높을수록 phenolic 물질이 많이 함유되어 있다는 Lim 등(23)의 보고에 근거하여 보면, 민자주방망

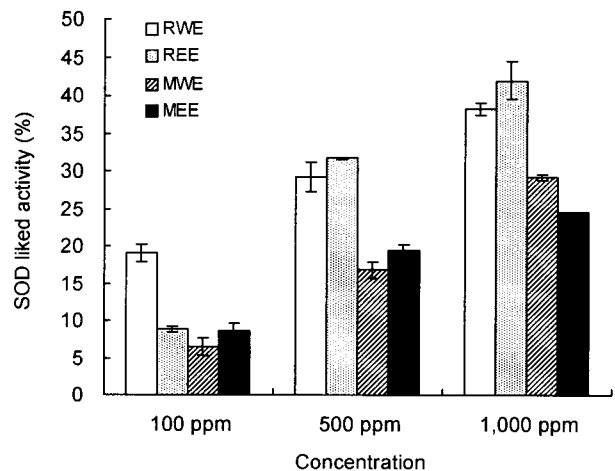


Fig. 2. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of the extract from *Lepista nuda*.

The abbreviations are the same as in Fig. 1.

이버섯에도 phenolic 화합물이 많이 함유되어 있을 것으로 판단할 수 있다. 그리고 전자공여능 측정 결과와는 달리 환류 추출물의 SOD 유사활성이 마이크로웨이브 추출물에서보다 더 높은 것으로 나타났으므로, 환류 추출방법을 이용하는 것이 SOD 유사활성을 더 높일 수 있을 것으로 사료된다.

추출물의 아질산염 소거능

물과 에탄올을 용매로 민자주방망이버섯의 환류 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 농도와 pH에 따른 아질산염 소거능을 측정하였다.

pH 1.2에서 각 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과, 환류 추출방법을 이용한 RWE는 14.42%~25.12%, REE 14.27%~22.94%로 분석되었다. 마이크로웨이브 추출방법을 이용한 MWE는 14.00%~29.77%, MEE는 13.62%~25.47%로 분석되었으며, 1,000 ppm 농도에서 MWE의 효과(29.77%)가 가장 높은 것으로 나타났고, 모든 추출물에서 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능도 높아지는 것으로 분석되었다. 그리고 마이크로웨이브 추출물이 환류 추출물보다 다소 높은 아질산염 소거능을 보였으며, 두 가지 추출방법 모두에서 물 추출물이 에탄올 추출물보다 높은 아질산염 소거능이 나타나는 것으로 분석되었다(Fig. 3).

pH 3.0에서 측정된 각 추출물의 농도에 따른 아질산염 소거능은 환류 추출물인 RWE는 4.52%~8.25%, REE는 5.33%~7.85%의 범위로 나타났으며, 마이크로웨이브 추출물인 MWE는 9.27%~15.06%, MEE는 6.63%~9.39%의 아질산염 소거능을 나타내었다. pH 1.2에서의 결과와 같이 마이크로웨이브 추출법에서 더 높은 소거능을 보였으며, 물추출물이 에탄올추출물보다 높은 아질산염 소거능을 나타내는 것으로 분석되었다. 1,000 ppm 농도에서 MWE가 15.06%의 아질산염 소거능을 나타내어 환류 추출물의 RWE와 REE보다 각각 3.33배와 1.92배 높은 아질산염 소거능을 나타내었

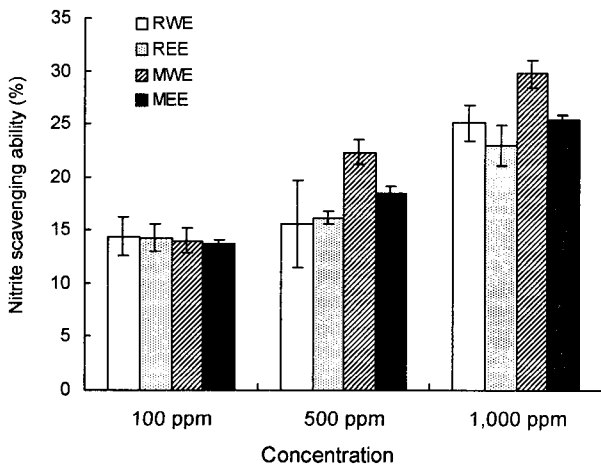


Fig. 3. Nitrite scavenging ability of the extract from *Lepista nuda* at pH 1.2. The abbreviations are the same as in Fig. 1.

다(Fig. 4).

pH 6.0에서는 다른 pH에서보다 아질산염 소거능이 현저히 낮은 것으로 분석되었다. RWE는 1.01%~3.75%, REE는 0.22%~1.61%, MWE는 0.75%~7.50%, MEE는 0%~3.97%의 범위로 분석되었으며, 농도 500 ppm의 MWE에서 7.5%의 가장 높은 효과를 보여 농도와는 일정한 상관 관계를 보이지 않았다. 마이크로웨이브 추출법을 이용한 MWE는 1,000 ppm에서 4.65%로서 환류추출물보다 높은 아질산염 소거능을 나타내었으나, MEE에서는 아질산염 소거반응이 전혀 나타나지 않았다(Fig. 5).

영지와 양송이, 표고의 diethylether 추출물의 아질산염 소거능이 각각 68.34%와 4.76%, 3.45%라고 보고한 Lee 등(22)의 결과와 비교하면, 민자주방망이버섯 추출물의 아질산염 소거능이 영지보다는 낮았으나 양송이와 표고에 비하여서는 훨씬 높은 효과를 나타내었다.

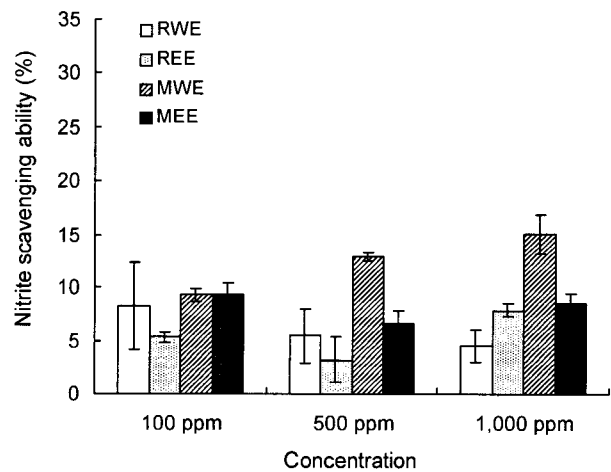


Fig. 4. Nitrite scavenging ability of the extract from *Lepista nuda* at pH 3.0. The abbreviations are the same as in Fig. 1.

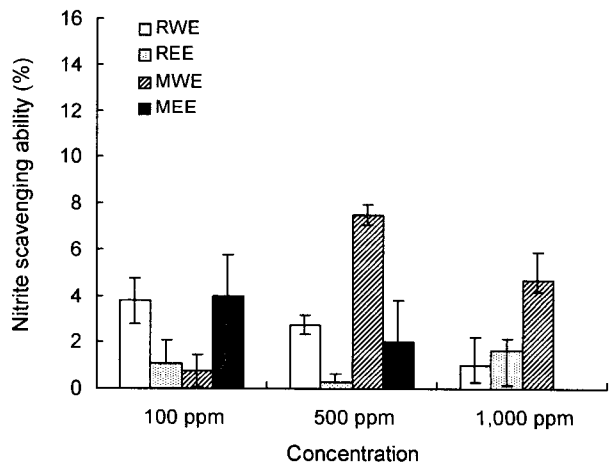


Fig. 5. Nitrite scavenging ability of the extract from *Lepista nuda* at pH 6.0. The abbreviations are the same as in Fig. 1.

민자주방망이버섯 추출물은 모든 pH 범위에서 마이크로웨이브 추출물이 환류 추출물보다 높은 아질산염 소거능을 보였으며, 에탄올 추출물보다 물 추출물에서 더 높은 소거능을 나타내었다. 이는 팽이버섯의 마이크로웨이브 물추출물의 아질산염 소거능이 모든 pH 범위에서 에탄올 추출물보다 높다고 보고한 Kim 등(19)의 연구 결과와도 일치하였다. 특히 pH 1.2의 1,000 ppm에서 마이크로웨이브 물추출물은 29.77%로 다른 pH 조건에 비해 매우 높은 값을 나타내었으며, pH가 높아짐에 따라 아질산염 소거능은 감소하였다. 이러한 결과는 pH의 감소에 따라 아질산염 분해 작용이 높아진다는 Kang 등(4)과 Kim 등(20)의 보고와 일치하였으며, pH 1.2에서 효과가 가장 높게 분석된 본 실험의 결과는 팽이버섯, 표고, 마늘, 쪽, 그리고 솔잎 등에서 보고된 아질산염 분해 작용의 결과와 일치하는 것으로 생각된다(4,20,25,26). 이는 nitrosamine 생성의 최적 pH가 2.5~3.0으로서, pH에 매우 의존적이며 아질산염 소거능 역시 강산성에서는 높고 pH가 높아질수록 감소하는 것으로 보고한 Kytopoulos(27)의 결과와도 일치하였다. 또한 nitrosamine의 전구물질인 아질산염과 아민이 식품 내에 상재성분으로 널리 존재하고 있으므로, 이들을 함유하고 있는 식품물을 동시에 섭취했을 때 pH가 낮은 강산 상태의 위장 내에서 nitrosamine이 쉽게 생성될 가능성이 매우 높아지게 된다. 그러므로 아질산염 소거작용이 우수한 민자주방망이버섯을 아질산염 및 아민이 함유되어 있는 식품과 함께 섭취하면 nitrosamine의 생성을 효과적으로 억제함과 동시에 높은 산화방지 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

민자주방망이버섯의 항산화력을 알아보기 위해 환류 추출과 마이크로웨이브 추출방법을 이용하여 물과 70% 에탄올을 용매로 사용한 각 추출물의 추출방법과 농도에 따른 전자공여능, SOD 유사활성, 아질산염 소거능 등을 측정하였다. 전자공여능을 측정한 결과, 1,000 ppm 농도에서 마이크로웨이브 물추출물(MWE)이 87.73%로 가장 높았으며, 마이크로웨이브 에탄올 추출물(MEE)은 84.84%로서 환류 추출방법을 이용한 환류 물추출물(RWE)의 60.47%와 환류 에탄올추출물(REE)의 60.13%보다 높은 전자공여능을 나타내었다. SOD 유사활성은 1,000 ppm 농도에서 REE(42.03%), RWE(38.21%)는 MWE(29.24%)와 MEE(24.58%)보다 높은 SOD 유사활성을 나타내었다. 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 전자공여능과 SOD 유사활성은 증가하는 것으로 나타났다. 아질산염 소거작용은 pH 1.2 조건의 1,000 ppm 농도에서 MWE(29.77%), MEE(25.47%)는 RWE(25.12%)와 REE(22.94%)보다 높은 아질산염 소거능을 나타내는 것으로 분석되었다. 이상의 결과 민자주방망이버섯은 MWE에서 전자공여능과 아질산염 소거능이 가장 높았으며, SOD 유사활

성은 REE가 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발연구[203035-03-1-HD110]의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park SY, Kim JW. 1992. Screening and isolation of the antitumor agents from medicinal plants (I). *Korean J Pharmacogn* 23: 264-267.
2. Ames BN, Cahcart R, Schwiers E, Hochstein P. 1981. Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant and radical-caused aging and cancer. *Proc Natl Acad Sci USA* 78: 6858-6862.
3. Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Choi SW, Kawakishi S, Osawa T. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-β-D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42: 2407-2410.
4. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenol compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
5. Brannen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butyrate hydroxy toluene and butyrate hydroxy anisole. *J Amer Oil Chem Soc* 52: 59-63.
6. Halliwell B, Hoult RJ, Blake DR. 1988. Oxidants, inflammation, and anti-inflammatory drugs. *FASEB J* 2: 2867-2870.
7. Hammond B, Kontos A, Hess ML. 1985. Oxygen radicals in the adult respiratory distress syndrome, in myocardial ischemia and reperfusion injury, and in cerebral vascular damage. *Can J Physion Pharmacol* 63: 173-187.
8. Yim SB, Kim MO, Koo SJ. 1991. Determination of dietary fiber contents in mushrooms. *Korean J Food Sci* 7: 69-76.
9. 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.
10. Kwon YJ, Uhm TB. 1984. A study on the lipid components in oyster mushroom *Pleurotus florida*. *J Korean Soc Food Nutr* 13: 175-180.
11. Zakia-Bano S. 1988. Rajarathnam, *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, postharvest physiology, preservation, and role as human food. *CRC Rev Food Sci Nutr* 27: 87-158.
12. Jeong OJ, Yoon HS, Min YK. 2001. Aroma characteristics of Neungee. *Korean J Food Sci Technol* 33: 307-312.
13. Ma SJ. 1983. Effects of the substances extracted from dried mushroom by several organic solvents on the stability of fat. *Korean J Food Sci Technol* 15: 150-154.
14. Chung SY, Kim SH, Kim HS, Kang JS, Cheong HS, Kim GJ, Kim HJ. 1990. Effects of water soluble extract of *Ganoderma lucidum*, kale juice and sodium dextrothroxine on hormone and lipid metabolism in hypercholesterolemic rats 1. Concentrations of triiodothyronine, thyroxine, blood sugar and lipid composition in serum. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 381-386.
15. Park WH, Lee HD. 1999. *Illustrated book of Korean medicinal mushrooms*. Kyo-Hak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea. p 186.

16. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
17. Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
18. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
19. Kim HK, Choi YJ, Jeong SW, Kim KH. 2002. Functional activities of microwave-assisted extracts from *Lyophyllum ulmarium*. *Korean J Food Preservation* 9: 385-390.
20. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activity of pine needle and green tea extracts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 13-19.
21. Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park UK, Jung ST. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Preservation* 11: 201-206.
22. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
23. Lim JD, Yu CY, Kim MJ, Yun SJ, Lee SJ, Kim NY, Chung IM. 2004. Comparison of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medicinal plants. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 191-202.
24. Hong HD, Kang NK, Kim SS. 1998. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1484-1487.
25. Chung SY, Kim MK, Yoon S. 1999. Nitrite scavenging effect of method fraction obtained from green yellow vegetable juices. *Korean J Food Sci Technol* 28: 342-347.
26. Park SS, Lee KD, Min TJ. 1995. Study on the screening and development of antibiotics in the mushrooms. *Korean J Mycol* 23: 28-36.
27. Kytopoulos SA. 1987. Ascorbic acid and formation of N-nitroso compounds; possible role of ascorbic acid in cancer prevention. *Am J Clin Nutr* 45: 1344-1350.

(2005년 5월 4일 접수; 2005년 7월 6일 채택)