

능이버섯(*Sarcodon aspratus*) 추출물의 항산화성과 항균성

윤경영¹ · 이숙희¹ · 신승렬^{2*}

¹영남대학교 식품영양학과

²대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Antioxidant and Antimicrobial Activities of Extracts from *Sarcodon aspratus*

Kyung-Young Yoon¹, Sook-Hee Lee¹ and Seung-Ryeul Shin^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsbuk 712-749, Korea

²Faculty of Cuisine and Nutrition, Deagu Hanny University, Gyeongsbuk 712-715, Korea

Abstract

The antioxidative and antimicrobial activities were determined on the mushroom (*Sarcodon aspratus*) extracts in order to find out new food functional components. The antioxidative activities of water and ethanol extracts from the *Sarcodon aspratus* were measured by peroxide values (POV), electron-donating ability (EDA) using 1,1-diphenyl-2-picryl hydroxyl (DPPH), nitrite-scavenging ability and superoxide dismutase-like activity (SODA) by pyrogallol. The antioxidative activity of the ethanol extract measured by POV was higher than those of the water extract, BHT, and α -tocopherol. The EDA of the water extract and ethanol extract using DPPH showed the highest values of 76.94% and 73.06%, respectively. The nitrite-scavenging abilities (pH 1.2, 1,000 ppm) of the water and ethanol extracts were 72.61% and 62.69%, respectively, and the nitrite-scavenging ability of the water extract was higher than that of the ethanol extract in all pH values. The SODA of the ethanol extract was higher than that of the water extract. The *Sarcodon aspratus* extracts had antimicrobial effects on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*.

Key words: *Sarcodon aspratus*, antioxidative effect, antimicrobial effect

서 론

산업의 발달과 더불어 의약품, 농약, 식품첨가물 등과 같이 각종 환경성 화학물질의 다양화와 사용량의 증가로 인하여 암 및 노화 등 퇴행성질환의 발생빈도가 높아지고 있다. 환경성 화학물질에 의한 세포막의 손상은 세포의 기능을 원활하지 못하게 할 뿐 아니라 DNA 및 단백질을 손상시킴으로써 노화, 암 및 각종 성인병을 유발한다(1). 노화 및 암 발병의 주된 요인 중 하나로 알려진 자유라디칼(free radical)은 superoxide anion radical, hydroxy radical, 과산화수소와 같은 활성산소종의 산화적 대사산물로, 생체막의 지질을 과산화시켜 생체막을 변질시킴으로써 효소 불활성, 세포 노화, 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 암 등의 질병을 유발한다(2). 그러므로 생체내 자유라디칼의 생성을 억제하는 것이 질병예방을 위한 중요한 과제이다. 천연물질 중에는 여러 가지 산화방지 작용을 가진 물질이 많이 존재하며, 이러한 물질을 이용한 항산화제 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 이를 목적으로 각종 천연물로부터 항산화성 생리활성물질을 검색하고 분리한 결과, tannins, flavonoids 또는 스테로

이드성 알칼로이드 화합물 등이 주요 성분임을 구명한 연구가 많다(3,4). 따라서 단순한 식품으로서가 아니라 생체에 영향을 미치는 효과와 기능으로서의 생체방어, 생체리듬조절 및 질병의 회복과 노화억제 등 생명활동에 대한 식품의 생리조절 능력을 가진 기능성식품에 관심이 집중되고 있으며, 식품의 안전성도 중요시되고 있다. 이러한 기능성 식품 중에서도 질병의 치료 및 예방에 효과가 있는 천연물 중 가장 주목받고 있는 버섯은 오래 전부터 맛과 영양이 풍부한 식품으로 그리고 약용 등의 목적으로 사용해 왔다.

버섯은 분류학상 균류(Fungi) 중 진균류(Eumycetes)에 속하며 대부분은 담자균류(Basidiomycetes)의 일종으로 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 골고루 함유하고 있을 뿐만 아니라, 독특한 맛과 향기 때문에 궁중요리, 중국 북경지방의 전통고급요리 등에 사용되었고, 예로부터 민간요법으로 육류를 먹고 체하였을 때 단방약으로 널리 사용되어 왔다. 최근에는 식생활의 향상 및 다양화로 인한 자연식품, 저칼로리 식품, 무공해식품의 선호추세로 버섯의 소비량이 날로 증가하고 있다. 특히 버섯의 생체기능 조절 및 암, 뇌졸중, 심장병 등 소위 성인병에 대한 예방과

*Corresponding author. E-mail: shinsr@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1428, Fax: 82-53-819-1482

개선효과가 보고됨에 따라 버섯에 대한 관심은 더욱 높아지게 되었다(5-7).

버섯 중 항산화활성에 관한 연구로 *Hypsizygus marmoratus* 자실체의 수용성 추출물이 peroxy 및 alkoxy 라디칼에 대한 포획효과(trap effect)와 지질과산화 반응에 대한 항산화활성을 나타내며(8), *Coriolus versicolor* 중의 단백당류가 이온-라디칼 scavenger로서 superoxide dismutase 활성과 유사한 항산화활성을 나타내는 것으로 보고된 바 있다(9). Lee 등(10)은 영지, 양송이, 표고버섯의 전자공여능을 측정된 결과 영지버섯의 diethylether 및 부탄올 추출물에서 높은 결과가 나타났다고 보고하였다. 버섯 중 항균활성물질에 관한 연구로는 Kavanagh 등(11)에 의하여 담자균류의 항균성분에 대한 연구가 보고된 이후 몇몇 제한된 종류의 버섯으로부터 그람양성 및 음성세균, 효모 또는 곰팡이류에 대한 항균물질에 대하여 연구가 진행되어 왔다. Takeuchi 등(12)은 *Coriolus consors* 배양액으로부터 그람양성세균에 대하여 항균성을 갖는 Coriolin을 분리하였으며, Anke 등(13)은 주름чат잔버섯 *Cyathus striatus* 균사체부터 그람양성 및 그람음성세균과 불완전균류에 대한 항균물질 striatins A, B 및 C를 분리하여 이들의 분자식을 비롯한 물리화학적 성질을 밝혔다. 이 밖에 세균 및 곰팡이에 대한 항균활성물질로서 끈적진뿌리버섯 *Oudemansiella mucida* 중의 oudemansin(14), 말장버섯 *Calvatia craniformis* 중의 calvatic acid(15), *Agrocybe aegerita* 중의 antifungal compounds(16) 그리고 *Aleurodiscus mirabilis* 중의 aleurodiscal(17) 등이 보고되어 있다.

따라서 본 연구는 식품, 약용, 유전자원 등 풍부한 가치를 가지고 있는 능이버섯의 생리활성에 대한 기초적 연구를 수행하고자 항산화성으로 과산화물가, 전자공여능, 아질산염 소거능 그리고 superoxide dismutase 유사활성과 항균활성을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 능이버섯(*Sarcodon aspratus*)은 경북 예천에서 자생하는 자연산을 채취하여 품종을 검증받아 사용하였다. 채취한 능이버섯은 deep freezer -75°C 에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

능이버섯 추출물 제조

물추출물은 등근 플라스크에 시료 50 g당 20배의 증류수를 넣고 80°C 에서 3시간 동안 환류 추출하였고, 이 과정을 3회 반복하여 모아진 각 추출액은 여과지(whatman No. 40)로 거른 후 감압농축하였다. 에탄올추출물은 수직으로 환류 냉각관을 부착시킨 등근 플라스크에 시료 50 g당 20배에 해당하는 70% 에탄올을 넣고 70°C 의 수욕상에서 3시간 동안 환류 추출하였고, 이 과정을 3회 반복하여 모아진 각 추출액

은 여과지(whatman No. 40)로 거른 후 감압농축하였다. 물 및 에탄올 추출물은 동결건조하여 일정량의 농축액을 만들어 실험에 이용하였다.

과산화물가(POV) 측정

과산화물가는 Hirose 등(18)의 방법에 따라 3 mL의 시료 추출액에 0.1 M methyl linoleate ethanol 용액 10 mL와 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 37 mL를 가하여 40°C 에서 35일간 암소에 보관하면서 5일 간격으로 Asakawa와 Matsushita(19)의 염화알루미늄 미량비색법에 따라 POV의 변화를 측정하여 비교하였다. 즉 시료액 0.2 mL에 2%의 KI ethanol 용액 0.5 mL를 넣은 후 2%의 AlCl_3 ethanol 용액 0.5 mL와 *n*-hexane 1 mL를 넣은 후 37°C 에서 5분간 암소에서 방치하였다. 여기에 0.01 N HCl 15 mL를 넣고 전분지시약 0.5 mL를 첨가한 다음, 10초간 vortex mixing한 후 3,000 rpm에서 3분간 원심분리 후 흡수 분광광도계로 560 nm에서 흡광도를 측정하였다.

전자공여능(Electron donating ability: EDA) 측정

능이버섯추출물의 전자공여능은 Blois(20)의 방법에 준하여 각 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 수소공여 효과로써 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 소정 농도의 시료에 0.4 mM DPPH 용액 1.6 mL를 가하고, 10초간 vortex mixing 후 37°C 에서 30분간 반응시킨 다음 이 반응액을 분광광도계를 사용해서 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

능이버섯추출물의 아질산염 분해작용은 Kato 등(21)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 1 mM의 NaNO_2 용액 1 mL에 소정농도(100, 300, 500, 1,000 ppm)의 능이버섯추출물을 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.1 M citrate buffer를 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2, 6.0으로 조정 한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37°C 에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% acetic acid 5 mL를 첨가한 후, Griess 시약 0.5 mL를 가하여 혼합시켜 실온에서 15분간 방치시킨 후 흡수 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하여 능이버섯 추출물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 소거율을 백분율(%)로 나타내었다.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성 측정은 Marklund와 Marklund의 방법(22)에 따라 과산화수소(H_2O_2)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 즉 일정농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-

HCl buffer[50 mM tris(hydroxymethyl) amino-methane + 10 mM EDTA] 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후, 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

항균성 측정

각 시료 추출물의 항균성을 조사하기 위하여 생육저해환 시험(clear zone test)을 실시하였다. 사면배지에 배양된 보 존균주를 1백금미량 취해서 TSB배지 10 mL에 접종하여 18 ~24시간씩 2회 계대배양하여 활성화시킨 배양액 0.1 mL를 tryptic soy broth(TSB, Difco)배지에 접종하여 각 세균의 대수증식기에 도달할 때까지(3~6시간) 본 배양하였다. 미리 만들어 둔 TSB 평판배지 1개당 본배양액을 약 10⁷ cell/mL되게 접종하여 멸균면봉으로 균일하게 도말하였다. TSB 평판배지 표면에 8 mm 멸균 paper disc(Whatman)를 올려 놓은 다음 각 추출물을 농도(0, 1, 3, 5%)별로 50 µL씩 흡수시켜 37°C의 항온기에서 48시간 배양시킨 후 paper disc 주위의 inhibition zone의 직경을 측정하였다.

항균실험에 사용한 균주로서 식품의 부패, 식중독 및 전염 병과 관련이 있는 Gram 양성균(*Bacillus subtilis* KCTC 16593, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 13565)와 Gram 음성균(*Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Salmonella* Typhimurium ATCC 79883, *Shigella sonnei* KCTC 2009)을 실험에 사용하였다.

결과 및 고찰

과산화물가(POV)

능이버섯 열수추출물과 에탄올추출물에 대한 항산화성을 조사하고 기존에 사용되고 있는 합성항산화제의 항산화성과 비교하고자 40°C에서 35일간 암소에 보관하면서 5일 간격으로 과산화물가를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 능이버섯추출물을 첨가하지 않은 methyl linoleate의 경우 저장 직후부터 OD값이 급격히 상승하여 저장 10일째 OD값이 1.0에 도달했으며 그 이후로는 감소하는 경향을 나타내었다. α-Tocopherol의 경우는 유효기가 연장되어 약 저장 15일 이후부터 OD값이 상승하였다. 합성항산화제인 BHT와 능이버섯의 열수 및 에탄올추출물에서는 전 저장기간 동안 OD값의 상승이 거의 없었으며, 능이버섯 에탄올추출물이 BHT에 비해 다소 높은 항산화효과를 나타내었다. Kang 등(23)은 시장성이 없는 갈변 표고버섯 추출물의 linoleic acid 자동산화에 대한 억제효과를 측정하여, 열수추출물 및 에탄올추출물 모두 지질 자동산화에 대한 억제효과가 있었으며, 에탄올추출물이 열수추출물에 비해 지질과산화 억제 효과가 높았다고 보고해 본 연구결과와 같았다.

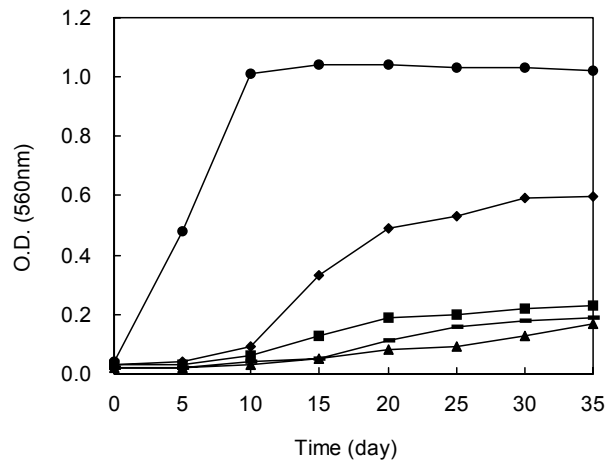


Fig. 1. Changes in the peroxide values of methyl linoleate substrates containing *Sarcodon aspratus* mushroom and antioxidants respectively during the storage at 40°C. 500 ppm of each sample was used for the measurement. ●: control, ■: *Sarcodon aspratus* water extract, ▲: *Sarcodon aspratus* ethanol extract, □: BHT, ◆: α-tocopherol.

전자공여능

능이버섯의 추출용매별, 농도별에 따른 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 전자공여능을 측정하였다. 그 결과, Fig. 2에서 보는 바와 같이 능이버섯 열수추출물에서는 100 ppm에서 71.43%, 1,000 ppm에서 76.94%, 에탄올추출물에서는 100 ppm에서 65.81%, 1,000 ppm 73.06%로 나타났다. 능이버섯 열수추출물이 에탄올추출물보다 전체적으로 전자공여능이 높았으며, 추출물의 농도가 낮을수록 그 차이가 커졌다. 본 실험에서 능이버섯추출물의 농도가 높을수록 전자공여능이 높게 나타났는데, 이는 Kang 등(24)이 전자공여능은 전반적으로 농도가 상승할수록 증가한다는 보고와도 일치함을 알 수 있었다. Lee 등(25)의 diethylether로 추출한 영지버섯, 양송이버섯, 표고버섯의 전자공

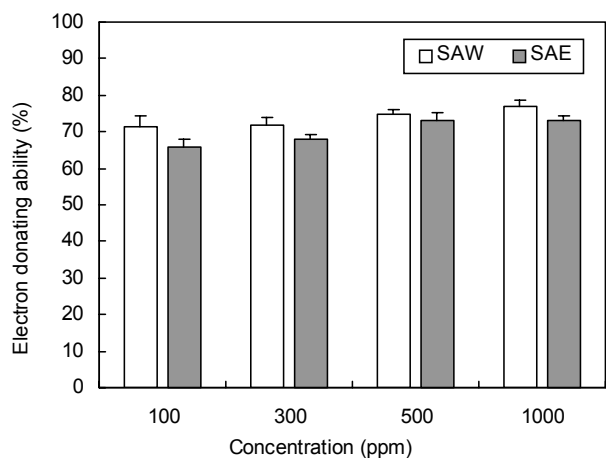


Fig. 2. Electron donating ability of *Sarcodon aspratus* extracts. SAW: *Sarcodon aspratus* water extract, SAE: *Sarcodon aspratus* ethanol extract. The results are mean ± SE.

여능은 95.1%, 33.8%, 38.4%로서 영지버섯의 추출물보다는 다소 낮았고, 양송이버섯, 표고버섯보다는 높은 값을 나타내었다. 능이버섯 자실체의 메탄올 추출물을 *n*-hexane, ethanol, *n*-butanol 및 물로 추출한 후, free radical 소거활성을 나타내는 에탄올 분획 중 항산화 활성물질을 분리한 결과, diketopiperazine계 화합물인 cyclo(prolyl-valyl), cyclo(prolyl-leucyl) 및 cyclo(prolyl-isoleucyl)로 동정되었으며, 이들 물질은 DPPH radical 소거활성을 가지고 있었다(26). Chi 등(27)은 8가지 계통 아워늑타리 버섯과 3가지 계통 백령고의 메탄올 추출물에 대해 DPPH 소거능을 측정한 결과, 새송이버섯에 비해 높은 DPPH free radical 소거능을 보여 주었다. 또한 Kim 등(28)은 12종의 식용버섯으로부터 얻은 추출물의 항산화활성을 측정한 결과, 향버섯, 반대기동충하초, 만가닥버섯, 아가리쿠스, 영지버섯, 표고버섯 메탄올 추출물에서 30~60%의 DPPH radical 소거활성이, 목이버섯, 그물버섯, 새송이버섯에서는 10~30%의 DPPH radical 소거활성이 있다고 보고하였다. 이상의 결과로 볼 때 Kong 등(29)의 보고에서와 같이 버섯이 식품을 이용한 천연항산화제로 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

아질산염 분해작용

능이버섯추출물의 pH변화에 따른 아질산염 분해작용을 나타낸 결과는 Fig. 3과 4에서 보는 바와 같이 1,000 ppm, pH 1.2에서는 능이버섯 열수추출물이 72.61%, 에탄올추출물이 62.69%, pH 3.0에서는 능이버섯 열수추출물이 65.55%, 에탄올추출물이 55.93%, pH 4.2에서는 능이버섯 열수추출물이 51.52%, 에탄올추출물이 51.67%, pH 6.0에서는 능이버섯 열수추출물이 42.98%, 에탄올추출물이 49.85%로 나타나 전반적으로 열수추출물이 에탄올추출물보다 분해작용이 좀 더 높게 나타났다. Kang 등(30)은 추출물의 pH가 감소함에 따라 아질산염 분해능이 뛰어났다고 보고하여 본 실험결과와 일치하였다. Lee 등(25)의 보고에 따르면 영지버섯 에테

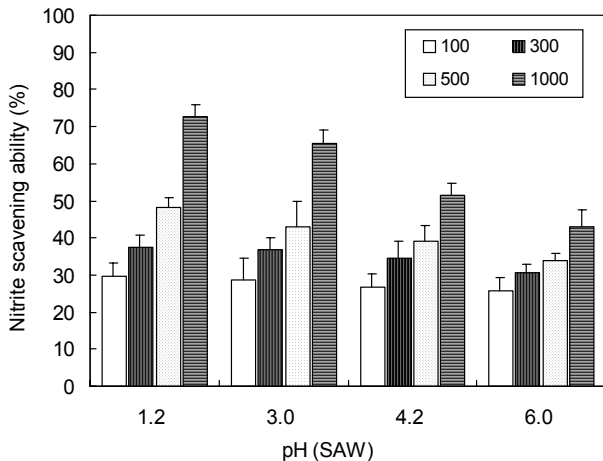


Fig. 3. Nitrite scavenging ability of *Sarcodon aspratus* water extracts at various pH. The results are mean ± SE.

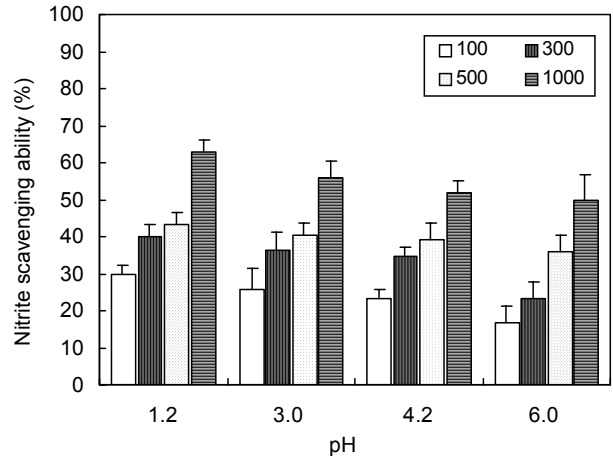


Fig. 4. Nitrite scavenging ability of *Sarcodon aspratus* ethanol extracts at various pH. The results are mean ± SE.

르추출물과 표고버섯 부탄올추출물의 아질산염 분해력이 68.3%, 68.2%로 나타나, 본 연구결과와 비슷한 수치를 나타내었다. 그러나 영지 및 양송이버섯 부탄올추출물의 아질산염 소거작용은 44.4%, 43.4%로 본 연구결과에 비해 낮은 수치를 나타내었다. 니트로사민의 전구물질인 아질산염과 아민이 식품 내에 존재하고 있으므로 이들을 함유하고 있는 식품을 동시에 섭취하였을 때 니트로사민의 생성가능성은 매우 높다. 그러므로 아질산염의 소거능이 우수한 능이버섯을 아질산염과 아민이 존재할 수 있는 생체식품 및 가공식품과 함께 섭취하도록 함으로써 니트로사민에 의한 암의 발생을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

SOD 유사활성

능이버섯의 에탄올추출물과 열수추출물의 농도에 따른 SOD 유사활성을 측정된 결과는 Fig. 5와 같았다. 능이버섯 열수추출물에서는 100 ppm에서 26.57%, 1,000 ppm에서 45.31%, 에탄올추출물에서는 100 ppm에서 38.72%, 1,000 ppm에서 68.67%로 나타나 능이버섯 에탄올추출물이 열수추출물보다 높게 나타났다. Lee 등(31)은 찌리의 에탄올추출물의 SOD 유사활성이 17.21~44.08%로 열수추출물 19.89~29.86%에 비해 높다고 보고해 본 연구결과와 같았다. 한과 김(32)은 국내에서 생산된 62종의 과일, 채소, 버섯의 SOD 유사활성을 측정된 결과, 과일에는 감과 키위가, 채소 중에서는 딸기, 마늘, 미나리, 상추, 브로콜리의 활성도가 높았으며, 버섯류는 일반적으로 SOD 유사활성이 높은 편이라고 하였다. 또한 수용성 화합물중에서는 ascorbic acid, ascorbic acid-6-palmitate, glutathione(reduced)이 활성이 높다고 하였다. 이러한 결과를 미루어 보아 천연물 중 ascorbic acid의 함량이 높은 것이 항산화효과, SOD 유사활성 및 nitrite 소거작용이 우수할 것으로 사료된다.

능이버섯 추출물의 항균활성

실험에 사용한 능이버섯 추출물로 6종류의 식중독세균에

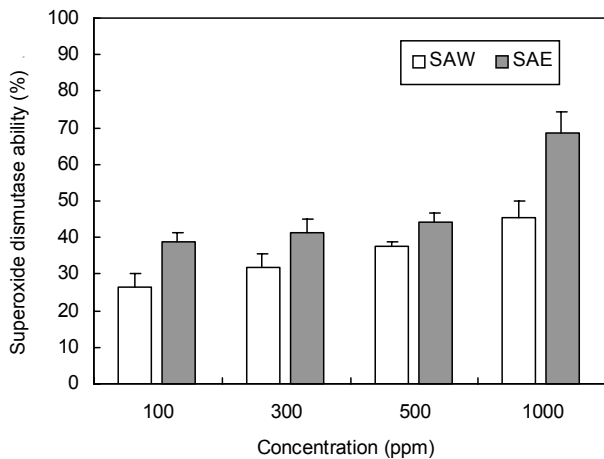


Fig. 5. Effects of *Sarcodon aspratus* extracts on the autoxidation of pyrogallol.
The results are mean ± SE.

대한 항균활성을 측정된 결과, 항균활성의 크기를 Table 1에 요약하였다. 능이버섯 추출물 중 열수추출물(SAW)은 양성 균인 *L. monocytogenes*와 *S. aureus*에 대하여 항균활성을 나타내었으며, 3%, 5% 농도에서 *L. monocytogenes*, *S. aureus*는 각각 9 mm, 10 mm의 저해환을 나타내었다. 에탄올추출물에서도 열수추출물과 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 에탄올추출물은 양성균인 *L. monocytogenes*와 *S. aureus*에 대하여 항균활성을 나타내었으며, 능이버섯 에탄올추출물(SAE)은 3%, 5% 농도에서 *L. monocytogenes*, *S. aureus*는 각각 10 mm, 12 mm의 저해환을 나타내었다. Turkoglu 등(33)은 *Laetiporus sulphureus* 버섯의 에탄올추출물의 항균활성을 측정된 결과, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus flavus*를 포함한 그람양성균에 대한 강한 항균성을 나타내었다고 보고하였다. 또한 Kim과 Shung(34)은 한입버섯의 에테르 및 물추출물이 *Bacillus subtilis*, *Sarcina*

Table 1. Antibacterial effects of *Sarcodon aspratus* extracts on the pathogenic bacteria

Extract	Concentration	Pathogenic bacteria					
		BS	LM	SA	EC	ST	SS
SAW	0%	- ¹⁾	-	-	-	-	-
	1%	-	-	-	-	-	-
	3%	-	9 ²⁾	9 ²⁾	-	-	-
	5%	-	10 ²⁾	10 ²⁾	-	-	-
SAE	0%	-	-	-	-	-	-
	1%	-	-	-	-	-	-
	3%	-	10 ²⁾	10 ²⁾	-	-	-
	5%	-	12 ²⁾	12 ²⁾	-	-	-

SAW: *Sarcodon aspratus* water extract.
SAE: *Sarcodon aspratus* ethanol extract.
BS: *Bacillus subtilis*. LM: *Listeria monocytogenes*.
SA: *Staphylococcus aureus*. EC: *Escherichia coli*.
ST: *Salmonella* Typhimurium. SS: *Shigella sonnei*.

¹⁾Not detected.

²⁾Inhibition zone diameter (mm).

lutea, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 및 *Pseudomonas aeruginosa*의 생육저해 효과를 보인다고 보고하였다. *S. aureus*는 내염성이 강하여 염지식품에서도 잘 생육하며, 반 건조식품 등과 같이 수분활성도가 낮은 식품뿐만 아니라 육, 유가공품 등 거의 모든 식품에서 식중독을 일으키는 대표적인 균이다. 능이버섯 추출물을 비롯한 식용버섯 추출물이 *S. aureus*를 효율적으로 억제할 수 있었다는 실험 결과로 볼 때, 식품에서 능이버섯 추출물 이용은 *S. aureus*에 의한 식중독사고를 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 능이버섯은 높은 항산화활성과 항균활성을 가지고 있는 것으로 확인되었으며, 능이버섯을 기능성식품 소재로 이용하기 위해서는 앞으로 *in vivo*상에서의 항산화 및 항암활성 그리고 감염성 질환을 비롯한 여러 질병을 유발할 수 있는 박테리아 및 균류에 대한 항균활성에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

본 연구는 식품, 약용, 유전자원 등 풍부한 가치를 가지고 있는 능이버섯에 대하여 기능성 식품의 개발타당성을 입증하기 위하여 능이버섯을 열수와 에탄올로 추출하고 생리활성효과를 측정하였다. 과산화물가(POV)는 항산화제로 사용되는 α -tocopherol과 BHT보다 능이버섯 에탄올추출물이 높은 항산화 작용을 나타내었다. 능이버섯 추출물의 전자공여능을 측정된 결과는 능이버섯 추출물의 농도에 비례하여 전자공여능이 증가하였으며, 열수추출물이 에탄올추출물보다 전자공여능이 높았다. 능이버섯 추출물의 pH에 따른 아질산염 분해능과 농도에 따른 아질산염 분해능을 조사한 결과 추출물의 농도가 증가할수록 아질산염 분해능이 증가하였고, 열수추출물이 에탄올추출물보다 분해작용이 좀 더 높게 나타났다. 능이버섯의 SOD 유사활성은 에탄올추출물이 열수추출물보다 높게 나타내었다. 추출물에 대한 항균활성은 6종류의 식중독세균 *Bacillus subtilis* KCTC 1659, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 13565, Gram 음성균인 *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Salmonella* Typhimurium ATCC 7988, *Shigella sonnei* KCTC 2009을 실험균주로 사용하였다. 능이버섯의 항균활성은 열수추출물과 에탄올추출물 모두 3%, 5% 농도에서 양성균인 *L. monocytogenes*와 *S. aureus*에 대하여 항균활성을 나타내었다.

문 헌

- Ames BN. 1970. Identification of environmental chemicals causing mutation and cancer. *Science* 204: 589-592.
- 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.

3. 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.
4. Tsuda T, Watanabw 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.
5. Ma SJ. 1983. Effects of the substances extracted from dried mushroom (*Lentinus edodes*) by several organic solvents on the stability of fat. *J Food Sci* 15: 150-154.
6. 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 dextrothyroxine on hormone and lipid metabolism in hypercholesterolemic rats I. Concentrations of triiodothyronine, thyroxine, blood sugar and lipid composition in serum. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 381-386.
7. Kim GJ, Kim HS, Chung SY. 1992. Effects of varied mushroom on lipid compositions in dietary hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 131-135.
8. Kariya K, Nakamura K, Nomoto K, Matama S, Saigenji K. 1992. Mimicking of superoxide dismutase activity by protein-bound polysaccharide of *Coriolus versicolor* QUEL, and oxidative stress relief for cancer patients. *Mol Biotechnol* 4: 40-46.
9. Matsuzawa T, Sano M, Tomita I, Saitoh H, Ikekawa T. 1997. Studies on antioxidants of *Hypsizigus marmoreus*. I. Effects of *Hypsizigus marmoreus* for antioxidants activities of mice plasma. *Yarugaru Zasshi* 117: 623-628.
10. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Kor J Food Sci Technol* 29: 432-436.
11. Kavanagh F, Hervey A, Robbins WJ. 1949. Antibiotic substances from basidiomycetes IV. *Marasmius conigenus*. *Proc Natl Acad Sci USA* 35: 343-351.
12. Takeuchi T, Iinuma H, Iwanaga J, Takahashi S, Takita T, Umezawa H. 1969. Coriolin, a new basidiomycetes antibiotic. *J Antibiotics* 22: 215-217.
13. Anke T, Oberwinkler F, Steglich W, Hofle G. 1977. The striatins-new antibiotics from the basidiomycete *Cyathus striatus* (Huds. ex Pers.) Willd. *J Antibiot* 30: 221-225.
14. Anke T, Hecht HJ, Schramm G, Steglich W. 1979. Antibiotics from basidiomycetes IX. Oudemansin, an antifungal antibiotic from *Oudemansiella mucida* (Schradler ex Fr.) Hoehnel (agaricales). *J Antibiot* 32: 1112-1117.
15. Umezawz H, Takeuchi T, Iinuma H, Ito M, Ishizuka M, Kurakata Y, Nakamura T, Obayashi A, Tanabe O. 1975. A new antibiotic, calvatic acid. *J Antibiot* 28: 87-90.
16. Stransky K, Semerdzieva M, Otmar M, Prochazka Z, Budesinsky M, Ubik K, Kohoutova J, Streinz L. 1992. Antifungal antibiotic from the mushroom *Agrocybe aegerita* (Brig) Sing. *Collect Czech Chem Commun* 57: 590-603.
17. Lauer U, Anke T. 1989. Antibiotics from Basidiomycetes XXXI. Aleurodisal: An antifungal sesterterpenoid from *Aleurodiscus mirabilis* (Berk. & Curt.) Hohn. *J Antibiot* 42: 875-889.
18. Hirose T, Kawai H, Hosogai Y. 1978. On the antioxidatives activities of crude drugs. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 25: 691-694.
19. Asakawa T, Matsushita S. 1980. A colorimetric micro-determination of peroxide value utilizing aluminium chloride as the catalyst. *Lipids* 15: 965-967.
20. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
21. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
22. Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
23. Kang YM, Kim S, Yun HJ, Nam SH. 2004. Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. *Korean J Food Sci Technol* 36: 648-654.
24. 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.
25. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
26. Kim JW, Moon BS, Park YM, Yoo NH, Ryou IJ, Chinh NT, Yoo ID, Kim JP. 2005. Structures and antioxidant activity of diketopiperazines isolated from the mushroom *Saccodon aspratus*. *J Koran Soc Appl Biol Chem* 48: 93-97.
27. Chi HY, Kim KH, Kong WS, Kim SI, Kim JA, Chung IM, Kim JT. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of *P. eryngii* spp. extracts. *Korean J Crop Sci* 50: 216-219.
28. Kim HJ, Bae JT, Lee JW, Hwang Bo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. *Korean J Food Preserv* 12: 80-85.
29. Kong WS, Kim SH, Park JS, Hahn SJ, Chung IM. 2004. Evaluation and selection of antioxidative activities of 80 collected and mated mushroom strains. *Food Sci Biotechnol* 13: 689-693.
30. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
31. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2005. Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.
32. 한대석, 김석중. 1994. SOD 유사활성물질과 기능성식품의 개발. *식품기술* 7: 41-49.
33. Turkoglu A, Duru ME, Mercan N, Kivra I, Gezer K. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chem* in press.
34. Kim BK, Shung KS. 1980. Studies on the constituents of the higher fungi of Korea. An antibiotic component of *Cryptoporus volvatus* (Pk.) Hubb. *Kor J Mycol* 8: 176.

(2006년 4월 3일 접수; 2006년 8월 22일 채택)