



Inhibitory activity against biological activities and antimicrobial activity against pathogenic bacteria of extracts from *Hericium erinaceus*

Myung-Uk Kim¹ · Eun-Ho Lee² · Hee-Young Jung³ · Seung-Yeol Lee³ · Young-Je Cho²

노루궁뎅이버섯 추출물의 생리활성 및 부패세균에 대한 항균효과

김명욱¹ · 이은호² · 정희영³ · 이승열³ · 조영제²

Received: 28 March 2019 / Accepted: 8 May 2019 / Published Online: 30 June 2019
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2019

Abstract The aim of this study is to investigate the biological activities of *Hericium erinaceus*. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity of *H. erinaceus* extract was higher than positive control. The inhibitory activities of xanthin oxidase, α -glucosidase, and hyaluronidase was measured as functional food activity, and inhibitory activities on collagenase, tyrosinase, and astringent effect as beauty food activity in water and ethanol extracts from *H. erinaceus*. In functional food activity, xanthin oxidase inhibitory activities at 50–200 μ g/mL phenolic concentration in ethanol extracts from *H. erinaceus* showed inhibitory activity in dose dependent manner. α -Glucosidase inhibitory activities at 50 μ g/mL phenolic concentration showed high activity of higher than 80%. Inhibitory activities on hyaluronidase as anti-inflammation factor showed inhibition effect in dose dependent manner both in water and ethanol extracts. In beauty food activity, Inhibitory activities on collagenase at 200 μ g/mL phenolic concentration in

water and ethanol extracts showed high activity to 65.09 and 58.38% dose dependently. Tyrosinase inhibitory activity in water extract showed 9.4–58.24%. Astringent activity as pore shrink effect in ethanol extracts also showed a very high activity of 18.94–100%. Antimicrobial activity on pathogenic bacteria was highly effective on *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Escherichia coli* at 2.5 mg/mL or above. Therefore, the extracts from *H. erinaceus* can be used as a functional food and beauty food resources and natural antimicrobial agent on pathogenic bacteria in food.

Keywords Antimicrobial activity · Biological enzyme · *Hericium erinaceus* · Inhibition · Pathogenic bacteria

서 론

국민소득 증가와 더불어 건강에 대한 관심이 고조되면서 약용 식품자원 등 친환경 기능성제품에 대한 수요가 증가하는 방향으로 식패턴이 변화되고 있다[1]. 한편, 건강에 대한 관심은 식패턴 뿐만 아니라 예방의학 및 질병 치료에도 영향을 주어 인체의 조절기능이 있는 기능성 식품에 대한 수요가 급격히 증가하고 있으며, 따라서 식품산업에 있어 기능성 식품 분야가 차지하는 비중이 급격히 증가하고 있는 추세이고 앞으로의 발전 가능성이 무한하다고 할 수 있겠다. 현재 건강관련 식품소재의 연간 수입액이 1600억원에 달하는 실정에서 천연 자원의 특성을 최대한 부각시킨 기능성소재 및 식품이 개발된다면 원료의 효율적 이용과 경제성이 높아질 것으로 기대된다[2-4]. 이와같은 사회적 경향에 맞추어 식품소비자들이 건강에 대한 관심이

Young-Je Cho (✉)
E-mail: yjcho@knu.ac.kr

¹Gyeongbuk institute for marine bio-industry, 688-3, Hujeong-ri, Jukbyeon, Ulsin, Gyeongbuk 36315, Republic of Korea

²School of Food science & Biotechnology, Kyungpook National University, 80 University Street, Bukgu, Daegu 41566, Republic of Korea

³School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, 80 University Street, Bukgu, Daegu 41566, Republic of Korea

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증가됨으로 인해 한국농촌경제연구원 등에서 약용자원으로 분류되는 버섯에 대한 소비 및 활용 의향이 확대될 것으로 전망하고 있으며, 그중 노루궁뎅이버섯의 경우 그 기능이 밝혀지기 시작함에 따라 소비량이 늘어나게 되었으나 민간에서도 단순가공의 차로 섭취하는 등 가공방법 등을 포함한 다양한 연구가 미흡한 실정으로 원료에 적합한 공정과 기술의 적용이 필요하게 되었다[5-10].

노루궁뎅이버섯은 학명은 *Hericium erinaceum*이며, 담자균류, 민주름버섯목(*Aphyllophorales*), 턱수염버섯과(*Hydnaceae*), 산호침버섯속(*Hericium*)에 속한다[11]. 분포지역으로는 한국을 비롯하여, 동아시아, 유럽, 북미에 분포하고 있으며, 최근 국내에서도 인공재배가 되고 있는 버섯이다. 노루궁뎅이버섯의 영양학적 성분은 당질과 단백질을 주성분으로 하고, 무기질이 많으며, 지방함량이 적다[12-14]. 노루궁뎅이버섯은 오래 전부터 식용 및 약용으로 이용되어 왔으며 가을철 활엽수의 고목이나 생목에서 발생하는 버섯으로 중국에는 후두버섯이라고 칭하고 있다. 노루궁뎅이버섯의 약리작용으로는 항암 및 면역기능을 증강시키며 만성위염, 신체허약 등에 효능이 있다고 알려지고 있으며, 노루궁뎅이버섯의 항암효과를 가진 성분을 포함하여 여러 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 것으로 보고되고 있다[15]. 그 이외에 항종양예방, 면역력증강, 생체항상성, 항균작용, 신체리듬의 조절, 질병회복, 콜레스테롤 저하, 노인성질환개선, 항혈전, 혈압강하, 혈당강하 등, 많은 기능성을 함유하고 있다고 보고되어왔고 중국에서는 식용뿐만 아닌 약용으로도 많이 이용한다고 보고하였다[16,17]. 또한 식품의 산화를 방지하기 위하여 지금까지 수많은 항산화 물질들이 개발되고 이용되어 왔는데, 합성 항산화제인 BHT 등은 가격이 저렴하고 우수한 항산화력을 나타내는 반면 과잉 섭취 시 독성이 우려되어 사용이 기피되고 있기 때문에 화학적 합성 첨가물에 대한 일반인들의 안전성에 대한 우려가 높아지고 있어 우수한 항산화 활성을 가지는 천연물을 이용하여 항산화제 개발에 대한 연구에 집중되고 있어[18], 버섯에 함유되어 있는 항산화 성분도 천연항산화제로의 개발을 위한 우수한 자원으로 활용될 수 있다.

본 연구에서는 노루궁뎅이버섯의 추출물을 제조한 후 총 페놀성 성분의 함량 및 항산화, 항당뇨, 항염증 및 통풍억제 등의 건강기능성 식품활성과 미백, 주름개선 및 모공축소 효과 등의 화장품 활성 등을 검토하고, 식품부패유발미생물에 대한 항균활성을 측정하여 기능성 식품 소재를 개발하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 노루궁뎅이버섯은 경북 울진군 K 표고버섯농장에서 제공 받아 동결건조한 후 분쇄기로 분말화하여 -70 °C deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다.

추출물의 제조

노루궁뎅이버섯 분쇄시료 100 g에 10배의 물 또는 60% ethanol을 가한 후 24시간 동안 2회 반복 추출하였다. 각 추출물은 여과지(Whatman No. 3, Maidstone, England)로 여과한 후 회전

진공농축기로 농축하고, 각 농축물은 동결건조하여 분말화 시킨 후 추출동결건조물로 사용하였으며, 페놀성 성분 시료는 노루궁뎅이버섯 추출물에 함유된 페놀성 성분의 함량을 측정 후, 50-200 µg/mL의 농도로 조절하여 실험에 이용하였다.

총 페놀성 성분 함량 측정

총 페놀성 성분 정량은 Folin과 Denis의 방법[19]에 준하여 추출물 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 5 mL를 첨가하고 1 N Folin-ciocalteu reagent 0.5 mL를 잘 섞어 5분간 방치한 후 Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 725 nm에서 흡광도를 1시간 이내에 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로부터 양을 환산하였다.

항산화효과 측정(DPPH radical 소거활성)

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical에 대한 소거활성은 Blois의 방법[20]에 준하여 측정하였다. 반응구는 노루궁뎅이버섯으로부터 추출한 페놀성 성분 함량을 50-200 µg/mL의 농도로 조절하여 실험에 이용하였다. 즉, 각 시료 1 mL에 60 µM DPPH 3 mL를 넣고 vortex한 후 실온에서 15분 동안 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH radical 소거활성은 시료 용액의 반응구와 대조구의 흡광도 차이로 계산하여 나타내었다.

Xanthine oxidase (XOase) 저해효과

XOase 저해효과는 Stirpe와 Corte의 방법[21]에 준하여, 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5)에 녹인 기질액 2 mM xanthine 3 mL에 효소(0.05 U/0.1 mL) 0.1 mL와 시료 0.3 mL를 넣고 대조구에는 시료 대신 증류수를 0.3 mL 첨가하여 37 °C에서 5분간 반응시키고 종료시약으로 20% TCA 1 mL를 가한 후 반응액을 원심분리하여 단백질을 제거하고, 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하였다.

α-Glucosidase 저해효과

α-Glucosidase 저해효과는 Tibbot과 Skadsen의 방법[22]에 준하여, 50 mM sodium succinate buffer (pH 6.8)에 p-nitrophenol-α-D-glucopyranoside (PNPG)를 용해시켜 1 mg/mL의 농도로 기질을 만들고, 기질 1 mL와 효소액 0.1 mL를 혼합하고 대조구에는 증류수 0.1 mL, 반응구에는 200 µg/mL 농도의 시료 0.1 mL를 넣어 37 °C에서 30분간 반응시킨 후 1 N NaOH 0.1 mL를 첨가하여 발색시켜 400 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Hyaluronidase (HAase) 저해효과

HAase 저해효과는 Dorfman와 Ott의 방법[23]에 준하여, sodium-hyaluronic acid (HA)로부터 형성된 N-acetyl-glucosamine을 glucoxazoline 유도체로 변형시킨 후 p-dimethylaminobenzaldehyde로 발색시켜 흡광도 600 nm에서 측정하였다.

Collagenase 저해효과

Collagenase 저해효과는 Wunsch와 Heidrich의 방법[24]에 준하여, 0.1 M Tris-HCl buffer (pH 7.5)에 4 mM CaCl₂를 첨가하여 4-phenylazobenzoyloxycarbonyl-Pro-Leu-Gly-Pro-D-Arg (0.3 mg/mL)를 녹인 기질액 0.25 mL와 50-200 µg/mL phenolic compounds

농도의 각 시료 용액 0.1 mL의 혼합액에 0.2 mg/mL collagenase (Sigma-Aldrich Co. St. Louis, MO, USA) 0.15 mL를 첨가하여 실온에서 20분간 방치한 후 6% citric acid 0.5 mL를 넣어 반응을 정지시킨 다음, ethyl acetate 2 mL를 첨가하고 320 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Tyrosinase 저해효과

Tyrosinase 저해효과는 Hearing의 방법[25]에 준하여, 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 6.8) 2.3 mL와 기질액 1.5 mM L-tyrosine 용액 0.4 mL의 혼합액에 250 U/mL mushroom tyrosinase (Sigma-Aldrich Co.) 0.1 mL와 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도의 각각의 시료 0.2 mL를 넣고 대조구에는 시료 대신 증류수를 0.2 mL를 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 다음, 475 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Astringent 효과

Astringent 활성측정은 Lee 등[26]의 방법에 따라 측정하였다. 피부 단백질과 유사한 혈액 단백질(hemoglobin)을 사용하여, 원심분리관 용기에 각각의 시료용액과 헤모글로빈 용액(Sigma-Aldrich Co, Louis, MO, USA)을 1:1로 넣어서 진탕 혼합한 다음 1,500 rpm에서 3분간 원심분리 후 576 nm에서 흡광도를 측정하였다. Astringent 활성은 (1-시료첨가군의 흡광도/대조구의 흡광도)×100으로 나타내었다.

항균활성 측정

항균활성 측정용 균주는 *Listeria monocytogenes* KCTC 3569, *Staphylococcus aureus* KCCM 12255, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541, *Bacillus cereus* ATCC 21366, *Bacillus megaterium* ATCC 14581, *Escherichia coli* ATCC 11775, *Salmonella enteritidis* KCTC 12400, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802를 사용하였으며, 분리균주의 항균활성은 paper disc method에 의한 clear zone의 생성 유무로 측정하였다[27].

통계처리

실험 결과는 3번 이상 반복하여 측정한 후 평균값으로 나타내었으며, 실험결과와 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan's multiple range test를 이용하여 평균값간의 유의성 검정(p<0.05)을 하였다.

결과 및 고찰

노루궁뎅이버섯 추출물의 총 페놀성 성분 함량 측정

식물성 식품 속에 함유되어 있는 많은 생리활성 물질 중 폴리페놀 물질이 가장 많이 함유되어 있으며, 또한 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있고, 플라보노이드는 식물에 의해 합성된 페놀성 성분의 가장 큰 부류이며, 효과적인 free radical scavenger로서 항산화 효과를 가진다[28]. 노루궁뎅이버섯 추출물의 총 페놀성 성분 함량을 측정된 결과는 Table 1에서와 같이 물 추출물은 0.349±0.004 mg/sample g이었고, 에탄올 추출물은 0.258±0.012 mg/sample g을 나타내었다.

Table 1 Comparison of total phenolic contents in extract from *Hericium erinaceum*

Sample	Total phenolic content (mg/sample g)	
	Water extract	Ethanol extract
<i>Hericium erinaceum</i>	0.349±0.004 ¹⁾	0.258±0.012

¹⁾GAE: Gallic acid equivalents, ²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations

노루궁뎅이버섯 추출물의 추출동결건조물과 노루궁뎅이버섯에 함유된 페놀성 성분의 생리활성 비교

노루궁뎅이버섯의 추출동결건조물과 페놀성 성분의 생리활성 효능을 비교를 위해 DPPH radical을 측정된 결과 Fig. 1에서와 같이 노루궁뎅이버섯 water, ethanol 추출물의 150 µg/mL 농도의 추출동결건조물에서는 각각 3.32, 4.54%의 DPPH radical 소거활성을 나타내었으나, 150 µg/mL 페놀성 성분 농도에서 각각 69.44, 91.34%의 DPPH radical 소거활성을 나타내어 노루궁뎅이버섯의 생리활성은 버섯에 함유된 페놀성 성분에 의해 활성이 지배되는 것으로 확인되었다. 따라서 노루궁뎅이버섯의 페놀성 성분이 생리활성에 직접적으로 관여한다고 판단되어, 노루궁뎅이버섯의 페놀성 성분을 기준으로 기능성 화합물활성 및 건강기능성 식품활성을 검토하였다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 항산화효과

항산화물질은 세포내에서 free radical이 DNA를 공격하거나, 지질을 산화시키기 전에 그들을 중화시켜 식품의 변질을 방지하고 인체에서의 노화 방지, 성인병 예방 등의 기능을 할 수 있는 물질로 알려져 있으며[29]. 체내 유해물질과 반응하여 활성산소에 의한 연쇄반응을 막아 주어 세포를 보호하는 역할을 수행한다[30]. 노루궁뎅이버섯의 항산화력은 페놀성 성분 농도 기준으로 측정하였으며, 실험은 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도 범위에서 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과 Fig. 2에서와 같이 노루궁뎅이버섯은 농도 의존적으로 DPPH radical 소거활성이 있는 것으로 나타났으며, positive control로 사용한 BHT보다 더 높은 항산화력을 나타내었다. 따라서 노루궁뎅이버섯 추출물은 높은 항산화 활성을 가짐으로 인해 항노화를 위한 기능성 소재로 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 XOase 저해효과

통풍은 대표적인 대사질환 중 하나로 미국에서는 가장 흔한 염증성 관절염으로 알려져 있으며, 퓨린 대사의 최종산물인 요산(uric acid)이 몸 밖으로 빠져나가지 못하고 혈액을 통해 관절에 축적되어 염증성 질환인 관절염과 통증을 동반하는 질환이다[31]. XOase는 purine 대사에 관여하는 효소로 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 요산을 생성시키는 것으로 알려져 있다. 노루궁뎅이버섯의 통풍 억제효과 확인을 위해 XOase 저해효과를 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과는 Fig. 3-A에서와 같이 노루궁뎅이버섯 ethanol 추출물 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 농도의존적으로 28.1-100%의 매우 높은 XOase 저해효과를 나타내었으며, 통풍치료제로 알려진 대조구 allopurinol보다 더 우수한 XOase 저해효과를 나타내었다. 물 추출물에서 XOase 저해효과가 나타나지 않은 것은 각 추출물에

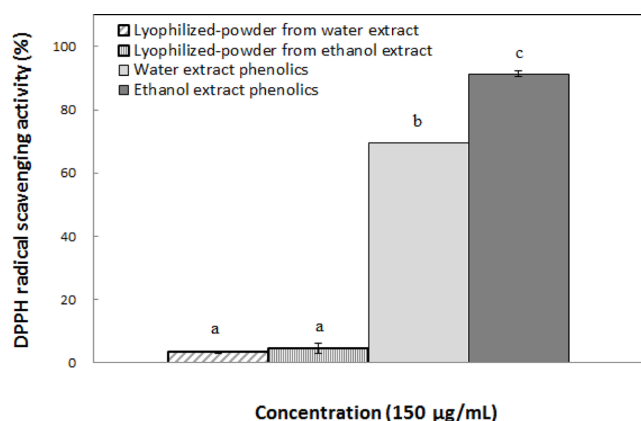


Fig. 1 The antioxidant activity of the lyophilized-powder from extracts and the phenolics from *Hericium erinaceum*. Values are mean±SD of triplicate determinations. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test

함유되어 있는 페놀성 성분의 profile이 다르기 때문에 추측하였고[32], 향후 이와 관련된 연구가 진행되어야 할 것으로 사료되었다. 따라서 통풍 및 관절염 개선 효능을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 α -glucosidase 저해효과

α -Glucosidase는 소장의 brush-border membrane에 존재하는 소화효소로서 이당류나 다당류 형태의 탄수화물이 소화 흡수되기 위한 상태인 단당류로 가수분해하는 역할을 한다[33]. α -Glucosidase 저해제는 탄수화물이 소화되는 과정에서 polysaccharided의 α -결합의 분해를 저해함으로써 α -glucose의 생성을 억제하여 혈당상승 조절을 통해 당뇨병에 도움을 줄 수 있다고 알려져 있다[34]. 노루궁뎅이버섯이 당뇨 억제효과를 나타내는 지 확인하기 위해 α -glucosidase 저해활성을 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과, Fig. 3-B에서와 같이 노루궁뎅이버섯 ethanol 추출물 50 µg/mL 페놀성 성분 농도에서 82.8%의 매우 높은 저해효과를 나타내었으며, α -glucosidase 저해효과로 인해 Type-2의 항당뇨에 효능이 있을 것으로 판단되었다. 물 추출물에서 α -glucosidase 저해효과가 나타나지 않은 것은 각 추출물에 함유되어 있는 페놀성 성분의 profile이 다르기 때문에 추측하였고[32], 향후 이와 관련된 연구도 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 HAase 저해효과

염증반응은 외부 자극에 대한 생체조직의 방어반응의 하나로서 활성화된 면역세포에 의해 일어나는 일련의 면역반응이다. 염증 형성의 중요 요소인 macrophage의 phagocytic ability는 고분자 다당인 HA에 의해 저해되지만, 저분자 HA는 inflammation, fibrosis collagen deposition을 증가시키는 것으로 알려져 있다 [35]. 따라서 HA 분해효소인 HAase의 활성을 억제함으로써 HA의 고분자 형태를 유지시켜 항염증 효과를 기대할 수 있다. 항염증 효과 확인을 위해 HAase 저해활성을 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과는 Fig. 3-C에서와 같이 노루궁뎅이버섯 물 추출물의 50-200 µg/mL 페놀성 성분 전 농도구간에서 19.8-

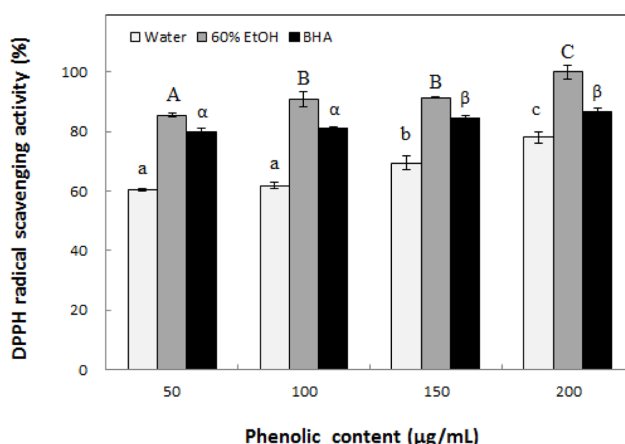


Fig. 2 The DPPH radical scavenge activity of the water and the ethanol extracts from *Hericium erinaceum*. Values are mean±SD of triplicate determinations. Means with different letters (a-c), (A-C), (α - δ) above the bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test

47.3%의 저해효과를 나타내었고, ethanol 추출물 역시 전 농도 구간에서 25.0-60.3%의 HAase 저해효과를 나타내었다. 따라서 노루궁뎅이버섯은 우수한 항염증 효능을 나타내는 것이 확인되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 collagenase 저해효과

피부의 섬유아세포에서 생성되는 collagen은 세포 외 기질 (extracellular matrix)의 주요 구성성분으로 견고한 3중 나선구조를 가지고 있는 단백질로 피부, 건(tendon), 뼈 및 치아의 유기 물질의 대부분을 형성한다. 이러한 collagen은 자외선 조사에 의한 광노화와 collagenase에 의한 분해에 의해 감소하게 되고, collagen의 감소는 피부의 주름 형성과 밀접한 연관이 있다 [36]. 주름개선 효과를 확인하기 위해 collagenase 저해활성을 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과 Fig. 4A에서와 같이 노루궁뎅이버섯 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 물 추출물이 13.7-65.1%, ethanol 추출물이 4.9-58.3%의 collagenase 저해 효과를 나타내었다. 시중에 판매되는 기능성 화장품에 주름개선제로 사용되고 있는 collagenase 저해물질로 알려진 epigallocatechin-gallate (EGCG)에 비해 효능이 다소 낮은 결과를 나타내었으나, 처리 용량을 높인다면 EGCG에 필적하는 효과를 나타낼 수 있을 것이라 판단되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 tyrosinase 저해효과

Tyrosinase는 L-tyrosine에 작용하여 3,4-dihydroxy phenylalanine를 거쳐 L-dopaquinone으로 전환되면서 최종적으로 멜라닌 형성에 관여하는 pathway에서 반응을 촉진하는 key enzyme으로 작용한다[37,38]. 따라서 tyrosinase는 melanin 생합성 과정의 핵심 효소로 tyrosinase 저해제는 피부의 melanin 색소 생성을 조절할 수 있는 물질로 사용할 수 있다. 따라서 미백효과 확인을 위해 노루궁뎅이버섯 추출물의 tyrosinase 저해활성을 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과, Fig. 4-B에서와 같이 노루궁뎅이버섯 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 물 추출물이 8.9-58.2%의 저해효과를 ethanol 추출물이 9.4-16.8%의 tyrosinase

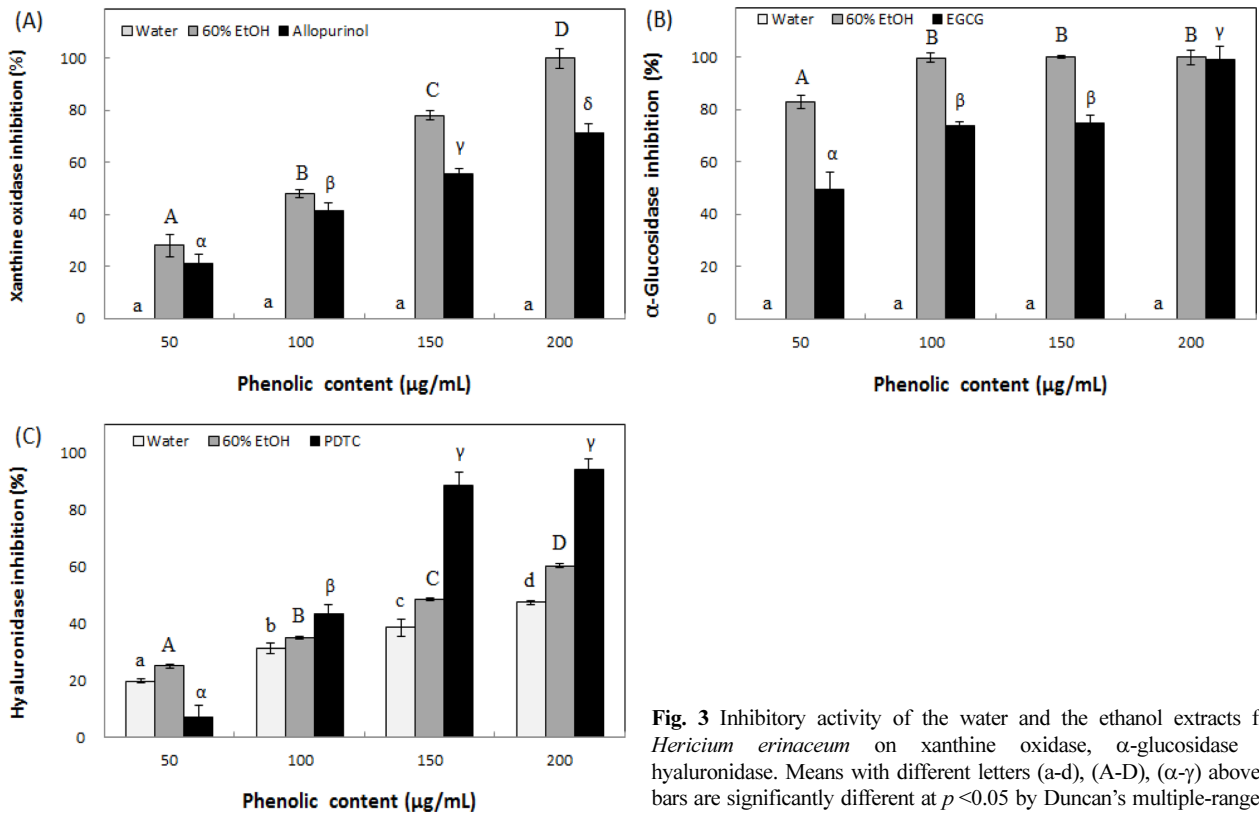


Fig. 3 Inhibitory activity of the water and the ethanol extracts from *Hericium erinaceum* on xanthine oxidase, α-glucosidase and hyaluronidase. Means with different letters (a-d), (A-D), (α-γ) above the bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test

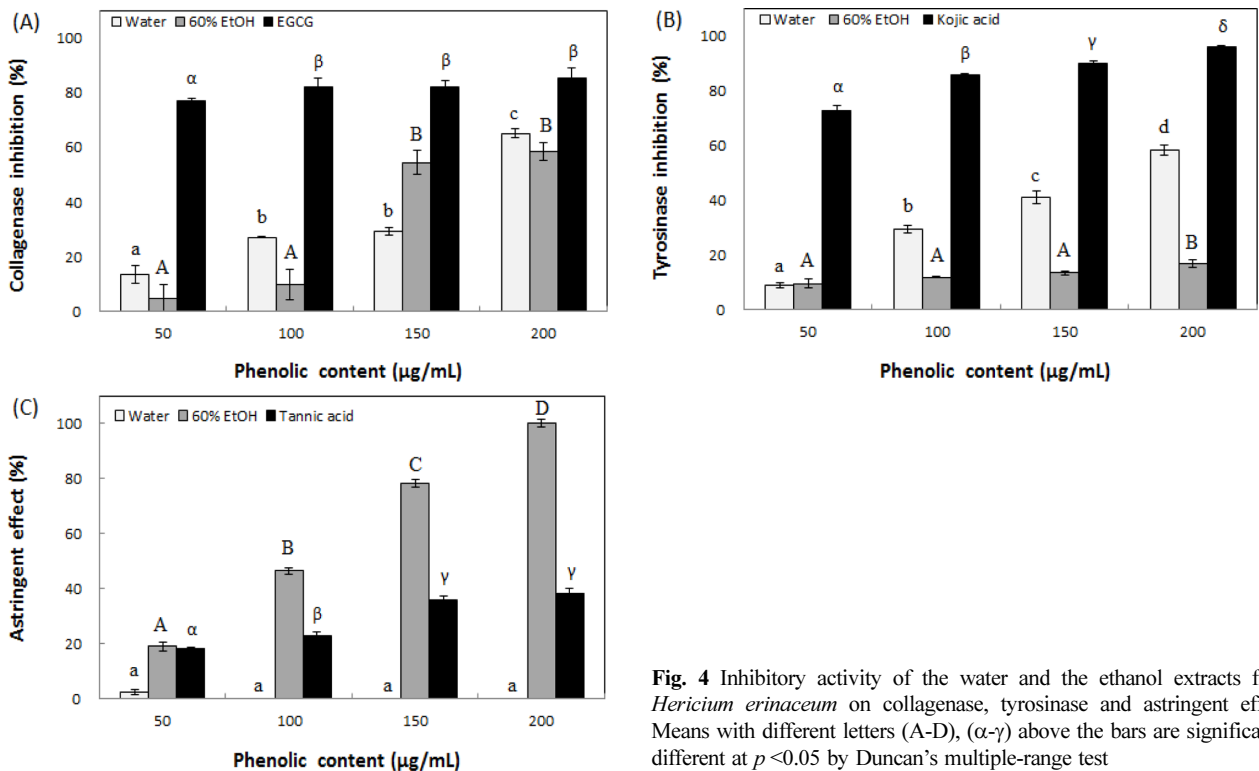


Fig. 4 Inhibitory activity of the water and the ethanol extracts from *Hericium erinaceum* on collagenase, tyrosinase and astringent effect. Means with different letters (A-D), (α-γ) above the bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test

Table 2 Antibacterial activity of ethanol extracts from *Hericium erinaceum* against pathogenic bacteria

Sample ¹⁾	Phenolic concentration (mg/mL)	Pathogens ¹⁾							
		A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Hericium erinaceum</i>	1	- ²⁾	-	-	-	-	-	+	-
	2.5	-	+	-	-	-	+	+	+
	5	+	+	-	-	+	+	+	+
	10	+	+	-	-	+	+	+	+

¹⁾A: *Listeria monocytogenes*, B: *Staphylococcus aureus*, C: *Bacillus cereus*, D: *Bacillus megaterium*, E: *Pseudomonas fluorescens*, F: *Salmonella enteritidis*, G: *Vibrio parahaemolyticus*, H: *Escherichia coli*

²⁾+: positive, -: negative

저해효과를 나타내었다. 이러한 결과는 노루궁뎅이버섯 추출물이 미백효과를 나타내는 기능성 화장품 원료로 사용이 가능하다는 결과를 제시하는 것으로 미용산업에 적용하기 위한 자료로 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 astringent 효과

수렴효과는 피부 단백질이 고분자 페놀성 물질과 결합하여 가교결합을 형성하여 피부가 수축되는 현상으로 수렴제는 피부와 점막 혈관 등을 수축시키는 작용이 있고, 세포간극 및 림프관극을 가로막아 점액의 분비를 억제시키는 효과가 있어 피부의 모공을 수축하게 된다[39]. 모공 수축 효과를 확인하기 위해 astringent 효과를 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과 Fig. 4-C에서와 같이 노루궁뎅이버섯 ethanol 추출물 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 18.9-100.0%의 농도의존적인 수렴효과를 나타내었으며, 수렴제로 잘 알려진 대조구 tannic acid 보다 우수한 매우 높은 효능을 보여주었다. 따라서 노루궁뎅이버섯 ethanol 추출물의 우수한 모공수축 효과에 의한 피부 정돈효과 및 머리 모공축소 효과에 의한 탈모 방지 효능도 기대할 수 있었다.

노루궁뎅이버섯 추출물의 식품부패유발미생물에 대한 항균활성

노루궁뎅이버섯 에탄올추출물의 식품부패유발미생물에 대한 항균활성을 페놀성 성분 농도 기준으로 측정된 결과는 Table 2에서와 같이 노루궁뎅이버섯 에탄올추출물은 *Vibrio parahaemolyticus*에 대해서는 1.0 mg/mL의 농도에서, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* 및 *Escherichia coli*에 대해서는 2.5 mg/mL의 농도에서, *Listeria monocytogenes*와 *Pseudomonas fluorescens*에 대해서는 5.0 mg/mL의 농도에서 항균활성을 나타내었다. 또한 *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium* 등에 대해서는 항균효과를 나타내지 않았다. 이러한 결과로 노루궁뎅이버섯 추출물은 식품부패유발미생물에 대해 우수한 항균활성을 나타냄에 따라 천연 방부제로 활용이 가능하리라 판단되었다.

초 록

노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceum*) 추출물의 총 페놀성 성분 함량은 물 추출물은 0.349±0.004 mg/sample g⁻¹이었고, 에탄올 추출물은 0.258±0.012 mg/sample g⁻¹을 나타내었다. 노루궁뎅이버섯은 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거활성이 있는 것으로 나타났으며, positive control로 사용한 BHA 보다 더 높은 항산화

력을 나타내었다. 기능성식품활성에서 노루궁뎅이버섯 에탄올추출물은 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 농도 의존적으로 xanthine oxidase 저해효과를 나타내었으며, α-glucosidase 저해 활성은 50 µg/mL 페놀성 성분 농도에서 80% 이상의 높은 저해활성을 나타내었다. 항염증인자로 hyaluronidase 저해활성은 물과 에탄올 추출물 모두 농도의존적으로 저해효과를 나타내었다. 기능성 미용식품활성에서 노루궁뎅이버섯 에탄올추출물의 collagenase 저해활성은 200 µg/mL 페놀성 성분 농도에서 물과 에탄올 추출물에서 각각 65.09%와 58.38%의 높은 저해활성을 나타내었고, tyrosinase 저해활성을 측정된 결과, 물 추출물에서 9.4-58.24%의 농도의존적인 저해효과를 나타내었다. 또한 노루궁뎅이버섯 ethanol 추출물 50-200 µg/mL 페놀성 성분 농도구간에서 18.94-100%의 우수한 모공수축 효과가 확인되었다. 식품부패유발미생물에 대한 항균활성을 측정된 결과, 노루궁뎅이버섯 추출물은 2.5 mg/mL 이상의 농도에서 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Escherichia coli*에 대한 높은 항균활성을 나타내었다. 따라서 노루궁뎅이버섯은 건강기능성 식품 및 미용식품원료로 활용이 가능하며 부패균에 대한 천연방부제로 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

Keywords 노루궁뎅이버섯 · 부패균 · 생리활성효소 · 억제효과 · 항균효과

References

- Huang MT, Ho CT, Lee CY (1992) *Phenolic compounds in food and their effects on health*. ACS publisher, p.48-52, Washington, DC, USA
- Kim JS, Oh CH, Jeon H, Lee KS, Ma SY (2002) Immunoregulatory property of fruit-extracts of *Cornus kousa* Burg. Kor J Med Crop Sci 10: 327–332
- Kim KB, Jo BS, Park HJ, Park KT, An BJ, Ahn DH, Kim MU, Chae JW, Cho YJ (2012) Healthy functional food properties of phenolic compounds isolated from *Ulmus pumilia*. Kor J Food Preserv 19: 909–918
- Son CY, Beak IH, Song GY, Kang JS, Kwon KI (2009) Pharmacological effect of decursin and decursinol angelate from *Angelica gigas* Nakai. Yakhak Hoeji 53: 303–313
- Choi JH, HA TM, Kim YH, Rho YD (1996) Studies on the main factors affecting the mycelial growth of *Phellinus linteus*. Kor J Mycol 24: 214–222
- Tsukagoshi S, Ohashi F (1974) Protein-bound polysaccharide preparation, PS-K, effective against mouse sarcoma-180 and rat ascites

- hepatoma AH-13 by oral use. *Gann* 65: 557–558
7. Kang MG, Bolormaa Z, Lee JS, Seo GS, Lee JS (2011) Antihypertensive activity and anti-gout activity of mushroom *Sarcodon aspratus*. *Kor J Mycol* 39: 53–56
 8. Hyun KW, Jeong SC, Lee DH, Park JS, Lee JS (2006) Isolation and characterization of a noble platelet aggregation inhibitory peptide from the medicinal mushroom, *Inonotus obliquus*. *Peptides* 27: 1173–1178
 9. Shin HH, Choi HS (1998) Purification and partial characterization of a metalloprotease in *Flammulina velutipes*. *J Microbiol* 36: 20–25
 10. Kim JH, Kim YS (2001) Characterization of a metalloenzyme from a wild mushroom, *Tricholoma saponaceum*. *Biosci Biotech Biochem* 65: 356–362
 11. Kawagishi T, Shimada A, Hosokawa S, Mori H, Okamoto K, Sakamoto H, Ishiguro Y, Sakemi S, Bordner J, Kojima N, Furukawa S (1996) Erinacines E, F and G, stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mycelia of *Hericum erinaceus*. *Tetrahedron Lett* 37: 7399–7402
 12. Park WH, Lee HD (1999) An illustrated guide book of colorful Korean medicinal mushroom, p. 442–443, Gyohaksa, Korea
 13. Yearul KA, Shuichi K (1989) Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rat. *J Nutr Sci Vitaminol* 35: 91–96
 14. Yanmaguchi M, Yearul KA (1987) Effect of shitake and maitake mushroom on blood pressure and plasma lipids of spontaneously hypertensive rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 33: 341–345
 15. Mizuno T, Wasa T, Ito H, Suzuki C, Ukai N (1992) Antitumor active polysaccharides isolated from the fruiting body of *Hericum erinaceus*: an edible and medicinal mushroom called Yamabushitake or Houtou. *Biosci Biotech Biochem* 56: 347–348
 16. Ryu SR, Lee WY, Ka KH (2009) Comparative study on the sawdust cultivation and the antioxidant of *Hericum spp.* *Kor J Mycol* 37: 80–85
 17. Kawagishi H, Shimada A, Hosokawa S, Mori H, Sakamoto H, Ishiguro Y, Sakemi S, Bordner J, Kojima N, Furukawa S (1996) Erinacines E, F and G stimulator of nerve growth factor (NGF)-synthesis from the mycelia of *Hericum erinaceus*. *Tetrahedron Letters* 37: 7399–7402
 18. Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ (2006) Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35: 7–14
 19. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239–243
 20. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199–1200
 21. Stirpe F, della Corte E (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855–3863
 22. Tibbot BK, Skadsen RW (1996) Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α -glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30: 229–241
 23. Dorfman A, Ott ML (1948) A turbidimetric method for the assay of hyaluronidase. *J Biol Chem* 172: 367–375
 24. Wunsch E, Heidrich HG (1963) Zur quantitativen bestimmung der kollagenase. *Hoppe-Seyler'sche Physiol Chem* 333: 149–151
 25. Hearing VJ Jr (1987) Mammalian monophenol monooxygenase (tyrosinase): purification, properties, and reactions catalyzed. *Methods Enzymol* 142: 154–165
 26. Lee JT, Jeong YS, An BJ (2002) Physiological activity of *Salicornia herbacea* and its application for cosmetic materials. *Kor J Herb* 17: 51–60
 27. Davidson PM, Parish ME (1989) Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol* 43: 148–155
 28. Choi HS, Kim MG, Shin JJ, Pack JM, Lee JS (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 32: 723–727
 29. Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-Baroty GSA (1989) Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *J Am Oil Chem Soc* 66: 792–799
 30. Frei B (1994) Natural antioxidants in human health and disease. Academic Press Publisher, p 40–55, Cambridge, Massachusetts, USA
 31. Baker JF, Schumacher HR (2010) Update on gout and hyperuricemia. *Int J Clin Pract* 64: 371–377
 32. Lee EH, Park HJ, Kim NH, Hong EJ, Park MJ, Lee SH, Kim MU, An BJ, Cho YJ (2016) Biological activities of Aster scaber extracts. *Kor J Food Preserv* 23: 393–401
 33. Hanefeld M (1998) The role of acarbose in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Diabetes Complications* 12: 228–237
 34. McDougall GJ, Stewart D (2005) The inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *Bio Factors* 23: 189–195
 35. Ghosh P (1994) The role of hyaluronic acid in health and disease: interactions with cells, cartilage and components of synovial fluid. *Clin Exp Rheumatol* 12: 75–82
 36. Giacomoni PU, Rein G (2001) Factors of skin ageing share common mechanism. *Biogerontol* 2: 219–229
 37. No JK, Soung DY, Kim YJ, Shim KH, Jun YS, Rhee SH, Yokozawa T, Chung HY (1999) Inhibition of tyrosinase by green tea components. *Life Sci* 65: PL241–246
 38. Hamilton AJ, Gomez BL (2002) Melanins in fungal pathogens. *J Med Microbiol* 51: 189–191
 39. Tsuji N, Moriwaki S, Suzuki Y, Takema Y, Imokawa G (2001) The role of elastases secreted by fibroblast in wrinkle formation: implication through selective inhibition of elastase activity. *Photochem Photobiol* 74: 283–290