

아귀버섯(*Pleurotus ferulea*) 추출물의 생리활성 탐색

홍기형^{1*} · 김병용² · 김혜경³

¹식품의약품안전청 식품첨가물과

²경희대학교 식품공학과

³한서대학교 식품생물공학과

Studies on the Biological Activity of *Pleurotus ferulea*

Ki-Hyoung Hong^{1*}, Byung-Yong Kim² and Hye-Kyung Kim³

¹Food Additives Division, Korea Food and Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, KyungHee University, Gyeonggi 449-701, Korea

³Dept. of Food and Biotechnology, Hanseo University, Chungnam 356-706, Korea

Abstract

This study was performed to screen the biological activities of *Pleurotus ferulea* (K5 and K8 strains). The cap of K5 strain is well developed than stalk, and vice versa in K8. The ethanol extract of *Pleurotus ferulea* exhibited significant free radical scavenging activity (35~36%), suggesting possible effect on many degenerative diseases originated from the reaction of oxygen species. Acetylcholinesterase inhibitor is proven to be the most effective factor for Alzheimer disease induction, and ethanol extract of *Pleurotus ferulea* significantly inhibited acetylcholinesterase activity (25~35%) *in vitro*. Moreover, ethanol extract of *Pleurotus ferulea* suppressed liver fibrosis by 3~12% *in vitro*. However, *Pleurotus ferulea* failed to inhibit glucose uptake in human intestinal cell line. Viability of gastric and colon cancer cells was also not affected by *Pleurotus ferulea* extract. In conclusion, *Pleurotus ferulea* exhibited significant effect on free radical scavenging, acetylcholinesterase inhibitor and brain cell protection. However, *Pleurotus ferulea* failed to affect glucose uptake, and cytotoxicity of gastric and cancer cells. In general, K8 revealed more significant effects than K5.

Key words: *Pleurotus ferulea*, free radical scavenging, acetylcholinesterase, liver fibrosis

서 론

생활수준이 향상되고 인간의 수명이 연장됨에 따라 건강 기능식품에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 이제는 음식 섭취가 단순히 생명의 유지목적이 아닌 삶의 즐거움의 일부, 생활로서 자리 매김하고 있으며 특히 최근에 “웰빙(well-being)”의 신조어들이 대두됨에 따라 음식문화들도 크게 변화되고 있다. 건강에 대한 인간의 관심은 생활수준이 높아질수록 증가하고 있으며, 적은 섭취량으로 충분한 영양공급과 약리효과를 겸비한 식품을 건강식품 또는 건강기능성 식품으로 분류한다. 이러한 건강기능성 식품으로써 주목받고 있는 버섯은 식품의 3차적 기능 즉 영양적 특성, 기호적 특성 및 생체조절 특성을 모두 갖추고 있는 식품 재료이며, 이들 기능적 특성에 관여하는 성분 및 함량에 관하여 점차 더 많은 관심을 가지게 되었다. 또한 자연에는 수 만종 이상의 버섯이 자생하는 것으로 알려져 있고, 유전자원으로써 가치가 대단히 크며, 식품재료와 의약품개발의 재료로 주목받고 있어 건강식품으로 생산과 소비가 증가추세에 있다(1). 최근에는 버

섯에 대한 생리적 특성에 관한 많은 연구가 보고되어지고 있다(2-6).

아귀버섯(*Pleurotus ferulae*)은 새송이 버섯의 변이종으로써, 담자균류의 느타리 버섯과(*Pleurotaceae*) 느타리버섯속(*Pleurotus*)에 속하는 버섯의 일종으로, 건조지대인 중국 신장지방의 “아위(鵝蕪)” 나무에서 야생되기 때문에 “아위느타리”라고도 불린다. 이 버섯은 1983년 중국에서 처음으로 야생 아귀고에서 종균을 채취하여 인공재배에 성공하여 “백아위마” 또는 “백영고”로 부르고 있으며 단백질과 아미노산, 무기질 등이 풍부하다. 또한, 아귀버섯은 식용버섯 중에서 가장 커서 1개의 무게가 150~400 g 정도이며 버섯살이 부드럽고 송이의 맛과 향을 가지고 있어 다른 버섯에 비하여 식용 가치가 높으면서도 성장주기가 짧으며, 생산량이 높고, 질이 좋아서 개발 전망이 매우 높은 버섯이다. 그러나 아귀버섯에 대한 연구는 국내·외에서 전무한 상태이며 또한, 그 생리활성 기능도 전혀 알려져 있지 않은 상태이다.

따라서 본 연구에서는 아귀버섯에 대한 생리활성 기능을 탐색하고자 유해산소 제거능, 유해산소에서의 뇌세포 보호

*Corresponding author. E-mail: khhong@kfda.go.kr
Phone: 82-2-380-1688, Fax: 82-2-354-1399

효과, acetylcholinesterase 저해효과, 포도당흡수 저해효과, collagen Type-I 생성억제효과 및 항암효과를 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 아귀버섯(*Pleurotus ferulea*)은 가야 백송 종균배양소(2002년, 충남예산군 덕산면), 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 한울타리 영농조합(2002년, 경기 용인시 포곡면), 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*)은 영종도 새송이버섯농장(2002년, 인천 중구 중산동)에서 각각 구입하여 실험에 사용하였다. 아귀버섯은 갓이 발달된 K5종과 대가 발달된 K8종의 2가지를 사용하였다.

각각의 버섯들은 100 g씩을 10배의 알코올에 2일간 침지를 3회 반복하여 추출한 후 감압농축, 동결건조하여 사용하였다.

유해산소 제거능

Phosphate-buffered saline(PBS) 1 mL에 유해산소인 산화질소(nitric oxide)를 생성하는 S-nitroso-N-acetylpenicillamine(SNAP) (Sigma, USA) 500 μ M를 첨가하고 버섯추출물(50 μ g/50 μ L) 또는 PBS 50 μ L(대조군)을 첨가한 후 37°C, 5% CO₂, 95% O₂ 조건의 CO₂ 인큐베이터에서 24시간 동안 배양하였다. 각 조건별로 100 μ L씩 3개씩 96-well plate를 사용하여 분주한 후 100 μ L의 Griess 용액을 첨가하여 550 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 대조군에 비하여 버섯추출물군에서 SNAP이 제거된 정도를 측정하였다.

유해산소에서의 뇌세포보호 효과

산화적 스트레스에서의 뇌세포 보호효과를 관찰하기 위하여 사람의 뇌세포주인 SK-N-MC 세포에 NO 독성을 준 후, 아귀버섯의 보호효과를 측정하였다.

SK-N-MC 세포(ATCC, ROCKville, MD, USA)는 24 well plate에 2×10^5 cell 농도로 하여 10% FBS가 포함된 DMEM 1 mL로 배양하였다. 아귀버섯의 NO독성에 대한 보호효과는 NO 유발물질인 5-nitroso-N-acetylpenicillamine(SNAP, Sigma, USA)으로 4시간 처리한 후 cell viability를 측정하였다.

DMEM을 제거한 후 PBS로 세척하고 0.005% neutral red를 첨가하여 3시간 배양하였다. 3시간 후, PBS로 다시 세척하고 1% acetic acid, 50% methanol이 포함된 PBS용액 300 μ L를 첨가하여 10분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 nitrite 제거활성을 측정하였다.

Acetylcholinesterase 저해효과

아세틸콜린 분해효소의 저해 효능을 측정하기 위한 실험은 Ellman 등(7)의 비색법을 이용하였다.

Acetylcholinesterase는 PC12 세포주에서 추출하였다. 추출방법은 1 M NaCl, 50 mM MgCl₂ 와 1% Triton X-100이

포함되어 있는 10 mM Tris-HCl (pH 7.2)를 PC12 세포양의 5배를 넣고 균질화한 후, 10,000 \times g에서 30분간 원심분리하고 상층액을 분리하여 준비하였다. 모든 추출과정은 4°C에서 행하였다.

완충액은 50 mM 인산완충액(phosphate buffer, pH 8.0)을 제조하여 사용하였다. 기질액은 0.5 mM acetylthiocholine과 1 mM 5,5'-dithio-bis(2-nitro benzoic acid)가 함유되어 있는 50 mM 인산완충액을 사용하였다.

Acetylcholinesterase에 의한 분해정도는 96 well plate에 완충액 30 μ L, 아귀버섯 추출액(20 μ g/10 μ L)과 효소 10 μ L를 넣은 후 기질액 50 μ L를 넣어 37°C 항온기에서 30분간 배양하였다(SR). 그리고 시료대조군으로 효소대신 완충액 10 μ L를 넣어 함께 배양하였다(SC). 효소반응으로는 시료대신 완충액 10 μ L를 넣어 함께 배양하였다(ER). 그리고 효소에 대한 대조군으로 효소대신 완충액 10 μ L를 넣어 함께 배양하였다(EC). 30분 배양 후 ELIZA reader를 이용하여 405 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다.

효소활성저해도(%)는 아래와 같은 식을 이용하여 측정하였다.

$$\text{효소활성저해도}(\%) = 1 - [(SR - SC) / (ER - EC)] \times 100$$

포도당 흡수 저해효과

당뇨 및 비만억제효과는 사람의 소장상피세포(Caco-2 cell)에서 형광성의 포도당 유사체(2-NBDG)를 이용하여 포도당 흡수저해를 측정하였다.

2-NBDG[2-(N-(7-nitrobenzene-2-oxa-1,3-diazol-4-yl)amino)-2-deoxy-glucose]는 포도당에서 산소하나가 없는 deoxyglucose에 형광성의 NBD를 결합한 합성체로서 체내에서 분해되지 않는 형광성의 포도당유사체이다. 따라서 소장상피세포에서 포도당이 흡수되는 정도를 형광도로 측정할 수 있었다.

Caco-2 cell은 30~40 passage에서 사용되었으며 20% FBS, 1% antimycotic 항생제가 포함된 DMEM으로 배양하였다. 24 well plate에 6×10^4 cell/well로 분주하여 13~14일간 배양 후 사용하였다. 배양액은 2일마다 교체하였으며 포도당흡수 실험하기 전날 배양액은 무포도당 DMEM으로 교체하였다. 포도당흡수 실험은 400 μ L PBS, 100 μ M 2-NBDG 500 μ L와 아귀버섯 추출물(1 mg/100 μ L)를 37°C에서 120분 배양하였다. 상층액을 제거하고 냉장온도의 PBS로 3번 세척하여 반응을 중단시켰다. 각 well에 PBS 200 μ L를 첨가하고 2-NBDG의 형광도를 측정하였다(excitation: 485 nm, emission: 535 nm). 포도당 흡수 저해효과(%)는 아래와 같은 식을 이용하여 측정하였다.

$$\text{포도당흡수저해효과}(\%) = [F_s - (F_s / F_c)] \times 100$$

F_s: 시료첨가한 군의 형광도

F_c: 시료첨가하지 않은 대조군의 형광도

Collagen type-I 생성 억제효과

간섬유화 억제 효능은 HSC-T6(hepatic stellate cell)을 이

용하여 ELISA법으로 I형 collagen 생성 억제 효과를 측정하였다. HSC-T6 세포주는 10% FBS와 0.5% antimycotic 항생제가 포함된 DMEM으로 배양하였다. 96 well plate에 cell을 분주하고 (1.5×10^4 cell/well) 40~44시간 후에 80~90%가 confluency에 달하였다. 이 때 배양액을 제거하고 PBS로 2회 세척 후, DMEM에 용해된 175 μ M acetaldehyde를 첨가하였다. 비타민 C와 3-aminopropionitrile fumarate(BAPN)도 같이 첨가하여 콜라겐끼리의 결합과 다른 hydroxylation을 억제하였다.

ELISA에 의한 I형 콜라겐 측정방법으로서 acetaldehyde (175 μ M), 아귀버섯추출물(1 mg/mL), Vit C(50 μ g/mL) 및 BAPN(100 μ g/mL)을 24시간 처리한 후, 배양액을 수거하여 carbonate/bicarbonate(pH 9.6) buffer로 희석하였다. Glutaraldehyde(0.01%)를 첨가하여 37°C에서 1시간 배양한 후 각 well을 세척한 후 항원을 처리하여 37°C에서 2시간 반응시켰다. 반응 후 각 well을 세척하고 200 μ L blocking용액(0.5% 카제인)을 넣어 37°C에서 1시간 반응시켰다. I형 콜라겐 polyclonal 항체(0.5% 카제인으로 1 : 4000 희석) 100 μ L를 첨가하여 37°C에서 2시간 배양하고, 2차 항체배양은 anti-rabbit Ig G conjugated horseradish peroxidase(0.5% 카제인으로 1 : 8000 희석) 100 μ L 첨가하여 37°C에서 1시간 배양하였다. 각 단계 중간마다 각 well은 완충액으로 3회씩 세척하였다. 기질 배양은 기질용액(TMB 10 mg/mL DMSO, 3% H₂O₂, 50 mM Na-acetate 완충액) 200 μ L를 첨가한 후 15분 반응시킨 후 1 M H₂SO₄ 50 μ L를 넣어서 반응을 중단하였다. 450 nm에서의 흡광도를 측정(Model 550, BioRad Laboratories, Philadelphia, PA., USA)하여 I형 콜라겐농도를 계산하였다.

항암효과

아귀버섯의 항암효과는 사람의 위암세포주인 SNU-668 cell과 대장암 세포주인 SNU-C4 cell에서 아귀버섯의 효과를 살펴보았다. 아귀버섯은 대가 발달된 K8을 사용하였다. 각 세포는 10%의 열처리된 FBS가 포함된 RPMI 1640 (Bibco, Grand Island, NY)으로 배양하였다. 항암효과를 보기 위한 세포독성은 3-[4,5-dimethylthiazole-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) assay(Sigma, St. Louis, MO)로 측정하였다. MTT는 살아있는 세포의 미토콘드리아 내막에 존재하는 oxido-reductase의 효소 작용에 의해 환원되어 보라색의 불용성 formazan을 생성하고, 이들 용해액의 발색정도를 흡광도로 측정함으로써 살아있는 세포수를 측정하는데 이용되는 방법이다. 96 well plate에 각 cell을 배양하였고, 아귀버섯 추출물을 10, 50, 100 μ g/mL로 24시간 처리하였으며 대조군은 0.05 M PBS로 처리하였다. MTT 용액(2 mg/mL PBS)을 첨가하여 4시간 배양한 후 595 nm에서의 흡광도를 읽어 측정하고 다음 식으로 계산하였다. 각 세포의 시료 무첨가군을 100%로 하여 상대적인 세포 성장률을 측정하였다.

$$\text{세포독성} = (\text{시료처리군의 OD} - \text{대조군의 OD}) \times 100$$

결과 및 고찰

유해산소 제거능

아귀버섯의 NO 소거능을 측정한 결과는 Table 1과 같다.

아귀버섯의 알코올 추출물에서 NO 제거기능은 K5 35.2%, K8 36.8%로 높아서 항암, 노화, 당뇨, 뇌졸중, 심장병 등에 좋은 효과를 나타낼 수 있음을 알 수 있었으며, 유해산소를 50% 억제하는 농도인 IC₅₀는 약 2 mg/mL로 나타났다. 갓이 발달된 K5와 대가 발달된 K8종 사이에서는 유의적 차이는 나타나지 않았다.

노화된 생체나 건강상태에 이상이 발생하는 경우 체내에서 대사과정 중에 생성되는 유해산소들이 제거되지 못하고 축적된다. 이들은 체내에 축적되게 되면 세포에 구조적, 기능적 손상을 가져오게 되어 세포막의 파괴, DNA손상 등을 입혀 과도한 만성질환, 노화촉진, 염증, 동맥경화, 뇌졸중, 당뇨, 백내장, 종양이나 암, 심장병 등의 질병을 유발하게 된다. 특히 활성산소 중 nitric oxide(NO)의 경우 치매, 뇌졸중, 류마티스, 당뇨 등의 퇴행성 질환을 야기하는 원인으로 알려지면서 NO를 제거하므로써 병을 치료하려는 연구들이 활발히 이루어지고 있다(8).

유해산소에서의 뇌세포보호 효과

유해산소인 NO를 유발하는 SNAP을 농도별(0, 1, 5, 10 mM)로 4시간 처리하여 관찰하였다(Fig. 1). 0, 1, 5, 10 mM SNAP 처리시의 세포생존율이 100, 70, 40, 5%로 나타나서 뒤에 수행된 시험은 5 mM SNAP을 4시간 처리하였다.

아귀버섯 추출물의 뇌세포 보호효과를 관찰한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. SNAP을 처리한 후 뇌세포생존율(control II)은 정상(control I)보다 35%이상 감소하였으나 K5, K8 추출물처리로 인하여 거의 정상으로 회복되었다. K5와 K8사이의 유의성은 나타나지 않았다.

Acetylcholinesterase 저해효과

아귀버섯 알코올 추출물에서 뇌세포내의 아세틸콜린 분해 효소 억제효과를 살펴본 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 아귀버섯의 알코올 추출물에서 사람의 뇌세포에서의 아세틸콜린 분해 억제정도를 측정한 결과 버섯의 갓이 발달한 K5에서는 25%, 버섯의 대가 발달한 K8에서는 35% 정도의 효과를 나타내 치매 예방 및 개선제로서의 가능성도 기대된다.

아세틸콜린 분해억제를 통하여 치매를 치료하는 시판되는

Table 1. Free radical scavenging activity of ethanol extract of *Pleurotus ferulea*

Strain ¹⁾	Scavenging activity (%)	IC ₅₀ (mg/mL)
K5	35.2±5.32 ²⁾	2.10
K8	35.8±6.19	1.80

¹⁾K5: The part of cap is developed.

K8: The part of stalk is developed.

²⁾Each value represents mean±SD of triplicates.

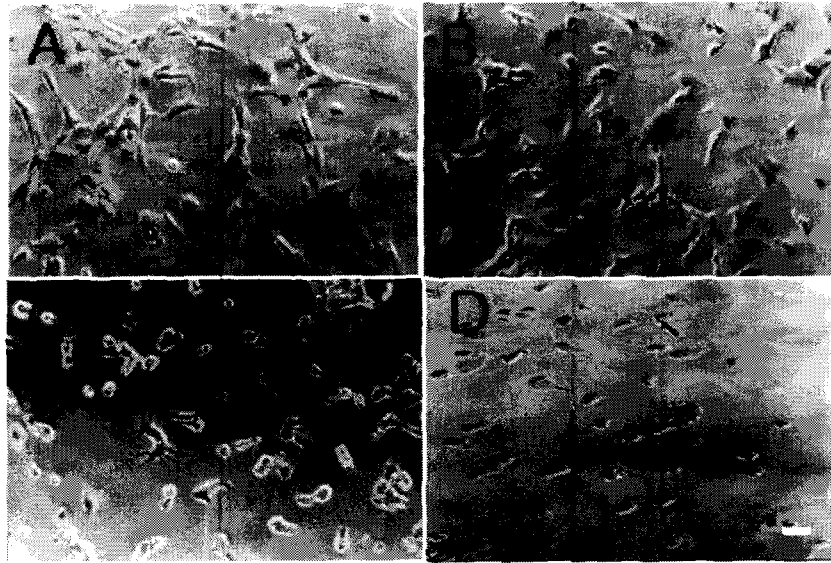


Fig. 1. Effect of SNAP on brain cell cytotoxicity observed by microscope. A: Control, B: 1 mM SNAP, C: 5 mM SNAP, D: 10 mM SNAP.

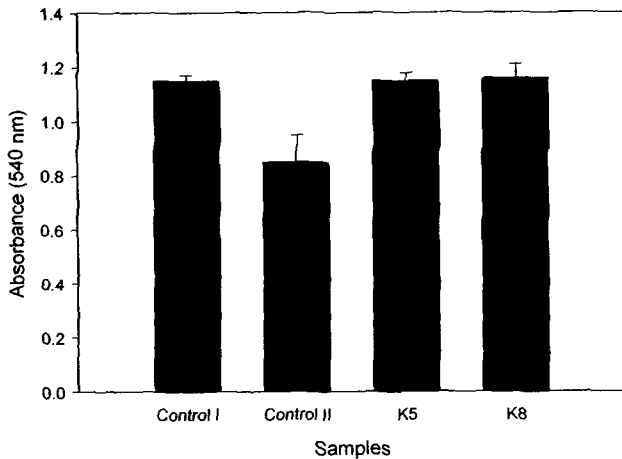


Fig. 2. Protection effect of ethanol extract of *Pleurotus ferulea* on brain cell cytotoxicity induced by nitric oxide. Control I: Reference without SNAP treatment, Control II: Reference with 5 mM SNAP treatment, K5: The part of cap is developed, K8: The part of stalk is developed. Each value represents mean \pm SD of triplicates.

여러 약물의 부작용으로 인하여 최근에는 아세틸콜린분해효소의 활성을 저해시키는 천연물을 검색한 연구들이 진행 중에 있으나(9,10), 버섯의 아세틸콜린분해효소의 활성 저해 효과를 검토한 연구보고는 거의 없는 것으로 볼 때 아귀버섯의 아세틸콜린분해효소 억제효과는 큰 의미가 있다 하겠다.

노인성 치매는 진행성 질병의 일종으로 비가역적 행동과 인성의 변화, 사고능력의 저하로 나타나며 현재 정확한 원인과 치료법은 밝혀지지 않았다. 현재까지 밝혀진 바로는 사람의 뇌세포에는 뇌신경전달물질(neurotransmitter)인 dopamine과 acetylcholine이 균형을 이루고 있어야 하는데 아세틸콜린분해효소(acetylcholinesterase)에 의하여 뇌신경세포의 성분인 아세틸콜린의 분해가 정상보다 많아져서 상대적

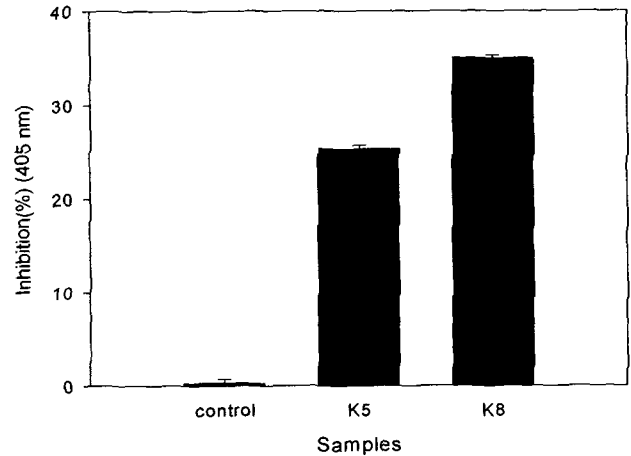


Fig. 3. Effect of ethanol extract of *Pleurotus ferulea* on acetylcholinesterase inhibition.

K5: The part of cap is developed.
K8: The part of stalk is developed.

Each value represents mean \pm SD of triplicates.

으로 dopamine의 양이 증가하게 되면 뇌신경조직의 퇴화가 촉진된다는 학설이 지배적이며 현재 시판되고 있는 치매치료제도 여기에 기인하여 뇌세포의 아세틸콜린분해를 억제하는 약제를 사용한다(11,12).

포도당 흡수 저해효과

흡수된 당질이 소장에서 흡수가 억제되면 당뇨와 비만에 좋은 효과를 나타낼 수 있다(13,14). 따라서 아귀버섯의 알코올 추출물이 사람의 소장세포에서 포도당 흡수저해에 미치는 영향을 측정하였다. 아귀버섯은 3~8% 정도 낮은 수준의 포도당 흡수억제를 나타내어 큰 영향은 없는 것으로 보였다(Fig. 4).

Kang 등(13)은 큰느타리버섯이 당뇨쥐의 혈당 및 혈중

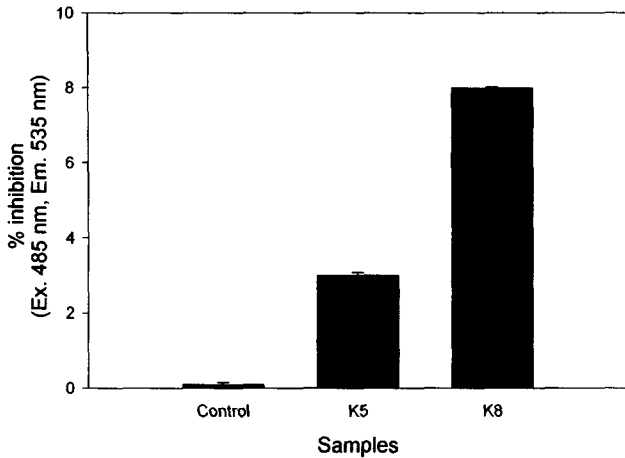


Fig. 4. Inhibitory effect of ethanol extract of *Pleurotus ferulea* on glucose uptake.

K5: The part of cap is developed.
K8: The part of stalk is developed.
Each value represents mean \pm SD of triplicates.

콜레스테롤을 저하시킨다는 연구보고를 한 바 있으며 Yang 등(14)은 표고버섯의 균사체가 항 당뇨 효과가 있음을 보고 하기도 하였다.

따라서 여러 가지 버섯에는 당뇨 및 비만을 억제하는 효과가 있는 것으로 판단되며 특히 아귀버섯에 대한 연구보고는 전무하여 본 연구결과가 제시하는 바가 매우 크다.

Collagen type-I 생성 억제효과

아귀버섯 추출물로 간염유화에 관련된 collagen type-I 억제효과를 측정하였고, 그 결과는 Fig. 5에서 보는 바와 같다. 아귀버섯 추출물은 간염유화에 자루가 발달된 K8의 경우 12% 정도의 효과를 나타내어 간염유화에도 약간의 효과가 있음을 나타내었다. 사람의 간세포주에서 간염유화를 일으키는 것은 주로 collagen type-I 효소가 관련하며, 알코올이

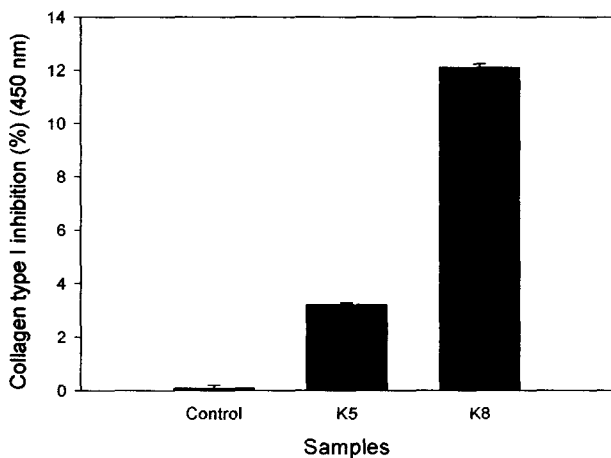


Fig. 5. Inhibitory effect of ethanol extract of *Pleurotus ferulea* on collagen type I inhibition.

K5: The part of cap is developed.
K8: The part of stalk is developed.
Each value represents mean \pm SD of triplicates.

나 약물에 의한 간경화(fibrosis)와 밀접한 관련이 있다고 Kim(15)이 보고한 바 있다.

항암효과

일반적으로 많은 버섯이 위암, 간암 등에 효과가 있는 것으로 알려졌다. 따라서 아귀버섯의 항암효과에 미치는 효과를 살펴보기 위하여 사람의 위암세포주인 SNU-668 cell과 대장암 세포주인 SNU-C4 cell을 사용하여 실험한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6에서 보여주는 바와 같이 아귀버섯이 위암세포와 대장암세포의 세포증식에 미치는 효과는 거의 없었다. 일반적으로 버섯류가 위암 및 간암 등에 대한 항암효과가 있다고 알려져 있으나 최근의 Hwang 등(16)에 의해서 수행된 연구 중 표고와 새송이 버섯은 위암세포 증식의 억제에 효능이 없음이 보고되었으며, 아귀버섯에 대한 항암효과에 대해서도 좀더 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

본 생리활성 연구결과 아귀버섯은 유해산소제거능, 치매 예방 및 개선효과, 유해산소에서 뇌세포보호효과, 간염유화 억제효과 등을 나타내었으며, 대가 발달된 K8종이 갓이 발달된 K5종보다 더 높은 효과를 나타내었다.

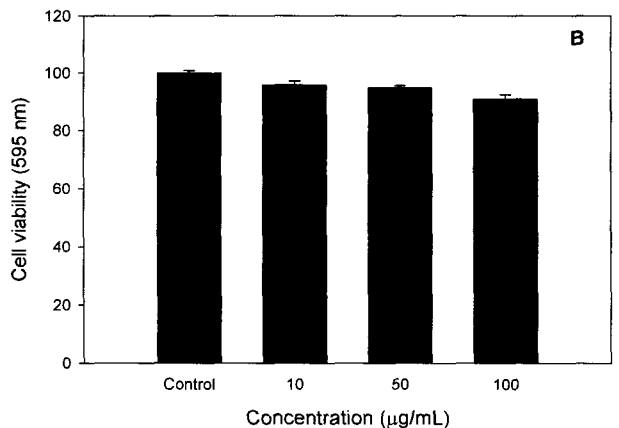
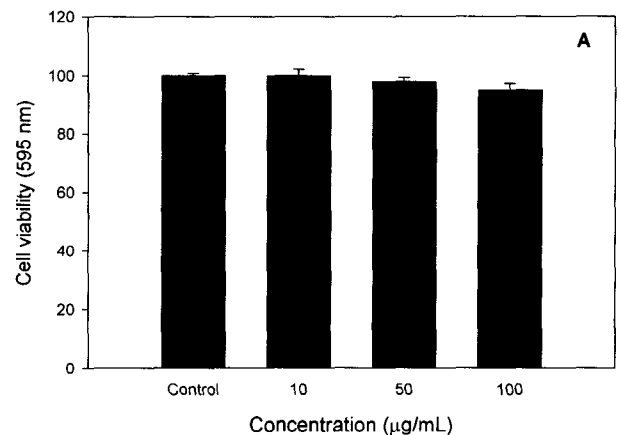


Fig. 6. Effect of ethanol extract of *Pleurotus ferulea* on colorectal (SNU-C4) and gastric cancer cell (SNU-668).

A: colorectal (SNU-C4).
B: gastric cancer cell (SNU-668).
Each value represents mean \pm SD of triplicates.

요 약

본 연구에서는 아위버섯의 생리활성 기능 규명을 목적으로 하였다. 사람의 뇌세포에서의 아세틸콜린분해효소 억제 효과는 25~35%의 경향을 보여 치매 예방 및 개선제로서의 가능성을 보였다. 유해산소 제거기능은 35~36%로 높아 항암, 노화, 심장병 등에 좋은 효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각되어진다. 간섬유화(collagen type-I) 억제는 3~12%의 저해효과를 보였다. 그러나 아위버섯은 3~8%의 포도당 흡수억제를 나타내어 당뇨와 비만억제에 큰 효과를 보이지 않았으며, 위암과 대장암에 대한 항암효과도 거의 나타나지 않았다. 따라서 향후 아위버섯 추출물 특히, K8종에서 나타난 다양한 생리활성효과를 이용하여 고부가가치의 다양한 기능성제품이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구에서 사용한 아위버섯은 국내에서 처음으로 인공 재배에 성공한 가야백송 종균배양소에서 제공하여 주었습니다. 이에 감사를 드립니다.

문 헌

- Rajaratnam S, Bang Z. 1982. Pleurotus mushrooms as a nutrition food. In *Tropical mushrooms*. Chang ST, Quimio TH, eds. The Chinese University Press, Hong Kong. p 363-380.
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Kor J Food Sci Technol* 29: 432-436.
- Lee SY, An JH, Chun H, Cho HY. 2003. Isolation and characterization of MMP-1 inhibitor peptide from *Crataegus pinnatifida* Bunge in fibroblast cell line HS68 cells. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 60-65.
- Chung DO. 1992. Studies on antioxidative substances of *Ganoderma lucidum*. *Kor J Food Sci Technol* 24: 497-503.
- Ma SJ. 1983. Effects of the substances extracted from dried mushroom (*Lentinus edodes*) by several organic solvents on the stability of fat. *Kor J Food Sci Technol* 15: 150-154.
- Chobot V, Opletal L, Jahodar L, Patel AV, Dacke CG, Blunden G. 1997. Ergosta-4,6,8,22-tetraen-3-one from the edible fungus, *Pleurotus ostreatus* (oyster fungus). *Phytochemistry* 45: 1669-1671.
- Ellman G, Courteny KD, Andres V, Featherstone RM. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharma* 1: 88-95.
- Coyle JT, Puttfarcken P. 1989. Oxidative stress, glutamate and neurodegenerative disorders. *Science* 262: 689-695.
- Hwang SY, Chang YP, Byun SJ, Jeon MH, Kim YC. 1996. An acetylcholinesterase inhibitor isolated from *Corydalis Tuber* and its mode of action. *Korean J Pharmacogn* 27: 91-95.
- Choi JH, Kim MY, Kim HM, Cui X, Jeon H, Kim DK, Lim JP, Leem K. 2002. Effect of several herbs on acetylcholinesterase enzyme activity. *Korean J Herbology* 17: 131-138.
- Antuono PG. 1995. Effectiveness and safety of velnacrine for the treatment of Alzheimers-disease- A double-blind. placebo-controlled study. *Archives of Internal Medicine* 155: 1766-1772.
- Siegfried K. 1995. The efficacy of cholinergic drugs in patients with Alzheimers-disease-focus on the aminoacidines. *Human Psycho-phar Experimental* 10: 89-96.
- Kang TS, Kang MS, Sung JM, Kang AS, Shon HR, Lee SY. 2001. Effect of *Pleurotus eryngii* on the blood glucose and cholesterol in diabetic rats. *Korean J Mycology* 29: 86-90.
- Yang BK, Kim DH, Song CH. 2002. Production of *Lentinus edodes* mycelia in submerged culture and it's hypoglycemic effect in diabetic rats. *Korean J Mycology* 30: 131-135.
- Kim DJ. 2001. Pharmacologic therapy of hepatic fibrosis. *Korean J Hepatology* 7: 6-11.
- Hwang YJ, Nam HK, Chang MJ, Noh GW, Kim SH. 2003. Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* extracts on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 217-222.

(2004년 2월 16일 접수; 2004년 5월 25일 채택)