

흰쥐 건성피부에 대한 목이버섯의 물추출물과 에탄올추출물의 생리적 효능

최정숙¹⁾ · 김두아²⁾

- 1) 경도대학 뷰티디자인과
- 2) 계명문화대학 뷰티코디네이션학부

Physiological Effects on Dried Skin in Rat by Water & Ethanol Extracts of *Auricularia Auricula* U.

Jeung-Sook Choi¹⁾ and Do-A Kim²⁾

- 1) Dept. of Beauty & Aesthetic Science, Gyeongdo Provincial College, Yecheon, Korea
- 2) Dept. of Beauty Coordination, Keimyung College, Daegu, Korea

Abstract : It has been well known that mushroom polysaccharide extracts have superoxide and hydroxyl radical scavenging activities. So we studied the efficacy and anti-oxidative effect of mushroom(*Auricularia auricula* U.) in rats treated with water and ethanol extracts of *Auricularia auricula* U after inducing dryness of skin by the application of detergent. The results of the research for of the efficacy and anti-oxidative effect *Auricularia auricula* U. are as follows that. Weight gain and feed intake in animals treated with water extracts and ethanol extracts are significantly higher($p < 0.05$) than animal treated with detergent. Animals treated with water extracts of *Auricularia auricula* U. compared to animals treated with ethanol extracts have the higher HDL-cholesterol levels in the blood and the lower LDL-cholesterol levels in the blood. SOD-like activity of the ethanol extracts of *Auricularia auricula* U. was $27.39 \pm 1.61\%$ at 2000ppm.

Key words : mushroom polysaccharide extracts, anti-oxidative effect, *Auricularia auricula* U.

1. 서 론

최근 생활수준의 향상과 더불어 건강과 웰빙(well being)에 대한 관심이 급속히 증가되면서 이에 부응하는 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 천연물질 중에서 생리활성조절물질 및 기능성성분을 찾는 연구, 생체 내 항산화효과, 항돌연변이 및 항암효과에 관한 연구가 Kim et al.(1992), 박건영 외(1992)등에 의해 국내외에서 활발하게 이루어지고 있으며 이를 건강의 유지와 증진을 위해 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 버섯류에 대한 생리활성물질의 검색연구가 많이 보고되고 있다(Lee, 1999). 버섯은 특유의 맛과 향을 가지고 있으며 진균류에 속하는 담자균류와 자낭균류 중 자실체를 형성하는 고등균류로서 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 골고루 함유하고 있다. 최근에는 항암활성, 면역증강 및 항산화 등의 약리효과로 건강보조식품 및 의약품소재로 많이 이용되고 있으며 특히 Lee, et al.(2003)에 의하면 버섯류를 포함한 담자균류에서 수많은 생리활성 물질들이 분리 정제되고 있으며 이러한 생리활성물질들은 생체대사과정에 작용하

여 건강유지에 도움을 주며 세포에 대한 직접적인 독성은 없고 특이적 또는 비 특이적 면역증강에 의한 숙주자체의 방어기구 부활 효과를 나타내는 것으로 기전이 밝혀지고 있다.

손미예 외 (2006), 김삼순·김양섭(1990)에 의하면 버섯의 항산화활성은 버섯류 추출물의 polyphenol함량에 따라 free radical제거 활성, reducing power, Fe^{2+} 이온의 chelating effect 등이 농도 의존적으로 증가하며 버섯류로부터 추출한 단백질 당체에 대한 free radical 제거활성도 보고 되었으며, 또한 생체 내 각 조직에서 활성산소의 반응물질이 증가되어 암, 당뇨, 간경화증, 심혈관계질환 등의 여러 가지 질병이나 노화를 가져오는 것으로 보고되고 있다. 목이버섯은 담자균류(Basidiomycetes)의 목이과(Auriculariales)진균으로서 그 학명은 *Auricularia auricula* (L. et Hook) Underw이다. 여름에서 가을 사이 특히 장마기에 뽕나무, 졸참나무, 수유나무 등의 고목에 군생한다. 자실체의 모양은 사람의 귀와 같고, 그 직경은 약 10 cm정도이다. 내면은 암갈색이고 매끈하며, 겉면에는 담갈색으로 유연하고 짧은 털이 조밀하게 나 있으며, 자실체가 습기를 머금었을 때는 아교질로 나타나고, 건조할 때는 가죽질로 나타내고, 크기가 다른 자실체는 모여서 무리를 이루며, 윗 표면의 자실체중의 담자는 아교질속에 파묻혀 있다. 담자는 분리되어 있는데 보통 4개의 세포로 조성되어 있기 때문이고, 각각 1개의 포자경(가늘고 긴 자루)이 뻗어 나와 있으며 정단에는 각각 1개의 담초자

Corresponding author; Jeung-Sook Choi
Tel. +82-54-650-0261, Fax. +82-54-650-0260
E-mail: choijs970@hanmail.net

가 생긴다. 분포는 음습하거나 썩은 나무 줄기위에 기생하거나, 인공 재배를 한다. 채취 시기는 여름, 가을철에 거두어 햇볕에 말린다. 성분은 protein, phospholipid 등이 들어 있고 맛은 달고, 기는 평하다.

이 버섯은 한약제로서 각종 약리작용에 의한 민간요법제로 사용되었고 그리고 민간에서 음식이 여름에 변패되는 것을 방지하는 소재 등 다양한 용도로 이용되어 왔다(김진화 외, 2005). Claude et al.(1999)에 의하면 일반적으로 세포는 항상성 유지를 위하여 자체적으로 항산화제의 생산과 산화에 의한 손상의 복구 기작을 가지지만, UV, 흡연, 공해물질, 중금속 등의 물리, 화학적인 외부환경에 의해 세포 내 작용에 이상이 초래하거나 활성산소의 생성이 방어계의 용량을 초과할 정도로 과생성될 경우 산화스트레스가 야기되며, 피부의 노화를 촉진 시키게 된다고 보고하고 있다. 또한 Naqui et al.(1986)에 의하면 태양광선과 산소는 피부세포에 자유라디칼(free radical)과 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 생성시켜 DNA의 손상과 세포막 지질의 과산화를 유발한다. 또한 콜라겐과 엘라스틴과 같은 세포 외 기질을 파괴, 또는 비정상적인 교차결합 유발에 관여하는 효소(matrix metalloproteinase, MMPs)의 발현에 영향을 주어, 결합조직을 손상시킨 활성 산소는 정상적인 세포 대사 과정, 약물 대사과정, 허혈 재관류, 염증, 자외선 등에 의해 세포내에서 지속적으로 생성되어 생체는 이들에 의한 자유 라디칼 반응의 유해 효과에 항상 노출되어 있게 된다고 보고하고 있다. 따라서 지질 과산화의 연쇄 반응 등에 관여하는 산화성 자유 라디칼을 소거하기 위하여 환원력에 의해 항산화 작용을 검색하는 방법으로, DPPH 자유 라디칼이 이용될 수 있다. 이 라디칼은 환원되어 hydrazine의 형태로 되면서 탈색되어 흡광도 감소를 측정할 수 있다. DPPH는 분자 내 radical을 함유하여 다른 free radical 들과 결합하여 안정한 complex를 만들고 있어 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 라디칼이 소거되며 이때 고유의 청남색이 없어지는 특성을 가지고 있어 이 색차를 비색정량하여 전자공여능력을 측정한다(Cadenas, 1989).

SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemicals에 속하며 superoxide의 반응성을 억제하여 산화적 장애를 억제할 수 있다. 그리고 또한 SOD정제 시 열 안정성이 뛰어나고 SOD와 유사한 활성을 나타내는 물질을 함께 정제하여 이를 SOD와 결합된 phenol류 물질인 것으로 보고한 바 있으며, Kim 등은 비타민 C 그 자체가 높은 SOD유사활성을 나타낸다고 보고한 바 있다(Davies, 1987).

정상적인 세포에서도 대사과정 중 어느 정도의 ROS가 생성되고 있으나 생체 내에는 이들에 대한 방어기구로서 superoxide dismutase(SOD), catalase, peroxidase 등의 항산화 효소와 함께 vitamin E, vitamin C, glutathione 등과 같은 항산화 물질이 존재하여 스스로를 보호하고 있다. 그러나 이와 같은 생체방어기구에 이상이 초래되거나 각종 요인들에 의하여 활성산소의 생성이 생체방어계의 용량을 초과하게 될 경우 산화적

스트레스(oxidative stress)가 야기된다. 활성산소들은 반응성이 매우 커 핵산, 지질, 단백질, 등의 생체 내 화합물을 산화 손상시키며, 특히 활성산소종이 세포 생체막의 구성 성분인 불포화 지방산을 공격하여 과산화반응을 일으켜 체내 과산화지질을 축적하여 노화, 암, 당뇨병, 관절염, 백내장, 동맥경화증 등의 각종 질병과 연관성이 있다고 알려져 있다. 따라서 활성산소종을 소거할 수 있는 화합물(free radical scavengers) 또는 과산화물 생성 억제물질과 같은 항산화제들은 이들 산화물들에 기인하는 피부노화 및 각종 피부질환의 억제 또는 치료제로서 기대되고 있다.

따라서 본 연구에서는 건성피부에 대한 목이버섯(*Auricularia auricula* U.)물추출물과 에탄올추출물의 혈중작용효능과 항산화 효능 등의 생리적 효능을 확인하여 천연화장품제형으로서의 가능성을 연구하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 실험동물

생후 6주령, 체중 160±10g의 S.D.(Sprague Dawley)계 웅성 흰쥐를 1주일간 예비 사육하여 사육실 환경조건에 적응시킨 후 대조군과 실험군으로 나누어 실험하였다. 사육실의 온도와 습도는 각각 22±1°C, 65±5%를 유지하였고, 실내조명은 12시간 주기(08:00-20:00)로 명암을 조절하였다. 식이는 일반 고품사료를 사용하였고, 물은 자유로이 제공하였으며 1일 식이 섭취량과 체중을 측정하였다(YaarGilcrest, 1998). 실험동물군은 환경에 적응시킨 후 대조군(C), 주방제 3주 연속처리군(A1), 목이버섯 물 추출물 2주 처리군(A2), 주방제제로 피부건성 유발 후 목이버섯 물 추출물 2주 처리군(A3), 목이버섯 알코올 추출물 2주 처리군(A4), 주방제제로 피부건성 유발 후 목이버섯 알코올 추출물 2주 처리군(A5)의 6군으로 나누어 실험하였다(Table 1).

2.2. 추출방법

물 추출법 : 목이버섯 100g과 증류수 900ml를 water bath(50°C, 5hr)에 넣어 계속 shaking해준 후 거르로 짜내어 3,200rpm에 30min 원심분리 하고 여과지를 이용하여 감압여과 하였다. 여과된 액을 감압농축기(70°C)에 걸여 추출액을 만들고 동결건조 한 후 deep freezer(-70°C)에서 보관하며 시료로 사용하였다.

알코올 추출법 : 목이버섯 100g에 70%에탄올 900ml를 넣어 water bath(50°C, 5시간)에서 shaking한 후 3,200rpm, 30min 원심분리 하고 여과지를 이용하여 감압여과 하였다. 회수액을 감압농축기(70°C)에 걸어서 농축시키고 농축액을 담아 deep freezer(-70°C)에서 보관하며 시료로 사용하였다.

2.3. 실험조건

웅성 흰쥐의 등면에 가로세로, 45cm의 직사각형이 되도록

Table 1. Experimental design

Groups	Treatment
C	No treatment
A1	Animals treated with detergent for the first 3weeks
A2	Animals treated with water extracts of <i>A. auricula</i> for the last 2weeks
A3	Animals treated with detergent for 3weeks followed by water extracts of <i>A. auricula</i> for 2weeks
A4	Animals treated with ethanol extracts of <i>A. auricula</i> for the last 2weeks
A5	Animals treated with detergent for 3weeks followed by ethanol extracts of <i>A. auricula</i> for 2weeks

제모기를 이용하여 제모를 실시한 후 주방세제를 2drops (0.2 ml)씩 흰쥐의 등면에 드라핑을 하고 멸균 처리된 면봉으로 피부에 도포하여 피부건성을 유발시켰으며, 각 실험군의 조건에 따라 목이버섯 물 추출물과 알코올 추출물을 2drops(0.2 ml)씩 멸균 처리된 면봉으로 도포하였다.

2.4. 혈청분리

혈청분리는 최종도포 후 24시간 절식시킨 실험동물에 ethyl ether로 마취시켜 개복하고 복부대동맥으로부터 채혈하였다. 채취한 혈액은 실온에서 1시간 방치 한 후 원심분리(3000 rpm, 20 min)하여 얻은 상정액을 혈청분리관에 모아 혈청분석 자료로 사용하여 total cholesterol, HDL(High density lipoprotein)-, LDL(low density lipoprotein)-cholesterol의 수치를 확인하였다.

2.5. 항산화효과 측정

전자공여활성 : 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois(22)의 방법에 따라 각 추출액의 농도를 1,000ppm, 2,000ppm으로 희석한 용액 0.2 mL에 4×10⁻⁴M DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10초간 진탕한 후 상온에서 10분간 방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(오세인 · 이미숙, 2005).

Electron donating ability(%) = [1-(시료흡광도/대조군흡광도)] × 100

Superoxide dismutase(SOD)유사활성 측정 : SOD 유사활성 측정은 Marklund등의 방법에 따라 각각 시료 1,000 ppm과 2,000 ppm으로 희석한 용액 0.2 ml에 pH8.5로 보정한 Tris-

HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]aminomethane+10mM EDTA) 3 ml와 7.2 mM pyrogallol 0.2ml를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1N HCl 1ml로 반응을 정지시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 수식으로 나타내었다(Marklund·Marklund, 1974).

SOD-like activity = 100-[(시료첨가군의 흡광도/무첨가군의 흡광도)×100]

3. 결과 및 고찰

3.1. 식이효율

5주간 실험 사용한 rat의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다.

체중증가량에 미치는 영향 : 대조군에 비해 목이버섯 물추출물의 경우와 에탄올추출물의 경우 체중의 증가가 유의적이지는 않았지만 조금 더 높게 나타났으며, 물추출물의 경우가 에탄올추출물의 경우보다 조금 더 높게 나타났다.

주방세제처리에 의해 건성화를 유발시킨 다음의 경우 건성 유발군보다 물추출물의 경우와 에탄올추출물의 경우 체중의 증가가 증가되었음을 알 수 있었고 이 역시 물추출물이 에탄올추출물의 경우보다 체중의 증가가 더 높게 나타남을 확인할 수 있었다.

식이섭취량과 식이효율에 미치는 영향 : 일일 식이섭취량은 대조군에 비해 주방세제만을 처리하여 피부의 건성화를 유도한 군에서 높게 나타났으며 체중의 증가량에서와는 다소 상반되는 경향을 보여 건성유발군의 식이효율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 비건성유발군에서 목이버섯 물추출물의 경우 보다 에탄

Table 2. Feed efficiency ratios of the rats in each experimental group

Groups ¹⁾	Initial weight(g)	Final weight(g)	Weight gain(g/day)	Feed intake(g/day)	FER
C	223.50±10.05	408.33±36.72	4.51±0.76	26.20±2.36	0.17±0.01
A1	222.25±18.21	379.38±56.67	3.83±0.95	30.81±2.06	0.12±0.03
A2	221.20±12.87	409.50±44.60	4.59±0.83	27.08±1.44	0.17±0.03
A3	216.67± 8.15	439.42±22.03	5.43±0.56	29.57±1.95	0.18±0.02
A4	211.17±13.91	396.42±21.01	4.52±0.40	29.16±1.35	0.16±0.01
A5	210.83±15.81	398.33±28.02	4.57±0.43	27.92±1.87	0.16±0.02

¹⁾see Table 1.

All values are mean±S.D(n=5)

FER : feed efficiency ratio (total body weight gain / total feed intake weight)

을추출물의 경우가 일일식이섭취량은 다소 더 높게 나타났으나 식이효율은 낮게 나타났다. 주방세제처리에 의해 건성화를 유발시킨 다음의 경우 역시 물추출물의 경우 보다 에탄올추출물의 경우가 일일식이섭취량은 다소 높게 나타났으나 식이효율은 낮게 나타났다. 식이효율이 건성유발 전의 군이나, 건성유발 후의 군 모두에서 에탄올추출물이 물추출물 보다 다소 낮게 나타나는 것은 건성화에 대한 효과가 에탄올추출물에 비해 물추출물의 처리 시 보다 더 효과적이므로 피부표면의 건성화로 인한 스트레스가 남아있는 결과라고 판단된다.

3.2. 혈중 콜레스테롤 분석

5 주간 실험 사육한 rat의 혈청분석 결과는 Table 3과 같다.

Total cholesterol 수치에 미치는 영향 : Total cholesterol 수치는 대조군에 비해 모두 유의적으로 낮게 나타났으며 주방세제만을 처리하여 건성화를 유도한 군에 에탄올추출물을 처리한 군에서 가장 낮은 함량을 나타내고 있다. 정상피부에 에탄올추출물을 처리 한 군의 경우 가장 대조군에 근접한 함량을 나타내었다.

HDL-cholesterol 수치에 미치는 영향 : HDL-cholesterol 함량은 대조군에 비해 모두 유의적으로 낮은 수치를 나타냈으며 HDL-cholesterol 수치 역시 Total cholesterol 수치변화에서와 같이 주방세제만을 처리하여 건성화를 유도한 후 에탄올추출물을 처리한 군에서 가장 낮은 수치를 나타내고 있다. 또한 정상 피부에 에탄올추출물을 처리 한 군의 경우 가장 대조군에 근접한 HDL-cholesterol 수치를 나타내었다.

LDL-cholesterol 수치에 미치는 영향 : 대조군에서 LDL-cholesterol 수치의 변화양상은 실험기간 동안 유의적인 변화는 나타나지 않았다. 그러나 주방세제만을 처리하여 건성화를 유도한 군에서 가장 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났다. 정상피부에 에탄올추출물을 처리 한 군의 경우 가장 낮은 LDL-cholesterol 수치를 나타내고 있다.

3.3. 항산화 효과 측정

전자공여활성 : 라디칼에 대한 소거 능력을 측정하는 DPPH를 사용하여 목이버섯(*Auricularia auricula* U.) 추출물의 전자공여 활성을 측정하였고 그 결과는 Table 4와 같다.

Table 3. Serum levels of total, HDL-, and LDL-cholesterols of rats in each experimental group (unit : mg/dl)

Groups ¹⁾	Total-Cholesterol(A)	HDL-Cholesterol(B)	LDL-Cholesterol
C	80.75± 8.06	52.00±4.00	16.00±2.65
A1	61.50± 3.42	43.25±3.86	19.50±2.89
A2	68.80± 7.95	43.20±6.14	15.25±2.63
A3	71.33± 5.51	45.00±3.00	17.67±1.15
A4	72.75±13.15	48.00±4.58	17.25±5.19
A5	58.80± 3.63	37.00±3.00	14.40±3.21

¹⁾see Table 1.

Each value is mean±SD of experimental group, n=5.

전자공여능에 의한 항산화 활성은 안정한 free radical 인 DPPH를 이용한 전자공여효과로서 목이버섯추출물의 환원력을 측정한 결과인 Table 4에서 보면 각 추출물의 경우 전자공여효과가 에탄올 추출물 2000ppm에서 15.95±0.15%로 가장 높게 나타났고, 각 추출물의 농도가 증가됨에 따라서 전자공여효과가 증가하는 것으로 나타났다. 이와같은 전자공여효과가 다른 버섯에 비하여 매우 적지만 효율적인 농도를 첨가했을 때 이와 동일한 효과를 받을 수 있을 것으로 사료된다. DPPH는 free radical의 안정된 모델로 반응 중 DPPH의 감소는 free radical의 소거 반응이 진행됨을 알 수 있고 지질과산화의 초기 반응의 억제정도를 예측 할 수 있다.

유해 산소라 불려지는 활성산소는 세포 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 공격하여 지질과산화 반응을 일으켜 체내 과산화 지질을 축적함으로써 생체 기능이 저하되고 동시에 색소 침착, 노화 및 성인병 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다. 또한 이에 따른 다양한 종류의 식물성분 및 추출물에 의한 항산화 작용이 보고 되어 있다(Blois MS. 1958, Kim, s. J., Han, D., Park, M.H., Rhee J.S., 1994) .

전자공여능이 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표라고 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높다고 보고한 바 있으며, 버섯의 라디칼 제거 활성은 버섯자실체의 추출물 내에 존재하는 flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 의한 작용으로 산화성 생물활성 프리라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 효과가 나타난다고 보고하고 있다(Hatano, 1995, Masaki et al., 1995).

Superoxide dismutase(SOD)유사활성 측정 : 목이버섯(*Auricularia auricula* Underw.) 추출물의 superoxide dismutase (SOD)유사활성 측정 측정된 결과는 Table 5와 같다.

목이버섯의 물추출물과 에탄올 추출물을 각각 1000ppm, 2000ppm 농도에 따른 SOD 유사활성을 나타낸 Table 5를 분석해 보면 1000ppm 농도에서 물 및 에탄올 추출물이 각각 11.23±0.33%, 17.22±1.54로 물추출물에 비해 에탄올 추출물의 SOD활성이 크게 나타났다. 농도별 결과에서는 물 추출물의 경

Table 4. Electron donating ability of *Auricularia auricula* U. extracts

Samples	Electron donating ability(%)	
	1000ppm	2000ppm
Water extract	9.32±0.17	11.13±0.35
Ethanol extract	13.01±0.69	15.95±0.15

Values are Mean±SD (n=5)

Table 5. SOD-like activity of *Auricularia auricula* U. extracts

Samples	SOD-like activity(%)	
	1000ppm	2000ppm
Water extract	11.23±0.33	27.39±1.61
Ethanol extract	17.22±1.54	25.26±0.39

Values are Mean±SD, n=5

우 11.23±0.33%, 27.39±1.61% 유의적으로 증가하였으며, 에탄올 추출물의 경우에서도 17.22±1.54%, 25.26±0.39% 유의적인 증가를 보였다.

4. 결 론

주방세제로 유발된 건성피부에 대한 의 목이버섯 물추출물과 에탄올추출물의 유효성과 항산화 효과를 연구한 결과는 다음과 같다. 건성유발군보다 건성화를 유발시킨 후 물추출물을 처리한 경우와 에탄올추출물의 경우 체중의 증가가 유의적으로 증가되었다. 건성유발군에서 물추출물의 처리시 에탄올추출물의 경우보다 HDL-cholesterol의 수치는 상승되고, LDL-cholesterol의 수치는 더 낮아졌다. 목이버섯추출물의 전자공여 효과는 에탄올추출물 2000ppm에서 15.95±0.15%로 나타났고, 각 추출물의 농도 의존적으로 전자공여효과가 증가하였다. SOD 유사활성은 물추출물 2000ppm에서 27.39±1.61%로 나타났고, 각 추출물의 농도 의존적으로 SOD 유사활성효과가 증가하였다.

참고문헌

김삼순·김양섭 (1990) “한국산 버섯도감”. 유평출판사, 서울, p.321.
 김진화·이범천·Yong He Zhang·표형배 (2005) 사람 섬유아세포에서 UVB 조사에 대한 능소화 추출물의 항산화 효과(한불화장품 기술연구소). *약학회지*, **49**, 174-179.
 박건영·이경임·이숙희 (1992) 녹황색채소류의 돌연변이 유발억제 및 AZ-521 위암세포의 성장저해효과. *J. Korean Soc. Food Nutr*, **21**, 149-153.
 손미예·서권일·최선영·성낙주·이산원·박석규 (2006) 상황버섯의 화학성분 및 생리활성 효과. *J. Korean Soc. Food Nutr*, **35**, 524-529.
 오세인·이미숙 (2005) 영지버섯(*Ganoderma lucidum* Krast) 추출물의 항산화 및 항돌연변이 효과. *Korean J. Food & Nutr*, **18**, 54-62.
 Blois M.S. (1958) Antioxidant determinations by the use of stable free

radical. *Nature*, **181**, 1199-1200.
 Cadenas, E. (1989) Biochemistry of oxygen toxicity. *Ann. Rev. Biochem.*, **58**, 79-110.
 Claude, S., Manabu, K., Laura, M. and Lester, P. (1999) Antioxidants modulate acute solar ultraviolet radiation-induced NF-kappa-B activation in a human keratinocyte cell line. *Free Radical Biol. & Med.*, **26**, 174-183.
 Davies, K.J.A. (1987) Protein damage and degradation by oxygen radicals. *J. Biol. Chem.*, **262**, 9895-9901.
 Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species-Tannins and related polyphenols. *Natural Medicines*, **49**, 357-363.
 Kim, J.O., Kim, Y.S., Lee, J.H., Kim, M.N., Rhee, S.H., Moon, S.H. and Park, K.Y. (1992) Antimutagenic effect of the major volatile compounds identified from Mugwort(*Artemisia asiatica* Nakai) leaves. *J. Korean Soc. Food Nutr*, **21**, 308-313.
 Kim, S.J., Han, D., Park, M.H. and Rhee J.S. (1994) Screening for superoxide dismutase-like compounds and its activators in extracts of fruits and vegetables. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **58**, 2263-2265.
 Lee, B.C., Bae, J.T., Pyo, H.B., Choe, T.B., Kim, S.W., Hwang, H.J. and Yun, J.W. (2003) Biological activities of the polysaccharides produced from submerged culture of the edible Basidiomycete *Grifola frondosa*. *Enz. Microb. Technol.* **32**, 574-581.
 Lee, H.D. (1999) Korean medicinal mushroom pictorial book. *Kyphaksa Publishing Co.Ltd, Seoul*, 576-580.
 Marklund S, Marklund G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, **47**, 468-474.
 Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.*, **18**, 162-166.
 Naqui, A., Chance, B. and Cadenas, E. (1986) Reactive oxygen intermediate in biochemistry. *Ann. Rev. Biochem.*, **55**, 137-166.
 Yaar, M. and Gilchrist, B.A. (1998) Aging versus photoaging: Postulated mechanisms and effectors. *J. Investing Dermatol. Symp. Proc.*, **3**, 47-51.

(2007년 4월 9일 접수)