

담자균 추출물의 항균작용 및 항산화작용

김선희 · 박찬성
경산대학교 생명자원공학부

Antibacterial and Antioxidative Activities of Various Extracts from Basidiomycetes

Seon-Hee Kim and Chan-Sung Park
Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-240, Korea

Abstract

The water and methanol extract were obtained from fruit body of 8 kind of edible mushrooms. The antibacterial activity of extracts on the growth of pathogenic bacteria(*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli* O 157:H7 and *Salmonella typhimurium*) was determined. Methanol fraction of *Gyrophora esculenta* showed excellent antibacterial activity against 5 strains of pathogenic bacteria. The 80% methanol extract of *Gyrophora esculenta* and *Phellinus linteus* were fractionated with diethylether, chloroform, ethyl acetate, butanol and water. The diethylether, ethyl acetate and butanol fraction of *Gyrophora esculenta* had excellent antibacterial activity and ethyl acetate and butanol fraction of *Phellinus linteus* had weak antibacterial activity against 5 strains of pathogenic bacteria. Electron donating ability of each fraction of *Gyrophora esculenta* was increased in order of ethylacetate, chloroform, butanol, diethylether and water. Nitrite scavenging ability was observed in ethyl acetate fraction of *Gyrophora esculenta* and other fractions showed no activities.

Key words : mushroom, antibacterial activity, electron donating ability, nitrite scavenging ability

서 론

소득수준의 향상과 식생활의 변화로 인하여 성인병의 발병률이 점차 높아짐에 따라 성인병을 예방할 수 있는 기능성 식품에 대한 관심이 높아지고 있다.

식품의 부패와 변질을 방지할 목적으로 사용되는 합성 보존료는 지속적으로 체내에 축적되면 만성독성, 발암성, 돌연변이 유발 등의 문제가 제기되고 있다 (1). 최근에는 합성보존료 대신에 건강지향적 생리활성과 약리효과를 가진 향신료(2,3), 다류(4,5), 등의 천연물을 이용한 보존료의 개발 연구가 활발해지고 있다. 이들 천연물은 항암, 항균, 항산화 및 콜레스테롤 저하작용(2-8) 등의 다양한 생리활성과 약리효과가 있는 것으로 보고 되고 있다.

Corresponding author : Chan-Sung Park, Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-240, Korea
E-mail : parkcs@kyungsan.ac.kr

천연식품의 일종인 버섯은 자실체를 가진 고등균류로서 옛날부터 식용은 물론 약용으로 많이 사용되어 왔으며 부작용이 없는 저칼로리 식품으로서, 영양적인 측면과 의약품으로서의 효능을 가진 “wholesome food”로 인식되어 소비량이 날로 증가하는 추세이다(9). 전세계적으로 분포되어 있는 버섯은 약 10,000종에 이르며 그 중 약 700여종이 식용, 50~200여종이 약용이며 50여종이 독버섯으로 추정되고 있다(10). 그러나 *Agaricus*, *Auricularia*, *Flammulina*, *Lentinula*, *Pleurotus* 및 *Volvariella*의 6개 속에 속하는 버섯이 전세계 버섯 생산량의 90%를 차지하고 있다(11).

버섯의 성분과 다양한 생리활성 연구가 각국에서 활발하게 진행되어 버섯의 항암활성(12,13), 면역증강작용(14,15), 혈압강하효과(16,17) 및 혈중 콜레스테롤 합성 억제효과(18,19) 등의 효능이 보고되고 있다. 이외에도 버섯은 항균작용을 가지는 것으로 보고되고 있으며(20), 국내에서 버섯의 항균활성에 관한 연구로는 윤 등(21)과 김(22)이 화경버섯, 영지 버섯의 항균효과를 밝혔으나 그외의 연구발표는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 식용으로 많이 이용되는 버섯을 이용하여 천연 보존료를 개발할 목적으로 버섯 추출물의 식중독세균에 대한 항균작용과 항산화작용을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 8종의 버섯중 느타리버섯, 팽나무버섯, 석이버섯, 표고버섯은 대구시 칠곡농산물도매센터에서 구입하였으며, 상황버섯, 눈꽃동충하초, 영지버섯, 아가리쿠스버섯은 안동지방에서 수확된 것을 구입하여 건조후, 마쇄하여 추출용 시료로 사용하였다.

버섯의 추출 및 분획

연속순환장치를 이용하여 버섯시료와 그 10배 중량의 증류수 혹은 methanol을 각각 혼입하여 60℃의

Table 1. Materials of Basidiomycetes used for experiments

Korean name	Scientific name
느타리버섯	<i>Pleurotus ostreatus</i>
팽나무버섯	<i>Flammulina velvutipes</i>
석이버섯	<i>Gyrophora esculenta</i>
표고버섯	<i>Lentinus edodes</i>
상황버섯	<i>Phellinus linteus</i>
눈꽃동충하초	<i>Cordyceps japonica</i>
영지버섯	<i>Ganoderma lucidum</i>
아가리쿠스버섯	<i>Agaricus blazei</i>

수욕상에서 3시간 동안 2회 반복추출한 후 여과 농축하여 동결 건조시켜 1차적인 항균실험 시료로 사용하였다.

버섯 추출물중 항균력이 우수한 버섯시료에 대하여 80% methanol 추출물을 diethylether, chloroform, ethyl acetate, butanol, 물의 용매로 separatory funnel에서 2시간씩 순차 분획 후, 감압농축하고 동결건조하여 분획물을 얻었다.

균주 및 배지

시험균주는 그람양성균인 *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 13565와 그람음성균인 *Aeromonas hydrophila* ATCC 7965, *Escherichia coli* O 157:H7 ATCC 43895, *Salmonella typhimurium* ATCC 7988을 사용하였다. 전배양 및 본 배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco)를 사용하였고, 생균수 측정을 위한 고체배지는 tryptic soy agar(TSA, Difco)를 사용하였다.

버섯 추출물의 항균력 측정

사면배지에 배양된 각 균주를 1백금이량 취하여 10ml의 액체배지에서 24시간씩 2회 계대배양하여 활성화시킨 후, 미리 만들어 놓은 평판배지에 식중독세균 배양액 0.2ml를 균일하게 도말하고, 배지의 표면에 각각 10% 농도의 버섯시료 추출물을 20 μ L 흡수시킨 8mm 밀균 paper disc(Toyo Roshi Kaisha, Japan)를 올려놓은 다음, 35℃에서 48시간 배양한 후, paper disc 주위의 clear zone 직경을 측정하였다. 항균력이 확인된 시료에 대하여는 버섯추출물의 농도를 희석

하여 농도에 따른 clear zone 크기를 측정하였다.

전자공여능 측정

전자공여능은 Blois(23)의 방법에 따라 시료의 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 환원력으로 측정하였다. 즉, 각 시료 4ml에 $1.5 \times 10^{-4}M$ 의 DPPH 용액(absolute methanol에 용해) 1ml를 가하고, 10초간 진탕한 후 실온에서 30분 동안 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 $100 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{시료 무첨가구의 흡광도}) \times 100$ 으로 나타내었다.

아질산염 소거작용 측정

아질산염 소거작용은 Gray와 Dugan(24)의 방법에 준하여 측정하였다. 1mM NaNO₂용액 1ml에 각각의 시료 추출물을 가하고 0.1N HCl(pH 1.2)을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정된 다음 총량을 10ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간동안 반응시킨 후 각 반응액을 1ml씩 취하여 2% acetic acid 용액 5ml, Griess 시약 0.4ml를 가하여 잘 혼합하였다. 이를 실온에서 15분간 방치한 후 분광광도계로서 520nm에서 흡광도를 측정하고 잔존하는 아질산량을 구하였다.

결과 및 고찰

버섯 추출물의 항균활성

Table 2는 각 버섯시료의 물추출물과 methanol추출물을 이용하여 5가지 식중독균에 대한 항균력을 측정된 결과로서, 석이버섯 methanol 추출물은 5가지 식중독세균 모두에 대하여 강한 항균활성효과가 나타났으며, 물추출물은 *L. monocytogenes*에 대하여 약한 항균활성을 나타내었다. 상황버섯 methanol 추출물은 *L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7에 대하여 9~10mm의 생육저해환을 형성하였으나, 물추출물에서는 *S. aureus*에 대하여만 항균활성을 나타내었다. 영지버섯의 methanol 추출물은 *L. monocytogenes*에 대해서만 9~10mm의 생육저해환을

형성하였다. 사용한 버섯중 석이버섯이 가장 높은 항균활성을 나타내었으며, 추출용매는 물 보다 methanol 추출물의 항균활성이 큰 편이었다. 이외에도 함 등(25)은 석이버섯을 추출물이 강한 유전독성 억제효과를 가진다고 보고하여 석이버섯이 다양한 기능을 나타내는 식품임이 확인되었다.

Table 2. Antibacterial activity of water and methanol extracts of basidiomycetes on pathogenic bacteria

Basidiomycetes	Extracts	bacterial strains				
		<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella typhimurium</i>
LE	water	2)	-	-	-	-
	methanol	-	-	-	-	-
PL	water	-	+	-	-	-
	methanol	+	-	-	+	+
PO	water	-	-	-	-	-
	methanol	-	-	-	-	-
FV	water	-	-	-	-	-
	methanol	-	-	-	-	-
AB	water	-	-	-	-	-
	methanol	-	-	-	-	-
GL	water	-	-	-	-	-
	methanol	+	-	-	-	-
CJ	water	-	-	-	-	-
	methanol	-	-	-	-	-
GE	water	+	-	-	-	-
	methanol	++	++	++	++	++

¹⁾ LE: *Lentinus edodes*, PL: *Phellinus linteus*, PO: *Pleurotus ostreatus*, FV: *Flammula veruculipes*, AB: *Agaricus blazei*, GL: *Ganoderma lucidum*, CJ: *Cordyceps japonica*, GE: *Gyrophora esculenta*.

²⁾ - : no inhibition (8mm), ± : very slight inhibition (8~9mm), + : slight inhibition (9~10mm), ++ : moderate inhibition (10~14mm), +++ : heavy inhibition (14~18mm), ++++ : very heavy inhibition (18mm~).

한편, 시험균주중 *L. monocytogenes*가 여러 가지 버섯추출물에 의해 억제되었는데, Grau와 Vanderlinde (26)는 이 세균이 pH에 대단히 민감한 균으로 pH 6.0이상에서는 0°C에서도 증식하였으나 pH 5.6이하에서는 증식하지 못한다고 보고하였다. pH가 중성인 액체배지내에서 각 시료가 항균활성을 가진다는 것은 일반적인 식품내에서는 *L. monocytogenes*에 대해 더 낮은 농도에서도 항균력이 있을 것으로 추정된다.

Table 3. Antibacterial activity of 80% methanol extracts of basidiomycetes on pathogenic bacteria

bacterial strains	basidio- mycetes ¹⁾	0	1%	2%	3%	5%	10%
<i>Listeria monocytogenes</i>	GE	- ²⁾	-	-	+	+++	+++
	PL	-	-	-	-	±	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	GE	-	±	+	++	++	++
	PL	-	-	-	-	±	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	GE	-	-	±	+	+	++
	PL	-	-	-	±	+	+
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	GE	-	-	-	±	+++	+++
	PL	-	-	-	-	±	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	GE	-	-	-	±	+	++
	PL	-	-	-	-	±	+

¹⁾ Abbreviation are the same as in Table 2.

²⁾ See the legend of Table 2.

석이버섯과 상황버섯 methanol추출물의 항균성

Table 3은 석이버섯과 상황버섯의 80% methanol 추출물 농도에 따른 식중독균에 대한 항균활성이다. 석이버섯 추출물은 3% 농도에서 시험한 5 균주에 대하여 모두 항균활성을 나타내었으며, *S. aureus*에 대해서는 1%에서도 항균효과가 확인되었다.

상황버섯 추출물은 3~5% 농도에서 시험한 5 균주에 대하여 모두 항균활성을 나타내었으나 석이버섯에 비하여 활성이 약한 편이었다. 시험균주중 *S. aureus*에 대한 버섯의 항균성은 이 세균이 염지 식품, 반건조 식품 등과 같이 수분활성도가 낮은 식품 뿐만 아니라 육, 유가공품등 거의 모든 식품에서 식중독을 일으키는 것으로 보고(27)되고 있는데 버섯이 *S. aureus*에 의한 식중독사고를 예방할 수 있는 효율적인 방법이 될 것으로 사료된다.

석이버섯과 상황버섯 용매분획물의 항균성

Table 4는 석이버섯의 용매별 분획물을 이용한 항균 실험결과로서 diethylether, ethyl acetate, butanol 분획물에서 항균효과가 있었다. Diethylether 분획물은 1% 농도에서 모든 시험 균주에 대하여 항균효과가 있었으며 ethyl acetate 분획물의 경우, *L. monocytogenes*와 *A. hydrophila*에 대해서는 2%, *S. aureus*에 대하여 3% 농도에서 항균효과를 나타내었으나 *E. coli*와 *Sal.*

*typhimurium*에 대하여는 10%에서도 항균효과를 나타내지 아니하였다. Butanol 분획물은 *S. aureus*, *A. hydrophila*에 대하여 1% 농도에서도 항균활성을 나타내었으나 타 균주에 대하여는 10%에서도 항균활성을 나타내지 아니하였다.

Table 4. Growth inhibiting activity of various solvent fractions from 80% methanol extract of *Gyrophora esculenta* on pathogenic bacteria

bacterial strains	solvent fractions	0	1%	2%	3%	5%	10%
<i>Listeria monocytogenes</i>	DE ¹⁾	- ²⁾	+	++	++	+++	+++
	EA	-	-	±	±	+	+
	BT	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	DE	-	+	++	+++	+++	+++
	EA	-	-	-	±	++	+++
	BT	-	±	+	+	++	++
<i>Aeromonas hydrophila</i>	DE	-	-	+++	+++	+++	+++
	EA	-	-	±	+	++	++
	BT	-	±	+	+	+	++
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	DE	-	±	+	++	++	+++
	EA	-	-	-	-	-	-
	BT	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	DE	-	±	+	+	++	++
	EA	-	-	-	-	-	-
	BT	-	-	-	-	-	-

¹⁾ DE: diethyl ether fraction, EA: ethyl acetate fraction, BT: butanol fraction

²⁾ See the legend of Table 2.

Table 5는 상황버섯의 용매별 분획물로서 항균력을 실험한 결과로서 ethyl acetate와 butanol 획분 5~10% 농도에서 항균효과가 있었으며 앞의 석이버섯에 비하여 항균력은 아주 약한 편이었다.

Table 4와 5의 결과로 볼 때 버섯의 종류에 따라 각 용매별 추출물의 항균활성은 다르게 나타났으며 이는 각 버섯에 함유된 항균성 물질이 서로 다르기 때문인 것으로 생각된다. 윤 등(21)은 화경버섯의 항세균성 물질을 렉틴이라고 보고하였으며, 김(22)은 버섯 다당체와 단백질이 결합된 polysaccharide protein complex로 항미생물작용과 항암작용을 나타내는 것으로 보고하였다. 이외에도 Mizuno 등(14,15)은 영지, 표고의 면역기능 성분이 (1→3)-β-D-glucan으로 보고

하였는데 이러한 면역기능 성분이 항균성을 가질 것으로 추정된다.

따라서 각종 식품가공시에 버섯을 식품첨가물로서 이용하고자 할 때, 버섯의 종류와 추출용매의 종류에 따른 균주별 항균활성은 앞으로 계속적인 연구가 이루어져야할 것으로 생각된다.

Table 5. Growth inhibiting activity of various solvent fractions from 80% methanol extract of *Phellinus linteus* on pathogenic bacteria

bacterial strains	solvent fractions	0	1%	2%	3%	5%	10%
<i>Listeria monocytogenes</i>	EA ¹⁾	- ²⁾	-	-	-	±	+
	BT	-	-	-	-	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	EA	-	-	-	-	±	+
	BT	-	-	-	-	±	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	EA	-	-	-	±	+	++
	BT	-	-	-	-	±	+
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	EA	-	-	-	-	±	+
	BT	-	-	-	-	-	±
<i>Salmonella typhimurium</i>	EA	-	-	-	-	+	++
	BT	-	-	-	-	-	-

¹⁾ See the legend of Table 4.
²⁾ See the legend of Table 2.

석이버섯 분획물의 전자공여능

Fig. 1은 석이버섯 분획물의 전자공여능을 측정할 결과로서, buthanol과 chloroform 분획물은 400ppm의 농도에서 70% 이상의 높은 효과를 나타내었으나 농도가 낮아짐에 따라 급격한 감소를 나타내었다. Ethyl acetate와 diethylether 분획물에서는 400ppm의 농도에서 약 60%의 효능을 나타내었으며, ethyl acetate 획분은 40ppm의 농도에 이르기까지 지속적인 효과가 나타났으나 diethylether 분획물에서는 농도의 감소에 따라 효능이 감소하였다. 정(28)은 석이버섯의 용매별 추출물로서 전자공여능을 측정할 결과, 페놀성 화합물의 함량이 높은 diethylether 및 buthanol 추출물의 전자공여 작용이 각각 80.70%, 72.81%로 보고하였다. 이 등(29)은 양송이, 표고, 영지버섯의 페놀성 물질중 butanol 추출물과 영지버섯의 diethylether 추출물의 전자공여능이 모두 90%으로 보고하여 본 실험에 사용한 버섯의 전자공여능에 비

하여 월등히 높은 편이었는데 이는 버섯의 종류와 추출조건의 차이에 따른 것으로 생각된다.

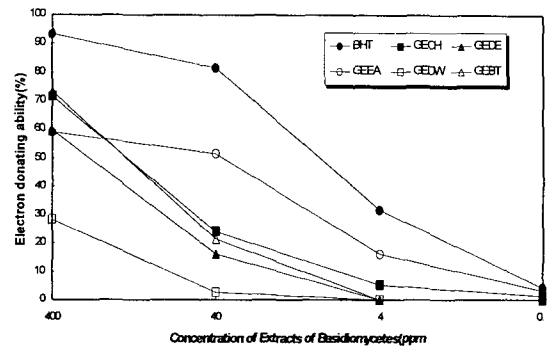


Fig. 1. Electron donating ability of each fractions of *Gyrophora esculenta*.
 GECH : Chloroform fraction of *Gyrophora esculenta*
 GEDE : Diethylether fraction of *Gyrophora esculenta*
 GEEA : Ethylacetate fraction of *Gyrophora esculenta*
 GEBT : Butnol fraction of *Gyrophora esculenta*
 GEDW : Water fraction of *Gyrophora esculenta*

아질산염 소거작용

Fig. 2는 석이버섯 용매 분획물의 아질산염 소거능을 측정할 결과이다. 석이버섯 ethyl acetate 분획물 400ppm에서 약 40%의 아질산염 소거효과로서 가장 높은 효과를 나타내었으며 나머지 분획물은 400ppm의 농도에서 물, diethylether는 약 20%의 소거능이 있었으나 chloroform, butanol 획분에서는 10% 미만의 효과가 나타났다. 이 결과는 정(28)이 보고한 석이버섯 분획물의 아질산염 소거능 보다 조금 낮은 편이었으며, 이 등(29)은 버섯의 추출물중 전자공여능이 높은 물질이 아질산염 소거 작용이 높다고 보고하였으나 본 실험에서는 다소 상이한 결과를 나타내었다. 정과 노(3)는 rosemary, thyme 등의 herb methanol 추출물이 90%이상의 강한 아질산염 소거작용을 가진다고 보고하였으며, 정 등(30)은 pH 1.2일때 오미자종자의 용매분획물중 butanol, ethyl acetate, chloroform 추출물에서 아질산염 분해능이 80%이상이었으나 pH의 증가에 따라 chloroform 분획물은 급격히 감소하는 것으로 보고하였는데 본 실험에서 버섯 추출물의 아질산염 소거능은 이들 식물에 비하여 현저히 낮은 편이었다.

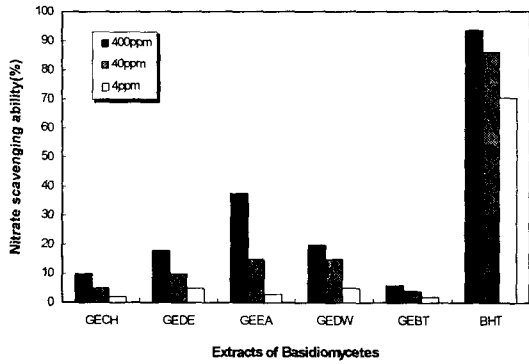


Fig. 2. Nitrite scavenging ability of each fraction of *Gyrophora esculenta*. Abbreviations are the same as in Fig. 1.

요 약

여러 가지 담자균 자실체의 물과 methanol 추출물을 이용하여 5가지 식중독균에 대해 항균실험을 실시한 결과, 석이버섯, 상황버섯, 영지버섯 추출물에서 항균활성이 있었으며, 석이버섯 methanol 추출물이 가장 높은 항균력을 나타내었다. 높은 항균력이 확인된 석이버섯, 상황버섯의 80% methanol추출물을 diethylether, chloroform, ethyl acetate, n-butanol, 물의 순으로 분획물을 얻어서 항균 및 항산화 작용을 조사하였다. 시료 중 석이버섯의 diethylether, ethyl acetate, n-butanol 분획물에서 높은 항균효과가 있었 으며는 것으로 나타났으며, 상황버섯의 경우 ethyl acetate, n-butanol 분획물에서 항균효과를 나타내었다. 400ppm의 석이버섯 분획물의 전자공여능은 ethyl acetate와 chloroform 분획물에서 70% 이상, butanol과 diethylether 분획물에서 60% 이상의 전자공여능을 나타내었다. 아질산염 소거능은 석이버섯 ethyl acetate 분획물에서 약 40%의 소거능을 나타내었다.

참고문헌

1. Branen, A.L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*, 52, 59-63

2. 김용두, 강성구, 최옥자, 이홍철, 장미정, 신수철 (2000) 초피(*Zanthoxylum piperitum* A.P. DC.) 추출물의 항균활성. *한국식품영양과학회지*, 29, 1116-1122

3. 정해정, 노경림 (2000) Herb추출물의 전자공여능, 항균활성 및 아질산염 소거능 검색. *한국조리과학회지*, 16, 372-377

4. 오덕환, 이미경, 박부길 (1999) 식품유해균에 대한 차류 추출물의 항균효과. *한국식품영양과학회지*, 28, 100-106

5. 김희연, 이영자, 홍기형, 권용관, 이주연, 김소희, 하상철, 조홍연, 장이섭, 이철원, 김길생 (1999) 전통식품 및 천연물에서 천연보존료 개발에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 31, 1667-1678

6. Fijiki, H., Suganuma, M., Okabe, S., Komori, A., Sueoka, N., Kozu, T. and Sakai, Y. (1996) Japanese green tea as a cancer preventive in humans. *Nutr. Rev.*, 54, S67-S70

7. 박지윤, 박은미, 이미경, 장주연, 김명주, 조수열 (2000) 감잎 추출물이 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 혈청 및 간지질함량에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 29, 537-542

8. 고진복, 최미애 (1999) 발효홍차가 당뇨숫쥐의 지질대사에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 29, 613-618

9. Mizuno, T. (1995) Bioactive biomolecules of mushroom fungi. *Food Rev. Int.*, 11, 7-21

10. 전향숙 (2000) 담자균류의 면역활성. *식품과학과 산업*, 33, 22-31

11. Miles, P.G. and Chang, S.T. (1997) Medicinal components of mushrooms. pp. 107-118. In: *Mushroom Biology*. World Scientific. River, Edge.

12. Wasser, S.P. and Weis, A.L. (1999) Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective. *Critical Rev. Immunol.*, 19, 65-96

13. 지정환, 김미남, 최근표, 정차권, 함승시 (2000) 아가리쿠스버섯(*Agaricus blazei* Murill) 추출물의 항돌연변이원성 및 세포독성효과. *한국식품과학회지*, 32, 1371-1378

14. Mizuno, T., Wang, G., Zhang, J., Kawagishi, H.,

- Nishitoba, T. and Li, J. Reishi (1995) *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma tsugae*: Bioactive substances and medicinal effects. *Food Rev. Int.*, 11, 151-166
15. Mizuno, T. (1995) Shiitake, *Letinus edodes*: Functional properties for medicinal and food purposes. *Food Rev. Int.*, 11, 111-128
16. Kyoko A., Hiroaki N., Masamichi O. and Hisatora K. (1988) Blood pressure lowering activity present in the fruit body of *Grifora frondosa*(Maitake). *Chem. Pharm. Bull.*, 36, 1000-1006
17. Morigiwa, A., Kitabatake K., Fujimoto Y. and Ikekawa N. (1986) Angiotensin converting enzyme inhibitory triterpenes from *Ganoderma lucidum*. *Chem. Pharm. Bull.*, 34, 3025-3028
18. Komada, Y., Shimizu, M., Sonda, Y. and Sato, Y. (1989) Ganoderic acid and its derivatives as cholesterol synthesis inhibitors. *Chem. Pharm. Bull.*, 37, 531-533
19. Fujiyama, Y., Kobori, H., Oshiman, K., Soda, R. and Ebina (1998) Tumoricidal activity of high molecular weight polysaccharides derived from *Agaricus blazei* via oral administration in the mouse tumor model. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*. 45, 246-252
- 20.きのこ技術集談會編集委員會 編,きのこの基礎科學と最新技術 (1991) IV.きのこの生理活性物質, 13.きのこの藥理活性天然物,農村文化社,東京, pp. 136-139
21. 윤주억, 민태진, 윤희식(1995) 화경버섯의 항세균성 렉틴. 한국균학회지. 23, 46-52
22. 김성환 (1998) 영지버섯 다당체의 항미생물작용 및 항암작용에 관한 연구. 한국식품영양과학회지, 27, 1183-1188
23. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
24. Gray, J.I. and Dugan, Jr. L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosoamine formation in model food systems. *J. Food Sci.*, 40, 981-984
25. 함승시, 김득하, 최근표, 이득식 (1997) 목이 및 석이 메탄올 추출물의 유전독성 억제효과. 한국식품영양과학회지, 26, 57-62
26. Grau, F.H. and Vanderlinde, P.B. (1993) Aerobic growth of *Listeria monocytogenes* on lean and fatty tissue: Equations describing the effects of temperature and pH. *J. Food Prot.*, 56, 96-99
27. RO, S.J. and Han, Y.W. (1978) Microbial food-borne disease. *Korean J. Appl. Microbial. Bioeng.*, 6, 135-139
28. 정은재 (1998) 석이버섯 용매 추출물의 항산화 및 아질산염 소거작용. 식품영양학회지, 11, 426-430
29. 이기동, 장학길, 김현구 (1997) 버섯류의 항산화성 및 아질산염 소거작용. 한국식품과학회지, 29, 432-436
30. 정기태, 주인옥, 최정식, 홍재식 (2000) 오미자종자의 항산화성, 항균성, 아질산염소거능. 한국식품과학회지, 32, 928-935

(접수 2001년 1월 10일)