

버섯 추출물이 인체 병원성 균에 미치는 항균활성의 특성

김성태 · 이강협 · 민태진*

동국대학교 이과대학 화학과

Characteristics of Antimicrobial Activities for the Human Pathogenic Microorganism by Extracts from Korean Mushrooms

Sung Tae Kim, Kang-Hyeob Lee and Tae-Jin Min*

Department of Chemistry, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

(Received June 13, 2003)

ABSTRACT: This study was performed to screen antimicrobial activities of 198 extracts from 66 Korean mushrooms against 19 human pathogenic microorganisms using paper disc method. Mushrooms were extracted with petroleum ether, 80% ethanol and distilled water in that order. Among the extracts with antimicrobial activities, 1 water extract of *Amanita virgineoides*, 8 ethanolic extracts including *Amanita abrupta* and 1 petroleum ether extract of *Psathyrella hydrophila* were highly active against fungi, respectively. In addition to, 24 extracts including *Amanita pseudoporphyria*, *Amanita spissacea*, 3 extracts including *Paxillus curtisii* were highly active against Gram negative and positive bacteria, respectively.

KEYWORDS: Antibacterial activity, Antifungal activity, Human pathogenic microorganisms, Mushroom extracts

버섯은 담자균류에 속하는 균식물로서 예로부터 인간생활과 밀접한 관계를 가져 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔다. 한국산 버섯은 현재 92과 388속 1554종(이와 이, 2000)으로 분류되어 있다. 그 중 식용 가능한 버섯은 100여종, 독버섯은 50여종이며 맹독성을 가진 버섯이 20여종으로 분류되어 있고(박, 1991; Lee, 1990), 그 외에 약용으로 이용되는 버섯(허, 1981; Mizuno, 1992)은 35과 82속 162종으로 보고(Ahn, 1992)되어 있다. 이처럼 버섯이 식용 및 약용으로 널리 이용되고 있으나, 국내에서는 그 성분과 약리 작용에 대한 체계적이고 과학적인 연구는 아직 미흡한 실정이다.

버섯 중 항균활성물질의 화학구조와 항균활성에 관한 연구로 Jones 등(1963)은 *Polyporus bififormis*로부터 biformin과 biformic acid를, Cambie 등(1963)은 *Marasmius ramealis*로부터 marasin을, 그리고 Quack 등(1978)은 *Merulius tremellosus*의 배양액으로부터 merulidial을 분리하여 항균활성, 항암활성, 세포독성, 식물독성 및 돌연변이원으로 작용함을 보고하였고, *Clinipellis stipitaria*로부터 crinnipellin(Kupka et al., 1979), *Armillaria mellea*로부터 melleolide(Midland et al., 1982), *Poria medullaepanisi*로부터 pereniporins A와 B(Kida et al., 1986), 그리고 *Clavicornia pyxidata*로부터 clavicornic acid

(Erkel and Anke, 1992)가 분리되었으며 세균, 효모 및 사상균에 대한 항균활성이 있음을 보고하였다. 또 *Calvatia craniformis*의 균사체 배양액 내의 calvatic acid가 그람 양성 및 음성 세균에 대해 활성이 있고(Umezawa et al., 1975), *Oudemansiella mucida* 및 *Strobilurus tenacellus* 균사체 배양액 내 strobilurin이 사상균에, *Oudemansiella mucida*에서 분리한 oudemansin이 바이러스에 대해 항균활성이 있음을 보고(Anke et al., 1977, 1979)한 바 있다.

한편 본 연구실에서는 버섯 내 항균활성 물질을 탐색할 목적으로 144종의 한국산 버섯을 채집하여 물, 에탄올 그리고 석유에테르로 각각 추출하여 얻은 432종의 버섯 추출물을 효모, 사상균 및 세균에 대하여 항균활성을 검정하여 보고(Lee et al., 1995; Min et al., 1995; 1996, 1997; Park et al., 1995a, b; Yoon et al., 1995)한 바 있으며, *Umbilicaria vellea* 내 ethyl 2,4-dihydroxy-6-methylbenzoate와 orcinol의 항균 효과(Min and Bae, 1996), *Umbilicaria esculenta* 내의 orcinol과 methylorselinic acid가 phospholipase A2의 활성을 억제함을 보고(Kim et al., 1996)하였다. 또한, *Daedalea diskinsii*로부터 25-Epi,3 α -carboxyacetylquercinic acid 및 31-Hydroxycarboxyacetyl quercinic acid(Bae and Min, 2000a, b), *Daedaleopsis tricolor*로부터 20(29)-Lupen-3-one을 분리하여 항균 효과가 있음을 보고(Kim et al., 2001)한 바 있다. 이상과 같이 몇몇 버섯 중 항균활성 물질의 화학구조,

*Corresponding author <E-mail: tjmin@dongguk.ac.kr>

약리 효과 및 항균활성에 관한 보고는 있으나, 인체 병원성 균에 대한 항균활성 연구는 아직 미미한 실정이다.

본 연구에서는 버섯 중 인체병원성 균에 대한 항균활성 물질을 개발하기 위한 기초 연구로서 66종의 한국산 버섯을 채집하여 석유에테르, 80% 에탄올 및 증류수로 추출하여 얻은 198종의 추출물을 *Candida tropicalis* 외 4종의 효모, *Aspergillus fumigatus* 외 3종의 사상균, *Enterobacter cloacae* 외 4종의 그람 음성세균 및 *Enterococcus faecalis* 외 4종의 그람 양성세균 등 19종의 균에 대하여 항균활성을 검정하였기에 이에 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 버섯 시료는 서울 관악산, 경기도 광릉, 경기도 용문산 및 경남 양산 통도사 일원에서 채집하였고, 몇종의 버섯은 경동시장에서 구입하였으며, 채집

Table 1. The mushrooms used for screening of antimicrobial activity

Mushroom	
<i>Agaricus arvensis</i>	<i>Lentinus edodes</i>
<i>Agaricus campestris</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Agaricus subrutilescens</i>	<i>Coriolus consors</i>
<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Coriolus versicolor</i>
<i>Amanita abrupta</i>	<i>Daedalea dickinsii</i>
<i>Amanita citrina</i>	<i>Daedaleopsis tricolor</i>
<i>Amanita hemibapha</i> sub sp. <i>hemibapha</i>	<i>Fomitella fraxinea</i>
<i>Amanita pantherina</i>	<i>Fomitopsis officinalis</i>
<i>Amanita pseudoporphyria</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i> var. <i>miniatus</i>
<i>Amanita rubescens</i>	<i>Microporus affinis</i>
<i>Amanita spissacea</i>	<i>Poria cocos</i>
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i>	<i>Lenzites betulina</i>
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i>	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>
<i>Amanita virgineoides</i>	<i>Trametes suaveolens</i>
<i>Amanita virosa</i>	<i>Rhodophyllus crassipes</i>
<i>Boletus auripes</i>	<i>Lactarius piperatus</i>
<i>Boletus edulis</i>	<i>Lactarius subvellereus</i>
<i>Boletus erythropus</i>	<i>Lactarius volemus</i>
<i>Boletus pseudocalopus</i>	<i>Russula alboareolata</i>
<i>Leccinum extremiorientale</i>	<i>Russula cyanoxantha</i>
<i>Leccinum hortonii</i>	<i>Russula foetens</i>
<i>Leccinum scabrum</i>	<i>Russula japonica</i>
<i>Phylloporus bellus</i>	<i>Russula nigricans</i>
<i>Suillus bovinus</i>	<i>Russula subnigricans</i>
<i>Tyloppilus neofelleus</i>	<i>Scleroderma areolatum</i>
<i>Tyloppilus nigerrimus</i>	<i>Naematoloma fasciculare</i>
<i>Psathyrella hydrophila</i>	<i>Sarcodon aspratus</i>
<i>Descolea flavoannulata</i>	<i>Armillariella tabescens</i>
<i>Gomphus floccosus</i>	<i>Clitocybe fragrans</i>
<i>Lycoperdon perlatum</i>	<i>Collybia confluens</i>
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	<i>Marasmius maximus</i>
<i>Paxillus curtisii</i>	<i>Oudemansiella platyphylla</i>

표본을 동정하고, 말린 후 분말화하여 사용하였다. 본 실험에 사용한 버섯은 Table 1과 같다.

시험균주

본 실험에 사용한 항균활성 검색용 균주는 *Candida tropicalis*, *Candida galabrata*, *Trichosporon pullulans*, *Candida parapsilosis* 및 *Candida krusei* 등 5종의 효모, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. 및 *Trichophyton rubrum* 등 4종의 사상균, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Yersinia enterocolitica* 및 *Citrobacter freundii* 등 5종의 그람음성세균, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus* group F 및 *Streptococcus agalactiae* 등 5종의 그람양성세균이며, 중앙대학교 부속 용산병원 미생물연구실로부터 분양받아 사용하였다.

배지

인체 병원성 효모 및 사상균의 배양과 항균 활성 검사를 위한 배지로는 Sabouraud agar 배지(1ℓ당 glucose 40 g, peptone 10 g, agar 15 g)를 사용하였고, 세균의 배양과 항균활성 검사를 위한 배지는 Blood agar 배지(heart muscle infusion 2 g, pancreatic digest of casein 13 g, yeast extract 5 g, sodium chloride 5 g, agar 15 g), Mueller Hinton agar 배지(beef infusion 300 g, Bacto casamino acid 17.5 g, starch 1.5 g Bacto agar 17 g)와 Mueller Hinton broth(beef infusion 300 g, Bacto casamino acid 17.5 g, starch 1.5 g)를 사용하였다.

버섯 시료의 조제

석유에테르 추출물: 각 버섯 분말 100 g에 석유에테르 1ℓ를 가하고 30°C 이하의 물중탕 위에서 24시간 동안 2회 반복 추출한 후 자연여과 하였다. 여액을 농축하여 말린 다음 무게를 측정 후 추출물 100 mg을 1 ml의 석유에테르에 녹여 항균활성 검색용 시료로 사용하였다.

에탄올 추출물: 석유에테르로 추출한 다음 건조한 버섯 분말에 80% 에탄올 1ℓ를 가하고 50°C에서 24시간 동안 2회 반복 추출한 후 보온여과 하였다. 여액을 감압 농축하여 건조시킨 후 추출물 100 mg을 1 ml의 에탄올에 녹이고 녹지 않을 때에는 Tween-80과 멸균한 증류수를 3~4방울 가하여 녹인 다음 검정용 시료로 사용하였다.

증류수 추출물: 이상의 두 용매로 추출한 후 말린 버섯 분말 시료에 증류수 1ℓ를 가하여 80°C에서 24시간 동안 2회 반복 추출한 다음 보온여과 하였다. 이 여액을 동결 건조한 후 추출물 100 mg을 취하여 1 ml의 멸균 증류수로 녹여 검정용 시료로 사용하였다.

항균활성 검색

Agaricus arvensis 외 65종 버섯의 용매 추출물 198종

을 19종의 균주에 대한 항균활성을 항생물질 감수성 시험법(Bauer *et al.*, 1966)에 따라 다음과 같이 검정하였다. 효모 및 사상균은 27°C에서 2~3일간 배양한 후 효모는 영양세포만을 분리하고, 사상균은 spore만을 분리한 후, 현미경으로 균액의 세포수를 측정하였다. Sabouraud agar 배지를 멸균하여 45°C로 냉각한 다음, 배지 1 ml당 1×10^6 cells이 포함되도록 이 균액을 접종한 후 현탁 시키고, 90 mm의 배양접시에 20 ml씩 분주하여 배지로 사용하였다. 세균은 Mueller Hinton agar 및 Blood agar 평판배지에 균주를 도말하여 37°C에서 2~3일간 배양한 다음, 단일 균의 집락 1개를 loop로 취하여 Mueller Hinton broth에

접종하여 37°C에서 24시간 진탕 배양하고, 원심분리한 후, 멸균 증류수로 2회 세척하고, 집락계수기를 이용하여 현탁액의 cell 수를 측정한다. 다음, Blood agar와 Mueller Hinton agar를 멸균하여 45°C로 냉각한 배지 1 ml당 1×10^6 cells이 포함되도록 이 균액을 접종하여 현탁한 후 배양접시에 분주하여 균한 다음 검정용 배지로 사용하였다.

이상의 버섯 추출물 시료 용액으로부터 4,000 µg에 해당하는 양을 직경 8 mm의 filter paper discs에 분주하고, 사상균 및 효모는 27°C, 세균은 37°C에서 각각 24~72시간 동안 배양하여 disc 주위에 생긴 생육 저지환의 유무와 크기로 항균활성을 검색 하였다. 이때 시료를 녹이기 위

Table 2. Antimicrobial activities of each crude extract of Korean mushrooms on human pathogenic fungi

Mushroom extracts	Fungi	Extract ^a	AF ^b	P sp.	A sp.	TR	CT	CG	TP	CP	CK
<i>Macrolepiota procera</i>		E	-	+ ^c	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita abrupta</i>		E	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita pantherina</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita pseudoporphyria</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita rubescens</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Amanita virgineoides</i>		E	++	-	-	-	-	-	-	+	+
		W	-	-	-	-	+++	-	-	-	-
<i>Boletus auripes</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Leccinum hortonii</i>		E	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leccinum scabrum</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psathyrella hydrophila</i>		E	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycoperdon perlatum</i>		E	++	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phaeolus schweinitzii</i>		E	-	-	-	-	-	-	++	-	-
<i>Paxillus curtisii</i>		E	-	-	-	+	-	-	-	++	-
<i>Pleurotus ostreatus</i>		E	+	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coriolus consors</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	+	-
<i>Coriolus versicolor</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daedalea dickinsii</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daedaleopsis tricolor</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fomitopsis officinalis</i>		P	+++	- ^c	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laetiporus sulphureus</i> var. <i>miniatus</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microporus affinis</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trametes suaveolens</i>		E	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactarius piperatus</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lactarius subvellereus</i>		E	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactarius volemus</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	+
<i>Russula cyanoxantha</i>		E	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Russula foetens</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Russula japonica</i>		E	-	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Russula subnigricans</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Scleroderma areolatum</i>		E	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Naematoloma fasciculare</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sarcodon aspratus</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Clitocybe fragrans</i>		E	-	-	-	-	-	-	-	++	-

^aW; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether.

^bAF; *Aspergillus fumigatus*, P sp.; *Penicillium* sp., A sp.; *Alternaria* sp., TR; *Tricophyton rubrum*, CT; *Candida tropicalis*, CG; *Candida glabrata*, TP; *Trichosporon pullulans*, CP; *Candida parapsilosis*, CK; *Candida krusei*.

^c-; No inhibition, and + (<10 mm), ++ (<20 mm), +++ (>20 mm); inhibition zone (diameter) at dose of 4000 µg/paper disc.

해 사용한 용매 및 계면활성제에 대한 대조실험을 실시하였고, 항균 활성의 정도는 생육 저지환의 직경이 10 mm 이하는 +로, 20 mm 이하는 ++로, 20 mm 이상은 +++로 각각 표시하였다.

결과 및 고찰

사상균에 대한 항균활성

198종의 버섯 추출물은 *C. tropicalis* 외 4종의 효모균 및 *A. fumigatus* 외 3종의 사상균에 대한 항균 활성을 검정한 결과는 Table 2와 같다.

Coriolus consors, *Amanita vaginata* var. *vaginata* 및 *A. virgineoides*의 각 에탄올 추출물은 *C. parapsilosis*에 약한 활성(+)을 보였고, *Clitocybe fragrans* 및 *Paxillus curtisii* 추출물은 *C. parapsilosis*에 대하여, *Phaeolus schweinitzii* 추출물은 *T. pullulans*에 높은 활성(++)을 보였다. *Russula subnigricans*, *Lactarius piperatus*, *Boletus auripes*, *Sarcodon aspratus*, *Naematoloma fasciculare*, *L. volemus* 및 *R. cyanoxantha*의 추출물은 *C. krusei*에 약한 항균활성을 보였으나, *A. virgineoides*의 물 추출물은 *C. tropicalis*에 매우 높은 항균활성(+++)을 보였다.

또한 *Pleurotus ostreatus*의 에탄올 추출물은 *A. fumigatus*에 약한 항균활성을 보였고, *Lycoperdon perlatum* 및 *A. virgineoides* 추출물은 높은 항균활성을, *Psathyrella hydrophila*의 추출물은 아주 높은 항균활성을 보였다.

Macrolepiota procera, *A. pantherina*, *Daedalea dickinsii*, *Microporus affinis*, *L. piperatus*, *A. pseudoporphyria*, *Leccinum scabrum*, *L. subvellereus* 및 *Pycnoporus cinnabarinus* 에탄올 추출물은 *Penicillium* sp.에 대하여 각각 약한 항균활성을 보였고, *C. consors*, *A. rubescens*, *P. ostreatus*, *C. versicolor*, *Laetiporus sulphureus* var. *miniatus*, *L. volemus* 및 *R. japonica* 등의 각 에탄올 추출물은 *P. sp*에 높은 항균활성을 보였으며, *Leccinum hortonii*, *L. perlatum*, *R. cyanoxantha*, *Scleroderma areolatum*, *A. abrupta*, *P. hydrophila*, *Trametes suaveolens* 에탄올 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다. 그리고, *Tricophyton rubrum*에 대하여는 *P. curtisii* 추출물 만이 약한 항균활성을 보였다.

Min 등(1995)은 *B. auripes*와 *P. curtisii*의 에탄올 추출물이 *Trichosporon beigeli*에도 활성이 있음을 보고한 바 있으며, *P. cinnabarinus*은 *Microsporium canis* 및 *Trichophyton mentagrophytes*(1996)에, 그리고 *Colletotrichum graminicola*와 *Cylindrocarpon destructans*(1997)에도 항균활성이 있음을 보고하였다. 또한 *D. dickinsii*의 에탄올 추출물이 *C. destructans*(1997)와 *M. canis*(Kim, 2000)에 대하여 활성이 있음이 보고된 바 있다. 이 결과로부터 위 2종 버섯의 각 에탄올 추출물은 *Penicillium* sp. 외에도 다른 사상균에 대하여 항균활성을 보이는 것으로 사료된다.

한편 *Daedaleopsis tricolor*의 석유에테르 추출물이 *P. sp*에 약한 항균활성을, *P. hydrophila* 추출물은 매우 높은 항균활성을, 그리고 *Fomitopsis officinalis* 추출물은 *A. fumigatus*에 매우 높은 항균활성을 보였다.

Kim(2000)은 *D. tricolor*의 추출물이 *P. sp* 외에도 *Microphonism gypseum*, *M. canis*, *T. mentagrophytes*, *Pyricularia oryzae* 및 *Aspergillus versicolor* 등에도 항균활성이 있음을 보고하였다.

이 결과로부터 각 용매 추출물 198종 중 13종의 에탄올 추출물과 1종의 물 추출물이 4종의 인체 병원성 효모균에 대하여, 26종의 에탄올 추출물과 2종의 석유에테르 추출물이 3종의 인체 병원성 사상균에 대하여 항균활성을 보였다.

그람 음성세균에 대한 항균활성

*E. cloacae*를 포함한 4종의 그람 음성세균에 대한 항균활성을 검정한 결과는 Table 3과 같다.

Agaricus subrutilescens, *M. procera*, *A. abrupta*, *A. hemibapha* sub sp. *hemibapha*, *A. pseudoporphyria*, *A. rubescens*, *L. exitremiorientale*, *A. virosa*, *B. auripes*, *Boletus erythropus*, *L. hortonii*, *L. perlatum*, *L. sulphureus* var. *miniatus*, *P. schweinitzii*, *M. affinis*, *P. hydrophila*, *D. flavoannulata*, *L. subvellereus*, *L. piperatus*, *Lenzites betulina*, *R. cyanoxantha*, *P. cinnabarinus*, *R. alboareolata*, *Rhodophyllus crassipes*, *R. foetens* 및 *R. subnigricans* 등의 각 에탄올 추출물은 *E. cloacae*에 대하여 약한 항균활성을 보였고, *A. vaginata* var. *fulva*, *A. spissacea*, *Oudemansiella platyphylla* 및 *R. nigricans* 추출물은 *E. cloacae*에 높은 항균활성을, *P. curtisii*의 에탄올 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다.

Agaricus arvensis, *A. campestris*, *M. procera*, *A. citrina*, *A. hemibapha* sub sp. *hemibapha*, *A. pantherina*, *A. vaginata* var. *fulva*, *B. erythropus*, *Lentinus edodes*, *P. hydrophila*, *Boletus pseudocalopus*, *L. exitremiorientale*, *T. suaveolens*, *C. consors*, *L. sulphureus* var. *miniatus*, *M. affinis*, *L. betulina*, *P. cinnabarinus*, *C. fragrans* 및 *Collybia confluens* 에탄올 추출물은 *E. aerogenes*에 약한 항균활성을 보였고, *A. subrutilescens*, *A. abrupta*, *A. rubescens*, *A. spissacea*, *A. virosa*, *B. auripes*, *D. flavoannulata*, *P. schweinitzii*, *P. ostreatus*, *R. crassipes*, *L. piperatus*, *L. volemus*, *R. cyanoxantha*, *R. japonica* 및 *N. fasciculare* 에탄올 추출물은 *E. aerogenes*에 높은 항균활성을, 그리고 *R. nigricans*의 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다.

Kim(2000)은 *A. citrina*의 에탄올 추출물이 *Serratia marcescens*와 *Providencia rettigeri*에 활성이 있음을 보고하였고, *S. aspratus* 추출물이 *Klebsiella pneumoniae*에 활성이 있음을 보고(2000)하였다. 그리고 Park 등(1995)

은 *N. fasciculare*의 에탄올 추출물이 *Salmonella typhi*에 활성이 있음을 보고한 바 있다. 이로써 위 3종 버섯의 각 에탄올 추출물은 *E. aerogenes* 외에 또 다른 그람음성세균에도 항균활성이 있는 것으로 사료된다.

한편 *A. pseudoporphyria* 및 *L. perlatum*의 에탄올 추출물은 *P. vulgaris*에 약한 항균활성을, *A. rubescens*, *P. schweinitzii*, *B. auripes*, *Tyloppilus neofelleus*, *P. ostreatus*, *L. sulphureus* var. *miniatus* 및 *L. betulina* 추출물은 높은 항균활성을, 그리고 *A. spissacea*, *A. virosa*, *B. erythropus*, *L. exitremiorientale*, *P. curtisii* 및 *P. cinnabarinus* 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다.

A. campestris, *A. subrutilescens*, *M. procera*, *A. pantherina*, *A. virgineoides*, *L. scabrum*, *T. neofelleus*, *R.*

alboareolata, *L. volemus* 및 *P. curtisii* 추출물은 *Y. enterocolitica*에 약한 항균활성을 보였고, *A. spissacea*, *A. vaginata* var. *fulva*, *A. virosa*, *B. erythropus*, *L. exitremiorientale*, *Phylloporus bellus*, *P. hydrophila*, *D. flavoannulata*, *P. ostreatus*, *R. foetens*, *R. japonica* 및 *R. subnigricans* 추출물은 높은 항균활성을, 그리고 *A. pseudoporphyria*, *A. rubescens*, *B. auripes*, *C. versicolor*, *M. affinis*, *P. cinnabarinus*, *R. crassipes*, *L. piperatus*, *L. subvellereus*, *R. nigricans*, *C. fragrans* 및 *O. platyphylla* 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다.

Park 등(1995)은 *A. spissacea*의 에탄올 추출물이 *Shigella dysenteriae*에 활성이 있음을 보고한 바 있고, Kim(2000)은 *L. scabrum*의 에탄올 추출물이 *P. mirabilis*에 활성이

Table 3. Antimicrobial activities of each crude extract of Korean mushrooms against human pathogenic gram negative bacteria

Mushroom extracts	Gram (-) bacteria	Extract ^a	EC ^b	EA	PV	YE	CF
<i>Agaricus arvensis</i>		E	- ^c	+	-	-	-
		P	-	+	-	-	-
<i>Agaricus campestris</i>		W	-	-	-	+	-
		E	-	+	-	+	-
<i>Agaricus subrutilescens</i>		E	+	++	-	+	-
<i>Macrolepiota procera</i>		E	+	+	-	+	-
<i>Amanita abrupta</i>		E	+	++	-	-	-
		P	-	+	-	-	-
<i>Amanita citrina</i>		E	-	+	-	-	-
<i>Amanita hemibapha</i> sub sp. <i>hemibapha</i>		E	+	+	-	+	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Amanita pantherina</i>		E	-	+	-	+	-
<i>Amanita pseudoporphyria</i>		W	-	-	+	-	-
		E	+	-	+	+++	-
<i>Amanita rubescens</i>		E	+	++	++	+++	-
<i>Amanita spissacea</i>		E	++	++	+++	++	-
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i>		E	++	+	-	++	-
		P	+	+	-	-	-
<i>Amanita virgineoides</i>		E	-	-	+	+	-
		P	-	+	-	-	-
<i>Amanita virosa</i>		E	+	++	+++	++	-
<i>Boletus auripes</i>		E	+	++	++	+++	-
<i>Boletus erythropus</i>		W	-	-	+	-	-
<i>Boletus edulis</i>		W	-	-	+	++	-
<i>Boletus pseudocalopus</i>		E	-	+	-	-	+
<i>Leccinum exitremiorientale</i>		E	+	+	+++	++	++
<i>Leccinum hortonii</i>		E	+	-	-	-	-
<i>Leccinum scabrum</i>		W	-	-	+	-	-
		E	-	-	-	+	-
<i>Phylloporus bellus</i>		W	-	-	+	-	-
		E	-	-	-	++	-
<i>Tyloppilus neofelleus</i>		E	-	-	++	+	+
<i>Psathyrella hydrophila</i>		E	+	+	-	++	-
<i>Descolea flavoannulata</i>		E	+	++	-	++	-
<i>Lycoperdon perlatum</i>		W	-	-	+	-	-
		E	+	-	+	-	-

^aW; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether.

^bEC; *Enterobacter cloacae*, EA; *Enterobacter aerogenes*, PV; *Proteus vulgaris*, YE; *Yersinia enterocolitica*, CF; *Citrobacter freundii*.

^c-; No inhibition, and + (< 10 mm), ++ (< 20 mm), +++ (> 20mm); inhibition zone (diameter) at dose of 4000 µg/ paper disc.

Table 3. Continued

Mushroom extracts	Gram (-) bacteria	Extract ^a	EC ^b	EA	PV	YE	CF
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	W		- ^c	-	+	-	-
			+	++	++	-	-
<i>Paxillus curtisii</i>	W		-	-	+	-	-
			+++	-	+++	+	+++
<i>Lentinus edodes</i>	W		-	-	+	-	-
			-	+	-	-	-
<i>Pleurotus ostreatus</i>	W		-	-	+	-	-
			-	++	++	++	-
<i>Coriolus consors</i>	E		-	+	-	-	-
<i>Coriolus versicolor</i>	E		-	-	-	+++	-
<i>Daedaleopsis tricolor</i>	E		-	+	-	-	-
<i>Laetiporus sulphureus</i> var. <i>miniatus</i>	E		+	+	++	-	+
<i>Microporus affinis</i>	E		+	+	-	+++	+
<i>Poria coccus</i>	P		-	+	-	-	-
<i>Lenzites betulina</i>	E		+	+	++	-	+
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	E		+	+	+++	+++	-
<i>Trametes suaveolens</i>	E		-	+	-	-	+
<i>Rhodophyllus crassipes</i>	E		+	++	-	+++	-
<i>Lactarius piperatus</i>	E		+	++	-	+++	-
<i>Lactarius subvellereus</i>	E		+	-	-	+++	-
<i>Lactarius volemus</i>	E		-	++	-	+	-
<i>Russula alboareolata</i>	E		+	-	-	+	-
			-	++	-	-	-
<i>Russula cyanoxantha</i>	E		+	++	-	-	-
<i>Russula foetens</i>	W		-	++	-	-	-
<i>Russula japonica</i>	E		-	++	-	++	-
<i>Russula nigricans</i>	E		++	+++	-	+++	-
<i>Russula subnigricans</i>	E		+	-	-	++	-
<i>Naematoloma fasciculare</i>	E		++	+++	-	-	-
			-	++	-	-	-
<i>Sarcodon aspratus</i>	E		-	++	-	-	-
<i>Clitocybe fragrans</i>	E		-	+	-	+++	-
<i>Collybia confluens</i>	E		-	+	-	-	-
<i>Oudemansiella platyphylla</i>	E		++	-	-	+++	+

^aW; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether.

^bEC; *Enterobacter cloacae*, EA; *Enterobacter aerogenes*, PV; *Proteus vulgaris*, YE; *Yersinia enterocolitica*, CF; *Citrobacter freundii*.

^c-; No inhibition, and + (< 10 mm), ++ (< 20 mm), +++ (> 20mm); inhibition zone (diameter) at dose of 4000 µg/ paper disc.

있음을 보고하였다. 그리고 Min 등(1996)은 *C. versicolor*의 에탄올 추출물이 *P. mirabilis*와 *P. rettigeri*에, *P. cinnabarinus* 추출물은 *Pseudomonas aeruginosa*, *P. rettigeri* 및 *K. pneumoniae*에, *L. piperatus* 추출물이 *P. aeruginosa*균에 항균활성이 있음을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 *B. erythropus*, *B. pseudocalopus*, *T. neofelleus*, *L. sulphureus* var. *miniatus*, *M. affinis*, *L. betulina*, *T. suaveolens* 및 *O. platyphylla* 추출물은 *C. freundii*에 약한 항균활성을, *L. extremiorientale*의 추출물은 같은 균에 높은 항균활성을, 그리고 *P. curtisii*의 에탄올 추출물은 매우 높은 항균활성을 보였다.

Min 등(1996)은 *T. neofelleus*의 에탄올 추출물이 *P. mirabilis*, *P. aeruginosa* 및 *K. pneumoniae*에, *P. schweinitzii*의 추출물은 *S. marcescens*, *P. rettigeri*, *K. pneumoniae* 및 *P. mirabilis* 등에 항균활성이 있음을 보고하였

고, Kim(2000)은 *L. extremiorientale*의 에탄올 추출물이 *S. marcescens*, *P. rettigeri*, *P. mirabilis* 및 *E. coli*에, *L. betulina* 추출물은 *E. coli*에, 그리고 *P. curtisii*의 에탄올 추출물은 *P. aeruginosa*과 *P. rettigeri*에 활성이 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 *A. hemibapha* sub sp. *hemibapha* 및 *A. vaginata* var. *fulva*의 석유에테르 추출물은 *E. cloacae*에 약한 항균활성을, *A. abrupta*, *A. vaginata* var. *fulva* 및 *A. virgineoides*의 석유에테르 추출물은 *E. aerogenes*에 약한 항균활성을, 그리고 *R. alboareolata* 및 *N. fasciculare*의 추출물은 *E. aerogenes*에 높은 항균활성을 보였다.

또한 *R. foetens*의 물 추출물은 *E. aerogenes*에 높은 항균활성을, 그리고 *A. pseudoporphyria*, *Boletus edulis*, *B. erythropus*, *L. scabrum*, *P. bellus*, *L. perlatum*, *P. schweinitzii*, *P. curtisii*, *L. edodes* 및 *P. ostreatus* 물 추출물은

*P. vulgaris*에 약한 항균활성을, *A. campestris*의 물 추출물은 *Y. enterocolitica*에 약한 항균활성을, 그리고 *B. edulis*의 추출물은 같은 균에 높은 항균활성을 보였다.

이로써 79종의 버섯 추출물이 5종의 그람 음성균에 대하여, 그리고 *A. citrina* 외 13종의 추출물은 이들 인체 병원성 그람 음성균 외에도 다른 균에 항균 활성을 나타내는 것으로 사료된다.

그람 양성세균에 대한 항균활성

버섯 추출물의 *E. faecalis* 외 4종의 그람 양성세균에 대한 항균활성을 검정한 결과는 Table 5와 같다.

A. pseudoporphyria, *L. hortonii*, *L. perlatum*, *P. curtisii*, *L. sulphureus* var. *miniatus*, *L. betulina*, *P. cinnabarinus*, *T. suaveolens*, *L. volemus*, *R. cyanoxantha*, *Armillariella tabescens*, *R. japonica* 및 *N. fasciculare*의 에탄올 추출물은 *E. faecalis*에 대하여 약한 항균활성을, *A. rubescens*, *A. vaginata* var. *fulva*, *A. vaginata* var. *vaginata*, *A. virgineoides*, *B. edulis*, *C. consors*, *L. exitremorientale*,

L. scabrum, *D. tricolor*, *M. affinis*, *L. piperatus*, *L. subvellereus*, *R. alboareolata* 및 *C. fragrans*의 에탄올 추출물은 *E. faecalis*에 높은 활성을, *A. spissacea*, *B. auripes*, *P. hydrophila*, *D. flavoannulata*, *R. subnigricans* 및 *Gyrophora esculenta*의 추출물들은 이 균에 대하여 매우 높은 항균활성을 보였다.

Kim(2000)은 *L. hortonii*의 에탄올 추출물이 *Bacillus licheniformis*와 *Staphylococcus epidermidis*에, *N. fasciculare*의 이 용매 추출물은 *Mycobacterium fortitutum* 및 *Micrococcus luteus*에 항균활성이 있음을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 *A. campestris*, *A. subrutilescens*, *M. procera*, *A. abrupta*, *L. exitremorientale*, *T. neofelleus*, *P. ostreatus*, *C. consors*, *P. cinnabarinus*, *T. suaveolens*, *R. alboareolata* 및 *R. cyanoxantha* 에탄올 추출물은 *E. gallinarum*에 약한 항균활성을, 그리고 *A. hemibapha* sub sp. *hemibapha*, *A. rubescens*, *A. spissacea*, *A. virgineoides* 및 *B. auripes* 추출물은 같은 균에 큰 항균활성을 보였다.

Min 등(1996)은 *A. campestris*의 같은 용매 추출물이

Table 4. Antimicrobial activities of each crude extract of Korean mushrooms against human pathogenic gram positive bacteria

Mushroom extracts	Gram (+) bacteria	Extract ^a	EF ^b	EG	EC	SgrF	SA
<i>Agaricus campestris</i>		E	- ^c	+	-	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Agaricus subrutilescens</i>		E	-	+	+	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Macrolepiota procera</i>		E	-	+	-	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Amanita abrupta</i>		E	-	+	-	-	-
		P	-	++	-	-	-
<i>Amanita hemibapha</i> sub sp. <i>hemibapha</i>		E	-	++	-	-	-
		P	+	-	+	-	-
<i>Amanita pseudoporphyria</i>		E	++	++	+	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Amanita spissacea</i>		E	+++	++	-	-	-
		P	++	-	-	-	-
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i>		E	+	-	-	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i>		E	++	-	-	-	-
		P	++	++	-	-	-
<i>Boletus auripes</i>		E	+++	++	+	-	-
		P	++	-	-	-	-
<i>Boletus edulis</i>		E	++	-	-	-	-
		P	-	-	-	+	-
<i>Boletus erythropus</i>		E	-	-	-	+	-
		P	++	+	+	+	-
<i>Leccinum exitremorientale</i>		E	+	-	-	-	-
		P	++	-	-	+	-
<i>Leccinum hortonii</i>		E	+	-	-	-	-
		P	++	-	-	+	-
<i>Tylophillus neofelleus</i>		E	-	+	-	+	-
		P	-	+	-	-	-
<i>Psathyrella hydrophila</i>		E	+++	-	-	-	-
		P	+++	-	+	-	-
<i>Descolea flavoannulata</i>		E	+++	-	+	-	-
		P	-	-	+	-	-
<i>Lycoperdon perlatum</i>		E	+	-	-	++	-
		P	-	-	-	+++	-
<i>Phaeolus schweinitzii</i>		E	-	-	-	+++	-
		P	-	-	+	-	-
<i>Paxillus curtisii</i>		E	+	-	-	++	+++
		P	-	+++	-	-	-

Table 4. Continued

Mushroom extracts	Gram (+) bacteria	Extract ^a	EF ^b	EG	EC	SgrF	SA
<i>Pleurotus ostreatus</i>		E	- ^c	+	++	-	-
		P	-	-	-	+++	-
<i>Coriolus consors</i>		E	++	+	-	-	-
<i>Daedaleopsis tricolor</i>		E	++	-	-	++	-
<i>Laetiporus sulphureus</i> var. <i>miniatus</i>		E	+	-	-	-	-
		P	+	-	-	-	-
<i>Microporus affinis</i>		E	++	-	+	++	-
<i>Lenzites betulina</i>		E	+	-	-	++	+++
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>		E	+	+	+	-	-
<i>Trametes suaveolens</i>		E	+	+	-	-	-
<i>Rhodophyllus crassipes</i>		E	-	-	-	++	-
		P	++	-	-	-	-
<i>Lactarius piperatus</i>		E	++	-	-	-	-
<i>Lactarius subvellereus</i>		E	++	-	-	-	-
<i>Lactarius volemus</i>		E	+	-	-	-	-
		P	-	-	-	++	-
<i>Russula alboareolata</i>		E	++	+	-	-	-
		P	++	-	-	++	-
<i>Russula cyanoxantha</i>		E	+	+	-	-	-
		P	-	-	-	+++	-
<i>Russula foetens</i>		E	-	-	+	-	-
<i>Russula japonica</i>		E	+	-	-	-	-
<i>Russula subnigricans</i>		E	+++	-	-	-	-
<i>Scloderma areolatum</i>		E	-	-	-	+	-
<i>Naematoloma fasciculare</i>		E	+	-	-	-	-
<i>Armillariella tabescens</i>		E	+	-	-	-	-
<i>Clitocybe fragrans</i>		E	++	-	++	-	++
<i>Gyrophora esculenta</i>		E	+++	-	-	-	-

^aW; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether.

^bEF; *Enterococcus faecalis*, EC; *Enterococcus gallinarum*, EF; *Enterococcus faecium*, SgrF; *Streptococcus* group F, SA; *Streptococcus agalactiae*.

^c-; No inhibition, and + (<10mm), ++ (<20 mm), +++ (>20mm); inhibition zone (diameter) at dose of 4000 µg/paper disc.

*M. fortitutum*에 활성이 있음을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 *A. subrutilescens*, *A. pseudoporphyria*, *A. rubescens*, *B. auripes*, *L. extremiorientale*, *D. flavoannulata*, *M. affinis*, *P. cinnabarinus* 및 *R. foetens*의 에탄올 추출물은 *E. faecium*에 약한 항균활성을, 그리고 *P. ostreatus* 및 *C. fragrans* 추출물은 높은 항균활성을 보였다.

Min 등(1996)은 *B. auripes*의 에탄올 추출물이 *Staphylococcus aureus*에, *P. cinnabarinus*의 추출물은 *B. licheniformis*, *S. aureus* 및 *S. epidermidis*에 활성이 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 *B. erythropus*, *L. extremiorientale*, *L. scabrum*, *T. neofelleus* 및 *S. areolatum*의 에탄올 추출물은 *Streptococcus* group F에 약한 항균활성을, *L. perlatum*, *P. curtisii*, *D. tricolor*, *M. affinis*, *L. betulina* 및 *R. crassipes*의 에탄올 추출물은 높은 항균활성을, 그리고 *P. schweinitzii*의 에탄올 추출물은 *Streptococcus* group F에 매우 높은 항균활성을 보였다. 또한 *C. fragrans*의 에탄올 추출물은 *S. agalactiae*에 높은 항균활성을, 그리고

P. curtisii 및 *L. betulina*의 에탄올 추출물은 같은 균에 대하여 매우 높은 항균활성을 보였다.

Min 등(1996)은 *B. erythropus*의 에탄올 추출물이 *M. fortitutum*에, *L. extremiorientale*의 이 용매 추출물이 *S. epidermidis*, *Streptococcus pyogenes* 및 *M. fortitutum* 등에, *P. schweinitzii*의 에탄올 추출물이 *S. epidermidis* 및 *S. pyogenes*, *B. licheniformis* 및 *Bacillus cereus* 등에 활성이 있음을 보고하였다. 그리고 Kim(2000)은 *P. curtisii*의 에탄올 추출물이 *B. licheniformis*, *M. fortitutum*, *S. aureus* 및 *Bacillus subtilis* 등에 항균활성이 있음을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 *A. campestris*, *M. procera*, *A. rubescens*, *A. vaginata* var. *fulva* 및 *L. sulphureus* var. *miniatus*의 석유에테르 추출물은 *E. faecalis*에 약한 항균활성을, *A. spissacea* 및 *R. crassipes*의 추출물은 이 균에 높은 항균활성을, 그리고 *P. curtisii*의 석유에테르 추출물은 매우 높은 항균활성을 나타내었다. 그리고 *L. volemus* 및 *R. alboareolata*의 각 석유에테르 추출물은 *Streptococcus* group F에 높은 항균활성을, 그리고 *P. ostreatus* 및 *R.*

*cyanoxantha*의 용매 추출물은 이 균에 매우 높은 항균활성을 보였다.

Min 등(1996)은 *A. campestris*의 석유 에테르 추출물이 *S. aureus*에도 활성이 있음을 보고한 바 있다.

이로써 60종의 버섯 추출물이 그람 양성세균에 항균활성을 보였고, 특히 *L. hortonii* 외 10종 버섯의 에탄올 추출물이 본 실험에 사용한 인체 병원성 그람 음성세균 외의 다른 그람 양성세균에도 항균활성을 나타내는 것으로 사료된다.

이상과 같이 198종의 각 버섯 추출물을 19종의 인체 병원성 균에 대한 항균 활성을 검정한 결과 총 79종의 각 용매 추출물이 항균활성을 보였으나 물 추출물이나 석유 에테르 추출물에 비하여 각 에탄올 추출물이 광범위하게 항균활성을 나타냄을 알 수 있었고, 활성이 큰 몇몇 버섯은 향후 항균활성 물질을 분리 정제하여 화학구조를 밝혀 새로운 항균제 개발 및 그 모델화합물로 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

버섯 추출물의 병원 미생물에 대한 항균활성을 알아보기 위하여 66종의 버섯을 채집 동정하고, 이들을 석유 에테르, 80% 에탄올 및 증류수로 추출하여 198종의 추출물을 얻은 후 19종의 인체 병원성 미생물에 대한 항균활성을 검정하였다. 그 결과, *C. consors*의 에탄올 추출물외에 13종의 추출물이 4종의 효모에, *P. ostreatus*의 에탄올 추출물 외 27종의 추출물이 3종의 사상균에, *A. subrutilescens*의 추출물외 78종의 추출물이 5종의 그람 음성세균에, 그리고 *A. pseudoporphyria*의 추출물외 59종의 추출물이 5종의 그람 양성세균에 항균활성을 보였다.

참고문헌

- 박완희. 1991. P 23. In: 박완희 Eds. 한국의 버섯. 교학사, 서울.
- 이태수, 이지열. 2000. 한국 기록종 버섯 재정리 목록. 임업연구원 P 12.
- 정학성. 1993. 한국산 고등균류 분류학 발표목록. 균학회소식 5(1): 29-36.
- 허준. 1981. P 1178. In: 동의보감국역위원회 편역. 동의보감. 남산당, 서울.
- 황선철. 1994. Pp 229-646. In: 황선철 Eds. 병원미생물학. 신광출판사, 서울.
- Ahn, D. K. 1992. Medicinal fungi in Korea. *Kor. J. Mycol.* 20(2): 154-166.
- Anke, T. and Oberwinkler, F. 1977. The strobilurins-New antifungal antibiotics from the Basidiomycete *Strobilurus tenacellus* (Pers. ex Fr.) Sing. *J. Antibiotics* 30(10): 806-810.
- Anke, T., Hecht, H. J., Schramm, G. and Steglich, W. 1979. Antibiotics from Basidiomycetes. IX, Oudemansin, An antifungal antibiotic from *Oudemansiella mucida* (Schrader ex Fr.) Hoehnel (Agaricales). *J. Antibiotics* 32(11): 1112-1117.
- Bae, K. G. and Min, T. J. 2000a. Isolation, structure determination and biological activity of 25-Epi, 3 α -Carboxyacetylquercinic acid in *Daedalea dickinsii*. *Kor. J. Chem. Soc.* 44(1): 37-44.
- Bae, K. G. and Min, T. J. 2000b. The structure and antibiotic activities of Hydroxy acid of lanostenol compound in *Daedalea dickinsii*. *Bull. Kor. J. Chem. Soc.* 21(12): 1199-1201.
- Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C. and Turck, M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.* 45(4): 493-496.
- Cambie, R. C., Hirschberg, A., Jones, E. R. H. and Lowe, G. 1963. Chemistry of the higher fungi Part XVI, Polyacetylenic metabolites from *Aleurodiscus roseus*. *J. Chem. Soc.* 4120-4130.
- Erkel, G. and Anke, T. 1992. Antibiotics from Basidiomycetes XLI, Clavicornic acid, A novel inhibitor of reverse transcriptases from *Clavicornia pyxidata* (Pers. ex Fr.) Doty. *J. Antibiotics* 45(1): 29-37.
- Jones, E. R. H., Stephenson, J. S., Turner, W. B. and Whiting, M. C. 1963. Chemistry of the Higher Fungi. Part XIII, Synthesis of (a) a C₉ Triacetylenic epoxy-alcohol, a Coprinus quadrifidus metabolite and (b) a C₉ Triacetylenic 1,2-Diol. The structure of biformyne 1. *J. Chem. Soc.* 2048-2055.
- Kida, T., Shibai, H. and Seto, H. 1986. Structure of new antibiotics, Pereniporins A and B, from a Basidiomycete. *J. Antibiotics* 39(4): 613-615.
- Kim, E. M. 2000. Studies on the screening of antibiotic activities of collected and identified mushrooms and bioactive substances from *Daedaleopsis tricolor*. Ph. D. Thesis. Dongguk University. Seoul. Korea.
- _____, Jung, H. R. and Min T. J. 2001. Purification, structure determination and biological activities of 20(29)-lupen-3-one from *Daedaleopsis tricolor* (Bull. es Fr.) Bond. et Sing. *Bull. Kor. J. Chem. Soc.* 22(1): 59-62.
- Kim, J. W., Song, K. S., Yoo, I. D., Chang, H. W., Yu, S. H., Bae, K.G. and Min.T. J. 1996. Two phenolic compounds isolated from *Umbilicaria esculenta* as phospholipase A2 inhibitors. *Kor. J. Mycol.* 24(3): 237-242.
- Kim, S. W., Park, S. S., Min, T. J. and Yu, K. H. 1999. Antioxidant activity of ergosterol peroxide(5,8-Epidioxy-5 α , 8 α -ergosta-6,22E-dien-3 β -ol) in *Armillariella mellea*. *Bull. Kor. J. Chem. Soc.* 20(7): 819-823.
- Koneman, E. W., Allen, S. D., Janda, W. M., Schreckenberger, P. C. and Winn, W. C. 1992. Diagnostic microbiol, 4th ed. Lippincott Co. press, Philadelphia. 659-660 pp.
- Kupka, J., Anke, T. and Oberwinkler, F. 1979. Antibiotics from Basidiomycetes. VII. Crinipellin, A new antibiotic from the Basidiomycetous fungus *Crinipellis stipitaria* (Fr.) Pat. *J. Antibiotics* 32(2): 130-135.
- Kwag, S. D., Bok, J. W., Hyun, J. W., Choi, E. C. and Kim, B. K. 1992. Studies on Constituents of Higher Fungi of Korea (LXVIII)-Antitumor components of the cultured mycelia of *Paxillus atrotomentosus*. *Kor. J. Mycol.* 20(3): 240-251.
- Lee, K. D., Su, Y. C., Park, S. S. and Min, T. J. 1995. Studies on the screening and development of antibiotics in the Mushroom-The screening of fungal antibiotics in Basidiomycetes (I). *Kor. J. Mycol.* 23(1): 37-45.
- Lee, T. S. 1990. The Full List of recorded mushroom in Korea. *Kor. J. Mycol.* 18(4): 233-259.
- Midland, S. L., Izac, R. R., Wing, R. M., Zaki, A. I., Munnecke, D. E. and Sims, J. J. 1982. Melleolide, A new antibiotic from *Armillaria mellea*. *Tetrahedron Lett.* 23: 2515-2518.

- Min, T. J., Kim, E. M., Lee, S. J. and Bae, K. G. 1995. Studies on the Screening and Development of antibiotics in the mushroom - The screening of antifungal components in Basidiomycetes (I). *Kor. J. Mycol.* **23**(1): 14-27.
- _____, and Bae, K. G. 1996. The structure of phenolic compounds and Their antibiotics activities in *Umbilicaria vellea* *Kor. J. Chem. Soc.* **40**(9): 623-629
- _____, Kim, E. M., You, S. H. and Park, H. R. 1996. The screening of antifungal and antibacterial components from mushroom in Korea (II) *Kor. J. Mycol.* **24**(1): 25-37.
- Min J. Y., Kim, E. M., and Min, T. J. 1997. Development of antibiotics in the mushroom - The screening of antifungal activities in Basidiomycetes. *Kor. J. Mycol.* **25**(4): 354-361
- Mizuno, T. 1992. Mushroom Chemistry and Biochemistry, Japan, p 14.
- Park, S. S., Lee, K. D. and Min, T. J. 1995a. Studies on the screening and development of antibiotics in the Mushroom-The screening of bacterial antibiotics in Basidiomycetes (I). *Kor. J. Mycol.* **23**(1): 28-36.
- _____, _____ and _____. 1995b. Studies on the screening and development of antibiotics in the mushroom - The screening of bacterial and fungal antibiotics in Basidiomycetes (II). *Kor. J. Mycol.* **23**(1): 176-189.
- Quack, W., Anke, T. and Oberwinkler, F. 1978. Antibiotics from Basidiomycetes. V, Merulidial, A new antibiotic from the Basidiomycete *Merulius tremellosus* Fr. *J. Antibiotics* **31**(8): 737-741.
- Umezawa, H., Takeuchi, T., Inuma, H., Ito, M., Ishizuka, M., Kurakata, Y., Umeda, Y., Nakanish, Y., Nakamura, T. and Obayashi, A. 1975. A new antibiotic, Calvatic acid. *J. Antibiotics* **28**(1): 87-89.
- Yoon, J. O., Min, T. J. and Yoon, H. S. 1995. An antibacterial lectin from *Lampteromyces japonicus*. *Kor. J. Mycol.* **23**(1): 46-52.