

버섯중 항균활성물질의 개발
- 버섯중의 식물병원성 곰팡이에 대한 항균활성 물질 검색 -

민지영 · 김은미 · 민태진*

동국대학교 생명자원과학대학 응용생물학과
*동국대학교 이과대학 화학과

Development of Antibiotics in Mushroom
- The Screening of Antifungal Activities in Basidiomycetes -

Ji-Young Min, Eun-Mi Kim and Tae-Jin Min*

Department of Applied Biology

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

ABSTRACT: The antifungal activities of 153 extracts from 51 species of Korean mushroom on six phytopathogenic fungi were investigated. The powder of fruit-body of each mushroom was extracted with petroleum ether, 80% ethanol and distilled water. The water extracts of four mushrooms including *Amanita virosa* showed antifungal activities on *Alternaria alternata*, *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium solani*, *Idriella bolleyie*. The 80% ethanol extracts of seven mushrooms including *Boletus auripes* showed antibiotic activities against *A. alternata*, *C. graminicola*, *Cylindrocarpon destructans*, *F. solani*, *F. oxysporum cucumerinum*, and *I. bolleyie*. The petroleum ether extracts of six mushrooms including *Amanita citrina* showed antibiotic activities against *A. alternata*, *C. destructans*, and *C. graminicola*. The 102 extracts of 34 mushrooms including *Agaricus arvensis* didn't show antibiotic activities.

KEYWORDS: Mushroom, Bioactive substances, Antifungal activities

한국산 버섯은 현재 992종의 버섯이 분류(Lee, 1990; 박, 1991; 정, 1993)되어 있으며, 이중 35과 82속 162종의 버섯이 여러 약리작용을 가진 것으로 보고(Ahn, 1992)되어 있을뿐, 그 나머지 버섯들에 대한 생리 효과는 아직 보고되어 있지 않다.

우리는 예로부터 버섯을 식용 및 약용(吳, 1799; 許, 1981, 水野 등 1992) 등으로 널리 이용하여 왔으며, 한국산 버섯의 종류는 다양하지만 그 성분과 약리작용에 관하여 체계적이고 과학적인 연구가 많지 않은 실정이다.

버섯 중 항균활성 물질에 관한 연구로는 *Marasmius conigenum* 중 Marasmic acid(Kavanagh 등, 1949) 및 *Coprinus quadrididus* 중 Biformin(Jones 등, 1963), *Aleurodiscus roseus* 중의 (+)-

Marasin(Cambie 등, 1963), *Fomes annosus* 중 Fomannosin(Kepler 등, 1967) 그리고 *Marasmius scorodonius* 중 Scorodonin(Anke 등, 1980)은 세균에 대하여 광범위한 활성을 가지는 것으로 보고되어 있다. *Cyathus helenae* 중 Cyathin(Allbutt 등, 1971), 말징버섯 *Calvatia craniformis* 중의 Calvatic acid(Umezawa 등, 1975) 및 주름чат잔버섯 *Cyathus striatus* 중의 Striatins A, B 및 C(Anke 등, 1977^a), *Strobilurus tenacellus* 중 Strobilurins A와 B(Anke 등, 1977^b), 아교버섯 *Merulius tremellosus* 중의 Merulidial(Quack 등, 1978), 끈적끈뿌리버섯 *Oudemansiella mucida* 중의 Oudemansin(Anke 등, 1979), 털가죽버섯 *Crinipellis stipitaria* 중의 Crinipellin(Kupka 등, 1979) 그리고 뽕나무버섯 *Armillaria mellea* 중의 Melleolide(Midland 등, 1982)는 각각 방선균, 세

*Corresponding author

균, 곰팡이 및 효모에 대하여 광범위한 활성을 가지는 것으로 보고되어 있다. *Leucoagricus naucina* 중 Basidalin(Iinuma 등, 1983), 흰구멍버섯 *Pereniporia medullaepanis* 중의 Pereniporins A와 B(Kida 등, 1986), *Pleurotus japonicus* 중 6-Deoxyilludin M(Hara 등, 1987), *Flagelloscypha pilatii* 중의 Pilatin(Heim과 Anke, 1988), 누룩젖버섯 *Lactarius flavidulus* 중의 Flavidulol A(Takahashi 등, 1988) 그리고 좀나무싸리버섯 *Clavicornia pyxidata* 중의 Clavicornic acid(Erkel과 Anke, 1992)는 각각 세균, 곰팡이 및 효모에 대하여 항균활성을 가지는 것으로 보고되어 있다. 국내연구로는 본 연구실에서 *Umbilicaria vellea* 중 페놀성 화합물의 구조 및 항균활성(Min과 Bae, 1996), 석이버섯, *Umbilicaria esculenta*, 중 phospholipase A₂의 저해활성(Kim 등, 1996) 그리고 화경버섯, *Lampteromyces japonicas* 중 항세균성 렉틴(Yoon 등, 1996) 등을 보고하였다. 또한 그외의 한국산 야생버섯 144종의 자실체를 석유에테르, 80% 에탄올 및 물로 각각 추출한 432종 추출물의 효모, 곰팡이 및 세균에 대한 항균활성을 검색하여 보고(Min 등, 1995; Lee 등, 1995; Park 등, 1995^a, 1995^b; Min 등, 1996)하였다.

이상과 같이 몇 종의 한국산 버섯중 항균활성 물질의 화학구조와 약리효과 그리고 144종 한국산 버섯중의 동물병원균에 대한 항균활성은 검색 보고되어 있으나, 식물병원균에 대한 항균활성 검색은 별로 없다.

본 연구에서는 한국산 버섯중 식물병원성 곰팡이의 항균활성 물질을 검색한 다음 그 활성물질을 분리정제하여 새로운 항균제나 그 모델화합물을 개발하기위한 기초연구로 51종의 버섯을 채집하고 석유에테르, 80% 에탄올 및 증류수로 추출하여 얻은 153종의 각 추출물을 6종의 식물병원성 곰팡이에 대하여 항균활성을 검색하였기에 이에 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 버섯은 1996년에 서울 관악산, 경기도 광릉, 용문산 그리고 경남 통도사 일원에서 채

집하여 농업기술연구소 김양섭 박사가 분류 동정한 51종의 버섯을 사용하였고 그 종류는 다음과 같다.

주름버섯과, Agaricaceae 흰주름버섯, *Agaricus arvensis*, 주름버섯, *Agaricus campestris*, 진갈색주름버섯, *Agaricus subrutilescens*, 갓버섯, *Macrolepiota procera*.

광대버섯과, Amanitaceae 양파광대버섯, *Amanita abrupta*, 애광대버섯, *Amanita citrina*, 달걀버섯, *Amanita hemibapha sub sp. hemibapha*, 마귀광대버섯, *Amanita pantherina*, 암회색광대버섯아재비, *Amanita pseudoporphyria*, 붉은점박이광대버섯, *Amanita rubescens*, 뱀껍질광대버섯, *Amanita spissacea*, 고동색우산버섯, *Amanita vaginata var. fulva*, 우산버섯, *Amanita vaginata var. vaginata*, 환가시광대버섯, *Amanita virgineoides*, 독우산광대버섯, *Amanita virosa*.

그물버섯과, Boletaceae 수원그물버섯, *Boletus auripes*, 붉은대그물버섯, *Boletus erythropus*, 산속그물버섯아재비, *Boletus pseudocalopus*, 접시겉결이그물버섯, *Leccinum extremiorientale*, 홀트겉결이그물버섯, *Leccinum hortonii*, 노란길민그물버섯, *Phylloporus bellus*, 제주쓴맛그물버섯, *Tyloporus neofelleus*.

먹물버섯과, Coprinaceae 다람쥐눈물버섯, *Psathyrella hydrophila*

끈적버섯과, Cortinariaceae 노란턱돌버섯, *Descolea flavoannulata*

말뚝버섯과, Lycoperdaceae 말뚝버섯, *Lycoperdon perlatum*

진흙버섯과, Mucronoporaceae 해변버섯, *Phaeolus schweinitzii*

NKP-97-P MPC-3

느타리과, Pleurotaceae 느타리, *Pleurotus ostreatus*

구멍장이버섯과, Polyporaceae 송곳니구름버섯, *Coriolus consors*, 붉은덕다리버섯, *Laetiporus sulphureus var. miniatus*, 조개껍질버섯, *Lenzites betulina*, 주걱송편버섯, *Pycnoporus cinnabarinus*, 띠미로버섯, *Daedalea dickinsii*

외대버섯과, Rhodophyllaceae 외대땃버섯, *Rhodophyllus crassipes*

무당버섯과, Russulaceae 굴털이, *Lactarius peratus*, 털젓버섯아재비, *Lactarius subvelle-reus*, 젓버섯, *Lactarius volemus*, 흰둘레무당버섯, *Russula alboareolata*, 청머루무당버섯, *Russula cyanoxantha*, 갈매기무당버섯, *Russula foetens*, 흰무당버섯아재비, *Russula japonica* (*R. pseudodelica*), 절구버섯, *Russula nigricans*, 무변색무당버섯, *Russula subnigricans*

어리알버섯과, Sclerodermataceae 점박이어리알버섯, *Scleroderma areolatum*

독침버섯과, Strophariaceae 노란다발, *Naematoloma fasciculare*

굴뚝버섯과, Thelephoraceae (phylacteriaceae) 향버섯(능이), *Sarcodon aspratus*

송이과, Tricholomataceae 뽕나무버섯부치, *Armillariella tabescens*, 흰삿갓갈매기버섯, *Clitocybe fragrans*, 큰낙엽버섯, *Marasmius maximus*, 넓은솔버섯, *Oudemansiella platyphylla* 그리고 *Xanthoconium affine*을 말린 후 분말화하여 추출시료로 사용하였다.

항균활성 검색용 균주

본 실험에서 사용한 균주는 동국대학교 응용생물학과의 이민웅 교수 연구실에서 분양받은 *Alternaria alternata*의 5종의 곰팡이로서 Table 1과 같다.

배지

곰팡이의 배양과 항균활성 검색을 위한 배지는 potato dextrose agar(PDA)배지(Difco manual, 1984; Victor, Lorian, 1991: 1 l당 potatoes 200 g, dextrose 20 g, agar 15 g)를 사용하였다.

Table 1. The phytopathogenic fungi used for screening antifungal substances of extracts from mushrooms in Korea

Fungi name	Korean name
<i>Alternaria alternata</i>	복숭아 탄저병균
<i>Colletotrichum graminicola</i>	잔디탄저병균
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	인삼뿌리썩음병균
<i>F. oxysporum cucumerinum</i>	오이 덩굴썩음병균
<i>Fusarium solani</i>	감자시들음병균
<i>Idriella bolleyie</i>	잔디탄저병균

항균활성 검색용 시료의 조제

석유 에테르 추출물의 조제 각 버섯 분말 100 g에 각각 석유 에테르 1 l를 가하고 물중탕에서 30°C 이하로 24시간 동안 2회 반복 추출한 후 자연 여과하였다. 이 여액을 감압 농축하여 건조시킨 후 무게를 측정 하였다. 이 추출물 100 mg을 1 ml의 에틸 에테르에 용해 시킨 후 항균활성 검색용 시료로 사용하였다.

에탄올 추출물의 조제 위에서 석유 에테르로 추출한 후 건조한 각 버섯 분말에 각각 80% 에탄올 1 l를 가하고 50°C에서 24시간 동안 2회 반복 추출한 후 보온 여과 하였다. 이 여액을 감압 농축 하여 건조시킨 후 무게를 측정 하였다. 이 추출물 100 mg을 1 ml의 에탄올에 녹이고 녹지 않을 때에는 Tween-80과 멸균 증류수를 3~4방울을 가하여 용해시킨후 항균활성 검색용 시료로 사용하였다.

증류수 추출물의 조제 이상의 두 용매로 추출한 후 건조된 각 버섯 분말 시료에 각각 1 l의 멸균 증류수를 가하여 80°C에서 24시간 동안 2회 반복 추출한 후 여과하여 감압농축하고 건조하여 무게를 측정하였고 이 추출물 100 mg을 1 ml의 증류수로 용해시킨후 항균 활성 검색용 시료로 사용하였다.

항균 활성 검색

항균 활성 검색은 항생물질 감수성 시험법(Bauer 등, 1966; Koneman 등, 1992)에 따라 실험하였다.

곰팡이를 25°C에서 10~14일 동안 PDA 사면배지에서 배양한 후 멸균 증류수를 가하여 포자와 균사를 끊어낸 용액을 멸균 거어즈로 거른 다음 이를 4°C에서 8000 rpm으로 20분간 원심분리하여 포자만을 분리하였다. 이 포자침전물에 1 ml의 증류수를 가하여 현탁시킨 후 현미경으로 관찰하여 균액 내의 포자수를 측정하였다. PDA배지를 멸균하여 45°C로 식힌 후에 액체상태의 PDA배지 1 ml당 1×10^6 개의 포자가 포함되도록 균액을 가하여 현탁시켰다. 이 배지를 배양접시(직경 90 mm)에 15 ml씩 분주하여 상온에서 굳힌 후 검색용 배지로 사용하였다.

이 배지에 직경 8 mm의 여과지 disc를 얹고 이에 버섯추출물을 각각 5 mg/50 μ l씩 점적하여 24~

72시간 동안 배양한 다음 disc주위에 생긴 증식저지환(clear zone)의 유무로 항균활성을 검색하였다. 이때 시료를 녹이기 위해 사용한 용매들과 Tween 80에 대한 공실험을 동시에 실시하여 비교하였다. 항균 활성도는 증식 저지환의 직경이 8 mm 이하일 경우는 +로, 10 mm 이상일 경우는 ++로 표시하였다.

결과 및 고찰

흰주름버섯의 50종의 각 버섯에서 얻은 석유에테르, 80% 에탄올 및 물 추출물을 각각 사용하여 암색선균과(Dematiaceae)에 속하며(박 등, 1995), 복숭아 탄저병을 유발하는(박 등, 1995) *Alternaria*

*alternata*의 6종의 곰팡이에 대한 항균 활성을 검색한 결과 17종의 버섯추출물이 항균활성을 보였고 그 결과는 Table 2와 같다. 이 표에서 보는 바와 같이 진갈색주름버섯의 16종 버섯의 석유에테르, 에탄올 그리고 물 추출물에서 항균활성을 보였다. 이중 MPC-3 버섯의 에탄올 추출물이 복숭아나무와 잔디에 탄저병을 유발하는(Flsmiley 등; 박 등, 1995) *Idriella bolleyie*에 대하여 강한 항균활성(++)을 보였고, 복숭아나무에 탄저병을 유발하는 *A. alternata*, 잔디탄저병과 호밀탄저병을 유발하는(박 등, 1995; 정 등, 1995; Lapp 등, 1978; Hoch, 등, 1987) *Colletotrichum graminicola*, 인삼뿌리 썩음병을 유발하는(정 등, 1995; Chung 등, 1988) *Cylindrocarpon destructans* 및 오이덩굴썩김병

Table 2. Antifungal activity of each crude extract of mushrooms

Mushroom			<i>Alternaria alternata</i>	<i>Colletotrichum graminicola</i>	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	<i>F. Oxysporum cucumerinum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Idriella bolleyie</i>
Agaricaceae	<i>Agaricus subrutilescens</i>	H	-	-	-	-	+	+
		E	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-
Amanitaceae	<i>Amanita citrina</i>	H	-	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-	-
		P	-	+	+	-	-	-
Amanitaceae	<i>Amanita virosa</i>	H	+	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-
Boletaceae	<i>Boletus auripes</i>	H	-	-	-	-	-	-
		E	-	-	+	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-
Boletaceae	<i>Phylloporus bellus</i>	H	-	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-	-
		P	-	+	-	-	-	-
Mucronoporaceae	<i>Phaeolus schweinitzii</i>	H	-	-	-	-	-	-
		E	-	+	+	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-
NKP-97-P	MPC-3	H	-	-	-	-	-	-
		E	+	+	+	+	-	++
		P	-	-	-	-	-	-
Polyporaceae	<i>Lenzites betulina</i>	H	-	+	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-
Polyporaceae	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	H	-	-	-	-	-	-
		E	-	+	+	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-

*H; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether, Loading concentration; 5 mg/50 μ l per disc.

Note: -; No inhibition, : +(<8 mm), ++(>10 mm); Inhibition.

Table 2. Continued

Mushroom		<i>Alternaria alternata</i>	<i>Colletotrichum graminicola</i>	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	<i>F. Oxysporum cucumerinum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Idriella bolleyie</i>
	<i>Daedalea dickinsii</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	+	-	-
		P	-	-	-	-	-
Rhodophyllaceae	<i>Rhodophyllus crassipes</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	+	-	-
		P	-	-	-	-	-
	<i>Lactarius volemus</i>	H	-	+	-	-	-
		E	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-
Russulaceae	<i>Russula alboareolata</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-
		P	-	+	+	-	-
	<i>Russula subnigricans</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	+
		P	-	-	-	-	-
Thelephoraceae	<i>Sarcodon aspratus</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-
		P	-	-	+	-	-
Tricholomataceae	<i>Marasmius maximus</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-
		P	+	-	+	-	-
	<i>Xanthoconium affine</i>	H	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	-	-
		P	+	-	-	-	-

*H; H₂O, E; EtOH, P; Petroleum ether, Loading concentration; 5 mg/50 µl per disc.

Note: -; No inhibition, : +(<8 mm), ++(>10 mm); Inhibition.

(박 등, 1995)과 오이시들음병을 유발하는(정 등, 1995; Jang 등, 1993) *F. oxysporum cucumerinum*에 대해 각각 항균활성(+)을 보였다. 진갈색 주름버섯의 물 추출물은 감자마름바탕썩음병, 감자시들음병, 고구마궤양병, 강남콩시들음병을 유발하는(박 등, 1995; 정 등, 1995; Mitchell, 1973) *Fusarium solani*와 잔디탄저병을 유발하는 *I. bolleyie*에 항균활성(+)을 보였고, 애광대버섯의 석유에테르 추출물은 잔디탄저병을 유발하는 *C. graminicola*와 인삼뿌리썩음병을 유발하는 *C. destructans*에 항균활성(+)을 보였다. 독우산광대버섯의 물 추출물은 부송아탄저병을 유발하는 *A. alternata*에 활성(+)을 보였고 수원그물버섯의 에탄올 추출물은 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 나타냈으며, 노란민물버섯의 석유에테르 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola*에 항

균활성(+)을 보였다. 해면버섯의 에탄올 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola*과 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 나타냈고, 조개껍질버섯의 물 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola*에 항균활성(+)을 나타냈다. 주걱송편버섯의 에탄올 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola* 및 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 보였고 띠미로버섯과 외대덧버섯의 에탄올 추출물은 각각 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 활성(+)을 나타냈다. 적버섯의 물 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola*에 활성(+)을 나타냈고, 흰들레무당버섯의 석유에테르 추출물은 잔디탄저병균, *C. graminicola*과 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 보였다. 무변색무당버섯의 에탄올 추출물은 감자시들음병균, *F. solani*에 활성(+)을 보였고 향버섯의 석유에테르 추출물은 인

삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 나타냈다. 그리고 큰낙엽버섯의 석유에테르 추출물은 *A. alternata*와 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 항균활성(+)을 보였고 *Xanthoconium affine* 버섯의 석유에테르 추출물은 *A. alternata*에 항균활성(+)을 나타냈다.

그리고 흰주름버섯, 주름버섯, 갓버섯, 양파광대버섯, 달걀버섯, 마귀광대버섯, 암회색광대버섯아재비, 붉은점박이광대버섯, 밤껍질광대버섯, 고동색우산버섯, 우산버섯, 흰가시광대버섯, 붉은대그물버섯, 산속그물버섯아재비, 접시결겉이그물버섯, 홀트결겉이그물버섯, 제주손맛그물버섯, 다람쥐눈물버섯, 노란턱돌버섯, 말불버섯, 느타리, 송곳니구름버섯, 붉은덕다리버섯, 굴털이, 털젖버섯아재비, 청머루무당버섯, 갈대기무당버섯, 흰무당버섯아재비, 절구버섯, 점박이어리알버섯, 노란다발, 뽕나무버섯부치, 흰삿갓갈매기버섯 그리고 넓은술버섯의 석유에테르, 에탄올 및 물 추출물들은 이상의 6종의 식물병원성 곰팡이에 대하여 전혀 항균활성을 보이지 않았다.

적 요

한국산 흰주름버섯의 50종 버섯을 채집하여 석유에테르, 80%에탄올 및 멸균증류수로 각각 추출하여 153종의 추출물을 얻어 식물병원성 곰팡이에 대한 항균활성을 검색하였다. *A. alternata*에 항균활성은 독우산광대버섯의 물 추출물, MPC-3 버섯의 에탄올 추출물 그리고 큰낙엽버섯과 *Xanthoconium affine*의 석유에테르 추출물이 활성을 보였다. 잔디탄저병균, *C. graminicola*에 대하여는 애광대버섯, 노란길민그물버섯 그리고 흰둘레무당버섯의 석유에테르 추출물이, 해면버섯, MPC-3 버섯 그리고 주걱송편버섯의 에탄올 추출물이, 조개껍질버섯의 물 추출물이 각각 항균활성을 보였다. 인삼뿌리썩음병균, *C. destructans*에 대하여는 애광대버섯, 수원그물버섯, 해면버섯, MPC-3 버섯, 주걱송편버섯, 띠미로버섯 그리고 외대뎃버섯의 에탄올 추출물이, 애광대버섯, 흰둘레무당버섯, 향버섯, 큰낙엽버섯의 석유에테르 추출물이 각각 항균활성을 보였다. 오이덩굴썩음병균, *F. o. cucumerinum*에

대하여는 MPC-3 버섯의 에탄올 추출물이 항균활성을 보였다. 감자시들음병균, *F. solani*에 대하여는 진갈색주름버섯의 물 추출물이 그리고 무변색무당버섯의 에탄올 추출물이 각각 항균활성을 보였다. 잔디탄저병균, *I. bolleyie*에 대하여는 진갈색주름버섯의 물 추출물이 그리고 MPC-3 버섯의 에탄올 추출물이 각각 항균활성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 교육부 기초과학연구소 학술연구 조성비(BSRI-96-3445)에 의하여 수행되었으며 이에 감사한다. 또한, 버섯을 분류 동정한 농업기술연구소 김양섭 박사에게 감사를 드린다.

참고문헌

- 박완희. 1991. 한국의 버섯. 교학사, 서울. 23pp.
- 박종성. 1995. 新稿 植物病理學. 향문사, 1-328
- 정학성. 1993. 한국산 고등균류 분류학 발표목록. 균학회소식 5(1): 29-36.
- 정후섭. 1995. 식물균병학연구. 한림원, 서울. 1-347.
- 水野卓, 川合正允. 1992.キノコウ化學·生化學. 新日本印刷. 14pp.
- 吳普等(述), 孫星衍, 孫馬翼(輯). 1799. 神農本草經. 3卷, 嘉慶4年. 1955. 刊本復刻, 商務印書館.
- 許浚. 1981. 東醫寶鑑, 東醫寶鑑國譯委員會 編譯. 南山堂, 서울. 1178pp.
- Ahn, D. K. 1992. Medicinal Fungi in Korea. *Kor. J. Mycol.* 20(2): 154-166.
- Allbutt, A. D., Ayer, W. A., Brodie, H. J., Johri, B. N. and Taube, H. 1971. Cyathin, A New Antibiotic Complex Produced by *Cyathus helena*. *Can. J. Microbiol.* 17: 1401-1407.
- Anke, T. and Oberwinkler, F. 1977. The Striatins-New Antibiotics from the Basidiomycete *Cyathus striatus*(Huds. ex Pers.) Willd. *J. Antibiotics* 30(3): 221-225.
- 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*(Schrad. ex Fr.) Hoehnel (Agaricales). *J. Antibiotics* 32(11): 1112-

- 1117.
- Anke, T., Kupka, J. Schramm, G. and Steglich, W. 1980. Antibiotics from Basidiomycetes. X, Scorodonin, A New Antibacterial and Antifungal Metabolite from *Marasmius scorodonius* (Fr.) Fr. *J. Antibiotics* **33**(5): 463-467.
- 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.
- Chung, H. S. 1975. Studies on *Cylindrocarpon destructans*(Zins.) Scholten causing root rot of ginseng. Rep. *Tottori Mycol. Inst.*(Japan) **12**: 127-138.
- Chung, H. S. 1988. Recent advance of studies on rice fungal diseases. 5th Int. Congr. P1. Pathol. Abstr. p6.
- Difco manual 1984. 10th ed. Difco laboratories, Detroit.. 768-771pp.
- 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.
- Hara, M., Yoshida, M., Morimoto, M. and Nakano, H. 1987. 6-Deoxyilludin M, A New Antitumor Antibiotic: Fermentation, Isolation and Structural Identification. *J. Antibiotics* **40**(2): 1643-1645.
- Heim, J. and Anke, T. 1988. Antibiotics from Basidiomycetes. XXIX: Pilatin, A New Antibiotically Active Marasmane Derivative from Cultures of *Flagelloscypha pilatii* Agerer. *J. Antibiotics* **41**(12): 1752-1759.
- Hoch, H. C., Staples, R. C., Whitehead, B., ComEAU, J. and Wolf, E. D. 1987. Signaling for growth orientation and cell differentiation by surface topography in *Uromyces*. *Science* **235**: 1659-1662.
- Iinuma, H., Nakamura, H., Naganawa, H., Masuda, T., Takano, S., Takeuchi, T., Umezawa, H., Iitaka, Y. and Obayashi, A. 1983. Basidalin, A New Antibiotic from Basidiomycetes. *J. Antibiotics* **36**(4): 448-450.
- Jang, S. S., Jeong, M. J., Park, C. S. and Kim, H. K. 1993. Significant attribute biocontrol agent for colonizing ability at corresponding-infection site of soil-borne plant pathogens. *Korean J. Plant Pathol.* **9**(1): 7-11.
- 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 C, Triacetylenic Epoxy-alcohol, a *Coprinus quadridus* Metabolite and (b) a C, Triacetylenic 1,2-Diol. The Structure of Biformyne I. *J. Chem. Soc.* 2048-2055.
- Kavanagh, F., Hervey, A. and Robbins, W. J. 1949. Antibiotic substances from basidiomycetes. IV. *Marasmius conigenus*. *Pro. Natl. Acad. Sci. USA* **35**: 343.
- Kepler, J. A., Wall, M. E., Mason, J. E., Basset, C., McPhail, A. T. and Sim, G. A. 1967. The Structure of Fomannosin, a Novel Sesquiterpene Metabolite of the Fungus *Fomes annosus*. *J. Am. Chem. Soc.* **89**(5): Communication to the Editor.
- 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, 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.
- 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. 659-660pp.
- 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.
- Lapp, M. S. and Skoropad, W. P. 1978. Location of appressoria of *Colletotrichum graminicola* on natural and artificial barley leaf surfaces. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **70**: 225-228.
- 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 melleolide*.

- lea. *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.
- Min, T. J., Bae, K. G., 1996. The Structure of Phenolic Compounds and Their Antibiotic Activities in *Umbilicaria vellea*. *J. Korean Chem. Soc.* **40**(9): 623-629.
- Min, T. J., Kim, E. M., and You, S. H. 1996. The Screening of Antifungal Activities of Extracts from Mushrooms in Korea(II). *Kor. J. Mycol.* **24**(1): 25-37.
- Mitchell, J. E. 1973. The Mechanisms of Biological Control of Plant Disease. *Soil biology and biochemistry*, **5**: 709-720.
- Park, S. S., Lee, K. D. and Min, T. J. 1995^a. 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.
- Park, S. S., Lee, K. D. and Min, T. J. 1995^b. 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.
- Richard W. Flsmiley, Peter H. Bernoeden, Bruce B. Clarke. Compendium of turf grass disease. APS press. 33-34pp.
- Takahashi, A., Kusano, G., Ohta, T. and Nozoe, S. 1988. The Constituents of *Lactarius flavidulus* Imai. *Chem. Pharm. Bull.* **36**(7): 2366-2370.
- Umezawa, H., Takeuchi, T., Iinuma, H., Ito, M., Ishizuka, M., Kurakata, Y., Umeda, Y., Nakanish, Y., Nakamura, T., Obayashi, A. and Tanabe, O. 1975. A New Antibiotic, Calvatic acid. *J. Antibiotics* **28**(1): 87-89.
- Victor Lorian, M. D. C. 1991. Antibiotics in Lab. Med, 3rd ed. Williams & Wilkins press, Baltimore. 54-100pp.
- Yoon, J. O., Min, T. J. and Yoon, H. S. 1995. An Antibacterial Lectin from *Lampteromyces japonicus*. *Kor. J. Mycol.* **23**(1): 46-52.