

표고버섯(*Lentinus edodes*)추출물의 항균활성

김용두 · 김경제 · 조덕봉*

순천대학교 식품공학과, *광주보건대학 식품생명과학과

Antimicrobial Activity of *Lentinus edodes* Extract

Yong-Doo Kim, Kyung-Je Kim and Duk-Bong Cho*

Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

*Department of Food Technology, Kwangju Health College, Kwangju, 506-701, Korea

Abstract

To develop natural food preservatives, ethanol and water extracts were prepared from the *Lentinus edodes* and antimicrobial activities were examined against 10 microorganisms which were food borne pathogens and / or food poisoning microorganisms and food-related bacteria and yeasts. Ethanol extract exhibited antimicrobial activities for the microorganisms tested, but not on lactic acid bacteria and yeast. Especially, minimum inhibitory concentrations(MIC) for *Escherichia coli* were as low as 0.5 mg/mL. Antimicrobial activity of the ethanol extract was stable by the heating at 121°C for 15 min and not affected by pH. The ethanol extract of *Lentinus edodes* exhibiting high antimicrobial activity. The highest antimicrobial activity adjust bacteria tested was found in the ethylacetate fraction.

Key words : *Lentinus edodes*, extract, antimicrobial activity, minimum inhibitory concentrations(MIC), isolation

서 론

표고버섯[*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.]은 담자균강 주름버섯목 느타리과 잣버섯속에 속하는 식용버섯으로 봄에서 가을에 걸쳐 주로 참나무류 등 활엽수의 나무토막, 그루터기 위에 단생 또는 군생하는 목재 백색부후균이며 한국, 중국, 일본, 동남아시아, 뉴질랜드 등지에 분포되어 있다.(1-3)

한편, 표고버섯의 활용방안을 다양화하기 위한 방안으로 각종 기능성 검색을 시도하였으며, 특히 항미생물활성을 전반적으로 검토하였다. 식품저장 기술의 핵심은 미생물의 침입방지 및 침입한 미생물의 생육을 억제하는 것과 식품자체 성분의 상호작용이나 식품조각내에 내재하는 효소에 의한 생화학적 반응을 저지(4)하는 것인데 이 경우에 사용되는 대부분의 보존료는 화학합성품으로 사용 농도가 높을수록 보존효과 즉 저장효과가 높기 때문에 그 사용은 날로 증가하고 있는 실정이다. 그러나 식품첨가물로 허용된 보존료도 일부에서 그 안전성에 문제가 제기되고 있으며 특히 최근 소비자들의 식생활 수준의 향상으로 식품에 대한 건강 지향적 요구에 따라 이에 대한 관심이 고조되고 있고 화학합성품인 식품첨가물에

대한 기피현상이 강하게 일어나고 있다(5).

이러한 이유로 인체에 무해한 대체 보존료가 필요하게 되었으며(6), 천연물질에 존재하는 항균성 물질을 식품의 보존에 이용하고자 하는 연구가 오래 전부터 수행되어 왔다(7-10).

이러한 연구 결과 천연 항균성 물질과 그 기작이 서서히 밝혀지고 있는데 천연 항균성 물질은 식물이나 동물의 구성성분으로 존재하거나 외부의 자극에 의하여 생체내에서 대항물질로 만들어지거나 발효과정 중 생성된 화학물질이 다른 미생물의 성장을 저지하기도 한다(11).

본 연구에서는 천연보존료 개발의 일환으로 항균활성이 있을 것으로 추정되어 표고버섯을 선정하여 물과 에탄올로 항균성 물질을 추출하여 몇 종의 균주에 대하여 항균성이 있는지의 여부와 추출물의 최소저해농도, 추출물에 함유된 항균성물질의 열 및 pH 안정성 등을 조사하였으며, 또한 고수 에탄올 추출물을 용매계통 분획하여 각 분획별 항균활성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 표고버섯은 2002년 5월 10일 전남 장흥 호계리에 소재한 장흥표고유통공사에서 부위별(대, 갓)로 구

Corresponding author : Yong-Doo Kim, Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea
e-mail : kyd4218@suncheon.ac.kr

분하여 동결 건조 후 분쇄하여 32 mesh 이하를 분석 시료로 하였다.

사용균주 및 배지

실험에 사용한 균주는 그람양성균 3종, 그람음성균 3종, 젖산균 2종 및 효모 2종을 선정하여 사용하였다. 균 생육배지는 배지는 Difco Co.(Detroit Michigan, USA)제품을, 추출용매 및 시약은 일급 또는 특급시약을 사용하였다.

물 추출

표고버섯 1 kg에 3배량의 증류수를 첨가하고 homogenizer로 5분 동안 마쇄하여 24시간 동안 상온에서 교반 침출시킨 후 1차 추출하고, 다시 증류수 3 L를 가하여 동일한 방법으로 2차 추출한 후 추출액을 모두 여과하였다. 이 추출여액을 회전감압농축기로 50℃ 수욕상에서 감압 농축하여 얻은 점조성의 추출물을 필요한 농도로 희석하여 사용하였다.

에탄올 추출

표고버섯 에탄올 추출액은 시료 1 kg을 에탄올 3 L로 24시간 동안 상온에서 교반 침출시킨 후 1차 추출하고, 다시 에탄올 3 L를 가하여 동일한 방식으로 2차 추출한 후 추출액 모두를 여과하였다. 추출여액을 회전감압농축기로 50℃ 수욕상에서 약 100 mL로 감압농축한 후 5℃ 냉장고에서 24시간 방치한 다음, 3500 rpm으로 원심분리하여 침전된 수지성분을 2회 반복하여 제거하였다. 회전감압농축기로 수용액을 다시 농축하여 최종 에탄올 추출물을 얻은 다음 필요한 농도로 희석하여 사용하였다.

항균력 측정

표고버섯 추출물의 항균성 검색에 사용한 균주는 slant에 배양된 각 균주 1백금이를 취해 10 mL broth의 균생육배지에 접종하고, 30℃에서 18~24시간씩 3회 계대배양하여 사용하였다.

항균성 시험용 평판배지의 조제는 각각의 생육배지로 멸균된 기층용 배지를 petri dish에 15 mL씩 분주하여 응고시키고, 중층용 배지를 각각 5 mL씩 시험관에 분주하여 멸균한 후, 45℃ 수욕상에서 각종 시험균액(멸균식염수로 시험균액을 만들어 균 농도를 660 nm에서 흡광도가 0.3이 되게한 시험균액) 0.1 mL를 무균적으로 첨가하여 잘 혼합한 후 기층용 배지위에 분주한 뒤 고르게 응고시켜 2종의 균점종 평판배지를 만들어 사용하였다. 추출된 항균성 물질의 항균력 검색은 한천배지 확산법(disc plate method)으로 측정하였다(12-13).

추출된 항균성 물질의 최소저해농도(minimum inhibitory concentration, MIC)는 고체 배지의 경우 한천배지 희석법(agar dilution method)으로 측정하였는데, 추출물의 고형물

함량을 0.25, 0.5, 1.0 및 1.5 mg/mL이 되도록 조절된 고체배지를 petri dish에 부어 고르게 펴서 응고시킨 후 전배양된 시험균액을 0.1 mL씩 접종한 다음 30℃에서 20시간 배양하여 균주 증식이 되지 않은 농도로 결정하였다.

액체배지의 경우는 액체배지희석법(broth dilution method)으로 추출물의 고형물 함량이 고체배지와 동일 농도 구간으로 조절된 액체배지를 준비하여 균현탁액을 각각 0.1 mL씩 접종하고 30℃에서 24시간 배양한 후 흡광도(660 nm)를 측정하여 균 증식이 나타나지 않은 농도로 결정하였다(14-17).

항균성 물질의 열 및 pH 안정성

표고버섯 에탄올 추출물 중 항균활성을 나타내는 물질의 열 안정성을 측정하기 위하여 50℃~100℃까지 10℃ 간격으로 각각 1시간 동안, 121℃에서 15분 동안 열처리한 후 대조구와 같이 한천배지 확산법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다. 또한 pH 안정성은 표고버섯 에탄올 추출물을 염산과 수산화나트륨으로 pH 3~11까지 조절한 후 상온에서 1시간 방치하고, 다시 각각 균주의 최적 pH로 중화시켜서 한천배지확산법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다.

추출물의 용매분획

표고버섯 1.0 kg을 상기방법에 따라 에탄올 추출물 155.8 g을 얻은후 용매분획하였다. 즉, 에탄올 추출물을 분획여두에서 핵산 : 에탄올 : 물(10:1:9, v/v/v) 1 L씩 3회 추출, 농축하여 핵산추출분획 39.4 g을 얻었고, 계속해서 같은 방법으로 물층을 디에틸에테르, 에틸아세테이트 등으로 용매분획한 다음 농축하여 분획물로 각각 2.2 및 12.5 g을 얻고 최종적으로 물 분획물 99.2 g을 얻어 필요한 농도로 희석하여 사용하였다.

결과 및 고찰

항균활성 검색

표고버섯의 채취 시기별로 갓과 대를 구분하여 한천배지 확산법으로 항균활성을 검색한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 갓의 경우 항균력은 물과 에탄올에서 그람음성, 양성세균에 강하게 나타났으며 에탄올의 clear zone이 약간 더 크게 나타났다. 그러나 젖산균과 *Han. anomala*는 두 용매 모두에서 항균력이 없었으나 *Sacch. cerevisiae*에서는 에탄올 추출물에서 항균활성이 나타났다.

대의 추출물은 갓의 항균력과 유사하였으나 에탄올 추출물에서 clear zone의 크기가 갓의 추출물 보다 약간 작게 나타났다. 갓에서 *Sacch. cerevisiae*는 항균력이 나타났으나 대에서는 활성이 나타나지 않았다. 따라서 표고버섯의 항균성

물질 추출에는 강(18)의 항균성 물질 추출결과와 동일하게 에탄올이 더 적절한 용매로 생각된다.

Table 1. Antimicrobial activities of water and ethanol extracts of *Lentinus edodes*

strains	clear zone on plate(mm) ¹⁾ 43.1 mg/disk			
	water extract		ethanol extract	
	P ²⁾	S	P	S
<i>Bacillus cereus</i>	10	10	12	11
<i>Bacillus subtilis</i>	10	10	12	11
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	10	12	9
<i>Escherichia coli</i>	8	8	10	9
<i>Salmonella typhimurium</i>	10	8	10	8
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	8	8	11	10
<i>Lactobacillus plantarum</i>	- ²⁾	-	-	-
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	-	-	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	10	-
<i>Hansenula anomala</i>	-	-	-	-

¹⁾ In diameter(mm), ²⁾ not detected.

³⁾ P : pileus of *Lentinus edodes*, S : stalk of *Lentinus edodes*

표고버섯에서 추출된 항균성 물질이 *E. coli*이나 *S. typhimurium*에서도 항균력이 나타나므로 부패 및 식중독균의 생육억제에도 효과가 있을 것으로 생각된다. 따라서 쇠고기를 연화시키기 위하여 각종 양념과 하루저녁 혼합하여 보관할 때 각종 세균의 활동은 표고버섯의 항균력으로 번식을 억제한 것으로 생각되어 좋은 천연 식품 첨가재료로 이용될 것으로 보이며, 또한 김치 등 발효식품에 첨가하여 사용할 경우 표고버섯 특유의 향신료 기능 이외에도 김치내 식중독균 및 부패미생물 등의 microflora에 대하여 항균작용을 갖게 되어 김치발효에 유해한 미생물들의 생육을 억제시켜 김치의 초기산패를 방지하여 줄 것으로 생각되어진다.

에탄올 추출물의 최소저해농도

표고버섯 에탄올 추출물의 액체배지에서 최소저해농도를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

대의 경우 균주별로 보면 그람양성균에서는 *Bac. cereus*와 *Bac. subtilis*에서 첨가농도가 1.0 mg/mL로 낮아 높은 항균활성을 나타냈고, *Sc. aureus*는 1.5 mg/mL로 나타났다. 그람음성균인 *E. coli*에서 첨가 농도가 0.5 mg/mL로 가장 낮아 높은 항균활성을 나타냈고, *S. typhimurium* 1.5 mg/mL 및 *Ps. fluorescens*는 1.0 mg/mL로 비교적 높아 낮은 항균활성을 나타냈다. 그러나 젖산균과 효모 등의 균주에서는 1.5 mg/mL 이상의 농도에서도 항균효과는 나타나지 않았다.

갯의 경우 균주별로 보면 그람양성균인 *Bac. cereus*가 0.5 mg/mL, *Bac. subtilis*가 1.0 mg/mL, *Sc. aureus*가 1.0 mg/mL로 각각 나타났으며, 그람음성균인 *E. coli*가 0.5 mg/mL로

가장 낮아 높은 항균활성을 나타냈고, *S. typhimurium* 과 *Ps. fluorescens*가 1.5 mg/mL로 비교적 높아 낮은 항균활성을 나타내었다. 그러나 젖산균과 효모 등의 균주에서는 갯과 마찬가지로 1.5 mg/mL이상의 농도에서도 항균효과는 나타나지 않았다.

한편, 이 등(19)의 유백피 추출물이 *Bac. subtilis* 등의 그람양성균 5종과 *E. coli* 등 5종의 그람음성균에 대한 최소저해농도가 2.5~30 mg/mL인 것과 비교해보면 표고버섯 에탄올 추출물의 항균효과가 상당히 강함을 보였다.

Table 2. Minimum inhibitory concentration(MIC) of the ethanol extracts of *Lentinus edodes* against several microorganisms

strains	growth at various concentration(mg/mL)											
	pileus					stalk						
	0	0.25	0.5	1.0	1.5	MIC (mg/mL)	0.25	0.5	1.0	1.5	MIC (mg/mL)	
<i>Bac. cereus</i>	+	±	-	-	-	0.5	+	+	-	-	-	1.0
<i>Bac. subtilis</i>	+	+	±	-	-	1.0	+	+	-	-	-	1.0
<i>Sc. aureus</i>	+	+	+	-	-	1.0	+	+	+	-	-	1.5
<i>E. coli</i>	+	±	-	-	-	0.5	±	-	-	-	-	0.5
<i>S. typhimurium</i>	+	+	+	+	-	1.5	+	+	+	-	-	1.5
<i>Ps. fluorescens</i>	+	+	+	±	-	1.5	+	±	-	-	-	1.0
<i>L. plantarum</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
<i>Leu. mesenteroides</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
<i>Sacch. cerevisiae</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
<i>Han. anomala</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		

열 안정성

표고버섯의 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균활성 물질의 열 안정성을 조사하기 위하여 추출물을 50~100℃까지 10℃간격으로 1시간 동안, 그리고 121℃에서 15분간 열처리 한 후 그람양성균인 *Bac. cereus*와 그람음성균인 *E. coli* 두 균주에 대한 생육저해환을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 즉 100℃에서 1시간, 121℃에서 15분간 열처리에 의해서도 두 균주의 생육저해환의 크기가 대조구와 비슷한 것으로 보아 표고버섯의 에탄올 추출물 중의 항균활성 물질은 열에 매우 안정하였다.

Table 3. Effect of heat treatment on the antimicrobial activity of ethanol extract for *Bac. cereus* and *E. coli*

strains	clear zone on plate(mm) ¹⁾ (43.1 mg/disc)							
	control	heating temperature(°C)						
		50	60	70	80	90	100	121
<i>Bac. cereus</i>	12.5	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	13.0
<i>E. coli</i>	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

¹⁾Diameter

Ethanol extract was heated for 60 min. at 50~100℃ and heated for 15 min. at 121℃.

pH 안정성

앞의 두 균주에 대하여 표고버섯의 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균활성 물질의 pH 안정성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. pH 3~11까지에서도 항균활성의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 pH의 변화에도 별로 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of pH change on the antimicrobial activity of ethanol extract for *Bac. cereus* and *E. coli*

strains	clear zone on plate(mm) ¹⁾ (43.1 mg/disc)					
	control	pH				
		3	5	7	9	11
<i>Bac. cereus</i>	12.5	12.0	13.0	14.0	13.0	13.0
<i>E. coli</i>	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	12.0

¹⁾Diameter
The ethanol extract was adjusted to pH 3~11 for 60 min at room temperature.

추출물 분획의 항균활성

표고버섯을 에탄올, 에틸아세테이트, 디에틸에테르 및 헥산으로 각각 추출하여 *E. coli*에 대하여 항균력을 측정된 결과 에탄올 추출물에서 14 mm, 에틸아세테이트 추출물에서 11 mm이었으며 디에틸에테르 추출물에서는 10 mm로 나타났고 헥산 추출물에서는 항균력이 미미하였다.

항균력이 가장 큰 에탄올 추출물의 항균성 물질을 분리할 목적으로 용매 계통분획을 위하여 헥산, 에테르, 에틸아세테이트 및 물의 순으로 분획을 하여 각각의 용매분획 항균활성을 disc plate method에 의한 생육 저지환을 측정하여 각 균주에 대한 억제 효과를 검색한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Antimicrobial activities of fractions from ethanol extracts of *Lentinus edodes* against several microorganisms

strains	clear zone on plate(mm) ¹⁾ (43.1mg/disc)			
	n-hexane	diethylether	ethylacetate	water
<i>Bac. cereus</i>	7	12	14	12
<i>Bac. subtilis</i>	- ²⁾	8	9	11
<i>S. aureus</i>	6	10	13	11
<i>E. coli</i>	7	11	14	12
<i>S. typhimurium</i>	-	8	14	13
<i>Ps. fluorescens</i>	-	8	13	13
<i>L. plantarum</i>	-	-	-	-
<i>Leu. mesenteroides</i>	-	-	9	9
<i>Sacch. cerevisiae</i>	-	-	9	9
<i>H. anomala</i>	-	-	-	-

¹⁾Diameter , ²⁾ no inhibitory zone was formed

세균은 그람양성균과 그람음성균 모두 에틸아세테이트와 물 분획물에서 현저한 생육억제효과가 나타났으며, *Bac.*

cerus, *S. aureus* 및 *E. coli*는 핵산 분획물에서도 에틸아세테이트 분획물보다는 낮지만 항균활성을 보였고. 에테르 분획물에서는 젖산균을 제외한 세균에서 활성이 강하였다.

균주별로 보면 특히 에틸아세테이트 분획물에서 *Bac. cereus* 14 mm, *Staph. aureus* 13 mm, *E. coli* 14 mm, *S. typhimurium* 14 mm 및 *Ps. fluorescens* 13 mm로 다른 용매에 비하여 제일 높고, 물 분획물은 *Bac. subtilis*와 *Leu. mesenteroides*에서 다른 용매에 비하여 항균효과가 제일 높게 나타났다. 그러나 *L. plantarum*과 *H. anomala*는 모든 분획물에서 항균효과가 거의 없었다.

이상의 결과로 볼 때 표고버섯 에탄올 추출물 중의 항균성 물질은 비교적 극성이 강한 용매에만 용해되는 성질로 보아 항균성 물질은 비교적 극성이 강한 물질로 추정할 수 있었다.

홍 등(20)은 유백피의 메탄올추출물 중 부탄올분획물에서 그람 양성균인 *Staph. aureus*, *Sc. faecalis*, *Ps. aeruginosa* 및 *Bacillus* sp.에 대하여 발육억제효과가 나타났으며 그람음성균인 *E. coli*, 진균인 *Candida albicans*에 대해서는 발육저지 효과가 관찰되지 않았다고 보고하였는데, 표고버섯 추출물에서는 그람음성균인 *E. coli*, *S. typhimurium* 및 *Ps. fluorescens* 등에서도 항균효과를 나타내었다.

요 약

표고버섯을 새로운 형태의 식품으로 개발하기 위한 기초 자료와 천연보존료로의 이용 가능성을 검토하고자 물과 에탄올로 항균성 물질을 추출하여 몇 종의 병원균, 식중독균, 식품과 관련이 있는 세균 및 효모등 10균주에 대하여 항균성 여부와 추출물의 최소저해 농도를 밝히고, 표고버섯추출물을 용매 계통 분획하여 항균활성을 살펴보았다.

항균성 검색에 사용된 물과 에탄올 추출물 모두에서 대부분의 세균은 항균활성이 나타났으나, 효모와 젖산균에서는 나타나지 않았다. 또한 에탄올 추출물이 물 추출물보다 더 강한 활성을 보였으며 대보다는 갖에서 항균활성이 다소 강하게 나타났다. 표고버섯의 항균활성을 균주별로 보면 *E. coli*에서 첨가농도가 0.5 mg/mL로 가장 낮아 높은 활성을 나타냈고, 젖산균과 효모등의 균주에서는 1.5 mg/mL 이상의 농도에서도 항균효과가 나타나지 않았다.

표고버섯 에탄올 추출물중의 항균활성 물질은 121℃에서 15분간 가열한 후에도 활성이 유지되었으며, pH의 변화에도 영향을 받지 않았다. 표고버섯 에탄올 추출물을 헥산, 에테르, 에틸아세테이트 및 물로 용매계통분획하여 얻은 각 분획물의 항균활성은 세균의 경우 젖산균을 제외한 그람 양성균과 그람 음성균 모두 에틸아세테이트 분획물에서 현저한 생육 억제효과가 나타났으며, 에테르와 핵산 분획물에서도

에틸아세테이트 분획물 보다는 낮지만 대부분의 균주에 대하여 항균활성을 보였다. 그러나 젓산균과 효모에서는 모든 분획물에서 항균효과가 거의 없었다.

참고문헌

1. 이지열 (1991) 菌學·버섯栽培. 대광문화사, 서울, p. 259
2. 박용환 (1997) 최신 버섯학. 한국버섯원균영농조합, 서울, p. 15
3. 성재모, 유영복, 차동렬 (1998) 버섯학. 교학사, 서울, p. 64
4. 野崎一彦 (1986) 天然物による食品の保存の現状と効果. 月刊フドケミカル, 2, 45-53
5. 芝崎勳 (1983) 抗菌性天然添加物開發の現状と使用上の問題點. New Food Industry, 25, 28-34
6. 成瀬治己, 庄司 禎 (1984) 現状における抗菌性物質とその應用. 月刊 フドケミカル, 4, 53-99
7. Bullerman, L.B., F.Y. Lieu and S.A. Seier (1977) Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove olis, cinnamic aldehyed and eugenol. J. Food Sic., 42, 1107-1109
8. Laura, L.Z. and John, C.K. (1981) Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. J. Food Sci., 46, 1205-1210
9. Kanzo Okazaki, Hiroshi Kato and Takeo Wakatabe. (1951) Antibacterial activity of higher plants. VI. Antibacterial activity of drugs. II, Yakugaku Zasshi, 71, 9-11
10. Kanzo Okazaki, and Takeo Wakatabe, (1951) Antibacterial activity of higher plants. XIV. Antibacterial activity of crude drugs (4). Yakugaku Zasshi, 71, 481-483
11. Ames, B.N., R. Magaw and L. S. Gold, (1987) Ranking possible carcino-genic harzards. Science, 236, 271
12. Piddock, L.J.V (1990) Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. J. Appl. Bacteriol., 68, 307-318
13. Bauer, A.W., M.M. Kibby, J.C. Sherris and M. Turck (1966) Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. Am. J. Clin. Pathol., 45, 493-496
14. 李在根, 龍口和惠, 提將和, 渡邊忠雄 (1985) グリシンと二, 三の藥劑の抗菌力併用效果. 日本食品衛生學雜誌, 26, 279-284
15. MacLowry, J.D. and M.J. Jaqua. (1970) Detailed methodology and implementation semiautomated serial dilution microtechnique for antimicrobial suseptibility testing. Appl. Microbiol., 20, 46-53
16. Pearson, R.D., R.T. Steigbigel, H.T. Davis and S.W Chapman (1980) Method for reliable determination of minimal lethal antibiotic concentrations. Antimichrob. Agents Chemother., 18, 699-708
17. Murray, P.R. and Jorgensen, J.H. (1981) Quantitative susceptibility test methods in major United States medical centers, Antimichrob. Agents Chemother., 20, 66-70
18. 강성구 (1994) 갓(*Brassica juncea* Coss.)추출물의 항균성과 항균 물질의 분리 및 동정. 경상대학교 대학원 박사 학위 논문, 88-91
19. 이홍용, 김치경, 성태경, 문택규, 임치주 (1992) 유백피 추출물의 항세균작용. 산업미생물학회지, 20, 1-5
20. 홍남두, 노영수, 김남재, 김진식 (1990) 유백피의 약효연구. 생약학회지, 21, 217-222

(접수 2003년 1월 30일, 채택 2003년 2월 21일)