

*Staphylococcus aureus*에 대한 한약재의 항균활성

최일*, 조재용, 임상철
상지대학교 생명자원과학대학

Antimicrobial Activity of Medicinal Herbs against *Staphylococcus aureus*.

Il Choi*, Jae-yong Cho and Sang-Cheol Lim

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea

Abstract - Antimicrobial activity of 18 different traditional medicinal herbs extracts against *Staphylococcus aureus* was determined by a paper disc method. The *Prunella vulgaris*, *Caesalpinia sappan* and *Rhus javanica* extracts in 5 mg/ml, *Poncirus trifoliata*, *Lonicera japonica* and *Seutellaria baicalensis* extracts in 10 mg/ml and *Schizandra chinensis*, *Alpinia katsumadai*, *Siegesbeckia orientalis* extracts in 30 mg/ml showed a significant antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*. Minimum inhibitory concentrations of medicinal herbs extracts were in the range of 1~34 mg/ml and 1~46 mg/ml, in the case of MeOH extracts and EtOH extracts, respectively. In addition, the antimicrobial activity of each solvent fraction was most significant with EtOAc layer. Optical density at 620nm after 24 hours incubation of *Staphylococcus aureus* in the presence of 100, 300 or 500 ppm of *Caesalpinia sappan* extract ranged from 0.02 to 0.03 compared to 0.4 in the absence of *Caesalpinia sappan* extract, indicating that growth of *Staphylococcus aureus* was significantly inhibited within 24 hours by the addition of at least 100 ppm of *Caesalpinia sappan* extract. Optical density at 620 nm after 24 hours incubation of *Staphylococcus aureus* in the presence of 300 ppm of *Rhus javanica* extract ranged from 0.02 to 0.03 compared to 0.4 in the absence of *Rhus javanica* extract, indicating that growth of *Staphylococcus aureus* was also significantly inhibited within 24 hours by the addition of at least 300 ppm of *Rhus javanica* extract. Optical density at 620 nm after 24 hours incubation of *Staphylococcus aureus* in the presence of 300 ppm of *Seutellaria baicalensis* extract ranged from 0.02 to 0.07 compared to 0.4 in the absence of *Seutellaria baicalensis* extract, indicating that growth of *Staphylococcus aureus* was also significantly inhibited within 24 hours by the addition of at least 300 ppm of *Seutellaria baicalensis* extract. In conclusion, these findings suggest that extracts from medicinal herbs may play important roles for antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus*.

Key words - Antimicrobial Activity, Medicinal Herb, *Staphylococcus aureus*.

서 언

천연물에 존재하는 항균성 물질에 대한 연구는 오래 전부터 수행되어 왔으며, 현재도 활발히 진행되고 있다. 식물에 존재하는 항균물질은 그 대부분이 alkaloid류, flavonoid류, terpenoid류, phenolic compound류, quinone류 및 volatile oil 등의 이차대사 산물이거나 그 유도체들로 알려져 있다(Mitscher *et al.*, 1980; Lee and Shin, 1991). 그러나 이러한 천연항균 물질의 항균효과가 합성된 항생제에 비해 효과가 뛰어나지 않기 때문에 아직까지 실용화되는 경우는 많지 않은 실정이다. 국내에서 천연물로부터 항균성 물질의 개발에 관한 연구는 주로 의약품과 천연보존제의 용도로서 단백질, 유기산, 지방산, 향신료, 생약추출성분 등을 대상으로 주로 이루어져 왔다. 정(1993)은 한약재의 약리작용에 대한 여러 문헌을 조사하여 동양 여러 나라에서 이용되

는 상용 한약 400여종을 처방빈도가 높은 순으로 하여 이들의 항균효과를 조사하였으며, 최근에는 이들 중 항균성이 있는 한약재에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Beuchat and Galden, 1989; 이 등, 1992; 서와 민, 1996; 권 등, 1998; 조와 김, 2001; 한 등, 2001; 이, 2003).

본 실험에서는 질병억제제로서의 항균제 개발을 위해 한약재의 항균활성을 검사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 항균활성 실험에 사용한 한약재는 본초강목, 식물도감에서 항균 작용을 가지고 있는 약재를 참고하여 선정하였고, 실험에 사용한

*교신저자(E-mail) : ichoi@sangji.ac.kr

약재는 시중에서 유통되고 있는 약재로 건조상태가 좋은 것을 구입하여 깨끗이 손질한 후 사용하였다. 약재명과 사용부위는 Table 1과 같다.

사용균주 및 배지

항균력 측정에 사용한 균주는 국립보건원에서 분양받은 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)이며 균의 증식과 항균력 측정을 위한 배지로는 nutrient agar를 사용하였다.

항균력 검사를 위한 MeOH추출물과 EtOH 추출물의 조제

시료 추출액의 조제는 각 한약재의 특정부위를 대상으로 약재 200g을 세절하거나 잘게 부수어 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 round flask에 시료의 5배 정도의 MeOH(v/w)과 EtOH(w/v)를 첨가하여 혼합한 후, heating mantle로 80℃에서 5시간동안 3회 환류 추출하였다. 추출액은 Whatman No. 2 여과지로 2회 여과한 후 rotary vacuum evaporator (Eyela Tokyo Rikakikai Co.)로 감압 농축하였으며, 최종적으로 각각의 농축물은 5, 10, 30 및 50mg/ml로 희석하여 사용하였다.

Table 1. List of medicinal herbs used for antimicrobial experiments

Botanical name	Part of used
<i>Schizandra chinensis</i> BAILL. (오미자)	Seeds
<i>Alpinia katsumadai</i> HAYATA. (초두구)	Seeds
<i>Melia azedarach</i> LINNÉ. (천연자)	Fruit
<i>Poncirus trifoliata</i> RAFIN. (지실)	Fruit
<i>Lonicera japonica</i> THUNB. (금은화)	Flower
<i>Prunella vulgaris</i> LINNÉ var. asiatica HARA. (하고초)	Bud
<i>Hedyotis diffusa</i> WILLD. (백화사철초)	Bud
<i>Caesalpinia sappan</i> LINNÉ. (소목)	Stem
<i>Rhus javanica</i> LINNÉ. (오배자)	Leaves
<i>Phyllostachys nigra</i> MUNRO var. HENONIS STAPP. (죽엽)	Leaves
<i>Siegesbeckia orientalis</i> LINNÉ. (회령)	Whole
<i>Elsholtzia ciliata</i> (THUNB.) HYLANDER. (향유)	Whole
<i>Seutellaria baicalensis</i> GEORGE. (황금)	Root
<i>Acorus gramineus</i> SOLAND. (석창포)	Root
<i>Lindera strychnifolia</i> F. VILL. (오약)	Root

* () Korea common name

Soluble solid 함량 측정

Soluble solid함량은 감압 농축된 추출물 1g를 취하여 105℃에서 24시간 건조한 후 증발 잔사의 무게를 측정하여 첨가량으로 나타내었다.

추출물의 항균력 검색

항균력 검색에 사용한 균주는 평판배지에 배양된 각 균주 2~3 백균이를 취해 10ml nutrient broth의 균 생육 액체배지에 접종하고, 37℃에서 24시간 배양하여 활성화시킨 후 시험균액 0.2 ml를 무균적으로 첨가하여 기층용 배지 위에 고르게 퍼지도록 멸균된 유리막대로 도포한 뒤 Piddok(1990)의 paper disc에 의한 한천배지 확산법으로 측정하였다

최소 저해농도 측정(Minimum inhibitory concentration: MIC)

최소 저해농도 측정은 한천배지 확산법을 이용하였다. 여과하여 제균시킨 농축물을 0.2mg/ml에서 50mg/ml의 범위에서 paper disc에 첨가한 후 건조하고, 시험균을 함유한 평판배지위에 놓은 후, 37℃에서 24시간 배양한 후 육안으로 관찰 했을 때 미생물이 증식되지 않는 농도를 MIC로 결정하였다.

분획물의 항균성 검색

우수한 항균력을 가진 한약재의 MeOH와 EtOH 추출물을 얻은 후 각각의 추출물을 분획여두에서 극성을 달리하는 용매(n-hexane, CHCl₃, EtOAc, n-butanol, water)로 순차적으로 분획한 후 분획물을 45℃ 수욕상에서 rotary vacuum evaporator로 농축, 용매를 완전히 제거하였다. 각 용매별 농축물은 농도를 일정하게 조절하여 각 균주별 항균활성을 측정하였다.

미생물의 증식억제 효과

우수한 항균력을 가진 한약재 추출물을 0.45µm membrane filter로 여과한 다음 100ml의 nutrient broth에 추출물의 soluble solid를 기준으로 하여 0, 100, 300 및 500ppm 농도별로 첨가한 후 slant에서 배양된 각 균주 1백균이를 취해 10ml nutrient broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양하였다. 배양액 0.1ml씩을 취해 다시 10ml nutrient broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양한 후 활성화된 배양액 0.5ml씩을 접종하여 37℃에서 72시간까지 배양하면서 미생물의 생육정도를 확인하기 위하여 12시간마다 620nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 측정 시 nutrient broth를 blank로 사용하였다.

결과 및 고찰

추출물의 항균성 검색

Table 2에서와 같이 *Staphylococcus aureus*에 대한 15종의 한약재의 MeOH추출물과 EtOH추출물의 농도 별로 처리한 후 항균력을 조사한 결과 농도에 따른 항균효과를 보인 한약재간에 차이가 있었다. 하고초, 소목, 오배자 및 향유의 MeOH추출물과 EtOH추출물은 5mg/ml 수준에서 모두 항균활성을 나타내었으며 지실, 금은화 및 황금 등은 10mg/ml, 오미자, 초두구 및 회령 등은 30mg/ml 이상에서 항균성을 보였으나 추출용매에 따른 항균효과의 차이는 없었다.

Table 2. Growth inhibiting activities of medicinal herbs for *Staphylococcus aureus*

Scientific name	Clear zone diameter (mm)							
	MeOH ext. (mg/ml)				EtOH ext. (mg/ml)			
	5	10	30	50	5	10	30	50
<i>Schizandra chinensis</i>	-*	-	8	9.5	-	-	8	9
<i>Alpinia katsumadai</i>	-	-	10	11	-	-	-	-
<i>Melia azedarach</i>	-	-	9	13	-	-	9	12
<i>Poncirus trifoliata</i>	-	9.5	12	14	-	9	11	12
<i>Lonicera japonica</i>	-	8	10	12	-	7	10	11
<i>Prunella vulgaris</i>	9	10.5	11	12	9.5	10	11.5	12
<i>Hedyotis diffusa</i>	-	9	13	12	-	-	-	-
<i>Caesalpinia sappan</i>	10	14	19	21	12	15	18	21
<i>Rhus javanica</i>	12	15	17	21	12	14	16	18
<i>Phyllostachys nigra</i>	-	-	9	10	-	-	10	12
<i>Siegesbeckia orientalis</i>	-	-	7	8	-	-	-	-
<i>Elsholtzia ciliata</i>	8	9.5	10	12	8	10	11	13
<i>Seutellaria baicalensis</i>	-	9	12	16	8	11	14	16
<i>Acorus gramineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Lindera strychnifolia</i>	-	-	-	8	-	-	7	8.5

* - not detected

이 등(1997)은 오배자 등 민간 생약재의 항균활성에 대하여 조사한 결과 MeOH추출물은 그람양성 세균에 대해 모두 우수한 항균력을 나타내었다고 보고하였고, 신 등(1997)은 여러 한약재를 이용한 *S. aureus*에 대한 항균성 검사에서 소목 24mm, 초두구 13mm, 향유 16mm 및 희렴 16mm로 소목이 가장 우수하다고 하였으며 본 실험의 결과와 일치하였다. 박 등(1992)은 항균성 물질을 추출할 때 추출온도, 용매농도 및 용매의 종류에 따라 항균력에 차이가 난다고 하였다.

최소저해농도(Minimum inhibitory concentration:MIC)

Table 3은 항균력이 확인된 한약재를 이용하여 최소저해농도를 측정된 것으로 MeOH추출물에서는 소목이 1 mg/ml, EtOH추출물에서는 오배자가 1mg/ml로 가장 낮은 농도에서 항균성을 보였다. 기타 한약재에서 MeOH추출물에서는 1~34mg/ml, EtOH추출물에서는 1~46mg/ml의 범위로 최소저해농도가 측정되었다. *S. aureus* 균주에 대한 MIC를 측정된 결과 소목에서 최 등(2002)은 1.6mg/ml, 이(2003)는 1mg/mg을 나타냈으며, 박 등(1992)은 물 추출물에서 목단피 4.5mg/ml, 에탄올 추출물에서는 오미자 0.2mg/ml의 MIC농도를 보였고 권 등(1998)은 목단피 추출물에서 312 μ g/ml 를 나타냈다.

Table 3. Minimum inhibitory concentration of medicinal herbs for *Staphylococcus aureus*

Scientific name	Minimum inhibitory concentration (mg/ml)	
	MeOH	EtOH
<i>Schizandra chinensis</i>	20	22
<i>Alpinia katsumadai</i>	14	-*
<i>Melia azedarach</i>	18	20
<i>Poncirus trifoliata</i>	8	8
<i>Lonicera japonica</i>	8	6
<i>Prunella vulgaris</i>	3.2	3.0
<i>Hedyotis diffusa</i>	8	-
<i>Caesalpinia sappan</i>	1	1.2
<i>Rhus javanica</i>	1.2	1
<i>Siegesbeckia orientalis</i>	20	-
<i>Elsholtzia ciliata</i>	4.6	4.2
<i>Seutellaria baicalensis</i>	6	3.8
<i>Acorus gramineus</i>	-	46
<i>Phyllostachys nigra</i>	26	22
<i>Lindera strychnifolia</i>	34	22

* - not detected

Table 4. Antimicrobial activities of solvent fraction on *Staphylococcus aureus*

Sample	Clear zone diameter (mm)									
	Hexane		CHCl ₃		EtOAc		BuOH		Water	
	MeOH	EtOH	MeOH	EtOH	MeOH	EtOH	MeOH	EtOH	MeOH	EtOH
<i>Caesalpinia sappars</i>	8.00	8.00	13.33	12.67	19.67	19.33	13.00	12.67	10.33	9.33
<i>Rhus javanica</i>	-*	-	10.00	8.67	10.00	9.33	11.00	10.33	-	-
<i>Seutellaria baicalensis</i>	8.00	8.67	10.00	9.00	11.00	11.33	-	-	-	-

* - not detected

분획물의 항균성 검색

본 실험에서 우수한 항균활성이 확인된 오배자, 소목 및 황금을 대상으로 극성이 다른 5가지 용매로 순차 분획하여 항균활성을 검토한 결과는 Table 4와 같다.

오배자의 경우 모든 분획물에서 항균활성이 나타났으며, 소목의 경우 헥산과 물, 황금은 BuOH와 물 층을 제외한 분획물에서 항균활성을 보였다. 분획 층 중 EtOAc층이 다른 분획층에 비해 성장억제효과가 가장 높게 나타났으나 MeOH추출물과 EtOH추출물의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 정 등(2000)은 오미자 종자 추출용매별 항균 효과에서 모든 시험 균에 전반적으로 강한 항균활성을 나타내는 MeOH추출물을 이용하여 분획한 결과 물 분획물에서 대체적으로 항균활성이 낮았으며 *S. aureus*과 *Sal. typhimurium*는 전혀 항균활성이 나타나지 않았고, 이 등(2001)은 오미자 열매로부터 항균활성을 분리하기 위하여 MeOH추출물의 분획물의 항균활성을 측정된 결과 EtOAc층에서 가장 활성이 높게 나타났다고 보고하였다. 권 등(1998)은 목단피의 MeOH추출물과 각 용매분획의 항균활성을 측정된 결과 EtOAc층은 모든 시험균주에 대해 항균작용을 나타내었고, BuOH 분획은 그람 양성균 일부에 대하여 항균작용을 나타내었다고 보고하였다.

첨가 농도별 생육저해효과

본 실험에 사용된 한약재 중에서 5mg/ml 수준에서 항균활성이 나타난 MeOH추출물과 EtOH추출물을 대상으로 12시간마다 농도별 즉, 0ppm(control), 100ppm, 300ppm 및 500ppm에 활성화된 균액을 첨가하여 미생물의 생육상태를 측정하였고, 그 결과는 Fig. 1부터 Fig. 3과 같다.

소목은 추출물의 추출용매와 첨가농도에 관계없이 배양 72시간까지 완전히 증식이 억제된 상태를 보였으며 오배자는 추출용매에 관계없이 100ppm 첨가 시 증식저지 효과가 있으며 300~500ppm 첨가 시 배양 72시간까지 증식이 정지된 상태를 보였고 황금은 100 ppm에서 증식 억제 효과를 보이지 않고 있으며 300ppm은 증식저지 효과를 보였고 500ppm에서는 증식억제 효과를 보이고 있다.

신 등(1997)은 소목의 조추출물 100ppm에서 *S. aureus*, *L. monocytogenes* 및 *B. cereus*가 대조구에 비해 우수한 증식억제효과가

있다고 하였다. 이 등(1997)은 오배자 추출물을 0.1, 0.5 및 1.0% 첨가하여 660nm에서 혼탁도를 측정함으로써 생육저해능력을 검정한 결과 오배자 추출물에 있어서 대조구와 비교 시 배양 16시간째 0.5% 농도에서 *E. coli*는 22%, *B. subtilis*는 50% 정도의 생육저해도를 나타내었다. 정 등(2001)은 *S. aureus*에서 오미자 추출물이 300ppm의 경우에 균의 증식이 억제되었으며 900ppm이상의 농도에서는 생육기간인 24시간동안 완전하게 균의 증식이 억제되었다고 보고하였다. 조와 김(2001)은 공시 균주인 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* 및 *V. parpharmolyticus*는 황금추출물 500 ppm이상의 농도에서 생육이 억제되는 것을 볼 수 있었다.

적 요

18종의 한약재 MeOH 추출물과 EtOH 추출물의 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균력을 조사한 결과 하고초, 소목, 오배자 및 향유는 5mg/ml 수준에서 항균활성을 나타내었으며 지실, 금은화 및 황금 등은 10mg/ml, 오미자, 초두구 및 희렴 등은 30mg/ml 이상에서 항균성을 보였다.

최소저해농도는 MeOH추출물에서는 1~34mg/ml, EtOH추출물에서는 1~46mg/ml 농도에서 항균활성을 보였으며 분획 층 중 EtOAc층에서 성장억제효과가 가장 높게 나타났다.

항균력이 가장 우수한 것으로 확인된 소목, 오배자 및 황금 추출물의 미생물 증식억제 효과를 조사하기 위해 증식배지에 각각의 추출물을 0, 100, 300 및 500ppm의 농도로 첨가하여 균주의 증식을 조사한 결과 배양후 24시간에 소목 추출물 무첨가구의 OD₆₂₀값이 0.4인 반면 100ppm 이상의 추출물 첨가 시 0.02~0.03정도로 균증식이 현저히 억제되었고, 오배자 추출물 무첨가구의 OD₆₂₀값이 0.4인 반면 300ppm 이상의 추출물 첨가 시 0.02~0.03 정도로 균증식이 현저히 억제되었으며 황금 추출물 무첨가구의 OD₆₂₀값이 0.4인 반면 300ppm 이상의 추출물 첨가 시 0.02~0.07 정도로 균증식이 현저히 억제되었다.

이상의 결과로 볼 때 제대염, 부종성 피부염 및 관절염 등의 다양한 가축질병을 일으키는 *Staphylococcus aureus*의 감염을 예방하거나 또는 치료할 수 있는 한약재 추출물 사료첨가제의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

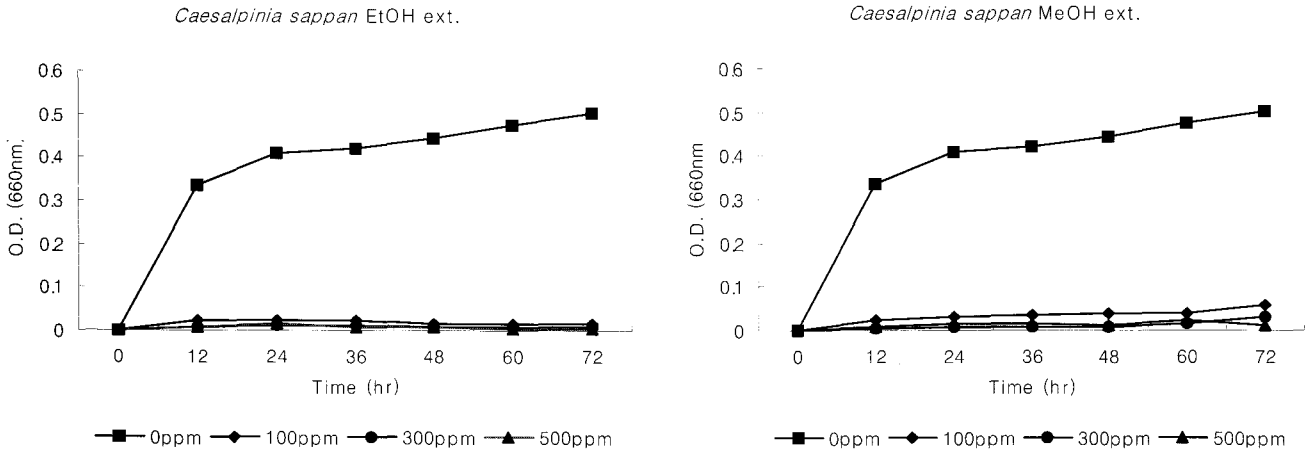


Fig. 1. Effect of concentrations of *Caesalpinia sappan* on growth inhibiting activity of *Staphylococcus aureus*.

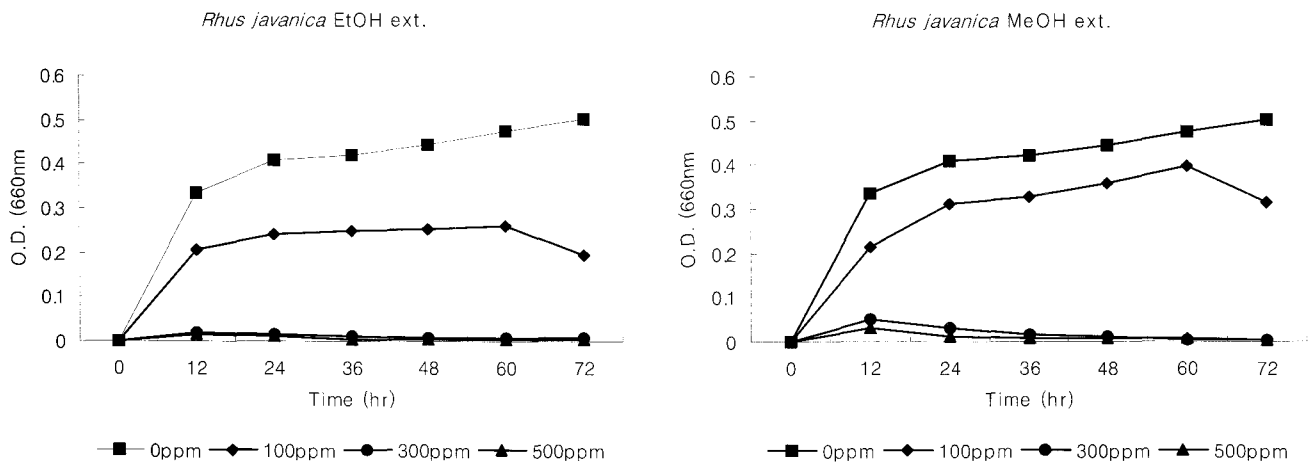


Fig. 2. Effect of concentrations of *Rhus javanica* on growth inhibiting activity of *Staphylococcus aureus*.

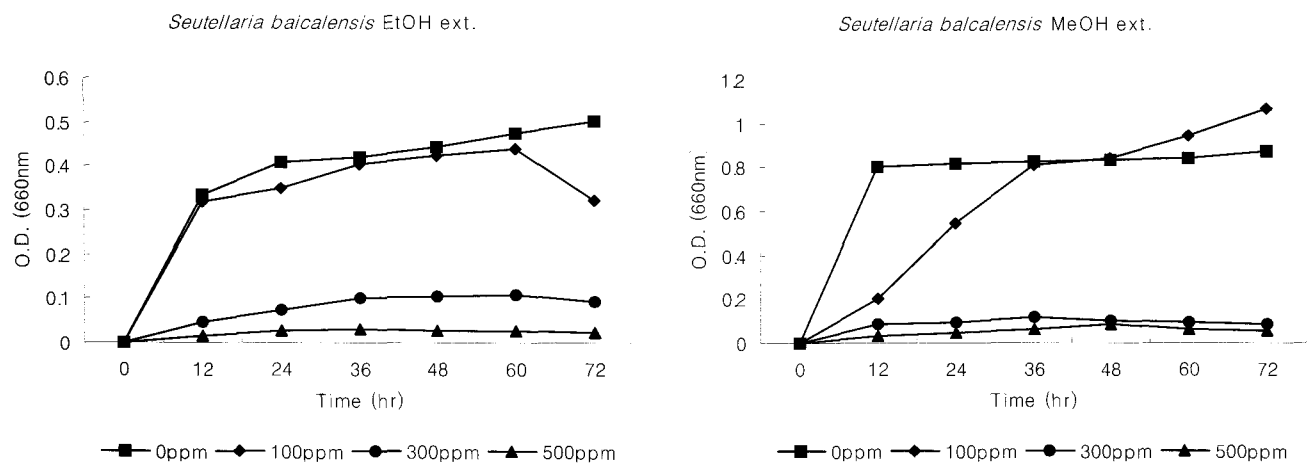


Fig. 3. Effect of concentrations of *Seutellaria baicalensis* EtOH ext. on growth inhibiting activity of *Staphylococcus aureus*.

사 사

본 연구는 2005년도 상지대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행 되었으며 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

- Beuchat, I. R. and D. A. Galden. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.* 43: 134-139.
- Choi, M. Y., E. J. Choi, T. J. Rhim, B. C. Cha and H. J. Park. 1997. Antimicrobial activities of pine needle (*pinus densiflora Seib et Zucc*) extract. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 25: 293-297. (in Korean)
- Kang, S. K., N. K. Sung, Y. D. Kim, S. C. Shin, J. S. Seo, K. S. Choi and S. K. Park. 1994. Screening of antimicrobial activity of leaf mustard (*Brassica juncea*) extract. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 23: 1008-1013. (in Korean)
- Lee, B. W. and D. H. Shin. 1991. Screening of natural anti-microbial plant extract on food spoilage microorganism. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23: 200-204. (in Korean)
- Lee, H. Y., C. K. Kim, T. K. Sung, T. K. Mun and C. J. Lim. 1992. Antibacterial activity of *Ulmus pumila L.* extract. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 20: 1-5. (in Korean)
- Mitscher, L. A., Y. H. Park and D. Clark. 1980. Antimicrobial agents from higher plants, antimicrobial isoflavonoids and related substances from *Glycyrrhiza glabra L. var Typica*. *J. Nat. Prod.* 43: 259-269.
- Piddok, L. J. V. 1990. Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J. Appl. Bacteriol.* 68: 307-318.
- Shin, D. H., M. S. Kim and J. S. Han. 1997. Antimicrobial effect of ethanol extracts from some medicinal herbs and their fractionates against food-borne bacteria. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 29: 808-816. (in Korean)
- 권오근, 손진창, 김상철, 정신교, 박승우. 1998. 목단피 추출물의 항균 및 항산화 작용. *한 국식품유통학회지*. 5: 281-285.
- 박수남, 홍장후. 1995. 생약성분의 항균작용에 관한 연구. *서울산업대학교 논문집* 제 42집. 291-299.
- 박옥연, 장동석, 조학래. 1992. 한약재 추출물의 항균효과 검색. *한국 식품영양과학회지*. 21: 91-96.
- 박옥연, 장동석, 조학래. 1992. 자초(*Lithospermum erythrorhizon*) 추출물의 항균특성. *한국 식품영양과학회지*. 21: 97-100.
- 서기업, 민경아. 1996. 당귀의 휘발성분의 항균효과에 관한 연구. *가톨릭대학교 성심교정 논문집*. 191-199.
- 이주연, 민용규, 김희연. 2001. 오미자로부터 항균활성 물질의 분리 및 항균효과. *한국식품 과학회지*. 33: 389-394.
- 이만중, 김관필, 김성호, 정낙현, 임무현. 1997. 오배자와 포도 껍질 추출물의 항균활성에 관한 연구. *한국식품영양과학회지* 10: 174-179.
- 이성규. 2003. 기축질병 균주에 대한 소목의 항균활성. *한국미생물생명공학회지*. 31: 242-249.
- 이신호, 최우정, 조옥기, 손수정. 1997. 소목(*Caesalpinia sappan L.*) 추출물의 항균성과 김치숙성에 미치는 효과. *한국식품과학회지*. 9: 167-171.
- 정기태, 주인옥, 최정식, 홍재식. 2000. 오미자종자의 항산화성, 항균성, 아질산염소거능. *한 국식품과학회지*. 32: 928-935.
- 정시련. 상용한약의 항균성. *대한약사회지*. 1993. 4: 78-81.
- 정강현, 이상호, 이영춘, 김지태. 2001. 오미자(*Schizandra chinensis*) 추출물의 항균활성. *한국식품영양과학회지*. 30: 127-132.
- 조성환, 김영록. 2001. 황금추출물의 항균특성. *한국식품영양과학회지*. 30(5): 964-968.
- 최석철, 정진순. 1998. 봉선화 추출물의 항균성에 관한 연구. *한국섬유공학회지*. 34: 393-399.
- 최일, 장형수, 윤영민, 엄주철. 2002. *Staphylococcus aureus*와 *Salmonella gallinarum*에 대한 한약재의 항균활성. *한국미생물생명공학회지*. 30: 177-183.
- 한지숙, 이지영, 백남인, 신동화. 2001. 관중(*Dryopteris crassirhizoma Nakai*)의 식중독 미생물 증식 억제 물질의 분리 및 항균작용. *한국식품과학회지*. 33: 611-618.

(접수일 2006.3.24 ; 수락일 2006.7.24)