

## 와송 부위별 추출물의 항균활성

윤소영 · 이소영 · 김꽃봉우리 · 송유진 · 김서진 · 이소정 · 이청조 · 안동현<sup>†</sup>

부경대학교 식품공학과/식품연구소

### Antimicrobial Activity of the Solvent Extract from Different Parts of *Orostachys japonicus*

So-Young Yoon, So-Young Lee, Koth-Bong-Woo-Ri Kim, Eu-Jin Song,  
Seo-Jin Kim, So-Jeong Lee, Chung-Jo Lee, and Dong-Hyun Ahn<sup>†</sup>

Faculty of Food Science & Technology/Institute of Food Science,  
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

#### Abstract

This study was to determine the inhibitory effect against food borne pathogens of ethanol and water extracts from leaf, stem and root of *Orostachys japonicus*. On the paper disc assay, no detectable bactericidal activity in the water extracts from leaf, stem and root of *Orostachys japonicus* and ethanol extracts from stem and root of *Orostachys japonicus* was shown. However, ethanol extract of *Orostachys japonicus* leaf showed the highest antimicrobial activity. Minimum inhibitory concentration (MIC) of ethanol extracts was determined to range from 0.05 to 0.1% in leaf of *Orostachys japonicus* against gram positive bacteria and yeast. Antimicrobial activity of ethanol extracts was stable by heating at 121°C for 15 min, and not affected by pH 2~10 except for *B. subtilis*. These findings suggest ethanol extract from leaf of *Orostachys japonicus* may be useful as natural preservative.

**Key words:** *Orostachys japonicus*, food borne pathogens, antimicrobial activity, natural preservative

#### 서 론

식중독을 제어하기 위한 노력은 오래 전부터 계속되어왔고(1), 식품가공 산업에 HACCP(hazard analysis and critical control point)과 같은 위생관리 개념들이 도입되어 가고 있지만(2) 식중독 발생 보고는 해마다 증가하고 있으며, 사건 당 발생 환자 수 역시 1990년도에 20명 정도였던 것이 2000년대에는 3.5배인 69.8명에 이르러 식중독 발생이 점차 집단화 및 대형화되고 있다(3). 이에 따라 식품위생상의 유해미생물에 의해 야기되는 건강 장애, 즉 식중독은 커다란 사회문제로서 그 중요성이 날로 증가되고 있다. 현재까지는 식중독을 유발하는 유해미생물의 정균 및 살균 방법으로 인공합성품의 살균제나 보존료가 일반적으로 많이 사용되어 왔으나 최근 이들 보존료를 과도하게 사용하거나 여러 보존료를 혼합하여 사용하는 경우, 목적으로 하는 기능 외에 발암 및 돌연변이 유발과 같은 문제점이 수반되는 것으로 알려지면서 합성보존료에 대한 안전성 문제가 대두되고 있다(4). 더욱이 식생활에 있어서 소비자들의 건강 지향적 성향의 증가로 안전성에 대한 관심이 고조됨에 따라 합성항균제에 대한 기피현상이 강하게 일어나고 있다(5). 이와 같은 경향으

로 인하여 식품산업계에서도 인공 합성보존제의 사용을 제한하려는 추세이고, 안전성이 확보된 천연 항균물질을 식품 보존료로 이용하고자하는 연구가 집중적으로 이루어지고 있다(6). 이러한 천연 항균물질의 개발과 이용은 인공합성 보존제의 사용으로 인한 부정적인 측면을 해소하고, 소비자 기피현상을 유발하지 않으면서도 저장성 향상과 안전성을 확보할 수 있는 좋은 방안이다(7). 천연 항균물질에는 전통적으로 사용해 온 소금, 식초 등 일반 식품소재 외에도 동·식물 및 미생물 등에서 유래한 것들이 많이 있다(8). 현재 상품화되어 있거나 항균성이 알려진 천연물질로는 계란에 함유된 lysozyme, conalbumin, avidin 및 lactoferrin과 같은 단백질(9,10)이 있다. 또한 lipophilic(11), succinic(12), acetic acid(13)는 천연물에 함유된 산으로 미생물이 특정 아미노산의 이용을 저지함으로써 증식 억제효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 그 밖에도 우리나라에서 많이 사용하는 쑥(14), 겨자, 계피, 고추냉이(15), 산초(16)와 같은 향신료들의 상당수가 미생물에 대해 항균효과가 있는 것으로 알려지고 있다. 이처럼 예전부터 식용으로 사용되어온 생약제와 식용식물, 향신료 등은 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있으며 이들은 정제하거나 순수 분리하는 과정을

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr  
Phone: 82-51-629-6831, Fax: 82-51-629-5824

거치지 않고 식품에 첨가가 가능함으로 항균효과와 인체에 유용한 다른 생리활성 물질을 동시에 얻을 수 있는 효과가 있다(17).

와송은 바위솔이라고도 하며, 일명, 암송 등으로 불리는 돌나물과의 다년생 초본식물로서 한방에서는 해열, 소종, 지혈, 이습 등에 사용되고 있으며(18), 민간에서는 토열, 비출혈, 열독, 급속 무황달형, 전염성 간염, 말라리아, 경풍, 방광결석, 임병, 습진, 폐렴 및 광견에 물렸을 때 등의 치료에 사용되고 주성분으로는 대량의 초산이 함유되어 있다고 알려져 있다(19). 지금까지 보고된 와송의 성분으로는 friedelin, epi-friedlanol, grutinone, glutinol, triterpenid,  $\beta$ -sitosterol, campesterol(20), sterol 계열물질(21), fatty acid ester류, kaempferol, quercetin, flavonoid(22), 4-hydroxybenzoic acid, 3,4-dihydroxybenzoic acid, gallic acid(23) 등의 aromatic acid 등이 있다. 또한, 중국산 와송에서 flavonoid 성분으로 kaempferol-3-glucosyl-7-rhamnoside, 당의 성분으로 sedoheptulosan, isopropylidene sedoheptulosan가 분리된 바 있다(24,25). 이들 중 와송 다당체는 항균활성을 가지며, 와송 유래의 지방산, 폴리페놀화합물 및 페놀 유도체가 항산화 활성 및 암세포 증식을 억제하는 등 다양한 생리활성을 가진다고 보고되어있다(1,5). 본 연구에서는 와송 에탄올 추출물의 식품부패 및 식중독 관련 미생물에 대한 항균활성을 알아보고 가공특성을 조사하여 식품보존제로서의 사용가능성에 대해 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용된 와송은 경상북도 왜관에서 채취하였고, 와송을 잎, 줄기 및 뿌리로 선별·정제한 후, 수세하고 동결 건조 후 분쇄하여 시료로 사용하였다.

### 시료의 추출

와송의 잎, 줄기 및 뿌리 분말에 95% ethanol 또는 물을 10배량 가하여 실온에서 24시간 교반하며 추출하였다. 추출 후 원심분리기(UNION 32R, Hanil Co., Korea)로 3000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상층액만 취하였다. 이 과정을 3회 반복하여 얻은 상층액만 모아 여과지(Advantec 5A, Toyo, Japan)로 여과한 후 Rotary evaporator(RE 200, Yamato Co., Japan)로 감압농축 하였다. 이 농축액을 37°C에서 건조시킨 후 -20°C에서 보관하며 사용하였다.

### 사용 균주 및 배지

실험에 사용된 균주는 그람 양성균 6종, 그람 음성균 3종, 효모 1종, 곰팡이 1종으로 총 11종을 선정하여 사용하였다(Table 1). 균주는 사면배지에 배양되어 있는 균주의 단일 집락을 일 백금이 취한 후, 액체 배양하여 활성화시켜 사용하였다. *C. perfringens*와 *L. plantarum*은 액체배지에 접종

Table 1. List of strains used for experiments

Category	Strains	Strain number	Medium
Bacteria	<i>Clostridium perfringens</i>	KTCT 5014	RCM
	<i>Bacillus subtilis</i>	KFCC 35421	NB
	<i>Salmonella</i> Typhimurium	ATCC 14028	NB
	<i>Listeria innocua</i>	ATCC 33090	BHI
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KCTC 1636	NB
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	NB
	<i>Listeria monocytogenes</i>	KCTC 3569	BHI
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538	NB
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	KCTC 1048	MRS
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	KCTC 7905	YM
Mold	<i>Penicillium expansum</i>	KCTC 6436	PDB

한 후, gas pak(BBL) 및 anaerobic indicator와 함께 혐기성 jar에 넣고 37°C에서 24시간 배양하여 사용하였고, 곰팡이는 실온에서 5일 동안 배양하여 충분히 포자를 형성시킨 후 공시균으로 사용하였다. 효모는 28°C에서 48시간 배양하여 사용하였다. 균의 생육 배지로 사용한 배지 중 NB(nutrient broth)는 Accumedia사의 제품을 사용하였고 BHI(brain heart infusion), MRS(Lactobacilli MRS Broth), PDB(potato dextrose broth), MHB(muller hintion broth)는 Difco사의 제품을 사용하였으며, YM(yeast malt medium)배지는 실험실에서 제조하여 사용하였다. 이때 사용한 peptone, yeast extract, malt extract는 Sigma사에서, agar powder는 Junsei에서, dextrose는 Yakuri pure chemical에서 구입하여 사용하였다.

### Paper disc assay

높이가 4~5 mm인 MHA(Muller Hinton Agar)배지에 균액의 농도가 약  $10^5 \sim 10^6$  CFU 가량 되도록 도말하고, 지름이 6 mm인 멸균 disc를 고정시켜서 4 mg/mL로 에탄올에 희석한 추출물을 20  $\mu$ L 흡수시켰다. 이를 실온에서 약 1시간가량 확산시킨 후, 37°C incubator에서 24시간 배양하였다. 이 때 혐기성 균주는 gas pak(BBL) 및 anaerobic indicator와 함께 혐기성 jar에 넣어 배양하였고, 효모는 확산 후 28°C incubator에서 48시간 배양하였으며 곰팡이는 실온에서 3~5일 배양하였다. 항균력 측정은 형성된 clear zone의 크기로 판단하였다.

### MIC(minimum inhibitory concentration)

멸균 후 완전히 굳지 않은 MHA배지에 와송 추출물을 농도별로 첨가하였다. 여기에 시험 균주를 약  $10^5 \sim 10^6$  CFU 되도록 접종하였다. 이를 평판에 분주하여 실온에서 굳히고, 상기에 기술한 각 균주를 배양조건에 맞추어 배양하였다. 배양 후 현미경 상에서 균의 성장이 관찰되지 않은 평판의 농도를 최소저해농도(MIC)로 하였다.

### 열 안정성

4 mg/mL 농도로 희석한 시료를 60°C에서 10분, 30분 및

60분, 80°C 및 100°C에서 10분과 20분, 121°C에서 15분간 열처리한 후 즉시 냉각하였다. 이를 paper disc 법으로 항균활성의 변화를 측정하였다.

#### pH 안정성

적당한 농도로 희석한 시료의 pH를 0.1 N NaOH와 0.1 N HCl을 이용하여 pH를 2, 4, 6, 8 및 10으로 조절한 후 실온에서 24시간 동안 방치하였다. 방치한 시료는 0.1 N NaOH와 0.1 N HCl을 사용하여 본래의 pH로 중화시킨 후 paper disc 법으로 항균활성의 변화를 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 외송의 부위별 에탄올 및 물 추출물의 항균활성

추출 용매에 따른 항균물질의 추출효율을 확인하기 위하여 외송 잎, 줄기 및 뿌리를 에탄올과 물의 2가지 용매로 추출한 후, paper disc 법을 이용하여 그람 양성균 3종에 대한 생육억제활성을 검색하였다. 그 결과 물 추출물의 경우 외송 뿌리, 줄기 및 잎 모든 부위에서 항균효과가 관찰되지 않았으나 에탄올 추출물의 경우 외송 잎이 그람 양성균 3종에 대해 항균효과를 보였다. 이와 같은 결과는 오미자 및 목단피 등 20여종 한약재의 항균활성을 조사한 결과, 에탄올 추출물의 항균활성이 물 추출물보다 2~100배 높았다는 보고(25)와 유사하며, 감초의 항균활성은 에탄올 추출물의 경우 높은 항균활성을 보인 반면 물 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았다는 보고(26)와 일치한다. 일반적으로 식물의 물추출물에는 다당류 및 단백질 등의 고분자 물질과 alkaloid, flavonoid, 또는 terpenoid 등의 저분자 물질이 혼합되어 있는 반면, 유기용매에 추출되는 물질은 사포닌과 유기산류, 탄닌, 당 배당체 및 기타 알칼로이드류가 주로 용출되는 것으로 알려져 있다(27). 본 실험에서 사용한 외송 잎의 항균활성이 물 추출물보다 에탄올 추출물에서 높게 나타난 것으로 보아, 외송 잎의 항균활성 성분은 친수성 물질이 아니라, 유기용매에 가용성인 소수성 저분자가 주성분일 것으로 사료된다. 이상의 결과로 외송 잎에서 추출된 주요한 항균물질의 추출에는 에탄올이 적절한 용매로 생각된다.

항균활성이 나타난 외송 잎 에탄올 추출물의 항균 spectrum을 알아보기 위하여 추가적으로 그람 양성균 3종, 그람 음성균 3종, 효모 1종 및 곰팡이 1종에 대한 항균활성을 검색하였다. 그 결과 Table 2, 3에서 보는 바와 같이 외송 잎 에탄올 추출물은 그람 음성균의 경우 4 mg/mL 농도에서 *S. Typhimurium*에서만 항균활성을 나타내었고 *P. aerugen-*

*sa*와 *E. coli*에 대해서는 항균활성을 보이지 않았다. 하지만 그람 양성균에 대해서는 동일한 4 mg/mL의 농도에서 *C. perfringens*에서 가장 높은 항균활성을 보였으며, *L. monocytogenes*, *L. plantarum*, *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *L. innocua*에 대해서도 항균활성을 나타냈다. 또한 4 mg/mL 농도에서 *S. cerevisiae*와 *P. expansum*에 대해 항진균 효과도 나타났다. 이상의 결과를 보면 외송 에탄올 추출물이 그람 음성균보다는 그람 양성균과 효모 그리고 곰팡이에 효과가 있다는 것을 알 수 있었는데, 이는 Jung과 Lee(27)의 약용식물인 천궁의 연구, Hong 등(28)의 유백피 연구, Park 등(29)의 한약재 추출물의 항균효과 검색에서 그람 음성균보다 그람 양성균에서 항균효과가 더 크게 나타난다는 결과와 유사한 경향이다. 이처럼 그람 양성균이 그람 음성균보다 감수성이 큰 것은 그람 음성균의 경우 세포막을 둘러싸고 있는 외막이 소수성물질이나 분자량이 큰 친수성물질의 유입을 억제하기 때문이라고 알려져 있다(30). 그러나 Kim과 Cho(31)의 연구에 따르면 밤나무 꽃과 잎이 그람 양성균보다 그람 음성균에 더 효과적이라고 보고되어 있고, 같은 양성균이라도 항균효과가 다른 것을 보면, 천연물의 항균성은 미생물의 형태, 구조뿐만 아니라 생리대사 기작에도 차이가 있기 때문에 특정물질의 항균성 여부는 실험대상 미생물의 종류에 따라 차이가 있다고 할 수 있으므로 앞으로 보다 폭 넓은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 외송 잎 에탄올 추출물의 최소저해농도

Paper disc 법의 결과를 바탕으로 외송 잎 에탄올 추출물에 감수성을 나타내었던 *L. monocytogenes*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *L. innocua*, *C. perfringens* 및 *S. cerevisiae*에 대해서 외송 잎 에탄올 추출물의 최소저해농도를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 외송 잎의 에탄올 추출물은 0.05% 농도에서 그람 양성균인 *C. perfringens*와 효모인 *S. cerevisiae*의 생육을 억제하였으며, 0.1% 농도에서 *L. monocytogenes*, *L. plantarum*, *B. subtilis* 및 *L. innocua*의 생육을 억제하여 항

Table 2. Antimicrobial activity of 95% ethanol extract and water extract *Orostachys japonicus* leaf by paper disc

	95% ethanol extracts			Water extracts		
	Leaf	Stem	Root	Leaf	Stem	Root
<i>B. subtilis</i>	+	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>L. monocytogenes</i>	+	-	-	-	-	-

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm.

Concentration: 4 mg/mL.

Table 3. Antimicrobial activity of 95% ethanol extract from *Orostachys japonicus* leaf by paper disc

	<i>C. perfringens</i>	<i>L. innocua</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>S. Typhimurium</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>P. expansum</i>
<i>Orostachys japonicus</i>	++	+	+	+	-	-	+	+

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm. Concentration: 4 mg/mL.

Table 4. Minimum inhibitory concentration of 95% ethanol extract from *Orostachys japonicus* leaf (%)

	<i>C. perfringens</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>L. innocua</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>
<i>Orostachys japonicus</i>	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.2

Table 5. Effect of heat treatment on antimicrobial activity of 95% ethanol extract from *Orostachys japonicus* leaf

		<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>C. perfringens</i>
Untreated						
60°C	10 min	+	+	+	+	++
	30 min	+	+	+	+	++
	60 min	+	+	+	+	++
80°C	10 min	+	+	+	+	++
	20 min	+	+	+	+	++
100°C	10 min	+	+	+	+	++
	20 min	+	+	+	+	++
121°C	15 min	+	+	+	+	++

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm. Concentration: 4 mg/mL.

Table 6. Effect of pH treatment on antimicrobial activity of 95% ethanol extract from *Orostachys japonicus* leaf

pH	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>C. perfringens</i>
Untreated	+	+	+	+	++
2	-	+	+	+	++
4	+	+	+	+	++
6	+	+	+	+	++
8	+	+	+	+	++
10	-	+	+	+	++

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm. Concentration : 4 mg/mL.

균활성의 큰 차이를 보이지 않았다. 현재 보존제로 사용되고 있는 안식향산나트륨의 경우 pH 5.6에서는 0.15~0.3% 수준에서 정균 또는 살균이 가능한 것으로 보고(32)되고 있고, 프로피온산나트륨은 0.15~1.1%(33), 솔빈산 나트륨은 0.3%(34)에서 미생물 증식 억제 효과가 있다고 알려져 있다. 이러한 연구들과 비교해 볼 때 와송 잎 에탄올 추출물은 항균활성이 높다고 할 수 있으며, 더욱이 정제된 것이 아닌 조추출물 상태라는 것을 감안하면, 천연보존제로서 이용효과와 가능성이 높을 것으로 사료된다.

와송 잎 에탄올 추출물의 열 및 pH 안정성

와송 잎의 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균성 물질의 열 안정성을 조사하기 위해 추출물을 60°C에서 10분, 30분 및 60분 동안, 80°C와 100°C에서 10분과 20분, 그리고 121°C에서 15분간 열처리한 후 급냉한 시료를 그람 양성균주에 대해 생육저해 환을 측정하였다. 그 결과(Table 5) 100°C에서 20분, 121°C 15분간의 열처리(autoclave)에 의해서도 시험균주들의 생육저해환 크기가 열처리를 하지 않은 대조구와 같은 것으로 나타나 와송 유래의 항균물질은 열에 안정한 물질임을 알 수 있었다. 앞의 5종의 그람 양성균에 대하여 와송 잎 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균물질의 pH 안정성을 조사한 결과는 Table 6과 같다. *B. subtilis*에 대해서는 pH 2와 pH 10에서 항균활성이 감소하였지만, 이를 제외한 4종의 그람 양성균은 pH 2~10의 넓은 범위에서 항균활

성이 유지되는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 감초의 에탄올 추출물이 pH 9의 알칼리조건에서 생육저해환이 감소하는 결과와도 유사하며(35), 갓, 천궁 등의 에탄올 추출물이 열과 pH에 안정하다는 보고와도 유사하다(24). 그러나 대부분의 식품 pH가 약산성에서 중성인 것을 고려하면, pH 2와 10에서 *B. subtilis*에 대해 항균활성이 떨어진 것은 천연 보존제로 사용하는데 큰 문제가 되지 않을 것으로 사료된다. 또한 대부분의 가공식품들은 기호성이나 저장성을 높이기 위해 열처리 공정을 거치는 경우가 많기 때문에 와송 잎 에탄올 추출물을 분리 정제하여 열 및 pH 안정성이 있는 항균성 식품첨가제로 개발한다면, 가공식품의 열처리공정이나 pH에 영향을 받는 식품가공 중에도 활성이 유지되어 2차 오염을 방지하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 사료된다(24).

요 약

본 연구에서는 약용식물인 와송의 항균활성을 조사하기 위하여 와송의 잎, 줄기 및 뿌리를 물과 에탄올의 2가지 용매로 추출한 후, paper disc법과 MIC test를 이용하여 식품의 부패 및 식중독 관련 미생물 10종에 대한 항균활성을 조사하였다. 그 결과 와송 잎, 줄기 및 뿌리의 물 추출물과 와송 줄기와 뿌리 에탄올 추출물에서는 항균효과가 나타나지 않았지만, 와송 잎 에탄올 추출물은 그람 양성균 6종에 대해서

는 모두 항균활성을 나타내었으며, 그람 음성균의 경우에는 *S. Typhimurium*에서만 항균활성을 나타내었고, *S. cerevisiae*와 *P. expansum*에 대해 항진균 효과를 보였다. 특히, *C. perfringens*에 대해서 가장 높은 항균활성을 보여 0.05% 농도에서 균의 생육을 억제하였으며, *S. cerevisiae*에 대해서도 0.05% 농도에서 균의 생육을 억제하였다. 와송 잎 에탄올 추출물은 121°C에서 15분간 가압가열처리에도 항균활성이 감소되지 않는 것으로 나타났으며, *B. subtilis*를 제외한 균주에 대하여 pH 2~10까지 처리 후에도 항균활성이 감소하지 않는 것으로 보아 와송 잎 에탄올 추출물은 열과 pH에 비교적 안정하다고 사료된다. 따라서 와송 잎 유래의 항균성 물질은 식품의 부패 및 식중독 미생물에 대한 항균활성을 가지며 열과 pH에 대해서도 안정하므로 식품의 천연보존제로서 사용이 가능하리라 사료된다.

## 문 헌

1. Beuchat LR, Golden DA. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol* 43: 134-142.
2. Ahn YS, Shin DH, Baek NI. 2000. Isolation and identification of active antimicrobial substance against *L. monocytogenes* from *Rula graveolens* Linne. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1379-1388.
3. Park HO, Kim CM, Woo GJ, Park SH, Lee DH, Chang EJ, Park KH. 2001. Monitoring and trends analysis of food poisoning outbreaks occurred in recent years in Korea. *J Fd Hyg Safety* 16: 280-294.
4. Kim YD, Kang SK, Choi OJ, Lee HC, Jang MJ, Shin SC. 2000. Screening of antimicrobial activity of Chopi (*Zanthoxylum piperitum* A.P. DC.) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1116-1122.
5. Kwon MK, Lee HE, Park JY, Hahn YS. 2003. Antimicrobial activities of berry extract of domestic plants on 4 kind of pathogenic microorganism. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 433-438.
6. Kim SJ, Shin JY, Park YM, Chung KM, Lee JH, Kweon DH. 2006. Investigation of antimicrobial activity and stability of ethanol extracts of licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J Food Sci Technol* 38: 241-248.
7. Jung JH, Cho CH. 2003. Effect of steeping treatment in the natural antimicrobial agent solution on the quality control of processed tofu. *Korean J Food Preserv* 10: 41-46.
8. Cho MH, Bae EK, Ha SD, Park JY. 2005. Application of natural antimicrobials to food industry. *Food Sci Ind* 38: 36-45.
9. Oram JD, Reiter B. 1968. Inhibition of bacteria by lactoferrin and other iron-chelating agents. *Biochem Biophys Acta* 170: 351-365.
10. Ashton DH, Busta FF. 1968. Relief of casein inhibition of *Bacillus stearothermophilus* by iron, calcium, and magnesium. *Appl Microbiol* 16: 628-635.
11. Freeze E, Sheu CW, Gallier SE. 1973. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. *Nature* 241: 321-325.
12. Cox NA, Mercuri AJ, Juven BJ, Thomson JE, Chew V. 1974. Evaluation of succinic acid and heat to improve the microbiological quality of poultry meat. *J Food Sci* 39: 985-987.
13. Yamamoto Y, Hiashi K, Yoshi H. 1984. Inhibitory activity of acetic acid on yeast. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31: 772-776.
14. Park SK, Park JC. 1994. Antimicrobial activity of extracts and coumaric acid isolated from *Artemisia princeps* var. *orientalis*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 9: 506-511.
15. Yang JY, Han JH, Kang HR, Hwang MK, Lee JW. 2001. Antimicrobial effect of mustard, cinnamon, Japanese pepper and horseradish. *J Fd Hyg Safety* 16: 37-40.
16. Kim JS, Koo KM, Jung YH, Yang JG, Lee GG. 2004. Antimicrobial activities of *Zanthoxylum schinifolium* extract against *Vibrio parahaemolyticus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 500-504.
17. Lee YC, Oh SW, Hong HD. 2002. Antimicrobial characteristics of edible medicinal herbs extract. *Korean J Food Sci Technol* 34: 700-709.
18. Kwon J, Kwang SH. 2004. Effect of *Orostachys japonicus* A. Berger on the immune system. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 315-320.
19. 金在佑. 1984. 原色天然藥物 大事典 (上卷). 南山堂, 서울. p 447.
20. Park HJ, Young HS, Kom JO, Rhee SH, Choi JS. 1991. A study on the chemical constituents of *Orostachys japonicus* A. Berger. *Kor J Pharmacogn* 22: 78-84.
21. Park HJ, Lee MS, Young HS. 1994. Triterpene and steroids from *Orostachys japonicus*. *Kor J Pharmacog* 25: 20-24.
22. Park HJ, Young HS, Park KY, Rhee SH, Chung HY, Choi JS. 1991. Flavonoids from the whole plants of *Orostachys japonicus*. *Arch Pharm Res* 14: 167-171.
23. Park JG, Park JC, Hur JM, Park SJ, Choi DR, Shin DY, Park KY, Cho HW, Kim MS. 2000. Phenolic compounds from *Orostachys japonicus* having anti-HIV-1 protease activity. *Nat Prod Sci* 6: 117-121.
24. 左春旭, 仲英, 姜岩青. 1998. 瓦松 中黄美化合物的 分離 鑑定. 中草藥. 丁香包. Vol. 19, p 148.
25. 左春旭, 蔡玉英, 姜岩青. 1985. 瓦松有效成分的 研究. 中草藥. 丁香包. Vol 16, p 243.
26. Lee CB. 1985. *The encyclopedia of Korean plant*. Hyang Mun Sa, Seoul, Korea. p 583.
27. Jung DS, Lee NH. 2007. Antimicrobial activity of the aerial part (leaf and stem) extract of *Cnidium officinale* Makino, a Korean medicinal herb. *Kor J Microbiol Biotechnol* 35: 30-35.
28. Hong ND, Rho YS, Kim JS. 1992. A study on efficacy of ulmi cortex. *J Korea Soc Pharm* 21: 217-222.
29. Park UY, Chang DS, Cho HR. 1992. Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 91-96.
30. Nakamura S, Kato AM, Kobayashi K. 1991. New antimicrobial characteristics of lysozyme-dextran conjugate. *J Agric Food Chem* 39: 647-650.
31. Kim HY, Cho GS. 2003. Screening of antimicrobial activity from *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. leaves and flowers - II. Screening of antimicrobial activities. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 262-267.
32. EI-Shenawy MA, Marth EH. 1989. Inhibition or inactivation of *L. monocytogenes* by sodium benzoate together with some organic acid. *J Food Prot* 52: 771-776.
33. EI-Shenawy MA, Marth EH. 1989. Behavior of *L. monocytogenes* in presence of sodium propionate. *J Food Microbiol* 8: 85-89.
34. EI-Shenawy MA, Marth EH. 1988. Inhibition or inactivation of *L. monocytogenes* by sorbic acid. *J Food Prot* 51: 842-847.
35. Kim SJ, Shin JY, Park YM, Chung KM, Lee JH, Kweon DH. 2006. Investigation of antimicrobial activity and stability of ethanol extracts of licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J Food Sci Technol* 38: 241-248.

(2008년 11월 19일 접수; 2008년 12월 29일 채택)