

## 한약재의 항균 활성 및 인간 적혈구 용혈 활성

류희영<sup>1</sup> · 안선미<sup>1</sup> · 신용규<sup>2</sup> · 손호용<sup>1\*</sup>  
안동대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>주바이온 생물공학연구소

**Antimicrobial and Hemolytic Activity of Oriental Medicinal Herbs. Ryu, Hee-Young<sup>1</sup>, Seon-Mi Ahn<sup>1</sup>, Yong Kyu Shin<sup>2</sup>, and Ho-Yong Sohn<sup>1\*</sup>.** <sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea, <sup>2</sup>Research Institute of Biotechnology, Bion Co., LTD., Andong, 760-380, Korea – To develop the safe and natural antimicrobial agents, the 68 ethanol extracts from the 61 different kinds of oriental herbal medicine were prepared and their antimicrobial activities were evaluated. The herbal medicine used were from China (46 kinds), South Korea (14 kinds), North Korea (5 kinds) and Vietnam (3 kinds), respectively, and the root (27 species) was popular part in this study. The average water content and extraction ratio for ethanol were 7.10% and 6.75%, respectively. Determination of antimicrobial activity by disc-diffusion assay at 0.5 mg/disc concentration showed that the extract of *Angelica tenuissima* Nakai (china), *Illicium verum*, *Junci medulla*, *Rhus javanica* L., *Salvia miltiorrhiza* Bunge and *Syzygium aromaticum* has strong antimicrobial activities against different food spoilage and pathogenic bacteria and fungi. Determination of MIC and MBC/MFC further showed that the extract of *Syzygium aromaticum* has MIC of 1.25 mg/mL and MBC/MFC of 1.25~5.00 mg/mL against *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*. And, the extract of *Junci medulla*, *Rhus javanica* L. and *Salvia miltiorrhiza* Bunge showed strong antibacterial activities with MIC of 0.08~0.63 mg/mL and MBC/MFC of 0.08~2.50 mg/mL against the tested bacteria except *E. coli* and *P. aeruginosa*. In a while, the results of hemolytic activity of 68 different herbal extracts against human red blood cells showed that the extract of *Angelica tenuissima* Nakai has hemolytic activity at 0.5 mg/mL concentration. Therefore, *Illicium verum*, *Junci medulla*, *Rhus javanica* L., *Salvia miltiorrhiza* Bunge and *Syzygium aromaticum* were finally selected for natural antimicrobial resources. Further research on active substances and the mode of action of the selected herbal medicine is necessary.

**Key words:** Antimicrobial activity, MIC/MBC/MFC, hemolytic activity, Oriental medicinal herbs

### 서 론

최근 산업발달에 힘입어 다양한 형태의 가공식품들이 개발되고 있으며, 식품소비속도가 빨라지면서 식품의 가공, 유통 및 저장과정에서 식품부패에 대한 안전관리가 매우 중요시 되고 있다. 또한 집단급식 및 외식산업의 비율이 증가함에 따라 다양한 식품위해를 나타낼 수 있는 식중독 관련 미생물들의 효율적인 제어에 관심이 증가되고 있다[17]. 현재 국내에서는 유해 식중독 미생물의 생육을 억제하고 식품의 저장기간을 연장시키기 위한 보존료 사용이 일반적이며, 벤조산을 비롯한 13종의 합성보존료가 국내 식품위생법상 허가되어 있다. 그러나 이러한 합성보존료들의 지속적인 사용은 만성독성, 발암 및 돌연변이 유발 등의 위험성을 증가시

키는 것으로 알려지면서 그 사용에 제한이 있으며, 또한 합성보존제 사용의 법적규제 강화와 소비자들의 안전과 건강에 대한 욕구증대에 기인하여 합성보존제 사용의 기피현상이 나타나고 있는 실정이다[12]. 따라서 이러한 문제점을 해결하고 식품의 보존성을 향상시키기 위한 천연항균제 개발이 절실히 필요하며, 최근에는 자생 및 식용식물 추출물로부터 항균활성물질의 탐색과 활성물질 규명에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[3, 4, 7, 11, 13, 15]. 그 결과 마늘, 양파, 정향을 비롯한 다양한 향신료들과 체리, 도라지, 영지, 자초, 감초와 같은 식용식물과 한약재들에서 우수한 항균력을 가지는 다양한 alkaloids, flavonoids, terpenoids 및 phenolic compounds 등이 보고되고 있다[2, 7, 8, 13, 16, 19].

따라서 본 연구에서는 보다 안전한 천연 항균제 개발을 목표로, 국내에서 대량으로 유통되는 한방 생약재의 에탄올 추출물을 조제하고, 이들을 대상으로 다양한 식품부패세균 및 병원성 세균, 진균에 대한 항균력 및 인간 적혈구 용혈활성을 평가하여 한방생약재의 천연항균제 적용 가능성을 검

\*Corresponding author

Tel: 82-54-820-5491, Fax: 82-54-820-7804

E-mail: hysohn@andong.ac.kr

도하고자 하였다. 본 연구결과는 한방 생약재로부터 천연항균제 개발의 기초자료로 활용될 것이다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 시료의 조제

본 실험에 사용된 생약재들은 서울시 소재의 경동시장에서 유통되는 것을 2009년도에 구입하였으며, 대한식물도감을 통해 외부형태를 검증[10]한 후 실험에 사용하였다. 각각

의 생약재들은 추출에 적합하도록 절단 또는 분쇄한 후 10배 부피의 에탄올(Daejung Chemicals & Metals Co., LTD, Korea)을 가하여 상온에서 3회 추출하였으며, 추출액은 filter paper(Whatsman No. 2)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1000, Tokyo Rikakikai Co., LTD, Japan)하였다. 최종 추출물의 경우, 감압농축기로 항량건조한 후 추출물의 무게를 측정하여 추출효율을 계산하였으며, 추출물들은 사용 전까지 4°C에서 밀봉 보관하였다. 실험에 사용된 한방 생약재, 원산지, 추출 부위 및 추출 효율은 Table 1에

Table 1. The list of medicinal herbs used in study.

No.	Scientific name	Korean name	The place of origin	Used part	W.C <sup>1</sup> (%)	Ext <sup>2</sup> (%)
1	<i>Aconitum volubile</i> Pallas.	Cho-o	China	R	3.16	0.61
2	<i>Acorus gramineus</i> Soland	Seok-chang-po	China	R	6.87	2.02
3	<i>Akebia quinata</i> Dence.	Mok-tong	S. Kor.	B	5.00	8.78
4	<i>Amomum villosum</i> Loureiro	Sa-in	Vietnam	F	7.62	0.25
5	<i>Amomum villosum</i> Loureiro	Sa-in	China	B	5.75	1.31
6	<i>Angelica tenuissima</i> Nakai	Go-bon	S. Kor.	R	5.71	15.37
7	<i>Angelica tenuissima</i> Nakai	Go-bon	China	R	5.08	4.76
8	<i>Areca catechu</i> L.	Dae-bok-pi	China	F	25.51	5.15
9	<i>Arisaema amurense</i> Maximowicz	Chun-nam-sung	China	R	6.61	1.05
10	<i>Artemisia montana</i> Pampan	Ae-youb	China	L	3.20	8.29
11	<i>Artemisia scoparia</i>	In-jin	S. Kor.	ST	4.94	7.59
12	<i>Aster tataricus</i> L.	Ja-wan	S. Kor.	R	6.57	19.51
13	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	Hwang-gi	S. Kor.	R	5.82	7.60
14	<i>Atractylodes ovate</i>	Baek-chul	N. Kor.	R	3.95	3.76
15	<i>Atractylodes ovate</i>	Baek-chul	China	R	6.37	8.20
16	<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	Gam-guk	China	L	5.58	68.30
17	<i>Cibotium barometz</i> J. Smith	Gu-cheuk	S. Kor.	R	5.14	3.15
18	<i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees	Gye-ji	China	B	8.22	7.13
19	<i>Citrus aurantium</i> L.	Ji-gak	China	F	4.99	16.81
20	<i>Citrus unshiu</i> S. Marcov.	Chung-pi	China	F	4.54	9.53
21	<i>Clematis mandshurica</i> Ruprecht	Wii-ryoung-sun	N. Kor.	R	5.34	7.44
22	<i>Cnidium officinale</i> Makino	Chun-gung	S. Kor.	R	12.06	10.04
23	<i>Codonopsis pilosula</i>	Dang-sam	China	R	7.78	15.80
24	<i>Cuscuta japonica</i> Choisy	To-sa-ja	China	S	3.63	4.53
25	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Hyang-bu-ja	S. Kor.	R	4.29	2.44
26	<i>Dendropolyporus umbellatus</i>	Jeo-ryeong	China	SC	8.75	0.84
27	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i>	O-ga-pi	China	R	3.45	63.21
28	<i>Ephedra sinica</i> Stapf	Ma-hwang	China	R	31.46	15.97
29	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	Du-chung	S. Kor.	B	5.18	10.09
30	<i>Eugenia aromaticum</i>	Youn-gyo	China	F	5.41	6.72
31	<i>Illicium verum</i>	Pal-gak-hyang	Vietnam	F	5.00	5.84
32	<i>Junci Medulla</i>	Deung-sim-cho	China	ST	8.33	1.75
33	<i>Lindera strichnifolia</i> Villars	O-yak	China	F	6.33	5.07
34	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>	Ja-gwun	China	R	5.00	8.28
35	<i>Lonicera japonica</i> Thunberg	Geum-eun-hwa	N. Kor.	ST, L	7.32	10.66
36	<i>Lonicera japonica</i> Thunberg	Geum-eun-hwa	China	ST, L	8.12	10.80
37	<i>Lycium chinense</i> MILL	Gu-gi-ja	S. Kor.	F	8.59	1.56
38	<i>Lycium chinense</i> MILL	Gu-gi-ja	China	F	5.45	6.57
39	<i>Magnolia denudata</i>	Sin-ie	China	FL	6.89	1.49
40	<i>Mentha arvensis</i> Linne	Bak-ha	S. Kor.	ST, L	3.80	19.96

Table 1. Continued.

No.	Scientific name	Korean name	The place of origin	Used part	W.C <sup>1</sup> (%)	Ext <sup>2</sup> (%)
40	<i>Mentha arvensis</i> Linne	Bak-ha	S. Kor.	ST, L	3.80	19.96
41	<i>Mucuna birdwoodiana</i>	Gye-hyeol-deung	China	ST	8.77	4.19
42	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	Ha-yeop	Vietnam	S	7.18	2.65
43	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	Youn-ja-yuk	China	R	7.34	7.13
44	<i>Phellodendron chinense</i>	Hwang-baek	China	B	5.29	11.28
45	<i>Phellodendron chinense</i>	Hwang-baek	N. Kor.	B	14.42	10.30
46	<i>Phlomis umbrosa</i> Turcz.	Sok-dan	China	R	0.79	13.99
47	<i>Phragmites australis</i>	No-geun	China	R	8.14	7.20
48	<i>Platycodon grandiflorum</i>	Gil-gyoung	China	R	6.00	9.57
49	<i>Polygala tenuifolia</i>	Won-ji	China	R	8.71	21.83
50	<i>Poria cocos</i> Wolf	Back-bok-ryoung	China	SC	11.02	2.63
51	<i>Prunus armeniaca</i>	Haeng-in	N. Kor.	S	2.99	6.60
52	<i>Rehmannia glutinosa</i>	Geon-ji-hwang	China	R	4.57	1.27
53	<i>Rhus javanica</i> L.(Galla Rhois)	O-bae-ja	China	SC	6.89	74.28
54	<i>Rosa laevigata</i> Michx.	Geum-aeng-ja	China	R	9.96	7.46
55	<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge	Dan-sam	China	R	7.37	1.72
56	<i>Saposhnikovia divaricata</i>	Bang-pung	S. Kor.	R	7.23	9.36
57	<i>Schizonepeta tenuifolia</i>	Hyeong-gae	S. Kor.	ST	7.10	7.00
58	<i>Schizonepeta tenuifolia</i>	Hyeong-gae	China	ST	7.91	2.59
59	<i>Sinapis Semen</i>	Gae-ja	China	S	4.22	0.12
60	<i>Syzygium aromaticum</i>	Jeung-hyang	China	FL	5.70	20.57
61	<i>Trichosanthes kirilowii</i>	Gwal-ru-geun	China	R	8.65	0.28
62	<i>Trichosanthes kirilowii</i>	Gwal-ru-in	China	S	6.34	0.53
63	<i>Tussilago farfara</i> L.	Gwan-dong-hwa	China	FL	11.50	4.93
64	<i>Typha angustifolia</i> L.	Po-hwang	China	P	5.18	7.15
65	<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance	Yu-geun-pi	China	B	7.36	0.63
66	<i>Uncaria sinensis</i>	Jo-gu-deung	China	ST	7.00	2.99
67	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Chang-i-ja	S. Kor.	F	4.28	0.92
68	<i>Zea mays</i> L.	Ok-chok-seo-ye	China	FL	7.79	1.26

W.C<sup>1</sup>: Water content, Ext<sup>2</sup>: Extraction, R: Root, B: bark, S: seed, SC: sclerotium, ST: stem, F: fruit, L: leaf, FL: Flower, P: pollen.

나타내었다. 추출물은 DMSO(dimethylsulfoxide)에 녹인 후 적정농도로 희석하여 항균 활성 및 인간적혈구 용혈활성 평가에 이용하였다.

#### 항균 활성 측정

생약재 에탄올 추출물의 항균 활성을 평가하기 위해 그람 음성균으로 *Escherichia coli* KCTC 1682, *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, *Proteus vulgaris* KCTC 2433, *Salmonella typhimurim* KCTC 1926을, 그람 양성균으로는 *Bacillus subtilis* KCTC 1924, *Listeria monocytogenes* KACC 10550, *Staphylococcus epidermidis* KCTC 1917, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916를 사용하였다. 먼저 추출물 시료의 항균활성은 disc-diffusion법을 이용하여 평가하였다[2]. 균액의 제조는 LB 배지(Difco Co., USA)에서 37°C, 20시간 배양한 후 멸균 증류수에 현탁하여 O.D.(600 nm) 0.1로 조정된 후 Nutrient agar (Difco Co., USA) 배지를 포함하는 멸균 petri dish (90×15 mm, 녹십자, 한국)에

100 µL 도말하였다. 한편, 항진균 활성 평가를 위하여 *Saccharomyces cerevisiae* IFO 0233 및 병원성 효모 *Candida albicans* KCTC 7270을 사용하였다. 균액의 제조는 Sabouraud dextrose(SD, Difco Co., USA) 배지를 이용하여 30°C에서 20시간 배양한 후, 멸균수로 희석한 균액을 동일한 방법으로 SD agar 배지에 도말하였다. 이후, 각각의 시료 5 µL를 가한 멸균 disc-paper(지름 6.5 mm, Whatman No. 2)를 올리고, 세균의 경우 37°C, 24시간, 진균의 경우 30°C, 48시간 배양한 후 생육저지환의 크기를 mm 단위로 측정하여 항균활성을 나타내었다. 항균활성의 대조군으로는 항생제 ampicillin 및 streptomycin sulfate, 항진균제 miconazole 및 amphotericin B를 각각 1 µg/disc 농도로 사용하였다. 항균 활성이 우수한 시료들의 경우 각각 시료의 최소생육억제 농도(MIC, minimal inhibitory concentration)와 최소사멸농도(MBC, minimal bactericidal concentration 또는 minimal fungicidal concentration)를 측정하였다[5, 14]. MIC 측정의 경우, 전배양한 균액을 O.D.(600 nm) 0.2가 되도록 조정하



**Table 2. Continued.**

No.	Growth inhibition zone (mm)									
	Gram positive bacteria				Gram negative bacteria				Fungi	
	LM <sup>1</sup>	BS	SE	SA	ST	EC	PV	PA	CA	SC
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-
26	-	-	-	-	-	-	10.0	-	7.5	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	12.0	9.0	10.0	8.0	10.0	8.0	21.0	9.0	7.5	-
32	13.0	14.0	21.0	16.0	14.0	9.0	21.0	7.5	12.0	13.0
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	9.0	-	8.0	8.0	-	-	-	-	9.0
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	7	-	-	-	-	-	8.0	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-
47	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	11.0	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	7.0	9.0	-	-	-
53	11.0	11.0	15.0	16.0	18.0	13.0	12.0	12.0	15.0	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	12.0	8.0	21.0	20.0	-	-	14.0	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	11.0	7.5	8.0	15.0	8.5	8.0	8.5	8.0	8.0
61	-	-	-	-	-	8.0	11.0	-	-	-
62	11.0	-	-	-	-	-	12.0	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-
64	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-
65	-	-	14.0	15.0	-	-	-	-	-	-
66	-	-	-	-	-	-	8.0	-	-	-
67	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-
68	-	8.0	-	-	-	-	8.0	-	-	-
Amp <sup>3</sup>	20.0	23.0	23.0	25.0	15.0	12.0	32.0	-	-	-
SS <sup>4</sup>	8.0	16.0	10.0	-	-	10.0	13.0	-	-	-
AmpB <sup>5</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	16.0	16.0
Miconazole	-	-	-	-	-	-	-	-	28.0	24.0

<sup>1</sup>LM: *Listeria monocytogenes*, BS: *Bacillus subtilis*, SE: *Staphylococcus epidermidis*, SA: *Staphylococcus aureus* ST: *Salmonella typhimurium*, PV: *Proteus vulgaris*, EC: *Escherichia coli*, PA: *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, CA: *Candida albicans* KCTC 7270, SC: *Saccharomyces cerevisiae* IF0 0233, <sup>2</sup>-: No activity, <sup>3</sup>Amp: Ampicillin, <sup>4</sup>SS: Streptomycin sulfate, <sup>5</sup>AmpB: Amphotericin B.

The concentrations of the ethanol extracts used were 0.5 mg/disc, respectively. The growth inhibition zone expressed was included a size of disc-paper (6.5 mm of diameter). The data represent a representative result of three independent determinations.

*aureus*, *S. typhimurium* 및 *P. aeruginosa*를 제외한 세균에 우수한 항균 효과를 나타내었으며, amphotericin B와 miconazole은 동일농도에서 *C. albicans*와 *S. cerevisiae*에 대해 우수한 항진균 활성을 나타내었다. 조제된 추출물들은 0.5 mg/disc 농도에서 다양한 병원성 및 식품부패균에 대해 7.0~21.0 mm의 생육억제환을 나타내며 각기 다른 항균 스펙트럼을 나타내었다. 먼저 *L. monocytogenes*에 대해서는 고본(중국산), 팔각향, 등심초, 노근, 오배자, 단삼, 정향 및 팔루근이 항균효과를 나타내었고, 그 중 등심초가 13.0 mm 생육저지환을 나타내어 비교적 강한 항균활성을 보였다. *B. subtilis*에 대해서는 석창포, 고본(중국산), 천남성, 인진, 팔각향, 등심초, 구기자(국내산), 오배자, 단삼, 정향 및 옥축서에 11종의 생약재가 항균성을 나타내었고, 천남성과 등심초의 항균력이 특히 강하게 나타났다. *S. epidermidis*를 대상으로 항균력을 검사한 결과 고본(중국산), 백출, 팔각향, 등심초, 신이, 오배자, 단삼, 정향, 유근피에서 항균활성을 나타내었고, 특히 등심초와 단삼 추출물의 경우 매우 강력한 항균력(21.0 mm)을 나타내었다. *S. aureus*에 대해서는 백출(북한산), 토사자, 구기자(국내산), 오배자, 단삼, 정향, 유근피가 항균성을 나타내었다. *S. typhimurium*에 대해서는 고본(중국산), 팔각향, 등심초, 구기자(국내산), 오배자, 정향의 추출물에서 항균활성(8.0~18.0 mm)을 나타내었으며 특히, 오배자가 비교적 강한 항균 활성을 보였다. *E. coli*에 대해서는 석창포, 고본(국내산), 팔각향, 등심초, 건지황, 오배자, 정향, 팔루근이 항균활성을 나타내었다. *P. vulgaris*에 대해서는 초오, 석창포, 사인(중국산), 고본(중국산), 저령, 팔각향, 등심초, 금은화(북한산), 길경, 건지황, 오배자, 단삼, 정향,

팔루근, 팔루인, 관동화, 조구등, 옥축서에 18종의 생약재가 항균 활성을 보였으며, 그 중 팔각향과 등심초의 항균 활성이 우수했다(21.0 mm). *P. aeruginosa*에 대한 항균활성은 추출물 전체에서 매우 약하게 나타났으며, 석창포, 고본(중국산), 지각, 팔각향, 등심초, 오배자, 정향에서 항균 효과를 확인할 수 있었다. 따라서 오배자 및 팔각향 등의 생약재는 항생제 저항성 *P. aeruginosa*의 제어에 효율적으로 이용될 수 있음을 추측할 수 있었다. 캔디다증 피부 감염균의 일종인 *C. albicans*에 대해서는 초오, 사인(베트남), 고본(중국산), 천남성, 자완, 백출(중국산), 계지, 향부자, 저령, 팔각향, 등심초, 신이, 박하, 속단, 원지, 오배자, 정향, 포황, 창이자가 항균활성을 나타내었고, 그 중 향부자, 등심초, 오배자가 비교적 강한 항균 활성을 보였다(10.5~15.0 mm). 발효효모 *S. cerevisiae*에 대해서는 등심초, 구기자(국내산), 정향에서 미약한 활성이 나타났다. 한편 고본 및 구기자의 경우 국내산과 중국산의 항균 스펙트럼의 차이가 인정되었는데, 이는 재배지에 따른 차이인지 또는 식물종의 미세한 차이에 따른 활성차이인지 차후 검토가 필요하리라 판단된다[6].

68종 시료 중 전반적으로 우수한 광범위한 항균활성을 나타낸 시료는 고본(중국산), 팔각향, 등심초, 오배자, 단삼 및 정향의 6종이었다. 이들의 실제적 적용 가능성을 검토하기 위해 다양한 미생물에 대한 MIC 및 MBC (또는 MFC) 값을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. *L. monocytogenes*에 대하여 오배자는 0.16 mg/mL로 가장 낮은 MIC/MBC값을 나타내었으며, 단삼과 등심초는 각각 0.31 mg/mL 및 0.63 mg/mL의 MIC 값을 나타내었다. *B. subtilis*, *S. epidermidis* 및 *S. aureus*에 대해서는 오배자, 등심초 및 단삼이 0.08~

**Table 3. The minimum inhibitory concentrations (MICs), minimum bactericidal concentrations (MBCs), and minimum fungicidal concentrations (MFCs) values of the ethanol extract of 6 different medicinal herbs against bacteria and fungi.**

No.	MIC /MBC or MFC (β <sup>2</sup> /β <sub>c</sub> )									
	Gram positive bacteria				Gram negative bacteria				Fungi	
	LM <sup>1</sup>	BS	SE	SA	ST	EC	PV	PA	CA	SC
<i>Angelica tenuissima</i> Nakai	2.50	0.63	1.25	1.25	1.25	>5.00	2.5	2.50	>5.00	5.00
	/2.50	/0.63	/1.25	/1.25	/1.25	/>5.00	/2.5	/>5.00	/>5.00	/5.00
Illicium verum	2.50	2.50	1.25	2.50	1.25	2.50	1.25	1.25	5.00	5.00
	/5.00	/5.00	/5.00	/5.00	/2.50	/2.50	/2.5	/5.00	/>5.00	/>5.00
Junci Medulla	0.63	0.16	0.31	0.63	0.16	>5.00	0.16	>5.00	1.25	0.63
	/1.25	/0.31	/0.63	/0.63	/0.16	/>5.00	/0.16	/>5.00	/1.25	/1.25
Galla Rhois	0.16	0.08	0.08	0.16	0.31	1.25	0.08	2.50	>5.00	>5.00
	/0.16	/0.16	/0.08	/0.16	/0.31	/>5.00	/0.16	/>5.00	/>5.00	/>5.00
<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge	0.31	0.08	0.16	0.16	2.50	>5.00	0.08	>5.00	>5.00	>5.00
	/0.31	/0.31	/0.31	/0.16	/2.50	/>5.00	/0.08	/>5.00	/>5.00	/>5.00
<i>Syzygium aromaticum</i>	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	/2.50	/5.00	/2.50	/2.50	/1.25	/2.50	/2.5	/2.50	/1.25	/1.25

<sup>1</sup>LM: *Listeria monocytogenes*, BS: *Bacillus subtilis*, SE: *Staphylococcus epidermidis*, SA: *Staphylococcus aureus* ST: *Salmonella typhimurium*, PV: *Proteus vulgaris*, EC: *Escherichia coli*, PA: *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, CA: *Candida albicans* KCTC 7270, SC: *Saccharomyces cerevisiae* IF0 0233.

0.63 mg/mL의 MIC/MBC 값을 나타내어 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한 *S. typhimurium* 및 *P. vulgaris*에 대해서도 등심초 및 오배자는 0.08~0.31 mg/mL의 MIC/MBC를 나타내어 그람 양성 및 그람음성균에 모두 강력한 항균력을 확인하였다. 항진균 활성은 등심초 및 정향에서 0.63~1.25 mg/mL의 MIC/MFC를 나타내었다. 항세균, 항진균 활성이 모두 우수한 시료는 정향이였으며, 항세균 활성이 전반적으로 우수한 시료는 등심초, 오배자, 단삼이었다. 이는 오배자, 단삼, 정향 추출물에서 항균활성을 보고한 기존의 연구와 부분적으로 일치하는 결과이다[1, 9].

한편 한방 생약재의 급성독성 평가의 일환으로 추출물들의 용혈 활성을 평가하였다(Table 4). 대조군으로 사용한 amphotericin B의 경우에는 100 및 250 µg/mL 농도에서 100% 용혈활성을 나타내어 적혈구 세포막파괴 활성을 알 수 있었다. 조제된 추출물의 경우, 500 µg/mL 농도에서 90% 이상 용혈현상을 나타낸 시료는 목통, 길경, 천남성, 황기, 황백(북한산, 중국산)이었으며, 사인(베트남산), 토사자, 향부자, 속단, 원지, 팔루근, 포황, 창이자 등에서는 50% 이상의 용혈활성을 나타내었다. 그 외 시료의 경우 500 µg/mL 농도에서 0~36.4%의 약한 용혈이 나타나 심각한 문제를 야기하지는 않을 것으로 추측되었다. 한편 우수한 항균 활성으로 2차 선정된 6종의 시료 중에서는 고본(중국산) 추출물이

500 µg/mL 농도에서 17.8%의 용혈활성이 나타나, 적혈구 용혈활성이 전혀 없는 팔각향, 등심초, 오배자, 단삼, 정향 5종을 항균제 개발 가능 한방 생약재로 최종 선정하였다.

요 약

안전성이 확보된 천연항균제 개발을 목표로, 국내에서 유통되고 있는 국내산 및 수입산 한방 생약재 61종류로부터 원산지별, 부위별 에탄올 추출물 68종을 조제하고 이들의 항균활성을 평가하였다. 사용한 생약재는 중국산 46종, 국내산 14종, 북한산 5종 및 베트남산 3종이었으며, 사용 생약재의 부위로는 뿌리가 27종으로 많았으며, 열매, 껍질, 줄기, 잎, 종자, 꽃, 균핵, 꽃가루 순이었다. 생약재의 평균수분함량은 7.10% 이었고, 에탄올에 대한 평균 추출율은 6.75%를 나타내었다. Disc-diffusion법에 의한 생약재의 항균활성 결과, 고본(중국산), 팔각향, 등심초, 오배자, 단삼 및 정향에서 광범위한 항세균 및 항진균 활성을 확인하였으며, 이들에 대한 최소생육억제농도(MIC)와 최소사멸농도(MBC/MFC)를 평가한 결과, 정향에서 다양한 세균, 진균에 대해 1.25 mg/mL의 MIC와 1.25~5.00 mg/mL의 MBC/MFC를 나타내어 가장 광범위한 항균활성을 확인하였으며, 등심초, 오배자, 단삼에서는 *Escherichia coli*와 *Pseudomonas aeruginosa* 를 제외

Table 4. Hemolytic activity of the ethanol extract of medicinal herbs against human red blood cell.

No. Conc. (µg/mL)	Hemolytic activity (%)			No. Conc. (µg/mL)	Hemolytic activity (%)			No. Conc. (µg/mL)	Hemolytic activity (%)		
	500	250	100		500	250	100		500	250	100
1	36.4	- <sup>1</sup>	-	24	68.7	-	-	47	-	-	-
2	3.5	-	-	25	66.3	-	-	48	100.0	13.7	-
3	100.0	14.1	3.3	26	-	-	-	49	52.7	-	-
4	63.6	-	-	27	4.6	-	-	50	5.1	-	-
5	14.9	-	-	28	-	-	-	51	15.8	-	-
6	4.9	-	-	29	-	-	-	52	-	-	-
7	17.8	9.2	-	30	-	-	-	53	-	-	-
8	10.6	-	-	31	-	-	-	54	-	-	-
9	99.6	24.7	6.1	32	-	-	-	55	-	-	-
10	-	-	-	33	-	-	-	56	32.0	-	-
11	-	-	-	34	-	-	-	57	-	-	-
12	21.1	-	-	35	8.8	-	-	58	-	-	-
13	99.1	14.5	3.8	36	-	-	-	59	-	-	-
14	-	-	-	37	-	-	-	60	-	-	-
15	-	-	-	38	-	-	-	61	75.6	15.8	-
16	-	-	-	39	22.3	-	-	62	12.1	-	-
17	-	-	-	40	-	-	-	63	13.6	-	-
18	-	-	-	41	-	-	-	64	81.8	2.4	-
19	-	-	-	42	-	-	-	65	-	-	-
20	-	-	-	43	4.9	-	-	66	-	-	-
21	13.8	-	-	44	93.1	11.8	-	67	78.8	1.9	-
22	-	-	-	45	94.4	4.6	-	68	-	-	-
23	-	-	-	46	57.5	2.2	-	AmpB <sup>2</sup>	100.0	100.0	100.0

<sup>1</sup>-. No hemolysis, <sup>2</sup>AmpB: Amphotericin B.

한 세균에서 0.08~0.63 mg/mL의 MIC와 0.08~2.50 mg/mL의 MBC/MFC를 나타내어 강력한 항세균 활성을 확인하였다. 한편 68종 시료의 인간 적혈구에 대한 용혈활성 평가 결과, 고본(중국산) 추출물이 500 µg/mL 농도에서 17.8%의 용혈활성이 나타나, 이를 제외한 팔각향, 등심초, 오배자, 단삼 및 정향 추출물을 천연항균제 한방자원으로 최종 선정하였다.

## REFERENCES

- Ahn, D. J., Y. S. Kwak, M. J. Kim, J. C. Lee, C. S. Shin, and K. T. Jeong. 2000. Screening of herbal plant extracts showing antimicrobial activity against some food spoilage and pathogenic microorganisms. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **8**: 109-116.
- Ahn, S. M., H. Y. Ryu, D. K. Kang, I. C. Jung, and H. Y. Sohn. 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of their fruit of *Prunus avium* L. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **37**: 371-376.
- Beuchat, L. R. and D. A. Golden. 1989. Antimicrobial occurring naturally in foods. *Food Technol.* **43**: 131-141.
- Board, R. G. 1969. The microbiology of the hens egg. *In advances in Applied Microbiology*. Vol. 2. D. Perlman, Ed. Academic Press, New York.
- Cai, H., S. I. Choi, Y. M. Lee, and T. R. Heo. 2002. Antimicrobial effects of herbal medicinal extracts on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **17**: 537-542.
- Do, J. R., K. J. Kim, J. H. Jo, Y. M. Kim, B. S. Kim, H. K. Kim, S. D. Lim, and S. W. Lee. 2005. Antimicrobial, anti-hypertensive and anticancer activities of medicinal herbs. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 206-213.
- Grayer, R. J. and J. B. Harbone. 1994. A survey of anti-fungal compounds from higher plants. *Phytochemistry* **37**: 19-24.
- Han, S. H., N. R. Y. Woo, S. D. Lee, and M. H. Kang. 2006. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **14**: 49-55.
- Han, W. S. 2004. Isolation of antimicrobial compounds from *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **12**: 179-182.
- Lee, C. B. 2003. Illustrated flora of Korea. Hwang Moon Sa, Seoul.
- Lee, S. E., C. G. Park, M. S. Cha, J. K. Kim, N. S. Seong, K. H. Bang, and J. K. Bang. 2002. Antimicrobial activity of essential oils from *Mentha arvensis* L. and *Agastache rugosa* on *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **10**: 206-211.
- Lewis, R. J. 1989. Their regulatory status their use by the food industry. *In Food additives handbook*, Robert W. D. (Ed), Nostrand Reinhold, New York, p. 3-27.
- Oh, D. H., S. S. Ham, B. K. Park, C. Ahn, and J. Y. Yu. 1998. Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborn disease microorganisms. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**: 957-963.
- Phengpaichit, S., N. Pujenjob, V. Rukachaisirikul and M. Ongsakul. 2005. Antimicrobial activities of the crude methanol extract of *Acorus calamus* Linn. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* **27**: 517-523.
- Ryu, H. Y., I. S. Kwun, S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Inhibition of browning in yam fresh-cut and control of yam-putrefactive bacterium using acetic acid or maleic Acid. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **35**: 135-141.
- Ryu, H. Y., K. H. Bae, E. J. Kum, S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Evaluation of the antimicrobial, antioxidant and antithrombosis activity of natural spices for fresh-cut yam. *J. Life Sci.* **17**: 652-657.
- Scott, V. N. 1988. Safety considerations for new generation refrigerated foods. *Dairy Food Environ. Sanitation* **8**: 5-8.
- Woo, S. S., Y. K. Park, C. H. Choi, K. S. Hahm, and D. G. Lee. 2007. Mode of antibacterial action of a signal peptide, Pep<sup>27</sup> from *Streptococcus pneumoniae*. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **363**: 806-810.
- Zaika, L. L. 1988. Spices and herbs: their antimicrobial activity and its determination. *J. Food Safety.* **9**: 97-101.

(Received March 29, 2010/Accepted June 12, 2010)