

생약재 추출물의 *Staphylococcus aureus*와 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 항균효과

채 화·최수임·이윤미·†허태련
인하대학교 생물공학과
(접수 : 2002. 11. 5., 게재승인 : 2002. 12. 20.)

Antimicrobial Effects of Herbal Medicine Extracts on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7

Hua Cai, Soo Im Choi, Yun Mi Lee, and Tae-Ryeon Heo†

Department of Biological Engineering and Institute of Industrial Biotechnology, Inha University, Incheon 402-751, Korea

(Received : 2002. 11. 5., Accepted : 2002. 12. 20.)

To screening of antimicrobial activity, 95% ethanol and hot water extracts of roots, fruits, leaves, radix and stems of 50 species of traditional herbal medicines were examined. For their growth inhibitory effects on two food-born microorganisms, *S. aureus* and *E. coli* O157:H7, by the paper disc diffusion method and the minimum inhibitory concentration(MIC) test. *Moutan radidis Cortex* and *Achyranthis Radix* showed the highest inhibitory activities on both *S. aureus* and *E. coli* O157:H7. The inhibition zones of *Moutan radidis Cortex* on *S. aureus* and *E. coli* O157:H7 were 22 mm and 24 mm respectively, and the corresponding inhibition zone of *Achyranthis Radix* were 23 mm and 22 mm. The MIC of *Achyranthis Radix* on *S. aureus* was 156.25 $\mu\text{g/mL}$, and the MIC of *Achyranthis Radix* and *Moutan radidis Cortex* on *E. coli* O157:H7 were 625 $\mu\text{g/mL}$ and 312.5 $\mu\text{g/mL}$, respectively. Their antimicrobial activities in ethanolic extracts were significantly higher than in hot water extracts. In the various solvent fractions prepared from ethanol extract, the ethyl acetate fraction of *Achyranthis Radix* and the CHCl_3 fraction of *Moutan radidis Cortex* showed strongest activity.

Key Words : Antimicrobial activity, traditional herbal medicine, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*

서론

최근 경제 성장에 따른 소득 수준의 향상으로 식생활 방식이 크게 바뀌어 다양한 형태의 가공식품이 출현하고, 집단급식 및 외식산업이 증가함에 따라 식품의 유통 및 저장 과정에서의 안전한 관리가 중요시 되고 있다. 식품의 저장과정에서의 문제점은 이들 식품의 온도가 적절하게 관리되지 못하여 발생하는 저온미생물들과 식중독을 유발하는 균종의 증식이다. 식중독의 주요 원인세균에는 *Samomella spp.*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Kisteria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* 등이 있으며(1), 그 중 황색포도상구균인 *Staphylococcus aureus*는 여러 가지 감염증

을 일으키는 가장 중요한 균종으로 우리나라 식중독 원인 중 3위를 차지하고 있다(2). 또한 *E.coli* O157:H7에 의한 감염은 그 증상이 설사, 출혈성, 대장염, 용혈성 요독 증후군, 사망에 이르기까지 매우 다양하며 여러 경로를 통해 식품에 오염될 수 있어 식품의 가공 및 저장 중에 큰 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 오염된 식품의 섭취로 인한 식중독을 예방하고 식품의 저장성에 영향을 미치는 미생물의 증식을 억제하여 위생적으로 식품의 보존성을 향상시키는 연구는 합성보존료의 사용에 대한 법적 규제의 강화와 소비자들의 안전과 건강에 대한 요구증대, 합성항균제 기피현상 등과 더불어 천연항균제 및 식품보존제의 개발에 초점이 맞춰지고 있다. 최근에는 천연항균제 및 식품보존제의 개발을 위해 생약재 및 식용식물 추출물로부터 항균활성물질의 탐색과 활성본체의 규명에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 식물에 존재하는 천연항균성 물질들은 alkaloids, flavonoids, terpenoids와 phenolic compounds 등이 알려져 있으며(3), 약용식물, 채소 및 한약재 추출물(4), lysozyme, lactoferrin, avidin 등의 단백질 및 특정 효소류(5), 유기산류(6), 중급 지방산(7), bacteriocin(8), 각종 향신료, 마

† Corresponding Author : Department of Biological Engineering, Inha University, #253 Yonghyun-dong, Nam-gu, Incheon 402-751, Korea
Tel : +82-32-860-7511, Fax : +82-32-872-4046
E-mail : theo@inha.ac.kr

늘, 양파, 부추, 정향, 겨자, 육계, 생강, rosemary 등의 정유 성분(9)의 항균활성이 보고되고 있다. 특히 식중독을 일으키는 *Staphylococcus aureus* 및 식품의 위생 지표로서 이용되는 *Escherichia coli*에 유효한 항미생물 활성물질이 다양한 식물로부터 확인되고 있다(10).

본 연구는 문헌조사(11,12)를 통해 항균 및 항염증 효과를 나타내는 50가지 약용 생약재를 선정하여 식중독균인 *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 항균활성을 조사하였고, 높은 항균활성을 갖는 생약재를 검색하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용한 모든 생약재는 서울경동시장 약재구매 상가에서 구입하였으며, 건조 및 마쇄하여 시료로 사용하였다. 시료추출에 사용된 모든 시약은 특급을 사용하였다.

시료 추출

각각의 시료 50 g에 95% 에탄올(시약용 1급)을 가하여 침지하였다. 24시간 방치한 후 여과하고 잔사에 다시 에탄올을 가하여 방치하고 여과하는 과정을 3회 반복 실행하였다. 얻은 여액을 합쳐 45°C 수욕상에서 진공회전농축기(EYELA, Japan)로 농축한 후 건조하여 냉장보관하면서 에탄올 추출물 시료로 사용하였다. 열수 추출물은 시료 동량에 5배의 물을 첨가하여 100°C 수욕상에서 2시간 씩 2회 환류추출한 후 여과하여 수욕상에서 진공회전농축기로 농축한 후 건조하여 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 균주는 그람 음성균인 *Escherichia coli* O157:H7 ATCC43888과 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923으로 인하대학교 의과대학 미생물학실험실로부터 분양받아 사용하였다. 전배양 및 본배양을 위한 생육배지는 Tryptin soy broth(TSB, Difco)를 사용하였으며, 고체배지로는 TSB soft agar(Difco)를 사용하였다. 동결 보관된 균액을 10mL TSB 배지에 접종하여 37°C에서 24시간 2회 배양하여 활성화시켜 사용하였다. 세균을 희석하기 위한 희석수로는 멸균된 생리식염수를 사용하였다.

항균활성 측정

추출물 시료의 항균성 검색은 Gavidson 등(13)의 한천배지 확산법(disc-agar plate diffusion method)을 약간 변형하여 실시하였다. 활성화된 균액을 OD 값이 $0.3(1 \times 10^5 \text{ cfu/mL})$ 이 되도록 희석한 후 TSB soft agar 배지에 균액을 0.1 mL 떨어뜨려 균일하게 도포하였다. 시료는 75% 에탄올에 용해시켜 membrane filter(0.45 μm , Milipore Co., Bedford, USA)로 제균한 후 각각 50 μL 씩 paper disc(Φ 6mm)에 완전히 흡수시킨 후 배지 위에 올려놓았다. *E. coli* O157:H7은 37°C에서 8시간, *S. aureus*는 12시간 배양한 후 disc 주위에 생성된 억제 환의 직경(mm)에 따라 항균활성을 비교하였다.

최소저지농도(minimum inhibitory concentration, MIC)는

Shin 등의 방법(14)으로 실시하였다. 활성화된 균액을 OD 값이 0.3이 되도록 희석하여 TSB 배지에 1%씩 접종하였다. Membrane filter로 제균한 각각의 추출물의 농도가 5000, 2500, 1250, 625, 312.5, 156.25, 78.13 $\mu\text{g/mL}$ 가 되도록 희석한 후 시료를 10 mL TSB 액체 배지에 첨가하였다. *E. coli* O157:H7은 37°C에서 8시간, *S. aureus*는 12시간 배양한 후, OD(600 nm) 값을 측정하여 탁도를 나타내지 않는 최소농도를 MIC 값($\mu\text{g/mL}$)으로 결정하였다. 시료를 첨가하지 않은 TSB배지를 대조군으로 하였으며, 모든 실험은 3회 반복 시행하여 얻어진 결과를 평균하여 나타내었다.

용매분획

생약재 시료를 각각 1 kg씩 에탄올을 추출하고 여과한 후, 여액을 감압농축하여 각각의 에탄올 추출물을 얻었다. 에탄올을 조추출물을 증류수에 현탁시킨 후, hexane, CHCl_3 , ethyl acetate, butanol의 순으로 분획을 실시하였고, 얻어진 각각의 분획은 감압농축하여 시료로 사용하였다. 이들 각각의 용매 분획물을 한천배지확산법에 따라 *E. coli* O157:H7와 *S. aureus*에 대한 항균력을 측정하였다.

결과 및 고찰

에탄올 및 열수 추출물의 항균활성

50가지 생약재의 에탄올 및 열수 추출물로서 식중독균인 *S. aureus* 및 *E. coli* O15:H7에 대한 한천배지확산법에 따른 항균활성을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 건강, 금은화, 민들레, 시호, 지실, 목단피, 황백, 고삼, 우슬 등 18종의 생약재는 에탄올 및 열수 추출물에서 모두 항균활성을 나타내었으며, 두충, 마가목, 백선피, 산사, 산수유, 오미자, 차전자, 모과, 차조기 등 10가지 생약재는 에탄올 추출물에서만 활성을 나타내었다. 두 식중독 균에 대하여 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 더 높은 활성을 나타내었고 추출물의 첨가량이 증가할수록 생육 저해환의 면적이 커졌다. 각각의 추출물은 *S. aureus* 및 *E. coli* O15:H7에 대하여 37°C에서 8시간 배양했을 경우 가장 뚜렷한 생육억제효과가 관찰되었으나, *E. coli* O157:H7는 12시간 이상, *S. aureus*는 18시간 이상 배양했을 때에는 추출물에 의한 생육 저해 효과가 관찰되지 않았으며, 또한 동일한 농도에서 *S. aureus*에 대한 저해환이 크게 나타났다. 이것은 각각의 추출물의 항균활성이 *E. coli* O157:H7에서 보다 *S. aureus*에 대하여 다소 안정하기 때문인 것으로 사료된다. *S. aureus* 및 *E. coli* O15:H7에 대한 저해환은 목단피와 우슬이 각각 24 mm, 22 mm로 가장 컸으며, 건강, 지실, 황백도 18 mm로 높은 성장 저해력을 보였다. *S. aureus*에 대한 저해환은 우슬과 목단피가 각각 23 mm, 22 mm로 가장 높았으며, 건강, 민들레, 지실, 황백, 고삼 등도 18 mm 이상의 활성을 나타내었다.

최소저해농도(MIC)

한천배지확산법으로 검색한 50가지 생약재의 에탄올 및 열수 추출물 중에서 활성이 우수한 목단피, 우슬, 지실, 황백에 대하여 각각의 추출물을 5000, 2500, 1250, 625, 312.5, 156.25, 78.13 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 *E. coli* O157:H7와 *S. aureus*에

Table 1. Antimicrobial activities of ethanol and water extracts of traditional herbal medicines against food-born microorganism, *S. aureus* and *E. coli* O157:H7 by disc-agar plate diffusion method

Name of traditional herbal medicines		Part	Extract	Inhibition zone (mm)	
Botanical name	Korean name			<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
<i>Achyranthis Radix</i>		Radix	E. E ^a	23	22
			W. E ^b	16	12
<i>Aconitum koreanum</i>	백부자	Seed	E. E	8	-
			W. E	- ^c	-
<i>Acorus gramineus Soland</i>	석창포	Tuber	E. E	10	-
			W. E	-	-
<i>Amomum xanthioides Wallich</i>	산 사	Fruit	E. E	11	8
			W. E	-	-
<i>Angelicae gigantis Radix</i>	당 귀	Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Astragali Radix</i>	황 기	Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Atractylodis macrocephalae Rhizoma</i>	백 출	Rhizoma	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Aurantii Fructus</i>	지 실	Fruit	E. E	19	18
			W. E	15	11
<i>Bupleurum chinense Radix</i>	시 호	Radix	E. E	18	17
			W. E	12	10
<i>Castrodia elata Bl.</i>	천 마	Tuber	E. E	17	14
			W. E	13	12
<i>Chrysanthemi sibirici Herba</i>	구 절 초	Herba	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Cimicifugae Rhizoma</i>	승 마	Cortex	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Citri Pericarpium</i>	진 피	Cortex	E. E	14	12
			W. E	10	9
<i>Clematidis Radix</i>	위 령 선	Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Cnidii Rhizoma</i>	천 궁	Rhizoma	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Coptis chinensis Franch</i>	황 련	Tuber	E. E	16	14
			W. E	12	10
<i>Corni Fructus</i>	산 수 유	Fruit	E. E	13	12
			W. E	-	8
<i>Cyperi Rhizoma</i>	향 부 자	Radix	E. E	16	14
			W. E	-	8
<i>Crataegi Fructus</i>	산 사 자	Cortex	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Dictamnus albus L.</i>	백 선 피	Cortex	E. E	9	8
			W. E	-	-
<i>Dioscorea Rhizoma.</i>	산 약	Rhizoma	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Eucommia Cortex</i>	두 충	Cortex	E. E	11	9
			W. E	-	-
<i>Gentiana scabra Bunge.</i>	초 용 담	Herba	E. E	-	-
			W. E	-	8
<i>Glycyrrizae Radix</i>	감 초	Radix	E. E	12	10
			W. E	9	8
<i>Kalopanax pictum Nakai</i>	해 동 피	Cortex	E. E	-	-
			W. E	-	-

Name of traditional herbal medicines		Part	Extract	Inhibition zone (mm)	
Botanical name	Korean name			<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
<i>Ledebouriellae Radix</i>		Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Ligustrum lucidum</i>	여정자	Seed	E. E	16	14
			W. E	10	-
<i>Lonicera japonica Thun.</i>	금은화	Flower	E. E	16	17
			W. E	13	12
<i>Loranthi Ramulus</i>	상기생	Ramulus	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Lycium chinese Mill</i>	구기자	Fruit	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Moutan Radicis Cortex</i>	목단피	Cortex	E. E	22	24
			W. E	12	14
<i>Ostericum koreanum</i>	강 활	Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Ophiopogon Japonicus</i>	맥문동	Tuber	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Paeoniae Radix Alba</i>	백작약	Radix	E. E	12	11
			W. E	9	-
<i>Perillae Folium</i>	차조기잎	Leaf	E. E	11	10
			W. E	-	-
<i>Phellodendri Cortex</i>	황 백	Cortex	E. E	17	18
			W. E	10	12
<i>Pinelliae Tuber</i>	반 하	Tuber	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Plantaginis Semen</i>	차전자	Seed	E. E	14	11
			W. E	-	-
<i>Platycodi Radix</i>	길 경	Radix	E. E	11	10
			W. E	-	-
<i>Poria cocos wolf</i>	백복령	Wolf	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Polygoni multiflori Radix</i>	하수오	Radix	E. E	-	-
			W. E	-	-
<i>Rehmanniae Radix Preparete</i>	숙지황	Radix	E. E	11	12
			W. E	-	-
<i>Rubus chingii Hu.</i>	복분자	Fruit	E. E	-	8
			W. E	-	-
<i>Schizandrae Fructus</i>	오미자	Seed	E. E	13	10
			W. E	-	-
<i>Scutellaria Radix</i>	황 금	Radix	E. E	15	14
			W. E	10	8
<i>Siegesbeckiae Herba</i>	회 침	Herba	E. E	10	-
			W. E	-	-
<i>Sophorae Radix</i>	고 삼	Radix	E. E	18	15
			W. E	15	12
<i>Sorbus commixta Hedl.</i>	마가목	Ligneous	E. E	10	9
			W. E	-	-
<i>Taraxacum mongolicum Hand.</i>	민들레	Herba	E. E	18	16
			W. E	13	12
<i>Zingiberis Siccatum Rhizoma</i>	건 강	Radix	E. E	18	19
			W. E	14	12

Sample amount is 200 μ g (n=3), ^a E.E: Ethanol Extract, ^b W.E: Water Extract, ^c - : no inhibition

Table 2. Minimum inhibitory concentration (MIC) of ethanol extracts from *Moutan radicis Cortex*, *Achyranthis Radix*, *Aurantii Immaturus Fructus* and *Cortex Phellodendri* against *S. aureus*

Botanical name	MIC ($\mu\text{g/mL}$)						
	5000	2500	1250	625	312.5	156.25	78.13
<i>Achyranthis Radix</i>	- ^a	-	-	-	-	-	+ ^b
<i>Aurantii immaturus Fructus</i>	-	-	-	+	+	+	+
<i>Cortex Phellodendri</i>	-	-	-	-	+	+	+
<i>Moutan Radicis Cortex</i>	-	-	-	-	+	+	+

Final cell concentration was approximately 1×10^5 cfu/mL, -^a: No growth, +^b: Growth

Table 3. Minimum inhibitory concentration (MIC) of ethanol extracts from *Moutan radicis Cortex*, *Achyranthis Radix*, *Aurantii Immaturus Fructus* and *Cortex Phellodendri* against *E. coli* O157:H7

Botanical name	MIC ($\mu\text{g/mL}$)						
	5000	2500	1250	625	312.5	156.25	78.13
<i>Achyranthis Radix</i>	- ^a	-	-	-	+ ^b	+	+
<i>Aurantii immaturus Fructus</i>	-	-	-	+	+	+	+
<i>Cortex Phellodendri</i>	-	-	-	-	+	+	+
<i>Moutan Radicis Cortex</i>	-	-	-	-	-	+	+

Final cell concentration was approximately 1×10^5 cfu/mL, -^a: No growth, +^b: Growth

Table 4. Antimicrobial activities of each solvent fraction from *Achyranthis Radix* and *Moutan radicis Cortex* against *S. aureus* and *E. coli* O157:H7

Botanical name	Solvent	Inhibition zone (mm)	
		<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
<i>Achyranthis Radix</i>	n-hexane	-	-
	CHCl ₃	12	11
	Ethyl acetate	23	20
	Butanol	12	12
<i>Moutan Radicis Cortex</i>	n-hexane	-	-
	CHCl ₃	23	20
	Ethyl acetate	18	17
	Butanol	12	11

Sample amount is 100 μg (n=3), - : no inhibition

대하여 MIC를 측정된 결과, *S. aureus*에 대하여 우슬이 156.25 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 높았으며, 목단피와 황백이 625 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났다(Table 2). 또한 *E. coli* O157:H7에 대하여 우슬과 목단피 MIC는 각각 625 $\mu\text{g/mL}$, 312.5 $\mu\text{g/mL}$ 로 높은 항균력을 나타내었다(Table 3). 목단피의 성분으로는 paeonol, paeoniflorin, paeonoside, gallic acid, methyl gallate, ethyl gallate 등이 알려져 있는데(15,16), 권 등(17)은 *S. aureus*에 대한 목단피 ethylacetate 분획물의 MIC를 측정하여 312 $\mu\text{g/mL}$ 로 보고한 바 있다. 김 등(18)은 민들레 메탄올 추출물이 500 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 *S. aureus*에 대하여 98%의 억제효과를 나타내었다고 보고하였다.

에탄올 추출물의 용매분획별 항균활성

우슬과 목단피의 에탄올 추출물에 대한 hexane, CHCl₃, ethyl acetate, butanol 분획물을 한천배지확산법에 의해 *E. coli* O157:H7와 *S. aureus*에 대한 항균력을 측정된 결과(Table 4), 우슬의 경우 ethyl acetate 분획물에서 *E. coli* O157:H7와 *S. aureus* 두 균에 대하여 각각 23 mm, 20 mm의 생장 저해환을 나타내어 분획물 중 가장 높은 활성을 나타내었다. 또한 CHCl₃과 butanol 분획에서 약간의 활성을 보였으나, hexane 분획에서는 활성을 나타내지 않았다. 목단피의 경우, CHCl₃ 분획물이 *E. coli* O157:H7와 *S. aureus* 두 균

에 대하여 각각 23 mm, 20 mm의 생장 저해환을 나타내어 분획 중 가장 높은 활성을 나타내었다. ethyl acetate 분획물에서는 각각 18 mm, 17 mm로 저해 활성을 나타내었고, butanol 분획물에서는 각각 12 mm, 11 mm로 약간의 활성을 나타내었으나, hexane 분획에서는 저해 활성을 나타내지 않았다. 위의 결과로부터 우슬의 항균 활성물질은 중간 극성이거나 극성에 가까운 성질을 갖는 물질로, 목단피는 우슬보다는 중간 극성의 성질을 갖는 물질일 것으로 추측된다. 권 등(19)은 목단피의 CHCl₃과 ethyl acetate 분획으로부터 분리된 화합물 중 탄닌류인 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl- β -glucose가 *S. aureus*에 대하여 78.1 $\mu\text{g/mL}$ 의 MIC로 강한 항균력을 나타내었음을 보고하였다. 우슬의 성분으로는 oleanolic acid를 비롯하여 saponin(20)과 polysaccharide 및 20-hydroxyecdysone, inokosterone 등의 phytoecdysteroid(21) 등이 알려져 있다. 현재까지 우슬에 관한 생물학적 활성에 관한 연구로는 항염증, 항산화, 간 보호, 항암작용 등에 대하여 다양하게 보고되어 있으나(22,23), 항균활성과 관련하여 구체적인 성분과 활성에 대해 보고된 경우는 없었으며, 본 연구에서 목단피와 우슬, 지실, 건강, 황백 등의 천연 항균 물질로서의 높은 활성을 밝혀내었다.

요 약

50가지 생약재를 95% 에탄올과 불추출하여 식중독 세균인 *S. aureus*와 *E. coli* O157:H7에 대한 항균활성을 조사하였다. 한천배지확산법에 따른 생육저해효과를 측정한 결과, *S. aureus*에 대하여 우슬>목단피>지실>황백, 건강, 민들레 순으로, *E. coli* O157:H7에 대하여 목단피>우슬>건강>지실, 황백 순으로 활성을 나타내었다. MIC는 *S. aureus*에 대하여 우슬이 156.25 µg/mL, 목단피와 황백이 625 µg/mL로 나타났으며, *E. coli* O157:H7에 대하여 우슬과 목단피의 MIC는 각각 625, 312.5 µg/mL로 높은 항균력을 나타내었다. 가장 높은 활성을 보인 우슬과 목단피를 용매분획(hexane, CHCl₃, ethyl acetate, butanol)하여 한천배지 확산법에 의한 두 균에 대한 생장저해 효과를 측정하였다. 우슬은 ethyl acetate 분획물에서, 목단피는 CHCl₃과 ethyl acetate 분획물에서 각각 높은 활성을 나타내었다.

감 사

본 연구는 인하대 생명공학 특성화 연구비에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Doyle, M. P. (1989), Foodborn bacterial pathogens, New York, Marcel Dekker, Inc.
- Park, S. -G., Y. -O. Hwang, J. -H. Jang, and K. -M. Lee (2001), Biological Characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated from food-born patients in Seoul, *J. Food Hyg. Safety* **16**, 159-167.
- Grayer, R. J. and J. B. Harbone (1994), A survey of antifungal compounds from higher plants, *Phytochem.* **37**, 19-24.
- Ahn, E. -Y., D. -H. Shin, N. -I. Baek, and J. -A. Oh (1998), Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Sophora flavescens* Ait, *Korean J. Food. Sci. Technol.* **30**, 680-687.
- Board, R. G. (1969), The microbiology of the hens egg. In *Advances in Applied Microbiology*. Vol. 2. D. Perlman, Ed. Academic Press, New York.
- Kong, Y. -J., B. -K. Park, and D. -H. Oh (2001), Antimicrobial activity of *Quercus mongolica* leaf ethanol extract and organic acids against food-born microorganisms, *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**, 178-183.
- Beuchat, L. R. and D. A. Golden (1989), Antimicrobial occurring naturally in foods, *Food Technol.* **43**, 131-141.
- Li, J., G. Chen, and J. M. Webster (1995), Antimicrobial metabolites from a bacteria symbiont, *J. Nat. Prod.* **58**, 1081-1086.
- Smith-Palmer, A., J. Stewart, and L. Fyfe (1998), Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens, *Lett. Appl. Microbiol.* **26**, 118-122.
- Rauha J. P. (2000), Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds, *International J. Food Microbiol.* **56**, 3-12.
- Li, S. -Z. (1998), Bon-Cho-Kang-Mok, Chinese Material Medica. Press, China.
- Lee, K. -S., D. K. Ahn, M. -K. Shin, and C. -M. Kim (1999), Chinese medicine dictionary, Jeong Dam Press, Korea.
- Gavidson, P. H. and M. E. Parish (1989), Methods for testing the efficacy of food antimicrobials, *Food Technol.* **43**, 148-152.
- Shin, D. H., M. S. Kim, and J. S. Han (1997), Antimicrobial effect of ethanol extracts from some medicinal herbs and their fractionates against foodborn bacteria, *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 808-816.
- Boo, Y. C. and C. O. Jeon (1993), Antioxidants of *Theae Folium* and *Moutan Cortex*, *J. Korean Agric. Chem. Biotechnol.* **36**, 326-331.
- Shibata, S. M. Inba, and N. Aimi (1996), The occurrence of paeoniflorin in the plant of *Paeonia spp.* *Syoyakugaku zasshi.* **20**, 37-39.
- Kweon, O. -G., J. -C. Son, S. -C. Kim, S. -K. Chung, and S. -W. Park (1998), Antimicrobial and antioxidative activities from *Moutan Cortex* extract, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **5**, 281-285.
- Kim, K. -H., H. -J. Chun, and Y. -S. Han (1998), Screening of antimicrobial activity of the Dandelion (*Taraxacum platycarpum*) extract, *Kor. J. Soc. Food Sci.* **14**, 114-118.
- Kwon, O. -G., S. -H. Kim, B. -Y. Chun, C. -K. Park, and K. -H. Son (1999), Isolation of Antimicrobial Components from *Moutan Cortex*, *Kor. J. Pharmacogn.* **30**, 340-344.
- Ida, Y., M. Katsumata, Y. Satoh, and J. Shoji (1994), Glucuronide saponins of oleanolic acid from *Achyranthes fauriei* roots, *Planta Med.* **60**, 286-287.
- Takemoto, T., S. Ogawa, and N. Nishimoto (1967), Studies on the constituents of *Achyranthis radix* II. Isolation of the insectmoulting hormones, *Yakugaku Zasshi* **87**, 1469-1473.
- Shimomura, H., Y. Sashida, and H. Nakata (1981), Plant growth regulating activities of crude drugs and medicinal plants, *Shoyakugaku Zasshi* **35**, 173-179.
- Kiso, Y., Y. Suzuki, C. Konno, H. Hikino, I. Hashimoto, and Y. Yagi (1982), Liver-protective drugs. 3. The validity of the oriental medicines. 38. Application of carbon tetrachloride-induced liver lesion in mice for screening of liver protective crude drug, *Shoakugaku Zasshi* **36**, 238-244.