

연교 추출물의 항균활성 검색 및 일부 식중독균의 증식에 미치는 영향

배지현 · 김홍연 · 장지연
계명대학교 식품영양학과

Antimicrobial Effect of *Forsythiae Fructus* Extracts on Several Food-Borne Pathogens

Ji-hyun Bae, Hong-youn Kim, Ji-Youn Jang
Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University

Abstract

This study was performed to investigate the antimicrobial effect of the *Forsythiae Fructus* extracts against food-borne pathogens. First, *Forsythiae Fructus* was extracted with methanol at room temperature and the methanol extracts were fractionated by using petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, and methanol. The antimicrobial activity of the *Forsythiae Fructus* extracts was determined by using a paper disc method against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. The methanol extracts of *Forsythiae Fructus* showed the highest antimicrobial activity against *Salmonella paratyphimurium* and *Salmonella typhimurium*. A synergistic effect in inhibition was observed when *Forsythiae Fructus* extract was mixed with *Ulmus davidiana Japonica* extract as compared to each extract alone. Finally, the growth inhibition curves were determined by using ethyl acetate extracts of *Forsythiae Fructus* against *Shigella flexneri* and *Salmonella paratyphimurium*. The aqueous extract of *Forsythiae Fructus* had strong antimicrobial activity against *Staphylococcus epidermidis* at the concentration of 10,000 ppm. At this concentration, the growth of *Shigella flexneri* was retarded for more than 24 hours and for up to 12 hours for *Staphylococcus epidermidis*. In conclusion, the methanol extracts of *Forsythiae Fructus* efficiently inhibited *Staphylococcus epidermidis* and *Shigella flexneri*.

Key words: *Forsythiae Fructus*, antimicrobial activity, food-borne pathogens

1. 서 론

식생활의 서구화 및 평균수명의 연장으로 인해 성인 병이 증가하고 건강에 대한 관심이 점차 높아져 가고 있다. 무역자유화에 따른 값싼 수입 식품재료들이 우리의 식탁에 자주 등장하게 되고 이와 같은 생활환경의 변화와 기상이변 등에 의해 콜레라나 이질, 식중독

등의 발생이 점차 증가하는 추세이다. 식중독의 정의는 여러 가지로 내려지고 있지만 일반적으로 오염된 식품, 첨가물, 기구, 용기 및 포장 등에 의하여 급성장애(acute gastro-intestinal trouble)를 일으키는 질병이라 일컬어진다(Kang SK 1995). 대부분의 식중독은 세균에 의한 식중독으로 그 유발 기작에 따라 감염형과 독소형으로 구분하고 있는데, 감염형은 균체의독소를 생산하지 않는 생균을 다량으로 음식물과 같이 섭취함으로써 발생하고, 이와 관련된 세균으로는 *Salmonella*, 장염 *Vibrio* 등이 있다. 독소형은 세균에 의해서 이미 생산된 균체의독소를 섭취함으로써 발생하는 것으로서

Corresponding author: Bae, Ji-Hyun, Keimyung University, 1000 Shindang-dong, Daeseo-gu, Daegu 707-701, Korea
Tel: 82-53-580-5875
Fax: 82-53-580-5885
E-mail: jhb@kmu.ac.kr

*Staphylococcus aureus*가 대표적인 원인균이다(Cho YS 등 1997). 이와 같은 식중독 유발세균의 억제 방법으로는 단백질 식품 중 달걀에 함유된 conalbumin과 avidin이 그람 양성균에 가장 효과가 있다는 보고가 있고(Boram RG 1969), 우유에 함유된 lactoferrin은 *Escherichia coli*의 증식억제에 효과가 있다고 알려져 있다(Oram JD 와 Reiter B 1968). 또한 Park CS(1997)는 황금, 작약, 대추, 감초로 구성된 황금탕이 *Shigella dysenteriae*에 강한 항균성을 보여 이들이 급성장염, 복통, 이질 등에 효과가 있음을 증명하였고, Park CS등(1997)도 oregano, clove 등의 향신료가 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*에 항균효과가 있음을 보고한 바 있다. 최근에는 식물 등의 천연 자원에서 새로운 항균성 물질을 탐색하려는 연구가 활발히 진행되고 있는데 이는 소비자들이 합성 첨가물의 안전성에 문제가 있다고 인식하고 있으며(Brewer MS 등 1994), 안전한 천연물의 사용을 희망하고 있기 때문이기도 하다(Gould GW 1996). 천연물의 항균 작용에 관한 연구로는 쑥(Kwon DJ 등 1997), 솔잎(Kuk JH 등 1997), 녹차(Senji S 등 1989), 한약재(Park UY 등 1992), 마늘(Kumar M 와 Berwal JS 1998), 민들레(Kim KH 등 1998), 정향(Park CS 와 Choi ME 1997, Park CS 1998) 등의 다양한 식용 식물이 항균 활성이 있는 것으로 보고되고 있고, 이러한 식용 식물은 항산화성(Kang WS 등 1998)을 비롯한 건강 식품으로서의 가치(Jeong DO 와 Jeong JH 1992)를 갖고 있기 때문에 가장 바람직한 천연 보존제로 인식되고 있다. 이들 식용 식물이나 그 추출물을 직접 식품에 이용한 연구로서 녹차 폴리페놀 항균성을 이용한 과자와 음료의 개발, 쑥을 첨가한 빵과 떡의 저장성 향상(Kim SI 등 1998) 등이 보고되고 있다. 본 연구에 사용한 연교는 개나리의 과실로 한방과 민간에서는 종창, 치질, 소염, 임파선염 등에 응용되어 오고 있다(육창수 1982). 본 실험에서는 이와 같은 연교 추출물의 항균활성을 검색하고 각종 식중독 유발세균의 증식에 미치는 영향을 조사해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

시료

본 실험에서 사용한 항균성 시험 대상 식물인 연교

는 한국산으로, 대구시 중구 남성로 약전 골목에서 건조 상태의 것을 구입하였다. 불순물을 제거하기 위해 가볍게 2번 수세하여 건조시킨 후, 추출용 시료로 사용하였다.

사용 균주 및 배지

연교 추출물의 항균실험에 사용한 균주는 한국인에게 가장 빈번히 발생하는 대표적 식중독 유발 세균 가운데 Gram(+)세균 2종과 Gram(-)세균 7종을 선택하여 한국과학기술연구원 생명공학연구소에서 분양 받아 사용하였다(Table 1). 균의 생육배지로는 모든 균주에 대하여 Tryptic Soy Broth(Difco, TSB)를 사용하여 37°C, incubator에서 18~24시간 배양하였다. 항균성 실험에 사용한 고체배지는 Tryptic Soy Agar(Difco, TSA)였다.

항균성 물질의 추출

건조시킨 연교 500 g에 대해 연교 중량의 2배 분량인 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol을 사용하여 항균성 물질을 추출하였다. 추출관에 연교를 넣고 1 L의 methanol을 넣은 후 실온에서 6시간 방치한 후, Whatman No.2 (Whatman international Ltd., England)에 여과하여 불순물을 제거하였다. 여과된 용액은 감압농축기(EYELA, N-N. Series. Japan)를 사용하여 35°C 에서 감압·농축하였으며 농축한 추출물은 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate 및 methanol을 각각 사용하여 용매 계통 분획하였다. 이 때 methanol 추출물과 각종 유기용매를 분별 깔대기에 넣고 5분간 수작업으로 흔들어 혼합한 후, 15분간 실온에 방치시킨 후 분리하였다. 연교의 열수추출물은 유기용매로 추출하고 남은 잔사에 1차 증류수를 넣고 100 °C에서 30분간 끓인 후 동일한 방법으로 여과하였다. 여과된

Table 1. List of microorganisms used for antimicrobial activity test

	Strains
Gram positive bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
Gram negative bacteria	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853
	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028
	<i>Salmonella paratyphimurium</i>
	<i>Shigella sonnei</i> ATCC 25931
	<i>Shigella dysenteriae</i> ATCC 9199
	<i>Shigella flexneri</i> ATCC 12022

용액은 감압농축기(EYELA, N-N. Series. Japan)를 사용하여 45℃에서 감압·농축하였으며 적당한 농도로 희석하여 실험에 사용하였다.

연교 추출물의 항균활성 측정

항균성 물질을 검색하기 위해 본 실험에서는 paper disc방법을 사용하였다(Lorian V 1991). Tryptic Soy Broth (TSB) 배지에 배양한 세균을 spectrophotometer (Nontron instruments. Italy) 560 nm에서 O.D.값 0.4로 흡광도를 조절하고 pour-plate method에 따라 Tryptic Soy Agar(TSA)배지가 분주된 배양접시에 균일하게 섞은 후 실온에서 굳혔다. 이 배지 위에 멸균된 paper disc를 시료 수에 맞게 올리고 밀착시킨 후 연교의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol, 열수추출물을 각각 250 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm으로 희석하여 20 μl씩 천천히 흡수시켰다. Control로 연교 추출물이 들어 있지 않은 70% ethanol을 실험 군과 동일한 방법으로 점적하였다. 준비된 모든 plate는 37℃에서 24시간 배양한 후 disc 주변에 생성된 clear zone(mm)의 크기를 측정하여 각 분획물의 항균 활성 정도를 측정하였다.

항균력의 상승효과 측정

연교 추출물을 다른 항균성 식물 추출물과 혼합했을 시 항균력의 상승 여부를 확인하고자 느릅나무 추출물과의 혼합을 시도하였다. 본 실험의 예비 실험에서 항균력이 있음이 입증된 연교의 열수 추출물과 느릅의 methanol추출물을 각각 500 ppm씩 섞고, 연교의 수물 1,000 ppm 및 느릅의 methanol추출물 1,000 ppm과 항균력을 비교하였다. 대상 균주는 *Staphylococcus epidermidis* 및 *Shigella flexneri*를 사용하고, 대조군으로 70% ethanol를 각 시료와 동일한 양인 20 μl씩 분주하여 검증하였다.

Table 2. Yield of organic solvents and water extracts from *Forsythiae Fructus*

Fraction	Dried weight(g)	Yield(%)
Petroleum ether extract	1.44	0.29
Chloroform extract	35.73	7.15
Ethyl acetate extract	3.50	0.70
Methanol extract	8.35	1.67
Aqueous extract	31.72	6.34

미생물의 생육 곡선 측정

연교의 열수 추출물을 membrane filter(0.2 μm, pore size. Toyoroshi Kaisha. Ltd. Japan)로 제균시키고, 액체 배지에 각 추출물을 2,500 ppm, 5,000 ppm, 및 10,000 ppm 농도별로 첨가하였다. 여기에 O.D.값을 0.4로 맞춘 세균 배양액을 10⁹배 희석하여 무균적으로 접종하고 37℃에서 72시간 배양하면서 12시간마다 세균 배양액의 증식정도를 660 nm에서 spectrophotometer로서 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

연교의 각종 유기용매 및 열수추출물의 수율

연교의 추출물을 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate 및 methanol로 각각 분리한 결과, 각 분획물의 추출 수율은 Table 2와 같이 나타났다. 백화사설초의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol 분획물 및 열수추출물은 각각 0.29%, 7.15%, 0.70%, 1.67%, 6.34%로 나타나, petroleum ether의 수율이 가장 낮았고 chloroform 추출물의 수율이 가장 높았다.

연교의 유기용매 및 열수추출물의 항균활성 검색

Paper disc 방법으로 연교의 각종 유기용매 분획물 및 열수추출물을 각종 식품부패균 및 식중독균에 적용시켜 항균 활성을 실험해 본 바 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. Gram 양성균에 대한 연교의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol 추출

Table 3. Antimicrobial activities of each solvent fraction from *Forsythiae Fructus* against *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*

Strains	Fraction conc. (ppm)	Clear zone on plate(mm) ¹⁾				
		PE	C	EA	M	W
<i>Staphylococcus aureus</i>	250	- ²⁾	-	-	8	8
	500	-	-	-	11.5	9
	1,000	-	-	-	14	13
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	250	-	-	11	10	7
	500	-	-	11	11	9
	1,000	7	-	12	12	11

¹⁾ Diameter ²⁾ No inhibitory zone was formed
 PE : Petroleum ether extract C : Chloroform extract
 EA : Ethyl acetate extract M : Methanol extract
 W : Water extract

물 및 열수추출물의 항균활성은 Table 3과 같이 나타나 disc에 점적한 연교의 각종 추출물의 농도가 증가할수록 항균 활성이 크게 나타났다. 본 실험에 사용한 각종 연교 추출물의 Gram 음성균에 대한 항균력 검색 결과는 Table 4와 같이 나타났다. 즉 농도가 증가할수록 항균 활성을 나타내는 inhibition zone의 크기가 증가하여 methanol 추출물의 경우 *Salmonella paratyphimutium*에 대해 1,000 ppm 농도에서 17 mm로 가장 큰 활성도를 나타내었다. 연교 추출물의 종류 및 농도에 따라 각 균주들에 대한 다른 활성을 나타내 균의 종류에 따라 각기 다른 항균활성을 나타내, 연교의 ethyl acetate 추출물은 *Salmonella paratyphimutium*에 대해 주된 항균 활성을 나타내었고, 연교의 열수추출물은 *Shigella flexneri*에서 가장 큰 활성을 나타내었다. 연교의 methanol 추출물은 본 실험에 사용한 모든 균주에 대해 항균활성을 나타내었고 250 ppm농도에서도 항균효

Table 4. Antimicrobial activities of each solvent fraction from *Forsythiae Fructus* against Gram negative bacteria

Strains	Fraction conc. (ppm)	Clear zone on plate(mm) ¹⁾				
		PE	C	EA	M	W
<i>Escherichia coli</i>	250	- ²⁾	-	-	7	7.5
	500	-	7	-	12	8.5
	1,000	-	8.5	-	14	13
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250	-	-	-	8	6
	500	-	-	-	11.5	8
	1,000	-	-	-	14	11.5
<i>Salmonella typhimurium</i>	250	-	-	-	7.5	7.5
	500	-	-	-	11	10
	1,000	-	-	-	15	13
<i>Salmonella paratyphimutium</i>	250	-	11	9	8	9
	500	8	11.5	15	15	10
	1,000	11.5	13	16	17	15
<i>Shigella sonnei</i>	250	-	8	-	7.5	7
	500	-	8.5	6	11	7.5
	1,000	-	11.5	7	11.5	11.5
<i>Shigella dysenteriae</i>	250	-	-	-	7	6
	500	-	-	-	8	7
	1,000	-	-	-	10	10
<i>Shigella flexneri</i>	250	-	-	-	7	7.5
	500	-	8	-	11	10.5
	1,000	-	11	-	15	14

¹⁾ Diameter, ²⁾ No inhibitory zone was formed

PE : Petroleum ether extract C : Chloroform extract

EA : Ethyl acetate extract M : Methanol extract

W : Water extract

과가 나타났다. 한편 쉰신나물의 methanol 추출물도 *S. aureus*의 생육억제 항균 활성이 있음이 보고된 바 있다(Lee ES 와 Seo BI 2003). 연교의 methanol 추출물은 Gram 음성균에 대해서도 폭넓은 항균력을 지니고 있음을 알 수 있었는데 Baek 등(1998)은 고삼의 에탄올 추출물이 *S. aureus*와 *E. coli*에서 항균효과를 보고한 바 있다. 연교의 petroleum ether 추출물과 chloroform 추출물의 경우도 모든 균주에 대해 그다지 큰 항균활성을 나타내지 않았다. Hong 등(1990)은 유백피의 butanol추출물이 Gram 양성균인 *S. aureus*, *S. faecalis* 및 *Bacillus sp.*에 대하여 발육억제 효과를 보이며 Gram 음성균인 *E. coli* 와 진균인 *Candida albicans*에 대해서는 억제효과가 없다고 보고한 바 있다. 또한 Moon 등(1999)은 손바닥 선인장의 메탄올 추출물은 그램 음성균 중 *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*에 항균 효과를 나타내었으며, 그램 양성균 중 *Bacillus subtilis*에 대해 항균효과를 나타낸다고 하였다. 그 밖에 대황의 메탄올 추출물도 항균 효과를 나타낸다고 보고된 바 있다(Kim MR 와 Lim MK 2003).

연교 추출물과 느릅나무 추출물의 상승효과

연교의 열수 추출물과 느릅나무의 methanol 추출물을 섞었을 경우 나타나는 항균효과는 Table 5와 같이 나타났다. 본 실험에서 가장 민감한 항균효과를 보였던 *Shigella flexneri*에 대한 두 식물 추출물의 항균력은, 연교 추출물과 느릅 추출물을 혼합했을 경우 더 크게 나타나, 연교의 열수 추출물만을 단독으로 1,000 ppm 준 경우(12 mm)보다 느릅의 methanol 추출물 500 ppm에 연교의 열수 추출물 500 ppm을 섞어 준 경우

Table 5. Antimicrobial activity of each and combined extracts from *Forsythiae Fructus* and *Ulmus davidianavar japonica*

Strains	Clear zone on plate(mm) ¹⁾			
	control	<i>Forsythiae Fructus</i> (1,000 ppm)	<i>Ulmus davidianavar japonica</i> (1,000 ppm)	Both ³⁾ (each 500 ppm)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	- ²⁾	12	21	16
<i>Shigella flexneri</i>	-	12	20	17

¹⁾ Diameter

²⁾ No inhibitory zone was formed

³⁾ *Forsythiae Fructus* and *Ulmus davidianavar japonica*

가 더 큰 항균력을 보였다(16 mm). *S. epidermidis* 균에 대해서도 두 추출물을 각각 500 ppm씩 섞어 투여한 경우가 연교의 열수 추출물 1,000 ppm을 단독으로 준 경우보다 높은 항균력을 보였다.

연교 추출물의 수용액 추출물이 미생물의 증식에 미치는 영향

Paper-disc 방법에 의한 항균활성 검색 실험에서 연교의 methanol 추출물과 수용액 추출물이 *Staphylococcus epidermidis* 및 *Shigella flexneri*에 가장 높은 항균력을 보였으므로 본 실험에서는 이 추출물이 이들 균주의 생육 저해에 미치는 영향을 성장 곡선을 통해 알아보기로 하였다. 연교의 수용액 추출물이 *Staphylococcus epidermidis*에 대해 미치는 생육 저해 정도는 Fig. 2와 같이 나타났다. 연교의 수용액 추출물을 넣지 않은 control의 경우, 배양 직후부터 O.D.의 급격한 증가를 보여 빠른 성장이 일어남을 관찰할 수 있었으나 연교의 수용액 추출물을 첨가한 경우 균의 증식이 완만하게 일어남을 확인할 수 있었다. 연교의 수용액 추출물이 *Shigella flexneri*에 대해 미치는 생육 저해 정도는 Fig. 3과 같이 나타났다. 연교의 수용액 추출물을 첨가하지 않은 control의 경우 배양 6시간 이후부터 증식이 급격하게 일어났으나, 수용액 추출물을 넣은 경우 10,000 ppm 농도에서 균의 증식을 24시간 억제할 수 있음을 알 수 있었다. Kang 등(1994)은 갖의 ethanol 추출물이 *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli*에 대해 생육 억제 효과가 있음을 보고한 바 있고, Park

CS(1998)는 *Pseudomonas aeruginosa*에 대해 솔잎 ethanol 추출물을 첨가하지 않은 대조군은 24시간 배양 후 O.D값이 2.5 정도로 최고의 증식을 보인 반면, 500ppm 이상의 추출물을 첨가한 실험군에서는 O.D값이 0.05 ~ 0.2정도로 균의 증식이 억제됨을 보고한 바 있어 천연물에서 추출한 다양한 종류의 항균성 물질을 잘 활용하면 각종 식중독 유발 세균의 증식을 효율적으로 억제할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 경우 Gram(+)균이나 Gram(-)균의 경우 특정 세균만을 대상으로 한 실험 결과로, 추후 좀 더 광범위한 식중독 유발 세균에 대한 항균성 검색이 필요하리라 사료된다.

IV. 요약

본 연구에서는 식중독 유발세균에 대한 항균활성이 우수한 천연 항균성 물질을 검색하기 위해 예로부터 민간과 한방에서 널리 이용되어 온 연교를 각종 유기 용매로 추출하여 식중독 유발세균에 대한 항균활성을 조사해 보았다. 연교를 petroleum ether, chloroform, ethly acetate, methanol를 이용하여 실온에서 각각 용매 별로 계통 분획하고, 열수추출물을 얻은 후, 9종의 식중독 유발세균 (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella paratyphimurium*, *Shigella flexneri*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella dysenteriae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella sonnei*)에 대하여 항균효과를 조사하였다. 연교 추출물의 농도별

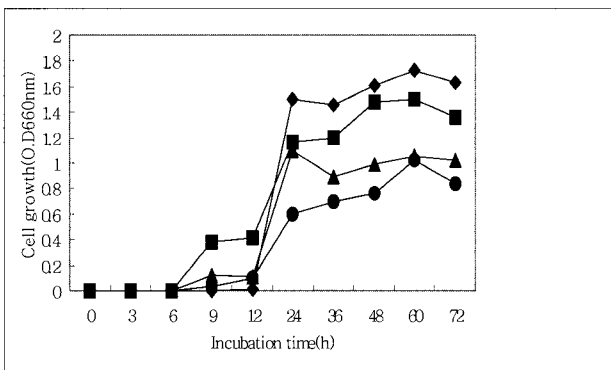


Fig. 1. Effect of aqueous extract of *Forsythiae Fructus* on the growth of *Staphylococcus epidermidis*
 Concentration of ethyl acetate extract : (◆), control ; (■), 2,500 ppm; (▲), 5,000 ppm; (●), 10,000 ppm

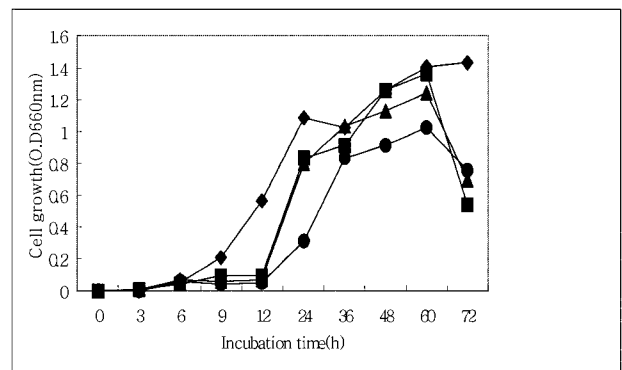


Fig. 2. Effect of aqueous extract of *Forsythiae Fructus* on the growth of *Shigella flexneri*
 Concentration of ethyl acetate extract : (◆), control ; (■), 2,500 ppm; (▲), 5,000 ppm; (●), 10,000 ppm

항균 활성 검색에서는 연교의 열수 추출물이 가장 큰 항균 효과를 보였으며 *Staphylococcus epidermidis*와 *Shigella flexneri*가 가장 민감하게 반응하는 균주였다. 연교의 열수 추출물과 느릅나무의 methanol 추출물을 혼합하여 항균력을 측정해 본 결과 두 추출물을 섞어 첨가했을 경우가 단독으로 사용했을 시 보다 상승효과를 나타내었다. 또한 연교의 열수 추출물이 식중독 유발세균의 성장에 미치는 효과를 검정하기 위해 *Staphylococcus epidermidis* 및 *Shigella flexneri*의 배양액에 연교의 열수 추출물을 각각 10,000 ppm 농도로 첨가했을 시, *Staphylococcus epidermidis*의 생육이 12시간 이상까지 억제됨을 관찰할 수 있었고, *Shigella flexneri*의 생육도 24시간까지 지연시킬 수 있었다. 이상의 결과 연교의 열수 추출물은 *S. epidermidis*와 *Shigella flexneri*의 성장을 효과적으로 억제시킴을 알 수 있었다.

참고문헌

- 육창수, 1982, 한국약품식품자원도감, 진명출판사, 서울, pp 309
- Baek NI, Shin DH, An EY and Oh JA. 1998. Biological activity/nutrition : isolation and identification of antimicrobial active substance from *Sophora flavescens*. Kor J Food Sci Technol. 30(3): 672-679
- Brewer MS, Sprouls GK and Russon C. 1994. Consumer attitudes toward food safety issues. J. Food safety 14:63- 76
- Boram RG. 1969. The microbiology of the hen's egg, In Advances in Applied Microbiology, Vol. II. Academic Press, New York. pp 345
- Cho YS, Kim HS, Kim SK, Kwon OC, Jeong SJ and Lee YM. 1997. Antibacterial and bactericidal activity of green tea extracts. J Kor Tea Soc 3(2): 89-103
- Dapkevicius A, Venskutonis R, Beek T and Linssen JP. 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. J Sci. Food Agric 77:140-146
- Gould, GW. 1996. Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. J Food Prot Suppl 3:82-87
- Hong ND, Kim NJ, Noh YS and Kim, JS. 1990. Studies on the pharmacological activities and constituents of *Ulm Cortex*. Kor J Pharm 21(3): 201-204
- Jeong DO and Jeong JH. 1992. Studies on antimicrobial substances of *Ganoderma lucidum*. Kor J Food Sci Technol 24(6):552-557
- Kang SK. 1995. Isolation and antimicrobial activity of antimicrobial substance obtained from leaf mustard (*Brassica juncea*). Kor J Food Sci Technol 24:697-698
- Kang SK, Sung NK, Park SK, Kim YD, Shin SC and Seo JS. 1994. Screening of antimicrobial activity of leaf mustard (*Brassica Juncea*) extract. J Kor Soc Food Nutr 23(6):1008-1013
- Kang WS, Kim JH, Park EJ and Yun KL. 1998. Antioxidative property of turmeric (*Curcumae rhizoma*) ethanol extract. Kor J Food Sci Technol 30(2):266-271
- Kim KH, Jun HJ and Han YS. 1998. Originals: Screening of antimicrobial activity of the dandelion (*Taraxacum platycarpum*) extract. Kor J Soc Food Sci 14(1):114-118
- Kim MR and Lim MK. 2003. Antimicrobial activity of methanol extract from *Rheum tanguricum* against food hazardous microorganisms. Kor J Soc Food Cookery Sci 19(4):470-476
- Kim SI, Kim KJ, Jeong HU and Han YS. 1998. Originals: Effect of mugwort on the extension of shelf-life of bread and rice cake. Kor J Soc Food Sci 14(1):106-113
- Kuk JH, Ma SJ and Park KH. 1997. Isolation and characterization of benzoic acid with antimicrobial activity from needle of *Pinus densiflora*. Kor J Food Sci Technol 29(2):204-210
- Kumar M and Berwal JS. 1998. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). J Appl Bacteriol. 84:213-215
- Kwon DJ, Park JH, Kwon M, Yu JY and Gu YC. 1997. Optimal extracting condition of growth-inhibitory component of wormwood (*Artemisia princeps*) against *Clostridium perfringens*. Agric Chem Biotechnol 40(4):267-270
- Moon YI, Lee YC, Han YN and Jeong SW. 1999. Quality characteristics of wet noodle added with powder of *Ountia Ficusindica*. Kor J Food Sci Technol 31(6): 1604-1612
- Lee ES and Seo BI. 2003. Growth inhibition of *Staphylococcus aureus* by *Agrimonia pilosa Ledeb.* extract. J Oriental Med Pathol 3(1): 37-42
- Lee SH and Choi UJ. 1998. Microbiology/Fermentation: Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi. Kor J Food Sci. Technol. 30(3):624-629
- Lorian V. 1991. Antibiotics in antimicrobials in liquid media, Williams and Willkins, New York. USA. pp 52-59
- Oram JD and Reiter B. 1968. Inhibition of bacteria by lactoferrin and other iron chelating agents. Biochem Biophys Acta 17:351-354
- Park CS. 1997. Effect of spices on the growth of pathogenic bacteria. Kor J Soc Food Sci 13(3):330-337
- Park CS. 1998. Antibacterial activity of ethanol extract of pine needle against pathogenic bacteria. Kor J Postharvest Sci. Technol 5(4):380-385
- Park CS. 1998. Originals: Inhibition of *Escherichia coli* O157 : H7 by clove (*Eugenia caryophyllata thumb*). Kor J Soc Food Sci 14(1):9-15

- Park CS and Choi ME. 1997. Originals:Effect of clove (*Eugenia caryophyllata thumb*) on the survival of monocytogenes and *Salmonella typhimurium* during cold storage. Kor J Soc Food Sci 13(5):602-608
- Park CS, Park KS and Kim ML. 1997. Originals:Effect of oregano (*Origanum vulgare*) on the Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* during cold storage. Kor J Soc Food Sci 13(4):440-447
- Park NY, Jeong NJ, Kim HG and Kwon JH. 1998. Chemistry/Analysis: Optimization for electron donating ability and organoleptic properties of ethanol extracts from *Chrysanthemum petals*. Kor J Food Sci Technol. 30(3):523-528
- Park UY, Jang DS and Cho CL. 1992. Antimicrobial effect of *Lithospermi radix* (*Lithospermum erythrorhizon*) extract. J Kor Soc Food Nutr 21(1):97-100
- Senji S, Kim M, Taniguchi M and Yamamoto T. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. Agric Biol Chem 53:2307-2310
- Yin MC and Cheng WS. 1998. Inhibition of *Aspergillus Niger* and *Aspergillus flavus* by some herb and spices. J Food Prot 61(1):123-125

(2005년 3월 3일 접수, 2005년 6월 21일 채택)