

식중독 유발세균의 증식에 미치는 황련 추출물의 효과

† 배 지 현

계명대학교 식품영양학과

Antimicrobial Effect of *Plagiorhegama dubium* Extracts on Food-borne Pathogen

† Ji-Hyun Bae

Department of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 705-701, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the antimicrobial activities of the *Plagiorhegama dubium* extracts against food-borne pathogens. The methanol extract was partitioned into petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, and methanol portions. The antimicrobial activity of the *P. dubium* extracts was determined using a paper disc method against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. The methanol extracts of *P. dubium* showed the highest antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The synergistic effect has been found in combined extracts of *P. dubium* and *Hedyotis diffusa* as compared to each extracts alone. Finally, the growth inhibition curve was determined using methanol extracts of *P. dubium* against *S. aureus* and *E. coli*. The methanol extract of *P. dubium* showed strong antimicrobial activity against *S. aureus* at the concentration of 4,000 ppm. The 4,000 ppm of ethyl acetate portion from *P. dubium* retarded the growth of *S. aureus* more than 36 hours and *E. coli* up to 60 hours. The methanol extracts of *P. dubium* has been shown the antimicrobial activity against *S. aureus* and *E. coli*.

Key words : *Plagiorhegama dubium*, antimicrobial activity, food-borne pathogens

서론

소득의 향상과 더불어 생활수준이 높아짐에 따라 보다 신선하고, 농약 등의 화학물이 포함되어 있지 않은 식품에 대한 소비자의 선호도가 높아지고 있다. 또 외식산업의 번성과 단체급식이 늘어남에 따라 식중독 사고의 위험 등이 높아지고 있는 추세로 이에 따라 식품의 안전성과 위생문제에 대한 관심이 더 높아지게 되었다. 우리나라 경우 식중독 발생의 주 원인균으로 살모넬라균이나 포도상구균, 세균성 이질균 등을 들 수 있는데, 이와 같은 식중독 유발 세균에 대한 안전성을 확보하기 위해 여러 종류의 화학적 식품보존

제가 만들어지고 있지만, 이들의 안전성과 환경 친화성 문제가 대두되면서 천연물에서 추출한 물질로부터 새로운 보존제를 개발하려는 연구들이 많이 진행되고 있다¹⁻³⁾. 따라서 본 연구에서는 예로부터 한약재로 많이 이용되어온 황련을 사용하여, 이들 추출물이 식중독 유발 세균에 미치는 항균성에 대해 연구해 보고자 하였다.

황련(*Plagiorhegama dubium*)은 미나리아재비과의 여러해살이풀로 민가에서는 장이나 위에 쌓여서 일어나는 설사나 위열로 인한 구도에 유효하며 해열과 해독 작용이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 강한 항균작용을 하는 것으로 알려진 성분은 berberine인데 이는 위

† Corresponding author : Ji-Hyun Bae, Department of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 705-701, Korea.

Tel : +82-53-580-5875, Fax : +82-53-580-5885, E-mail : jhb@kmu.ac.kr

장내의 세균과 진균 및 대장내의 감염에 대하여 항균력이 강하여 위염과 위장 및 대장 내 발효를 개선하고, 소화관에 정체된 내용물에 대장균이 작용하여 gas를 생성하는 것을 방지하는 것으로 알려져 있다⁴⁾. 황련과 관련된 최근 연구 동향을 살펴보면 황금과 황련의 열수 추출물이 아질산염을 소거한다는 연구가 보고되고 있으며⁵⁾, 황련이 치아우식증에 관련있는 *Streptococcus mutans*의 성장과 산 생성 및 균체 부착 등의 억제에 효과가 있다는 연구 결과가 있다⁶⁾. 이 외에도 대황과 황련 추출물을 처리한 딸기와 오이의 경우, 이들의 저장 중 품질 특성의 저하가 최소화되는 것으로 알려져 있다⁷⁾. 이와 같이 약재로서의 황련의 활용에 대한 연구는 다양하게 이루어져 왔으나, 식품 보존과 관련된 식중독성 미생물에 대한 항균효과의 연구는 부족한 실정이라, 본 연구에서는 황련 추출물이 각종 식중독 유발 세균의 증식에 미치는 항균성을 검증해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 항균성 시험 대상 식물인 황련은 한국산으로, 대구시 중구 남성로 약전 골목에서 2003년 11월, 건조 상태의 것을 구입하였다. 불순물을 제거하기 위해 가볍게 2번 수세하여 건조시킨 후, 추출용 시료로 사용하였다.

2. 사용 균주 및 배지

황련 추출물의 항균실험에 사용한 균주는 Gram 양성세균 2종과 Gram 음성세균 7종으로 총 9종을 한국과학기술연구원 생명공학연구소에서 분양 받아 사용하였다(Table 1). 균의 생육배지로는 모든 균주에 대하여 Tryptic Soy Broth(Difco, USA)를 사용하여 37°C, incubator에서 18~24시간 배양하였다. 항균성 실험에 사용한 고체배지는 Tryptic Soy Agar(Difco, USA)였다.

3. 항균성 물질의 추출

건조시킨 황련 300 g에 대해 황련 중량의 2배 분량인 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol을 사용하여 항균성 물질을 추출하였다. 추출관에 황련을 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°C에서 감압·농축하였으며 농축한 추출물은 petroleum

Table 1. List of microorganisms used for anti-microbial activity test

Strains	
Gram positive bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 27348
Gram negative bacteria	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853
	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028
	<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076
	<i>Shigella sonnei</i> ATCC 25931
	<i>Shigella dysenteriae</i> ATCC 9199
	<i>Shigella flexneri</i> ATCC 12022

ether, chloroform, ethyl acetate 및 methanol을 각각 사용하여 용매 계통 분류하였다. 황련의 열수 추출물은 유기용매로 추출하고 남은 잔사에 1차 증류수를 넣고, 실온에서 6시간 방치한 뒤 여과하여 100°C에서 30분간 끓인 후 동일한 방법으로 농축하였다. 농축한 용액은 적당한 농도로 희석하여 실험에 사용하였다.

4. 황련 추출물의 항균효과 검색

항균성 물질을 검색하기 위해 본 실험에서는 paper disc 방법을 사용하였다⁸⁾. Tryptic Soy Broth(TSB)배지에 배양한 세균을 spectrophotometer(Nontron Instruments, Italy) 560nm에서 O.D.값 0.4로 흡광도를 조절하고 pour-plate method에 따라 Tryptic Soy Agar(TSA)배지가 분주된 배양접시에 균일하게 섞은 후 실온에서 균했다. 이 배지 위에 멸균된 paper disc를 시료 수에 맞게 올리고 밀착시킨 후 황련의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol, 열수 추출물을 각각 250, 500, 1,000, 2,000 ppm으로 희석하여 20 µL씩 천천히 흡수시켰다. Control로 황련 추출물이 들어 있지 않은 70% ethanol을 실험군과 동일한 방법으로 점적하였다. 준비된 모든 plate는 37°C에서 24시간 배양한 후 disc 주변에 생성된 clear zone(mm)의 크기를 측정하여 각 분획물의 항균 활성 정도를 측정하였다.

5. 항균력의 상승효과 측정

황련 추출물을 다른 항균성 식물 추출물과 혼합했을 시 항균력의 상승 여부를 확인하고자 백화사설초 추출물과의 혼합을 시도하였다. 본 실험의 예비 실험에서 항균력이 있음이 입증된 황련의 methanol 추출물과 백화사설초의 methanol 추출물을 각각 1,000 ppm씩 섞고, 황련의 methanol 추출물 2,000 ppm 및 백화사설초의 methanol 추출물 2,000 ppm과 항균력을 비교하였

다. 대상 균주는 *Staphylococcus aureus*를 사용하고 대조군으로 70% ethanol을 각 시료와 동일한 양인 20 μ L 씩 분주하여 검증하였다.

6. 미생물의 생육 곡선 측정

황련의 methanol 추출물을 membrane filter(0.2 μ m pore size, Toyoroshi Kaisha, Ltd, Japan)로 제균시키고, 액체배지에 각 추출물을 1,000 ppm, 2,000 ppm 및 4,000 ppm 농도별로 첨가하였다. 여기에 O.D.값을 0.4로 맞춘 세균 배양액을 10⁹배 희석하여 무균적으로 접종하고 37°C에서 72시간 배양하면서 12시간마다 세균 배양액의 증식 정도를 660 nm spectrophotometer에서 측정하였다⁹⁾.

결과 및 고찰

1. 황련의 각종 유기용매 및 열수추출물의 수율

황련의 추출물을 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate 및 methanol로 각각 분리한 결과, 각 분획물의 추출 수율은 Table 2와 같이 나타났다. 황련의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol 분획물 및 열수 추출물은 각각 0.3, 1.1, 0.8, 25.1 및 27.5%로 나타나, petroleum ether의 수율이 가장 낮았고 열수 추출물의 수율이 가장 높았다.

2. 황련의 항균활성 검색

Paper disc 방법으로 황련의 각종 유기용매 분획물 및 열수 추출물을 각종 식품 부패균 및 식중독균에 적

Table 2. Yield of organic solvents and water extracts from *Plagiorhegama dubium*

Fraction	Dried weight(g)	Yield(%)
Petroleum ether extract	1.0	0.3
Chloroform extract	3.5	1.1
Ethyl acetate extract	2.4	0.8
Methanol extract	75.4	25.1
Aqueous extract	82.6	27.5

용시켜 항균 활성을 실험해 본 바 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. Gram 양성균에 대한 황련의 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol 추출물 및 열수 추출물의 항균 활성은 Table 3과 같이 나타나 disc에 점적한 황련의 각종 추출물의 농도가 증가할수록 항균 활성이 크게 나타났다. 황련 추출물의 종류 및 농도에 따라 각 균주들에 대한 다른 활성을 나타내 균의 종류에 따라 각기 다른 항균 활성을 나타내, 황련의 ethyl acetate 추출물은 *Bacillus cereus*에 대해 주된 항균 활성을 나타내어 500 ppm 농도에서도 항균 효과가 나타났다. 황련에는 berberine이라는 성분이 위장내의 세균과 진균 및 대장내의 감염에 대한 항균력이 강하여 위염이나 위장 및 대장의 발효 조건을 개선하는 것으로 알려져 있다⁴⁾. 한편 Yoo¹⁰⁾ 등은 매자나무(Berberidaceae)의 berberine 함량의 계절적 변화에 대해 연구한바 있으며, 황백(*Phellodendri cortex*)의 berberine형 alkaloid 성분의 비교 연구도 함께 진행하였다¹¹⁾. 본 실험

Table 3. Antimicrobial activities of each solvent fraction from *Plagiorhegama dubium* against Gram positive bacteria

Strains	Fraction conc. (ppm)	Clear zone on plate(mm) ¹⁾				
		PE	C	EA	M	W
<i>Staphylococcus aureus</i>	250	- ²⁾	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	12	8
	2,000	-	-	-	15	11
<i>Bacillus cereus</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	9	-	-
	1,000	-	-	10	-	-
	2,000	-	-	12	-	-

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 .

험에 사용한 각종 황련 추출물의 Gram 음성균에 대한 항균력 검색 결과는 Table 4와 같이 나타났다. 황련의 methanol 추출물은 Gram 음성균에 대해서도 폭넓은 항균력을 지니고 있음을 알 수 있었는데 특히 *E. coli*에 대한 항균성이 가장 높게 나타났다. 즉 농도가 증가할수록 항균 활성을 나타내는 inhibition zone의 크기가 증가하여 methanol 추출물의 경우 *Escherichia coli*에

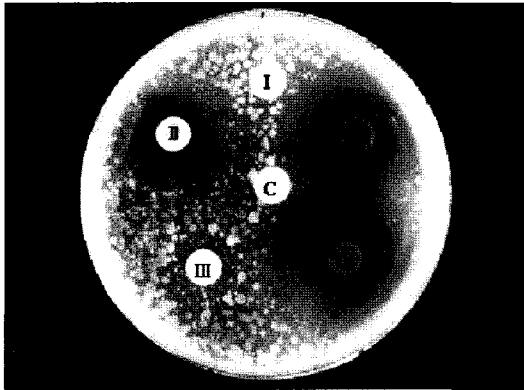
대해 2,000 ppm 농도에서 25 mm로 가장 큰 활성도를 나타내었다(Fig. 1). Lee와 Park¹²⁾은 부추 추출물이 *E. coli*의 생육을 억제하는 것을 밝혔고, Kim¹³⁾등은 *E. coli*를 접종한 배지에 3%의 마늘을 첨가하였을 때 생균의 수가 5 log cycle만큼 감소하였다고 보고한 바 있다. Sim¹⁴⁾등은 초피와 산초 잎의 유기용매 추출물이 *E. coli*와 *Bacillus subtilis*에 항균성을 나타낸다고 밝힌 바

Table 4. Antimicrobial activities of each solvent fraction from *Plagiorhegama dubium* 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⁾	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	9	-	21	18
	2,000	-	13	-	25	22
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	-	-
	2,000	-	-	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	-	-
	2,000	-	-	-	-	-
<i>Salmonella enteritidis</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	-	-
	2,000	-	11	-	15	13
<i>Shigella sonnei</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	15	12
	2,000	-	-	-	18	16
<i>Shigella dysenteriae</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	-	-
	2,000	-	-	-	-	-
<i>Shigella flexneri</i>	250	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-
	1,000	-	-	-	14	12
	2,000	-	-	-	18	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.



C: control (70% ethanol), I: petroleum ether extract, II: chloroform extract, III: ethyl acetate extract, IV: methanol extract, V: Aqueous extract

Fig. 1. Antimicrobial activities of various extract of *Plagiorhegama dubium* Maxim against *Escherichia coli* at the concentration of 2,000 ppm.

있다. 한편 본 실험에 사용한 황련 추출물의 농도가 250 ppm 이하인 경우에는 항균 효과를 검증할 수 없었고, 황련의 petroleum ether 추출물과 chloroform 추출물의 경우도 모든 균주에 대해 그다지 큰 항균 활성을 나타내지 않아 500 ppm 농도 이상에서만 항균력을 관찰할 수 있었다.

3. 황련 추출물과 백화사설초 추출물의 상승 효과

황련의 methanol 추출물과 본 실험의 예비실험에서 강력한 항균 효과를 보였던 백화사설초의 methanol 추출물을 섞었을 경우 항균효과는 Table 5와 같이 나타났다. 본 실험에서 가장 민감한 항균 효과를 보였던 *S.*

Table 5. Antimicrobial activity of combined methanol extracts from *Plagiorhegama dubium* and *Hedyotis diffusa*

Strains	Clear zone on plate(mm) ¹⁾ at 1,000 ppm			
	Control	<i>Plagiorhegama dubium</i> (2,000 ppm)	<i>Hedyotis diffusa</i> (2,000 ppm)	Both ³⁾ (each 1,000 ppm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	- ²⁾	15	11	17
<i>Escherichia coli</i>	-	14	-	17

¹⁾ Diameter.

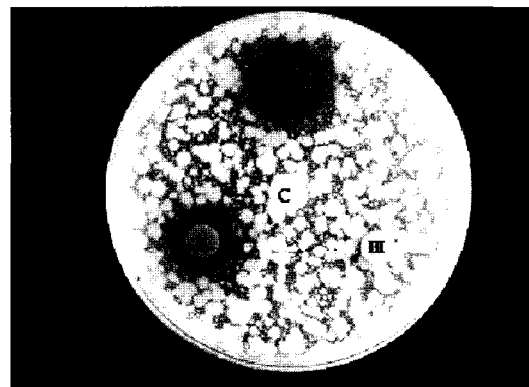
²⁾ No inhibitory zone was formed.

³⁾ *Plagiorhegama dubium* and *Hedyotis diffusa*.

aureus 에 대한 두 식물 추출물의 항균력은 황련 추출물과 백화사설초 추출물을 혼합했을 경우 더 크게 나타나, 황련의 methanol 추출물만을 단독으로 2,000 ppm 준 경우(15 mm)보다 황련의 methanol 추출물 1,000 ppm에 백화 사설초의 methanol 추출물 1,000 ppm을 섞어 준 경우가 더 큰 항균력을 보였다(17 mm). *Shigella sonnei* 균에 대해서도 두 추출물을 각각 1,000 ppm씩 섞어 투여한 경우가 황련의 methanol 추출물 2,000 ppm을 단독으로 준 경우보다 높은 항균력을 보였다(Fig. 2).

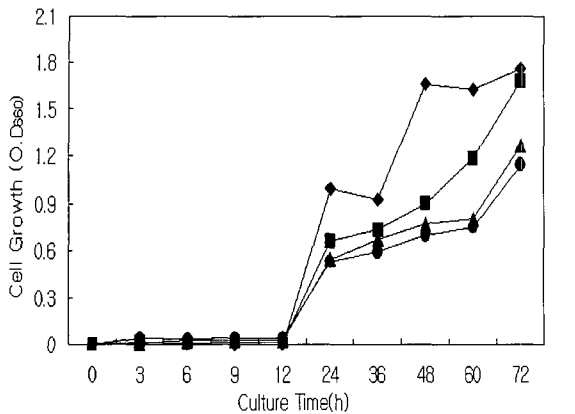
4. 황련의 Methanol 추출물이 Gram 음성 및 Gram 양성균의 증식에 미치는 영향

황련의 methanol 추출물을 농도별로(0, 1,000, 2,000 및 4,000 ppm) TSB 배지에 첨가하고, Gram 양성균인 *S. aureus* 와 Gram 음성균인 *E. coli* 에 각각 접종시켜 72시간 배양하면서 일정 시간 간격으로 균주의 성장 정도를 측정해 본 바, Fig. 3 및 Fig. 4와 같은 증식곡선을 얻을 수 있었다. *E. coli* 의 경우, 황련의 methanol 추출물을 넣지 않은 control 배지에서 배양했을 시 12 시간 후부터 급격한 증가를 보여 빠른 성장이 일어남을 관찰할 수 있었다. 황련의 methanol 추출물 1,000 ppm을 첨가한 배지에서는 균의 성장이 36시간까지 억제됨을 관찰할 수 있었고, 4,000 ppm의 농도에서는 60 시간 이상까지 균의 증식이 지연되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 한편 Heo¹⁵⁾ 등은 50가지의 생약재의 에탄올



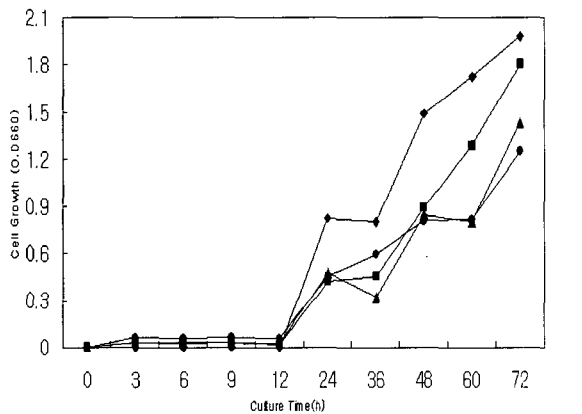
C: control (70% ethanol), I: *Plagiorhegama dubium*(1,000 ppm) and *Hedyotis diffusa*(1,000 ppm)
II: *Plagiorhegama dubium* (2,000 ppm)
III: *Hedyotis diffusa* (2,000 ppm)

Fig. 2. Antimicrobial activities of methanol extract of *Plagiorhegama dubium* Maxim, methanol extract of *Hedyotis diffusa* Willd and both extracts against *Shigella sonnei*.



Concentration of ethyl acetate extracts : (◆), control ; (■), 1,000 ppm; (▲), 2,000 ppm; (●), 4,000 ppm

Fig. 3. Effect of methanol extracts of *Plagiorhagama dubium* against the growth *Escherichia coli*.



Concentration of ethyl acetate extracts : (◆), control ; (■), 1,000 ppm; (▲), 2,000 ppm; (●), 4,000 ppm

Fig. 4. Effect of methanol extracts of *Plagiorhagama dubium* against the growth of *Staphylococcus aureus*.

및 열수 추출물이 *S. aureus*와 *E. coli*에 대한 항균성이 있음을 밝혔다. Kim¹⁶⁾등은 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 우유내의 LP system의 생리기능 및 항균성에 관해 연구한 바 있으며, Kim¹⁷⁾등은 녹차 추출물이 *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhimurium*와 빵이나 밥 등의 부패원인균인 *Bacillus subtilis* 등에 항균성이 있다고 밝혔다. 이 처럼 천연물에서 분리되는 각종 항균성 물질을 잘 섞어 활용하면 식중독균의 성장을 효율적으로 억제할 수도 있을 것으로 사료된다. 황련의 methanol 추출물이 *S. aureus*에 대해 미치는 생육 저해 정도를 동일한 방법으로 72시간 동안 살펴본 바 Fig.

4와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 황련의 methanol 추출물을 첨가하지 않은 control의 경우 배양 후 12시간 부터 급속한 균의 증식을 볼 수 있었고, 4,000 ppm 농도를 첨가하였을 경우 균의 증식이 완만하게 이루어져 황련의 methanol 추출물이 *S. aureus*와 *E. coli* 균의 성장을 효율적으로 억제시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 식중독 유발 세균에 대한 항균 활성이 우수한 천연 항균성 물질을 검색하기 위해 예로부터 민간과 한방에서 널리 이용되어온 황련을 각종 유기용매로 추출하여 식중독 유발 세균에 대한 항균 활성을 조사해 보았다. 황련을 petroleum ether, chloroform, ethyl acetate, methanol를 이용하여 실온에서 각각 용매별로 계통 분획하고, 열수추출물을 얻은 후, 9종의 식중독 유발세균(*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella dysenteriae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella sonnei*)에 대하여 항균 효과를 조사하였다. 황련 추출물의 농도별 항균 활성 검색에서는 황련의 methanol 추출물이 가장 큰 항균 효과를 보였으며 *S. aureus*와 *E. coli*가 가장 민감하게 반응하는 균주였다. 황련의 methanol 추출물과 백화사설초의 methanol 추출물을 혼합하여 항균력을 측정해 본 결과 두 추출물을 섞어 첨가했을 경우가 단독으로 사용했을 시 보다 상승효과를 나타내었다. 또한 황련의 methanol 추출물이 식중독 유발세균의 성장에 미치는 효과를 검정하기 위해 *S. aureus* 및 *E. coli*의 배양액에 황련의 methanol 추출물을 각각 4,000 ppm 농도로 첨가했을 시, *E. coli*의 생육이 60시간 이상까지 억제됨을 관찰할 수 있었고, *S. aureus*의 생육도 36시간까지 지연시킬 수 있었다. 이상의 결과 황련의 methanol 추출물은 *S. aureus*와 *E. coli*의 성장을 효과적으로 억제시킬 수 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1 Moon, BS. Food Sanitation, 2nd ed., pp. 75-116. Shinkwang Publishing Co. Seoul, Korea. 2003
- 2 Kang, SK. Isolation and antimicrobial activity of antimicrobial substance obtained from leaf mustard (*Brassica juncea*). *Kor. J. Food Sci. Technol.* 24 :697-698. 1995

3. Park, SK, Park, JR, Lee, SW, Seo, KI, Kim, SK and Shim, KH. Antimicrobial activity and heat stability of water-pretreated extract of leaf mustard dolsan(*Brassica juncea*). *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 24:710-715. 1995
4. Sin, KH, An, DK, Woo, ER, Park, HK, Lee, JS and Yun, WS. A Study on the extraction efficiency of berberine in *Coptidis rhizoma*. *J. Kor. Analytical Sci.* 10(2):83-91. 1997
5. Kim, YJ, Park, JW, Lee, MJ, Kim, JK and Choi, DY. Nitrite scavenging activity of water-extract from *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Coptis chinensis* Franch. *J. Oriental Med. Pathol.* 14(2):108-118. 2000
6. Jang, GH, An BY, Oh SH, Choi DS and Kown YJ. Anticariogenic effects of *Coptis chinensis* Franch Extract. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32(6): 1396-1402 (2000)
7. Cho, SH, Park, UP and Jung, SK. Changes in the keeping quality of strawberry and cucumber treated with Korean medical herb extracts. *Kor. J. Gerontol.* 7(2): 145-150. 2000
8. James, GC and Sherman, J. Chemotherapeutic agent in microbiology, A laboratory manual chemical agents of control, 2nd ed., pp. 247-254. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. 1987
9. Karapinar, M. Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *Int'l J. Food Microbiol.* 10:193-200. 1990
10. Yoo, SJ, Lee, KB and Kwak, JH. Original articles; studies on the seasonal variation of berberine contents in *Berberis koreana*. *Kor. J. Pharmacognosy.* 17(2):123-128. 1986
11. Park, JW, Kim, CH, Lee, MJ, Kim, JK and Choi, DY. Antioxidant and nitrite scavenging activity of water- extract from *Phellodendron amurense* Rupr. *J. Oriental Med. Pathol.* 13(1):112-118. 1999
12. Lee, JA and Park IS. Growth retardation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* by leek extract *J. Food. Sci. Nutr.* 30(1):196-198. 2001
13. Kim, SY, Sin, WS, Kim, MH and Lee, JS. Antimicrobial activity of garlic juice against *Escherichia coli* O157:H7 *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35(4): 752-755. 2003
14. Sim, KW, Kim, J, Cho, YS, Seo, KI and Ju, OS. Antimicrobial activities of *Zanthoxylum schinifolium* and *Zanthoxylum piperitum* leaves. *Kor. J. Gerontol.* 7(2): 195-200. 2000
15. Heo, TR, Lee, YM, Choi, SI and Chae, H. Research papers: Antimicrobial effects of herbal medicine extracts on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7. *Kor. J. Biotechnol. Bioengineering* 17(6): 537-542. 2002
16. Kim, DW, Nam, ES, Jung, CI and Joun HI. Studies on the biological function and antibacterial Effect of lactoperoxidase system in milk and antibacterial effect of lactoperoxidase system against *Escherichia coli* O157:H7. *J. Kor. Food Hygiene Safety* 13(1): 1-5. 1998
17. Kim, CS, Jung, SK, Oh, YK and Kim, RY. Antimicrobial activity of green tea against putrefactive microorganism in steamed bread. *J. Food. Sci. Nutr.* 32(3):413-417. 2003

(2005년 2월 5일 접수; 2005년 2월 22일 채택)