KOREAN J FOOD COOKERY SCI
Vol. 21, No. 1, (P.84~93) FEB, 2005

국내산 무화과의 식중독균에 대한 항균활성

정미란 · 차정단[1] · 이영은[2*]
원광대학교 한의학전문대학원, [1]전북대학교 치과대학 구강미생물학교실,
[2]원광대학교 식품영양학 전공

Antibacterial Activity of Korean Fig (*Ficus carica* L.) against Food Poisoning Bacteria

Mi-Ran Jeong, Jeong-Dan Cha[1], Young-Eun Lee[2*]
Professional Graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang Univ.,
[1]Dept. of Oral microbiology, School of Dentistry, Chonbuk Nat'l. Univ.,
[2]Major in Food and Nutrition, Wonkwang Univ., Iksan, Korea

Abstract

The antibacterial activities of methanol extract and systematic solvent fractions(-hexane, chloroform, ethyl acetate, and butanol) from Korean common type figs at different ripening stages were tested by the broth dilution method against 8 representative food-poisoning bacteria- : *L. monocytogenes, S. aureus, S. enteritidis, E. coli* O157:H7, *E. coli, Y. enterocolitica, V. parahaemolyticus*, and *S. typhimurium*. The methanol extracts of unripened I and II showed stronger activity than that of the ripened figs especially against *L. monocytogenes, S. enteritidis, E. coli* O157:H7, *V. parahaemolyticus* and *S. typhimurium* in 10 mg/mL. The systematic solvent fractions showed stronger antibacterial activities than the methanol extract, even at the lower concentrations. The hexane fraction of ripened figs showed higher growth inhibition than those of unripened I and II against *L. monocytogenes, E. coli* O157:H7, *Y. enterocolitica* and *V. parahaemolyticus*. The chloroform fraction showed strong antibacterial activity in all ripening stages against *E. coli* O157:H7 and *V. parahaemolyticus*. The butanol fraction showed better inhibition activity in unripened I and II than in the ripened figs. The hexane and chloroform fractions showed inhibition activity of more than 75% against *E. coli* O157:H7, *V. parahaemolyticus* in 0.5 mg/mL. Each fraction showed a little different antibacterial activity according to the ripening stages of the fruits and the tested strains. Especially, figs in the unripened II stage revealed superior activity relatively and the hexane and chloroform fractions revealed the strongest activity, followed by the butanol fraction, while the ethylacetate and water fractions hardly showed any activity.

Key words : Korean fig(*Ficus carica* L.), ripening stage, antibacterial activity, food-poisoning bacteria

I. 서 론

오늘날 식품산업의 발달과 위생관리기술의 향상 등에도 불구하고 핵가족화, 맞벌이 가정의 증가추세로 편의식품, 외식 및 단체급식의 확대 등 식생활 패턴의 변화와 지구 온난화 현상 및 실내온도 상승 등 환경변화로 인하여 식중독 발생이 증가하고 규모면에서도 집단화 · 대형화하고 있는 실정이다. 최근 식품의약품안전청에서 발표한 '식중독발생현황 및 예방대책'에 따르면 식중독 발생이 2002년에 비하여 건수는 73.0%, 환자수는 165% 증가하여 2003년에는 135건에 7,090명의 환자가 발생하였다(식품의약품안전청 2003a, 식품의약품안전청 2003b).

식품의 부패 및 변질은 온도, 빛, 산소, 수분 등의 물리화학적 요인 및 식품 자체의 효소작용에 의해 일어나고 혹은 이들 여러 가지 요인의 복합작용에 의해 일어난다. 이러한 변질을 막기 위해 수분활성도의 관리, 염장, 당장 등의 방법들이 이용되고 있으나 그 적용범위가 한정되기 때문에 인공합성 보존료를 사용하여 저장성을 높이고 있다. 한편 소비

Corresponding author: Young-Eun Lee, Wonkwang University, 344-2 Sinyong-dong, Iksan, Jeonbuk 570-749, Korea
Tel : 063-850-6896
Fax : 063-850-7301
E-mail : yelee@wonkwang.ac.kr

"이 논문은 2002년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행됨"

자의 건강 지향적 욕구가 증대되어 인공합성보존제의 기피현상이 사회전반에서 일어나고 있으며, 안전성이 문제시되는 합성보존제 대신에 천연식품성분을 이용하여 식품저장 중 일어나는 미생물에 의한 변질을 방지하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Branen AL 1975, Lee BW & Shin 1991, Kim YS et al 1996, Lim JW & Lee 1999).

무화과(*Ficus carica* L.)는 아열대성 반교목성 낙엽활엽수로 뽕나무과(Moraceae)에 속하는 식물로 세계적으로 600 여종 이상의 품종이 분포하고, 오랜 역사상 인간이 가장 먼저 이용한 과일로 알려져 있다(黑上泰治 1967, William et al 1968, 이창복 1980). 무화과의 원산지는 소아시아의 카리카(Carica)지방으로, 오늘날 세계적인 주요산지는 미국과 지중해 부근으로 비교적 비가 많으며 배수가 잘되는 지역에서 재배되고 있다(Vinson JA 1999). 우리나라에서는 1930년대부터 전라남도 목포에서 처음 과수로서 재배하기 시작하여 주로 제주도 및 남부지방에서 재배되고 있으며, 연간 178 ha에 1,504 M/T이 생산되고 있다(전라남도 농업기술원 1998). 우리나라의 주 생산 품종은 보통계 품종(common type fig)인 봉래시(Horaish)와 승정도후인(Masui Dauphine)으로 가을에 수확되며 병충해가 적고 번식도 용이한 다수확성 과수이나, 저장기간이 길지 않는 단점이 있다(Kim SS et al 1992).

무화과는 민간에서 발진 및 궤양, 치질 등에 무화과 유액을 사용하여 왔으며, 소화촉진, 변비완화, 주독이나 어독 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 한의학에서는 건과로 하여 청열해독(淸熱解毒) 치료제로 사용되고 있다(신민교 1997). 무화과는 수분이 많고 유기산 함량이 적으며 단맛이 강하게 느껴지는 과일로, 단백질 분해효소인 ficin이 다량 함유되어 있으며(신수철 1980, Kim KH 1981, Kim SS et al 1992), 식이섬유, 무기질, 폴리페놀 (polyphenol)의 우수한 급원으로 특히 칼슘함량이 매우 높고, 지방과 나트륨 함량이 적고, 콜레스테롤을 저하시키는 피토스테롤(phytosterols)인 라노스테롤(lanosterol)과 스티그마스테롤(stigmasterol) 등을 함유하고 있는 건강과일로 알려져 있다(Vinson JA 1999).

무화과에 관한 연구로는 무화과나무의 잎, 줄기 및 목질부에 항균물질과 항산화물질이 존재한다는 보고(Kang SK 1994, Moon CK et al 1997, Ryu SR et al 1998)와, 무화과 과실에 대한 이화학적 성분(Kim KH 1981, Kim SS et al 1992, Jeong MR et al 2002), ficin의 연육효과 및 잼 가공에 관한 연구(Park BH & Park 1994, Hou, WN & Kim 1998) 등이 보고되었다.

매실과 같은 과일은 성숙정도에 따라 5분숙, 7분숙, 9분숙 등 그 효과와 기능들에서 차이가 나는 것으로 알려져 있으나(Shim KH et al 1989, Lim JW & Lee 1999), 무화과는 아직까지 그 성숙 정도에 따른 생리활성에 관한 연구는 거의 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구는 무화과의 성숙시기에 따른 특성을 파악하고자 생장시기별로 극성이 다른 유기용매를 이용하여 무화과 분획물을 조제하고 8종의 식중독균에 대한 성장억제효과를 검색하였기에 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료준비

본 실험에 사용한 무화과는 보통계 품종(*Ficus carica* L. var. *hortensis* Shinn)의 하나인 승정도후인(Masui Dauphine)으로 7~10월에 걸쳐 성숙정도에 따라 채취한 것으로 전남 영암군 삼호중앙농장에서 구입하였다.

본 실험에서는 무화과를 생장기별 특성(영암군농촌지도소 1991)을 고려하여, 크기와 중량에서 비교적 뚜렷한 변화를 보이는 시기를 기준으로 미숙과 Ⅰ, 미숙과 Ⅱ, 완숙과 등 3단계로 분류하여 사용하였다(Table 1). 시료는 성장시기에 따라 채취하여 7 mm정도 두께로 잘라서 -60 ℃ 냉동고에 밀봉 보관하면서 사용하였다.

2. 시약 및 사용배지

추출용 유기용매는 1급 시약(Deajung Chemical & Metals Co., Ltd, Korea)으로 메탄올, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 등을 사용하였다.

항균활성 측정을 위해서는 Tryptic Soy Agar(TSA), Brain heart infusion 배지(BHI), Yeast extract-Casiton 반고체배지, Müller-Hinton 한천배지(Difco, Lab. Co., Detroit, U.S.A.) 등을 121 ℃에서 15분간 가압멸균하여 사용하였다.

Table 1. Classification of figs (Masui Dauphine) by growth characteristics

Classification	Growth period(days)	Characteristics	Weight(g/unit)
Unripened Ⅰ	63	volume increase	18.0±0.33 (23%)*
Unripened Ⅱ	79	volume and weight increase	62.1±0.34 (79%)
Ripened	87	sweetness increase	78.0±0.52 (100%)

*Figures in the ( ) are the ratio of weight over ripened fig.

3. 무화과 시료 제조

1) 메탄올 추출물

미숙과Ⅰ, 미숙과Ⅱ 및 완숙과를 각각 20배의 메탄올로 실온에서 12시간동안 추출하고 새로운 용매로 3회씩 반복하여 충분히 추출해 낸 후, 12,000 rpm에서 15분간 원심분리(Beckman, Germany)하여 상징액을 취해 여과지(Whatman No. 2)로 여과하였다. 여액을 모아서 32~38 ℃에서 회전식 진공농축기(Eyela Type N-N, Japan)로 감압 농축하여 0.45 μm membrane filter로 여과 멸균하여 메탄올 추출물을 제조하였다.

2) 용매 계통분획물

무화과 메탄올 추출물을 10배량의 증류수에 현탁한 후 분액여두를 이용하여 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 그리고 부탄올 등 유기용매로 극성이 낮은 용매에서 극성이 높은 용매로 순차적으로 계통 분획하였다. 메탄올추출물과 동일한 방법으로 감압 농축하여 유기용매를 제거하고 0.45 μm membrane filter로 여과 멸균하여 각 분획물을 얻었다.

4. 사용균주

무화과의 항균활성 검색에 식중독균주는 국립보건원과 몇몇 국내 대학병원에서 환자로부터 분리한 분리균주 및 표준균주 8종을 분양받아 사용하였다: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Escherichia coli* O157:H7(국립보건원), *Listeria monocytogenes*(연세대학병원), *Salmonella enteritidis*(고려대학병원), *Salmonella typhimurium* (고려대학병원), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Vibrio parahaemolyticus* (원광대학병원), *Yersinia enterocolitica*(고려대학병원).

5. 균주 관리 및 배양조건

실험에 사용한 *V. parahaemolyticus*는 Yeast extract-Casiton 반고체배지에 천자이식하여 보관하였고, 냉동보관하는 다른 모든 균주는 TSA에 2회 계대배양하여 사용하였다. 각 균주는 BHI에 진탕 배양한 후 McFarland nephelometer No. 0.5 표준 탁도관으로 탁도를 맞추어 균주 100 μL, 1×10^{8}CFU/mL가 되도록 하여 24 well plate(Falcon, Becton Dickinson Labware, U.S.A.)에 BHI 배지를 900 μL씩 분주한 후 균주를 100 μL씩 접종하여 37 ℃, CO_2배양기(Vision Co., Korea)에서 배양하였다. 매 시간마다 ELISA reader (Molecular Devices Co., U.S.A.)로 660 nm에서 O.D. (optical density)값을 측정하여 최대증가시간의 2/3 지점을 최적성장시간으로 정하여 각 균주마다 최적성장시간 배양하여 사용하였다.

6. 항균활성 측정

무화과의 항균활성은 비탁법(이건섭 등 1999)이용하여 대조군에서의 성장률을 100%로 하여 대조군에 대한 무화과 추출물 처리군의 상대적인 성장률(%)을 측정하였다. 시료를 2% 이하의 DMSO(dimethyl sulfoxide)에 녹여 메탄올 추출물은 3.5, 10, 25, 50, 100 mg/mL 농도로 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 분획물은 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 5.0 mg/mL 농도로 처리하여 각 well당 BHI배지 800 μL씩 분주한 다음 탁도 0.5, 1×10^{8} CFU/mL로 맞추어 100 μL씩 접종한 후 37 ℃, 10% CO_2 배양기에서 24시간동안 배양하였다. 배양액의 O.D.를 660 nm에서 ELISA reader로 측정하여 미생물의 생육정도로 판별하여 각 균주의 항균활성을 측정하였다.

7. 자료분석

모든 자료는 SPSS v. 9.0을 이용하여 통계처리 하였다. 무화과의 성숙도와 용매에 따른 각 균주에 대한항균활성은 생육정도의 평균과 표준오차로 표시하였고, 분산분석으로 유의성을 검정하였으며, α= 0.05 수준에서 Tukey's 다중비교검사를 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 무화과 메탄올 추출물의 항균 활성

미숙과Ⅰ, 미숙과Ⅱ 및 완숙과를 메탄올로 추출하여 식중독균 8종에 대해 3.5, 10, 25, 50, 100 mg/mL 농도로 처리한 결과, 모든 대상균주는 추출물의 농도가 증가함에 따라 유의적으로 성장이 억제되는 것으로 나타났으나($p<0.001$), 전보(Jeong MR et al 2002)에서 보고한 바와 같이 무화과는 성숙함에 따라 당도가 높아지면서 가용성고형분 함량이 유의적으로 증가하여 완숙과의 경우에는 메탄올추출 중에 용해되어 있는 유리당 등이 오히려 영양성분으로 작용하여 *Y. enterocolitica* 와 *S. typhymurium*의 성장을 촉진시키는 경우도 있었다. 무화과의 성숙정도에 따른 항균활성은 미숙과Ⅰ과 미숙과Ⅱ에서는 *L. monocytogenes*를 비롯한 모든 사용균주에 대해 10 mg/mL농도에서부터 뚜렷한 저해활성을 보였고, 완숙과는 낮은 농도에서는 저해 활성이 뚜렷하지 않았으나, 25 mg/mL 이상의 농도에서부터 대체로 저해활성을 보이기 시작하였다. 특히 50 mg/mL 농도에서는 완숙과 메탄올추출물의 *S. aureus*와 *Y. enterocolitica*에 대한 저해활성이 미약한 것만 제외하면 모든 추출물이 모든 사용균주를 사멸하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

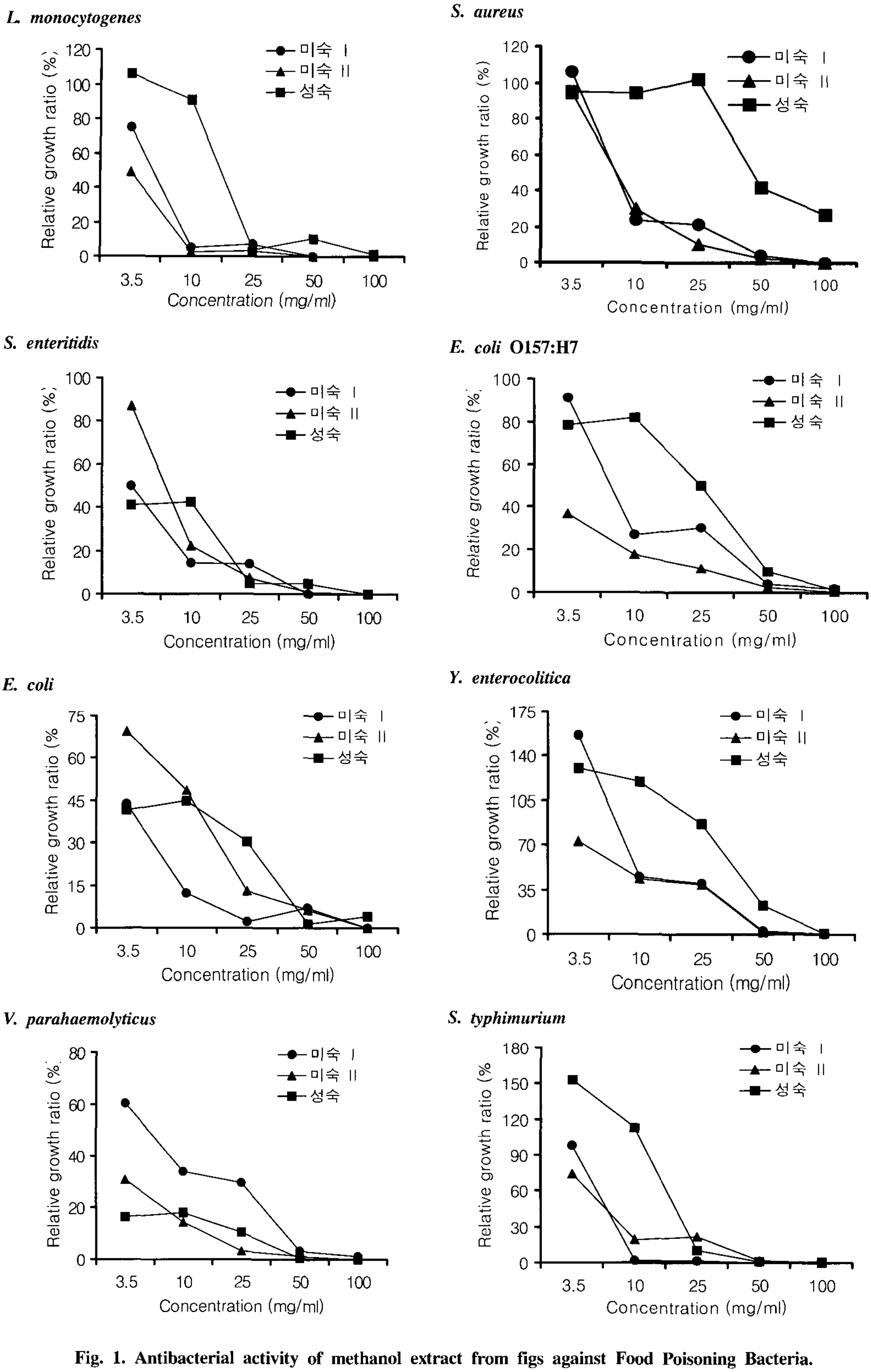

Fig. 1. Antibacterial activity of methanol extract from figs against Food Poisoning Bacteria.

Moon CK et al (1997)은 무화과나무의 수피 에탄올추출물에서 *Klebsiella pneumoniae, S. aureus* 그리고 *V. parahaemolyticus*에서 강한 항균효과를 나타냈다고 보고하여 본 실험과 공통적으로 *V. parahaemolyticus*에 대해 저해활성을 보였으며 Han JS et al (1994)은 고삼, 꿀풀, 회향 그리고 뽕나무 추출물의 *L. monocytogenes*에 대한 억제활성에서 뽕나무 추출물은 500 ppm 첨가 수준에서 강한 증식억제가 나타나 본 실험보다 낮은 농도에서의 저해활성을 보였다. Yang EJ et al (1999)은 약용식물추출물에 의한 저온식품미생물에 대한 항균실험에서 백운풀 등의 약용식물에서 우수한 항균활성을 보였으나, *E. coli* O157:H7에서는 항균력이 없었다고 보고하였다.

Table 2. Antibacterial activities of systematic fractions from methanol extract of unripened I figs

%, Mean±SE

Solvent Fractions	Conc. (mg/ml)	Relative growth ratio(%) *L.monocytogenes*	*S. aureus*	*S.enteritidis*	*E. coli* O157:H7	*E. coli*	*Y.enterocolitica*	*V.parahaemolyticus*	*S. typhimurium*
Hexane	0.0	100.00±1.13	100.00±1.21	100.00±0.88	100.00±0.93	100.00±1.21	100.00±0.74	100.00±0.89	100.00±1.11
	0.1	102.51±1.46$^{c1)}$	103.08±11.01^{b}	93.28±1.10^{d}	94.63±2.50^{c}	93.22±10.10^{d}	99.52±1.58^{e}	85.25±7.10^{e}	102.99±10.18^{c}
	0.2	95.93±1.05^{c}	102.15±10.23^{b}	89.43±0.70^{d}	96.49±1.68^{c}	86.98±1.70^{c}	93.96±1.18^{d}	79.35±9.48^{d}	102.58±2.54^{c}
	0.5	79.89±1.55^{b}	101.58±11.27^{b}	61.97±0.94^{c}	84.04±1.72^{c}	77.18±0.94^{b}	87.06±0.89^{c}	65.25±2.01^{c}	99.49±1.36^{b}
	1.0	58.12±0.87^{a}	93.59±12.42^{b}	51.05±2.14^{b}	69.84±0.84^{b}	66.58±2.14^{a}	64.70±1.43^{b}	50.74±0.45^{b}	93.06±2.04^{a}
	5.0	55.26±0.91^{a}	75.57±3.27^{a}	45.63±0.56^{a}	50.39±2.80^{a}	60.14±0.56^{a}	43.36±0.56^{a}	39.54±1.64^{a}	88.65±1.52^{a}
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Chloroform	0.0	100.00±0.94	100.00±0.65	100.00±1.32	100.00±1.10	100.00±0.92	100.00±0.67	100.00±1.09	100.00±1.20
	0.1	82.15±10.39^{b}	92.39±12.12^{d}	75.72±1.31^{b}	44.47±2.50^{c}	90.18±1.09^{d}	91.70±1.58^{e}	47.40±1.55^{d}	88.65±1.31^{b}
	0.2	82.43±12.31^{b}	87.52±1.81^{c}	71.65±2.06^{b}	27.95±1.68^{b}	85.61±1.06^{c}	71.75±1.18^{d}	32.74±0.67^{c}	86.31±2.60^{b}
	0.5	76.71± 1.20^{b}	83.68±1.67	44.14±1.03^{a}	26.99±0.97^{b}	78.55±0.64^{b}	62.59±0.89^{c}	14.71±2.84^{b}	78.29±1.88^{b}
	1.0	65.21± 3.10^{a}	77.75±0.41^{b}	40.62±1.14^{a}	17.96±0.63^{b}	72.93±0.76^{a}	25.06±1.43^{b}	18.97±0.63^{b}	62.18±2.0^{a}
	5.0	61.07± 1.67^{a}	72.55±0.67^{a}	31.61±0.72^{a}	1.99±0.51^{a}	62.47±1.46^{a}	7.18±0.56^{a}	7.47±2.32^{a}	56.11±3.53^{a}
	p-value	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ethylacetate	0.0	100.00±1.18	100.00±1.11	100.00±0.78	100.00±0.68	100.00±0.87	100.00±0.92	100.00±1.15	100.00±1.09
	0.1	99.23±1.80^{e}	101.09±10.39^{c}	100.71±10.37^{d}	100.48±1.76^{d}	100.34±10.01^{c}	100.24±1.90	95.13±9.84^{e}	100.67±3.01
	0.2	91.74±1.73^{d}	100.61±10.54^{c}	96.67±10.54^{d}	99.45±0.80^{d}	99.16±9.99^{c}	99.11±1.95	88.86±1.16^{d}	99.58±10.44
	0.5	86.73±1.46^{c}	99.91±1.35^{c}	86.85±2.33^{c}	94.05±1.13^{c}	98.13±1.16^{c}	99.18±1.07	85.03±1.12^{c}	93.85±1.04
	1.0	77.09±0.19	95.97±1.26^{b}	69.73±0.62^{b}	83.60±1.41^{b}	93.60±1.08^{b}	97.12±0.69	77.71±1.40^{b}	93.35±1.33
	5.0	69.12±1.00^{a}	87.07±1.04^{a}	61.08±0.74^{a}	72.44±0.96^{a}	82.58±1.55^{a}	94.04±0.13	70.18±1.10^{a}	93.21±1.13
	p-value	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.065
Buthanol	0.0	100.00±2.01	100.00±1.19	100.00±1.02	100.00±0.79	100.00±0.93	100.00±1.14	100.00±1.53	100.00±1.11
	0.1	103.92±10.65^{d}	102.68±10.51^{b}	100.09±10.08^{c}	80.26±1.83^{e}	98.02±10.11^{b}	175.62±5.78	155.33±12.86^{d}	148.66±30.18^{b}
	0.2	105.98±10.06^{d}	103.97±10.11^{b}	98.72±10.46^{c}	59.18±2.09^{d}	94.70±2.10^{b}	190.15±6.05	158.67±12.23^{d}	145.94±12.41^{b}
	0.5	91.55±1.70^{c}	87.99±1.98^{a}	119.74±13.04	35.30±2.71^{c}	91.86±1.11^{b}	213.38±10.31	43.75±0.19^{c}	139.57±18.50^{b}
	1.0	48.30±2.49^{b}	84.14±1.94^{a}	49.63±0.37^{b}	20.12±1.07^{b}	27.02±0.73^{a}	181.46±0.35	32.11±1.79^{b}	137.93±10.33^{b}
	5.0	30.29±0.70^{a}	85.35±3.74^{a}	35.43±0.67^{a}	1.24±1.46^{a}	31.53±1.04^{a}	148.13±40.10	5.68±0.38^{a}	110.26±10.99^{a}
	p-value	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.282	0.000	0.000

1) Values with different alphabets are significantly different at α=0.05 by Tukey's multiple comparison test.

2. 무화과 용매 계통분획물의 항균 활성

미숙과Ⅰ, 미숙과Ⅱ 및 완숙과의 메탄올추출물로부터 얻은 용매 계통분획물(헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물)을 조제하고 0.0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 5.0 mg/mL 농도로 처리하여 항균활성을 측정하였다. 무화과 용매 분획물의 항균활성은 성숙정도와 분획에 따라 대상균주에 대한 성장 저해활성이 0.1~5.0 mg/mL(100~5,000 ppm)의 농도 범위에서 대부분 농도 의존적으로 유의적으로 다르게 나타났다(Table 2~4). 각 분획물의 항균활성은 극성이 높은 부탄올이나 에틸아세테이트분획보다는 극성이 낮은 헥산과 클로로포름분획에서 대체로 강한 억제활성을 보였고, 물분획에서는 뚜렷한 활성을 보이지 않아 본고에서는 자료를 제시하지 않았다.

Table 3. Antibacterial activities of systematic fractions from methanol extract of unripened Ⅱ figs

%, Mean±SE

Solvent Fractions	Conc. (mg/ml)	Relative growth ratio(%)							
		L.monocytogenes	*S. aureus*	*S.enteritidis*	*E. coli* O157:H7	*E. coli*	*Y.enterocolitica*	*V.parahaemolyticus*	*S. typhimurium*
Hexane	0.0	100.00±1.10	100.00±1.20	100.00±0.89	100.00±0.74	100.00±1.10	100.00±1.02	100.00±0.84	100.00±0.96
	0.1	35.02±0.95$^{a1)}$	92.40± 1.74^{d}	100.51±9.89^{c}	94.15±2.50^{c}	99.44±11.40^{c}	94.15±1.60^{c}	91.66± 8.53^{d}	95.35±18.01^{c}
	0.2	29.02±0.58^{c}	84.09± 1.50	95.99±3.57^{c}	93.04±1.68^{c}	96.91±2.10^{c}	94.95±1.07^{c}	89.56±10.47^{d}	87.82±18.50^{b}
	0.5	26.93±0.89^{bc}	71.62±10.00^{c}	87.51±5.03^{b}	83.60+0.72^{b}	86.99±1.31^{b}	86.86±2.19^{b}	74.4±1.17^{c}	86.62±12.24^{b}
	1.0	23.92±0.23^{ab}	65.75±1.29^{b}	83.93±1.28^{a}	45.44+0.85^{a}	84.93±5.02^{b}	76.47±1.35^{a}	70.50±1.68^{b}	83.35±1.21^{b}
	5.0	22.47±1.30^{a}	53.53±4.57^{a}	86.76±8.46^{a}	41.09±2.80^{a}	71.37±1.12^{a}	71.55±1.10^{a}	62.51±1.10^{a}	73.50±1.31^{a}
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Chloroform	0.0	100.00	100.00±1.01	100.00±0.82	100.00±0.96	100.00±0.87	100.00±1.00	100.00±0.98	100.00±0.87
	0.1	83.38±0.39^{c}	94.20±1.86^{e}	93.52±9.04^{c}	49.29+0.24^{d}	98.44±1.14^{d}	84.20±2.26^{d}	59.46±0.53^{c}	76.37±3.48^{c}
	0.2	81.88±1.76^{c}	89.78±1.64^{d}	87.94±1.25^{c}	38.90+0.14^{c}	82.32±5.35^{c}	83.27±1.10^{d}	53.03±0.47^{c}	65.09±2.17^{b}
	0.5	70.32±1.41^{b}	86.27±1.16^{cc}	60.13±0.80^{b}	14.05+1.00^{b}	86.99±1.52^{c}	76.44±3.09^{c}	17.77±0.17^{b}	61.89+0.86^{b}
	1.0	62.59+1.16^{ab}	70.14±1.01^{b}	45.42±0.31^{a}	5.04+0.61^{a}	45.84±0.15^{b}	51.56±1.90^{b}	3.14±1.68^{a}	35.79±1.24^{a}
	5.0	54.44±4.28^{a}	61.09±0.61^{a}	42.18±0.35^{a}	0.05+0.85^{a}	36.54±1.81^{a}	25.35±1.42^{a}	0.93±0.10^{a}	27.69±1.24^{a}
	p-value	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Ethylacetate	0.0	100.00	100.00±0.94	100.00±1.02	100.00±0.84	100.00±1.18	100.00±0.89	100.00±1.05	100.00±1.11
	0.1	98.55±1.58^{e}	100.93±10.12^{c}	100.92±10.79^{e}	87.74±1.47^{c}	100.68±10.34^{c}	97.09±1.10^{e}	91.55±10.63^{c}	149.69±16.53^{c}
	0.2	93.14±1.43^{d}	98.54±1.73^{c}	97.13±2.05^{d}	82.81±1.03^{c}	96.77±10.53^{c}	94.47+0.59^{d}	88.82±1.07^{c}	116.38±14.07^{b}
	0.5	86.79±1.15^{c}	92.89±1.11^{b}	94.47±10.58^{c}	69.07±0.99^{b}	93.44±10.74^{b}	89.35+0.59^{c}	80.61±1.52^{b}	102.74±10.44^{b}
	1.0	78.54±0.37^{b}	92.90±1.36^{b}	89.35±10.01^{b}	61.53±0.78^{a}	88.77±10.41^{a}	83.55±0.13^{b}	74.86±1.05^{a}	97.60±10.23^{ab}
	5.0	73.06±0.70^{a}	88.61+0.69^{a}	83.14±10.06^{a}	60.53+0.64^{a}	85.80±14.7^{a}	79.27±0.60^{a}	70.83±0.20^{a}	92.27±10.23^{a}
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Buthanol	0.0	100.00	100.00±1.10	100.00±1.11	100.00±0.92	100.00±0.65	100.00±1.02	100.00±1.14	100.00±1.03
	0.1	113.87±10.11	99.51±1.34^{d}	100.72±10.58^{c}	103.04+1.02^{d}	100.24+12.70^{d}	204.47±10.36^{d}	150.49±20.41^{a}	153.58±21.30^{c}
	0.2	113.13±9.68	99.74±1.26^{d}	98.98±10.03^{c}	104.02±1.30^{d}	97.56±10.39^{c}	201.03±20.07^{d}	142.14±16.33^{d}	139.85±10.12^{bc}
	0.5	111.75±6.67	82.73+2.58^{c}	117.92+11.04^{d}	85.35+2.00^{c}	95.49±1.74^{c}	187.55±10.52^{c}	36.70±0.17^{b}	134.15±4.41^{b}
	1.0	101.78±7.11	51.29±0.81^{b}	50.09±9.01^{b}	66.53+0.87^{b}	40.71±0.19^{b}	171.51±10.56^{b}	40.53±1.02^{c}	129.43±10.12^{b}
	5.0	77.58±1.56	31.96±0.11^{a}	41.72+0.52^{a}	50.39±0.91^{a}	33.77±0.19^{a}	142.69±10.21^{a}	23.22±0.43^{a}	73.50±1.41^{a}
	p-value	0.486	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

1)Values with different alphabets are significantly different at α=0.05 by Tukey's multiple comparison test.

1) 헥산 분획물의 항균활성

헥산분획에서는 *L. monocytogenes, E. coli* O157:H7, *Y. enterocolitica*와 *V. parahaemolyticus*에 대해 완숙과가 미숙과 I, II에 비해 항균활성이 높게 나타나 메탄올추출물에서와는 다른 경향을 보였다. 특히 0.1 mg/mL 농도이상에서 50%이하의 성장률을 나타내어 강한 항균활성을 보여주었다(Table 4). 이는 무화과가 성숙함에 따라 이들 균주에 대해 극성이 낮은 항균물질이 생성되는 것으로 생각되어진다.

2) 클로로포름 분획물의 항균활성

E. coli O157:H7과 *V. parahaemolyticus*는 미숙과

Table 4. Antibacterial activity of systematic fractions from methanol extract of ripened figs

%, Mean±SE

Solvent Fractions	Relative growth ratio(%)								
	Conc. (mg/ml)	*L.monocy togenes*	*S.aureus*	*S.ente ritidis*	*E.coli* O157:H7	*E.coli*	*Y.entero colitica*	*V.parahae molyticus*	*S.typhi murium*
Hexane	0.0	100.00±0.78	100.00±1.10	100.00±0.99	100.00±0.80	100.00±1.02	100.00±0.98	100.00±0.67	100.00±1.01
	0.1	41.84±1.27$^{b1)}$	106.38±1.94^{d}	86.24±2.73^{b}	46.97±0.35^{d}	98.08±12.07^{d}	66.40±2.11^{d}	52.35±1.15^{d}	89.17±2.26^{c}
	0.2	27.4±1.36^{a}	94.88±1.91^{c}	89.02±2.53^{b}	39.78±0.52^{c}	94.85±10.69^{d}	59.72±1.40^{c}	35.39±0.83^{c}	86.50±2.20^{c}
	0.5	26.60±0.53^{a}	94.76±1.65^{c}	89.77±1.29^{b}	29.36±0.41^{b}	88.97±1.16^{c}	46.90±1.09^{b}	31.07±0.64^{c}	79.02±0.98^{b}
	1.0	24.14±0.58^{a}	81.11±2.58^{b}	80.63±1.82^{b}	26.30±0.69^{ab}	76.36±1.55^{b}	43.47±0.91^{b}	16.93±0.31^{b}	72.76±1.33^{ab}
	5.0	21.74±1.52^{a}	71.43±1.68^{a}	69.96±3.85^{a}	22.35±0.75^{a}	61.18±0.64^{a}	35.90±1.22^{a}	8.41±3.90^{a}	66.40±1.59^{a}
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Chloroform	0.0	100.00±0.87	100.00±0.92	100.00±1.12	100.00±1.13	100.00±0.92	100.00±0.99	100.00±0.97	100.00±1.33
	0.1	87.12±1.19^{b}	90.30±2.72	75.54±2.73	49.68±0.86^{c}	103.84±10.79	74.49±2.11^{c}	46.46±15.50^{d}	81.87±1.38^{c}
	0.2	81.52±1.24^{b}	83.47±14.08	71.73±2.53	18.53±1.27^{b}	102.36±10.97	60.65±1.37^{c}	35.39±0.32^{c}	86.32±0.61^{c}
	0.5	80.86±0.85^{b}	75.74±1.41	63.78±1.29	8.51±0.62^{a}	88.97±1.78	27.59±0.89^{b}	10.53±4.01^{b}	79.30±0.83^{c}
	1.0	73.42±5.54^{b}	73.15±1.29	25.77±0.82	6.55±0.90^{a}	80.84±2.19	22.74±0.61^{b}	3.55±0.26^{a}	67.16±0.76^{b}
	5.0	60.56±0.49^{a}	72.18±1.08	47.27±3.85	8.14±1.54^{a}	66.19±0.90	13.30±0.43^{a}	8.41±0.65^{b}	58.15±3.19^{a}
	p-value	0.004	0.074	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ethylacetate	0.0	100.00±0.91	100.00±1.02	100.00±1.22	100.00±1.89	100.00±0.94	100.00±1.06	100.00±1.32	100.00±1.19
	0.1	85.66±1.39^{c}	90.72±1.55	94.64±10.21^{c}	95.55±1.38^{b}	98.25±1.61^{b}	103.63±10.54^{c}	92.42±10.37^{b}	100.67±10.40^{b}
	0.2	86.72±1.45^{d}	93.42±1.59	92.93±9.88^{b}	99.54±1.69^{b}	97.35±1.51^{b}	96.56±1.32^{b}	90.79±6.30^{b}	99.58±10.18^{b}
	0.5	74.58±0.55^{a}	91.99±1.59	93.80±8.11^{b}	85.32±1.27^{a}	94.07±1.44^{a}	95.42±1.58^{ab}	89.04±1.12^{b}	93.85±1.14^{a}
	1.0	81.86±1.09^{b}	102.75±1.09^{b}	91.11±8.04^{ab}	51.92±1.19^{a}	93.91±1.86^{a}	95.26±1.10^{ab}	84.18±1.08^{a}	93.35±3.17^{a}
	5.0	78.60±0.47^{a}	110.59±1.23^{c}	89.71±1.36^{a}	87.31±1.14^{a}	91.85±1.22^{a}	92.83±1.13^{a}	80.95±1.91^{a}	93.21±1.20^{a}
	p-value	0.001	0.000	0.000	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000
Buthanol	0.0	100.00±0.79	100.00±1.11	100.00±0.88	100.00±0.91	100.00±1.10	100.00±1.14	100.00±0.92	100.00±0.81
	0.1	85.66±1.39^{b}	102.24±1.55^{d}	87.68±1.12^{c}	92.93±1.42	93.73±1.46^{e}	160.53±10.65^{d}	60.48±4.12^{c}	71.70±1.21^{d}
	0.2	86.72±1.45^{b}	99.21±1.59^{cd}	83.82±0.53^{c}	89.21±2.15	94.00±1.17^{d}	153.24±13.57^{d}	55.85±1.21^{c}	60.19±1.23^{c}
	0.5	74.58±0.55^{a}	92.14±1.83^{c}	67.38±0.58^{b}	79.77±1.73	64.45±1.74^{c}	143.34±13.35^{c}	31.32±0.71^{b}	51.08±0.37^{b}
	1.0	81.86±1.09^{a}	79.01±0.96^{b}	60.58±1.46^{ab}	100.08±1.44	48.42±0.61^{b}	120.66±15.02^{b}	21.42±0.43^{ab}	41.37±2.19^{a}
	5.0	78.60±0.47^{ab}	62.82±1.11^{a}	52.51±3.80^{a}	92.55±1.02	44.20±0.98^{a}	99.25±10.67^{a}	13.54±0.92^{a}	35.31±2.61^{a}
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.520	0.000	0.000	0.000	0.000

[1)] Values with different alphabets are significantly different at α=0.05 by Tukey's multiple comparison test.

Ⅰ, Ⅱ 및 완숙과의 클로로포름 분획의 낮은 농도 (0.1 mg/mL)에서도 50%이하의 성장률을 나타내어 강한 항균활성을 보여주었으며, 농도가 높아질수록 항균활성은 급격히 증가하여 5.0 mg/mL 농도에서는 10%이하의 매우 낮은 성장률을 보여 거의 사멸하는 것으로 나타났다. 무화과 클로로포름 분획물이 이들 균주에 대해서는 성숙정도에 관계없이 매우 강력한 항균활성을 보이며, 특히 미숙과 II의 효과는 탁월하였다(Table 2～4).

이외에도 *S. enteritidis, Y. enterocolitica*도 0.5 mg/mL 농도이상의 높은 농도에서는 전 성숙단계에서 항균활성을 보였으며. 미숙과 II에서는 *E. coli*와 *S.typhimurium*에 대해서 항균활성을 보였다.

3) 에틸아세테이트 분획물의 항균활성

Table 2～4에 제시한 바와 같이 모든 균주에 대해 0.1～5.0 mg/mL의 농도 범위에서 농도 의존적으로 성장률은 감소하였으나, 성장률 억제 효과는 거의 미미하였다.

4) 부탄올 분획물의 항균활성

극성이 비교적 높은 미숙과I의 부탄올분획물에서는 *E. coli, E. coli* O157:H7과 *V. parahaemolyticus* 균주에 대해 높은 농도 범위에서는 상당히 강한 항균활성을 보여주었으며, 그 외에 *L. monocytogenes, S. enteritidis*와 *E. coli* 균주에 대해서도 항균활성을 보여주었다. 미숙과II에서는 *S. aureus, S. enteritidis, E. coli,* O157:H7, *E. coli, V. parahaemolyticus* 균주에 대해 높은 농도에서 50%이상의 성장 억제효과를 보였으며, 완숙과에서는 *E. coli, V. parahaemolyticus, S. typhimurium*에 대해서 항균활성을 보였다.

Kang SK (1994)는 무화과 잎의 메탄올 추출물로부터 얻은 페놀분획물에 대한 항균활성을 측정한 결과, 세균, 효모, 곰팡이 등 다양한 미생물에 대해 광범위한 활성을 보였고 특히 *S. aureus*와 *P. aeruginosa*에 대해 강한 항균활성이 있다고 보고하였다. Ryu SR et al (1998)은 무화과로부터 항암 및 항진균 작용이 있는 활성물질 분리에 관한 보고에서 pH 조절 등의 방법을 사용하여 배당체로부터 유효성분을 분리하였고, 당류배당체에 의한 점성에 따른 추출분획 상의 난점을 해결하기 위해서는 분리용매로는 부탄올과 디클로로메탄올이 보다 더 적절한 용매라고 보고하였다. Moon Ck et al (1997)은 무화과나무의 목질부추출물의 항균활성에서 에테르 분획이 *S. aureus, Klebsiella pnemoniae, Bacillus subtilis, V. parahaemolyticus* 및 *Pseudomonas syringae* 순으로 각각 6.90mm, 5.67mm, 4.03mm, 1.61mm, 1.43mm 크기의 억제대를 나타내었다고 하였으며, 또한 잎과 수피부위 에테르 분획에서도 *S. aurues, Klbesiella pnemoniae, Bacillus subtilis* 및 *V. parahaemolyticus* 등에 강한 항균효과를 나타내었다고 보고하였다.

Lim JW & Lee (1999)는 매실(*Prunus mume*)의 에틸아세테이트 분획과 부탄올 분획 100 ppm이상에서부터 *Bacillus cereus*와 *Staphylococcus epidermidis*에 대해 항균효과가 높은 것으로 보고하였고, Kim YS et al (1996)은 마늘즙액의 대장균 생육저해작용에 관한 보고에서 50%의 마늘즙액에서 미생물의 사멸정도는 18시간 만에 *E. coli*가 모두 사멸하였고, 초기 접종균수가 10^5 CFU/mL이하에서는 저해효과가 나타났지만, 10^6 CFU/mL이상일 때에는 저해효과가 나타나지 않은 것으로 보고하여 본 실험에서 접종균주의 농도가 10^8 CFU/mL으로 매우 높음에도 불구하고 몇몇 균주에 대해서는 상당히 강한 항균활성을 보인 것으로 보면 좀더 추출용매를 세분화하고 항균활성을 나타내는 물질들을 순수 분리하여 시험해본다면 항균물질로써 더 좋은 효과를 나타내리라 생각되어진다.

Kong YJ et al (2001)은 신갈나무 잎의 에탄올 추출물의 용매분획에서 헥산과 클로로포름분획에서만 항균활성이 나타났고 에틸아세테이트, 부탄올 및 물 분획에서는 항균활성이 없었다고 하여 본 실험의 헥산 분획과 클로로포름 분획이 두드러진 활성을 보인 것과 유사한 경향이었으며, 헥산 분획의 *L. monocytogenes*와 *E. coli* 0157:H7에 대한 최소저지농도(MIC)는 각각 250과 500 ㎍/mL에서부터 저해활성을 보여 무화과 추출물보다 낮은 농도에서 항균활성을 나타내었다.

이와 같이 무화과의 항균활성은 성숙시기에 따라 계통분획별로 다양한 억제활성을 나타내는 것으로 보아 항균물질은 단일성분이기보다는 여러 성분이 혼합되어 있는 것으로 생각된다. 또한 천연물의 항균활성은 추출시료의 종류나 사용부위에 따라 활성에 차이가 있고, 추출용매에 따라서 활성에 차이를 보이며, 배양하는 미생물의 초기접종 농도 등에 의해서도 항균력에 차이가 나는 것으로 사료된다.

지금까지 무화과는 성숙한 상태의 과일로서만 이용되어왔으나 본 실험에서 무화과의 성숙시기별 추출물의 식중독균에 대한 항균 활성은 성숙직전 시

기인 미숙과Ⅱ에서 가장 활성이 우수한 것을 확인하였고, 이는 무화과의 재배과정에서 이용되지 못하고 떨어지는 미숙과를 이용할 수 있는 대안이 될 수 있을 것으로 생각되며 천연항균물질로서의 무화과의 이용가능성을 충분히 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

Ⅳ. 요 약

천연생리활성 물질로서의 국내산 무화과의 특성을 검색하고자 성숙시기별로 미숙과Ⅰ, 미숙과 Ⅱ, 완숙과를 메탄올로 추출하고, 메탄올 추출물을 극성에 따라 계통분획하여, 각각의 분획물에 대해 미생물의 성장저해활성을 확인하였다. 식중독균 8종에 대한 생육정도를 측정한 결과, 모든 대상균주에 대부분에 대해 무화과 메탄올추출물 및 용매분획물들에서 농도가 증가함에 따라 유의적으로 성장이 억제되는 것으로 나타났다($p<0.001$). 무화과 메탄올 추출물은 완숙과보다는 미숙과Ⅰ 및 미숙과 Ⅱ에서 활성이 우수하여, *L. monocytogenes*을 비롯한 모든 사용균주에 대해 10 mg/mL에서부터 강한 억제활성을 보였다.

무화과 용매계통분획물에 의한 항균활성은 성숙정도와 대상균주에 따라 차이는 있었으나 0.1~5.0 mg/mL농도범위에서 극성이 낮은 헥산과 클로로포름 분획이 강한 항균활성을 나타내는 반면, 극성이 비교적 높은 부탄올 분획은 그보다 낮은 활성을 보였으며, 에틸아세테이트 분획과 물 분획에서는 항균활성을 거의 보이지 않았다.

추출 용매에 대한 항균력은 계통분획물들이 메탄올 추출물보다는 낮은 농도에서 항균활성이 나타났으나, 메탄올 추출물이 좀더 광범위한 균주들에 대해 억제활성이 있었으며, 계통분획물들은 분획에 따라 성숙시기에 따라 활성이 있는 균주가 특이적으로 다양하게 나타났다. 헥산분획물에서는 메탄올 추출물과는 달리 *L. monocytogenes, E. coli* O157:H7, *Y. enterocolitica*와 *V. parahaemolyticus*에 대해완숙과가 미숙과 I 또는 II보다 항균활성이 우수하게 나타났으며, 클로로포름 분획에서는 모든 성숙단계에서 *E. coli* O157:H7과 *V. parahaemolyticus*에 대해 저해활성이 매우 우수하였다. 또한 부탄올분획물에서는 메탄올추출물과 같이 미숙과 I, II에서 완숙과보다 더 우수한 항균활성을 보이는 균주들이 많았다.

본 실험에서 무화과 추출물 또는 계통분획물들은 식중독균에 대해 항균활성이 있는 것으로 확인되었고, 특히 전반적으로 판단하여 볼 때 성숙직전의 미숙과Ⅱ에서 항균활성이 보다 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 식품의약품안전청 (2003a) : 식중독 예방교육 표준교재. http://www.kfda.go.kr
2. 식품의약품안전청 (2003b) : 식중독 통계자료. http://www.kfda.go.kr
3. 신민교 (1997) : 임상본초학. 영림사, 서울. p 419-420
4. 신수철 (1980) : 무화과의 효소에 대한 고찰. 순천농업전문대학 논문집, 17:524-543
5. 영암군농촌지도소 (1991) : 무화과재배. p 78-95
6. 이건섭, 김승곤, 김신무, 김영권, 오흥백, 정경석, 정태화 (1999) : 진단 병원미생물학. 고려의학, 서울
7. 이창복 (1980) : 대한식물도감. 향문사, 서울
8. 전라남도농업기술원 (1998) : http://www.jares.go.kr/new-jares/board
9. 黑上泰治 (1967) : 果樹園藝各論(上). 養賢堂, 東京
10. Branen AL (1975) : Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydoxytoluane. *J. Oil Chem. Soc.*, 52:59-62
11. Han JS, Shin DH, Yun SA, Kim MS (1994) : Antimicrobial effects on *Listeria monocytogenes* by some edible plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26: 545-551
12. Hou WN, Kim MH (1998) : Processing of low sugar jams from fig pulp treated with pectinesterase. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30:125-131
13. Jeong MR, Kim BS, Lee YE (2002) : Physicochemical characteristics and antioxidative effects of Korean Figs (*Ficus carica* L.). *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 12:566-573
14. Kang SK (1994) : Antimicrobial substances in fig leaves. Ph.D. Dissertation, Chonnam National University
15. Kim KH (1981) : Chemical components of Korean figs and its storage stability. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 13(2):165-169
16. Kim SS, Lee CH, Oh SL, Chung DH (1992) : Chemical components in the two cultivars of Korean figs(*Ficus carica L.*). J. *Korean Agric. Chem. Soc*, 35:51-54
17. Kim YS, Park KS, Kyung KH, Shim ST, Kim HK (1996) : Antibacterial activity of garlic extract against *Escherichia coli. Korean J. Food Sci. Technol.*, 28:730-735
18. Kong YJ, Kang TS., Park BK, Oh DH (2001) : Antimicrobial and antioxidative activities of solvent fractions of *Quercus mongolica* Leaf. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30: 338-343
19. Lee BW, Shin DH (1991) : Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractions for food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*,

23: 205-211
20. Lim JW, Lee GB (1999) : Studies on the antimicrobial activities of *Prunus mume*. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 9:442-451
21. Moon CK, Kim YG, Kim MY (1997) : Studies on the bioactivities of the extractives from *Ficus carica*. *J. Inst. Agric. Res. Util.*, 31:69-79
22. Park BH, Park WK (1994) : A Study on the manufacturing of fig conserves for beef tenderizing. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23:1027-1031
23. Ryu SR, Cho H, Jung JS, Jung ST (1998) : The study on the separation, antitumor activity as new substances in Fig. *J. Applied Chem.* 2(2): 961-964
24. Shim KH, Sung NK Choi JS, Kang KS (1989) : Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 18:101-108
25. Vinson JA (1999) : The functional food properties of figs. Cereal Food World, 44(2): 82-87
26. William DC, Sgarbieri VC, Whitaker JR (1968) : Proteolytic activity in the genus *Ficus*. *Plant Physiol.*, 43:1083
27. Yang EJ, Han J, Lee IS (1999) : Antimicrobial activity of medicinal herbs extracts on cooling preservation foods. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6:110-114

(2005년 1월 19일 접수, 2005년 2월 14일 채택)