J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
30(6), 1164~1170(2001)

한국식품영양과학회지

오이 추출물의 항돌연변이 및 항미생물 효과

정숙현[†] · 문숙희*
동서대학교 식품생명공학전공
*경남정보대학교 식품영양과

Antimutagenic and Antimicrobial Effect of Cucumber (*Cucumis sativus*) Extracts

Sook-Hyun Chung[†] and Suk-Hee Moon*

Dept. of Food and Biotechnology, Dongseo University, Busan 617-716, Korea
**Div. of Food and Chemical Engineering, Kyungnam College of Information & Technology, Busan 617-701, Korea*

Abstract

Antimutagenic and antimicrobial effects of cucumber extracts were investigated. Antimutagenic effects of cucumber extract against aflatoxin (AFB_1) as indirect mutagen and N-methyl-N′-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) as direct mutagen using the Ames assay system with *Salmonella typhimurium* TA100 were studied. 1.25~5.0% of methanol extract exhibited 11~17% of antimutagenity against AFB_1 and 46~85% of antimutagenity against MNNG. Among fractions of methanol extract, hexane fraction exhibited the highest antimutagenic effect against AFB_1 (89%) and butanol fraction exhibited the highest antimutagenic effect against MNNG (95%). Antimicrobial effects of cucumber extract were investigated on the eleven microorganisms. Methanol extract showed anitimicrobial effect on eight microorganisms. Among these tested microorganisms, *Klebsiella pneumonia* KCTC 2208, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 2004 were the most sensitively inhibited with 13 mm clear zone on holo test. Hexane fraction showed anitimicrobial effect only on *Vibrio parahaemolyticus* KCTC 2471. Chloroform and ethyl acetate fractions showed a weak effect. *V. parahaemolyticus* showed the lowest minium inhibitory concentration (MIC) (500 ppm) among eleven tested microorganisms by methanol extract. Sterilization effect of 1% methanol extract on *P. aeruginosa* incubation is 10 times stronger than 0.5% methanol extract. It estimated to need 26 min for the sterilization of 90% *P. aeruginosa* cell counts by 1% methanol extract but 250 min by 0.5% methanol extract.

Key words: cucumber extract, antimutagenic effect, antimicrobial effect

서 론

오이는 박과에 속하는 덩굴성 일년초로서 그 원산지는 인도 북부로 추정되고 있고 그 학명은 *Cucumis sativus*이다(1).

우리나라에서 오이의 생산량은 농업기술의 발전과 현대 식생활의 변화에 따라 요구 량이 증가되어 해마다 생산량이 증가하여 1980년에는 약 10만톤, 1990년에는 약 30만톤, 2000년에는 약 45만톤으로 대량생산 채소류에 목록 되어 있다. 그리고 이와 같은 증가된 생산물의 대부분은 시설재배에 의한 것으로 나타나고 있다(2).

오이의 소비는 주로 생식으로 김치, 피클, 샐러드, 냉채 등의 형태이며 영양적 측면으로는 열량가는 낮으나 미네랄과 비타민은 풍부하여 좋은 공급원이 되고 있다. 특히 칼륨의 함량이 높아서 체내 노폐물의 배출을 도와 땀을 흘린 후 음료수 대신 섭취하면 몸을 가볍게 한다. 그리고 비타민 C의 함량이 높아(약 30 mg/100 g) 피부 미용에는 물론 숙취제거에도 효과가 있는 것으로 인정되어 왔다(3,4). 동의보감에서는 오이즙이 땀띠를 가라앉히는데 효과적이고, 오이의 뿌리, 잎, 줄기를 달인 즙은 심근경색의 치료에 효과적인 것으로 기술되어 있다(5). 또한 오이의 쓴맛을 나타내는 성분은 cucurbitacin으로 이것이 항종양성을 나타내는 것으로 알려져 있다(6).

연구자들은 다양한 식물성 소재에 대한 생리활성의 연구로서 항미생물 효과(7-14)와 항돌연변이 효과(15-20)에 관하여 많은 결과들을 발표하고 있다. 항미생물 효과는 정향성 식물들에서 흔하게 나타나고 특히 마늘(*Allium sativum*)은 allicin 성분이 -SH group 효소의 저해제로 작용함으로서 항균력을 갖는 것으로 알려져 있다(21). 쑥(*Artemisia asiatica nakai*)은 그 향기의 주요 성분인 farnesol, caryophyllene이 항균 효과를 나타내었고(22), 이 성분들과 동일계열인 terpenol계열로서 정향성 식물의 주요 향기 성분인 eugenol의

[†]Corresponding author. E-mail: shchung@dongseo.ac.kr
Phone: 82-51-320-1794, Fax: 82-51-320-1794

항균력도 보고되었다(23). 그 외 여러 차류에 다량 함유된 polyphenol류인 catechin과 flavonoid계 tannic acid, green olive의 phenol성 배당체, 단삼의 주요 성분인 transhinone 관련 색소 성분 등에 대한 항균효과들이 알려져 있다(24-27). 항돌연변이 효과는 β-carotene, 비타민 C, 식이섬유소 등이 함유된 녹황색 채소류에서 탁월한 암예방 효과가 있음이 발표되었다(18,19). Lee 등(17)은 27종의 녹황색 채소류에서 aflatoxin B_1(AFB_1)과 4-nitroquinoline-1-oxide(4-NQO)를 통한 Ames test에서 실험한 시료의 93%에서 항돌연변이 효과를 볼 수 있었고, Shinohara 등(19)은 16종의 채소 및 과일류에 AFB_1, benzo(a)pyrene 그리고 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG) 등을 mutagen으로 한 실험에서 우엉, 가지, 시금치 등에서 항돌연변이 효과가 탁월함을 알 수 있었다. Edenharder 등(20)은 20종의 채소와 과일류를 통한 실험으로 대부분의 시료에서 benzo(a)pyrene에 대한 항돌연변이 효과를 볼 수 있었다.

이 실험에서는 일상의 식생활에서 독특한 풀내음의 시원한 향기와 그 조직감의 기호성, 그리고 위에서 기술된 영양적 혹은 그 외적인 요인 등으로 사계절 소비되고 있는 오이 추출물을 시료로 하여 항미생물 효과를 조사하였고 동시에 AFB_1, MNNG를 mutagen으로 한 Ames test를 하여 항돌연변이 효과도 조사하였다.

재료 및 방법

재료

엄궁 농산물시장에서 구입한 오이(김해 대저산: 가시오이)를 수세하고, 세절하여 진공동결건조기(model 77545 Labconco Co., USA)에서 건조한 다음 분쇄기를 이용하여 분말화한 후 냉동고에 보관하면서 실험용 재료로 사용하였다.

오이 추출물 준비

동결건조하여 준비된 오이분말 50 g에 methanol 1,000 mL을 첨가하여 상온에서 6시간 진탕추출, 여과하여 여액은 취하고 잔유물은 동일한 방법으로 2번 더 진탕추출하여 여액을 모두 합하였다. 이 여액은 회전증발농축기(R124 Büchi Co., Germany)로 건고 될 때까지 농축시켜 이것을 methanol 추출물로 하였다. 유기용매별 분획 추출물은 오이분말 100 g으로 앞의 방법에 의하여 methanol 추출물을 준비하고, 여기에 hexane : methanol : H_2O (10 : 1 : 9)의 혼합용액 500 mL을 첨가하여 상온에서 6시간씩 3회 진탕추출하여 hexane층은 농축, 건고시켜 hexane 분획 추출물로 하였다. 수용액층에는 다시 chloroform 500 mL을 첨가시켜 6시간씩 3회 진탕추출하여 chloroform층을 농축, 건고시켜 chloroform 분획 추출물로 하였다. 수용액층에는 다시 ethyl acetate 500 mL을 첨가시켜 6시간씩 3회 진탕추출하여 ethyl acetate층은 농축, 건고시켜 ethyl acetate 분획 추출물로 하였다. 수용액층에는 다시 butanol 500 mL을 첨가시켜 6시간씩 3회 진탕추출하여 butanol층은 농축, 건고시켜 butanol 분획 추출물로 하였다. 나머지 수용액 층은 농축, 건고시켜 수층 분획 추출물로 하였다(Fig. 1). 위에서 준비된 용매별 분획 추출물은 냉동고에 보관하면서 필요에 따라 증류수 혹은 DMSO에 용해시켜 항돌연변이 및 항미생물 실험에 사용하였다. 추출시 사용된 유기용매는 모두 Merck제품 GR급으로 사용하였다. 각 용매별 추출물은 농축용기의 항량을 측정한 후 그 용기로 추출물을 완전히 농축, 건고시키고, 다시 무게를 정확히 측정하여 추출물의 수율을 측정하였다.

Ames test

시험 균주는 *Salmonella typhimurium* TA100으로 histidine 요구성 돌연변이체이며, 미국의 California 대학의 B. N. Ames박사로부터 제공받았다. 실험 전에 균들은 정기적으로 histidine 요구성, deep rough character, UV 감수성 및 R factor 존재 등의 genotypes을 확인한 후 시험균주로 사용하였다. 항돌연변이 실험은 Maron과 Ames(28)의 방법에 따라 S9 mixture를 준비하고, 준비된 S9 mix 0.5 mL(AFB_1의 경우) 또는 0.2 M 인산 완충액 0.5 mL(MNNG의 경우), 하루밤 배양된 균주($1\sim2\times10^9$ cells/mL) 0.1 mL, mutagen 용액 50 µL와 여러 농도의 시료액 50 µL씩을 ice bath에 담긴 시험관에 첨가한 후 가볍게 vortex하고 37°C에서 20분간 예비 배양하였다. 이때 mutagen으로 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG) 및 aflatoxin B_1(AFB_1)은 미국 Aldrich 회사 및 Sigma 회사에서 각각 구입하여 증류수 및 dimethylsulfoxide(DMSO)에 녹여 실험에 사용하였다. 앞에서 예비 배양된 시험관에 45°C에 보관 중이던 top agar 2 mL씩을 첨가하여 3초간 vortex한 후 이것을 미리 준비된 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 revertant

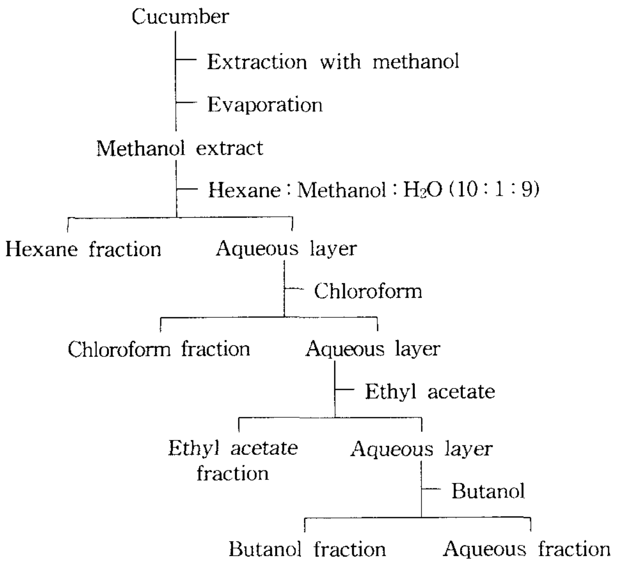

Fig. 1. The procedure for the solvent fractionation of methanol extract from cucumber using hexane, chloroform, ethyl acetate and butanol.

Table 1. Tested microorganisms for antimicrobial activity with cucumber extracts

Microorganism	Medium	Character
Escherichia coli KCTC 1116	Nutrient broth(N.B.)/agar(N.A.)	G
Enterobacter aerogenes KCTC 2190		G
Klebsiella pneumonia KCTC 2208		G
Salmonella typhimurium KCTC 1925		G
Pseudomonas aeruginosa KCTC 2004		G
Bacillus subtilis KCTC 1021		G'
Sterptococcus faecalis KCTC 3195	N.B./N.A. and added peptone 0.5%, yeast ext. 0.3%, beef ext. 0.15%	G'
Staphylococcus aureus KCTC 1916		
Micrococcus luteus KCTC 1056		
Vibrio parahaemolyticus KCTC 2471	N.B./N.A. and added NaCl 3%	G
Saccharomyces cerevisiae KCTC 1199	YM agar/broth	

숫자를 계수하였다(29). 한편 균주에 대해 오이 추출물과 mutagen의 농도는 독성 실험과 dose response를 행하여 결정하였다.

항미생물 효과 실험

공시균주 : 실험에 사용할 균주와 배지는 Table 1과 같다.

항미생물 활성 측정 : 실험은 세균의 특성에 따라 nutrient agar(NA)/nutrient broth(NB)(Difco, USA) 그리고 강화된 NA/NB 배지를 이용하였고 *Vibrio parahaemolyticus* KCTC 2471는 NA/NB 배지에 3%의 NaCl을 첨가한 것으로 실험하였다. 효모는 YM agar/broth(Difco, USA)배지를 사용하였다. 항균성 측정은 paper disc를 이용한 holo test로 측정하였다. 즉 3회 계대 배양하여 준비된 전배양액 0.1 mL을 무균 pipette으로 취하여 50°C 유지된 배지 15 mL정도에 가하여 배지가 굳기 전에 잘 혼합시켜 petri dish에 옮긴다. 여기에 멸균된 8 mm의 paper disc(Avantec 49005010)를 잘 밀착시킨 후 DMSO로 10% 농도로 희석된 오이추출물을 membrane filter (0.2 μm, Whatman 6750-2502)로 제균한 후 micro pipette으로 30 μL 취하여 밀착되어 있는 paper disc 위에 적하하고, 세균은 37°C, 효모는 25°C에서 24시간 배양시킨 후 paper disc 주위의 clear zone의 지름을 측정하였다. Control로서 DMSO만 적하하여 병행 실험하였다.

Methanol 추출물을 이용한 최소증식억제농도(minimum inhibitory concentration)를 위한 실험은 methanol 추출물을 DMSO로 용해시키고, 이 용액을 membrane filter(0.2 μm)로 제균한 후 멸균 준비된 nutrient broth에 첨가시켜 농도를 0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 ppm으로 조절하였다. 이렇게 준비된 배지 10 mL에 1 mL의 전배양된 균액을 첨가하여 분광광도계(UV-1201 Shimadzu Co., Japan)로 660 nm에서 흡광도(A)를 측정하였고, 그후 24시간동안 37°C에서 진탕배양 시킨 후 다시 흡광도(B)를 측정하였다. 이렇게 측정된 흡광도의 차이(B-A)를 조사하여 control(0 ppm)과 비교하여 균 증식 억제에 대한 효과를 조사하였다.

살균력 측정 : Methanol 추출물을 1%, 0.5%로 조절하여 준비된 nutrient broth에 각각 전배양된 *Pseudomonas aeruginosa*를 첨가하여 초기균수를 약 10^5정도로 조절한 후 진탕배양조 37°C에서 배양하면서 1시간 간격으로 채취된 시료로 생균수를 측정하여 살균의 효과를 조사하였다.

결과 및 고찰

추출물 수율

신선한 생오이 1 kg을 동결건조하여 35 g의 오이 분말을 얻었다. 오이 분말 추출물들에 대한 수율은 Table 2에 나타내었다. Methanol 추출물이 오이 분말 무게의 48%, 이 methanol 추출물의 83.5%는 aqueous fraction으로 나타났다. 그리고 aqueous fraction은 대부분이 당이란 것을 시각, 미각적으로 알 수 있었고, 오이의 성분 분석에 의하면 당 함량은 오이의 품종 상태에 따라 다양하여 고형물중 37~58%인 것으로 알려져 있다(4). Hexane fraction은 mehanol 추출물의 약 7.5%를 보임으로서 오이분말의 추출물은 대부분이 극성쪽에서 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

항돌연변이 효과

AFB_1은 *in vitro* 돌연변이 실험에서 뿐만 아니라 동물실험에서도 강력한 발암원으로 검정되었으며 아플라톡신 화합물 중에서도 돌연변이 유발성이 가장 강력한 것으로 알려져 있다(30). AFB_1의 경우 간접 돌연변이원으로 쥐 간 추출물의 microsomal fraction의 mixed function oxidase에 의해 활성화되어 최종 돌연변이원으로 작용하여 DNA 또는 RNA에 결합한다고 알려져 있다(31). 또한 MNNG는 특히 위암발생과

Table 2. Yields of methanol extract and solvent fractions from methanol extracts of dried cucumber

Fractions	Yields (%)
Methanol[1)]	48.0
Fractions of methanol extract[2)]	
Hexane	7.5
Chloroform	0.9
Ethyl acetate	0.7
Butanol	1.0
Aqueous	83.5

[1)]g/100 g dried cucumber powder.
[2)]% of methanol extracts.

관련될 수 있는 직접 돌연변이원으로 MNNG의 발암작용은 핵산의 알킬화와 같은 DNA 염기 배열에 이상을 일으키는 유전적인 작용과 단백질의 아미노산의 니트로화 등 DNA 유전정보 발현에 이상을 일으키는 기전 등이 관련된다고 알려져 있다(32). 우선 *in vitro*에서 Ames실험계를 이용하여 오이의 항돌연변이 효과를 살펴본 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 *Salmonella typhymurium* TA100에서 간접 돌연변이원인 AFB_1에 대해 오이의 methanol 추출물은 1.25~5.0%에서 11~70%의 항돌연변이성을 나타내었고, 직접 돌연변이원인 MNNG에 대해서도 농도에 비례하여 40~85%의 항돌연변이 활성을 나타내었다. 이것은 Lee 등(17)이 보여준 오이의 methanol 추출물이 간접 돌연변이원인 AFB_1에는 항돌연변이 효과가 약하게 나타났으나, 직접 돌연변이원인 4-NQO에는 강한 효력으로 이 실험의 결과와도 일치하고 있다. 오이의 활성물질을 분리하기 위해서 오이의 methanol 추출물을 극성이 다른 용매, 즉 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 물 등으로 분획하였다. AFB_1에 대한 이들 용매 획분의 항돌연변이 효과는 Table 3과 같다. 오이의 hexane, chloroform 및 ethyl acetate 획분이 농도에 비례해서 AFB_1에 대해 강한 항돌연변이 활성을 나타냈으며 특히 hexane 획분의 효과가 가장 커서 AFB_1의 돌연변이 저해효과가 89%에 달하였다. 이는 오이의 지용성 활성성분이 AFB_1의 활성화에 관여하며 최종 돌연변이원으로의 전환을 억제하는 역할을 하는 것으로 추정된다. 또한 MNNG에 대한 오이의 용매별 획분의 항돌연변이 효과를 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 오이의 hexane 및 chloroform 획분의 경우 높은 농도(5%)에서는 강력한 항돌연변이성을 관찰할 수 있었으나 그 보다 낮은 농도에서는 활성이 그다지 높지 않았다. 그러나 오이의 butanol 획분은 농도에 비례해서 MNNG에 대해 가장 큰 항돌연변이 활성이관찰되었으며 5%의 농도에서는 MNNG에 대해 95%의 항돌연변이성을 나타내었다. Ames test에 사용한 오이의 methanol 추출물 및 각 용매별 획분은 Fig. 3에서와 같이 항돌연변이 test전에 미리 독성 test를 실시하여 그 농도를 결정하였다.

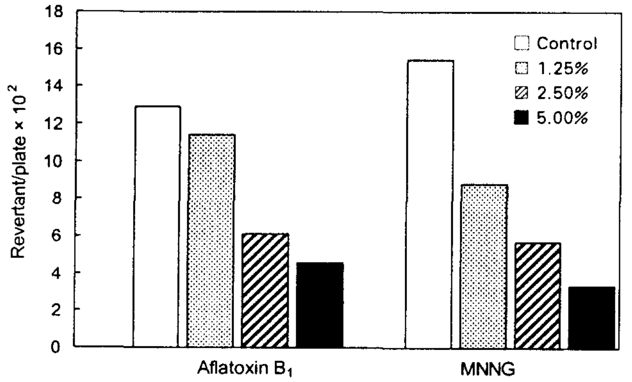

Fig. 2. Effects of methanol extract of cucumber on the inhibition of AFB_1 (1 g/plate) and MNNG (1.5 g/plate) in *S. typhimurium* TA100.

Table 3. Effects of solvent fractions from the methanol extract of cucumber on the inhibition of aflatoxin B_1 (AFB_1, 0.6 μg/plate) mutagenicities in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Concentration (%)	Revertants/ plate	Inhibition rate(%)[1]
Control		1287±28 (A)	
Spontaneous		108± 8 (B)	
Hexane fraction	1.25	312±18 (C)	82
	2.50	232± 9	89
	5.00	230±13	89
Chloroform fraction	1.25	737±50	46
	2.50	289±13	84
	5.00	265±18	86
Ethyl acetate fraction	1.25	925±30	30
	2.50	524±37	64
	5.00	324±20	81
Butanol fraction	1.25	1287±60	0
	2.50	1255±86	2
	5.00	902±33	32
Aqueous fraction	1.25	1208± 5	6
	2.50	1235± 9	4
	5.00	1248±42	3

[1]Inhibition rate (%)=100×[(A-C)/(A-B)].

Table 4. Effects of solvent fractions from the methanol extract of cucumber on the inhibition of N-methyl-N'-nitro-N-nitroso-guanidine (MNNG, 1.5 μg/plate) mutagenicities in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Concentration (%)	Revertants/ plate	Inhibition rate (%)[1]
Control		1541± 46 (A)	
Spontaneous		124± 22 (B)	
Hexane fraction	1.25	1531± 53 (C)	1
	2.50	914± 84	44
	5.00	360± 42	83
Chloroform fraction	1.25	1501± 66	3
	2.50	1240± 95	21
	5.00	407± 38	80
Ethyl acetate fraction	1.25	1490± 49	4
	2.50	1432±110	8
	5.00	1271± 6	18
Butanol fraction	1.25	722± 26	58
	2.50	380± 39	82
	5.00	193± 19	95
Aqueous fraction	1.25	1513± 13	2
	2.50	1417±140	8
	5.00	625± 36	64

[1]Inhibition rate (%) = 100×[(A-C)/(A-B)].

10%의 농도에서는 일부 획분이 독성을 나타냈으므로 5%의 이하의 농도에서 항돌연변이 실험을 행하였다. 따라서 오이에는 간접 돌연변이원의 활성화에 관여하여 항돌연변이성을 나타내는 물질이외에도 직접 돌연변이원이 직접 DNA에 결합하여 유전적 돌연변이를 일으키는 것을 차단하는 항돌연변이 물질도 들어있으리라 추정되었다.

항미생물 활성

오이 용매별 분획추출물의 항미생물 활성을 조사하기 위하여 11종의 미생물에 대하여 10%의 추출물로서 paper disc를 이용한 holo test를 실시한 결과 그 활성에서 아주 뚜렷하

Table 5. Antimicrobial activity of the extracted cucumber with different solvents

Microorganism \ Solvent	Methanol	Hexane	$CHCl_3$	Ethyl acetate	Butanol	Aqueous
	— Zone of inhibition (mm) of growth —					
E. coli	-	-	-	-	-	-
E. aerogenes	11	-	-	-	-	-
K. pneumonia	13	-	9	-	-	-
P. aeruginosa	13	-	-	-	-	-
S. typhimurium	10	-	-	-	-	-
V. haemolyticus	10	11	11	10	-	-
B. subtilis	12	-	9	10	-	-
S. aureus	-	-	-	8	-	-
S. faecalis	8	-	-	-	-	-
M. luteus	10	-	-	-	-	-
S. cerevisiae	-	-	-	-	-	-

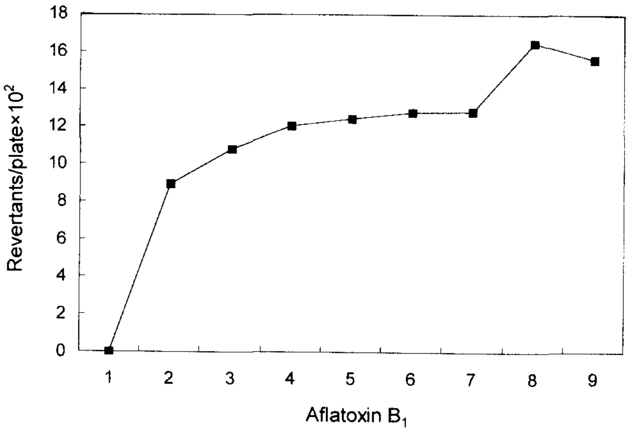

Fig. 3. Dose response of aflatoxin B_1 on *S. typhimurium* TA100.

게 나타났다. Methanol 추출물에서는 11종의 미생물 test에서 8종의 미생물에 대하여 clear zone을 형성하였다. Ethyl acetate와 chloroform의 획분에서는 3종의 미생물, hexane 획분에서는 1종의 미생물에서 항균활성에 결과를 보였으나 물과 butanol 획분에서는 항균활성을 전혀 나타내지 않았다 (Table 5). 이것은 Shim 등(33)이 조사한 겨자 추출물에서 methanol 추출물의 강한 항균력에 반하여 물 획분에서는 전혀 항균력이 없었던 결과에서도 동일한 경향을 보이고 있다. 실험 균중에서는 *K. pneumonia*와 *P. aeruginosa*에서 13 mm의 clear zone으로 가장 강한 항균활성을 나타내었다고 *V. parahaemolyticus*가 ethyl acetate, chloroform, hexane, methanol 등 4종류의 추출물에서 항균활성을 보였다. 즉 실험한 균종에서는 가장 다양한 추출물에서 항균 효과를 보이고 있다. 반면 *E. coli, S. aureus, S. cerevisiae*는 항균활성 효과를 전혀 보이지 않았다.

Methanol 추출물의 첨가 농도에 대한 증식억제 효과를 조사한 결과를 Table 6에서 나타내었다. *V. parahaemolyticus*가 500 ppm에서 증식의 억제가 나타나기 시작하여 가장 민감하게 반응하였고, 최고 실험 농도인 2,500 ppm에서는 거의 살균 효과를 보였고, 이것은 Mok 등(34)이 단삼의 ethanol

Table 6. Concentration effect of the methanol extracted cucumber on the growth of microorganisms (O.D. at 660 nm)

Microorganism \ Conc. of extract (ppm)	0	500	1000	1500	2000	2500
E. coli	0.259	0.306	0.271	0.222	0.130	0.097
E. aerogenes	0.183	0.374	0.322	0.202	0.137	0.102
K. pneumonia	0.135	0.220	0.199	0.167	0.124	0.096
P. aeruginosa	0.117	0.222	0.173	0.128	0.083	0.069
S. typhimurium	0.314	0.366	0.274	0.245	0.102	0.068
V. parahaemolyticus	0.235	0.196	0.222	0.198	0.148	0
B. subtilis	0.181	0.264	0.170	0.168	0.137	0.102
S. aureus	0.101	0.251	0.222	0.198	0.146	0.139
S. faecalis	0.259	0.306	0.271	0.222	0.130	0.097
M. luteus	0.153	0.277	0.254	0.149	0.091	0.070
S. cerevisiae	0.119	0.146	0.255	0.136	0.112	0.103

추출물 실험에서 *V. parahaemolyticus*의 최소증식억제농도가 800 ppm이상을 나타낸 것과 항균효과면에서 비교할 수 있다. 그 외 *S. typhimurium*과 *B. subtilis*가 1000 ppm에서 *S. faecalis, M. luteus, E. coli, P. aeruginosa*는 1500 ppm에서 증식이 억제되기 시작하였다. *S. aureus*는 본 실험의 최고 농도인 2500 ppm에서도 증식 억제가 나타나지 않았다. *S. cerevisiae*는 고농도에서 약간의 억제효과를 나타내고 있지만 그 정도는 아주 미미하게 나타났다. *V. parahaemolyticus*를 제외한 실험에 사용된 모든 균종에서 미량의 methanol 추출물은 오히려 미생물의 증식에 긍정적인 효과를 나타내었다. 즉 control 보다는 methanol추출물의 500 ppm 첨가가 균 증식을 더욱 증가시켰다. 쑥과 쑥차의 열수 추출물에 대한 항균력 실험에서도 낮은 농도의 추출물 첨가는 균 증식을 증가시킨 것으로 보고하고 있다(22).

살균 효과

Methanol 추출물의 살균 효과를 알기 위하여 추출물을 1%와 0.5%로 첨가한 영양액체 배지에 *P. aeruginosa*를 초기 균수 약 10^5/mL로 접종한 후, 37°C에서 진탕배양하였고, 배양 중 1시간 간격으로 생균수를 측정하였다. Fig. 4에서 나타난 결과로 1%의 methanol 추출물 첨가에서 그 살균효과는 아주

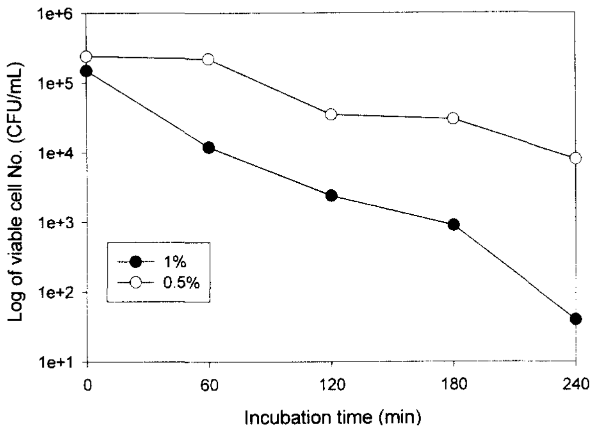

Fig. 4. Changes of the viable cell counts on *P. aeruginosa* in nutrient broth containing methanol extracts of cucumber at 37°C.

Table 7. Regression equation on the viable cell count of *P. aeruginosa* KCTC 2004 during incubation with methanol extract of cucumber

Conc.	Regression equation	Estimated decimal value
1%	$y = -0.038x + 5.1$	26 min
0.5%	$y = -0.004x + 5.5$	250 min

강하게 나타남으로서 0.5%와 비교할 때 농도의 효과를 크게 보이고 있다. 이 그래프를 회귀방정식으로 정리하여 살균의 속도를 Table 7에 나타내었다. 농도가 2배로 증가되었을 때 살균의 속도는 약 10배 정도 증가됨을 알 수 있고, 초기 균수의 90%정도를 살균하는데 소요되는 시간은 1% 농도에서는 약 26분, 0.5%농도에서는 약 250분 정도가 필요한 것으로 나타났다.

요 약

이 연구에서는 오이 methanol 추출물과 methanol 추출물의 분획물에 대한 항돌연변이 효과와 항미생물 효과를 조사하였다. Ames 실험계를 이용한 항돌연변이 효과는 *Salmonella typhimurium* TA100에서 간접 돌연변이원인 aflatoxin B_1에 대해 methanol 추출물은 1.25~5.0%에서 11~70%의 항돌연변이 활성을 나타냈었고, 직접 돌연변이원인 MNNG에 대해서는 46~85%의 항돌연변이 활성을 나타내었다. 또한 methanol 추출물을 분획하여 얻은 각 용매별 획분 중에서는 aflatoxin B_1에 대해서는 hexane 획분이, MNNG에 대해서는 butanol 획분이 89% 및 95%로 가장 큰 항돌연변이 효과를 나타내었다. 항미생물 효과의 조사에서는 오이 methanol 추출물이 실험균주 11종 중 8종의 세균에 대하여 항균활성을 나타내었다. 이 중 *K. pneumonia* KCTC 2208, *P. aeruginosa* KCTC 2004가 clear zone 13 mm로서 가장 항균 활성에 민감한 균종으로 나타났다. 각 용매별 획분 중에서는 hexane 획분은 *V. parahaemolyticus* KCTC 2471에 대하여 항균효과를 보였고, chloroform과 ethyl acetate 획분에서도 약하게 항균효과를 보였다. Methanol 추출물의 농도에 따른 균증식억제효과의 결과로는 *V. parahaemolyticus*가 가장 낮은 최소증식억제농도를 보여 500 ppm으로 나타났다. Methanol 추출물의 살균효과는 *P. aeruginosa*에서 1%의 농도가 0.5%의 농도에 비하여 약 10배정도의 빠른 살균효과를 보였다. 즉 초기 균수의 90%균을 살균하는데 1%와 0.5%의 농도에서 각각 26분, 250분이 소요되는 것으로 예측되었다.

감사의 글

본 연구 결과의 일부는 1998년 동서대학교 교내연구비 지원에 의한 것이며 이를 감사드립니다.

문 헌

1. Moon, B.S. and Lee, K.Y. : *Food Materials*. Suhak Publishing Co., Seoul, p.99 (1991)
2. Ministry of agriculture and forestry : *Report of vegetable productions* In homepage of MAF (2001)
3. Park, J.S. : Studies of mineral contents in Korean daily food. *Thesis Collection of Duksung Women's Univ.*, **7**, 299-317 (1978)
4. Shin, H.S. : *Food Analysis*. Hakmun Publishing Co., Seoul, p.612 (1996)
5. 신재용 : 알기 쉬운 동의보감. 학원사, p.100 (2000)
6. Windholz, M. : *An encyclopedia of chemicals and drugs*. 9th ed., Merck & Co., INC., NJ, p.340-341 (1984)
7. Beuchat, L.R. and Golden D.A. : Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.*, **43**, 134-137 (1989)
8. Davidson, P.M. and Post, L.S. : Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials. In *Antimocrobials in Foods*, Branen, A.L. and Davidson, P.M. (eds.), Marcel Dekker, Inc., NY, p.371 (1983)
9. Lee, B.W. and Shin, D.H. : Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 200-204 (1991)
10. Lee, B.W. and Shin, D.H. : Antimicrobial effect of some plants extracts and their fractionates for food spoilage microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 205-211 (1991)
11. Kong, Y.J., Hong, G.P., Kwon, H.J., Hong, J.K., Park, B.K. and Oh, D.H. : Antimicrobial activities of *Quercus* spp. leaf ethanol extract against foodborn disease microorganism. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**, 415-420 (2001)
12. Roh, H.J., Shin, Y.S., Lee, K.S. and Shin, M.K. : Antimicrobial activity of water extract of green tea against cooked rice putrefactive microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 67-71 (1996)
13. Kim, S.J. and Park, K.H. : Antimicrobial substances in leek (*Allium tuberosum*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 604-608 (1996)
14. Zaika, L.L. : Spices and herbs : Their antimicrobial activity and it's determination. *J. Food Safety*, **9**, 97-102 (1988)
15. Kada, T., Hara, M. and Inoue, T. : Antimutagenic action of vegetable factors on the mutagenic principles of tryptophan pyrolysate. *Mutat. Res.*, **53**, 351 (1978)
16. Hirayama, T. : Nutrition and cancer: A large scale cohort study. In *Genetic Toxicology of the Diet*, Knudsen, I. (ed.), Alan, R. Liss Inc., NY, p.299 (1986)
17. Lee, K.I., Park, K.Y. and Rhee, S.H. : Antimutagenic effect

of green-yellow vegetables toward aflatoxin B_1 and 4-nitroquinoline-1-oxide. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 143-148 (1992)
18. Morita, K., Masako, H. and Kada, T. : Studies on natural desmutagens: Screening for vegetable and fruit factors active in inactivation of mutagenic pyrolysis products from amino acids. *Agric. Biol. Chem.*, **42**, 1235-1237 (1978)
19. Shinohara, K., Kuroki, S., Miwa, M., Kong, Z-L. and Hosoda, H. : Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 1396-1400 (1983)
20. Edenharder, R., John, K. and Ivo-Boor, H. : Antimutagenic activity of vegetable and fruit extracts against *in vitro* benzo (a)pyrene. *Z. Gesamte. Hye.*, **36**, 144-147 (1990)
21. Al-Delaimy, K.S. and Ale, S.H. : Antibacterial action of vegetable extracts on the growth of pathogenic bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 110-115 (1970)
22. Kim, Y.S., Kim, M.N., Kim, J.O. and Lee, J.H. : The effect of hot water extract and flavour compounds of mugwort on microbial growth. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 994-998 (1994)
23. Karapinar, M. : Inhibitory effect of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *International J. Food Microbial.*, **10**, 193-197 (1990)
24. Sakanaka, S., Mujo, K., Makoto, T. and Yamamoto, T. : Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a carcinogenic bacterium. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 2307-2312 (1989)
25. Luo, H.W., Zheng, J.R., Jiang, B.L. and Xu, L.F. : Relation between the RM value and biological activity of transhinones. *J. Nanjing Coll. Pharm.*, **13**, 42-48 (1982)
26. Payne, K.D., Rico-Munoz, E. and Davidson, P.M. : The antimicrobial activity of phenolic compounds against *Listeria monocytogenes* and their effectiveness in a model milk system. *J. Food Prot.*, **52**, 151-155 (1989)
27. Juven, B., Henis, Y. and Jacoby, B. : Studies on the mechanism of the antimicrobial action of oleuropein. *J. Appl. Bacterial.*, **35**, 559-564 (1972)
28. Maron, D.M. and Ames, B.N. : Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113**, 173-178 (1983)
29. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yahagi, T., Shirai, A. and Sawamura, M. : Factors modulation mutagenicity in microbial test. In *Short-term test systems for detecting carcinogens*, Norpoth, K.H. and Gamer, R.C. (eds.), Springer, Berlin, p.273 (1980)
30. Heathocote, J.C. and Hibbert, J.R. : *Aflatoxin : Chemical and biological aspects.* Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p.16 (1978)
31. Singer, B. and Grunberger, D. : *Molecular biology of mutagens and carcinogens.* Plenum Press, NY & London, p.181 (1983)
32. Jang, J.S. : Experimental animal model in the study of carcinogenicity. *Biochemistry News*, **84**, 231 (1989)
33. Shim, K.H., Seo, K.I., Kang, K.S., Moon, J.S. and Kim, H.C. : Antimicrobial substance of distilled compounds from mustard seed. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 948-955 (1995)
34. Mok, J.S., Park, U.Y., Kim, Y.M. and Chang, D.S. : Effects of solvent and extracting condition on the antimicrobial activity of *Salviae miltiorrhizae* Radix extract. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 1001-1007 (1994)

(2001년 9월 25일 접수)