

마늘 추출물의 항균, 항고혈압 및 항암활성

김기주 · 도정룡* · 김현구
한국식품개발연구원

Antimicrobial, Antihypertensive and Anticancer Activities of Garlic Extracts

Ki Ju Kim, Jeong Ryong Do*, and Hyun Ku Kim
Korea Food Research Institute

Antibacterial, antifungal, anticancer, and ACE inhibitory activities of methanol, ethyl acetate, chloroform, and hexane extracts of garlic were investigated. Methanol extract showed highest yield of 7.9-8.8 brix. Ethyl acetate and chloroform extracts showed strong antibacterial activities as determined by inhibition zone (8-16 mm) against *B. subtilis* and *P. aeruginosa*, and good antifungal activities as determined by inhibition zone (8-30 mm) against *A. niger*, *M. miehei*, and *T. reesei*. Wando, Danyang, Chinese, and Seosan garlic methanol extracts showed 65.6, 60.4, 70.1, and 55.3% ACE inhibitory activities, 42.3, 53.8, 50.4, and 54.5% anticancer activities against SNU-1, and 11.3, 20.2, 36.6, and 30.5% anticancer activities against HeLa, respectively.

Key words: garlic, antibacterial, antifungal, angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory activity, anticancer activity

서 론

마늘은(*Allium sativum* L.) 우리나라 단군신화와 삼국사기에 도 기술되어 있으며, 백합과에 속하는 다년생 채소이며, 중앙아시아가 원산지로서 지중해연안으로 보급되어 오래전부터 사용되어졌다고 알려져 있다. 또한, 옛 부터 우리 식생활에 없어서는 안 될 식품으로 자리 잡고 있는 향신료로서 항암, 항균, 항고혈압 및 항염증 등 인체에 미치는 여러 생리활성 기능이 실험과 보고서를 바탕으로 입증되어지고 있다. 예를 들면 마늘은 항균, 항암, 류머티즘, 항염증 등에 효과가 있음이 알려져 있다(1). 마늘의 연구결과를 살펴보면, Cavallito 등(2)은 마늘로부터 allicin을 분리하여 구조를 연구한 결과, 그 구조가 diallyl thiosulfinate임을 확인한 바 있으며, Stoll 등(3)은 methanol를 이용, 마늘 추출물에서 결정상의 아미노산인(+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide를 분리하고 이를 alliin이라 하였으며, 이것은 마늘에 함유된 효소에 의해 allicin, pyruvic acid 그리고 ammonia를 생성한다고 발표하였다. 이러한 마늘의 성분은 여러 가지 생리작용을 나타내며, 식품의 맛을 증진시킬 뿐만 아니라 식품의 보존 능력이 있으며, 식중독균과 같은 병원성균의 증식을 억제하는 항균 작용을 가진다(4-9). 또한 여러 대사질환에 대한 약리작용과 함께 mouse와 rat를 이용한 *in vivo*

실험에서, allicin은 복수암 및 림프육종에 효과가 있다는 보고로서 항암활성이 있음이 확인되고 연구되어 왔다(10-13). 또한 마늘에는 탄수화물과 아미노산의 일종인 alliin이 있어서 이것이 alliinase 라는 효소의 작용에 의해 allicin으로 변하여 유익한 작용이 일어나게 된다. Shin 등(14)은 고혈압 쥐의 혈압변동에 마늘의 효과를 연구한 논문에서, 마늘이 고혈압 동물과 SHR의 혈압상승을 현저하게 억제하여, 고혈압발생에 예방효과가 있는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서는, 국내산 마늘과 중국산 마늘을 methanol, ethyl acetate, chloroform, hexane의 유기용매를 사용하여 추출하고, 항균, 항고혈압 활성 및 위, 자궁암세포에 대한 암세포 성장억제 효과를 실시하여 그 기능 활성을 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출

본 실험에 사용한 마늘은 서산, 단양, 완도의 국내산 마늘과 중국산 마늘로서, 세척 후 세절하여 25 g/100 mL의 비율로 methanol, ethyl acetate, chloroform, hexane을 각각 가하여, 상온에서 3일간 교반시키면서 추출하였다. 마늘 추출물을 Whatman No 2 여과지로 여과한 후, 농축하여 -4°C 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다. 마늘의 추출수율은 Refractometer(ATAGO, Japan)를 이용하여 brix 수치측정으로 나타내었다.

일반성분

마늘의 일반성분 분석은 마늘을 세절 하여 실험에 사용하였다. 일반성분 분석은 A.O.A.C.방법(15)에 따라 수분은 105°C 상

*Corresponding author: Jeong-Ryong Do, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9240
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: jrdo@kfri.re.kr

압가열 건조법으로, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법으로, 회분은 550°C 건식회화법으로 실시하였으며, 지방은 Soxhlet으로 추출하여 측정하였다. 탄수화물은 100 - (수분 + 조단백질 + 조지방 + 회분)으로 계산하였다.

사용균주 및 배지

항균활성 실험에 사용한 세균은 *Escherichia coli* KCTC 1682, *Bacillus subtilis* ATCC 14593, *Staphylococcus aureus* ATCC 12692, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15522, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028을 사용하였고, 항곰팡이활성 실험에 사용한 균주는 *Aspergillus niger* ATCC 62751, *Aspergillus oryzae* ATCC 16507, *Trichoderma reesei* ATCC 26921, *Penicillium rugulosum* IFO 4683, *Mucor miehei* KFRI 01011로서 한국식품연구원에서 분양받아 사용하였다. 각각의 균주들은 BHI, Tryptic soy, Malt extract 및 Potato dextrose(Difco, Maryland, USA)의 각 배지에 배양하여 실험에 사용하였다.

항균활성 측정

항균 활성 검색에 사용한 세균은 slant 배지에 배양한 균주 1 백금이를 각각 취하여 각각의 10 µL의 broth 배지에 접종하고, 37°C에서 18-24시간 전 배양하여 사용하였다. 항균 활성 시험 평판배지의 조제는 각각의 생육배지를 멸균하여 기층용 배지(agar 1.5%)를 petridish에 분주하여 응고시키고, 각각의 균주를 1% 접종하여 잘 혼합한 증충용 배지(agar 0.75%)를 이에 분주하여 제조하였다. 곰팡이는 30°C에서 72-84시간 전 배양한 후, 2%의 균주를 증충용 배지(agar 0.75%)에 접종하고 기층용 배지(agar 1.5%)에 부어 항 곰팡이 활성 시험 평판배지를 제조하였다. 위와 같이 제조된 각각의 평판배지에 올려 밀착 시킨 paper disc(Φ 8 mm, Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)에 단양, 서산, 완도, 중국산 마늘의 methanol, ethyl acetate, chloroform, hexane용매 추출물을 8 brix의 농도로 조정하여 각각 20 µL 첨가한 후, 세균은 37°C incubator에 36-48시간 동안 배양하고, 곰팡이는 30°C incubator에 72-84시간 배양하여 clear zone 직경(mm)으로 항균활성을 비교하였다.

ACE저해작용

ACE저해활성 측정은 Cushman 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, ACE 저해활성은 0.3 M NaCl을 함유한 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3)에 rabbit lung acetone powder(Sigma USA)를 1 g/10 mL(w/v)의 농도로 4°C에서 24시간동안 추출한 후, 4°C, 4,000 rpm에서 40분간 원심 분리하여 ACE 조효소액을 얻었다. ACE저해 활성은 8 brix농도의 시료 50 µL에 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 100 µL와 ACE 조효소액 50 µL를 가한 다음 37°C에서 5분간 예비반응 시킨 후, 0.3 M NaCl이 함유된 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 5 mL에 HHL(hip-puryl-histidyl-leucine) 25 mg을 첨가하여 만든 기질 50 µL를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이에 1 N HCl 250 µL를 가하여 반응을 정지시킨 후, ethyl acetate 1.5 mL을 가해 15초간 교반한 후 원심분리(3000 rpm/5 min, 4°C)하여 상등액 1 mL을 얻었다. 이 상등액을 120°C에서 30분간 완전히 건조시켜 증류수 3 mL을 넣은 후에 228 nm에서 흡광도를 측정하여 ACE 저해활성을 측정하였다. 대조구로서는 추출물 대신 추출용매 50 µL를 가해 실험하였으며, ACE저해활성효과는 다음 계산식을 이용하여 계산하였다.

$$ACE\ inhibition\ (\%) = 1 - \left(\frac{S - SB}{C - CB} \right) \times 100$$

- S : sample absorbance
- SB : absorbance of sample blank
- C : control absorbance
- CB : absorbance of control blank

항암활성

세포배양

실험에 사용한 SNU-1과 HeLa 세포는 한국세포주은행(KCLB, Seoul)으로부터 분양 받아 사용하였다. 실험에 사용한 배지는 RPMI-1640(Sigma, USA)으로서 56°C water bath에서 30분 동안 inactivation 처리한 Fetal Bovine Serum(FBS) 10%(v/v)와 항생제(1% penicillin-streptomycin)1%(v/v), Sodium bicarbonate 2.0 g(w/v), HEPES 4.75 g(w/v), L-glutamine 0.3 g(w/v)을 첨가하여 RPMI-1640배지 1 L를 제조하여 사용하였다. KCLB에서 분양받은 SNU-1(KCLB 00001)과 HeLa(KCLB 10002)세포는 37°C, 5% CO₂ incubator에서 T-75 culture flask(BD Biosciences, Bedford, USA)에 배양하였으며, 계대배양은 세포가 충분히 배양된 것을 확인하고 일주일에 2-3회 80%이상의 배지를 교환하여 실시하였다.

MTT assay

MTT assay는 인간에서 유래하는 2가지 종류의 암세포에 대한 cytotoxicity를 Carmichael 등(17)의 colorimetric MTT assay 방법을 응용하여 측정하였다. SNU-1과 HeLa 세포를 RPMI-1640(Sigma, USA)배지에서 72시간 배양하여 SNU-1 세포는 1 × 10⁴ cells/well의 농도로 조정하고, HeLa세포는 1 × 10³ cells/well으로 조정하여 실험하였다. 이와 같은 농도로 조정된 cell 들을 96 well plate에 130 µL씩 분주하고, 8 brix의 농도로 조정된 각 마늘추출물을 20 µL첨가하여, 37°C, 5% CO₂ incubator에서 72시간 배양하였다. 이에 5 mg/mL로 제조한 MTT용액 10 µL를 첨가하여 SNU-1세포는 4시간동안, HeLa세포는 5시간동안 각각 37°C, 5% CO₂ incubator에서 발색시킨 후, PBS buffer 50 µL와 20% SDS용액을 50 µL씩 분주하여 20시간 동안 incubation시켰다. 이에 DMSO 50 µL를 첨가하여 세포를 완전히 풀어준 뒤 ELISA microplate reader(Emax, Molecular Devices, Sunnyvale, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정 한 후, 아래 계산식을 이용하여 cytotoxicity를 확인하였다.

$$Cytotoxicity\ (\%) = \left(1 - \frac{A}{B} \right) \times 100$$

- A: 실험구 well의 absorbance
- B: 암세포만 배양된 well의 absorbance

결과 및 고찰

추출수율

서산, 단양, 완도의 국내산 마늘과 중국산 마늘을 세척 후 세절하여 methanol, ethyl acetate, chloroform, hexane으로 3일간 교반, 추출하여 Refractometer로 brix를 측정한 결과, methanol추출물이 서산 8.4, 단양 8.8, 중국산 8.5 및 완도 8.7 brix의 수치

Table 1. Extraction rate of garlic by various solvents (Unit : Brix)

Garlics	Extraction solvents			
	Methanol	Ethyl acetate	Chloroform	Hexane
Wando	8.7±2.13	8.2±1.75	8.0±1.51	8.2±1.55
Danyang	8.8±1.52	8.3±1.36	8.8±1.53	8.4±1.19
Chinese	8.5±2.16	8.5±1.53	8.2±1.74	8.3±1.87
Seosan	8.4±1.25	8.2±2.44	7.9±1.22	7.9±1.28

Table 2. Proximate compositions of garlics and processed galics (Unit : %)

Garlics	Ash	Lipid	Protein (N×6.25)	Moisture	Carbohy- drate ¹⁾
Wando	1.79	0.12	3.12	67.91	27.06
Danyang	2.10	0.18	4.21	65.12	28.39
Chinese	0.48	0.08	2.89	67.08	29.47
Seosan	1.42	0.15	3.48	64.15	30.80

¹⁾Carbohydrate=100-(ash+lipid+protein+moisture).

로 다른 용매추출물에 비해 높은 추출율을 나타내었다. 또한, 마늘 종류에서는 단양마늘이 서산, 완도, 중국산마늘에 비해 methanol 8.8, ethyl acetate 8.3, chloroform 8.8 및 hexane 8.4 brix의 수치로 비교적 높은 추출율을 나타내었다(Table 1).

일반성분

서산, 단양, 완도, 중국산 4가지의 마늘을 A.O.A.C.방법에 따라 일반성분을 분석한 결과, 완도 마늘은 수분 67.91%, 회분 1.79%, 지질 0.12%, 단백질 3.12%와 탄수화물 27.06%로 나타났으며, 서산 마늘은 수분 64.15%, 회분 1.42%, 지질 0.15%, 단백질 3.48%와 탄수화물 30.80%로 나타났다. 또한 중국산 마늘은 수분 67.08%, 회분 0.48%, 지질 0.08%, 단백질 2.89%와 탄수화물 29.47%로 나타나, 국내산 마늘이 중국산 마늘에 비해 회분, 지질, 단백질, 탄수화물이 대체적으로 높게 나타났다. 그 중 단양마늘은 수분 65.12%, 회분 2.10%, 지질 0.18%, 단백질 4.21%와 탄수화물 28.39%로 탄수화물을 제외한 다른 성분이 다른 마늘에 비해 높은 수치를 나타내었다(Table 2). 위와 같은 일반성분 결과는, 마늘의 일반성분이 수분 58.6%-62.6%, 조단백질 6.4-8.2%, 조지방 0.4-0.6%, 조회분 1.4-1.5%, 조섬유 0.7-0.8% 및 탄수화물 26.1-32.0%의 함량으로 보고한 Jin 등(18)의 연구보고서와 유사한 결과를 나타내었다.

항균활성

E. coli, *B. subtilis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium* 균주에 대해 단양, 서산, 완도 및 중국산 마늘을 methanol, ethyl acetate, chloroform 및 hexane으로 추출하여 항균활성을 확인하였다. 그 결과 *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium*균주는 4종류의 마늘과 추출물에서 항균활성을 거의 나타내지 않았다. 이에 반해 *B. subtilis*, *P. aeruginosa*의 균주에서는 4가지의 마늘과 추출물에서 모두 항균활성을 나타냈으며, 특히 ethyl acetate용매와 chloroform용매의 마늘 추출물에서 높은 항균활성이 확인되었다. Ethyl acetate 추출물의 항균활성은 *B. subtilis*균주가 완도 13 mm, 서산 9 mm, 중국산 9 mm인데 반해, *P. aeruginosa*균주는 완도 16 mm, 단양 13 mm, 서산 15 mm, 중국산 15 mm의 clear zone으로 높은 항균활성을 나타내었다. Chloroform 마늘 추출물은 *B. subtilis*균주가 완도 14 mm, 단양 9 mm, 서산

Table 3. Antimicrobial effects of garlic extracted by various solvents

Extraction solvents	Garlics	Diameter of inhibition zone against bacterial strains (mm)				
		E.c	B.s	Pa	S.a	S.t
Methanol	Wando	-	9	8	-	-
	Danyang	-	8	-	-	-
	Chinese	-	10	8	-	-
	Seosan	-	8	8	-	-
Ethyl acetate	Wando	-	13	16	-	-
	Danyang	-	-	13	-	-
	Chinese	-	8	15	-	-
	Seosan	-	9	15	-	8
Chloroform	Wando	-	14	15	-	-
	Danyang	-	9	12	-	-
	Chinese	-	13	16	-	-
	Seosan	-	14	15	-	-
Hexane	Wando	-	8	12	-	8
	Danyang	-	8	9	-	-
	Chinese	-	-	9	-	-
	Seosan	-	9	13	-	-

E.c: *Escherichia coli*, B.s: *Bacillus subtilis*, Pa: *Pseudomonas aeruginosa*, S.a: *Staphylococcus aureus*, S.t: *Salmonella typhimurium*.

-: not detected.

14 mm, 중국산 13 mm으로 나타났고, *P. aeruginosa*균주는 완도 15 mm, 단양 12 mm, 서산 15 mm, 중국산 16 mm의 항균활성을 나타내었다. 4종류의 마늘의 항균활성을 비교해 본 결과 단양 마늘의 항균활성이 가장 낮게 확인되었으며, 완도, 서산, 중국산 마늘의 항균활성은 서로 유사한 결과를 나타내었다(Table 3).

Ji 등(19)의 연구 보고서에 따르면, 마늘의 에테르 추출물이 gram 양성균종인 *Bac. licheniformis*균의 생육을 억제하였고, *Bac. megaterium*균은 에탄올 추출물과 에테르 추출물에 의해 생육이 억제되었다고 보고하고 있다. 또한 gram 음성균인 *E. coli* HD 101과 *Ps. putida*는 마늘의 물 추출물, 에탄올 추출물 및 에테르추출물에서 생육이 억제되는 것을 보고하여, 마늘의 각종 추출물이 gram 양성균종보다 gram 음성균종에서 항균활성이 좋게 나타난다고 보고한 바 있다. 이와 같은 결과는 본 연구에서의 *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium*의 gram 음성균종과 *B. subtilis*, *S. aureus*의 gram 양성균종의 항균활성 실험에서 *P. aeruginosa*균이 *B. subtilis*균에 비해 생육저해 활성이 높은 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

단양, 서산, 완도 및 중국산 마늘을 methanol, ethyl acetate, chloroform 및 hexane용매를 사용하여 추출한 후 *A. niger*, *M. miehei*, *P. rugulosum*, *A. oryzae*, *T. reesei*의 5종의 fungi에 항균활성을 확인하였다. 그 결과 ethyl acetate추출물과 chloroform추출물에서 항균활성이 가장 좋게 나타났으며, 곰팡이 5 균종에 따른 항균활성은 *M. miehei* > *T. reesei* > *A. niger*균의 순으로 높은 활성을 나타내었다.

Ethyl acetate의 완도 마늘추출물이 *A. niger* (15 mm), *M. miehei* (30 mm), *T. reesei* (21 mm)의 clear zone으로 가장 높은 활성을 나타내었고, 중국산 마늘은 *A. niger* (9 mm), *M. miehei* (11 mm), *T. reesei* (9 mm)를 보였으며, 서산 마늘은 *A. niger* (13 mm), *M. miehei* (15 mm), *T. reesei* (10 mm)의 활성을 나타내었다. 이에 반해 단양 마늘추출물에서는 활성이 거의 나타나지 않았다.

Table 4. Antifungal effects of garlic extracted by various solvents

Extraction solvents	Garlics	Diameter of inhibition zone against bacterial strains (mm)				
		A.n	A.o	M.m	Pr	T.r
Methanol	ando	-	-	9	-	9
	anyang	-	-	-	-	8
	Chinese	-	-	8	-	8
	Seosan	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	Wando	15	-	30	-	21
	Danyang	-	-	-	-	8
	Chinese	9	-	11	-	9
	Seosan	13	-	15	-	10
Chlorofome	Wando	15	-	30	-	20
	Danyang	8	-8	-	8	-
	Chinese	16	-	30	-	18
	Seosan	15	-	25	-	19
Hexane	Wando	-	-	8	-	10
	Danyang	-	-	-	-	8
	Chinese	-	-	-	-	-
	Seosan	-	-	-	-	10

A.n: *Aspergillus niger*, A.o: *Aspergillus oryzae*, M.m: *Mucor miehei*, T.r: *Trichoderma reesei*, Pr: *Penicillium rugulosum*.
 -: not detected.

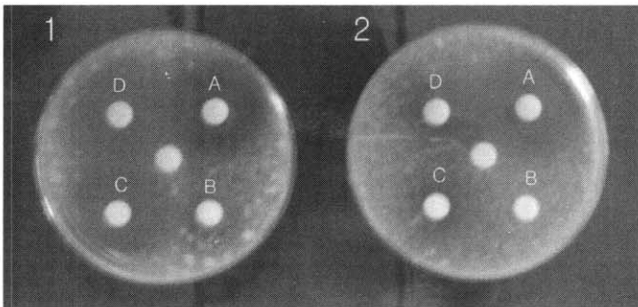


Fig. 1. Antifungal effects of garlic extracted by chloroform (1) and ethyl acetate (2) against *Mucor miehei*.

A: Wando, B: Danyang, C: Chinese, D: Seosan.

Chloroform추출물에서도 단양 마늘추출물은 활성이 거의 나타나지 않았으며, 완도 마늘은 *A. niger* (15 mm), *M. miehei* (30 mm), *T. reesei* (20 mm)으로 높은 항 곰팡이 활성을 나타내었다. 중국산 마늘추출물은 *A. niger* (16 mm), *M. miehei* (30 mm), *T. reesei* (18 mm)을 나타내었으며, 서산 마늘 추출물은 *A. niger* (15 mm), *M. miehei* (25 mm), *T. reesei* (19 mm)의 항 곰팡이 활성으로 ethyl acetate 추출물보다 좋은 활성을 나타내었다(Table 4, Fig. 1).

Yamata 등(20)의 연구결과에 따르면, 마늘 중에 0.3-0.4% 존재하는 alliin은 그람음성균과 그람양성균 모두에 대하여 항균작용을 가지며, 곰팡이 포자의 발아와 균사의 성장을 막는 항균작용 있다고 보고하고 있다. 또한 Ji 등(19)의 연구결과에서도 마늘의 여러 추출물이 *Asp. sojae* KCCM 12705균주와 *Rhizopus* sp균주에 대해 항 곰팡이 활성이 있다고 보고하고 있다. 이와 같은 결과는 본 연구에서의 여러 추출용매에 따라 항 곰팡이 활성에 나타나는 차이와 유사한 결과를 나타내었다.

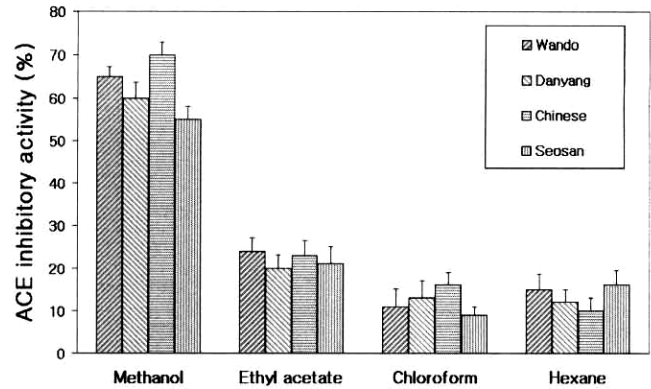


Fig. 2. Angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory effects of various solvent extracts prepared from domestic and Chinese garlics.

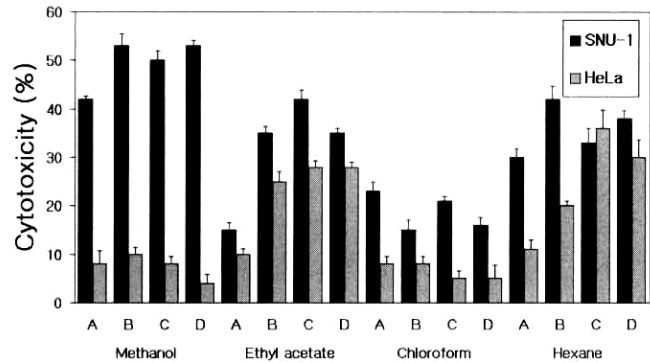


Fig. 3. Cytotoxicities of garlic extracts.

A: Wando, B: Danyang, C: Chinese, D: Seosan

항고혈압 활성

완도, 단양, 서산 및 중국산마늘의 methanol, ethyl acetate, chloroform과 hexane추출물을 각각 ACE저해활성 측정하였다. 그 결과 마늘의 methanol추출물에서 완도 65.6%, 단양 60.4%, 서산 55.3%, 중국산 70.1%의 ACE저해율을 나타냈으며, 이외의 ethyl acetate, chloroform 및 hexane추출물에서는 24.4%이하의 ACE저해활성으로 낮게 나타났다. 마늘에는 탄수화물과 아미노산의 일종인 alliin이 있는데, 이것이 alliinase 라는 효소의 작용에 의해 alliscin으로 변하여 유익한 작용이 일어나게 된다. Shin 등(14)은 고혈압 쥐의 혈압변동에 마늘의 효과를 연구한 논문에서, 마늘이 고혈압동물과 SHR의 혈압상승을 현저하게 억제하여 고혈압발생에 예방효과가 있는 것으로 보고한 바 있다. 또한 야생마늘의 추출물을 *in vivo*와 *in vitro*실험한 결과 ACE저해활성을 조절하는 물질을 보고하였으며, 마늘분말과 추출물이 사람의 고혈압을 낮춘다는 연구 결과가 보고 된바 있다(21-22). Kuno(23)의 연구결과에 따르면 마늘 추출물에서 분리한 peptide의 ACE저해 활성 실험결과 7.8 µg/mL의 농도에서 50%의 ACE저해율을 나타내었다. 위와 같은 연구 결과는 본 실험의 ACE저해 활성과 밀접한 관계가 있을 것으로 사료되며, 마늘의 유용한 성분에 의한 유사한 활성이 나타났다(Fig. 2).

항암활성

마늘의 용매추출물에 대한 암세포 억제 효과를 살펴보기 위해 위암세포(SNU-1)와 자궁암세포(HeLa)에 대해 암세포 성장 억제효과를 MTT assay로 측정하였다. 그 결과 서산, 단양, 완

도 및 중국산마늘의 모든 용매추출물에서 위암세포가 자궁암 세포에 비해 대체적으로 높은 세포독성을 나타내었다. 추출용매에 따른 암세포의 성장억제 활성을 보면 위암세포의 경우 완도, 단양, 중국산 및 서산마늘의 methanol추출물에서 완도 42.3%, 단양 53.8%, 중국산 50.4% 및 서산 54.5%의 성장억제 활성을 나타내었으며, ethyl acetate추출물에서는 완도 15.2%, 단양 35.6%, 중국산 42.7% 및 서산 35.8%로 나타났다. 또한 hexane추출물에서는 완도 30.3%, 단양 42.2%, 중국산 33.8% 및 서산 38.6%의 활성을 나타내었다. 이에 반해 자궁암세포(HeLa)에서는 methanol과 chloroform추출물이 SNU-1세포와는 달리 10% 이하의 낮은 세포성장 억제율을 나타내었으며, ethyl acetate와 hexane의 마늘추출물에서 10-30% 암세포 성장 억제율을 나타내었다(Fig. 3). 이와 같이 위암세포가 자궁암세포에 비해 활성이 높게 나타난 것은 위암세포의 특성 중 성장속도가 빠르고 비교적 항암제에 대한 감수성이 예민하며, 다중약제 내성의 발현이 낮은 특성을 갖고 있기 때문으로 사료된다(24). 또한 이러한 결과는 Ham 등(25)의 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 즉, 산 마늘의 ethanol, chloroform, ethyl acetate 및 water를 이용하여 추출한 추출물을 0.5 mg/mL의 농도로 제조하여 폐암세포(A549)에 대해 세포독성실험을 실시한 결과, 각각 74.2%, 64.7%, 50.6% 및 35.7%의 세포독성을 나타내었으며, 유방암세포(MCF-7)에 대해서도 산 마늘의 ethanol추출물이 71.3%를 나타내었고, 위암세포(KATOIII)에 대해서도 ethanol추출물이 67.4%의 암세포 성장억제 효과를 보고하였다. 이러한 결과는 마늘을 추출한 4가지의 용매에 있어서 극성도가 높은 용매에서 좋은 활성을 나타내는 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

요 약

국내산 마늘과 중국산 마늘을 methanol, ethyl acetate, chloroform, hexane으로 추출하여 항균, 항 곰팡이, 항암, 항고혈압 활성을 조사하였다. 그 결과 추출수율은 methanol추출물이 7.9-8.8 brix의 농도로 가장 높은 추출수율을 보였다. 마늘 용매추출물을 *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* 및 *S. typhimurium*균주에 대해 항균활성을 조사한 결과, ethyl acetate와 chloroform추출물이 *B. subtilis*, *P. aeruginosa*에 대해 8-16 mm의 clear zone으로 강한 항균활성을 나타내었으며, *A. niger*, *M. miehei*, *P. rugulosum*, *A. oryzae*, *T. reesei*균주의 항 곰팡이 활성은 ethyl acetate, chloroform추출물이 *A. niger*, *M. miehei*, *T. reesei*에 대해 8-30 mm의 clear zone으로 좋은 활성을 나타내었다. ACE 저해 활성은 완도 65.6%, 단양 60.4%, 서산 55.3% 및 중국산 70.1%으로 methanol추출물이 다른 추출물에 비해 높은 활성을 나타내었다. 마늘 용매추출물의 암세포 성장 억제효과는 methanol 추출물이 위암세포(SNU-1)에 대해 완도 42.3%, 단양 53.8%, 중국산 50.4% 및 서산 54.5%의 효과를 나타내었다. 또한 자궁암세포(HeLa)에 대해서는 hexane추출물에서 각각 완도 11.3%, 단양 20.2%, 중국산 36.6% 및 서산 30.5%의 활성을 나타내었다.

문 헌

1. Ali M, Thomson M, Afzal M. Gaelic and onions: their effect on eicosanoid metabolism and its clinical relevance. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 62: 55-73 (2000)
2. Cavallito CJ, Bailey JH, Buck JS. The antibacterial principle of

3. Stoll A, Seebeck E. Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Adv. Enzymol.* 11: 377-399 (1951)
4. Sheo HJ. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 94-99 (1999)
5. Kumar M, Berwal JS. Sensitivity of food pathogens to garlic. *J. Appl. Microbiol.* 84: 213-215 (1998)
6. Akiko S, Michiniri T, Miyako I. Antibacterial effect of garlic extract on *Vibrio parahaemolyticus* in fish meat. *J. Food Hyg. Soc. Japan* 34: 63-67 (1993)
7. Sasaki J, Kita T, Ishita K, Uchisawa H, Matsue H. Antibacterial activity of garlic powder against *Escherichia coli* O-157. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 45: 785-790 (1999)
8. Choi HK. A study on the antibacterial activity of garlic against *Escherichia coli* O-157. *J. Korean Practical Arts Edu.* 14: 159-167 (2001)
9. Kim YS, Park KS, Kyung KH, Shim ST, Kim HK. Antibacterial activity of garlic extract against *Escherichia coli*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 730-735 (1996)
10. Sharma KK, Sharma AL, Dwividi KK, Sharma PK. Effect of raw and boiled garlic on blood cholesterol in butter fat lipoemia. *Ind. J. Nutr. Dietet.* 13: 7-11 (1976)
11. Dipaolo JA, Carruthers C. The effect of allicin from garlic on tumor growth. *Cancer Res.* 20: 431-439 (1960)
12. Weisberger AS, Pensky J. Tumor inhibition by a sulfhydryl-blocking agent related to an active principle of garlic. *Cancer Res.* 18: 1301-1307 (1958)
13. Nakata T. Effect of fresh garlic extract on tumor growth. *Jpn. J. Hyg.* 27: 538-546 (1973)
14. Shin HK, Kim KS. Effect of garlic on the changes in blood pressure of hypertensive rats. *J. Hanyang Med. Coll.* 9: 75-87 (1989)
15. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (1990)
16. Cushman DW, Cheung HS. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20: 1637-1648 (1971)
17. Carmichael J, De Graff WG, Gazder AF, Minna JD, Mitchell JB. Evaluation of a tetrazolium based semiautomated colorimetric assay: assessment of chemosensitivity testing. *Cancer Res.* 47: 936-601 (1987)
18. Jin YH, Kwon OC, Sung NJ, Shin JH, Kang MJ. Effect of garlic on quality of low salted anchovy. Changes of general composition, titrable acidity and sensory evaluation. *Culinary Soc. Korean Academy.* 7: 49-70 (2001)
19. Ji WD, Jeong MS, Chung HC, Lee SJ, Chung YG. Antimicrobial activity and distilled components of garlic and ginger. *Agric. Chem. Biotechnol.* 40: 514-518 (1997)
20. Yamata Y, Azuma K. Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin. *Anests Chemother.* 11: 743-747 (1977)
21. Rietz B, Isensee H, Strobach H, Makdessi S, Jacob R. Csrdioprotective actions of wild garlic (*Allium ursinum*) in ischemia and reperfusion. *Mol. Cell. Biochem.* 119: 143-150 (1993)
22. Harenbarg J, Giese C, Zimmermann R. Effects of dried garlic on blood coagulation, fibrinolysis, platelet aggregation and serum cholesterol levels in patients with hyperlipoproteinemia. *Atherosclerosis* 74: 247-249 (1988)
23. Kunio S. Isolation and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitor dipeptides derived from *Allium sativum* L. (garlic). *J. Nutr. Biochem.* 9: 415-419 (1998)
24. Park JG, Kwon NS, Kim JP, Oh SK. Establishment of SNUH cell lines in serum-free defined medium and SNU cell lines serum supplemented medium. *J. Korean Cancer Assoc.* 20: 105-116 (1998)
25. Ham SS, Cui CB, Choi HT, Lee DS. Antimutagenic and cytotoxic effect do *Allium victorialis* extracts. *Korean J. Food Preser.* 11: 221-226 (2004)

(2004년 11월 26일 접수; 2005년 2월 1일 채택)