KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL.
Vol. 5. No. 2, pp. 191~197

마늘 (*Allium sativum* L.)의 생리조절 기능특성과 평가에 관한 연구고찰

장현세 · 홍경훈
농촌진흥청 원예연구소 저장이용과

Consideration of Physiological Functional Characteristics in Garlic, *Allium sativum* L.

Hyun-Sae Jang and Gyung-Hoon Hong
Division of Postharvest Technology, National Horticultural Research Institute, RDA

Abstract

Garlic is an important condimental vegetable which has many minerals and numerous organic sulfur compounds. Owing to these components, garlic has many medicinal properties and physiological activities on human health. It can lower serum lipid levels and reduce the severity of cholesterol-induced atherosclerosis. And it appears to protect against mutagenic and carcinogenic effects. Today's our eating habit is concentrated on the physiological function in foods rather than their taste or nutrition. To improve garlic's value as a food or a vegetable, further scientific researches about its volatile and nonvolatile sulfur compounds through the biochemical approach are needed. In addition to that, both areas that the development of garlic-processed goods and utilization of garlic as materials for medicine must be actively studied.

Key word : Sulfer compounds, medicinal properties, mutagenic and carciongenic effects

서 언

마늘 (*Allium sativum* L.)은 우리생활에 있어서 빼놓을 수 없는 조미식품일 뿐만 아니라 우리선조들은 강장, 강정 등의 보조식품으로 애용해 왔다. 약 350년전 이시진의 본초강목에서도 그 효능에 대하여 만능의 약재로 기록되어 있으며, 민간한방에서도 오랜 경험에 의하여 장내의 운동촉진, 구충 및 항균작용, 보온, 신경안정 및 진해작용이 있는 것으로 여겨왔다(1). 과거 10여 년 전부터는 혈압강하, 혈청내 콜레스테롤 저하, 비타민 B, C의 보호작용 등에 관해 많은 보고가 이루어지고 있으며(2-4) 최근 외국에서는 육류조미용 garlic oil 등을 비롯하여 powder, flakes, juice 등의 조미 또는 건강보조식품등의 가공품들이 많이 개발, 시판되고 있다. 물론 마늘의 생태작형, 저장기간별 그 기능성분의 함량은 수확 후 생리적 변화에 따라 많은 차이를 보이고 있으나 여기에서는 논외로 하고 우선 이제까지 발표된 논문들을 토대로 과학적인 실험이 충분히 이루어진 마늘의 생리조절 기능성에 대한 내용만을 간추려 정리해 보고자 한다.

Correspondig author : Hyun-Sae Jang, Division of Postharvest Technology, National Horticultural Research Institute, RDA 475 Imok-dong, JangAn-gu, Suwon 440-310, Korea

마늘의 1차 기능적 특성 (영양학적 특성)

우리나라 재배용 마늘의 인경부위와 지상부위의 각 부위별 성분은 표 1에서 보는 바와 같이 가장 많은 성분은 당질로서 그 대부분은 가용성 6탄당인 과당이며 이외에도 pentosan, 조섬유 등이 함유되어 있으며 올리고당이 많은 것이 특징적이다. 최근 올리고당에 대한 2차 기능적 특성의 논문도 많이 발표되고 있으나 그 내용 면에 있어 일반적인 올리고당과의 기능적 차이가 없으므로 생략하기로 한다. 이와 같이

Table 1. Nutritional characteristics with edible portion of garlic

(園藝硏究所)

	Energy kcal	Moisture %	Crude protein %	Lipid %	Total sugars* %	Fiber %	Ash %	Sulfur %	Tiamin mg	Ascorbic acid %	Waste portion %
Garlic clove	145	60	3.0	0.5	32	0.8	1.3	0.5-0.6	0.33	7	100
Pickled garlic	79	74	3.4	1.8	12	2.8	6.4	-	0.96	0	0
Garlic young stem	84	81	2.1	0.8	17	1.7	0.5	-	0.27	22	0

(단위: dry weight basis)
*Water soluble; (fructan + glucofructan) + starch.

마늘에는 유용한 당류가 많이 함유되어 있으며 그 외 무기질로서 철, 칼슘의 함량도 많으나 이러한 성분은 마늘 고유의 어떤 특징을 규정짓는 성분으로 볼 수는 없다.

마늘의 diallyl 유기황화합물에 의한 심장병 질환에 대한 효과

마늘은 오랜 세월동안 인도인과 이집트인들에 의해 심장병 치료에 사용되어 왔으나 화학적, 약리학적 연구는 기껏해야 50년 정도에 지나지 않는다. Cavallito (3,5) 등은 마늘로부터 항세균적 특성을 갖는 불안정한 유기황화합물을 분리하여 allicin이라 명명하였는데, 마늘에서 증기증류방법으로 diallyl disulfide를, 25℃의 물과 에탄올 추출로 allicin (diallyl thiosulfinate)을, 그리고 cold ethanol을 사용하여 alliin (allyl cystein sulfoxide)을 각기 얻어 낼 수 있었다. Alliin은 alliinase 또는 alliin lyase의 효소적 분해로 allicin으로 전환되며 이로부터 다시 이차 산물인 vinyldithiines와 ajoene을 얻을 수 있다고 보고하였다.

사람의 심장질환은 대개 혈청 내 지질의 함량이 높아지고 cholesterol의 축적에 의한 동맥경화에 의해 발생하는데 표 2에서 보는 바와 같이 마늘의 oil 속에 들어있는 유기황화합물은 쥐의 혈청지질수준을 유의성 있게 낮출 수 있는 것으로 나타났으며 매일 1g의 garlic oil을 섭취한 쥐는 무처리 쥐에 비해 크게는 약 30%이상의 혈청 내 지질함량을 감소시켰다(6). Garlic oil이 콜레스테롤에 대한 물질대사에 미치는 영향, 즉 동맥경화에 대한 예방효과를 조사한 실험에서는 특히 그 효과가 corn oil과 함께 비교되었는데 garlic oil을 섭취한 쥐의 혈청과 간의 콜레스테롤 함량이 corn oil을 섭취한 쥐보다 더 낮게 나타났다 (표 3). 그러나 garlic oil이 콜레스테롤의 분해와 합성에 관여하는 효소의 활성에는 별 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 토끼의 임상실험에서도 콜레스테롤에 의해 유발된 동맥경화증을 현저히 완화시킬 수 있었으며, 사람에 대한 대부분의 연구에서도(표 4) 쥐나 토끼에서와 같이 마늘이 혈청 내 지질수준과 혈압을 낮추고 항응고 작용도 있어 심장병 질환에 효과적이라고 보고하고 있다 (6-19).1

Table 2. The effect of garlic oil on experimental atherosclerosis

(園藝硏究所)

Dietary cholesterol (g/day)	Dietary garlic oil (g/day)	Serum cholesterol (mM±SD)
2	0.00	63.5±3.0
2	0.25	59.5±2.8
2	0.50	49.8±2.7
2	1.00	44.3±2.6

Table 3. Influence of garlic oil on cholesterol metabolism in rats[a)]

Physiological index	Control group	Corn oil group	Garlic oil group
Body weight(g)	185±21	170±13	172±17
Liver weight(g)	11.4±1.4	8.6±0.9	9.7±0.7
Serum lipids(mm)			
Cholesterol	4.02±0.26	4.33±0.23	3.78±0.10
Triglycerides	0.09±0.03	0.05±0.01	0.05±0.01
Liver lipids(mmol per 100g)			
Cholesterol	8.45±0.52	8.50±0.70	6.17±0.28
Triglycerides	1.21±0.15	0.75±0.07	0.90±0.09
Hepatic enzymes			
HMGR	0.54±0.13	0.74±0.13	0.61±0.07
C7αH	10.69±1.61	7.27±1.42	7.59±1.54

a) Rats were fed 0.5ml corn oil or garlic oil daily by gavage for four weeks.
Control group was given 0.5ml vater by gavage. Physical parameters are reported as the mean±SEM(n=5 rats per group).
HMGR, Hydroxymethylglutaryl-CoA reductase(EC 1. 1. 1. 88); activity expressed as nmol mevalonolactone produced per milligram HMGR in 30 minutes at 37℃.
C7αH, Cholesterol 7α-monooxygenase(EC 1. 14 13. 17); activity experessed as pmol cholesterol hydroxylated per milligram C7αH in 30 minutes at 37℃.

Table 4. Summary of the effects of garlic on human serum cholesterol concentrations

Number of patients	Daily dose	Duration of study (weeks)	Percent change	Reference No.
6	5g fresh garlic	3	-12.7	17
20	0.25mg oil per kilogram of body weight	26	-13.7	18
10	600mg powder	4	-11.9	19
15	1g powder	26	-14.4	20
24	300mg powder	12	-14.2	21
20	900mg powder	16	-21.3	22
29	600mg powder	12	- 7.7	23
23	300mg powder	3	- 9.0	24
111	800mg powder	16	-11.7	25
25	3.75g oil	12	+ 3.4	26
34	594mg poweder	6	0	27
51	1350mg powedr	6	0	27

마늘의 diallyl sulfide 성분에 의한 항돌연변이적 기능

지난 10여년 동안 단기간 테스트 (short-term test) 방법으로 발암과 항암특성을 갖는 음식물들의 작용메카니즘이 연구되고 그 중요성이 입증됨에 따라 우리의 먹거리에도 많은 발암과 항암물질들이 포함되어 있다는 사실이 밝혀지고 있다.

항돌연변이성이란 용어는 유발된 돌연변이의 세포수를 감소시키는 어떤 작용을 가리키는 말로서 antimutagen은 그 작용기작에 의하여 크게 두가지로 분류된다. 첫째로는 Desmutagen으로 이는 DNA와 상호작용하여 돌연변이를 막는 항돌연변이 물질로서 돌연변이를 세포 밖에서 효소적(enzymatic), 또는 화학적(oxygen scavenger)으로 비활성화시키는 물질이 포함되어 있는 것을 말하며, 두번째 유형은 Bioantimutagen으로 이것은 DNA가 돌연변이에 의해 파괴된 후 유발된 세포적 변화를 조절(repair, replication, suppressing)해 줌으로써 돌연변이의 역효과를 줄이는 것이다 (20, 21).

체내에서 스트레스나 lipid peroxidation과 같은 물질대사과정에서 생성된 oxygen free radicals는 돌연변이와 암 유발에 가장 중요한 요소이며 DNA손상의 주범(major contributors)이 되기도 한다. 그러나 일반적으로 우리의 체내에는 이들 oxygen free redicals에 의해 유발되는 산화적인 손상으로부터 세포를 지키는 몇가지 효소들이 생산되고 있으며 우리들이 섭취하고 있는 먹거리에도 많이 들어있는데 예를 들면 마늘 성분에서 유래된 김치 안의 glutathione transferase (EC 2.5.1.18), 땀은 감의 superoxide dismutase (EC 1.15.1.1), 마늘 과쇄물에서의 diallul sulfide와 같은 항산화제 (antioxidants)들로서 그 기작은 표 5에 나타나 있다 (20-28).

Table 5. Summay of antimutagens/anticarcinogens food in foods[a]

Food or food component	Activity		
	Antimutage	Anticarcinogen	Mechanism
β-carotene	Yes	Yes	Antioxidant
Vitamin E	Yes(desmutagen)	Yes	Antioxidant; nitrite scavonger
			Antoxidant
Glutathione	Yes(desmutagen)	Yes	DNA repair
Vanillin	Yes(bioantimutagen)	ND	DNA repair, DNA replication
Cinnamaldehyde[b]	Yes(bioantimutagen)	ND	Nitrite seavengers
			Nitrite seavengers
Vitamin C[b]	Yes(desmutagen)	Yes	
Miscelfaneous fruit	Yes	ND	Antioxidant
and vegetable factors	(mainly desmutagens)		
Chlorophyllin		ND	Nitrite seavenger
	Yes(bioantimutagen		Nitrite seavenger
Fermented milk:	ordesmutagen)	ND	Nitrite seavenger
Milk alone	Yes	Yes	Antioxidant
Lactobacilli alone	ND	Yes	Unknown
Garlic	Yes	Yes	Antioxidant
Drallyl sulfide	Yes	Yes	Unknown
Selenium[b]	Yes	Yes	
Magnesium	Yes	Yes	
	ND		

[a] Data taken from references throughout the text.
[b] May also act as a mutagen at some concentrations.
ND. : not determined.

마늘의 Diallyl disulfide (DADS)성분에 의한 대장암세포 생장억제효과

대장암은 미국 내에서 일반적인 사망원인 중의 하나이며 마늘의 대장암에 대한 효과를 실험한 결과, 마늘양념이나 이와 관련이 있는 황화합물이 암발생 억제에 효과가 있음이 보고되고 있다. 또 전형적인 대장발암물질인 1,2-dimethylhydrazine을 처리한 쥐에 가공마늘 내에 들어있는 allyl sulfur 화합물을 식이시켰을 때 종양의 수가 줄어들었다고도 하였다 (29). 최근 여성들에 대한 역학조사에서 127종의 음식에 대한 모니터링결과 마늘의 소비가 대장암 위험율을 최대 50%까지 줄인 것과 관련이 있는 것으로 나타났다 (30).

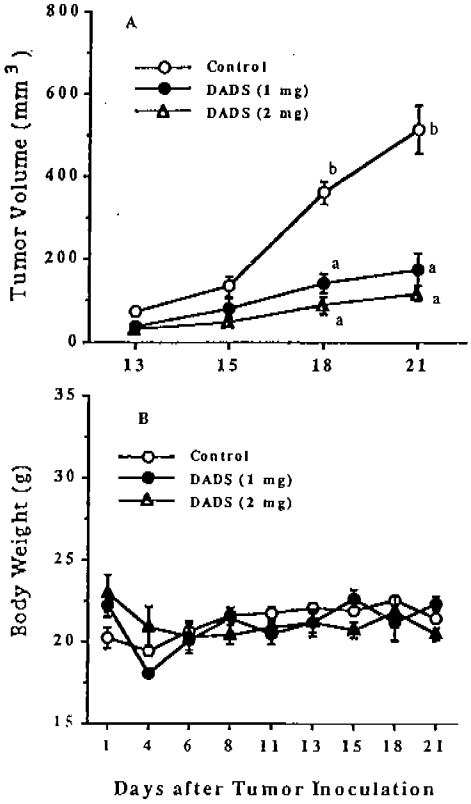

Fig. 1. Effect of diallyl disulfide(DADS) on body weight(panel B) and the tumor growth rate of HCT-15 cells transplanted in athymic nude mice (panel A) as determined by mean tumor volume.

DADS in corn oil was given by intraperitoneal injection at concentrations of 0, 1 and 2 mg/d, thrice weekly for 22 d. Control mice received the corn oil carier by intraperitoneal injection. Data represents mean±SEM of 4 mice per treatment. Values at a time point with different letters differ, $p<0.05$.

더욱이 마늘 황화합물의 암증식 억제효과에 대한 Lau 등(31)의 연구는 마늘 추출액을 쥐 조직에 투여한 결과 종양의 생장을 억제시켰다고 하였으며, Marsh 등(32)은 쥐의 방광 내 암세포를 접종시킨 뒤 마늘추출액을 방광내 투여한 결과 암세포의 생장억제를 확인되었다. 또 Criss 등(33)은 마늘추출액의 구강투여가 쥐의 간암 생장을 억제시켰다고 보고하였다. 최근 마늘오일 내에 들어있는 유기황화합물인 DADS가 사람의 대장암 세포 계통인 HCT-15의 생장을 억제하고 있음이 입증되었다. 암세포의 기내배양시 HCT-15 세포수와 DADS의 양과는 가역적인 상관관계를 보여 배양시 HCT-15 세포가 100 μmol/L 정도의 미량의 DADS에 노출되더라도 사멸되었으며 이러한 결과는 세포내 칼슘 양이 많을 때 더욱 두드러지게 나타나고 있다 (34).

특히 Sundaram과 Milner (35)는 이제까지의 기내실험과는 달리 사람의 대장암세포인 HCT-15를 쥐에 이종이식시켜 증식되는 과정 중 DADS의 억제효과를 조사하였으며, 비슷한 화학적 치료제인 5-fluorouracil (5-FU)의 암세포에 대한 효과도 실험하였다. 이들은 DADS 처리가 쥐에 아무런 해작용을 나타내지 않음을 증명하였으며, 이식된 HCT-15 암세포의 생장에 있어 무처리구가 1-2mg의 DADS를 처리한 쥐보다 최대 3배 이상의 증식률을 보였는데 (그림 1), 무처리구에 비해 DADS 1mg의 암세포 억제효과가 69%, 2mg은 81%나 되는 것으로 나타났다. 화학치료제인 5-FU와의 복합적인 효과를 조사한 실험결과를 보면 (표 6) DADS 단독처리는 무처리에 비해 암세포 생장을 33% 억제시켰으며 5-FU 처리시에는 37%가 억제되었고 DADS와 5-FU의 혼합처리는 단독처리보다 더욱 효과적인 암세포 생장억제를 나타내고 있다 (그림 2).

그러나 어느 처리구에서도 이들 물질처리에 의한 해작용이 나타나지는 않는 것으로 보고되고 있다. 쥐 혈액내 백혈구의 감소는 5-FU처리구에서 가장 크게 나타났으며 DADS는 이러한 백혈구의 감소 또한 억제하는 효과를 보였다 (표 6).

뿐만 아니라 DADS의 처리가 항암효과에는 뛰어난 결과를 나타내었을 뿐만 아니라 그 부작용도 적어 5-FU보다 더욱 안정된 항암효과를 나타내었다고 보고되고 있다. 이들의 실험은 사람의 대장에 발병하는 종양에 대하여 이제까지의 기내실험과는 달리 살아있는 쥐에 이식한 뒤 DADS를 처리하여 그 효과를 밝혀낸 데에 그 가치가 있으며 또한 대장암에 대한 보조적 항암치료제로서 알려져 있는 5-FU와의 치료효과를 비교하여 유기황화합물을 다량 함유하고 있는 마늘의 식품적 가치의 제고에 그 의의가 크다

고 할 수 있다. 그러나 실제 인체 내에서의 이들 물질들의 항암효과에 대한 연구는 더욱 지속되어야 할 것이다.

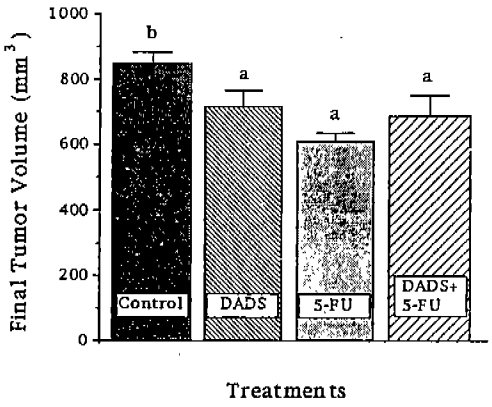

Fig. 2. Comparison of the efficacy of diallyl disulfide(DADS) with or without the chemotherapeutic agent fluorouracil, (5-FU), on the final tumor volume of HCT-15 cells transplanted in athmic nude mice, DADS in corn oil and 5-FU in saline were given intraperitoneally at a concentration of 0.5mg/day, thrice weekly for 30d.

Control mice received the same amounts of corn oil and saline by intraperitoneal treatment. Data represent mean±SEM of 6 mice per treatment. Bars not sharing a commo letter differ significantly($p<0.05$).

Table 6. Influence of intraperitoneal administration of 0.5mg diallyl disulfide(DADS) and 0.5mg 5-fluorouracil(5-FU) on body weight, plasma urea, and leukocyte count of tumor-bearing mice[1)]

Treatment	Body weight(g)	plasma urea nitrogen (mmol/L)	Leukocytes (per mm3)
Control	23.9	2.2a	10,583b
DADS	2.6	2.3a	10,473b
5-FU	23.3	2.6b	8,140a
DADS + 5-FU	22.1	2.2a	9,677b
Pooled SEM	0.4	0.1	276

1) Data represent means of 6 mice per treatment. DADS and 5-FU were given intraperitoneally at 0.5mg(mouse.day). Values in a column with different superscript letters differ significantly, $p<0.05$.

마늘의 Selenium에 의한 생리조절기능

Selenium은 지난 10여 년 전부터 환경오염의 중요성이 대두되면서 조심히 다루어져 온 금속류이다. 인체내 이들의 농도가 높으면 발암과 기타 독성을 나타내는 등 심한 부작용을 야기하지만, 식물체에 있어 selenium의 결핍은 심각한 식물병리학적 변화를 야기시켰다는 보고도 있다. 또한 마늘과 같은 음식물에 들어있는 selenium은 아직 그 작용메카니즘은 밝혀져 있지 않으나 Elkin & Margrave 등(36)과 International agency for research on cancer (IARC) (37)에 의해 생리조절 및 항돌연변이와 같은 기능성을 가지고 있다고 보고되고 있다

혐기적인 Salmonella 균을 사용한 in vivo 상태의 단기간 검정(short-term test)에서(38) Selenium이 Afatoxin B1의 잠재적인 돌연변이 유기성을 현저히 저하시킨 동시에 항발암성 효과(39, 40)가 큰 것으로 인정되었다고 한다.

결 론

마늘은 알리움속에 속하는 대표적인 조미채소로서 풍부한 무기질과 함께 수많은 유기황화합물을 가지고 있다. 현대의 식생활은 이제 맛과 영양적 측면을 넘어서 식품이 가지고 있는 생리적 기능성에 그 관심이 모아지고 있는데 마늘은 이와같은 소비자의 요구에 가장 잘 부합하는 중요한 기능적 특성을 나타낸다. 이제까지의 마늘에 대한 특성이 한방이나 민간요법에 의해 애용되어 왔다면 앞으로는 보다 과학적이고 체계적인 연구를 통하여 식품으로서는 물론 원료채소로서의 그 가치를 높여야 할 것이다. 이를 위해서는 특히 풍미성분의 주류를 이루고 있는 황화합물에 대한 보다 생화학적인 접근을 통하여 다양한 가공품의 개발, 보건식품 및 약재로서의 활용이 더욱 활발히 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 허준 (1981) 동의보감. 남산당. p 1172
2. Block, E., Ahmad, S., Catalfamo, J., Jain, M.K. and Apitz-Castro, R. (1986) Antithromboticorganosulfur compounds from garlic. Structural, mechanistic and synthetic studies. *J. Am. Chem. Soc.* **108**, 7045-7048
3. Cavallito, C.J. and Bailey, J.H. (1944) Allicin, the antibacterial principle of Allium sativum. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J. Am. Chem. Soc.* **66**, 1950-1951
4. Sendle, A., Schliack, M., Loser, R., Stainslaus, F. and

Wagner, H. (1992) Inhibition of cholesterol synthesis *in vitro* by extracts and isolated compounds prepared from garlic and wild garlic. *Atherosclerosis*, **94**, 79-81

5. Cavallito, C.J., Buck, J.S. and Suter, C.M.(1944) Allicin, the antibacterial principle of Allium sativum. II. Determination of the chemical structure. *J. Am. Chem. Soc.* **66**, 1952-1954
6. David K. (1991) The effect of dietary garlic on the development of cardiovascular disease. Trends in Food Science & Technology, June, 141-143
7. Sainani, G.S., Desai, D.B. and More, K.N. (1976) Onion, garlic and atherosclerosis. *Lancet* **2**, 575-577.
8. Bordia, A., Verma, S.K., Vyas, A.K., Khabya, B.L., Rathore, A.S., Bhu, N. and Bedi, H.K(1977) Effect of essential oil of onion and garlic on experimental atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* **26**, 379-386
9. Jain, R.C. and Vyas, C.R. (1975) Garlic in alloxan induced diabetic rabbits. *Am. J. Clin. Nutr.* **28**, 684-686.
10. Bordia, A. and Verma, S.K.(1980) Effect of garlic feeding on regression of experimental atherosclerosis in rabbits. *Artery* **7**, 428-437
11. Kritchevsky, D. (1975) Effect of garlic oil on experimental atherosclerosis in rabbits. *Artery* **2**, 310-313
12. Bordia, A., Sanadhya, S.K., Rathore, A.S., and Bhu, N. (1978) Essential oil of garlic on blood lipids and fibrinolytic activity in patients of coronary artery disease. *J. Assoc. Phys. India* **26**, 327-331.
13. Jain, R.C. (1975) Onion and garlic in experimental atherosclerosis. *Lancet*, **1**, 1240-1242
14. Kin, E. and Goldberg, M. (1969) Serum cholesterol assay using a stable Liebermann Burchard reagent. *Clin. Chem.* **15**, 1171-1179.
15. Chang, M.L.W. and Johnson, M.A.(1980) Effect of garlic on carbohydrate metabolism and lipid synthesis in rats. *J. Nutr.* **110**, 931-936
16. Chi, M.S., Koh, E.T. and Stewart, T.J.(1982) Effects of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *Nutr.* **112**, 241-248
17. Borida, A. (1978) Effect of garlic on human platelet aggregation in vitro. *Atherosclerosis*, **30**, 355-360
18. Jain, R.C.(1977) Effect of garlic on serum lipids, coagulability and fibrinolytic activity of blood. Am. *J. Clin. Nutr.* **30**, 1380-1381
19. Bordia, A. (1981) Effect of garlic on blood lipids in patients with coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **34**, 2100-2103
20. Belman, S. (1983) Onion and garlic oils inhibit tumor promotion. *Carcinogenesis* **4**, 1063-1067
21. Sugimura, T. and Nagao, N. (1982) In Mutagenesis. New Horizons in Genetic Toxicology, Heddle, J.A.(Editor). Academic Press. p 73-83
22. Amagase, H. and Milner, J.A. (1993) Impact of various sources of garlic and their constituents on 7,12-dimethylbenz(a)anthracene binding to mammary cell DNA. *Carcinogenesis*, **14**, 1627-1631.
23. Rosin, M.P. and Stich, H.F. (1983) In From Basic Research to Policy Implications, Roe, D.A.(Editor), Alan R. Liss, p 141-154
24. Milner, J.A. (1994) Reducing the risk of cancer. In Functional Foods, Goldberg, I.(Editor), Van Norstrand Reinhold, New York, NY. p 39-70
25. Hayatsu, H. (1982) In Environmental Mutagens and Carcinogens, Sugimura, T., Kondo, S. and Takebe, H.(Editors), University of Tokyo Press. pp. 521-526
26. Sundaram, S.G. and Milner, J.A. (1993) Diallyl disulfide inhibits the proliferation of human tumor cells in culture. *Biochem. Biophys. Acta* **1315**, 15-20.
27. Kada, T., Lone, T. and Hamiki, M. (1982) In Environmental Mutagenesis and Plant Biology Vol.1. Klekowiski, E. Jr (Editor) p 1331-151, Praeger, New York, NY, USA
28. Kada, T., Kato, M. and Kiryama, S. (1984) In Proceedings of the 12th Annual Meeting of EMS Japan [*Abstract in Mutat. Res.* **130**, 365]
29. Wargovich, M.J. (1987). Diallyl sulfide, a flavor component of garlic (*Allium sativum*), inhibits dimethyllhydrazine-induced colon cancer. *Carcinogenesis*, **8**, 487-489.
30. Steinmetz, K.A., Kushi, L.H., Bostick, R.M., Folsom, A.R. and Potter, J.D. (1994) Vegetables, fruit, and colon cancer in the Iowa Women's health Study. *Am. J. Epidemiol.* **139**, 1-15.
31. Lau, B.H.S., Wooley, J.L., Marsh, C.L. Barker, G.R. Koobs, and Torrey, R.R. (1986) Superiority of intralesional immunotherapy with Corynebacterium parvum and Allium sativum in control of murine transitional cell carcinoma. *J. Urol.* **136**, 701-705.
32. Marsh, C.L., Torrey, R.R., Wooley, J.L., Barker, G.R. and Lau, B.H.S. (1987) Superiority of intravesical

immunotherapy with corynebacterium parvum and Allium sativum in control or murine bladder cancer. *J. Urol.* **137**, 359-362.

33. Criss, W.E., Fakunle, J., Night, E., Adkins, J., Morris, H.P. and Dhillon. G. (1982) Inhibition of tumor growth with low dietary protein and with dietary garlic extracts. *Fed. Proc.* **41**, A281(abs.)
34. Sundaram, S.G and Milner, J.A. (1996) Diallyl disulfide inhibits the proliferation of human tumor cells in culture. *Biochem. Biphys. Acta* **1315**, 15-20.
35. Sundaram, S.G and Milner, J.A. (1996) Diallyl disulfide supperesses the growth of human colon tumor cell xenografts in athymic nude mice. *J. Nutr.* **126**, 1355-1361.
36. Elkin, E.M. and Margrave, J.L.(1988) In Encyclopedia of chemical Technology 2nd edn. Kirk, R.E. and Othemer, D.F.(Editors)
37. International Agency for Research on Cancer (1975) IARC Monogr. **9**, 245-260
38. Ohta, T., Tawara, M., Tasuka, M., Abe, H. and Odashima, S. (1983) An approach to prolongation of survival rate in tumor bearing mice using 5-fluorouracil inn combination with various kinds of herb medicine. *Jpn. J. Cancer Chemother.* **10**, 1858-1865.
39. Chen, J., Goetchius, M. P., Combs, G.F., Jr and Cambell, T.C.(1982) Effects of dietary selenium and vitamin E on covalent binding of aflatoxin to chick liver cell macromolecules. *J. Nutr.* **112**, 350-355
40. Henry, J.T. (1984) Selenium as an anticarcinogen. *J. Agric. Food Chem.* **32**, 422-425

(1998년 4월 20일 접수)