

## 마늘 추출물이 N-Nitrosodimethylamine의 생성에 미치는 영향

최선영<sup>1</sup> · 김형식<sup>1</sup> · 이수정<sup>1</sup> · 손미예<sup>1</sup> · 신정혜<sup>2</sup> · 성낙주<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원

<sup>2</sup>남해전문대학 호텔조리제빵과

### Effect of Garlic (*Allium sativum* L.) Extracts on Formation of N-Nitrosodimethylamine

Sun-Young Choi<sup>1</sup>, Hyung-Sik Kim<sup>1</sup>, Soo-Jung Lee<sup>1</sup>, Mi-Yae Shon<sup>1</sup>,  
Jung-Hye Shin<sup>2</sup> and Nak-Ju Sung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences,  
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. Hotel Curinary and Bakery, Namhae College, Namhae 668-801, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of garlic extracts on electron donating ability, nitrite-scavenging activity and N-nitrosodimethylamine (NDMA) formation. Content of total phenolic compounds was the highest in ethyl acetate extract. Electron donating ability was significantly increased with increasing sample concentration, as  $88.0 \pm 1.53\%$  from ethyl acetate extract and  $77.5 \pm 0.8\%$  from butanol extract in concentration of 10 mg/mL. Butanol extract from garlic with highest nitrite scavenging activity and inhibition effect of NDMA formation exhibited  $96.9 \pm 0.75\%$  and  $68.6 \pm 1.15\%$  in concentration of 10 mg/mL, respectively. The butanol extract was fractionated into 5 fractions using prep-LC. Nitrite-scavenging activity and inhibition effect of NDMA formation were excellent in fraction III, which further fractionated into 3 subfractions (III-a, III-b and III-c) using prep-LC. Of the 3 subfractions, its activity was the highest in the subfraction III-c. Therefore butanol extract of garlic was suggested to be effective inhibitor of NDMA formation.

**Key words:** garlic extracts, electron donating ability, nitrite-scavenging activity, N-nitrosodimethylamine (NDMA)

#### 서론

N-nitrosamine(NA)은 지금까지 323종이 알려져 있으며, 이 중 87%가 어류, 조류, 햄스터, 토끼, 고양이, 개 및 영장류를 포함한 40여 종의 동물에서 암을 유발한다고 보고되어 있다(1). NA 중 N-nitrosodimethylamine(NDMA)은 휘발성 성분으로서 식품중에서 흔히 발견될 뿐만 아니라 동물의 중앙유발에도 매우 민감한 것으로 밝혀져 있어 연구의 대상이 되고 있다(2).

NA 생성은 식품이나 기질 중에 존재하는 전구물질의 농도에 의해 좌우된다. 즉 아민의 농도에 비례하며 아질산염 농도의 제곱에 비례하므로 아질산염과 반응할 수 있는 어떤 화합물이 존재할 경우 NA의 생성이 촉진되거나 억제될 수 있다(3,4). 이와 직접 관련이 있는 니트로소화 저해제로는 caffeic acid, tannic acid 등과 같은 페놀화합물, ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol 및 SH화합물 등이 알려져 있다(5). 이 중 황화합물은 sulfoxide와 bisulfite가 아질산을 NO로 환원

시키고 sulfamic acid와 그 염들은 pH<2에서 아질산을 N<sub>2</sub>로 환원시키므로 NA 생성을 강하게 저해시키게 된다(6).

한국인의 식생활에 있어 주요한 향신료인 마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 과 속(*Allium*)에 속하는 식물로서 식품의 맛을 증진시키고(7), 또한 식품의 저장성 부여, 항균작용(8,9), 항혈전 작용(10), 항암작용(11,12), 혈압강하 작용(13), 콜레스테롤 저하 및 노화방지 작용(14,15) 등 여러 가지 생리적 활성을 지니고 있어 향신료 외에 기능성 소재로 많이 이용되고 있다. 특히 마늘 섭취량과 암 발생률은 역의 상관관계가 있는 것으로 알려져 있는데(16), 이같은 현상은 마늘에 함유된 황화합물이 생체내·외적으로 NA 생성을 억제시키고, 또한 납, 수은, 카드뮴 등과 같은 중금속의 배출을 촉진하기 때문이라고 보고되어 있다(17).

본 연구에서는 마늘의 성분이 발암성 NDMA 생성에 어떤 영향을 미치는가를 밝히기 위해 마늘 추출물중의 총 페놀함량, 전자공여능 및 아질산염 소거능을 측정하고, *in vitro* 상에서 NDMA 생성 억제에 미치는 영향을 검색하였다.

\*Corresponding author. E-mail: snakju@gnsu.ac.kr  
Phone: 82-55-751-5975. Fax: 82-55-751-5971

## 재료 및 방법

### 재료 및 용매 분획물의 조제

경남 남해군에서 생산된 마늘을 구매하여 겉껍질을 제거하고, 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 물기를 뺀 다음 5 mm 두께로 세절하여 동결·건조하였다. 이것을 분쇄기로 분쇄한 후 시료 500 g에 약 10배의 methanol을 가하여 12시간동안 정치시킨 다음 여과하였으며, 이 조작을 3회 반복한 후 회전식 진공증발기에서 완전 건조하여 methanol 조추출물을 얻었다. 여기에 3차 증류수와 hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol을 순차적으로 가하여 계통 분획하여 여과한 여액을 감압·농축하여 냉동 보관해두고, 완전 건조된 시료의 무게로부터 수율을 측정한다. 다음 실험 직전 3차 증류수에 녹여 일정농도로 조제하여 실험에 사용하였다.

### 활성물질의 분리 및 분획

마늘의 활성성분을 분리·분획하기 위하여 상기의 butanol 추출물을 HPLC(LCC 2252, Pharmacia LKB, Sweden) 및 prep-LC로 분리하여 5그룹(fraction I ~ V)의 분획물을 얻었다. 이 중 활성이 가장 높은 fraction III을 회수하여 농축한 다음 다시 subfraction 3그룹(III-a, III-b 및 III-c)으로 각각 분취하여 회전식 진공증발기에서 이동상 용매를 제거시킨 후 3차 증류수로 녹여 실험에 사용하였다. 이때 분석조건으로 column은 Prep-ODS(7.8 mm×250 mm, Shimadzu Co., Japan)를 사용하였으며 254 nm에서 UV detector (Pharmacia LKB VWM detector, Sweden)로 검출하였다. 이동상 용매는 2% acetic acid와 40% acetonitrile, 유속은 5.0 mL/min였다.

### 총 페놀 함량 측정

Folin-Ciocalteu방법(18)에 따라 시료액 0.2 mL에 증류수 5 mL, Folin-Ciocalteu용액 0.5 mL를 차례로 가한 후 3분간 정치시킨 다음 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가하여 혼합한 후 적정배율로 희석하여 1시간 방치한 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 caffeic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였고, 동일한 방법으로 작성된 표준곡선으로부터 총 페놀화합물의 함량을 정량하였다.

### 전자공여능 측정

Kang 등(19)의 방법을 변형하여 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여능을 측정하였다. 농도별 시료추출물 1 mL에 4×10<sup>-4</sup> M DPPH 용액 5 mL를 가하여 혼합한 다음 30분간 방치시킨 후 528 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 아질산염 소거능 측정

Kato 등(20)의 방법으로 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 시료를 농도별로 첨가하고 0.1 N HCl 및 0.2 M 구연산 완충용액

을 사용하여 반응용액을 pH 1.2로 보정한 다음 반응용액의 최종부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1 mL를 취하여 2% 초산용액 5 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess시약(1% sulfanilic acid: 1% naphthylamine = 1:1) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess시약 대신 증류수를 가하였으며, 아질산염 소거능은 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]으로 나타내었다.

### NDMA 생성 억제능의 측정

NDMA 생성 억제능은 Helsler와 Hotchkiss의 방법(21)을 응용하여 100 mM NaNO<sub>2</sub>용액 1 mL에 시료를 농도별로 첨가하고, 200 mM dimethylamine(DMA) 0.5 mL 및 pH 1.2 구연산 완충용액으로 총 부피를 10 mL로 한 후 37°C에서 1시간 반응시켰다. Ammonium sulfamate를 가하여 반응을 정지시키고 dichloromethane 1 mL를 첨가하여 반응용액 중에 생성된 NDMA를 추출하여 Gas Chromatography(GC, model 5890A, Hewlett-Packard, USA)-Thermal Energy Analyzer(TEA, model 543, Thermo Electron Corp., Waltham, MA)에 주입하여 분석시켰다. GC-TEA의 칼럼은 10% carbowax 20 M/80~100 chromosorb WHP로 충전한 glass 칼럼을 사용하였고, oven 온도는 130~180°C (5°C/min)로 사용하였으며 injection port, pyrolyzer 및 interface 온도는 각각 180°C, 550°C 및 200°C, 압력은 1 mmHg, He 가스의 유속은 25 mL/min으로 하였다. 대조구는 시료대신 증류수를 사용하였으며, NDMA 생성 억제능은 대조구에 대한 peak의 백분율(%)로써 환산하였다.

### 통계처리

본 실험 결과는 3회 반복한 후 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 12.0을 이용하여 각 실험군간의 유의성을 검증한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 마늘 추출물의 수율 측정 및 총 페놀 함량

마늘 methanol 조추출물에 3차 증류수, hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol을 순차적으로 가하여 계통 분획한 후 용매를 제거한 시료의 추출 수율을 계산한 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같이 물 추출물에서 32.25%로 가장 높았으며, 다음으로 butanol 추출물이 0.96%이었다. Ethyl acetate 추출물의 수율은 0.1% 미만으로 나타났다.

마늘 추출물의 총 페놀함량은 Table 1과 같으며, ethyl acetate 추출물이 2,601.1±1.35 mg/100 g으로 가장 높았으며, 그 다음으로 hexane>butanol>chloroform>water 추출물의 순이었다. Shin 등(22)은 남해산 마늘의 페놀함량이

**Table 1. Extract yield and total phenolic compound contents of garlic (*Allium sativum* L.) extracts**

Extracts	Extract yield (%)	Total phenolic compound (mg/100 g)
Hexane	0.38	2176.0±1.68 <sup>1)D2)</sup>
Chloroform	0.62	1161.5±1.02 <sup>B</sup>
Ethyl acetate	0.03	2601.1±1.35 <sup>E</sup>
Butanol	0.96	1645.4±1.32 <sup>C</sup>
Water	32.25	161.8±1.39 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Each value represents mean±SD of triplicate.

<sup>2)</sup>Each value with different superscripts within the different solvent extract significantly different at p<0.05.

24.0±0.45 mg/100 g으로 제주 및 의성산 마늘보다 약 2배 정도 높다고 보고하였으며, 이러한 함량 차이가 수확시기, 품종 및 재배지역과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 본 실험 결과도 이와 유사한 것으로 간주되며, 용매별 총 페놀함량이 서로 상이한 것은 용매의 극성이나 추출 특성에 따른 차이로 추정된다.

**마늘 추출물의 전자공여능**

마늘을 용매별로 추출하여 전자공여능을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 모든 용매 추출물에서 시료의 농도가 높아 질수록 전자공여능은 유의적으로 증가하였으며, 특히 ethyl acetate 추출물에서 36.5±1.12~88.0±1.53%로 높은 활성을 보였다. 10 mg/mL의 추출물을 첨가하여 반응시킨 결과 ethyl acetate 추출물에서 88.0±1.53%로 그 활성이 가장 높

았으며, 다음으로 butanol 추출물, chloroform 추출물, hexane 추출물 및 water 추출물의 순이었다.

Im 등(23)은 향신료 추출물로부터 전자공여능을 측정한 결과, 마늘과 생강 추출물에서 63.0%와 61.0%로 전자공여능이 높게 나타난 이유로 향신료에 존재하는 페놀성분 및 allyl 성분의 영향인 것으로 보고한 바 있다. Byun 등(24)은 마늘의 기능성 성분의 최적 추출용매 중 methanol 추출물이 26.06%로 여타 용매(petroleum ether, benzene, chloroform 및 ethyl acetate)에 비해 약 0.2~2배 정도 전자공여능이 높다고 보고하였다. 제주, 의성 및 남해산 마늘을 대상으로 전자공여능을 실험한 결과, 남해산 마늘에서 약 46.2%로 가장 우수하였다는 보고(22)도 있다.

마늘 추출물의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과  
 마늘 추출물의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과는 Table 3과 같이 pH 1.2의 반응조건에서 시료 대신 증류수를 첨가한 대조구의 아질산염 및 NDMA 생성량을 100%로 하였을 때, 시료 농도가 많아질수록 유의적으로 증가하였다. 아질산염 소거능은 butanol 추출물에서 29.5±0.93~96.9±0.75%로 그 활성이 가장 높았고, 다음으로 ethyl acetate 추출물(11.5±0.9~83.4±0.95%)이었다. 10 mg/mL 첨가하였을 때 모든 추출물에서 50.0% 이상의 아질산염 소거능을 보였으며, 특히 butanol 추출물에서 96.9±0.75%로 소거능이 가장 높았다. NDMA 생성 억제효과는 아질산염 소거능

**Table 2. Electron donating ability of garlic (*Allium sativum* L.) extracts**

(%)

Extracts	Concentration (mg/mL)			
	1.0	2.0	5.0	10.0
Hexane	6.7±0.12 <sup>1)aB</sup>	9.7±0.12 <sup>bB</sup>	16.5±0.87 <sup>cB</sup>	22.8±1.45 <sup>dB</sup>
Chloroform	12.6±1.00 <sup>aC</sup>	22.3±1.05 <sup>bC</sup>	43.4±0.87 <sup>cC</sup>	56.4±1.27 <sup>dC</sup>
Ethyl acetate	36.5±1.12 <sup>aE</sup>	44.3±0.71 <sup>bD</sup>	79.5±0.98 <sup>cE</sup>	88.0±1.53 <sup>dE</sup>
Butanol	34.0±0.75 <sup>aD</sup>	45.7±0.56 <sup>bE</sup>	52.5±1.06 <sup>cD</sup>	77.5±0.80 <sup>dD</sup>
Water	2.7±0.06 <sup>aA</sup>	4.5±0.10 <sup>bA</sup>	7.0±0.21 <sup>cA</sup>	17.4±0.98 <sup>dA</sup>

<sup>1)</sup>Each value represents mean±SD of triplicate.

<sup>a-d</sup>Each value with different superscripts within the different concentration significantly different at p<0.05.

<sup>A-E</sup>Each value with different superscripts within the different solvent extract significantly different at p<0.05.

**Table 3. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) extracts on nitrite-scavenging activity (A) and inhibition rate of NDMA formation (B) in pH 1.2**

(%)

Extracts	Concentration (mg/mL)				
	1.0	2.0	5.0	10.0	
(A)	Hexane	10.5±0.89 <sup>1)aA</sup>	21.3±1.03 <sup>bC</sup>	37.6±1.14 <sup>cB</sup>	52.4±0.74 <sup>dA</sup>
	Chloroform	11.5±0.90 <sup>aA</sup>	18.3±0.86 <sup>bB</sup>	38.2±1.22 <sup>cB</sup>	57.4±1.06 <sup>dC</sup>
	Ethyl acetate	11.5±0.90 <sup>aA</sup>	35.6±0.78 <sup>bD</sup>	64.9±0.25 <sup>cC</sup>	83.4±0.95 <sup>dD</sup>
	Butanol	29.5±0.93 <sup>aB</sup>	53.4±0.86 <sup>bE</sup>	87.6±0.85 <sup>cD</sup>	96.9±0.75 <sup>dE</sup>
	Water	10.6±0.85 <sup>aA</sup>	14.4±1.20 <sup>bA</sup>	35.4±0.8 <sup>cA</sup>	54.4±0.91 <sup>dB</sup>
(B)	Hexane	25.6±0.70 <sup>aC</sup>	28.1±0.60 <sup>bB</sup>	29.3±0.80 <sup>bB</sup>	31.5±1.06 <sup>cB</sup>
	Chloroform	23.7±1.17 <sup>aB</sup>	28.7±1.12 <sup>bB</sup>	32.2±0.29 <sup>cC</sup>	43.3±0.56 <sup>dD</sup>
	Ethyl acetate	28.8±0.42 <sup>aD</sup>	30.8±0.36 <sup>bC</sup>	33.3±0.75 <sup>cC</sup>	34.7±0.88 <sup>dC</sup>
	Butanol	35.8±1.40 <sup>aE</sup>	41.5±1.12 <sup>bD</sup>	52.5±1.27 <sup>cD</sup>	68.6±1.15 <sup>dE</sup>
	Water	4.7±0.15 <sup>aA</sup>	17.2±0.70 <sup>bA</sup>	19.6±0.9 <sup>cA</sup>	28.9±0.32 <sup>dA</sup>

<sup>1)</sup>Each value represents mean±SD of triplicate.

<sup>a-d</sup>Each value with different superscripts within the different concentration significantly different at p<0.05.

<sup>A-E</sup>Each value with different superscripts within the different solvent extract significantly different at p<0.05.

과 비슷한 경향을 나타내었으며 다른 추출물에 비해 특히 butanol 추출물에서 시료 10 mg/mL 첨가 시 NDMA 생성 억제효과가  $68.6 \pm 1.15\%$ 로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 chloroform 추출물이  $43.3 \pm 0.56\%$ 였으며 water 추출물은 30.0% 미만으로 가장 낮았다.

Im 등(23)은 마늘 추출물의 아질산염 소거능을 측정된 결과 water 추출물은 pH 1.2에서 88.9%, pH 6.0에서 55.4%를 나타냄으로써 pH가 낮을수록 소거율이 높아진다고 보고한 바 있는데 이는 본 실험결과와 비슷한 패턴이었다. 마늘, 산초, 생강, 양파 및 파 등은 methanol보다 water 추출물에서 아질산염 소거능이 더 우수하며, 또한 추출물의 환원력을 소실시킨 후에는 아질산염 소거능이 급격히 저하되는 것으로 보아 환원성 인자와 아질산염 소거능이 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되어 있다(25). Lee 등(26)은 버섯으로부터 아질산염 소거능을 측정된 결과 버섯의 종류에 따라 상당한 차이(43.4~68.3%)를 보였는데, 이는 버섯류에 함유된 페놀성 물질에 의해 좌우되며, 전자공여능 및 항산화능이 우수한 시료군에서 아질산염 소거능도 높다고 보고하였다. 본 실험에서 용매 추출물에 따라 아질산염 소거능이 상이한 것은 추출용매에 따라 용출되는 물질의 특성이 서로 상이하기 때문인 것으로 추정된다. Ahn 등(27)은 pH 1.2에서 파, 생강 및 마늘의 NDMA 생성 억제효과는 30~40%로서 ascorbic acid와 비슷한 활성을 보였으나, 고추 및 산초는 15%의 낮은 억제효과를 나타낸다고 하였다. 또, 다양한 pH 조건에서 마늘의 ethanol 추출물을 첨가하여 N-nitrosomorpholine 생성 억제효과를 측정된 결과 pH 1.2와 3.0에서는 80% 이상의

억제효과를 보인 반면, pH가 알칼리화 되어짐에 따라 억제효과는 급격히 감소하여 pH 6.0에서는 29.9%에 불과하다는 보고도 있다(23).

#### 마늘 butanol 추출물의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과

Fig. 1은 마늘의 butanol 추출물을 HPLC 및 prep-LC로 분리한 chromatogram이다. 이것을 retention time에 따라 5개의 fraction(I~V)으로 나누어 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 아질산염 소거능은 모든 fraction에서 시료 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였으며, 특히 fraction III의 경우 시료 첨가량에 관계없이 90.0% 이상으로 다른 fraction에 비해 월등히 높았다. NDMA 생성 억제효과도 아질산염 소거능과 비슷한 경향을 나타내어 fraction III을 0.5 mL 첨가 시  $55.4 \pm 0.36\%$ , 3 mL 첨가 시에는  $78.5 \pm 0.6\%$ 로 가장 높은 억제효과를 보였다.

아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과가 가장 우수한 fraction III를 prep-LC를 사용하여 subfraction III-a, III-b 및 III-c로 재분취하여 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과를 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 아질산염 소거능은 subfraction III-a 및 III-b에서 3 mL 첨가 시 32% 미만으로 비교적 낮게 나타났으나, subfraction III-c는 0.5~3 mL 첨가 시에  $89.4 \pm 0.65 \sim 96.3 \pm 0.75\%$ 의 높은 아질산염 소거능을 나타내었다. NDMA 생성 억제효과도 아질산염 소거능과 유사한 경향으로 subfraction III-a 및 III-b는 20% 미만의 NDMA 생성 억제효과를 나타낸 반면에, subfraction

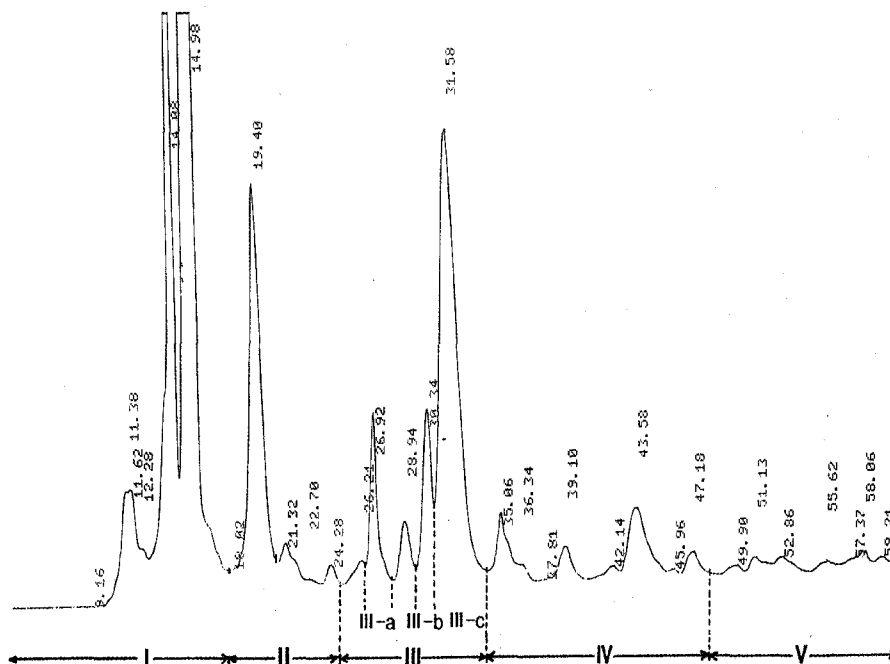


Fig. 1. Preparative-LC chromatogram of butanol extract from garlic (*Allium sativum* L.) divided into 5 fractions and fraction III divided into 3 subfractions.

**Table 4. Effect of preparative-LC fractions from butanol extract on nitrite-scavenging activity and inhibition rate of NDMA formation in pH 1.2**

Fraction number	Added amount (mL)	Nitrite-scavenging activity (%)	Inhibition rate of NDMA formation (%)
I	0.5 <sup>1)</sup>	43.5±0.65 <sup>3)a4)</sup>	13.5±0.40 <sup>a</sup>
	1.0	67.4±0.64 <sup>b</sup>	37.6±0.21 <sup>b</sup>
	3.0 <sup>2)</sup>	75.8±0.36 <sup>c</sup>	42.4±1.16 <sup>c</sup>
II	0.5	61.2±0.78 <sup>a</sup>	41.6±0.53 <sup>a</sup>
	1.0	74.2±0.97 <sup>b</sup>	50.4±0.70 <sup>b</sup>
	3.0	77.6±0.47 <sup>c</sup>	54.3±0.70 <sup>c</sup>
III	0.5	91.6±0.45 <sup>a</sup>	55.4±0.36 <sup>a</sup>
	1.0	96.6±0.70 <sup>b</sup>	62.3±0.78 <sup>b</sup>
	3.0	97.4±0.57 <sup>b</sup>	78.5±0.60 <sup>c</sup>
IV	0.5	32.5±0.98 <sup>a</sup>	32.5±0.60 <sup>a</sup>
	1.0	52.3±0.65 <sup>b</sup>	42.6±0.74 <sup>b</sup>
	3.0	67.9±0.78 <sup>c</sup>	58.6±0.99 <sup>c</sup>
V	0.5	30.3±0.35 <sup>a</sup>	32.9±0.74 <sup>a</sup>
	1.0	54.2±0.65 <sup>b</sup>	41.6±1.05 <sup>b</sup>
	3.0	57.8±0.47 <sup>c</sup>	46.0±0.36 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Distilled water was added into this fraction so that the final volume would be 1 mL before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.

<sup>2)</sup>Added amounts of 3 mL was vacuum evaporated to 1 mL before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.

<sup>3)</sup>Each value represents mean±SD of triplicate.

<sup>4)</sup>Each value with different superscripts within a concentration in the same fraction significantly different at p<0.05.

**Table 5. Effect of preparative-LC subfractions from butanol extract on nitrite-scavenging activity and inhibition rate of NDMA formation in pH 1.2**

Subfraction number	Added amount (mL)	Nitrite-scavenging activity (%)	Inhibition rate of NDMA formation (%)
III-a	0.5 <sup>1)</sup>	8.8±0.12 <sup>3)a4)</sup>	14.0±0.35 <sup>a</sup>
	1.0	11.9±0.38 <sup>b</sup>	15.6±1.07 <sup>b</sup>
	3.0 <sup>2)</sup>	26.0±0.66 <sup>c</sup>	17.7±0.72 <sup>c</sup>
III-b	0.5	7.6±0.44 <sup>a</sup>	3.6±0.10 <sup>a</sup>
	1.0	14.8±0.96 <sup>b</sup>	4.4±0.10 <sup>a</sup>
	3.0	31.7±0.31 <sup>c</sup>	13.7±1.10 <sup>b</sup>
III-c	0.5	89.4±0.65 <sup>a</sup>	32.0±0.60 <sup>a</sup>
	1.0	94.4±1.11 <sup>b</sup>	41.2±0.56 <sup>b</sup>
	3.0	96.3±0.75 <sup>c</sup>	72.2±1.00 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Distilled water was added into this fraction so that the final volume would be 1 mL before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.

<sup>2)</sup>Added amounts of 3 mL was vacuum evaporated to 1 mL before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.

<sup>3)</sup>Each value represents mean±SD of triplicate.

<sup>4)</sup>Each value with different superscripts within a concentration in the same fraction significantly different at p<0.05.

III-c에서는 0.5 mL 첨가 시 32.0±0.6%의 활성을 나타내었으며 시료의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하여 3 mL 첨가 시 72.2±1.0%의 NDMA 생성 억제효과를 나타내었다. 이처럼 마늘 추출물이 NDMA의 생성을 억제시키는 주된 요인은 NA의 전구체인 아질산염을 소거시키기 때문이

며, 아질산염 소거 인자는 마늘 중에 존재하는 페놀화합물과 황화합물인 allyl 성분인 것으로 추정된다.

## 요 약

본 연구는 마늘 추출물 중의 총 페놀함량, 전자공여능, 아질산염 소거능을 측정하고 NDMA 생성억제에 미치는 영향을 검색하였다. 총 페놀함량은 ethyl acetate>hexane>butanol>chloroform>water 순으로 많았으며, 전자공여능은 추출물의 농도증가에 따라 유의적으로 증가하였으며 ethyl acetate와 butanol 추출물을 10 mg/mL 첨가 시 각각 88.0±1.53%, 77.5±0.8%의 활성을 보였다. 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과는 10 mg/mL의 butanol 추출물 첨가 시 각각 96.9±0.75% 및 68.6±1.15%로 가장 높게 나타났다. Butanol 추출물을 prep-LC로 5개의획분으로 분획하여 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제효과를 측정된 결과, fraction III에서 효과가 가장 뛰어났으며, 이를 prep-LC로 재분획하여 얻은 3개의 subfractions(III-a, III-b 및 III-c)에서는 subfraction III-c의 효과가 가장 우수하였다. 따라서 마늘 부탄올 추출물은 NDMA 생성 억제에 효과적인 저해제인 것으로 판단된다.

## 문 헌

- Shin JH. 2002. The formation and inhibition of N-nitrosamine in common Korean foods. *PhD Dissertation*. Gyeongsang National Univ.
- Druckrey H, Pressmann R, Ivankovic S, Schmahl D. 1967. Organotropic carcinogenic effects of 65 various N-nitroso compounds on BD rats. *Zeitschrift Fur Krebsforschung* 69: 103-201.
- Cooney RV, Ross PD. 1987. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effect of vanillin and related phenols. *J Agric Food Chem* 35: 789-793.
- Pignatelli B, Berezziat JC, Descotes G, Bartsch H. 1982. Catalysis of nitrosation *in vitro* and *in vivo* in rats by catechin and resorcinol and inhibition by chlorogenic acid. *Carcinogenesis* 3: 1045-1049.
- Cerutti PA. 1985. Peroxidant states and tumor promotion. *Science* 227: 375-381.
- Chung MJ. 2000. Effect of diet composition on endogenous formation of N-nitrosamine in humans. *PhD Dissertation*. Gyeongsang National Univ.
- Cavallito CJ, Back JS, Suter CM. 1994. Alliin the antibacterial principle of *Allium sativum* L. II. Determination of the chemical structure. *J Am Chem Soc* 66: 7-12.
- Chung KS, Kim JY, Kim YG. 2003. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Korean J Food Sci Technol* 35: 540-543.
- Choi HK. 2001. A study on the antibacterial activity of garlic against *Escherichia coli* O157. *J Korean Pract Arts Edu* 14: 159-167.
- Nishimura H, Hanny WC, Mizutani J. 1988. Volatile flavor components and antithrombotic agent: Vinylidithiins from

- allium victorialis. *J Agric Food Chem* 36: 563-569.
11. Kim ES, Chun HJ. 1993. The anticarcinogenic effect of garlic juice against DMBA induced carcinoma on the hamster buccal pouch. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 398-404.
  12. Kim SH, Park KY, Suh MJ, Chung HY. 1994. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) on glutathione S-transferase activity and the level of glutathione in the mouse liver. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 436-442.
  13. Paik JE. 1995. Effect of garlic added diet on the blood chemistry and tissues of spontaneously hypertension rat. *PhD Dissertation*. Sookmyung Women's Univ.
  14. Kamanna VS, Chandrasekhara N. 1982. Effects of garlic (*Allium sativum* L.) on serum lipoproteins and lipoprotein cholesterol levels in albino rats rendered hypercholesteremic by feeding cholesterol. *Lipids* 17: 483-488.
  15. Choi JH, Byun DS. 1986. Studies on anti-aging of garlic, *Allium sativum* L. (1) Comparative study of garlic and ginseng components on anti-aging action. *Korean Biochem J* 19: 140-146.
  16. Dion ME, Agler M, Milner JA. 1997. S-allylcysteine inhibits nitrosomorpholine formation and bioactivation. *Nutr Cancer* 28: 1-6.
  17. Sheo HJ. 1996. Effect of garlic juice on toxicity of lead in rat compared with N-acetyl penicillamine action. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 27-33.
  18. Gutfinger T. 1958. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
  19. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
  20. Kato H, Lee IE, Chuyen N, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
  21. Helser MA, Hotchkiss JH. 1994. Comparison of tomato phenolic and ascorbate fractions on the inhibition of N-nitroso compound formation. *J Agric Food Chem* 42: 129-132.
  22. Shin JH, Ju JC, Kwon OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ. 2004. Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. *Korean J Food Nutr* 17: 237-245.
  23. Im KJ, Lee SK, Park DK, Rhee MS, Lee JK. 2000. Inhibitory effects of garlic extracts on the nitrosation. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 110-115.
  24. Byun PH, Kim WJ, Yoon SK. 2001. Effects of extraction conditions on the functional properties of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 507-513.
  25. Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Kim SB, Park YH. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components 1. Nitrite-scavenging effects of vegetable extracts. *Bull Korean Fish Soc* 20: 463-468.
  26. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite scavenging activities of edible mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
  27. Ahn BW, Lee DH, Yeo SG, Kang JH, Do JR, Kim SB, Park YH. 1993. Inhibitory action of natural food components on the formation of carcinogenic nitrosamine. *Bull Korean Fish Soc* 26: 289-295.
  28. Block E, Ahmad S, Catalfamo JL, Jain MK, Apitz-Castro R. 1986. Antithrombotic organo-sulfur compounds from garlic: structural, mechanistic and synthetic studies. *J Am Chem Soc* 108: 7045-7055.

(2006년 4월 7일 접수; 2006년 6월 21일 채택)