

## 숙성에 의해 제조된 흑 마늘 추출물의 생리학적 활성 및 항산화 효과

장은경<sup>1</sup> · 서지현<sup>2</sup> · 이삼빈\*

계명대학교 식품가공학과, <sup>1</sup>경북대학교 농화학과, <sup>2</sup>계명대학교 TMR 센터

### Physiological Activity and Antioxidative Effects of Aged Black Garlic (*Allium sativum* L.) Extract

Eun-Kyung Jang<sup>1</sup>, Ji-Hyun Seo<sup>2</sup>, and Sam-Pin Lee\*

Department of Food Science and Technology, Keimyung University

<sup>1</sup>Departments of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University

<sup>2</sup>The Center for Traditional Microorganism Resources (TMR), Keimyung University

**Abstract** In this study, black garlic was produced by aging under high temperature (70°C) and high humidity (90% RH) conditions. Then, the physiological activity and antioxidative effects of its extract were compared to those of normal garlic extract. The black garlic extract had a 2.5-fold higher total polyphenol content than that of the normal garlic extract, showing levels of 10.0 mg/g and 3.7 mg/g, respectively. At the 1,000 µg/mL concentration, the black garlic and normal garlic extracts had electron donating abilities of 101.9% and 12.9%, respectively. For their nitritescavenging effects, the normal garlic extract showed slightly higher scavenging activity than the black garlic extract at the 5 mg/mL concentration; whereas the black garlic extract had a slightly higher effect at concentrations above 20 mg/mL. In terms of their superoxide dismutase activities, the black garlic extract showed a 10-fold higher activity as compared to the normal garlic extract at the 20 mg/mL concentration. Furthermore, at 50 mg/mL, the angiotensin converting enzyme inhibitory effects of the normal garlic and black garlic extracts were approximately 52.7% and 88.8%, respectively. These results indicate that the antioxidant activity and ACE inhibitory effects of the black garlic extract were greater than those of the normal garlic extract.

**Key words:** garlic (*Allium sativum* L.), antioxidant activity, black garlic

## 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 알리움속(*Allium*)에 속하는 다년생 구근식물로 독특한 향미와 다양한 생리활성을 가지고 있으며, 전 세계적으로 식재료 및 약재료로 오랫동안 사용되어 왔다(1). 생마늘은 약 64% 이상의 수분, 당질이 24%, 단백질이 9.2% 함유되어 있으며, 당질의 대부분은 fructan인 inulin으로 알려져 있다. 이외에도 유기황 화합물이 특징성분으로 함유되어 있으며, 총 황 함유량은 약 0.3%인 것으로 알려져 있다(2). 마늘은 천연 조미료 및 강장식품으로 이용됨과 동시에 가공식품의 향신료로 이용되고 있으며, 항균작용(3,4), 항고혈압작용(5), 항암 및 세포의 항돌연변이 효과(6,7), 항산화작용(8,9) 등이 밝혀져 있다. 이러한 생리적 활성으로 기능성 소재 및 기능성 식품으로 광범위하게 이용되고 있으며, 의약품 개발의 소재로도 이용되고 있다.

마늘은 생마늘로 그대로 사용하는 것 외에도 마늘의 화학적 성분의 특성을 살린 각종 가공방법에 따라 조제한 마늘제품이 국내시장에 유통되고 있다. 유럽에서 가장 큰 마늘제품 시장을 가

진 독일에서는 건조 마늘분말을 원료로 한 제품과 oil macerate 제품과 같은 마늘제품이 의약품으로 취급되고 있다. 미국에서는 숙성마늘 추출액(aged garlic extract)을 사용한 제품이 큰 시장 점유율을 차지하고 있으며, 그 외에 건조마늘 분말, garlic oil을 원료로 한 마늘제품이 식이보충제품(dietary supplement)으로서 판매되고 있다.

마늘의 독특한 맛과 향은 allicin에 의한 것으로 알려져 있는데, 마늘의 allylsulfide가 효소에 의해 allicin으로 변하고 열을 가하면 효소 활성도가 떨어져 allicin이 감소되어 마늘 특유의 독특한 맛과 향을 감퇴시키고 단맛을 높인다. 이것은 열에 의해 효소활성도가 떨어져 allicin이 줄어들고 항산화 물질의 활성도와 폴리페놀, 플라보노이드와 당도가 증가하기 때문이다(10).

따라서 마늘 특유의 냄새나 자극을 감소시키고 인체에 마늘 함유 성분이 갖는 고유의 효능을 발휘하는데 더욱 효과적인 마늘의 처리 방법들이 개발되어 왔으며(10-12), 이러한 마늘의 성분과 성질을 이용하여 마늘을 숙성시켜 흑 마늘, 흑 마늘 엑기스, 흑 마늘 음료 및 흑 마늘 환 등의 여러 형태와 종류로 상품화되고 있다.

마늘을 숙성시킨 흑 마늘은 일본에서 비롯되었으며, 대개의 숙성 마늘은 생마늘을 40-90°C의 온도에서 수 십일간 숙성시킨 것으로 숙성과정에서 마늘의 유기물이 분해되면서 마늘 냄새가 줄어들며, 갈변화 반응에 의한 색의 부여 및 과당함량을 높임으로써 먹기 좋은 맛과 조직으로 변화된다. 최근까지 마늘의 숙성 및

\*Corresponding author: Sam-Pin Lee, Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea  
Tel: 82-53-580-5554  
Fax: 82-53-580-5554  
E-mail: splee@kmu.ac.kr  
Received May 14, 2008; revised June 5, 2008;  
accepted June 11, 2008

발효에 관한 연구보고는 미비한 실정이며, 이런 제품에 대한 기능성 평가는 마늘을 식품소재로 활용을 극대화하는데 기여할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는, 고온에서 단기간에 숙성시켜 제조한 흑마늘을 이용하여 에탄올 추출물에 대한 항산화 및 항고혈압 활성 효과를 평가하여 건강기능식품 및 음료를 개발하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 기기

마늘은 의성통마늘(Daesung Uiseong Manul, Uiseong, Korea)을 구입하여 사용하였다. 항산화 측정에 사용된 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), sulfanilic acid, naphthylamine, sodium nitrite 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 그 외의 시약들은 특급시약을 사용하였다. 생마늘과 흑마늘의 추출 및 농축은 환류냉각장치(Joylab, Seoul, Korea)와 rotary vacuum evaporator(Rotavapor R-215, Büchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)를 각각 사용하였다.

### 흑마늘의 제조

뿌리가 제거된 통마늘을 스테인레스 망이 있는 내열성 플라스틱 밀폐 용기에 담고, 통마늘이 젖지 않게 물을 용기에 넣은 다음 70°C에서 240시간 동안 고온 숙성시켰다. 고온 발효과정에서 생성되는 가스를 제거하기 위하여 12시간 단위로 환기 및 수분공급을 실시하였다. 고온발효가 끝난 마늘은 35°C로 유지되는 저온 숙성실로 옮겨 72시간 동안 2차 저온 숙성시켰으며, 숙성공정이 끝난 흑마늘은 밀폐용기에서 꺼내어 40°C의 온도에서 열풍건조 방법으로 흑마늘의 수분을 35% 정도(150-180시간)로 건조시켰다.

### 생마늘과 흑마늘의 추출물 제조

동결건조한 생마늘과 건조한 발효 흑마늘을 각각 10g씩 정확히 편취하여 분쇄기로 분쇄하여 30% ethanol을 200 mL 가한 다음 80°C에서 1시간 동안 환류 냉각장치를 이용하여 추출하였다. 추출한 시료는 Advantec(No. 5A, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)여과지로 여과한 후 감압농축기를 이용하여 농축한 다음 동결 건조하여 시료로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 AOAC의 Folin-Denis(13)법을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 각각의 마늘 추출물을 10 mg/mL의 농도로 만든 후, 시료 0.4 mL에 증류수 3 mL, Folin-Ciocalteu reagent 0.2 mL을 넣은 후 saturated sodium carbonate( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 0.4 mL를 첨가하여 혼합한 후, 실온에서 1시간 정지한 뒤 분광광도계(Biospec-1601, Shimadzu Biotech, Kyoto, Japan)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용한 표준곡선은 gallic acid 0.01 g을 증류수에 녹이고 최종농도가 0, 10, 20, 40, 60, 100, 150  $\mu\text{g}/\text{mL}$  용액이 되도록 조제하고 이를 일정량 취하여 위와 같은 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다. 추출물의 총 폴리페놀함량은 g 당 mg gallic acid로 나타내었다.

### 전자 공여능(electron donating abilities, EDA) 측정

생마늘과 흑마늘 추출물의 전자공여능은 Blois(14)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 추출물을 농도별로 희석하여 희석액

0.8 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.2 mL을 가한 다음, vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온(암실)에서 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 전자공여능은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{EDA}(\%) = [1 - (\text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

### 아질산염 소거능(nitrite-scavenging effect, NSE) 측정

아질산염 소거능 측정은 Kato 등(15)의 방법으로 농도별로 희석한 시료 희석액 2 mL에 1 mM  $\text{NaNO}_2$  1 mL을 넣은 다음 0.1 N HCl을 이용하여 pH를 1.2로 조정된 다음 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 반응액 1 mL을 취하여 2% acetic acid 5 mL과 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1:1 in 30% acetic acid) 0.2 mL를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거능은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{NSE}(\%) = (1 - (A - C) / B) \times 100$$

A: Griess 시약에 시료 첨가 후 흡광도 측정

B: 시료대신 증류수 사용하여 흡광도 측정

C: Griess 시약 대신 증류수 첨가 후 흡광도 측정

### Superoxide dismutase(SOD) 활성 측정

생마늘과 흑마늘 추출물의 SOD 활성은 SOD assay kit(SOD assay kit, Wako, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 농도별로 희석된 시료 40  $\mu\text{L}$ 에 발색시약 용액(0.4 mM xanthine과 0.24 mM nitroblue tetrazolium을 함유하는 0.1 M phosphate buffer, pH 8.0) 0.4 mL을 가한 다음, vortex mixer로 1분간 진탕하고, 0.049 unit/mL xanthine oxidase(0.1 M phosphate buffer) 0.4 mL을 넣은 후 1분간 진탕하여 37°C 항온수조에서 28분간 반응시킨다. 반응액에 반응정지시약(690 mM sodium dodecyl sulfate, SDS) 80  $\mu\text{L}$ 을 가하여 진탕한 다음 분광광도계를 이용하여 560 nm에서 흡광도를 측정한 후 아래와 같이 SOD 활성을 계산하였다.

$$\text{SOD}(\%) = (1 - (A - B) / C) \times 100$$

A: xanthine oxidase 시약에 시료 첨가 후 흡광도 측정

B: xanthine oxidase 시약 대신 blank buffer 첨가 후 흡광도 측정

C: xanthine oxidase 시약에 증류수 첨가 후 흡광도 측정

### Angiotensin Converting Enzyme (ACE) 저해활성 측정

ACE 저해활성 측정은 Cushman과 Cheung의 방법(16)을 응용하여 ACE 조효소액을 제조하여 수행하였다. 0.1 M borate buffer (pH 8.3)에 녹인 기질 5 mM HHL(hippuryl-L-histidyl-L-leucine) 용액 100  $\mu\text{L}$ 와 ACE 조효소액(0.2 unit/g) 100  $\mu\text{L}$  및 시료 50  $\mu\text{L}$ 를 혼합하였으며, 대조구는 시료 대신 증류수 50  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시키고 1 N HCl 250  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 반응을 중지시켰다. Blank는 ACE 조효소액을 첨가하기 전에 먼저 1 N HCl 250  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 반응을 중지시킨 후 ACE를 첨가하였다. 반응용액에 1.5 mL의 ethyl acetate를 첨가하여 vortex로 강하게 15초간 교반한 후 혼합하여 3,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상등액 1 mL을 105°C 건조기에서 30분간 완전히 건조시킨 후 1 mL의 증류수를 첨가하여 효소에 의해 기질로부터 분리되어 추출된 hippuric acid를 228 nm에서 흡광도를 분광광도계(Shimadzu Biotech., Kyoto, Japan)로 측정하여 저해율을 계산하였다.

$$ACE \text{ 저해율}(\%) = \frac{(C - CB) - (S - SB)}{(C - CB)} \times 100$$

- S: 시료 첨가시의 흡광도
- C: 대조구의 흡광도
- SB: 시료 blank의 흡광도
- CB: 대조구 blank의 흡광도

### 결과 및 고찰

#### 흑 마늘의 제조

흑 마늘의 제조는 고온에서 건조되지 않도록 습도(90% RH)를 유지시키면서 비교적 고온에서 숙성시킴으로써 마늘내 효소를 불활성화 시키며, 동시에 마늘에 함유된 당분과 아미노산에 의한 갈변화 반응을 유도시킴으로서 가능하였다. 통마늘을 70°C에서 숙성시키는 과정은 미생물이 관여하기 어려운 고온으로 판단되어 흑 마늘의 제조시 발효보다는 숙성이 주요하게 작용하는 것으로 사료된다. Fig. 1은 마늘의 횡단면 사진으로, 왼쪽은 생마늘이며 오른쪽은 숙성된 흑 마늘의 횡단면 사진이다. 생마늘의 수분은 63.9%이었으며, 고온에서 숙성시켜 제조한 흑 마늘의 건조 후 수분함량은 34.7%로 측정되었으며, 생마늘과 흑 마늘 추출물의 동결건조 시료의 수분함량은 각각 5.8%, 20.1%로 측정되었으며, 시료의 생리학적 활성 및 항산화 결과는 수분함량을 고려하여 나타내었다.

#### 총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 항산화 작용, 항혈전 작용, 고지혈증 및 지방간 억제 작용 등의 활성을 가진다. 생마늘과 흑 마늘에서의 총 폴리페놀 함량은 Table 1에서 나타내는 것 같이 생마늘 3.7 mg/g, 흑 마늘 10.0 mg/g으로 생마늘에 비하여 흑 마늘의 총 폴리페놀 함량이 2.5배 이상 높은 것으로 나타났다. 마늘의 고온고압처리에 따른 총 폴리페놀함량은 2.5 mg/g에서 18.2 mg/g으로 증가되었으며, 이는 고온고압처리 과정에서 폴리페놀성 화합물의 전환이나, 추

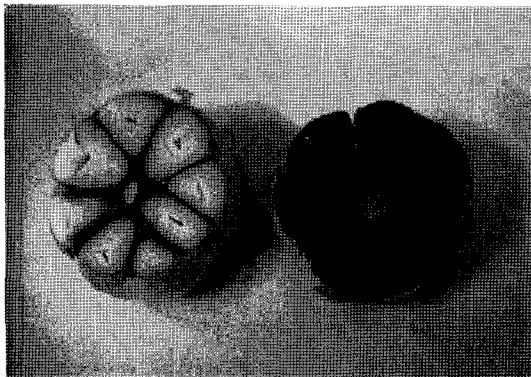


Fig. 1. Comparison of cross-section of normal garlic and black garlic.

Table 1. Total polyphenolic compound contents in the extracts of normal garlic and black garlic

	Total polyphenolic compound <sup>1)</sup> (mg/g)
Normal garlic	3.67 ± 0.22
Black garlic	10.00 ± 1.00

<sup>1)</sup>Values represent mean ± SD of three measurements.

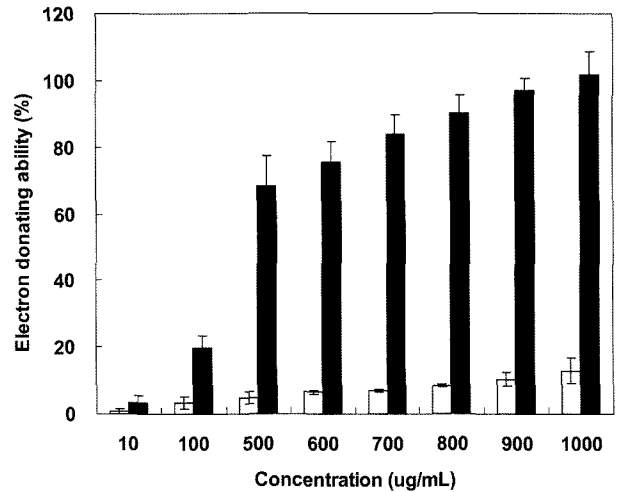


Fig. 2. Electron donating ability according to concentration of normal garlic and black garlic extracts. □, normal garlic; ■, black garlic. Each bar represents mean ± SD of three measurements.

출이 용이하기 때문으로 보고하였다(17). 따라서 흑 마늘의 총페놀화합물 함량의 증가는 숙성 및 열처리 과정에서 연화된 마늘 조직과 효과적으로 페놀성화합물의 추출에 기인한 것으로 사료된다.

#### 전자 공여능

식품에서의 전자 공여능은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 인체의 노화 억제 작용과 식품중의 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되어지며, 항산화 물질의 항산화능 측정시 주로 사용되어지는 방법이다(18).

생마늘 및 흑 마늘 추출물의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH법을 이용하여 전자공여 효과를 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다. 전자공여능은 흑 마늘 추출물의 경우 농도 증가에 따라 전자공여능이 급격하게 증가하는 것으로 나타났으며, 900 µg/mL의 농도일 때 97.0%로 나타나, 생마늘 추출물의 10.4%의 결과와 큰 차이를 나타내었다. 같은 농도에서 흑 마늘이 생마늘에 비하여 4.14배 이상 높은 전자공여능을 나타내었다. Kang 등(19)은 전자공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenolic 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 큰 것 일수록 전자공여능이 높다고 하였다. 또한 식물체의 총 폴리페놀 함량과 전자공여 작용 사이에는 밀접한 상관관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높고 추출시간이 증가할수록 그 효능이 크게 나타나는 경향이 있다고 알려져 있다(20,21). Kwon 등(17)은 마늘을 고온고압처리 온도와 시간의 증가에 따라 항산화성, 폴리페놀, 플라보노이드 및 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde 함량이 증가하였다고 보고하였는데, 본 연구결과에서도 생마늘 추출물에 비하여 흑 마늘 추출물의 전자공여능이 뛰어난 것은 마늘의 숙성과정에서 형성되는 총 폴리페놀 함량 및 갈변물질 등에 기인한 효과로 사료된다.

#### 아질산염 소거능

아질산염은 식육 등에 첨가하여 색상 유지, 독소 및 산패 형성을 억제하는데 널리 이용되고 있으나, 아질산염은 아민을 함유하고 있는 식품을 섭취했을 때 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있는데 대표적인 물질들로는 비타민 C, 토코페롤, 페놀화합물 등

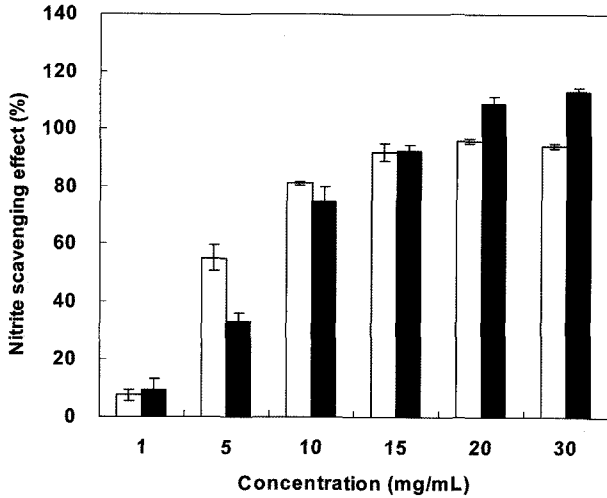


Fig. 3. Nitrite scavenging effect according to concentration of normal garlic and black garlic extracts. □, normal garlic; ■, black garlic. Each bar represents mean ±SD of three measurements.

이 있다(22,23). Kato 등(15)은 아질산염 소거능이 있는 물질은 phenolic 화합물, melanoidin이 관여하는 것으로 보고하였으며, Cooney와 Ross(24)는 phenolic, guaiacol, resorcinol 등의 페놀성 물질은 nitroso화 반응을 강력하게 억제한다고 보고하였다.

본 실험결과는 생마늘과 흑 마늘 추출물에서의 아질산염 소거능의 경우 시료 농도가 증가할수록 아질산염 소거능도 증가하는 것으로 나타났다. 추출물의 농도가 10 mg/mL 이하일 때는 생마늘이 흑 마늘보다 아질산염 소거능이 높게 나타났으며, 5 mg/mL 일 때는 생마늘과 흑 마늘이 각각 55.2%와 32.9%로 생마늘 추출물이 1.7배 높게 나타났다(Fig. 3). 그러나 그 이상의 농도에서는 비슷하거나 흑 마늘 추출물이 유의적으로 높게 나타났다. 이는 ascorbic acid, 페놀성 화합물 및 allyl 화합물 등이 다량 함유된 식품일수록 아질산염의 소거작용이 우수하다는 Kang 등(19)의 연구결과로 미루어 볼 때 본 실험에서 아질산염의 소거작용이 뛰어난 것은 마늘에 존재하는 페놀성 화합물, allyl 화합물 및 마늘의 숙성과정에서 형성되는 갈변물질 등에 기인한 효과로 사료된다.

SOD 활성

산화물은 체내에서 산화스트레스를 유발하여 노화를 일으키는 것으로 알려져 있으며, 산화물 중 활성산소는 인체에 매우 독성이 강한 물질로 생성과 동시에 superoxide의 저해물질인 SOD에 의해서 독성이 사라지는 것으로 알려져 있다. SOD는 superoxide 음이온을 정상상태의 산소로 환원시킴으로써 superoxide가 관여하는 각종 질병이나 노화를 억제할 수 있는 효소이다(25,26).

최근에는 식·음료에 SOD의 기능을 강화시키는 천연물 소재를 활용한 기능성 식품이 많이 보고되어 있다. 생마늘과 흑 마늘의 SOD 활성을 측정된 결과, Fig. 4와 같이 추출물의 농도 증가에 따라 SOD 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 추출물의 농도가 20 mg/mL일 때 생마늘과 흑 마늘 추출물에서 SOD 활성은 각각 3.3%와 30.9%, 100 mg/mL일 때는 각각 16.8%와 64.4%를 나타내었으며, 흑 마늘이 생마늘에 비하여 SOD 활성이 3-9배 이상 높은 것으로 나타났다. Huh 등(27)은 마늘의 항산화 작용은 어느 특정한 성분에 의한 것이 아니라 함유 성분들로부터 유래된 물질들이 관여해서 나타내는 작용이라고 보고하였다. 따라서 고온 숙성된 흑 마늘은 유익한 유기 황화합물이 많이 생성되어 우수

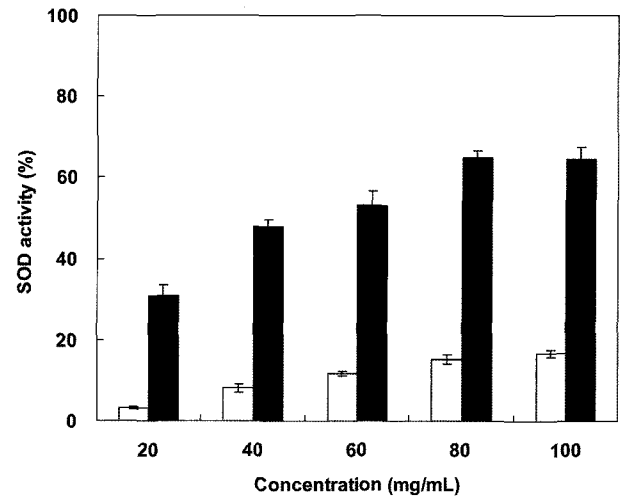


Fig. 4. SOD activity according to concentration of normal garlic and black garlic extracts. □, normal garlic; ■, black garlic. Each bar represents mean ±SD of three measurements.

한 항산화 활성을 나타낸 것으로 사료된다.

생마늘과 흑 마늘의 ACE 저해활성

고혈압이 발생하는 기작에서 angiotensin I converting enzyme (ACE)은 angiotensin I에서 angiotensin II를 합성하는 단계에 관여하는 효소이다. Angiotensin II는 A-II 수용체와 결합하여 동맥과 소동맥을 수축시키고 부신피질을 흥분시켜 알도스테론의 유리를 촉진시켜 결과적으로 혈압의 증가를 가져온다. 따라서 ACE 저해물질은 ACE의 활성을 억제함으로써 고혈압을 직접적으로 억제할 수 있다(28-30).

생마늘과 흑 마늘 추출물이 고혈압의 작용기전에 미치는 영향을 알아보기 위하여 ACE 저해활성을 측정하였다. Fig. 5에서 생마늘과 흑 마늘 추출물의 ACE 저해활성 측정결과를 나타내었다. 농도 의존적 ACE 저해활성이 증가되는 것으로 나타났으며, 추출물의 농도가 50 mg/mL일 때 생마늘과 흑 마늘에서 각각 52.7%, 88.8%로 흑 마늘의 항고혈압활성이 높은 것으로 나타났다. 흑 마늘 추출물의 ACE 저해활성이 생마늘 추출물보다 약 2배 가량

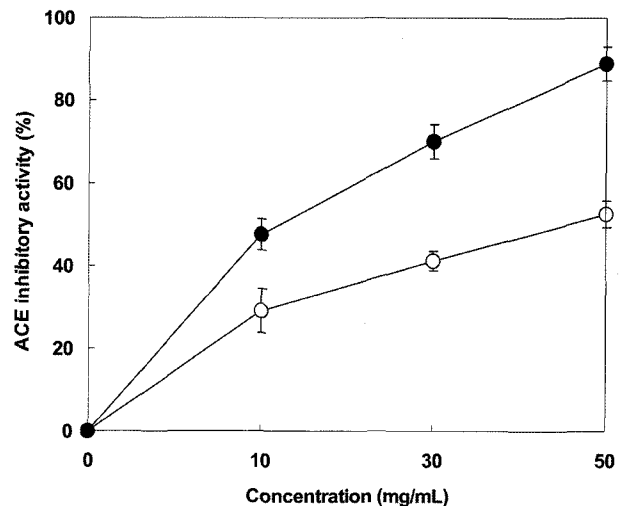


Fig. 5. ACE inhibitory activity according to concentration of normal garlic and black garlic extracts. ○, normal garlic; ●, black garlic. Each bar represents mean ±SD of three measurements.

높게 나타났다. Kim 등(31)은 4가지 종류의 마늘을 대상으로 ACE 저해활성을 분석한 결과, 55.3-70.1%의 범위의 활성을 보였으며, 다른 추출물에 비해 methanol 추출물이 높은 활성을 나타낸다고 보고하였다. Shin과 Kim(32)은 고혈압 쥐의 혈압변동에 마늘의 효과를 연구한 논문에서, 마늘이 고혈압동물과 선천성 고혈압쥐 (spontaneously hypertensive rats)의 혈압상승을 현저하게 억제하여 고혈압발생에 예방효과가 있는 것으로 보고한 바 있다. 또한 야생마늘의 추출물을 *in vivo*와 *in vitro* 실험한 결과 ACE저해활성을 조절하는 물질을 보고하였으며, 건조 마늘 분말과 추출물이 사람의 고혈압을 낮춘다는 연구 결과를 보고하였다(33,34).

Kunio(35)의 연구결과에 따르면 마늘 추출물에서 분리한 peptide의 ACE 저해 활성 실험결과 7.8 µg/mL의 농도에서 50%의 ACE 저해율을 나타내었다. 위와 같은 연구 결과는 본 실험의 ACE 저해 활성과 밀접한 관계가 있을 것으로 사료되며, 흑 마늘 제조시 생성된 유용한 성분에 의한 ACE 저해활성이 생마늘보다 높은 것으로 사료된다.

## 요 약

고온에서 숙성시켜 제조된 흑 마늘의 총폴리페놀 함량은 10.0 mg/g으로 생마늘 3.7 mg/g보다 2.5배 이상 높은 값을 보였다. 생마늘과 흑 마늘 추출물의 전자공여능 실험 결과, 흑 마늘 추출물의 농도 증가에 따라 전자공여능이 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 추출물의 농도가 1,000 µg/mL일 때 생마늘은 12.9%, 흑 마늘은 101.9%로 흑 마늘이 생마늘에 비하여 항산화력이 매우 높은 것으로 나타났다. 아질산염 소거능은 추출물의 농도가 5 mg/mL일 때 생마늘 추출물이 흑 마늘 추출물보다 1.7배 높게 나타났으나, 그 이상의 농도에서는 비슷하거나 흑 마늘 추출물이 유의적으로 높게 나타났다. 생마늘과 흑 마늘 추출물에서 SOD 활성은 추출물의 농도가 20 mg/mL일 때 각각 3.3%와 30.9%를 나타내었으며, 흑 마늘이 생마늘에 비하여 SOD 활성이 유의적으로 높게 나타났다. ACE 저해활성은 추출물의 농도가 50 mg/mL일 때 생마늘과 흑 마늘에서 각각 52.7%, 88.8%로 흑 마늘의 항고혈압활성이 높은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 연구사업의 예산으로 추진된 연구결과로 연구비를 지원하여 주신 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터 사업단에 감사사를 드립니다.

## 문 헌

1. Chung DH, Chung SO. Garlic Science. World science, Seoul, Korea. p. 9 (2005)
2. Pentz R, Guo Z, Kress G, Müller D, Müller B, Siegers CP. Standardization of garlic powder preparations by the estimation of free and hydrolysable SH groups. *Planta Med.* 56: 691 (1990)
3. Cavallito CJ, Bailey JH. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. Isolation, physical properties, and antibacterial action. *J. Am. Chem. Soc.* 66: 1944-1952 (1944)
4. Anki S, Mirelman D. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect.* 2: 125-129 (1999)
5. Ruffin J, Hunter SA. An evaluation of the side effects of garlic as an antihypertensive agent. *Cytobios* 37: 85-89 (1983)
6. Steinmetz KA, Kushi LH, Bostick RM, Folsom AR, Potter JD. Vegetables, fruit, and colon cancer in the Iowa women's health study. *Am.*

- J. Epidemiol.* 139: 1-15 (1994)
7. Belman S. Onion and garlic oils inhibit tumor promotion. *Carcinogenesis* 4: 1063-1067 (1983)
8. Corzo-Martínez M, Corzo N, Villamiel M. Biological properties of onions and garlic. *Trends Food Sci. Tech.* 18: 609-625 (2007)
9. Hwang IG, Woo KS, Kim DJ, Hong JT, Hwang BY, Lee YR. Isolation and identification of an antioxidant substance from heated garlic (*Allium sativum* L.). *Food Sci. Biotechnol.* 16: 963-966 (2007)
10. Kim TW, Kim BH. Aged garlic and its methods. Korea patent 10-2007-0080964 (2007)
11. Kim HM. Method for producing black garlic by rapid maturing. Korea patent 10-2007-0106278 (2007)
12. Choi YH, Shim YS, Kim CT, Lee C, Shin DB. Characteristics of thio-sulfonates and volatile sulfur compounds from blanched garlic reacted with alliinase. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 660-607 (2007)
13. AOAC. Official Methods of Analysis. 8<sup>th</sup> ed. p. 144. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1955)
14. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200 (1958)
15. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agr. Biol. Chem. Tokyo* 51: 1333-1338 (1987)
16. Cushman DW, Cheung HS. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20: 1637-1648 (1971)
17. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. Physico-chemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 331-336 (2006)
18. Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. Chemical composition and physiological activities of doraji (*Platycodon grandiflorum*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 717-720 (2001)
19. Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 232-239 (1996).
20. Seog HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 775-779 (2002)
21. Kim HK, Choi YJ, Kim KH. Functional activities of microwave-assisted extracts from *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 1013-1017 (2002)
22. Byers T, Perry G. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu. Rev. Nutr.* 12: 135-159 (1992)
23. Gray JJ, Dugan JR. Inhibition of *N*-nitrosamine in model food system. *J. Food Sci.* 40: 981-984 (1975)
24. Cooney RV, Ross PD. *N*-Nitrosation and *N*-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effects of vanillin and related phenols. *J. Agr. Food Chem.* 35: 789-793 (1987)
25. Pryor WA. Oxy-radicals and related species: Their formation, lifetime, and reactions. *Am. Rev. Physiol.* 48: 657-667 (1986)
26. Saul RL, Gee P, Ames BN. Free radicals, DNA damage, and aging. p. 113-129. In: *Modern Biological Theories Aging*. Warner HR, Butler RN, Sprott RL, Schneider EL (eds). Raven Press, NY, USA (1987)
27. Huh K, Kim YH, Jin DQ. Protective effect of an aged garlic-bamboo salt mixture on the rat with the alcohol-salicylate induced gastropathy. *Yakhak Hoeji* 45: 258-268 (2001)
28. Ma SJ. Inhibitory effect of onion seasoning on angiotensin converting enzyme. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 395-400 (2000)
29. Vermeirssena V, Campb JV, Verstraeta W. Optimization and validation of an angiotensin-converting enzyme inhibition assay for the screening of bioactive peptides. *J. Biochem. Bioph. Meth.* 51: 75-87 (2002)
30. Erdos EG, Skidgel RA. The angiotensin I-converting enzyme. *Lab. Invest.* 56: 345-348 (1987)
31. Kim KJ, Do JR, Kim HK. Antimicrobial, antihypertensive and anti-cancer activities of garlic extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 228-232 (2005)
32. Shin HK, Kim KS. Effect of garlic on the changes in blood pressure of hypertensive rats. *J. Hanyang Med. Coll.* 9: 75-87 (1989)
33. Rietz B, Isensee H, Strobach H, Makdessi S, Jacob R. Cardioprotective actions of wild garlic (*Allium ursinum*) in ischemia and reperfu-

- sion. Mol. Cell. Biochem. 119: 143-150 (1993)
34. Harenbarg J, Giese C, Zimmermann R. Effect of dried garlic on blood coagulation, fibrinolysis, platelet aggregation, and serum cholesterol levels in patients with hyperlipoproteinemia. *Atherosclerosis* 74: 247-249 (1988)
35. 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)