

## 열처리 방법에 따른 마늘의 이화학적 특성과 항산화활성

- 연구노트 -

이연리<sup>1</sup> · 우관식<sup>2</sup> · 황인국<sup>3</sup> · 김현영<sup>4</sup> · 이상훈<sup>4</sup> · 이준수<sup>4</sup> · 정현상<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>대전보건대학 식품영양과, <sup>2</sup>국립식량과학원 기능성작물부  
<sup>3</sup>국립농업과학원 농식품자원부, <sup>4</sup>충북대학교 식품공학과

### Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Garlic (*Allium sativum* L.) with Different Heat and Pressure Treatments

Youn Ri Lee<sup>1</sup>, Koan Sik Woo<sup>2</sup>, In Guk Hwang<sup>3</sup>, Hyun Young Kim<sup>4</sup>,  
Sang Hoon Lee<sup>4</sup>, Junsoo Lee<sup>4</sup>, and Heon Sang Jeong<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Sciences College, Daejeon 300-711, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science,  
Rural Development Administration, Gyeongnam 627-803, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science,  
Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

#### Abstract

The objectives of this study was to compare the physicochemical properties and antioxidant activities of raw, microwave-treated, steam-treated and high temperature and pressure-treated garlic. The hardness and strength of microwave-treated and steam-treated garlic decreased compared to raw garlic. The hardness and softness increased but strength decreased in dried garlic-treated at 60°C for 48 hr. The reducing sugar content of raw garlic was 0.041 g/100 g, and reducing sugar content of high temperature and pressure-treated garlic increased temperature. Total polyphenol content of microwave-treated and steam-treated decreased compared to raw garlic, while that of high temperature and pressure-treated increased with increasing temperature. IC<sub>50</sub> value of the electron donating ability of raw garlic was 3.07 mg/mL, and the highest IC<sub>50</sub> value was 2.16 mg/mL for microwave-treated garlic at the 4 min. The ABTS radical scavenging activity of raw garlic was 40.94 mg AEAC/mL, and the highest AEAC value was 76.51 mg AEAC/mL with high temperature and pressure-treated garlic at 150°C at the 2 hr.

**Key words:** garlic, heat treatment, microwave, steaming, physicochemical properties, antioxidant activity

#### 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 전 세계적으로 양념, 조미료, 건강기능식품 및 의약품으로 널리 이용되고 있다(1). 또한 마늘은 항균, 항암, 항당뇨 및 고지혈증 등 건강에 매우 유익한 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있으며, 이러한 효과는 마늘에 포함되어 있는 함유화합물에 기인하는 것으로 알려져 있다(2-5). 마늘은 빵, 잼, 된장, 식초, 두부, 차 등과 같은 다양한 가공식품에 활용하는 연구가 많이 진행되어 왔으나 이러한 기술들은 마늘이 갖는 생리활성을 고려하지 않은 한계를 갖고 있으며 따라서 생리활성이 유지된 다양한 가공식품의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

최근 과채류에 대한 열처리공정은 열처리과정에서 화학적 변화로 생리활성이 증가하는 것으로 보고되고 있다(6).

인삼(7), 감초(8), 마늘(9), 배(10), 표고버섯(11), 옥수수(12), 감귤(13), 토마토(6) 등의 식품을 고온고압처리를 할 경우 대표적인 항산화성분인 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하는 것으로 알려져 있으며, 이에 따라 항산화활성도 증가하는 것으로 보고된 바 있다. 또한 마늘은 열처리에 의해 생리활성이 변화한다고 보고된 바 있는데, 마늘을 15분간 가열하면 cyclooxygenase 활성(14)과 thromboxane B2의 합성(15)의 억제활성이 증가하는 것, 60초 동안 마이크로파에 처리할 경우 항암활성이 증가된다고 보고하였다(16). 특히 분쇄한 마늘을 마이크로파에 10분간 처리할 경우 내열성의 항암성분의 생성에 필요한 allinase 활성은 보존되는 것으로 알려져 있다(16,17). 따라서 본 연구의 목적은 고온고압처리와 마이크로파 처리, 증자처리를 통해 얻어진 마늘의 이화학적 특성과 항산화활성 변화를 조사하여 식품가공 산업의

†Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 전처리 및 열처리 방법

본 실험에 사용된 마늘은 2006년 6월 충북농수산물시장에서 구입하여 알이 건실하고 균일한 시료를 선별하여 재료로 사용하였다. 고온고압처리 실험에 사용된 열처리장치는 20 kg/cm<sup>2</sup>의 압력에서도 견딜 수 있도록 고안·제작된 것(Model HR-8200, Jisico, Seoul, Korea)으로 온도와 시간에 따라 가열됨으로써 직접적인 열전달에 의한 시료의 탄화를 방지하도록 설계되었다. 고온고압처리 마늘 50 g을 반응용기에 넣어 밀봉하고 110, 130 및 150°C에서 2시간 동안 고온고압반응기(Jisico, 1.5 kgf/m<sup>2</sup>)로 처리하였으며(10), 처리된 시료는 60°C에서 48시간 건조하여 시료로 사용하였다. 마이크로웨이브처리 장치는 일반 가정에서 사용하는 전자레인지(M-M209EC, LG Electronics, Seoul, Korea, 2450 MHz)를 사용하였으며, 마늘 50 g을 2, 3 및 4분 처리하였다. 증자처리 장치는 일반 가정에서 사용하는 전기 찜기(Tongyang Masic, Seoul, Korea)로 제작된 것으로 사용하였다. 마늘의 처리는 100°C의 열 증기를 가하 통마늘을 처리시간 20, 35, 50분에 따라 처리하였다. 마늘은 찜기 한통에 충분한 공간을 두고 통마늘 5개씩을 넣고 처리하였다.

### 열처리 방법에 따른 마늘의 물리적 특성과 환원당 함량 측정

열처리 방법에 따른 마늘의 물성은 rheometer(Fudoh Rheometer, model RT-3010D, Rheotech Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 strength(강도), hardness(경도), softness(유연도)를 측정하였다. 시료의 두께는 5 mm로 하였고 직경 5 mm probe로 1.0 mm/sec의 속도로 탐침 시켜 물성을 측정하였다(18). 항산화성분 및 활성 검정을 위한 시료의 제조는 시료 5 g에 70% 에탄올 50 mL을 가하여 균질기(Hibell, Hwaseong, Korea)로 5분간 추출하고 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 하여 상등액을 취하였으며, 추출액은 동일용매로 재차 추출을 행하여 원 추출액과 합하였다. 추출액은 감압농축기(Eyela N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 건조한 후, 증류수 20 mL에 용해하여 분석용 시료로 사용하였다. 열처리 방법에 따른 마늘의 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법(19)에 의해 측정하였다. 각각의 열처리된 에탄올추출물의 시료 1 mL에 0.5% DNS 시약 1 mL을 가하고 100°C에서 10분간 가열하였으며 급냉 후, 546 nm에서 흡광도(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 측정하였다. 이때 표준품은 glucose를 사용하였다.

### 열처리 방법에 따른 마늘의 총 폴리페놀 함량 및 radical 소거활성 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추

출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 착색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(20). 각 추출물 50 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µL를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였고, 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 표준품으로 gallic acid를 사용하여 상당량으로 표현하였다. DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) radical 소거활성은 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구한 후, 추출물의 EDA(electron donating ability, %)값을 50% 감소시키는 IC<sub>50</sub>(half maximal inhibitory concentration)을 구하였다(21). ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수( $\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ )를 이용하여 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하고 정확히 30분 후에 흡광도 변화를 측정하였다(22). 표준품은 ascorbic acid를 사용하여 추출물 mL당 mg ascorbic acid equivalent antioxidant capacity(AEAC)로 표현하였다.

### 통계분석

모든 실험은 3회 반복 측정하였으며, 평균±표준편차로 표현하였다. 또한 실험에서 얻어진 결과는 통계프로그램(Statistical Analysis System, version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각각의 변수에 대한 영향을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 열처리 방법에 따른 마늘의 물리적 특성

열처리 방법에 따른 마늘의 물성의 변화를 측정한 결과 Table 1과 같다. Jeon 등(18)의 보고에서 마늘을 열처리 하였을 경우 열처리 온도가 증가할수록 strength, hardness 및 softness는 감소하는 것으로 보고하였는데 본 연구결과에서도 유사한 경향을 보였다. 고온고압 처리를 한 마늘은 건조 과정이 없는 모양이나 질감에서 상업적 가치가 없는 것으로 나타났다. 따라서 예비실험을 통하여 건조온도(50, 60 및 70°C)와 시간(40, 44, 48 및 52시간)을 설정하여 최적의 조건을 산출한 결과 60°C에서 48시간으로 결정해 건조하여 시료로 사용하였다. 고온고압의 열처리를 한 후 60°C에서 48시간 건조한 마늘은 hardness와 softness는 증가하는 경향을 보였고 전체적으로 strength는 감소하였다. 고온고압처리 마늘의 hardness가 생마늘보다 증가하는 것은 건조과정에 기인한 것으로 보이며, 이는 고온고압처리로 물리진 조직이

Table 1. Changes in physical properties of garlic with different heating methods

Heating methods		Hardness (dyn/cm <sup>2</sup> )	Softness (g)	Strength (cm/kg)
	Raw garlic	102,783±419.0 <sup>1)a2)</sup>	0.016±0.050 <sup>a</sup>	678,385±1,3527 <sup>f</sup>
High temperature and pressure	110°C, 2 hr	159,696±846.1 <sup>b</sup>	0.076±0.002 <sup>bc</sup>	9,391±65.4 <sup>ab</sup>
	130°C, 2 hr	188,061±770.8 <sup>b</sup>	0.080±0.001 <sup>cd</sup>	8,919±86.2 <sup>ab</sup>
	150°C, 2 hr	420,404±900.9 <sup>c</sup>	0.211±0.011 <sup>g</sup>	5,337±155.2 <sup>a</sup>
Microwave	2 min	9,948±67.3 <sup>a</sup>	0.065±0.004 <sup>b</sup>	204,836±7,0741 <sup>c</sup>
	3 min	5,904±81.2 <sup>a</sup>	0.155±0.047 <sup>c</sup>	73,373±24.6 <sup>d</sup>
	4 min	5,403±45.1 <sup>a</sup>	0.183±0.067 <sup>f</sup>	68,571±104.6 <sup>c</sup>
Steaming	20 min	9,870±41.2 <sup>a</sup>	0.086±0.050 <sup>d</sup>	9,839±56.1 <sup>b</sup>
	35 min	9,538±37.6 <sup>a</sup>	0.080±0.000 <sup>cd</sup>	9,473±19.1 <sup>ab</sup>
	50 min	9,207±83.1 <sup>a</sup>	0.086±0.050 <sup>d</sup>	9,251±61.6 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD

<sup>2)</sup>Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $p<0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

건조과정에서 조직이 수축하면서 치밀해져 증가한 것으로 생각된다. 생마늘과 비교해 볼 때 마이크로파 처리와 증자처리 마늘의 hardness와 strength는 감소하는 경향을 보였고 처리시간이 증가할수록 감소 정도가 커지는 결과를 보였다. 이러한 변화는 열처리 과정에서 조직이 물러지고 수분이 감소하는 것에 기인한 것으로 보이며, 이에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### 열처리 방법에 따른 마늘의 환원당 함량

환원당이란 반응성이 있는 알데히드기와 케톤기를 갖고 금속염 알칼리 용액을 환원시키는 단당류와 이당류의 총칭이며 설탕을 제외한 포도당, 과당 그리고 맥아당이 포함된다(23). 열처리 방법에 따른 마늘이 환원당 함량을 측정할 결과 Table 2와 같이 고온고압처리 마늘의 환원당 함량은 처리온도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 생마늘의 환원당 함량은 0.041 g/100 g으로 나타났으며, 130°C 2시간 처리 시료의 경우 1.840 g/100 g, 150°C 2시간 처리 시료의 경우 5.446 g/100 g으로 크게 증가하는 것으로 나타났다. 고온고압처리 마늘에서 환원당의 함량이 증가하는 것은 마늘에 존재하는 polysaccharide가 열처리 과정에서 파괴되어 glu-

cose, fructose, maltose 등의 이당류가 생성되고(23) 마늘에 다량 존재하는 fructose polymer인 fructan이 파괴되어 fructose 함량이 증가하여 환원당의 함량이 증가한 것으로 보인다(9). 마이크로파 처리(0.016~0.031 g/100 g)와 증자처리 시료(0.011~0.016 g/100 g)는 생마늘보다 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 열처리 방법에 따른 마늘의 총 폴리페놀 함량 및 radical 소거활성

폴리페놀 화합물은 식물, 과채류 등에 널리 분포하는 이차 대사산물로 free radical 소거활성이 높다고 알려져 있으며(24), 염증, 암, 동맥경화 등에 예방효과가 있는 것으로 보고되고 있다(25). 열처리 방법에 따른 마늘이 폴리페놀 함량을 측정할 결과 Table 3과 같이 고온고압처리 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 150°C, 2시간 처리 시료의 경우 1.417 mg/g으로 생마늘(0.308 mg/g)에 비해 높은 함량을 나타내었다. Dewanto 등(26)은 옥수수를 열처리 할 경우 페놀 화합물이 증가하는 것으로 보고하였으며, Stewart 등(27) 또한 열처리 과정에서 조직 등과 결합되어 있는 결합형의 페놀 화합물이 분리되어 유리형으로 전환되어 증가하는 것으로 보고하였다. 마이크로파 처리 및 증자처리의 경우 생마늘에 비해 약간 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. Ismail 과 Marjan(28), Barroga 등(29), Cheigh 등(30)의 연구에서도 높은 페놀화합물 함량을 가진 채소들이 데치기, 볶음 처리, 전자레인지 등의 열처리로 총 페놀화합물 함량이 감소하였다.

체내에서 생성된 free radical은 강력한 산화제로 지방, 단백질, 핵산, 탄수화물 등의 신체 구성요소에 산화적 손상을 초래하고 돌연변이 생성에 관여한다(21). 또한 암, 고혈압, 심근경색, 동맥경화, 류머티즘, 백내장 등의 만성질환의 원인이 되기도 한다(31). DPPH 및 ABTS radical 방법은 시험관내에서 비교적 쉽게 항산화활성을 평가할 수 있는 방법(22)으로 특히, DPPH radical 소거활성 측정법의 경우 다른 방법에 비해 비교적 짧은 시간에 측정 가능하며, 항산화성분에 의해 보라색에서 무색으로 변하는 탈색반응을 이용한다

Table 2. Changes in reducing sugar content of garlic with different heating methods

Heating methods		Reducing sugar (g/10 g)
	Raw garlic	0.041±0.001 <sup>1)a2)</sup>
High temperature and pressure	110°C, 2 hr	0.029±0.01 <sup>a</sup>
	130°C, 2 hr	1.840±0.04 <sup>b</sup>
	150°C, 2 hr	5.446±0.21 <sup>c</sup>
Microwave	2 min	0.026±0.01 <sup>a</sup>
	3 min	0.031±0.02 <sup>a</sup>
	4 min	0.016±0.01 <sup>a</sup>
Steaming	20 min	0.016±0.001 <sup>a</sup>
	35 min	0.011±0.001 <sup>a</sup>
	50 min	0.015±0.004 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD

<sup>2)</sup>Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $p<0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes in physiological activities of garlic with different heating methods

Heating methods		Polyphenol (mg/g)	DPPH (IC <sub>50</sub> ) (mg/mL)	ABTS (mg AEAC/mL)
	Raw garlic	0.308±0.057 <sup>1)h2)</sup>	3.07±0.05 <sup>cd</sup>	40.94±0.63 <sup>de</sup>
High temperature and pressure	110°C, 2 hr	0.150±0.005 <sup>cde</sup>	3.85±0.03 <sup>g</sup>	35.64±0.43 <sup>a</sup>
	130°C, 2 hr	0.684±0.013 <sup>f</sup>	3.30±0.13 <sup>bf</sup>	57.44±1.15 <sup>j</sup>
	150°C, 2 hr	1.417±0.019 <sup>j</sup>	2.65±0.03 <sup>b</sup>	76.51±0.34 <sup>k</sup>
Microwave	2 min	0.150±0.005 <sup>cde</sup>	3.05±0.04 <sup>cd</sup>	39.05±0.69 <sup>bc</sup>
	3 min	0.126±0.003 <sup>bc</sup>	2.98±0.01 <sup>c</sup>	40.97±0.73 <sup>de</sup>
	4 min	0.150±0.005 <sup>de</sup>	2.16±0.15 <sup>a</sup>	50.55±0.58 <sup>i</sup>
Steaming	20 min	0.136±0.010 <sup>bcd</sup>	6.78±0.18 <sup>i</sup>	38.92±0.57 <sup>b</sup>
	35 min	0.173±0.050 <sup>e</sup>	3.14±0.40 <sup>de</sup>	41.85±1.42 <sup>c</sup>
	50 min	0.210±0.010 <sup>f</sup>	2.17±0.23 <sup>a</sup>	44.68±0.51 <sup>g</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD

<sup>2)</sup>Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $p<0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

(32). 열처리 방법에 따른 마늘의 DPPH radical 소거활성을 측정하여 IC<sub>50</sub>을 구한 결과 Table 3과 같이 생마늘추출물은 3.07 mg/mL을 나타내었으며, 고온고압처리의 경우 150°C, 2시간 처리 마늘이 2.65 mg/mL로 활성이 증가하는 것으로 나타났다. Jeon 등(18) 마늘을 고온고압처리 할 경우 DPPH 및 hydroxyl radical 소거활성이 증가하는 것으로 보고한 바 있다. 고온에서 장시간 저장하면서 제조된 마늘은 전체가 갈변화됨으로 갈색화 반응은 주로 amino-carbonyl 반응에 의한 것으로, 열처리하는 동안 새로이 생성된 갈변물질에 의하여 항산화활성이 생마늘에 비하여 더 높게 나타나는 것으로 판단된다. Maillard 반응물질의 환원력은 기질 내 hydroxyl기와 수소 원자를 공여함으로써 라디칼 반응을 제어할 수 있는 환원물질에 기인한다고 보고되어 있다(33).

마이크로파 처리의 경우 4분 처리 시료가 2.16 mg/mL로 가장 높은 활성을 보였고 증자처리는 50분 처리 시료가 2.17 mg/mL로 높은 활성을 나타내었다. Halvorsen 등(34)은 몇몇 야채류의 경우 마이크로파, 증자 및 가열 처리 시 항산화활성이 증가하는 것으로 보고하였다. 본 연구에서 폴리페놀 함량이 낮음에도 불구하고 생마늘에 비해 마이크로파 및 증자처리 시 항산화활성이 증가하는 것은 열처리 시 다른 물질이 생성되는 것으로 생각된다. ABTS는 비교적 안정한 자유라디칼로서 DPPH 방법과 함께 항산화활성을 검색하는데 많이 이용되고 있다. 또한, lipophilic 또는 hydrophilic 항산화 물질의 측정에 적용 가능한 방법으로 이 방법에 의한 항산화활성을 ABTS 라디칼을 억제하거나 소거하는 것에 의해 이루어진다(35). ABTS를 peroxidase, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 반응시켜 활성 양이온인 ABTS<sup>+</sup>이 형성되면 추출물의 항산화력에 의해 ABTS<sup>+</sup>이 소거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는데 이를 흡광도 수치로 나타내어 추출물의 항산화활성을 평가할 수 있다(36). ABTS radical 소거활성은 생마늘의 경우 40.94 mg AEAC/mL로 나타났으며(Table 3), 150°C, 2시간 처리 마늘이 76.51 mg AEAC/mL로 가장 높은 활성을 보였고 마이크로파 처리는 4분 처리 시료가 50.55 mg AEAC/mL, 증자처리는 50분 처리 시료가 44.68 mg AEAC/mL로

높은 활성을 나타내었다. 최근 감초(8), 배(10), 마늘(33) 등 많은 식품의 항산화활성에 대한 열처리 효과가 많이 보고되고 있다. 또한 열처리 시 새로운 항산화성분의 생성과 고분자의 성분이 저분자화 되어 활성이 증가하는 것으로 알려져 있다(11). 따라서 마늘의 생리활성이 유지된 새로운 가공제품을 개발하기 위해선 다양한 생리활성에 대해 각종 가공처리 조건이 미치는 영향에 대한 다각도의 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 요 약

고온고압처리와 마이크로파 처리, 증자처리 하여 제조된 마늘의 이화학적 및 항산화활성 변화를 조사하였다. 열처리 방법에 따른 마늘의 물성은 고온고압처리를 한 후 60°C에서 48시간 건조한 마늘은 hardness와 softness는 증가하는 경향을 보였고 strength는 감소하는 경향을 보였다. 생마늘과 비교해 볼 때 마이크로파 처리와 증자처리 마늘의 hardness와 strength는 감소하는 경향을 보였고 처리시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 생마늘의 환원당 함량은 0.041 g/100 g으로 나타났으며, 고온고압처리 마늘의 환원당 함량은 처리온도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 열처리 방법에 따른 마늘이 폴리페놀 함량은 고온고압처리 온도가 증가할수록 증가한 경향을 보였고 마이크로파 처리 및 증자처리의 경우 생마늘에 비해 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 열처리 방법에 따른 마늘의 DPPH radical 소거활성은 생마늘의 경우 3.07 mg/mL을 나타내었으며, 마이크로파 처리의 경우 4분 처리 시료가 2.16 mg/mL로 가장 높은 활성을 보였다. ABTS radical 소거활성은 생마늘의 경우 40.94 mg AEAC/mL로 나타났으며, 150°C, 2시간 처리 마늘이 76.51 mg AEAC/mL로 가장 높은 활성을 보였다.

## 문 헌

1. Nagourney RA. 1998. Garlic: medicinal food or nutritious

- medicine. *J Med Food* 1: 13-28.
2. Block E. 1992. The organosulfur chemistry of the genus *Allium*-implications for the organic chemistry of sulfur. *Angew Chem Int Edit* 31: 1135-1178.
  3. Rivlin RS. 2001. Historical perspective on the use of garlic. *J Nutr* 131: 951-954.
  4. Lee EJ, Kim KS, Jung HY, Kim DH, Jang HD. 2005. Antioxidant activities of garlic (*Allium sativum* L.) with growing districts. *Food Sci Biotechnol* 14: 123-130.
  5. Kim YJ, Chang YH, Jeong JH. 2005. Changes of cholesterol and selenium levels, and fatty acid composition in broiler meat fed with garlic powder. *Food Sci Biotechnol* 14: 207-211.
  6. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
  7. Kim WY, Kim JM, Han SB, Lee SK, Kim ND, Park MK. 2000. Steaming of ginseng at high temperature enhances biological activity. *J Nat Prod* 63: 1702-1704.
  8. Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS. 2006. Antioxidative activity of heat treated licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) extracts. *Korean J Food Sci Technol* 38: 355-360.
  9. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
  10. Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 342-347.
  11. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
  12. Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
  13. Jeong SM, Kim SY, Kim DR, Jo SC, Nam KC, Ahn DU, Lee SC. 2004. Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *J Agric Food Chem* 52: 3389-3393.
  14. Ali M. 1995. Mechanism by which garlic (*Allium sativum*) inhibits cyclooxygenase activity. Effect of raw versus boiled garlic extract on the synthesis of prostanoids. *Prostag Leukotr Ess* 53: 397-400.
  15. Bordia T, Mohammed N, Thomson M, Ali M. 1996. An evaluation of garlic and onion as antithrombotic agents. *Prostag Leukotr Ess* 54: 183-186.
  16. Song K, Milner JA. 1999. Heating garlic inhibits its ability to suppress 7, 12-dimethylbenz(a) anthracene-induced DNA adduct formation in rat mammary tissue. *J Nutr* 129: 657-661.
  17. Prasad K, Laxdal VA, Yu M, Raney BL. 1996. Evaluation of hydroxyl radical-scavenging property of garlic. *Mol Cell Biochem* 154: 55-63.
  18. Jeon MR, Kim MH, Kim MY. 2009. The effects of heat treatments and herb addition on flavor of garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 105-110.
  19. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
  20. Yu L, Perret J, Harris M, Wilson J, Haley S. 2003. Antioxidant properties of bran extracts from "Akron" wheat grown at different locations. *J Agric Food Chem* 51: 1566-1570.
  21. Yen GC, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 43: 27-32.
  22. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26: 1231-1237.
  23. Choi JH, Kim KY, Lee JC. 1998. Effects of pre-pressing condition on quality of pear juice. *Korean J Food Sci Technol* 30: 827-831.
  24. Amin A, Yazdparast R. 2007. Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. *Food Chem* 104: 21-29.
  25. Shetty K, Curtis OF, Levin RE, Witkowsky R, Ang W. 1995. Prevention of vitrification associated with in vitro shoot culture of oregano (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. *J Plant Physiol* 147: 447-451.
  26. Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
  27. Stewart AJ, Bozonnet S, Mullen W, Jenkins GI, Michael EJ, Crozier A. 2000. Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products. *J Agric Food Chem* 48: 2663-2669.
  28. Ismail A, Marjan ZM. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
  29. Barroga CF, Laurena AC, Mondoza EMT. 1985. Polyphenols in mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) determination and removal. *J Agric Food Chem* 33: 1006-1009.
  30. Cheigh HS, Park KS, Moon GS, Park KY. 1990. Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 163-167.
  31. De Souza LC, De Araujo SM, De Oliveira Imbroisi D. 2004. Determination of the free radical scavenging activity of dihydropyran-2,4-diones. *Bioorg Med Chem Lett* 14: 5859-5861.
  32. Miller NJ, Bolwell GP, Bramley PM, Pridham JB. 1995. The relative antioxidants activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Res* 22: 375-383.
  33. Hwang IG, Woo KS, Kim DJ, Hong JT, Hwang BY, Lee YR, Jeong HS. 2007. Isolation and identification of an antioxidant substance from heated garlic (*Allium sativum* L.). *Food Sci Biotechnol* 16: 963-966.
  34. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillips KM, Bohn SK, Holte K, Jacobs DR. 2006. Content of redox-active compounds (i.e., antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr* 84: 95-135.
  35. Miller NJ, Rice-Evans CA. 1997. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS radical cation assay. *Free Radic Res* 26: 195-199.
  36. Hwang HR. 2010. A study on antioxidant activities and analysis of bioactive compound of the extract fraction from leaves of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) by cultivar. *MS Thesis*. Chungnam National University, Daejeon, Korea.

(2011년 11월 17일 접수; 2011년 12월 1일 채택)