

조리법에 따른 국내산 마늘종과 마늘의 항산화 효능

정지영^{1*} · 김창순²

¹창원전문대학 식품영양과

²창원대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities of Domestic Garlic (*Allium sativum* L.) Stems and Garlic Bulbs according to Cooking Methods

Ji Young Chung^{1*} and Chang Soon Kim²

¹Dept. of Food and Nutrition, Changwon College, Changwon 641-771, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

Antioxidant compounds and activities of raw and cooked (blanching, pan-frying, soy sauce pickle, *Kochugang* pickle) domestic garlic stems were investigated. The contents of chlorophyll, carotenoid, vitamin C, phenolic compounds and allicin in raw and cooked garlic stems were measured. Various cooking process increased significantly chlorophyll and β -carotene contents of garlic stem, but decreased vitamin C, phenolic compounds and allicin contents ($p < 0.05$). Antioxidant activities of methanol extracts from raw and cooked garlic stem such as electronic donating ability (EDA), superoxide dismutase (SOD)-like activity and nitrite scavenging ability (NSA) were compared. The antioxidant activities were found to have lowered in the order of raw > pan-frying > blanching > garlic stem soy sauce pickle > garlic stem *Kochujang* pickle. Antioxidant activities of cooked garlic stems were more than 65% of cooked garlic bulbs.

Key words: garlic stem, cooking methods, antioxidant compounds, antioxidant activities

서 론

마늘(*Allium sativum* Linnaeus)은 예로부터 우리 선조들이 강장, 강정식품으로 널리 이용하여 왔으며(1), 최근에는 항암효과(2), 항균작용(3,4), 항산화작용(5-8) 등의 생체조절 효과가 탁월한 것으로 알려지면서 마늘의 소비가 증가하고 있다.

우리나라의 마늘은 따뜻한 남부지역인 제주, 남해, 해남, 무안 등에서 재배되는 난지형(暖地型) 마늘과 상대적으로 추운 중부 지방인 의성, 서산, 삼척 등에서 재배되는 한지형(寒地型) 마늘로 구분된다(9). 마늘은 구근을 발육시키기 위해서는 5월 초순경부터 마늘종(蒜薹)을 뽑아주어야 한다(10). 부산물로 나오는 마늘종은 수확 초기에 일부 판매하거나 저장하게 되는데 대부분은 농가 일손이 모자라 폐기되는 실정이다. Kim과 Chung은 마늘종의 영양과 향기성분에 관한 연구(11)와 마늘종으로부터 분리된 flavonoid들의 항산화 활성에 관한 연구(12,13)로 마늘종도 항산화 작용이 있음을 보고하였다. 전보(14)에서 산지별 마늘종과 마늘의 항산화 성분과 항산화 활성을 비교한 바 있으며 한지형과 난지형 마늘종 간에 항산화 성분 함량 차이가 있음을 보고하였다.

따라서 마늘종도 기능성식품 소재로서 충분한 활용성이 있다고 본다.

마늘은 조미향신료, 장아찌, 마늘 가루, 다진 마늘 푸레, 마늘 간장, 구운 마늘, 흑마늘 등 현재 다양한 상품들이 상업화되어 유통되고 있으며, 그 외에도 마늘 식초, 쿠키, 약과, 빵 등에 활용하고 있다(15-18). 그에 반해 마늘종은 향신채소, 장아찌, 볶음용 등에 국한하여 이용되고 있으며 현재까지 보고된 연구로는 마늘종 분말을 첨가한 식빵 제조에 관한 연구(19)가 있을 뿐 마늘종 이용에 관한 연구는 국내외적으로 매우 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 다양한 조리법에 따른 마늘종의 항산화 관련물질 함량 변화와 항산화 효능을 조사하여 마늘종을 활용한 응용식품 개발에 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

난지형 마늘종은 2006년 5월 초에 경남 남해군 소재 마늘밭에서, 한지형 마늘종은 2006년 5월말에 경북 의성군 소재 마늘밭 3군데에서 직접 수확한 것을 사용하였다. 마늘도 2006년

*Corresponding author. E-mail: jye002@hanmail.net
Phone: 82-55-279-5141, Fax: 82-55-279-5166

에 마늘종을 뽑은 동일한 장소의 마늘밭에서 각각 수확한 난지형과 한지형 마늘을 직접 구입하여 시료로 사용하였다.

조리방법

마늘종과 마늘은 데치기, 볶기, 간장 절임 장아찌, 고추장 절임 장아찌의 4가지 방법으로 조리하여 시료로 사용하였다. 데치기는 마늘종과 마늘을 잘라 끓는 물에서 1분 동안 데친 후 찬물에 헹궜으며, 볶기는 마늘종과 마늘을 미리 예열된 팬에 일정량의 기름을 두르고 1분 동안 볶아서 식혔다. 간장 절임 장아찌는 마늘종과 마늘을 잘라 담고, 끓인 간장 단춧물(물 : 간장 : 식초 : 설탕 = 1.5:2:1:1)을 뜨거울 때 붓고 밀봉하여 30일간 상온에서 발효시켰다(20). 고추장 절임 장아찌는 마늘종과 마늘을 잘라 담고, 끓인 후 식힌 양념장(고추장 : 설탕 : 식초 : 물 = 3:1:1.5:3)을 붓고 밀봉하여 상온에서 30일간 발효시켰다(20).

시약

본 실험에 사용한 Folin Ciocalteu's phenolic reagent, gallic acid, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), tris(hydroxymethyl)amino-methane, EDTA, pyrogallol, naphthylamine은 Sigma(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), 4-mercaptopyridine(4-MP)는 Aldrich (Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다. 분석에 사용된 추출용매인 메탄올, 아세톤, 에테르 등의 시약은 모두 1급 이상의 등급을 사용하였다.

시료의 용매별 추출물 제조

조리된 마늘종과 마늘은 믹서기로 간 다음 메탄올을 시료 중량의 5배를 첨가하여 균질기(Ultra-Turrax T25, Ika Works Inc., Wilmington, USA)로 상온에서 균질화(9,500 rpm, 3 min)하여 30분 동안 교반추출하였다. 추출 후 원심분리(3,500 rpm, 30 min)하여 여과(Whatman No.2)한 것을 rotary vacuum evaporator(EYELA N-N series, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)로 30°C에서 감압농축하였다. 제조한 추출물을 -25°C의 냉동고에 저장하면서 사용하였다.

항산화 관련 물질 측정

클로로필 함량은 White 등(21)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 동결건조 시료를 아세톤으로 추출하여 거른 후 분액여두에 넣고 에테르를 가한 다음 에테르층에 무수 황산나트륨을 첨가하여 여과하고 642.5 nm 및 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

β -카로틴 함량은 Jo와 Jung의 방법(22)을 사용하였다. 시료를 아세톤으로 추출한 후 ether를 넣고 정치하였다. Ether층을 증류수로 세정하여 무수 Na_2SO_4 으로 탈수한 후 증발건조시켰다. 잔류물은 0.01% BHT 함유 chloroform에 용해하여 여과한 후 HPLC(Agilent 1100series, USA)에 주입하였다. 분석조건은 칼럼은 Licrosphere RP18(10 μL , 5 μm , 250 \times 4 mm), 검출기는 UV/VIS detector Varian 9050, 용매

는 $\text{MeOH} : \text{CHCl}_3 = 97:3$ 이며, 이동속도는 1.0 mL/min로 UV 450 nm에서 측정하였다.

비타민 C 정량은 Sood 등의 방법(23)을 일부 변경하여 사용하였다. 즉, 동결건조 시료를 메타인산용액을 가하여 끓는 물에 5분간 비등시킨 후 여과하고, 5,000 rpm에서 20분간 원심분리 후 여과한 액을 HPLC(Agilent 1100series, USA)에 주입하였다. 분석조건으로 칼럼은 Licrosphere RP18(10 μL , 5 μm , 250 \times 4 mm), 검출기는 UV/VIS detector Varian 9050, 용매는 H_2O , 1% PICB_6 이며, 이동속도는 1.0 mL/min로 UV 254 nm에서 측정하였다.

페놀화합물 함량은 Benvenuti 등의 Folin Ciocalteu법(24)에 따라 동결건조 시료에 메탄올/HCl 2%(95:5 v/v)용액을 넣고 원심분리(3,000 rpm, 15 min)하였다. 그 중 1 mL를 취하여 Folin Ciocalteu 시약 5 mL와 Na_2CO_3 용액 10 mL를 가하여 혼합한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하여 작성된 표준검량곡선으로부터 페놀화합물 함량을 정량하였으며 100 g 건식중량에 대한 mg gallic acid equivalents(GAE)로 나타내었다.

알리신 함량은 Talia 등의 방법(25)에 따라 측정하였다. 마늘종과 마늘 추출물을 2 mM EDTA를 함유하는 50 mM Na-phosphate buffer(pH 7.2)에 용해된 0.1 mM 4-mercaptopyridine(4-MP) 1 mL와 혼합하여 상온에서 30분 동안 반응시킨 다음 324 nm에서 흡광도를 측정하였다. 마늘종과 마늘의 알리신 농도를 계산하기 위해 324 nm에서 extinction coefficient(ϵ_M , 39,600 $\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)가 사용되었다.

전자공여능(Electron donating ability; EDA) 측정

전자공여능 측정은 Blois(26)의 방법에 준하여 추출액 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 vortex mixer로 10초간 강하게 진탕하여 실온에서 10분간 방치한 후 분광광도계(UV spectrophotometer, Shimadzu, Japan)로 흡광도(525 nm)를 측정하여 시료첨가구와 시료무첨가구(대조구) 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다. 대조구는 추출물 대신 추출용매 0.2 mL만을 넣어 측정하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(27)에 따라 측정하였다. 즉 추출액 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 항온 수조에서 25°C에서 10분간 반응 후, 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 분광광도계를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료첨가구와 대조구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능(Nitrite scavenging ability; NSA) 측정

아질산염 소거능은 Kato 등의 방법(28)에 따라 추출액 1 mL에 1 mM NaNO_2 용액 1 mL를 가하고, 0.1 N HCl을 가하

여 pH 1.2로 조정하였다. 여기에 증류수를 가하여 부피를 10 mL로 정용한 후 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 1 mL씩 취하여 2% acetic acid 5 mL, Griess 시약(A : B=1:1, A: 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid, B: 1% naphthylamine in 30% acetic acid)을 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 후 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 산출하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 첨가한 후, 동일한 방법으로 측정하여 시료용액의 첨가구와 대조구사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

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

A: NaNO₂ 용액에 시료와 Griess를 첨가한 흡광도

B: NaNO₂ 용액에 Griess를 첨가한 흡광도

C: NaNO₂ 용액에 시료와 증류수를 첨가한 흡광도

통계분석

모든 실험결과는 SPSS(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용한 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 각 측정 평균값의 유의성(p<0.05)은 Duncan's multiple range test를 사용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

항산화관련 물질

조리법에 따른 마늘종과 마늘에 함유되어 있는 클로로필 함량을 측정하여 Table 1에 나타내었다. 한지형과 난지형 생마늘종의 클로로필 함량은 각각 361.5±2.5, 302.7±2.1 µg이었으나, 데친 후에는 380.3±2.4, 324.8±2.5 µg로 증가하

였고, 볶음 처리 후에도 376.3±2.2, 319.7±2.5 µg로 증가하였다. 간장 절임 마늘종장아찌와 고추장 절임 마늘종장아찌의 클로로필 함량은 크게 감소하여 난지형 고추장 절임 마늘종장아찌는 71.4±2.6 µg까지 감소하였다. 생마늘의 클로로필 함량은 마늘종과 달리 매우 적었으며, 데치거나 볶음 처리 후에 클로로필 함량이 증가하였으나, 유의적인 차이는 없었다. 그리고 마늘장아찌에서는 클로로필이 잔존하지 않았다. 데치거나 볶은 후 마늘종의 클로로필 함량이 생마늘 종에 비해 더 높게 나타난 것은 열에 의해 단백질과 약한 결합 상태로 있던 클로로필이 유리된 것(29)으로 판단된다. 이는 Choi 등(30)의 데침 과정 후 참취의 클로로필 함량이 증가한 것과 유사한 결과이다. Jung 등(31)의 고추장아찌도 숙성기간이 경과함에 따라 클로로필 함량이 점차 감소하였다.

조리법에 따른 마늘종과 마늘의 β-카로틴 함량은 Table 2에 나타내었는데, 조리과정 후 모든 시료의 β-카로틴 함량이 증가하였다. 생마늘종의 β-카로틴 함량은 한지형과 난지형이 각각 293.2±1.8, 269.3±1.6 µg인데 반해, 데친 후에는 327.1±1.7, 301.4±1.8 µg으로, 볶음 처리 후에는 389.3±1.7, 352.1±2.5 µg로 약 30% 정도 증가하였다. 간장 절임 마늘종장아찌와 고추장 절임 마늘종장아찌의 β-카로틴 함량도 증가하였으며, 특히 고추장 절임 마늘종장아찌는 471.0±2.5, 430.1±1.7 µg으로 크게 증가하였다. 고추장 절임 마늘종장아찌의 β-카로틴 함량이 간장 절임 마늘종장아찌보다 더 증가한 것은 β-카로틴이 많이 함유된 고추장(32)의 영향 때문인 것으로 사료된다. 생마늘은 β-카로틴 함량이 매우 낮았으며 데치거나 볶음 처리 후에 증가하였으나, 장아찌에는 남아있지 않았다. Khachik와 Beecher 등은 당근을 물 첨가 없이 마이크로오븐에서 5~6분 가열할 경우 생것에 비해 β-

Table 1. Chlorophyll contents of cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (µg/100 g)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | Kochujang pickle |
|--------|-------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| NGS | 361.5±2.5 ^{Ab} | 380.3±2.4 ^{Aa} (105.2) ¹⁾ | 376.3±2.2 ^{Aa} (104.1) | 89.8±2.7 ^{Ac} (24.8) | 85.1±2.3 ^{Ac} (23.5) |
| SGS | 302.7±2.1 ^{Bb} | 324.8±2.5 ^{Ba} (107.3) | 319.7±2.9 ^{Ba} (105.6) | 76.5±2.8 ^{Bc} (25.3) | 71.4±2.6 ^{Bc} (23.6) |
| NGB | 5.4±1.3 ^{Ca} | 6.8±0.9 ^{Ca} (125.9) | 6.1±1.2 ^{Ca} (113.0) | 0 | 0 |
| SGB | 5.2±1.6 ^{Ca} | 6.5±1.1 ^{Ca} (125.0) | 6.0±0.8 ^{Ca} (115.4) | 0 | 0 |

Abbreviations: NGS, northern ecotype garlic stem; SGS, southern ecotype garlic stem; NGB, northern ecotype garlic bulb; SGB, southern ecotype garlic bulb.

All values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different superscripts in the column (A-C) and the row (a-c) are significantly different (p<0.05).

¹⁾The numbers in parenthesis indicate the percentage of chlorophyll retention after cooking.

Table 2. β-carotene content in cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (µg/100 g)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | Kochujang pickle |
|--------|-------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| NGS | 293.2±1.8 ^{Ad} | 327.1±1.7 ^{Ac} (111.6) ¹⁾ | 389.3±1.7 ^{Ab} (132.8) | 394.2±2.6 ^{Ab} (134.4) | 471.0±2.5 ^{Aa} (160.6) |
| SGS | 269.3±1.6 ^{Bd} | 301.4±1.8 ^{Bc} (111.9) | 352.1±2.5 ^{Bb} (130.7) | 368.2±2.4 ^{Bb} (136.7) | 430.1±1.7 ^{Ba} (159.7) |
| NGB | 2.1±0.5 ^{Cb} | 2.4±0.5 ^{Cab} (114.3) | 3.0±0.3 ^{Ca} (142.9) | 0 | 0 |
| SGB | 2.2±0.6 ^{Cb} | 2.4±0.4 ^{Cab} (109.1) | 3.1±0.5 ^{Ca} (140.9) | 0 | 0 |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different superscripts in the column (A-C) and the row (a-d) are significantly different (p<0.05).

¹⁾The numbers in parenthesis indicate the percentage of β-carotene retention after cooking.

카로틴의 함량이 40% 이상 증가한다(33)고 하였고, Gomez (34)와 Granado 등(35)은 녹색채소를 조리한 후에 카로티노이드 함량이 크게 증가한다고 하였다. 조리 후 마늘종의 β-카로틴 함량 증가는 열처리에 의한 carotenoid의 화학적 추출능이 증가했기 때문인 것(36)으로 보인다.

조리법에 따른 마늘종과 마늘의 비타민 C 함량은 Table 3과 같다. 조리 후 모든 시료의 비타민 C 함량은 감소하였다. 생마늘종은 비타민 C 함량이 한지형과 난지형 각각 48.4±0.9, 51.8±0.7 mg인데 반해 데치거나 볶음 처리 후에는 크게 감소하여 데친 후 한지형 마늘종의 비타민 C 함량이 5.9±0.6 mg이었다. 마늘종장아찌의 비타민 C 함량은 더 크게 감소하였는데, 그 이유는 데치거나 볶음 처리는 1분간의 단시간 열처리였지만 장아찌는 30일이라는 긴 절입기간 동안 침지액으로 수용성의 비타민 C가 더 많이 용출되었기 때문으로 사료된다. 생마늘은 비타민 C 함량이 생마늘종보다 훨씬 적은 양이었으며, 조리 후 역시 급격하게 감소하였다. 비타민 C는 조리 및 가공 중의 다양한 처리에 의하여 매우 많은 양이 손실되는 영양소로 알려져 있다(37). Ahn(38)의 연구에 의하면 채소류의 비타민 C 함량은 데치는 시간에 따라서 유의적으로 감소하였고, Selman(39)은 수용성인 비타민 C는 조리수로의 용출, 열에 의한 파괴, 효소에 의한 산화 과정을 거침에 따라 잎채소의 70%, 뿌리채소의 40%가 손실된다고 보고하였다. 본 실험에서도 비타민 C 함량이 마늘종은 데친 후에 88%, 마늘은 84% 정도 파괴되었고, 볶음 처리는 데치기와 유사하였고, 장아찌는 이보다 더 많이 감소하여 남아 있는 양이 매우 적었다. Jung 등(31)의 고추장아찌의 비타민 C 함량도 장아찌 숙성 기간 동안에 빠른 속도로 감소

하는 경향을 나타내었다.

Table 4에 제시된 페놀화합물은 조리 후에 생마늘종에 비해 4~25%까지 감소하였다. 마늘도 마늘종과 거의 유사한 경향을 나타내었는데, 생마늘의 페놀화합물 함량은 한지형과 난지형에서 각각 33.7±0.8, 32.8±0.9 mg으로 생마늘종보다 높은 값으로 Joe 등(40)의 마늘 페놀화합물 함량인 34.3 mg과 유사한 값이었다. 감소 정도는 고추장 절임 마늘종장아찌, 간장 절임 마늘종장아찌, 데치기, 볶음 처리의 순으로 낮아졌다. 이는 높은 페놀화합물 함량을 가진 채소들이 데치기, 볶음 처리, 전자레인지 등의 열처리로 총 페놀화합물 함량이 감소하였다는 Ismail과 Marjan(41), Barroga 등(42), Cheigh 등(43)의 연구 보고들과 일치하였다.

마늘종과 마늘의 조리법에 따른 알리신 함량 변화는 Table 5에 나타내었다. 생마늘종의 알리신 함량은 한지형과 난지형에서 각각 28.2±0.9, 26.1±1.0 mg으로 마늘보다 낮은 값이었다. 조리 후에는 모든 처리구에서 알리신 함량이 감소하여 볶음 처리, 데치기, 간장 절임 마늘종장아찌, 고추장 절임 마늘종장아찌 순으로 낮아졌으며, 잔존율이 20~33%의 범위를 보였다. 이와 같이 마늘종과 마늘의 가열처리에 의한 알리신 함량 감소는 알리신과 diallyl disulfide 등이 열에 약하다는 Lawson 등(44)의 보고와 일치하였다. 그리고 장아찌의 알리신 함량 감소는 알리신이 불안정한 화합물이기 때문에 긴 숙성기간 동안 다른 물질로 변화되었기 때문으로 사료된다. Kim과 Mo(45)의 연구에서도 마늘장아찌의 담금 기간이 경과할수록 알리신 함량이 급격히 감소한다고 하였다.

Table 3. Vitamin C content in cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (mg/100 g)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | <i>Kochujang</i> pickle |
|--------|------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| NGS | 48.4±0.9 ^{Ba} | 5.9±0.6 ^{Ab} (12.2) ¹⁾ | 6.1±0.6 ^{Ab} (12.6) | 3.5±0.4 ^{Ac} (7.2) | 4.0±0.5 ^{Ac} (8.3) |
| SGS | 51.8±0.7 ^{Aa} | 6.0±0.5 ^{Ab} (11.6) | 6.2±0.7 ^{Ab} (12.0) | 3.8±0.5 ^{Ac} (7.3) | 4.1±0.4 ^{Ac} (7.9) |
| NGB | 8.0±0.2 ^{Ca} | 1.1±0.2 ^{Bb} (13.8) | 1.4±0.3 ^{Bb} (17.5) | 0.4±0.1 ^{Bc} (5.0) | 0.6±0.2 ^{Bc} (7.5) |
| SGB | 8.3±0.3 ^{Ca} | 1.3±0.2 ^{Bb} (15.7) | 1.5±0.3 ^{Bb} (18.1) | 0.4±0.1 ^{Bd} (4.8) | 0.7±0.1 ^{Bc} (8.4) |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different superscripts in the column (A-C) and the row (a-d) are significantly different (p<0.05).

¹⁾The numbers in parenthesis indicate the percentage of vitamin C retention after cooking.

Table 4. Phenolic compounds contents of cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (mg GAE¹⁾/100 g dw)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | <i>Kochujang</i> pickle |
|--------|------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| NGS | 29.2±0.8 ^{Ba} | 24.2±0.6 ^{Bb} (82.9) ²⁾ | 28.0±0.9 ^{Ba} (95.9) | 24.1±0.5 ^{Bbc} (82.5) | 22.7±0.6 ^{Bc} (77.7) |
| SGS | 28.3±0.5 ^{Ba} | 23.5±0.9 ^{Bb} (83.0) | 27.9±0.7 ^{Ba} (98.6) | 22.9±0.7 ^{Bbc} (80.9) | 21.2±0.5 ^{Bc} (74.9) |
| NGB | 33.7±0.8 ^{Aa} | 29.5±1.0 ^{Ab} (87.5) | 32.2±0.8 ^{Aa} (95.5) | 26.2±0.4 ^{Ac} (77.7) | 24.2±0.6 ^{Ac} (71.8) |
| SGB | 32.8±0.9 ^{Aa} | 28.8±0.6 ^{Ab} (87.8) | 31.9±0.7 ^{Aa} (97.3) | 25.6±0.7 ^{Ac} (78.0) | 23.1±0.8 ^{Ac} (70.4) |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=12).

Means with different superscripts in the column (A, B) and the row (a-c) are significantly different (p<0.05).

¹⁾Phenolic compound content was expressed as gallic acid equivalents (GAE) in milligrams per 100 g dry material.

²⁾The numbers in parenthesis indicate the percentage of phenolic compounds retention after cooking.

Table 5. Allicin contents of cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (mg/100 g)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | <i>Kochujang</i> pickle |
|--------|------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| NGS | 28.2±0.9 ^{Ba} | 7.9±0.7 ^{ABbc} (28.0) ³⁾ | 9.2±1.0 ^{ABb} (32.6) | 7.5±0.8 ^{Abc} (26.6) | 6.8±1.1 ^{Ac} (24.1) |
| SGS | 26.1±1.0 ^{Ba} | 6.4±0.8 ^{Bc} (24.5) | 8.6±0.7 ^{Bb} (33.0) | 7.8±0.9 ^{Abc} (29.9) | 6.2±1.3 ^{Ac} (23.8) |
| NGB | 33.5±0.8 ^{Aa} | 8.4±0.9 ^{Abc} (25.1) | 10.1±1.1 ^{Ab} (30.1) | 7.9±1.0 ^{Ac} (23.6) | 7.2±0.9 ^{Ac} (21.5) |
| SGB | 33.2±0.7 ^{Aa} | 8.0±0.9 ^{Ac} (24.1) | 10.5±0.8 ^{Ab} (31.6) | 7.7±0.7 ^{Ac} (23.2) | 6.7±0.8 ^{Ac} (20.2) |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=12).

Means with different superscripts in the column (A,B) and the row (a-c) are significantly different (p<0.05).

¹⁾The numbers in parenthesis indicate the percentage of allicin retention after cooking.

전자공여능(EDA)

조리방법에 따른 EDA에 대한 결과는 Table 6과 같다. 생마늘종의 EDA는 한지형과 난지형에서 각각 20.1±0.7, 16.6±0.8%였으나 데치거나 볶음 처리 후에는 14~17% 정도 감소하였으며, 장아찌의 경우에는 16~34% 정도 감소하였다. 한지형 마늘종이 난지형보다 데치기와 볶음 처리 후에 더 높은 EDA를 보였고, 장아찌의 EDA 간에는 유의적인 차이가 없었다.

마늘은 조리 후에 마늘종보다는 EDA가 높게 나타났지만 데치거나 볶음 처리 후에 생마늘에 비해 33~43% 정도 EDA가 감소하였고, 장아찌는 53~57%가량이나 감소하여 마늘종장아찌와 유사한 수준이었다. 마늘도 데치기와 볶음 처리 후 한지형의 EDA가 높았고, 장아찌 간에는 유의적인 차이가 없었다.

본 실험결과는 마늘의 EDA가 100°C에서 가열 추출하였을 때 감소했다는 Shela 등의 연구(46)와 일치하였다. 그리고 생마늘을 저장온도를 달리하여 저장하면서 EDA를 측정 한 결과(47)에서는 25°C 저장 15일 후에 초기의 40%까지 급격히 감소하여 저장 30일에 13.36%를 나타내었다. 이것은 본 실험에서 마늘종과 마늘장아찌를 실온에서 30일간 저

장한 후 추출하여 측정한 EDA와 유사한 결과이다.

SOD 유사활성

마늘종과 마늘의 조리방법별로 조사한 SOD 유사활성능에 대한 결과는 Table 7과 같다. 다른 항산화 측정방법의 결과와는 달리 SOD 유사활성은 생마늘이 생마늘종보다 크게 낮았으며 마늘종은 조리 후에 급격하게 감소한 반면, 마늘은 그 감소폭이 상대적으로 낮았다.

생마늘종의 SOD 유사활성은 한지형과 난지형에서 각각 39.6±0.6, 36.5±0.6%이며, 볶음 처리 후에는 52~56% 정도 감소하였고, 데친 후에는 58~61% 감소하였다. 장아찌에서는 56~63%정도 감소하였다. 한지형이 난지형 마늘종보다 조리 후 SOD 유사활성도가 유사하거나 약간 높게 나타날 뿐 큰 차이는 없었다.

마늘도 마늘종과 유사하게 SOD 유사활성이 조리 후에는 감소하여 생마늘에 비해 4~22% 정도 감소하였다. 한지형이 난지형에 비해 고추장 절임 마늘장아찌를 제외한 다른 조리과정에서 SOD 유사활성이 유의적으로 높게 나타났다.

아질산염소거능(NSA)

NSA에 대한 결과는 Table 8에 제시하였으며, 생마늘종

Table 6. Electron donating ability (EDA) of methanol extracts from cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (%)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | <i>Kochujang</i> pickle |
|--------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| NGS | 20.1±0.7 ^{Ca} | 16.7±0.6 ^{Bb} | 17.3±0.7 ^{Cb} | 13.8±0.8 ^{Ac} | 13.2±0.8 ^{Ac} |
| SGS | 16.6±0.8 ^{Da} | 13.8±0.6 ^{Cb} | 13.9±0.6 ^{Db} | 14.0±0.8 ^{Ab} | 13.2±0.9 ^{Ab} |
| NGB | 32.2±0.8 ^{Aa} | 18.3±0.8 ^{Ac} | 21.4±0.7 ^{Ab} | 13.8±0.5 ^{Ad} | 13.7±0.6 ^{Ad} |
| SGB | 30.0±0.6 ^{Ba} | 17.9±0.8 ^{ABc} | 20.0±0.8 ^{Bb} | 14.1±0.7 ^{Ad} | 13.3±0.6 ^{Ad} |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=8).

¹⁾Means with different superscripts in each column (A-D) and each row (a-d) are significantly different (p<0.05).

Table 7. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of methanol extracts from cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods (%)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | <i>Kochujang</i> pickle |
|--------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| NGS | 39.6±0.6 ^{Aa} | 15.3±0.8 ^{Bc} | 19.1±0.9 ^{Ab} | 15.9±0.5 ^{ABc} | 14.8±0.6 ^{Ac} |
| SGS | 36.5±0.6 ^{Ba} | 15.2±0.7 ^{Bb} | 16.0±0.9 ^{BCb} | 15.9±0.6 ^{ABb} | 15.0±0.6 ^{Ab} |
| NGB | 20.1±0.8 ^{Ca} | 17.5±0.8 ^{Ab} | 17.6±0.7 ^{Bb} | 17.0±0.7 ^{Abc} | 15.6±0.5 ^{Ac} |
| SGB | 16.3±1.0 ^{Da} | 14.5±0.7 ^{Bb} | 15.5±0.8 ^{Cab} | 15.7±0.5 ^{Bab} | 15.0±0.6 ^{Ab} |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=7).

Means with different superscripts in each column (A-D) and each row (a-c) are significantly different (p<0.05).

Table 8. Nitrite scavenging ability (NSA) of methanol extracts from cooked garlic stems and garlic bulbs following different cooking methods at pH 1.2 (%)

| Sample | Raw | Blanching | Pan-frying | Soy sauce pickle | Kochujang pickle |
|--------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| NGS | 63.4±0.5 ^{Ca} | 60.2±0.6 ^{Cb} | 62.7±0.5 ^{Ca} | 53.7±0.5 ^{BCc} | 52.9±0.7 ^{Bc} |
| SGS | 57.6±0.6 ^{Ca} | 55.0±0.5 ^{Db} | 56.6±0.6 ^{Dab} | 53.4±0.6 ^{Cc} | 52.1±0.7 ^{Bc} |
| NGB | 95.6±0.4 ^{Aa} | 90.4±0.4 ^{Ab} | 95.2±0.4 ^{Aa} | 55.0±0.5 ^{Ac} | 54.1±0.3 ^{Ac} |
| SGB | 91.9±0.5 ^{Ba} | 85.4±0.4 ^{Bc} | 90.1±0.4 ^{Bb} | 54.2±0.4 ^{Bd} | 53.8±0.5 ^{Ad} |

Abbreviations: See the footnotes of Table 1.

All values are mean±standard deviation (n=4).

Means with different superscripts in each column (A-D) and each row (a-d) are significantly different (p<0.05).

의 NSA는 한지형과 난지형에서 각각 63.4±0.5, 57.6±0.6% 였는데, 데치거나 볶음 처리한 후에는 5% 이하 정도만 감소하였다. 마늘종장아찌의 NSA도 7~17% 정도 감소하였다. 볶음 처리 후 NSA가 생마늘종 다음으로 높았고, 데친 것, 간장 절임 마늘종장아찌와 고추장 절임 마늘종장아찌 순으로 낮아졌다.

마늘의 NSA는 마늘종과 마찬가지로 데치거나 볶음 처리 후 적은 정도로 감소하였으나, 마늘장아찌는 마늘종장아찌와는 달리 NSA가 생마늘의 57%로 크게 감소하였다. 조리법 중에서는 볶음 처리 후 NSA가 생마늘종이나 생마늘과 거의 유사한 높은 값을 유지하고 있음을 알 수 있었다.

Byun 등(47)의 연구에서 100°C에서 10분간 가열 처리한 마늘의 NSA는 65.3%까지 감소하였고, Shela 등의 연구(46)에서는 100°C에서 20분, 40분, 60분간 가열처리한 마늘의 NSA는 34% 정도 감소하였다. 본 실험에서 마늘을 데치거나 볶음 처리 후 NSA 감소폭이 이들보다 훨씬 더 적은 것은 가열시간이 1분으로 짧았기 때문으로 사료된다.

요 약

마늘종의 조리법으로 빈번히 사용되고 있는 데치기, 볶음 처리, 간장 절임 마늘종장아찌, 고추장 절임 마늘종장아찌를 선택하여 마늘종을 조리한 후에 항산화관련 물질의 함량과 항산화 효능을 생마늘종과 비교 측정하여 마늘종을 활용한 응용식품 개발에 기초자료를 제공하고자 하였다. 생마늘종은 생마늘에 비해 알리신이나 페놀화합물 함량이 낮게 함유되었으나 클로로필, β-카로틴, 비타민 C는 현저히 높은 것으로 나타났다. 조리 후 마늘종에 함유된 클로로필과 β-카로틴 함량은 증가하였으나 비타민 C, 페놀화합물, 알리신 함량은 감소하였다. 측정된 항산화 효능은 생마늘이 EDA와 NSA가 생마늘종에 비해 현저히 높았으나 SOD는 유의적으로 낮았다. 조리 후 마늘종의 항산화 효능은 감소하여 생마늘종, 볶음 처리, 데치기, 간장 절임 마늘종장아찌, 고추장 절임 마늘종장아찌 순으로 낮아졌다. 조리 후에도 마늘종의 EDA와 NSA는 마늘보다 낮게 나타났으나, 생것에 비해 그 차이가 적어져 EDA는 마늘의 약 70%, NSA는 약 65% 정도였으며, SOD 유사활성은 마늘과 유사하였다. 조리 전, 후에 나타난 항산화 효능은 한지형이 난지형보다 높았다. 따라서

항산화 효능 면에서 마늘종을 생으로 먹는 것이 가장 좋고, 기호에 따라 단시간 볶거나 데친 후에도 상당한 항산화 효능을 가지는 것으로 나타나 이를 더욱 다양하게 이용할 수 있는 방안들도 추후 연구되어야 할 것이다.

문 헌

- Hoong MS. 1992. *The culture of food in Korea*. Kyoomonsa, Seoul. p 79.
- Rho SN, Han JH. 2000. Cytotoxicity of garlic and onion methanol extract on human lung cancer cell lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 870-874.
- Chung KS, Kim JY, Kim YM. 2003. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Korean J Food Sci Technol* 35: 540-543.
- Kim MH, Kim SY, Shin WS, Lee JS. 2003. Antimicrobial activity of garlic juice against *Escherichia coli* O157:H7. *Korean J Food Sci Technol* 35: 752-755.
- Nuttakaan L, Viboon R, Nantaya C, Janusz MG. 2006. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition* 22: 266-274.
- Iqbal S, Bhanger MI. 2005. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chem* 100: 246-254.
- Yang SY, Yu SO, Kim TC, Kim BW, Park YJ, Cho JY, Kim YM, Heo BG. 2005. Compare to the component contents and anti-oxidation activities between Goheung native garlic variety and introductions. *J Korean Soc Plant People Environ* 8: 1-5.
- 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.
- Jo JS. 1990. *Food materials*. Gijeonyungusa, Seoul. p 154-155.
- 白合科菜蔬栽培技術. 1994. 華甲紀念著刊行委員會. p 14.
- Kim MY, Chung SK. 1997. Analysis of nutritional and volatile flavor compounds of garlic shoot. *Kor J Post-harvest Sci Technol Agric Products* 4: 61-68.
- Kim MY, Choi SW, Chung SK. 2000. Antioxidative flavonoids from the garlic (*Allium sativum* L.) shoot. *Food Sci Biotechnol* 9: 199-203.
- Kim MY, Kim YC, Chung SK. 2005. Identification and *in vitro* biological activities of flavonols in garlic leaf and shoot: inhibition of soybean lipoxygenase and hyaluronidase activities and scavenging of free radicals. *J Sci Food Agric* 85: 633-640.
- Chung JY, Kim CS. 2008. Antioxidant activities of domestic garlic (*Allium Sativum* L.) stems from different areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 972-978.
- Ko EJ, Hur SS, Choi YH. 1998. The establishment of opti-

- mum cultural conditions for manufacturing garlic vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 102-108.
16. Kim HY, Jeong SJ, Heo MY, Kim KS. 2002. Quality characteristics of cookies prepared with varied levels of shredded garlics. *Korean J Food Sci Technol* 34: 637-641.
 17. Moon SI. 2003. A study of garlic-yackwa development 1. Quality characteristics of garlic-yackwa substituted with different amounts of garlic juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1285-1291.
 18. Rao GV, Savithri GD, Indrani D. 1992. Studies on the use of garlic in bread. *J Fd Sci Technol* 29: 147-149.
 19. Lee MK, Park JS, Na HS. 2005. Proximate compositions of green garlic powder and microbiological properties of bread with green garlic. *Korean J Food Preserv* 12: 95-100.
 20. Joung AR, Koh MS. 1993. Changes in the texture property of garlic pickle during aging. *Korean J Food Sci Technol* 25: 596-601.
 21. White RC, Jones IK, Gibbs E. 1963. Determination of chlorophylls, chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in plant materials. *J Food Sci* 28: 431-438.
 22. Jo JO, Jung IC. 2000. Changes in carotenoid contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J Soc Food Sci* 16: 17-21.
 23. Sood SP, Sartori LE, Wittmer DP, Haney WG. 1976. High pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin products. *Anal Chem* 48: 796-802.
 24. Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D. 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. *J Food Sci* 69: FCT164-169.
 25. Talia M, Irina S, Guy F, Lev W, David M, Meir W, Aharon R. 2002. A spectrophotometric assay for alliin, alliin, and alliinase (alliin lyase) with a chromogenic thiol: reaction of 4-mercaptopyridine with thiosulfates. *Anal Biochem* 307: 76-83.
 26. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 27. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
 28. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidines. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
 29. Teng SS, Chen BH. 1999. Formation of pyrochlorophylls and their derivatives in spinach leaves during heating. *Food Chem* 65: 367-373.
 30. Choi NS, Oh SS, Lee JM. 2001. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber* (*Chamchwi*) by blanching conditions. *Korean J Food Sci Technol* 33: 745-752.
 31. Jung SJ, Kim GE, Kim SH. 2001. The changes of ascorbic acid and chlorophylls content in *Gochu-jangachi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 814-818.
 32. Chung JH, Cho BH, Lee CY. 1963. Studies on the compositions of hot bean paste. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 4: 43-46.
 33. Khachik F, Beecher GR. 1987. Application of a C-45- β -carotene as an internal standard for the quantification of carotenoids in yellow/orange vegetables by liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 35: 732-738.
 34. Gomez MI. 1981. Carotene content of some green leafy vegetables of kenya and effects of dehydration and storage on carotene retention. *J Plant Foods* 3: 231-236.
 35. Granado F, Olmedila B, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. 1992. Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetables. *J Agric Food Chem* 40: 2135-2140.
 36. Jo JO, Jung IC. 2000. Changes in carotenoid contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J Soc Food Sci* 16: 17-21.
 37. Negi PS, Roy SK. 2000. Effects of blanching and drying methods on β -carotene, ascorbic acid and chlorophyll retention of leafy vegetables. *Lebensm Wissu-Technol* 33: 295-298.
 38. Ahn MS. 1999. A study on a changes in physicochemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. *Korean J Dietary Culture* 14: 177-188.
 39. Selman JD. 1994. Vitamin retention during blanching of vegetables. *Food Chem* 49: 137-147.
 40. Joe AV, Yong H, Xuehui S, Ligia Z. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. *J Agric Food Chem* 46: 3630-3634.
 41. Ismail A, Marjan ZM. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
 42. 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.
 43. 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.
 44. Lawson LD, Wang ZY, Hughes BG. 1991. Identification and HPLC quantitation of the sulfides and dialk(en)yl thiosulfates in commercial garlic products. *Planta Med* 557: 363-370.
 45. Kim MR, Mo EK. 1995. Volatile sulfur compounds in pickled garlic. *Korean J Soc Food Sci* 11: 133-139.
 46. Shela G, Jerzy D, Hanna L, Maria L, Katarzyna N, Zenon J, Zofia Z, Henryk B, Boris S, Elena K, Simon T. 2005. Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *J Agric Food Chem* 53: 2726-2732.
 47. Byun PH, Kim WJ, Yoon SK. 2001. Changes of functional properties of garlic extracts during storage. *Korean J Food Sci Technol* 33: 301-306.

(2008년 11월 6일 접수; 2009년 1월 21일 채택)