

열처리방법에 따른 한지형 및 난지형 마늘의 영양성분 변화

이주혜·이지윤¹·황진봉²·남진식^{3,4}·이준수⁵·김소민·한혜경·최용민·김세나·김행란[†]

농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과, ¹서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원, ²한국식품연구원 식품분석센터, ³수원여자대학교 식품분석연구센터, ⁴수원여자대학교 식품영양과, ⁵충북대학교 식품생명공학과

Changes in Nutritional Components of the Northern and Southern Types Garlic by Different Heat Treatments

Ju-Hye Lee · Ji-yoon Lee¹ · Jin-bong Whang² · Jin-Sik Nam^{3,4} · Jun-soo Lee⁵ · So-Min Kim · Hye-Kyung Han · Youngmin Choi · Se-Na Kim · Haeng Ran Kim[†]

Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

¹National Instrumentation Center for Environmental Management, College of Agriculture and Life Science, Seoul University, Seoul 08826, Korea

²Department of Food Analysis, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

³Food Analysis Research Center, Suwon Women's University, Suwon, 16632, Korea

⁴Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Suwon, 16632, Korea

⁵Development of Food Sciences and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Abstract

Purpose: To provide the public with nutritional information on consumption types of garlic, we evaluated the influence of heat treatment method on the nutritional contents of different species of garlic. **Methods:** We determined the content of general components, minerals, vitamins, and fatty acids in each species of garlic produced in Seosan and Goheung by heating with blanching or microwave roasting. **Results:** The results of the two-way analysis of variance test indicated that the species in particular, as well as method of heat treatment and interaction, had an influence on nutritional content. The moisture and crude fat content was higher in Southern type garlic than in Northern type garlic, while crude proteins, crude ash, and dietary fibers were more abundant in Northern type garlic than in Southern type garlic. With regard to the total mineral content, K, P, Mg, and Ca were the main components in Northern type garlic and Southern type garlic. Moreover, unsaturated fatty acids showed high levels in both Northern type garlic and Southern type garlic, with more abundant linoleic acid. Overall, Northern type garlic showed a higher content of minerals and fatty acids, while more vitamin B was present in Southern type garlic. In addition, the results indicated that the content of general components (dietary fiber excluded) was increased in both Northern type garlic and Southern type garlic upon heat treatment. Blanching resulted in increased mineral and fatty acid content in Southern type garlic and decreased content in Northern type garlic, indicative of species differences; conversely, microwave roasting contributed to an increase in the content in both Northern type garlic and Southern type garlic. **Conclusion:** The nutritional content of garlic is more dependent on species than the cooking method, and grilling is associated with less nutrient loss than blanching.

Key words: garlic, heat treatment, mineral, vitamin, fatty acid

[†]Corresponding author: Haeng Ran Kim, Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, 166, Nongsaengmyeong-ro, Wanju, Jeonbuk 55365, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8151-4350>

Tel: +82-63-238-3681, Fax: +82-63-238-3844, E-mail: kimhrr@korea.kr



I. 서론

마늘(*Allium sativum*)은 한국인의 1인당 연간 마늘 섭취량이 약 7 kg로 중국에 이어 두 번째로 소비가 많을 정도로 우리의 식생활에서 필수적인 향신료이다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2015). 마늘은 항산화, 항혈전, 항균 및 항암 등의 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려져 있고(Nishimura H 등 1988, Sheo HJ 1999, Rho SN & Han JH 2000, Chung KS 등 2003), 이러한 다양한 기능성은 allicin과 같은 황 화합물에서 기인하는 것으로 보고되어 있다(Koch HP & Lawson LD 1996).

마늘은 기후에 따라 생육 특성의 차이가 뚜렷한 작물로(Cortés CF 등 2003), 우리나라 각지에서 재배되는 마늘은 생육지역의 기후특성에 따라 난지형과 한지형으로 구분된다(Hwang JM & Lee BY 1990). 국내에서 재배되는 마늘의 77%를 차지하는 난지형 마늘은 비교적 따뜻한 남쪽 지방인 제주, 고흥, 남해, 해남, 무안 등이 주산지이고, 한지형 마늘은 상대적으로 추운 지방인 의성, 태안, 삼척, 단양, 서산 등에서 주로 재배된다. 한지형 마늘은 조직이 단단하고 저장성이 좋으며 매운 맛이 강한 반면, 난지형 마늘은 구가 크고 인편이 많으며 저장성은 낮은 것으로 알려져 있다(Shin DB 등 1999). 이처럼 마늘은 토양 및 기후와 같은 자연환경과 마늘의 품질 특성간의 상관관계가 높기 때문에 마늘의 영양학적 구성성분에도 차이가 있을 것이라 생각된다.

일반적으로 식품은 원재료를 직접 섭취하는 것보다 다양한 조리방법을 거친 후 섭취를 하는데, 대부분의 조리 방법에는 열처리 과정이 포함되어 있어 이로 인해 영양성분의 함량 변화가 발생하는 것으로 알려져 있다. 특히 생마늘은 특유의 향과 맛으로 인해 사용에 제한적이기 때문에 이를 해결하기 위한 일반적인 방법으로 열처리가 주로 이용되고 있다. 국내 마늘에 관한 연구로는 국내 주요 산지별 마늘의 영양성분 비교, 산지별 마늘의 이화학적 특성 및 생리활성 작용, 고온고압처리에 따른 마늘의 이화학적 특성, 열처리 방법에 따른 마늘의 성분분석 등 다양한 연구가 보고되고 있다(Shin JH 등 2004, Kim YD 등 2005, Kwon OC 등 2006, Shin JH 등 2011). 그러나 기존의 연구는 마늘의 산지 및 열처리 방법에 대한 검토가 개별로 이루어진 것이 대부분으로 두 요인을 동시에 비교·분석한 연구는 보고되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 열처리 방법에 따른 한지형과 난지형 마늘의 영양성분 차이와 변화를 비교 분석하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 마늘은 한지형 마늘의 주산지인 충

남 서산과 난지형 마늘의 주산지인 전남 고흥에서 각각 7월, 5월에 각 지역 농협에서 구입하여 사용하였다. 실험에 사용된 질산, 과산화수소, 무수황산나트륨, 클로로포름, 수산화칼륨, 피로갈롤, 디클로로메탄, 과망간산칼륨, 트리플루오로보란은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고, 에탄올, 아세톤, 메탄올, sodium 1-heptanesulfonates는 J.T.Baker(Phillipsberg, NJ, USA)의 제품을 사용하였다.

2. 시료처리

본 실험에서 사용된 시료는 무처리 시료로는 생마늘을 사용하였고 열처리 시료로 데친 마늘, 구운 마늘을 사용하였다. 데친 마늘은 100°C에서 2분 30초간 데친 후 사용하였고, 구운 마늘은 전자레인지(MW209QB, LG, Changwon, Korea)에 넣어 2분 30초 열처리한 후 시료로 사용하였다. 이렇게 처리된 각 마늘은 영양성분 손실을 최소화하기 위해 액체질소 처리하여 균질기(Robot Coupe Blixer, Robot Coupe USA, Jackson, MS, USA)로 균질화 후 -70°C에서 보관하여 사용하였다.

3. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(1990)에 준하여 분석하였다. 수분 함량은 105°C 건조기(OF-12, Jeio Tech, Daejeon, Korea)를 이용한 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 분해법으로 단백질추출장치(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator AB, Höganäs, Sweden)를 이용하여 질소계수 6.25를 곱하여 퍼센트(%) 함량으로 표시하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec 1043, Foss Tecator AB)을 사용하였고, 조회분은 550°C 회화로(MF31G, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 직접회화법으로 측정하였다. 식이섬유는 α -amylase, protease, amyloglucosidase(Megazyme Internation Ireland, Wicklow, Ireland)를 가하여 효소처리를 통해 전분, 단백질 등을 분해하고 알코올(Daejung Chemical & metals Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)로 침전시킨 후 여과한 다음 증류수, 95% 에탄올 및 아세톤 순으로 세척 및 건조 후 회분량과 단백질량을 측정하여 불용성 식이섬유 함량을 구하였다. 수용성 식이섬유는 불용성 식이섬유 측정 과정에서 얻어진 여액 및 세척액에 95% 에탄올을 가해 침전물을 형성시킨 후 여과 한 다음 증류수, 95% 에탄올 및 아세톤 순으로 세척 및 건조 후 회분량과 단백질량을 측정 후 감하여 수용성 식이섬유 함량을 측정하였다. 총 식이섬유 함량은 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유를 합산하여 그 값을 구하였다.

4. 무기질 분석

무기질 함량은 식품공전(Ministry of Food and Drug

Safety 2012b)에 따라 시료에 질산과 과산화수소를 가한 후 마이크로웨이브 분해장치(Multiwave ECO, Anton Paar, les Ulis, France)로 시료를 분해한 후 냉각한 다음 50 mL 플라스크로 옮겨 정용하였다. 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 망간, 아연은 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, JY 138 Ultrace, Jobin Yvon, Longjumeau Cedex, France)로, 몰리브덴, 셀레늄, 요오드는 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ELAN DRC-e, Perkin Elmer, Massachusetts, MA, USA)로 분석하여 함량을 구하였다.

5. 비타민 분석

베타카로틴 함량은 Kim JY 등(2013)에 따라 비누화 시킨 시료 추출물을 냉각 후 2% 염화나트륨 용액과 추출용매(Daejung Chemical & metals Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)(hexane:ethyl acetate=85:15, BHT 0.01%)로 진탕 및 혼합하여 추출하였다. 추출액층을 무수황산나트륨으로 탈수하고 질소 농축한 다음 잔류물을 클로로포름으로 용해시킨 후 HPLC(pump: SP930D, absorbance detector: UV730D, Younglin, Anyang, Korea)를 이용하여 함량을 측정하였다. 비타민 D 함량은 Ji SH 등(2015)에 따라 시료를 수산화칼륨과 피로갈롤·에탄올 용액을 이용하여 비누화시키고, 핵산(Daejung Chemical & metals Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)으로 추출 후 감압농축하여 LC-MS/MS와 6-way switching system HPLC/UVD 분석을 통하여 비타민 D 함량을 정량하였다. 비타민 E 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2013a)에 따라 시료를 수산화칼륨(60%)으로 비누화 한 후, BHT(0.01%)를 첨가한 hexane/ethyl acetate(85:15, v/v) 추출용매로 추출하였으며 이를 이동상 용매인 1.1% isopropanol이 첨가된 핵산을 이용하여 순상 HPLC(Younglin)로 분리하였으며 형광검출기(FP-2020, Jasco Corporation, Tokyo, Japan, Ex λ =290 nm, Em λ =320 nm)로 검출하였다. 비타민 K는 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2013b)에 따라 디클로로메탄과 메탄올의 혼합용매를 이용해 추출하였다. 추출액을 핵산에 다시 용해시킨 후 정제과정을 거쳐 질소로 용매를 완전히 제거한 다음 메탄올을 가해 재 용해하여 여과하고, 형광검출기(Jasco Corporation)가 장착된 역상 액체크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. 티아민과 나이아신은 Kim GP 등(2014)의 연구를 참고로 하여 동시분석을 진행하였으며 분석방법은 다음과 같다. 시료에 5 mM sodium 1-heptanesulfonate 용액을 가하여 균질화한 후 초음파추출기(Powersonic 405, Hwashin, Daegu, Korea)로 추출하여 50 mL로 정용하였다. 이 추출액은 0.45 μ m syringe filter(Acrodisc filter No. 4563, Pall, New York, NY, USA)로 여과한 후 시험용액으로 사용하였다. 이는 HPLC(Nanospace SI-2, Shiseido, Tokyo, Japan)로 정

량하였으며, 사용된 컬럼은 Imtakt UK(Unison UK-C18, Imtakt, Kyoto, Japan, 4.6 \times 150 mm, 3 μ m), 검출기는 Accela PDA detector(Accela PDA 80 Hz Detector, Shiseido, Tokyo, Japan), 파장은 270 nm를 사용하였다. 이동상으로는 0.25% 1-heptanesulfonic acid가 함유된 60% 메탄올의 혼합용액을 사용하였다. 이동상의 유속은 0.8 mL/min이었으며 컬럼온도는 40 $^{\circ}$ C로 사용하였다. 리보플라민은 AOAC(1990)의 형광광도법에 의해 시행하였다. 시료에 0.1 N 염산(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 가하고 고압멸균기(SJ-220A110, Sejong Scientific Co. Bucheon, Korea, 121 $^{\circ}$ C, 30분)를 이용하여 열처리 하였다. 위 추출액에 3% 과망간산칼륨 0.5 mL를 넣고 혼합하여 정확하게 2분 방치한 후 3% 과산화수소수 0.5 mL를 넣고 충분히 혼합하였다. 침전물이 생기면 원심분리하여 시료 및 표준용액의 형광 광도를 측정하였다(Ex 435 nm, Em 545 nm). 엽산은 DeVries JW 등(2005)에 따른 효소가 수분해법을 이용한 미생물학적 분석법에 의해 실시하였다. 시료에 증류수와 0.1 M phosphate buffer (pH 7.8, 1% ascorbic acid 첨가)를 가한 뒤 100 $^{\circ}$ C에서 15분 열처리 하여 protease, α -amylase, conjugase(Pel-freez Biologicals, Arkansas St. Rogers, AR, USA)를 각각 가한 뒤 100 mL로 정용 하였다. 추출액을 멸균한 뒤 미리 활성화시킨 *Lactobacillus casei*(spp. rhamnosus, ATCC 7469)가 접종된 배지에 넣어 그 함량을 정량하였다.

6. 지방산 함량 및 조성 분석

지방산 함량은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2012a)에 따라 약 100-200 mg의 지방을 포함하는 양을 마조니어 관에 넣고 산화방지를 위해 피로갈롤(50 mg/mL in EtoH)을 첨가한 후, 2 mL 내부표준용액을 첨가하여 혼합 하였다. 이에 8.3M 염산용액을 첨가하여 밀봉 후 70-80 $^{\circ}$ C 수욕조(BS-21, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 교반 하면서 40분 간 분해한 후 냉각한 다음 에테르(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 추출하여 트리플루오로보란(Boron Trifluoride: BF₃) 메탄올 용액으로 지방산을 메틸 에스테르화하여 가스크로마토그래피(7890GC System, Agilent, Santa clara, CA, USA)로 분석하였다. 사용된 컬럼은 SP-2560(100 \times 0.25 mm, i.d., 0.2 μ m film thickness, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)이었고, 검출기는 불꽃이온화검출기(FID, flame ionization detector), 검출기 온도 285 $^{\circ}$ C, 주입구 온도 225 $^{\circ}$ C, 주입량 1 μ L이었다. Carrier gas는 질소를 이용하였고 유량은 0.75 mL/min, Split ratio 100:1, 오븐 온도는 100 $^{\circ}$ C에서 4분간 유지하였다(3 $^{\circ}$ C/min의 비율로 240 $^{\circ}$ C까지 상승 20분간 유지).

7. 통계처리

통계분석은 PASW Statistics(ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago,

IL, USA)를 사용하였다. 분석 결과에 대해 품종과 열처리 조건의 효과를 보기위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 수행하였고, 시료 간 차이 검증을 위해 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

열처리를 달리한 품종별 마늘의 일반성분 변화를 이원분산분석한 결과(Table 1), 조지방 함량을 제외한 수분, 조단백, 조회분, 식이섬유 함량은 품종, 조리방법 및 교호작용의 영향을 받았다. 조지방은 품종에 의해서만 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 수분을 제외한 모든 일반성분 함량에서 열처리에 의한 영향보다는 품종에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 연구에서 분석된 열처리 방법에 따른 한지형 및 난지형 마늘의 일반성분의 함량은 Table 1과 같다. 열처리를 하지 않은 한지형 및 난지형 생마늘의 수분함량은 각각 64.20%, 65.34%, 조지방 함량은 0.25%, 0.36%로 나타나 난지형 마늘이 한지형 마늘의 함량보다 크게 나타난 반면, 조단백질 함량은 각각 7.88%, 7.04%, 조회분 함량은 1.51%, 0.90%, 식이섬유 함량은 4.41%, 3.26%로 나타나 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 높은 함량을 나타내어 품종에 따라서 일반성분의 함량 차이를 보였다. 이러한 함량 차이는 재배 환경 및 재배 요인에 의해 복합적으로 영향을 받는 것으로 생각된다.

한편 Lee JH & Lee HJ(2011)는 구운 마늘이 생마늘에 비하여 열처리로 인하여 수분이 감소하면서 상대적으로 조지방, 조단백 등이 농축되어 그 함량이 높게 나타났다고 하였는데 본 연구 결과에서도 구운 마늘의 수분, 식이섬유의 함량은 생마늘보다 감소하였으나 조단백질, 조지방, 조회분의 함량은 증가하여 이는 열처리 후 구운 마늘의 수분 감소로 인한 농도 증가로 보여진다.

2. 무기질 함량

열처리를 달리한 품종별 마늘의 무기질 함량을 이원분산분석한 결과(Table 2), Se를 제외한 모든 무기질은 품종, 처리방법 및 교호작용의 영향을 모두 받았으며, 미량 검출된 Fe, Mn, Zn과 Mg를 제외한 모든 무기질 함량은 처리방법보다는 품종의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 열처리를 달리한 품종별 마늘의 무기질 함량에 대한 유의성을 검증한 결과는 Table 2와 같다. 한지형 마늘은 12종의 무기질 성분이 검출되었고 난지형 마늘은 한지형 마늘에서 검출된 12종의 무기질과 함께 I가 검출되었다. 총 무기질 함량은 한지형이 941.65 mg/100 g, 난지형이 514.82 mg/100 g으로 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 54.67% 높은 무기질 함량을 나타내어 품종에 따라 큰 함량 차이를 나타내었다. Chang KM & Lee MS(1999)는 마늘의 수확시기와 생산지역에 따라 무기성분의 차이가 있다고 하였으며, Lee YK 등(2008)은 마늘의 품질특성과 토양 특성 간에 상관성이 있다는 보고로 미루어 볼 때 품종별 총 무기질 함량의 차이가 나는 것은 재배지의 토양 및 기후조건 차이에 의한 것으로 사료된다. 성분별 함량을 보면 한지형과 난지형 생마늘 모두 K의 함량이 각각 705.42 mg/100 g, 356.52 mg/100 g으로 전체 무기질 함량의 74.91%, 69.25%를 차지하여 가장 높은 함량을 나타내었고 다음으로 P, Mg, Ca 순이었으며 그 외 무기질은 5.0 mg/100 g 미만으로 미량 함유되어 있어 무기질 종류에 따라 함량의 차이가 있음을 확인 할 수 있었다. Shin JH 등(2004)과 Kim MB 등(2009)은 마늘의 무기성분을 분석 결과 K와 P의 함량이 가장 높았다고 보고하여 이는 본 연구의 무기질 조성과의 유사하였다.

한편 열처리에 의한 영향을 보면 데친 마늘의 총 무기질 함량은 품종별로 양상이 다르게 나타났는데 한지형 마늘은 함량이 유의적으로 감소한 반면 난지형 마늘은 데친 후 함량이 대체로 증가하였다. 이러한 결과를 통해 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 무기질 용출이 쉽게 일

Table 1. The proximate composition of garlic from different area

Composition (%)	NG ¹⁾			SG			F-value		
	Raw	Blanched	Microwaved	Raw	Blanched	Microwaved	Type	Cooking method	Type*Cooking method
Moisture	64.20±0.13 ^c	63.29±0.40 ^d	46.95±0.00 ^a	65.34±0.11 ^f	62.51±0.39 ^c	60.07±0.33 ^b	824.84 ^{***}	1982.02 ^{***}	773.10 ^{***}
Crude protein	7.88±0.18 ^b	9.84±0.04 ^b	11.66±0.49 ^c	7.03±0.06 ^a	7.84±0.09 ^b	8.29±0.07 ^b	151.56 ^{***}	147.38 ^{***}	54.27 ^{***}
Crude fat	0.25±0.02 ^a	0.22±0.01 ^a	0.29±0.06 ^{ab}	0.36±0.02 ^{bc}	0.38±0.03 ^c	0.36±0.01 ^{bc}	47.82 ^{***}	1.08	2.44
Crude ash	1.51±0.00 ^c	1.54±0.02 ^c	2.21±0.03 ^d	0.90±0.01 ^a	0.94±0.02 ^a	1.05±0.03 ^b	3856.59 ^{***}	458.91 ^{***}	212.22 ^{***}
Crude fiber	4.41±0.14 ^c	3.46±0.02 ^b	4.30±0.10 ^c	3.26±0.01 ^b	2.20±0.02 ^a	2.17±0.09 ^a	818.67 ^{***}	121.46 ^{***}	34.35 ^{***}

¹⁾ NG: Northern type garlic; SG: Southern type garlic.

^{a-c} Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$ (Duncan's multiple range test).

^{***} $p < 0.001$.

Table 2. The mineral contents of garlic from different area

Composition	NG ¹⁾			SG			F-value		
	Raw	Blanched	Microwaved	Raw	Blanched	Microwaved	Type	Cooking method	Type* Cooking method
Ca (mg/100 g)	16.22±0.62 ^b	17.30±0.29 ^c	23.85±0.57 ^d	7.82±0.32 ^a	7.80±0.06 ^a	7.98±0.21 ^a	2433.35 ^{***}	114.35 ^{***}	103.78 ^{***}
P (mg/100 g)	188.22±0.80 ^d	193.52±1.36 ^d	194.46±2.79 ^c	123.81±4.64 ^a	136.61±0.23 ^b	162.87±1.68 ^c	3690.83 ^{***}	1085.18 ^{***}	292.77 ^{***}
Fe (mg/100 g)	0.73±0.08 ^a	0.67±0.00 ^a	1.03±0.09 ^c	0.82±0.02 ^b	0.85±0.01 ^b	1.56±0.01 ^d	191.08 ^{***}	338.74 ^{***}	52.37 ^{***}
Na (mg/100 g)	5.09±0.04 ^d	4.72±0.00 ^c	6.72±0.10 ^e	1.72±0.15 ^b	1.40±0.02 ^a	1.79±0.07 ^b	6830.45 ^{***}	231.04 ^{***}	126.56 ^{***}
K (mg/100 g)	705.42±30.87 ^c	639.67±33.93 ^b	965.71±32.99 ^d	356.52±2.14 ^a	367.30±4.30 ^a	415.19±17.40 ^a	780.62 ^{***}	69.53 ^{***}	35.21 ^{***}
Mg (mg/100 g)	25.02±0.07 ^b	24.75±0.04 ^b	38.20±0.64 ^d	23.16±0.46 ^a	23.63±0.39 ^a	26.78±0.58 ^c	372.81 ^{***}	501.67 ^{***}	178.04 ^{***}
Mn (mg/100 g)	0.23±0.00 ^a	0.23±0.00 ^a	0.35±0.01 ^d	0.27±0.00 ^b	0.28±0.00 ^b	0.30±0.01 ^c	18.63 ^{**}	235.93 ^{***}	108.91 ^{***}
Zn (mg/100 g)	0.66±0.02 ^a	0.64±0.01 ^a	1.62±0.04 ^d	0.66±0.00 ^a	0.77±0.02 ^c	0.72±0.01 ^b	544.46	881.06 ^{***}	880.74 ^{***}
Cu (mg/100 g)	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.06±0.00 ^d	0.03±0.00 ^a	0.05±0.00 ^c	0.04±0.00 ^b	26.18 ^{***}	127.27 ^{***}	115.09 ^{***}
Mo (µg/100 g)	18.19±0.23 ^d	18.39±0.08 ^d	28.22±0.30 ^e	3.40±0.06 ^a	4.59±0.31 ^b	10.04±0.29 ^c	18718.05	2197.13 ^{***}	135.51 ^{***}
Se (µg/100 g)	2.62±0.20 ^{ab}	2.56±0.06 ^a	3.19±0.25 ^{ab}	4.31±0.44 ^c	3.24±0.18 ^b	3.20±0.04 ^{ab}	29.32 ^{**}	4.86	10.96 [*]
I (µg/100 g)	0.00±0.00 ^a	0.000±0.00 ^a	0.000±0.00 ^a	2.23±0.32 ^d	0.98±0.18 ^b	1.10±0.05 ^c	271.65 ^{***}	20.96 ^{**}	20.96 ^{**}
Total (mg/100 g)	941.65±29.62	881.56±34.96	1332.02±35.99	514.82±3.41	538.68±4.58	617.25±18.22	1172.18 ^{***}	139.37 ^{***}	60.71 ^{***}

¹⁾ NG: Northern type garlic; SG: Southern type garlic.

^{a-c} Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$ (Duncan's multiple range test).

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

어나는 것으로 보여진다. 구운 마늘은 한지형의 경우에 검출된 모든 무기질에서 생마늘보다 구운 마늘의 무기질 함량이 높게 나타났으며 난지형의 경우도 Se과 I를 제외한 모든 무기질에서 생마늘보다 함량이 높게 나타났다. 이는 다른 영양성분과 마찬가지로 조리과정에서 지방함량 증가 및 수분함량 감소에 의한 조리 후 중량 감소로 인해 농도 증가를 보이는 것으로 생각된다.

3. 비타민 함량

지용성 비타민인 A, D, E, K의 함량을 분석한 결과 비타민 E만 검출되었기 때문에 열처리에 따른 품종별 마늘

의 이원분산분석은 비타민 E만 실시하였다. 그 함량은 품종, 처리방법 및 교호작용 모두 영향을 받았으며 교호작용에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다(Table 3). 생시료를 기준으로 한지형 및 난지형의 비타민 E 함량은 각각 0.21 mg/100 g, 0.20 mg/100 g으로 나타나 품종별 유의적인 함량 차이는 나타나지 않았다(Table 3). Lee JJ & Lee HJ(2011)는 구운 마늘 분말의 비타민 A, E의 함량이 각각 0.064 mg/100 g, 0.037 mg/100 g으로 모두 미량 검출되었다고 보고하여 본 연구결과와는 차이를 보였다.

마늘은 비타민 B군이 풍부한 음식으로 알려져 있으나

Table 3. The vitamin contents of garlic from different area

Composition (mg/100 g)	NG ¹⁾			SG			F-value		
	Raw	Blanched	Microwaved	Raw	Blanched	Microwaved	Type	Cooking method	Type* Cooking method
Vitamin E (total tocopherol)	0.21±0.00 ^c	0.16±0.01 ^b	0.20±0.10 ^c	0.20±0.02 ^c	0.32±0.02 ^d	0.13±0.01 ^a	18.00 ^{**}	39.79 ^{***}	102.16 ^{***}
Vitamin B ₁ (thiamine)	0.17±0.01 ^{bc}	0.17±0.00 ^b	0.18±0.00 ^c	0.12±0.00 ^a	0.13±0.00 ^a	0.12±0.00 ^a	243.60 ^{***}	1.98	5.04
Vitamin B ₂ (riboflavin)	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.06±0.01 ^a	0.28±0.00 ^b	0.60±0.02 ^c	0.61±0.01 ^c	8461.38 ^{***}	552.18 ^{***}	494.65 ^{***}
Vitamin B ₃ (niacin)	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.09±0.00 ^b	0.13±0.01 ^d	0.09±0.00 ^b	0.11±0.00 ^c	497.15 ^{***}	55.56 ^{***}	71.78 ^{***}
Vitamin B ₉ (folate)	0.06±0.00 ^a	0.07±0.00 ^b	0.10±0.00 ^c	0.13±0.01 ^d	0.12±0.01 ^d	0.21±0.00 ^c	486.70 ^{***}	144.44 ^{***}	40.66 ^{***}

¹⁾ NG: Northern type garlic; SG: Southern type garlic.

^{a-c} Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$ (Duncan's multiple range test).

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

(Gorinstein S 등 2007), 마늘의 비타민 B군에 대한 국내 분석정보는 부족한 실정이다. 열처리에 따른 품종별 마늘의 비타민 B군을 이원분산분석한 결과 티아민은 품종에 영향을 받고 열처리 방법에 따른 영향을 보이지 않았으나, 리보플라빈, 나이아신, 엽산은 품종, 열처리 및 교호작용에 영향을 받았다. 특히 비타민 B군은 열처리보다는 품종의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 품종별 마늘의 비타민 B군인 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산 함량의 유의성 검증 결과(Table 3), 한지형 및 난지형 생마늘에서 모두 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산이 각각 미량 검출되었고, 난지형이 한지형보다 이들 비타민 B군의 함량이 높게 나타나 한지형이 난지형보다 함량이 높게 나타난 무기성분, 지방산과는 다른 양상을 나타내었다. 국내연구에서는 마늘에 대한 비타민 B군 분석자료가 부족한 실정이어서 마늘에 대한 분석 결과를 비교할 수 없었으나, 미국 USDA의 영양성분 데이터베이스에는 마늘의 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산 함량이 각각 0.2 mg/100 g, 0.11 mg/100 g, 0.7 mg/100 g, 3 µg/100 g으로 나타났다(United States Department of Agriculture 2015). 위와 같은 함량 차이는 마늘의 재배 조건, 품종 등에 대한 차이에서 비롯된 것으로 생각된다.

한편, 열처리에 의한 영향을 보면 굽는 것이 데치는 것보다 비타민 B군의 함량이 높게 나타났으며, 특히 굽기

의 경우에는 난지형 마늘의 나이아신을 제외하고 품종별 티아민, 리보플라빈, 엽산의 함량이 생마늘보다 높게 나타나 열처리에 의한 비타민 B의 손실이 거의 일어나지 않은 것을 알 수 있었다.

4. 지방산 함량

열처리를 달리한 품종별 마늘의 지방산 함량을 이원분산 분석한 결과(Table 4), 포화지방산 함량은 품종의 영향을 받았으나 조리방법의 영향은 받지 않은 것으로 나타났다. 한편 단일불포화지방산과 다가불포화지방산은 품종, 조리방법 및 교호작용의 영향을 모두 받는 것으로 나타났다. 품종별 마늘의 지방산 함량의 유의성을 검증한 결과는 Table 4와 같다. 한지형과 난지형 생마늘 모두 다가불포화지방산이 총 지방산 중 각각 52.48%, 49.12% 비율로 가장 높게 나타났으며 단일불포화지방산은 9.75%, 9.50%로 가장 낮은 비율을 보였고 포화지방산은 총 지방산 중에서 37.77%, 41.38%로 두 번째로 높은 함유 비율을 보였다. 각 지방산 조성은 난지형과 한지형마늘 모두 linolenic acid, palmitic acid 및 oleic acid 순으로 높게 나타났으며 이들 주요 지방산은 전체 지방산의 약 90-97%를 차지하였다. 특히 필수지방산인 linoleic acid의 함량이 각각 41.48, 93.65 mg/100 g으로 지방산 함량이 가장 높았다. Yang KY & Shin HS(1982)는 육쪽 및 여리쪽 마늘의 지방산 조성

Table 4. The fatty acid contents of garlic from different area

Composition (mg/100 g)	NG ¹⁾			SG			Type	F-value	
	Raw	Blanched	Microwaved	Raw	Blanched	Microwaved		Cooking method	Type* Cooking method
Myristic acid	4.54±0.13 ^c	2.24±0.16 ^b	2.43±0.20 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	2079.60 ^{***}	120.39 ^{***}	120.39 ^{***}
Palmitic acid	62.87±1.93 ^c	34.89±0.18 ^b	68.91±3.78 ^d	32.82±2.05 ^a	31.42±0.59 ^a	42.58±0.495 ^b	1987.43 ^{***}	2.99	426.10 ^{***}
Stearic acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.30±0.41 ^d	0.98±0.03 ^b	1.72±0.26 ^c	16804.90 ^{***}	356.93 ^{***}	356.93 ^{***}
Behenic acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.25±0.11 ^c	1.06±0.03 ^b	1.63±0.13 ^d	3686.22 ^{***}	3686.22 ^{***}	3686.22 ^{***}
Lignoceric acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.87±0.03 ^a	1.67±0.07 ^b	2.30±0.25 ^c	1052.15 ^{***}	1052.15 ^{***}	1052.15 ^{***}
SPA ²⁾	67.41±2.06 ^c	37.13±0.02 ^b	71.34±3.58 ^c	37.55±2.15 ^a	35.13±0.52 ^b	48.04±0.61 ^a	2184.48 ^{***}	1.48	500.83 ^{***}
Oleic acid	17.40±0.80 ^c	13.39±0.37 ^c	27.81±0.71 ^f	8.16±0.66 ^a	11.56±0.03 ^b	15.31±0.49 ^d	568.41 ^{***}	326.77 ^{***}	91.58 ^{***}
Octadecenoic acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.46±0.02 ^b	1.04±0.05 ^c	1.49±0.15 ^d	677.78 ^{***}	60.24 ^{***}	60.24 ^{***}
MUFA	17.40±0.80 ^c	13.39±0.37 ^b	27.81±0.71 ^d	8.62±0.68 ^a	12.60±0.02 ^b	16.80±0.64 ^c	392.83 ^{***}	321.15 ^{***}	80.18 ^{***}
Linoleic acid	93.65±0.12 ^c	82.49±0.45 ^{bc}	160.29±10.59 ^d	41.48±0.23 ^a	70.03±0.52 ^b	93.75±7.30 ^c	207.32 ^{***}	149.11 ^{***}	28.36 ^{***}
α-Linolenic acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.67±0.03 ^b	3.29±0.14 ^c	4.30±0.30 ^d	1583.71 ^{***}	97.30 ^{***}	97.30 ^{***}
Arachidonic acid	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.42±0.03 ^a	1.49±0.05 ^b	1.94±0.20 ^c	1083.37 ^{***}	11.14 [*]	11.14 [*]
PUFA	93.65±0.11 ^{bc}	82.49±0.45 ^{bc}	160.29±10.59 ^d	44.57±0.24 ^a	74.81±0.71 ^b	99.99±7.80 ^c	84.60 ^{***}	86.59 ^{***}	21.05 ^{**}

¹⁾ NG: Northern type garlic; SG: Southern type garlic.

²⁾ SPA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid.

^{a-f} Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$ (Duncan's multiple range test).

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

은 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid 가 주요 지방산으로 전체 지방산의 약 93-97%이었으며, linoleic acid 함량이 가장 높았다고 보고하여 이는 본 연구의 품종별 지방산 조성과의 대체로 유사하였다. 한편, Wolf RB 등(1982)과 Tsukamoto C 등(1995)에 따르면 지방산의 함량과 조성은 재배환경의 영향을 받는다고 하였는데 본 연구결과에서도 품종별 전체 지방산 함량 차이를 보면 포화지방산과 불포화지방산 모두 한지형이 난지형보다 유의적으로 높게 나타나 품종별 재배환경 요인이 지방산 조성에 유의성 있는 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

지방산의 열처리 방법에 의한 영향을 보면 무기질의 결과와 비슷한 경향을 나타내었는데 데친 마늘의 경우에는 한지형 마늘은 데친 후 지방산 함량이 감소한 반면 난지형 마늘은 증가하였다. 이는 무기질과 같이 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 지방산 용출이 쉬워 품종별 무기질 함량에 미치는 영향의 차이를 보인 것으로 생각된다. 또한 구운 마늘의 경우 한지형 난지형 마늘 모두 생마늘보다 함량이 높게 나타나 굽는 것이 데치는 것보다 마늘의 지방산을 이용하는 데 더 바람직한 방법이라고 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 열처리 과정에 의한 한지형 및 난지형 마늘의 영양성분 함량 변화를 측정하였다. 이원분산분석 결과 마늘의 영양성분 함량은 품종, 열처리방법 및 교호작용 모두 영향을 받았으며, 특히 열처리방법 보다 품종에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 품종에 의한 영향을 보면, 생마늘의 수분 및 조지방 함량은 난지형 마늘이 한지형 마늘보다 크게 나타난 반면, 조단백질, 조회분 및 식이섬유 함량은 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 높게 나타났다. 총무기질 함량은 난지형 및 한지형 마늘 모두 K, P, Mg, Ca가 주성분을 이루었으며 이 중 K가 각각 705.42, 356.52 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어있었다. 총 지방산 함량은 두 품종 모두 불포화지방산의 함량이 가장 높았으며 그 중 linoleic acid가 전체 구성 지방산 중 가장 높은 함량을 나타내었다. 종합적으로 볼 때 한지형 마늘이 난지형 마늘보다 무기질과 지방산 함량은 높았으나 비타민 B군의 함량은 난지형 마늘이 한지형 마늘보다 높게 나타나 품종별로 함유하는 영양성분 구성 비율에는 차이가 있었다. 한편, 열처리에 의한 영향을 보면 한지형 및 난지형 마늘 모두 데치기, 굽기와 같은 열처리에 의해 식이섬유를 제외한 다른 일반성분들의 함량은 유의적으로 증가하였다. 무기질 및 지방산 함량은 한지형 마늘은 데친 후 감소하였고 난지형 마늘은 증가하여 품종별로 다른 양상이 나타났으나 구운 마늘은 두 품종 모두 그 함량이 증가하였다. 이상의 결과 마늘의 영양성분 함량은

조리방법 간의 차이보다 품종 간의 차이에서 더 큰 차이를 보였으며 데치는 것보다 굽는 것이 영양소 손실이 적게 일어났다. 이러한 결과는 영양학적 측면을 고려하여 마늘을 섭취 시 섭취형태를 결정하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 산지를 대표하는 품종을 보다 다양화하여 비교 분석한 추가적인 연구가 필요하다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ01084901)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 788.
- Chang KM, Lee MS. 1999. A study on mineral contents of the underground vegetables produced in Korea harvested in different times. Korean J Soc Food Sci 15(5):545-549.
- 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(3):540-543.
- Cortés CF, de Santa Olalla FM, Urera RL. 2003. Production of garlic (*Allium sativum* L.) under controlled deficit irrigation in semi-arid climate. Agric Water Manag 59(2):155-167.
- DeVries JW, Rader JL, Keagy PM, Hudson CA. 2005. Microbiological assay-trienzyme procedure for total folates in cereals and cereal foods: Collaborative study. J AOAC Int 88(1):5-15.
- Gorinstein S, Jastrzebski Z, Namiesnik J, Leontowicz H, Leontowicz M, Trakhtenberg S. 2007. The atherosclerotic heart disease and protecting properties of garlic: Contemporary data. Mol Nutr Food Res 51(11):1365-1381.
- Ji SH, Jang MY, Choi JY, Choi YM, Kim YG. 2015. A study on contents of vitamin D in agricultural products and foods. Food J Food Nutr 28(1):143-152.
- Kim GP, Lee J, Ahn KG, Hwang YS, Choi Y, Chun J, Chang WS, Choung MG. 2014. Differential responses of B vitamins in black soybean seeds. Food Chem 153:101-108.
- Kim JY, Park SR, Shin JA, Chun JY, Lee JS, Yeon JY, Lee WY, Lee KT. 2013. β -Carotene and retinol contents in *Bap*, *Guk*

- (Tang) and Jjigae of eat-out Koreans foods. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(12):1958-1965.
- Kim MB, Oh YJ, Lim SB. 2009. Physicochemical characteristics of garlic from Daejeong Jeju and major cultivation areas in Korea. Korean J Culin Res 15(1):59-66.
- Kim YD, Seo JS, Kim KJ, Kim KM, Hur CK, Cho IK. 2005. Component analysis by different heat treatments of garlic (*Allium sativum* L.). Korean J Food Preserv 12(2):161-165.
- Koch HP, Lawson LD. 1996. Garlic: The science and therapeutic application of *Allium sativum* L. and related species. 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA. pp 1-223.
- 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(3):331-336.
- Lee JJ, Lee HJ. 2011. Physicochemical composition of baked garlic. Korean J Food Preserv 18(4):575-583.
- Lee YK, Sin HM, Woo KS, Hwang IG, Kang TS, Jeong HS. 2008. Relationship between functional quality of garlic and soil composition. Korean J Food Sci Technol 40(1):31-35.
- Hwang JM, Lee BY. 1990. The effect of temperature and humidity conditions on rooting and sprouting of garlic. J Kor Soc Hort Sci 31(1):15-21.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2015. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs statistics. MAFRA, Sejong, Korea. p 311.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2012a. Korean food standards codex. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea. pp 40-49.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2012b. Korean food standards codex. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea. pp 55-63.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2013a. Korean food standards codex. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea. pp 95-99.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2013b. Korean food standards codex. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea. pp 102-107.
- Nishimura H, Wijaya CH, Mizutani J. 1988. Volatile flavor components and antithrombotic agent: Vinylthiols from *Allium victorialis* L. J Agric Food Chem 36(3):563-566.
- 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(5):870-874.
- Sheo HJ. 1999. Effects of garlic on the blood lipids and other serum components in rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(6):1339-1348.
- Shin DB, Seog HM, Kim JH, Lee YC. 1999. Flavor composition of garlic from different area. Korean J Food Sci Technol 31(2):293-300.
- 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 Sci Nutr 17(3):237-245.
- Shin JH, Lee SJ, Jung WJ, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on collected from the different regions. J Agric Life Sci 45(2):103-114.
- Tsukamoto C, Shimada S, Igita K, Kudou S, Kokubun M, Okubo K, Kitamura K. 1995. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different Temperatures during Seed Development. J Agric Food Chem 43(5):1184-1192.
- United States Department of Agriculture. 2015. USDA national nutrient database for standard reference, release 28 nutrient lists. Available from: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/index>. Accessed April 8, 2016.
- Wolf RB, Cavins JF, Kleiman R, Black LT. 1982. Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids. J Am Oil Chem Soc 59(5):230-232.
- Yang KY, Shin HS. 1982. Lipids and fatty acid composition of garlic (*Allium sativum* Linnaeus). Korean J Food Sci Technol 14(4):388-393.

Received on Apr.28, 2016/ Revised on May26, 2016/ Accepted on Jun.8, 2016