Korean J Food Preserv
18(4), 575-583 (2011)

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Physicochemical Composition of Baked Garlic

Jae-Joon Lee[1] and Hyun-Joo Lee[2]
[1]*Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea*
[2]*Department of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Ansung 56-749, Korea*

구운 마늘의 이화학적 성분

이재준[1] · 이현주[2]
[1]조선대학교 식품영양학과
[2]한경대학교 영양조리과학과

Abstract

This study was conducted to investigate the major chemical components of dried baked garlic powder. The proximate compositions of baked garlic powder as a dry-matter basis were 5.30% moisture, 36.89% crude protein, 12.60% crude fat, 4.36% crude ash, 2.88% dietary fiber, and 37.97% carbohydrate, respectively. The major free sugars were identified as fructose and galactose. In the analysis of the total amino acids, 18 kinds of components were isolated from baked garlic powder. The essential amino acid contained in baked garlic powder accounted for 36.60% of total amino acids, while the non-essential amino acids accounted for 63.40%. The major unsaturated fatty acids of total lipids were linoleic acid. The ratio of polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids (P/S ratio) was 5.77. Oxalic acid was the major organic acids. The contents of vitamin A, C, and E were 0.064, 1.452, and 0.037 mg%, respectively. The mineral contents of baked garlic powder were greater, in order of K>Mg>Ca>Na>Zn>Fe. The total polyphenol, flavonoids and thiosulfates contents of baked-garlic ethanol extract were 2.85±0.05 mg/100 g, 0.97±0.04 mg/100 g and 0.61±0.02 OD/g, respectively.

Key words : baked garlic, proximate composition, essential fatty acid, total thiosulfates

서 론

최근 생활수준의 향상으로 인한 삶의 질적 향상과 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강보조식품의 소비와 기능성 식품에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 여러 기능성물질들의 생리활성 및 영양학적 가치가 알려지면서 소비자들은 식품의 색, 맛, 향기와 같은 관능적 특성뿐만 아니라 식품의 기능성을 중요시하는 경향으로 바뀌고 있다(1). 이러한 시대의 변화에 따라 예전에는 향신료 및 강장식품으로 애용되어 왔던 마늘은 독특한 맛과 향기성분 뿐만 아니라 각종 생리활성 물질들이 다량 함유되고 있어, 현재 건강보조식품 및 의약품의 소재로도 광범위하게 활용되고 있다(2).

이처럼 건강식품으로 인정되고 있는 마늘(*Allium sativum* L.)은 파, 양파, 부추, 달래 등과 함께 백합과(*Lilliaceae*) 파속(*Allium*)에 속하는 다년생 초본으로, 원산지는 중앙아시아이며 중국을 거쳐 우리나라에 전래되어 현재까지 대표적인 향신료로 널리 이용되고 있다(3). 품종은 내륙 및 고위도 지방의 추운 곳에서 주로 재배하는 한지형(의성, 서산, 삼척 단양 등)과 남해안 지방에서 주로 재배하는 난지형(제주, 남해, 함평, 무안, 신안 등)으로 나뉘며, 한지형 마늘은 육쪽마늘로서 조직이 단단하고 저장성이 좋으며 매운 맛도 강한 반면, 난지형 마늘은 여러 쪽 마늘로서 저장성이 낮지만 단위면적당 수확량이 많은 것으로 알려져 있다(4).

마늘의 주성분은 diallyl disulfide 23~39%, propylally disulfide 13~19%, 정유 성분 0.5% 등이고, 마늘은 다른 과채류와 비교하면 수분 함량은 비교적 낮은 62~68%이며, Ca, P, Fe, K 등의 무기질과 비타민인 niacin, thiamin, riboflavin, 비타민 A, 비타민 C가 풍부하다(5). 마늘의 주요 생리활성 물질인 유기황화합물은 마늘의 독특한 향을 제공하고 이들의 99.5%는 황함유아미노산인 cystein을 함유하

†Corresponding author. E-mail : hjlee@hknu.ac.kr
Phone : 82-31-670-5183, Fax : 82-31-670-5187

고 있으며, 그 함량은 1.1~3.5% 정도로 양파, 살구, 브로콜리의 약 4배에 이른다(6,7). 이러한 황화합물에 기인하는 마늘의 다양한 기능성으로는 항균, 항암, 항바이러스, 항산화, 면역증강, 혈압강하작용, 혈액응고 억제, 콜레스테롤 저하효과 등이 알려져 있다(8).

그러나 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있고, 생리활성이 높은 마늘은 특유의 맛과 냄새로 인하여 섭취에 대한 어려움과 다량 섭취 시 기관지 수축, 구토, 설사, 저혈당 및 접촉피부염 등의 부작용을 일으킬 수도 있어 생마늘은 사용에 다소 제한적이다(9). 이러한 마늘 특유의 냄새를 유발시키는 alliinase는 기질, 온도, pH 등에 영향을 받으며, 특히 pH 4~8 또는 37℃의 조건에서 가장 높은 활성을 나타낸다(10). 따라서 마늘의 냄새 제거를 위한 가장 전통적이고 일반적인 방법은 열처리법으로, 마늘을 굽게 되면 당질, 단백질 및 지질이 allicin을 감싸서 냄새를 감소시키는 역할을 하게 되어 마늘의 풍미가 달콤해지고 자극적인 냄새가 부드러워지며, 마늘에 함유되어 있는 고유의 효능은 유지시킬 수 있게 된다(11). 이에 따라 생마늘의 단점을 보완하기 위하여 이러한 변화를 긍정적으로 이용한 것이 구운 마늘과 흑마늘이다.

마늘은 일반적으로 생마늘로 조리에 이용되거나, 산절임, paste, 분말 또는 과립형으로 가공되어 식품의 중간소재로 이용되며 식품가공을 위한 첨가 보조제 등으로 이용되고 있다(12). 또한 최근 생리활성을 가지는 기능성 식품에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데 다양한 마늘 제제가 건강보조식품 시장을 넓혀가고 있다. 흑마늘의 경우 그 제조법이 최근 알려지기 시작하면서 엑기스, 음료, 사탕, 아이스크림, 젤리 등 다양한 가공품으로 활용되고 있으며, 구운 마늘의 경우도 환이나 분말 및 가공품의 첨가 부재료 등으로 널리 이용되고 있다. 흑마늘은 다양한 2차 가공제품 개발을 위한 연구 및 생리활성 연구(13-16)가 꾸준히 진행되어 오고 있으나, 구운 마늘의 경우 그 품질특성이나 기능성에 관한 과학적 연구는 거의 이루어지지 않아 아직까지 구운 마늘에 대한 연구는 전무한 실정이다. 또한 보다 다양한 마늘의 가공품의 개발을 위해서는 많은 가공조건들에서 마늘의 변화에 대한 연구 자료가 필요하다.

이에 본 연구에서는 구운 마늘의 영양성분 및 생리활성 성분 분석을 통하여 구운 마늘의 영양 가치를 평가함으로써 구운 마늘의 다양한 기능성 식품소재로 활용할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 구운 마늘은 2008년 12월 의성농산영농조합법인으로부터 구입하여 동결 건조하고 분쇄하여 분말로 제조한 후 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다. 각 실험항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 방법(17)에 준하여 실시하였는데, 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 식이섬유소는 효소중량법(Enzymatic-Gravimetric method)에 의하여 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 식이섬유소량을 제외한 값으로 나타내었다.

구성당 분석

구성당 분석은 Gancedo 방법(18)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mentle에서 75℃로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 ion chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Carbo Pac^{TM}-PA10 analytical (4 × 250 mm)과 용출용매 Ca-EDTA (500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 column에 20 μL씩 주입하였다. 이때의 column 온도는 90℃를 유지하였다. 용출 용매는 0.5 mL/min로 흘려보냈으며, 검출은 reactive index detector를 이용하였다.

아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 분해관에 건조된 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 취하여 탈기하고 121℃에서 24시간 가수분해한 다음 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하여 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10 mL로 정용하였다(19). 용액 1 mL를 취하고 membrane filter (0.2 μm)로 여과한 다음 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였으며, column은 Ultrapace Ⅱcation exchange resin column (11±2 μm, 220 mm)을 사용하였고, 0.2 N Na-citrate buffer 용액(pH 3.20, 4.25 및 10.00)의 flow rate는 40 mL/hr, ninhydrin 용액의 flow rate는 25 mL/hr, column 온도는 46℃, 반응 온도는 88℃로 하였고, analysis time은 44 min으로 하였다.

지방산 분석

지방산 분석은 Wungaarden의 방법(20)에 따라 시료 2 g을 ether로 추출·여과하여 감압농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1 N KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 후 14%

BF_3-Methanol 5 mL를 가한다. 냉각기를 부착하여 80℃에서 5분간 가열하여 methylester화하여, 이 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 가하고, 다시 hexane 1 mL를 가하여 흔들어 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였고 상층을 분취하여 무수 Na_2SO_4를 넣어 수분을 제거하고 chromatography (GC-10A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 기기 분석조건은 column은 SP™-2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)을 사용하였고, column 온도는 170℃에서 5분간 유지한 후 250℃까지 4℃/min로 승온하였다. Injection 및 detector 온도는 270℃로 하였고, N_2 flow rate는 0.6 mL/min (split ratio = 80:1)으로 하여 분석하였다.

유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(21)에 따라 마쇄한 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 증류수로 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 검출기는 Photodiode array detector (M990, Waters, MA, USA), column은 Supelcogeltm C-610H column (300 × 3.9 mm, 4 μm)을 이용하여 실시하였다. 이 외의 분석조건으로는 wavelength는 200-300 nm (main 210 nm), flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 15 μL, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 각각 사용하였다.

비타민 분석

비타민 A, C 및 E 분석은 식품공전법의 시험방법을 기준으로 수행하였다(22). 시료 0.5 g, 아스코르빈산 0.1 g 및 에탄올 5 mL를 취하여 80℃에서 10분간 가열한 후 50% KOH 용액 0.25 mL을 첨가하고, 같은 온도에서 20분간 가열한 후 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,150 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상징액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 원심분리하여 상징액을 분리한 다음 증류수를 가해 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 전 용액을 합하여 무수 Na_2SO_4로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 3 mL까지 감압·농축한 후 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석조건으로 column은 shim-pack GLC-ODS (M) (250×4 mm)을 사용하였고, 비타민 A와 비타민 E 분석을 위한 detector는 SPD-10A (UV-VIS detector 254 nm)와 RF-10A (Spectrofluorometric detector)를 각각 사용하였다. 비타민 C 함량은 각 추출물을 0.2 μm membrane filter로 여과하여 HPLC (Young-Rin Associates, Seoul, Korea)로 분석하였으며, 분석조건으로 column은 μBondapak C_{18} (3.9×300 mm, 10 μm)을 사용하였고, 유속은 solvent 30 mL/hr, ningydrin 20 mL/hr이고, 압력은 solvent 55 bar, ninhydrin 12 bar이었다.

무기질 분석

무기질 분석은 AOAC 방법(23)에 따라 0.5 g, 20% HNO_3 10 mL 및 60% $HClO_4$ 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후 0.5 M HNO_3으로 50 mL로 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합 후 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고 0.5 M HNO_3을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 다음과 같다. Acetylene flow rate는 2.0 L/min, air flow rate는 13.5 L/min의 조건으로 Ca (422.7 nm), K (766.5 nm), Zn (213.9 nm), Mg (285.2 nm), Mn (279.5 nm), Na (589.0 nm), Fe (248.3 nm), Cu (324.8 nm)를 분석 정량하였다.

시료추출

건조된 구운 마늘 100 g당 80% ethanol 1,500 mL을 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 65℃의 heating mantle에서 3시간씩 3회 추출한 다음 Whatman filter paper (No 2)로 여과하였으며, 여액을 40℃ 수욕상에서 rotary vacuum evaporator로 용매를 제거하고 감압·농축한 후 시료의 산화를 방지하기 위해 -70℃에 냉동 보관하였다.

총 polyphenol 및 flavonoid 함량

총 polyphenol 함량은 Folin-Denis 방법(24)에 따라 test tube에 시료 1 mL과 Folin reagent 2 mL을 넣은 후 실온에서 3분간 정치한 다음 10% Na_2CO_3 2 mL을 첨가하였다. 이를 혼합한 후 30℃에서 40분간 정치하였으며, UV-visible spectrophotometer (UV-1601PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 tannic acid를 이용하여 최종농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 작성하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료중의 폴리페놀 함량을 구했다.

총 flavonoid 함량은 Chae 등의 방법(25)에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 diethylene glycol 2 mL을 첨가한 후 1N NaOH 20 μL을 넣고 37℃ water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer (UV-1601PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료중의 flavonoid 함량을 구하였다.

총 thiosulfate 함량

Alliin의 분해 생성물인 thiosulfate는 Freeman과 McBreen의 방법(26)에 따라 각 시료 분쇄물 1 g에 3배의 냉각수를 가하여 마쇄·추출·여과하였다. 이 여액 2 mL에 2배의 hexane을 가하여 2분간 진탕 추출한 다음 hexane층을 취하

여 254 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 g당 흡광도 값으로 표시하였다.

통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 얻은 결과로 결과는 실험군당 평균으로 나타내었고, SPSS 통계 package를 이용하여 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test에 의하여 각 실험군의 평균치간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

구운 마늘의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 일반성분은 건물량 기준(dry matter basis)으로 수분 5.30%, 조단백질 36.89%, 조지방 12.60%, 조회분 4.36%, 식이섬유소 2.88% 및 탄수화물 37.97%였다. 열처리를 하지 않은 생마늘과 일반성분 함량을 비교해보면 Jeong 등(27)의 동결건조 한 마늘 분말의 일반성분은 수분 4.72%, 조단백질 19.46%, 조지방 1.21%, 조회분 3.78%, 조섬유 2.38% 및 가용성 무질소물 68.45%로 보고하였고, Lee 등(28)은 풋마늘 분말의 일반성분을 분석한 결과 수분 6.99%, 조단백질 7.62% 조지방 1.84%, 조회분 6.60%, 조섬유 9.88% 및 탄수화물 76.95%였다고 보고하였다. 본 연구의 일반성분 함량은 상기의 연구결과와 모든 항목에서 큰 차이를 보이는데, 특히 구운 마늘은 생마늘에 비하여 조단백질과 조지방 함량이 높은 것으로 나타났다. 이러한 일반성분 함량의 차이는 마늘의 품종, 산지, 생육환경 등에 의한 차이도 다소 있겠지만 마늘의 열처리로 인하여 수분 함량이 감소되면서 상대적으로 조지방이나 조단백질 등이 농축되는 결과를 나타내어 구운 마늘과 생마늘의 일반성분 함량의 큰 차이를 보인 것으로 사료된다. 구운 마늘과 같이 열처리를 한 흑마늘 분말(29)의 일반성분은 수분 9.11%, 조단백질 7.12%, 조지방 0.02%, 조회분 1.82%, 탄수화물 81.94%로 보고되어 본 연구의 구운 마늘 분말이 흑마늘 분말에 비하여 조단백질과 조지방 함량이 높은 것으로 나타났으며, Choi 등(13)은 생마늘, 찐마늘 및 흑마늘의 일반성분을 분석한 결과 조지방, 조단백질이 흑마늘, 찐마늘, 생마늘의 순으로 높았다고 보고하였다. 또한 마늘과 같은 파속의 양파의 경우 열풍건조 황색양파 분말과 자색 양파 분말의 수분 함량은 각각 11.59%와 9.78%, 조단백질은 각각 6.39%와 5.10%, 조지방은 각각 0.67%와 0.72%, 조회분은 각각 3.83%와 3.14% 함유하는 것으로 보고(30)되어 본 연구의 구운 마늘 분말이 열풍건조한 양파 분말에 비하여 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량이 더 높은 것으로 나타났다.

유리당 함량

구운 마늘 분말의 유리당 함량은 Table 2와 같다. Fructose 152.45 mg/100 g, glucose 110.06 mg/100 g, galactose 61.59 mg/100 g 및 sucrose 14.68 mg/100 g 총 4종의 유리당이 검출되었다. Shin 등(4)은 의성, 서산, 남해 및 함평 마늘의 유리당을 분석한 결과 총 6종의 유리당이 검출되어 sucrose 함량이 50~60%를 차지하였고, 단당류인 glucose와 fructose는 7% 미만이었으며, fuctooligosaccharide인 1-ketose, 1-nystose 및 1-f-fuctosyl nystose는 30~44% 정도 함유되어 있다고 보고하여 본 연구결과와 차이를 보였다. 마늘은 당의 주요 저장형태가 과당의 중합체인 fructan의 형태로 존재로 하고, 다른 식물에 비하여 fuctooligosaccharide 함량이 많은 것으로 알려져 있으며, Hong 등(31)의 연구에서는 동일 품종의 마늘을 여러 지역에서 재배하여 fructan 함량이 차이를 보였다고 하여 동일 품종이라도 재배지역의 토양조건이나 기후 등이 유리당의 함량에 영향을 미치는 것으로 생각된다. Shin 등(32)의 국내산 및 수입산 마늘의 유리당의 함량에서는 지역에 따라 2배 정도까지 차이를 보였다고 하여 품종 및 재배지역에 따라 유리당의 함량에 큰 차이를 보이는 것으로 사료된다. 한편, Choi 등(13)은 생마늘을 찐마늘과 흑마늘로 만드는 과정 중 sucrose와 maltose 같은

Table 2. Contents of free sugars in baked garlic

(mg/100 g)

Free sugar	Content
Galactose	61.59±4.37[1)]
Fructose	152.45±19.41
Glucose	110.06±8.46
Sucrose	14.68±3.49

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Table 1. Proximate compositions of baked garlic

(% dry matter basis)

Item / Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Dietary fiber	Carbohydrate[1)]
Baked garlic	5.30±0.17[2)]	36.89±1.02	12.60±0.84	4.36±0.28	2.88±0.07	37.97±3.06

[1)]100 - (moisture +crude protein + crude fat + crude ash + dietary fiber).
[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

이당류는 함량이 유의적으로 증가하였고, glucose와 fructose는 생마늘에 비하여 찐마늘에서 그 함량이 감소하였으나 흑마늘에서는 월등히 증가하였다고 보고하였다. 또한 Shin 등(15)은 흑마늘의 제조 과정 중 유리당의 함량 변화를 분석한 결과 6종의 유리당이 검출되었는데 그 중 fructose의 함량이 가장 높았고 arabinose, galactose, glucose 및 fructose의 단당류는 가공 중 그 함량이 유의적으로 증가하였고, 이당류인 sucrose와 maltose는 유의적으로 감소하였다고 보고하여 마늘의 처리방법에 따라서도 유리당의 함량과 조성에 큰 차이를 보이는 것으로 사료된다. 본 연구 결과에서는 이당류인 sucrose에 비하여 fructose, glucose, galactose와 같은 단당류들의 함량이 높게 나타나 Shin 등(15)의 결과와 유사하였으며, 이러한 결과는 마늘의 열처리로 인하여 수분 함량의 감소와 더불어 마늘 내의 이당류가 분해되어 상대적으로 단당류의 함량이 증가되어 나타난 것으로 사료된다.

아미노산 함량

구운 마늘 분말의 구성 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 18종의 아미노산이 검출되었으며 총 아미노산 함량은 24,497.0 mg/100 g이었다. 구성 아미노산 중 glutamic acid 함량이 5,275.0 mg/100 g로 가장 높았고, 다음으로 aspartic acid, arginine, lysine, proline, valine, leucine 순이었다. 이 결과는 생마늘의 구성 아미노산을 분석한 결과 arginine, glutamic acid, aspartic acid의 함량이 다른 아미노산에 비하여 월등히 높았다는 Choi 등(13)의 연구 결과와 유사하여 생마늘과 구운 마늘의 구성 아미노산 조성과 함량은 큰 차이를 보이지 않을 것으로 사료된다. 구성 아미노산 중 필수아미노산은 8,964.7 mg/100 g으로 lysine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, threonine, histidine, methionine 순이었다. 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 36.6%로, Kim 등(33)이 보고한 후라이팬과 전자레인지로 구운 마늘의 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율 29.5 mg/100 g 및 30.4 mg/100 g에 비하여 높게 나타났다. 흑마늘(15)의 경우 구성아미노산은 glutamic acid의 함량이 가장 높았고, 다음으로 proline, aspartic acid의 순으로 나타나 구운 마늘의 구성 아미노산 조성과 비슷한 것으로 생각되며, 흑마늘로 가공하는 동안 구성아미노산의 양은 가공 초기에는 다소 감소하였으나 마지막 단계에서는 다소 증가하여 구성아미노산의 총량은 약 1.3배 증가하였다고 보고되었다. 따라서 마늘의 처리방법에 따른 구성아미노산의 함량의 차이는 있더라도 마늘의 주요 구성아미노산의 조성은 비슷한 것으로 사료된다.

지방산 함량

구운 마늘 분말의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 구성 지방산 중 포화지방산은 lauric acid ($C_{12:0}$), stearic acid

Table 3. Contents of total amino acids in baked garlic

Amino acid	%	Content (mg/100 g dry matter basis)
Essential		
Valine	5.34	1398.9±108.1[3]
Leucine	5.28	1385.2±124.0
Methionine	1.29	339.3±27.8
Threonine	3.71	972.9±82.0
Lysine	6.12	1604.7±57.6
Phenylalanine	4.47	1172.9±89.9
Histidine	2.96	777.1±67.4
Isoleucine	5.01	1313.7±93.9
Non-essential		
Glutamic acid	20.12	5,275.0±148.7
Arginine	6.98	1,831.2±85.2
Serine	4.12	1,080.3±58.9
Glycine	4.52	1,183.9±74.7
Alanine	4.51	1,182.3±59.0
Proline	5.61	1,472.2±67.2
Tyrosine	0.86	225.8±32.9
Aspartic acid	12.07	3,163.7±65.8
Cysteine	0.44	115.6±14.8
Total AA[1]	100.00	24,494.7±149.3
Total EAA[2]	34.19	8,964.7±68.1
EAA/AA(%)		36.6±5.1

[1]Total AA: Total amino acid.
[2]Total EAA: Total essential amino acid.
[3]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Table 4. Compositions of fatty acids of baked garlic

Fatty acid	Composition (%)
Lauric acid ($C_{12:0}$)	11.28±1.653)
Stearic acid ($C_{18:0}$)	3.03±0.08
Behenic acid ($C_{22:0}$)	0.47±0.02
Oleic acid ($C_{18:1n9c}$)	22.28±3.03
Linoleic acid ($C_{18:2n6c}$)	52.35±4.85
Linolenic acid ($C_{18:3n3}$)	10.59±2.75
Total	100.00
SFA[1]	14.78
PUFA[2]	85.22
PUFA/SFA	5.77

[1]SFA: Saturated fatty acids.
[2]PUFA: Polyunsaturated fatty acids.
[3]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

($C_{18:0}$), behenic acid ($C_{22:0}$) 순으로 총 3종이 검출되었고, 불포화지방산은 linoleic acid ($C_{18:2n6c}$), oleic acid ($C_{18:1n9c}$), linolenic acid ($C_{18:3n3}$) 순으로 총 3종이 검출되었다. 구운 마늘의 주요 지방산은 linoleic acid, oleic acid, lauric acid 및 linolenic acid로 전체 지방산의 96.50%로 나타났다. 그 중 linoleic acid가 52.35%로 구운 마늘의 구성 지방산 중 가장 높았고, 불포화지방산이 85.22%로 포화지방산 14.78%에 비하여 약 5.8배 높게 함유하고 있는 것으로 나타났다. Yang과 Shin (34)의 육쪽 및 여러 쪽 마늘의 총지방질과 각 지방질 획분들의 지방산 조성은 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid가 주요 지방산으로 전체 지방산의 약 93~97% 이었으며, 불포화지방산의 함량은 약 60~85%로 linoleic acid 함량이 가장 높았다고 보고하여 본 연구의 구운 마늘 지방산 조성과 대체로 유사하였다.

유기산 함량

구운 마늘 분말의 유기산 함량은 Table 5와 같다. 총 6종 중 3종의 유기산이 검출되었는데, 이 중 oxalic acid가 407.60 mg/100 g로 가장 많았고, 다음으로 benzoic acid 55.18 mg/100 g, formic acid 54.58 mg/100 g 순이었으며, citric acid, malic acid 및 succinic acid는 검출되지 않았다. Shin 등(4)은 의성, 서산, 남해 및 함평 마늘의 유기산을 가스크로마토그래피를 이용하여 분석한 결과 총 10종의 유기산이 검출되었고 주요 유기산은 lactic acid, pyruvic acid, malic acid, citric acid라고 보고하였다. Hwang 등(35)도 가스크로마토그래피를 이용하여 분석한 단양산 마늘의 유기산 조성은 pyroglutamic acid, levulinic acid, pyruvic acid, citric acid, malic acid의 5종이 검출되었다고 보고하였다. 본 연구의 구운 마늘의 유기산 조성은 상기의 연구 결과와 차이를 보이는데 이는 시료, 시료 전처리, 분석조건 등의 상이함에 기인된 것으로 사료된다. Shin 등(36)은 냉동저장 중의 마늘 품질변화 중 유기산의 변화를 측정한 결과 -18℃ 및 -40℃에서 15개월간 저장하여도 유기산 함량의 변화는 없는 것으로 보고하였다.

Table 5. Contents of organic acids in baked garlic

(mg/100 g)

Organic Acid	Content
Formic acid	54.58±10.57[1)]
Benzoic acid	55.18±41.39
Oxalic acid	407.60±138.24

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

비타민 함량

구운 마늘 분말의 비타민 A, C 및 E의 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. A, C 및 E의 함량은 각각 0.064 mg/100 g, 1.452 mg/100 g 및 0.037 mg/100 g로 모두 미량 검출되었으며, 비타민 C의 함량이 가장 높게 나타났다. Chung과 Kim (37)은 동결건조 한 산지별 국내산 마늘의 비타민 C 함량을 측정한 결과 한지형과 난지형은 각각 8.0 mg/100 g와 8.3 mg/100 g라고 보고하여 본 연구의 구운 마늘보다 함량이 높은 것으로 나타났다. Shin 등(38)은 남해, 제주 및 의성산 마늘의 비타민 C 함량은 각각 10.2 mg/100 g, 17.0 mg/100 g 및 6.3 mg/100 g라고 보고하였고, Kim 등(3)은 산지별 생마늘의 비타민 C의 함량을 분석한 결과 제주 대정산 3개 지역의 비타민 C 평균 함량은 522 mg/100 g, 국내 주요 산지 4개 지역의 비타민 C 평균 함량은 478 mg/100 g, 중국산 마늘은 490 mg/100 g 라고 보고하여 산지별로 마늘의 비타민 C 함량이 다른 것으로 나타났다. 본 연구의 구운 마늘과는 다르게 상기 연구의 생마늘에는 비타민 C의 함량이 높은 것을 알 수 있었고, 이러한 결과는 본 연구에서는 구운 마늘을 시료로 사용하여 마늘의 열처리 과정 중 비타민 C가 파괴되어 생마늘에 비하여 구운 마늘의 비타민 C의 함량이 낮게 검출된 것으로 사료된다. Yun의 연구(39)에 따르면 마늘의 건조방법에 따른 비타민 7종의 함량을 분석한 결과 동결건조 마늘의 비타민 함량이 원적외선건조 마늘 및 오븐건조 마늘의 비타민 함량보다 다소 높은 것으로 나타났다고 보고하였으며, 가장 큰 차이를 보인 비타민 B_1의 함량의 경우 오븐건조 마늘, 동결건조 마늘 및 원적외선건조 마늘은 각각 0.56%, 5.30% 및 1.35%로 나타나 건조방법에 따라서도 비타민 함량에 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

Tabel 6. Contents of vitamin A, C and E in baked garlic

(mg/100 g)

Vitamin	Content
A	0.064±0.008[1)]
C	1.452±0.024
E	0.037±0.004

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

무기질 함량

구운 마늘 분말의 무기질 함량은 Table 7과 같다. 총 8종의 무기질 중 5종의 무기질 성분이 검출되었고, Mn과 Cu는 검출되지 않았다. 이 중 K 함량이 980.80 mg/100 g로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 Mg, Ca 순이었으며 Na, Zn, Fe는 5 mg/100 g 미만으로 검출되었다. Kim 등(3)은 산지별 생마늘의 무기질 함량을 분석한 결과 K와 P가 가장 많이 함유되어 있어 전체 무기질의 약 90% 이상을 차지하였고, 다음으로 Mg, Ca, Na 및 Fe 순으로 나타났으며, 산지별 무기질의 조성 비율 및 함량의 차이는 무기질 비료의 사용량과 주변 환경 및 토양조건 등 환경요인에 기인한 것이라고 보고하였다. 또한 Chang과 Lee (40)도 마늘의 무기성분은 수확시기와 생산지역에 따라 차이가 있으며 K

함량이 가장 높았고 다음으로 Mg, Ca, Na 순이었다고 보고하여 본 연구의 구운 마늘의 무기질 조성은 두 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Choi 등(13)은 전처리 방법을 달리한 마늘의 무기질은 총 10종이 검출되었는데 생마늘에 비하여 찐마늘과 흑마늘에서 높게 정량되었으며 이는 열처리 과정 중 찐마늘과 흑마늘의 수분의 감소에 따라 상대적으로 높게 검출된 결과라고 보고하였다. Kim 등(33)은 생마늘, 삶은 마늘, 구운 마늘, 전자레인지로 익힌 마늘의 무기성분 함량을 분석한 결과 각각의 마늘 모두 K 함량이 가장 높았고 다음으로 Mg, Ca, Na 순이었으며 Fe와 Zn은 검출되지 않았다고 보고하여 열처리에 의한 마늘의 무기질 조성 비율에는 큰 차이가 없는 것으로 여겨진다.

Table 7. Contents of minerals in baked garlic

(mg/100 g)

Mineral	Content
K	980.80±38.31[1)]
Mg	204.40±19.75
Ca	60.84±5.21
Na	4.35±0.64
Zn	3.89±0.42
Fe	3.05±0.09

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

총 polyphenol, flavonoids 및 thiosulfates 함량

구운 마늘의 총 polyphenol, flavonoids 및 thiosulfates 함량을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 마늘 성분중의 flavonoid를 포함하는 페놀화합물과 diallyl sulfide, trisulfide 및 allyl-cystein과 같은 함황화합물은 마늘의 대표적인 항산화 기능성을 지니는 물질로 보고되어 있다(41). 마늘을 열처리하게 되면 마이얄 반응에 의한 비효소적 갈변이 일어나, 이때 생성된 갈색화 물질은 항산화 활성이 높으며(14), 고온에서 가열할수록 항산화 활성은 더 높아지는 것으로 보고되어 있다(42).

구운 마늘의 총 polyphenol, flavonoids 및 thiosulfates 함량은 각각 2.85 mg/100 g, 0.97 mg/100 g 및 0.61 OD/g 으로 나타났다. Shin 등(42)은 60~90℃에서 숙성한 마늘 중의 총페놀 및 플라보노이드 함량은 숙성 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 숙성 온도가 높을수록 그 함량도 더 높았다고 보고하였다. 또한 Choi 등(13)도 열처리한 마늘은 생마늘에 비하여 총 페놀 화합물, 플라보노이드가 모두 증가하였으며, total thiosulfate의 함량 또한 생마늘에 비하여 약 5배 증가하였는데, 이는 열처리 과정을 거치면서 마늘 내 화합물의 구조적 전환 및 수분의 감소에 따라 상대적으로 고형분의 함량이 증가한 것으로 추정된다고 보고하였다. 따라서 마늘의 열처리 온도가 높을수록 갈변화 물질의 생성이 많아지고 이에 따라 총 polyphenol과 flavonoids 함량이 증가하여 마늘의 항산화성 갈변 물질의 증가로 항산화 활성이 증가될 것으로 사료된다.

Table 8. Contents of total polyphenol, flavonoids and thiosulfate in baked garlic

Item	Content
Polyphenol (mg/100 g)	2.85±0.05[1)]
Flavonoids (mg/100 g)	0.97±0.04
Thiosulfates (OD value/g)	0.61±0.02

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

요 약

구운 마늘의 생리활성 기능과 이용 가능성에 관한 연구의 일환으로 구운 마늘의 영양성분 및 생리활성 성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 일반성분은 건물량 기준으로 수분 5.30%, 조단백질 36.89%, 조지방 12.60%, 조회분 4.36%, 식이섬유소 2.88% 및 탄수화물 37.97%였다. 구성당은 총 6종의 유리당 중 galactose 61.59 mg/100 g만이 검출되었으며, 구성 아미노산은 glutamic acid 함량이 5,275.00 mg/100 g로 가장 높았고, 다음으로 aspartic acid, arginine, ammonia, lysine, proline, valine, leucine 순이었으며 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 36.60%로 나타났다. 구성 지방산은 linoleic acid, oleic acid, lauric acid 및 linolenic acid가 구운 마늘의 주요 지방산으로 전체 지방산의 96.50%로 나타났고, 불포화지방산이 85.22%로 포화지방산에 비하여 약 5.8배 높게 함유하고 있는 것으로 나타났다. 유기산은 총 3종의 유기산이 검출되었는데, 이 중 oxalic acid 함량이 가장 많았고, 다음으로 benzoic acid, formic acid 순이었었다. 비타민 A, C 및 E의 함량은 각각 0.064 mg/100 g, 1.452 mg/100 g 및 0.037 mg/100 g로 모두 미량 검출되었으며, 비타민 C의 함량이 가장 높게 나타났다. 무기질은 K 함량이 980.80 mg/100 g로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 Mg, Ca 순이었으며 Na, Zn, Fe는 미량 검출되었다. 총 polyphenol, flavonoids 및 thiosulfates 함량은 각각 2.85 mg/100 g, 0.97 mg/100 g 및 0.61 OD/g 이었다

참고문헌

1. Kim AJ, Kim MW (2007) Nutritions assessment of LOHAS drink with orangic products. Korean J Food Nutr, 20, 406-413
2. Ruffin J, Hunter SA (1983) An evaluation of the effect of garlic as and antihypertensive agent. Ctyobios, 37,

85-89
3. Kim MB, Oh YJ, Lim SB (2009) Physicochemical characteristics of garlic from Daejeong Jeju and major cultivation areas in Korea. J Kor Culinary Res, 15, 59-66
4. Shin DB, Seog HM, Kim JH, Lee YC (1999) Flavor composition of garlic from different area. Korean J Food Sci Technol, 31, 293-300
5. Lee SH (2006) Relationship between content of alliin in garlic and antiyeast activity of heated garlic extract. MS Thesis, Sejong University, Korea
6. Yoo GA (2006) Effect of garlic supplement and exercise on plasma lipid and antioxidant enzyme system in rats. Korean J Nutr, 39, 3-10
7. Lawson LD (1996) The composition and chemistry of garlic cloves and processed garlic. In garlic, the science and therapeutic application of *Allium sativum L.* and related spices. Koch HP, Lawson LD eds. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA, p 37-107
8. Kim GH, Kim YH, Cho YB (2008) The effects of pickled garlic's attributes on consumer satisfaction and intention of repurchase. Korean J Culinary Res, 14, 58-68
9. Cho SH, Bae EY, Lee CN, You CE, Lee JD (2003) A case of irritant contact dermatitis due to garlic. Korean J Dermatology, 41, 385-387
10. Stoll A, Seebeck E (1951) Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. Advan Enzymol, 11, 377-400
11. Park HH, Lee YN, Lee KH, Kim TH (2004) The world of garlic. Hyoil Publishing Co, Seoul, Korea, p 91-94
12. Kim SK, Cha BS, Kim WJ (1998) Preparation and storage conditions of oleoresin from root portion of peeled garlic. Korean J Food Sci Technol, 30, 1321-1326
13. Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH (2008) Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 465-471
14. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ (2008) Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 965-971
15. Shin JH, Joo DJ, Lee SJ, Cha JY, Kim JG, Sung NJ (2008) Changes of physicochemical components and antioxidant activity of garlic during its processing. J Life Sci, 18, 1123-1131
16. Yang ST (2007) Antioxidative activity of extracts of aged black garlic on oxidation of human low density lipoprotein. J Life Sci, 17, 1330-1335
17. AOAC (1990) Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 788
18. Gancedo M, Luh BS (1986) HPLC analysis of organic acid and sugars in tomato juice. J Food Sci, 51, 571-573
19. Waters Associates (1990) Analysis of amino acid in waters. PICO-TAG system. Young-in Scientific Co Ltd., Korea, p 41-46
20. Wungaarden DV (1967) Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. Analytical Chem, 39, 848-850
21. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB (1997) Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. Korean J Food Sci Technol, 29, 1006-1015
22. Korea Food and Drug Association. (2005) Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea, p 367-368, p 383-385
23. AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 878
24. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungastic phosphomolybdic compounds as color regents. J Biol Chem, 12, 239-249
25. Chae SK, Kang GS,Ma, SJ, Bang KW Oh MW, Oh SH (2002) Standard food analysis. Jigu-Moonwha Sa, Seoul, Korea, p 381-382
26. Freeman GG, McBreen F (1973) A rapid spectrophotometric methods of determination of thiosulfinate in onion and its significance in flavor studies. Biochem Soc Trans, 1, 1150-1154
27. Jeong CH, Shim KH, Bae YI, Choi JS (2008) Quality characteristics of wet noodle added with freeze dried garlic powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1369-1374
28. 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
29. Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH (2009) Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1222-1228
30. Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS (2008) Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 342-347
31. Hong GH, Lee SK, Moon W (1997) Alliin and fructan

contents in garlics by cultivars and cultivation areas. J Kor Soc Hort Sci, 38, 483-488
32. Shin DB, Hawer WD Koo MS, Kim YS, Jeun HS (2001) Quality evaluation of garlic from different cultivation area. Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea
33. Kim YD, Seo JS, Kim KJ, Kim KM, Hur CK, Cho IK (2005) Component analysis by different heat treatments of garlic (*Allium saivum* L.). Korean J Food Preserv, 12, 161-165
34. Yang KY, Shin HS (1982) Lipids and fatty acid composition of garlic (*Allium sativum Linnaeus*). Korean J Food Sci Technol, 14, 388-393
35. Hwang, JB, Ha JH, Park WS, Lee YC (2004) Changes of component on green discolored garlic. Korean J Food Sci Technol, 36, 1-8
36. Shin DB, Lee YC, Kim JH (2000) Changes in quality of garlic during frozen storage. Korean J Food Sci Technol, 32, 102-110
37. 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
38. Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ (2004) Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. Korean J Food & Nutr, 17, 237-245
39. Yun OJ (2008) Effects of the physiochemical and sensory characteristics by the drying method of garlics. MS Thesis, Yongin University, Korea, p 25
40. 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, 545-549
41. Nuttakaan L, Viboon R, Nantaya C, Janusz MG (2006) Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. Nutrition, 22, 266-274
42. Shin JH, Choi DJ, Chung MJ, Kang MJ, Sung NJ (2008) Changes of physicochemical components and antioxidant activity of aged garlic at different temperatures. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1171-1181

(접수 2011년 1월 11일 수정 2011년 6월 30일 채택 2011년 7월 8일)