pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 31, No. 2, pp. 126~131 (2016)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.2.126

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

국가별 마늘의 체질에 따른 면역효능 및 항산화 활성

최재호 · 정미자[1] · 박중현 · 김형서[2] · 오덕환*
강원대학교 식품생명공학과, [1]광주대학교 식품영양학과, [2]다움푸드앤케어(주)

Immunostimulatory and Antioxidant Activities of Steamed Garlic Grown in Different Countries

Jae-Ho Choi, Mi Ja Chung[1], Joong Hyun Park, Hyung-Seo Kim[2], and Deog-Hwan Oh*
Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University
[1]Department of Food Science and Nutrition, Gwangju University, [2]Daum Food and Care Inc.
(Received March 3, 2016/Revised March 12, 2016/Accepted March 16, 2016)

ABSTRACT - This study examined the immunostimulatory activities on a 70% ethanol extract of raw garlic (RG) and steamed garlic (SG) grown in Korea, Japan, and America using primary immune cells isolated from the blood of Soyangin, Taeumin, and Soeumin volunteers. The Soeumin showed the highest cell proliferation, NO and TNF-α production from the immune cells treated with a 70% ethanol raw garlic extract (RGE), followed Taeumin, and Soyangin. The constitution differences were not observed for the same ethanol streamed garlic extract (SGE) and the SGE showed stronger immunostimulatory activities than RGE. The immunostimulatory activities of RG and SG showed a significant difference among countries and the immunostimulatory activities were the highest in RG and SG grown in Korea, followed by RG and SG grown in Japan, RG and SG grown in America. The effect of RGE and SGE on antioxidant activity showed similar trends.

Key words : antioxidant activity, garlic, immunostimulatory activity, immune cells, primary cells

평균 수명이 길어지고 고령화 사회에 접어들면서 인간은 건강에 대한 관심들이 증가되고 있으나 바쁜 일상생활을 살아가면서 얻는 스트레스, 식습관의 변화, 환경오염 등과 같은 건강에 악영향을 줄 수 있는 위해 요소에 생체가 적절하게 대응하지 못하면 심혈관 질환, 염증 관련 질환 등 다양한 질환으로 발전하게 된다[1].

면역반응이란 동물 체내에 존재하는 자기 방어체계로서 외부로부터 침입해 오는 각종물질이나 생명체로부터 신체를 보호하는 자기 방어 수단으로써 작용하고 림프구, 대식세포 등 다양한 면역세포들에 의하여 다양한 면역반응들이 일어나는 복잡한 생물학적 현상이다[2]. 면역능력이 약화되면 미생물에 의한 감염이 증가하고, 암세포와 같은 개체 내에서 생기는 이상세포를 제거하는 능력이 약화된다[2].

면역과 염증에 관련된 여러 cytokine 중에 tumor necrosis factor-alpha(TNF-α), interleukin-1β(IL-1β), IL-6는 대식세포에서 생산되는 대표적인 pro-inflammatory 사이토카인이고 염증과정 중에 TNF-α, IL-1β, IL-6 그리고 nitric oxide (NO)가 다량 생성된다. 이것들은 초기 면역반응에 중요한 역할을 하여 이러한 염증반응은 박테리아의 제거 등에 유리하게 작용하지만, pro-inflammatory 사이토카인이 대식세포에서 비정상적으로 과도하게 분비되는 경우에는 알레르기 또는 만성 염증과 같은 질환을 유발하게 된다[3].

마늘(*Allium sativum*)은 우리나라의 대표적인 향신료로 면역증강효과, 항산화, 혈당감소, 고지혈증 개선, 향균 등 다양한 생리활성기능이 보고되어 있다[4-7]. 마늘의 주요 성분인 allicin (diallyl thiosulfinate)은 alliin (S-allylcysteine sulfoxide)이 alliinase에 의해 분해되어 생성되는 물질이며 면역활성 등 주요한 생리활성 물질로서 glutamyl-S-allyl-L-cysteine, diallyl sulfides, ajoene 등이 있다[4,8]. Glutamyl-S-allyl-L-cystein은 γ-glutamyl-S-allyl-L-cysteine, γ-glutamyl-S-(trans-1-propenyl)-L-cysteine 및 S-allylcysteine을 포함하고 있는데 특히 면역활성에 관여하는 S-allyl-cysteine의 함량은 생마늘을 가공하여 흑마늘을 제조할 때 많이 증가하는 생리활성 물질로 알려져 있다[4]. 마늘의 특유의 향기성분과 매운 맛으로 인해 섭취에 어려움이 있어 이러한 맛과 향을 제거하기 위해 60~90°C의 고온에서 장기간 숙성

*Correspondence to: Deog-Hwan Oh, Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Hyoja 2 Dong, Chuncheon 24341, Korea
Tel: 82-33-250-6457, E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr

하여 흑마늘(black garlic)을 제조하여 이용되고 있으나[9] 최근에는 장기간 숙성 기간을 단축시키고 마늘의 건강 기능성을 증가시키고자 하는 마늘의 물리적 전처리공정에 관한 연구들이 관심을 끌고 있다.

따라서 본 연구에서는 짧은 기간 제조 가능한 유산균을 이용한 발효마늘 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 물리적 전처리 조건으로 증숙마늘을 제조한 후 생마늘과 증숙마늘이 체질에 미치는 면역효능에 대하여 조사하였으며 재배 산지에 따라 마늘의 유효성분의 차이가 있어 본 연구에서는 한국, 일본 및 미국에서 재배한 생마늘과 생마늘을 물리적 처리를 하여 증숙마늘을 제조한 후 이에 대한 면역활성과 항산화 효능을 비교하였다.

Materials and Methods

증숙마늘 및 추출물의 제조

본 실험에 사용한 한국(의성) 마늘, 일본(도쿄) 마늘 및 미국(캘리포니아) 마늘은 (주)다움푸드앤케어(Chuncheon, Korea)로부터 제공받아 사용하였다. 마늘시료 200 g을 껍껍질/속껍질 모두 제거한 후 증류수로 세적하고 실온에서 건조하여 분쇄하였으며 121°C에서 60분간 증숙 시킨 마늘(steamed garlic)은 실온에서 냉각시켰다. 건조 생마늘과 증숙마늘을 각각 3 L 삼각플라스크에 넣고 시료 중량의 10배인 70% 에탄올을 첨가하여 24시간 shaking하면서 추출한 후 감압여과기를 사용하여 여과하였다. 다시 시료 중량의 10배인 70% 에탄올을 첨가한 후 동일한 방법으로 2차 추출을 하였고 여과 후 1차 여과액과 합하여 농축기를 사용하여 50°C에서 농축하였다. 농축액은 동결 건조하였고 실험 전에 dimethyl sulfoxide (DMSO; Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)에 녹인 후 RPMI 1640 (Gibco-BRL, Grand Island, NY, USA) 배지에 첨가하여 500 μg/mL 농도로 제조한 후 0.45 μm Millipore membrane filters (Sartorius, Goettingen, Germany)로 여과한 후 실험에 사용하였다.

면역세포 배양

본 연구에 사용된 면역세포는 Choi 등[10]의 방법에 의해 소양인(Soyangin), 태음인(Taeumin) 그리고 소음인(Soeumin)으로부터 면역세포를 분리하여 본 연구에 사용하였다. 면역세포는 37°C와 5% CO_2 조건 하에서 10% fetal bovine serum (FBS; Sigma-Aldrich Co.)이 첨가된 RPMI 1640 배지로 배양하였다. 단핵구(monocyte)는 대식세포(macrophage)로 활성화시키는 Granulocyte-macrophage colony stimulating factor (GMCSF; Sigma-Aldrich Co.) 10 μL를 첨가하여 배양하였다. 림프구는 시료의 세포 증식능 변화를 보기 위해 사용하였고, 부착된 단핵구(monocyte)는 대식세포로 활성화시켜 시료 처리 후 NO 생성능과 TNF-α 분비능 변화를 알아보기 위해 사용하였다.

림프구의 세포 증식능 측정

림프구 세포 증식능을 측정하기 위해 1×10^5 cell/mL 농도의 세포를 96-well plate에 100 μL씩 분주한 후 시료(500 μg/mL) 20 μL와 LPS(2 μg/mL)를 첨가하여 44시간 배양하였으며 대조군은 B세포 mitogen인 LPS만 처리하였다. Choi 등[10]의 방법에 따라 배양 후 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT; Sigma-Aldrich Co.) 용액을 DPBS에 5 mg/mL의 농도로 희석하여 20 μL씩 각 well에 첨가하여 4시간 동안 재배양 한 후 0.1 N HCl에 용해시킨 10% SDS를 100 μL 넣어주고 암실에서 12시간 동안 배양하였다. 배양이 끝난 96-well plate를 ELISA reader (ELx808 BioTek Instruments, Vinooski, VT, USA)로 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

대식세포의 nitric oxide (NO) 활성 및 tumor necrosis factor-α(TNF-α) 생성능 측정

대식세포로부터 NO를 측정하기 위해 griess 시약을 이용하여 세포 배양액 내 존재하는 NO의 안전 된 산화물인 NO_2^-를 측정하여 분석하였다. 세포 배양을 위해 96-well plate에 대식세포를 1×10^6 cells/mL를 100 μL씩 각 well에 분주하고 2시간 동안 전 배양을 하여 비부착 세포를 완전히 제거하였다. 500 μg/mL의 농도의 시료를 각 well에 20 μL씩 더하였고, 동시에 대식세포를 활성화시키는 LPS를 2 μg/mL 넣고 37°C, 5.0% CO2 조건에서 24시간 동안 배양하였다. 대조군은 대식세포를 활성화시키는 LPS만 처리하였다.

시료의 NO 생성 저해 활성은 Nitrite Assay[10]를 사용하여 측정하였다. 즉 배양된 세포에 배지 100 μL와 Griess reagent 시약 100 μL를 혼합하여 570 nm에서 ELISA reader (BioTek Instruments)를 사용하여 측정하였으며 배양한 후에 생성된 NO는 Griess법으로 측정하였다. TNF-α 생성능은 상업적 human TNF-α ELISA kit (Amersham Biosciences, Glattbrugg, Switzerland)을 사용하여 Amersham Biosciences 사에서 제공한 제품 사용설명서에 따라 측정하였다. 즉, TNF-α ELISA kit에서 제공하는 희석 용액 50 μL를 96-well plate에 분주한 후 배양액 시료 또는 제공된 표준용액을 각각 50 μL씩 첨가하고 실온에서 2시간 반응시킨 후 반응액을 제거하고 washing buffer로 세척하였다. 측정하고자 하는 항체를 plate에 각각 넣고 1시간 동안 반응시킨 후 세척한 다음 enzyme working reagent를 넣어 30분간 반응시킨 후 다시 세척한 다음 substrate solution으로 실온에서 발색시켰으며 stop solution을 넣어 발색반응을 정지시키고 450 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거활성 측정

생마늘 및 증숙마늘 에탄올 추출물의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성 측정은 Kwon 등[11] 방법을 응용하여 일정 농도의 시료와 DPPH(1.0×10^{-3} M) 용액을 잘 혼합한 다음 37°C에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 대조구에 대한 시료 첨가구의 흡광도를 비교하여(대조구의 흡광도-시료 첨가구 흡광도/대조구 흡광도) × 100에 의하여 %로 나타내었다.

통계분석

본 실험 결과 통계처리는 SPSS ver 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값을 분산분석(oneway ANOVA test) 후 Duncan의 다중검정법으로 $P < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 검정하였다.

Results and Discussion

국가별로 재배된 생마늘 및 증숙마늘의 면역 활성

소양인(Soyangin), 태음인(Taeumin) 및 소음인(Soeumin) 혈액에서 분리한 림프구에 한국, 일본 및 미국에서 재배된 생마늘 또는 121°C에서 60분간 증숙시킨 증숙마늘 추출물을 처리한 후 림프구의 증식률을 알아본 결과는 Fig. 1과 같다. 한국산, 일본산 및 미국산 모두 생마늘 70% 에탄올 추출물(K-RG, J-RG 그리고 A-RG)보다 증숙마늘 70% 에탄올 추출물(K-SG, J-SG 그리고 A-SG)이 유의적으로 높은 림프구 증식률을 나타내었다(Fig. 1). 한국에서 재배된 생마늘이 일본산과 미국산 생마늘보다 유의적으로 더 높게 림프구 증식률을 증가시켰고, 일본산과 미국산은 유사한 효과를 나타내었다. 3개국에서 재배한 생마늘은 모두 특정체질에 높은 림프구 활성을 나타내어 체질에 영향을 미쳤다. 생마늘 추출물은 소양인(Soyangin) 보다는 음인(Taeumin과 Soeumin)에서 분리한 림프구의 증식률을 더 증가시켰으며, 음인 중에도 태음인(Taeumin)보다 소음인(Soeumin)에서 분리된 림프구의 증식률을 증가시켰다(Fig. 1). 이러한 결과는 Purev 등[4]이 보고한 한의학에서 마늘은 음인체질이라고 보고한 연구와 유사한 결과를 보였다[4,12]. 따라서, 생마늘은 소양인보다는 특히 소음인의 면역 활성을 증가시키기에 좋은 식품인 것으로 생각된다. 특정 체질에 영향을 미치는 생마늘과는 달리, 3국에서 재배한 생마늘을 121°C에서 60분간 처리한 증숙마늘 70% 에탄올 추출물은 모두 생마늘 추출물에 비하여 유의적으로 높은 림프구 증식률을 나타내었으며, 생마늘 추출물과는 달리 소양인(Soyangin), 태음인(Taeumin) 및 소음인(Soeumin) 체질에 동일한 림프구 증식능을 나타내어 체질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는, 백삼이 소음인에게 높은 면역활성을 나타냈지만, 백삼을 증숙 처리한 홍삼의 경우 체질에 상관없이 모든 체질에서 동일한 면역활성을 나타냈다는 보고[13]와 유사한 결과를 나타내었다(Fig. 1).

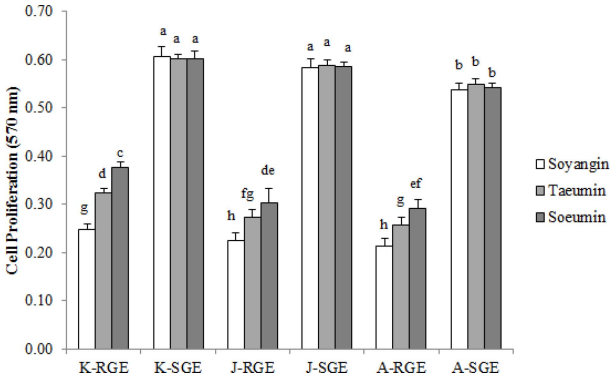

Fig. 1. Effects of a 70% ethanol extract from raw garlic (RGE) and steamed garlic (SGE) grown in Korea (K), Japan (J), and America (A) on cell proliferation of lymphocytes isolated from the blood of Soyangin, Taeumin, and Soeumin volunteers. The increase of cell proliferation in the treated cells was calculated as the ratio of the corresponding mean value of the control cells. Values are mean ± standard deviation (n = 4). Mean values with different letters (a-h) on the bars are significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

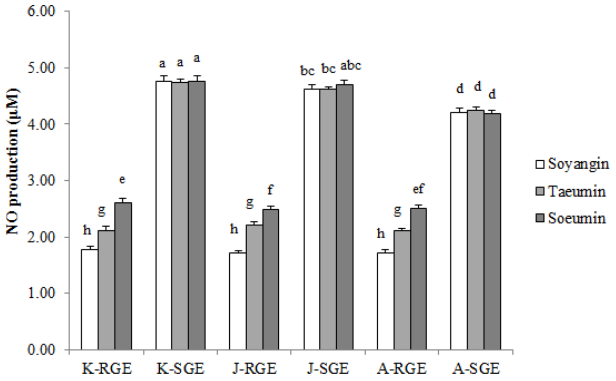

Fig. 2. Effects of a 70% ethanol extract from raw garlic (RGE) and steamed garlic (SGE) grown in Korea (K), Japan (J), and America (A) on NO production of macrophages isolated from the blood of Soyangin, Taeumin, and Soeumin volunteers. The increase of cell proliferation in the treated cells was calculated as the ratio of the corresponding mean value of the control cells. Values are mean ± standard deviation (n = 4). Mean values with different letters (a-h) on the bars are significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

Fig. 2는 소양인, 태음인 및 소음인의 혈액에서 분리한 대식세포에 각 나라별로 재배한 생마늘과 증숙마늘의 70% 에탄올 추출물을 처리한 대식세포의 NO 생성능을 나타낸 결과이다. 림프구 증식능과 마찬가지로 한국산, 일본산 및 미국산 모두 생마늘 70% 에탄올 추출물보다 증숙마늘 추출물이 더 높은 NO 생성량을 나타내었다. 생마늘 추출물

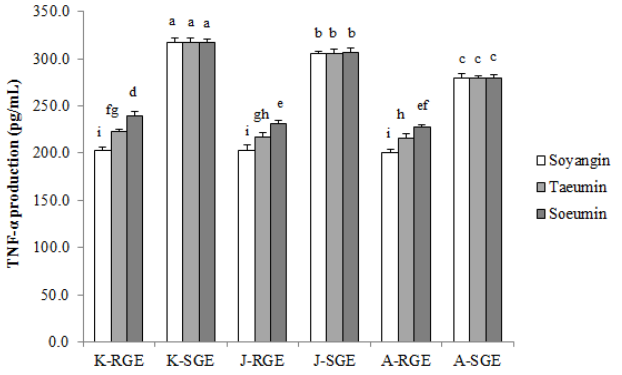

Fig. 3. Effects of a 70% ethanol extract from raw garlic (RGE) and steamed garlic (SGE) grown in Korea (K), Japan (J), and America (A) on TNF-α production of macrophages isolated from the blood of Soyangin, Taeumin, and Soeumin volunteers. The increase of cell proliferation in the treated cells was calculated as the ratio of the corresponding mean value of the control cells. Values are mean ± standard deviation (n = 4). Mean values with different letters (a-i) on the bars are significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

은 소음인 체질에 가장 높은 NO 생성능을 보였으나 증숙마늘은 체질에 관계없이 모든 체질에서 생마늘 추출물보다 높은 NO 생성능을 나타내었다. 생마늘은 소양인보다는 태음인과 소음인의 대식세포에 더 높은 NO 생성능을 나타내었고, 소음인이 태음인보다 더 많은 NO 생성능을 나타내었다. 증숙마늘은 한국산 마늘이 일본산 및 미국산 마늘 추출물보다 더 높은 NO 생성량을 나타내었으며 일본산과 미국산 마늘의 순으로 NO 생성능을 보였다. 이러한 결과는 림프구의 증식능에서 얻어진 결과와 유사하였으며 한국산 마늘이 일본산과 미국산에 비하여 생마늘 및 증식마늘 모두 더 높은 면역효능을 나타내었다.

Fig. 3은 한국, 일본 및 미국에서 재배된 생마늘과 증숙마늘의 70% 에탄올 추출물을 소양인, 태음인 및 소음인의 혈액에서 분리한 대식세포에 처리하여 TNF-α 생성능을 분석한 결과이다. TNF-α 생성능은 림프구의 증식률 및 대식세포의 NO 생성능과 비슷한 경향을 나타내었다. 생마늘 추출물은 소음인에게 가장 높은 활성을 나타내었으며, 태음인과 소양인 순으로 나타났다. 반면에, 한국산, 일본산 및 미국산 모두 증숙마늘 추출물은 생마늘 추출물보다 더 높은 TNF-α 생성능을 나타내었으며 면역활성은 한국산, 일본산 그리고 미국산 순으로 높은 것으로 나타났다. 본 연구결과, 생마늘 추출물은 소음인에서 림프구 증식능, NO 생성능, TNF-α 생성능이 가장 높았고 태음인과 소양인 순으로 나타났다. 반면에, 증숙마늘 추출물은 각 체질에 차이가 없이 모든 체질에서 생마늘 추출물에 비하여 면역활성이 높은 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 생마늘은 물론 증숙마늘은 나라별로 재배된 마늘의 환경상태에 따라 면역활성의 차이가 있는 것으로 나타났으며 한국산, 일본산 그리고 미국산 순으로 면역활성이 높았다. 이러한 면역활성의 차이는 한국산 마늘이 일본산이나 미국산 마늘보다 면역활성에 영향을 미치는 것으로 알려진 S-allyl-cysteine 성분을 더 많이 함유하고 있기 때문인 것으로 나타났다(data not shown).

Purev 등[4]은 소양인, 태음인 그리고 소음인의 혈액에서 분리한 림프구와 대식세포에 생마늘과 흑마늘 추출물을 처리하였을때 세포 증식율을 증가시키고, TNF-α, IL-1β, IL-6 그리고 NO 생산을 증가시키므로 면역 활성을 나타내었으며, 생마늘보다 흑마늘이 면역 활성을 더 증가시킨다는 것을 보고하였다. 또한 생마늘은 체질별 면역 활성에 영향을 미쳤으나 흑마늘은 체질에 영향을 미치지 않으면서 모든 사람의 면역력을 증가시켰다고 보고하였는데 이러한 본 연구 결과와 유사하였다. Oh 등[14]은 소양인, 태음인 그리고 소음인의 혈액에서 분리한 림프구와 대식세포 모델을 이용하여 생식 원료 및 제품의 체질 맞춤형 면역 활성을 탐색하였는데 체질에 따라 적합한 곡류가 존재한다는 것을 보고함으로써 식품이 체질에 영향을 미칠 수 있기 때문에 생마늘의 경우 양인보다는 소음인과 태음인에게 좋은 음식으로 체질에 따라 섭취하는 음식이 달라야 한다는 것은 본 연구 결과와 유사하였다. Choi 등[15]은 된장 추출물은 태음인이나 소음인 보다는 소양인에 면역 활성이 높았으며, 고추장은 소양인보다는 태음인 및 소음인에 더 높은 면역 활성을 나타냈으나, 청국장은 체질에 영향을 미치지 않으면서 된장이나 고추장보다 더 높은 면역활성을 나타내었다고 보고하였다. 이처럼 장류식품이 특정 체질에 영향을 미치는 요인 중 하나는 주요 생리활성 물질인 배당체로 존재하는 이소플라보노이드(isoflavone glycosides) 물질이 많이 존재하면 특정 체질에 영향을 미치고 효소, 물리적처리, 장내미생물 등에 의해 비배당체로 전환되면 체질에 영향을 주지 않고 면역활성을 더 증가시키는 것으로 보고되었다[15]. 본 연구결과에서 나타난 생마늘과 증숙마늘의 경우도, 생마늘은 배당체가 많이 존재하지만 증숙 과정에서 비배당체로 전환되어 증숙마늘 추출물이 체질에 영향을 주지 않고 면역활성을 증가시키는 것으로 판단된다.

국가별로 재배된 생마늘 및 증숙마늘의 항산화 효과

한국, 일본 및 미국에서 재배한 생마늘 또는 121°C에서 60분간 증숙시킨 증숙마늘추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 Fig. 4와 같다. 한국산, 일본산 및 미국산 생마늘 70% 에탄올 추출물(K-RG, J-RG 그리고 A-RG)과 증숙마늘 70% 에탄올 추출물(K-SG, J-SG 및 A-SG)은 모두 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었고, 2 mg/mL와 4 mg/mL 처리군에서는 한국, 일본 및 미국산 증숙마늘이 생마늘 보다 유의적으로 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다(Fig. 4). 생마늘 및 증숙마늘 모두 한국산이 일본

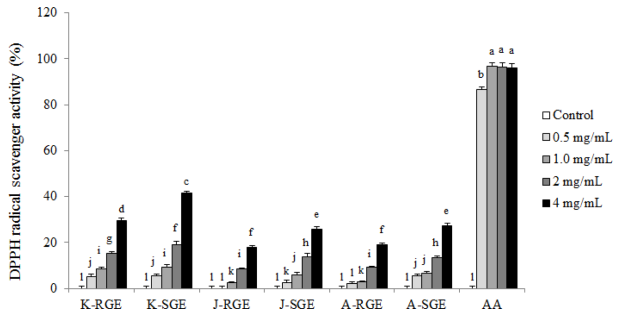

Fig. 4. Effects of a 70% ethanol extract from raw garlic (RGE) and steamed garlic (SGE) grown in Korea (K), Japan (J), and America (A) on DPPH radical scavenger activity. Values are mean ± standard deviation (n = 4). Mean values with different letters (a-l) on the bars are significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test. Ascorbic acid (AA) is positive control.

산과 미국산보다 더 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었고, 일본산과 미국산은 유사한 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. 모든 처리군은 양성 대조군으로 사용한 ascorbic acid 보다 현저히 낮은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다(Fig. 4).

60~90°C의 고온에서 장기간(약 200시간) 숙성하여 얻은 흑마늘은 생리활성물질의 함량이 생마늘 보다 높았으며, 그 중 중요한 물질은 수용성의 S-allyl-cysteine으로서 생마늘보다 5~6배 높은 함량을 가지며, 숙성온도와 기간이 증가할수록 잘 알려진 항산화 물질인 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 높아진다고 보고되어 있다[16,17]. Purev 등[4]은 흑마늘이 생마늘보다 높은 항산화 효과가 있다고 보고하였고 이는 흑마늘 가공 중에 항산화 물질이 생성되거나 증가하기 때문이라 하였는데 본 연구결과 증숙마늘이 생마늘보다 항산화 효과가 증가한 것도 흑마늘과 유사하게 가공 중에 항산화 물질이 증가되거나 생성되었기 때문이라고 생각된다.

Acknowledgement

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0147297)과 2014년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비(No. C1010760-01-01)로 지원되었으며 이에 감사를 드립니다.

국문요약

본 연구에서는 소양인, 태음인 그리고 소음인 지원자의 혈액으로부터 분리한 면역세포에서 한국, 일본 및 미국에서 재배한 생마늘(RG)과 증숙마늘(SG) 70% 에탄올추출물에 대한 면역활성과 항산화능을 탐색하였다. 70% 생마늘 추출물(RGE)은 세포 증식율, NO와 TNF-α 생성능이 소음인에 가장 높았고, 태음인과 소양인 순으로 나타났다. 반면에, 증숙마늘 추출물(SGE)은 각 개인별 체질에 영향을 미치지 않으면서 생마늘 추출물보다 면역활성이 더 높았다. 뿐만 아니라 국가별로 재배한 생마늘 및 증숙마늘의 면역효능은 나라별로 차이가 있었으며 한국산이 가장 높은 면역활성을 나타내었고 일본산, 미국산 순으로 나타났다. 이러한 결과는 항산화 효능에서도 유사한 경향을 나타내었다.

References

1. Byun MW.: Immunomodulatory activities of apple seed extracts on macrophage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 1513-1517 (2013).
2. Kim NY, Chung JY, Lee HY.: Enhancement of immune activity of the extracts from *Codonopsis lanceolata* by stepwise steaming precess and high pressure process. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **22**, 134-139 (2014).
3. Kim KH, Choi MW, Choi HM, Lim SY.: Protective effect of dried mackerel extract on lipopolysaccharide-induced inflammation. *J. Life Sci.* **23**, 1140-1146 (2013).
4. Purev U, Chung MJ, Oh DH.: Individual differences on immunostimulatory activity of raw and black garlic extract in human primary immune cells. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* **34**, 651-660 (2012).
5. Geng Z, Rong Y, Lau BH.: S-allyl cysteine inhibits activation of nuclear factor kappa B in human T cells. *Free Radical Bio. Med.* **23**, 345-350 (1997).
6. Numagami Y, Ohnishi ST.: S-allylcysteine inhibits free radical production, lipid peroxidation and neuronal damage in rat brain ischemia. *J. Nutr.* **131**, 1100s-1105s (2001).
7. Kim JM, Lee JC, Chang N, Chun HS, Kim WK.: S-Allyl-L-cysteine attenuates cerebral ischemic injury by scavenging peroxynitrite and inhibiting the activity of extracellular signal-regulated kinase. *Free Redical Res.* **40**, 827-835 (2006).
8. Soe MJ, Kang BW, Park JU, Kim MJ, Lee HH, Ryu EJ, Joo WH, Kim KH, Jeong YK.: Effect of black garlic extract on cytokine generation of mouse spleen cells. *J. Life Sci.* **23**, 63-68 (2013).
9. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ.: Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.).. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 965-971 (2008).
10. Choi JH, Chung MJ, Oh DH.: Classification of Sasang constitutional body types using immunostimulatory activities of constitution-specific herbal extracts in human primary immune cells. *J. Med. Food* **15**, 824-834 (2012).
11. Kwon KH, Lim HY, Chung MJ.: Neuroprotective effects of bread containing *Cirsium setidens* or *Aster scaber*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**, 829-835 (2014).
12. Lee BH, Kwon KB, Han JH, Ryu DG.: Bibliographical study on the constitutional foods in Korean medicine. *Korean J. Oriental Physiology & Pathology* **23**, 1207-1220 (2009).
13. Choi JH, Oh DH.: Effect of white and red ginseng extracts on the immunological activities in lymphocytes isolated from

Sasang constitution blood cells. *J. Ginseng Res.* **33**, 33-39 (2009).
14. Oh SY, Chung MJ, Choi JH, Oh DH.: Screening of personalized immunostimulatory activities of Saengsik materials and products using human primary immune cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**, 1325-1333 (2014).
15. Choi JH, Chung MJ, Jeong DY, Oh DH.: Immunostimulatory activity of isoflavone-glycosides and ethanol extract from a fermented soybean product in human primary immune cells. *J. Med. Food* **17**, 113-1121 (2014).
16. Bae SE, Cho SY, Won DY, Lee SH, Park HJ.: A comparative study of the different analytical methods for analysis of S-allyl cysteine in black garlic by HPLC. *LWT - Food Sci. Technol.* **46**, 532-535 (2012).
17. Hwang YP, Kim HG, Choi JH, Do MT, Chung YC, Jeong TC, Jeong HG.: S-allyl cysteine attenuates free fatty acid-induced lipogenesis in human HepG2 cells through activation of the AMP activated protein kinase-dependent pathway. *J. Nutr. Biochem.* **24**, 1469-1478 (2013).