

제주 대정 및 전국 주요 산지별 마늘 추출물의 생리활성

현선희 · 김미보 · 임상빈[†]

제주대학교 식품생명공학과

Physiological Activities of Garlic Extracts from Daejeong Jeju and Major Cultivating Areas in Korea

Sun-Hee Hyun, Mi-Bo Kim, and Sang-Bin Lim[†]

Dept. of Food Bioengineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract

Physiological activities of the garlic extracts from eight different cultivating areas (three areas from Daejeong Jeju, four major cultivating areas (Danyang, Uiseong, Taean and Namhae) in Korea, and one imported from China) were investigated. Allicin was the highest in the garlic from Danyang (457 mg/100 g), and in the decreasing order of Uiseong (422), Taean (393), China (370), Jeju (334), Namhae (328). Total phenolic content (TPC) from Taean was the highest (3.77 mg GAE/g), while that from Namhae was the lowest (1.90). Average TPC (3.36 mg GAE/g) of the garlicks from Daejeong Jeju was higher than that (2.87) from major cultivating areas in Korea. The highest integral antioxidative capacities of water-soluble substance were obtained from the garlicks of Danyang (3.24 μ mol ascorbic acid equivalents/g) and Daejeong Jeju (2.73), while the lowest ones were from Namhae (1.94) and Taean (1.67). The integral antioxidative capacities of lipid-soluble substance were the highest in the garlicks from Namhae (5.77 μ mol trolox equivalents/g of dry extract), Danyang (5.31) and Daejeong Jeju (5.29), while the lowest was from Taean (4.19). Average xanthine oxidase inhibition activity (31.1%) in the garlicks from Daejeong Jeju was higher than that (23.2%) from major cultivating areas in Korea. All of the garlicks showed the strong antimicrobial activity against *S. aureus*, and in the decreasing order of *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, and *E. coli*. The garlicks from Daejeong Jeju (specially from Alttre) showed the strongest antimicrobial activities against all four bacterial strains tested.

Key words: garlic, allicin, total phenolic content, antioxidative and antimicrobial activities

서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 과속(*Allium*)에 속하는 일년생 숙근초 식물로서, 독특한 향미 특성뿐만 아니라 각종 생리활성물질이 함유되어 있어서 예로부터 우리나라 식생활에서 필수적인 향신 및 강장식품으로 널리 애용되어 왔으며, 육가공품, 통조림 등 가공식품의 조미료로 각광을 받아 왔다(1).

마늘은 생태형에 따라 한지형과 난지형으로 나누는데, 한지형은 서산, 의성, 단양, 삼척 등 내륙 및 고위도 지방의 추운 곳에서 9~10월에 심어 다음해 6월에 수확하는 만생종이고, 난지형은 제주, 남해, 함평, 무안, 신안 등 남해안 지역에서 8~9월에 심어 다음해 5월에 수확하는 조생종이다(2).

마늘의 황 함량은 다른 과채류가 0.01~0.08%인데 비해 0.11~0.35%로 매우 높다. 마늘의 향미 특성은 마늘에 함유되어 있는 함황아미노산의 일종인 alliin(S-allyl-L-cysteine sulfoxide)이 마늘 조직이 파괴될 때 alliinase(alliin

lyase, EC 4.4.1.4)라는 효소의 촉매작용에 의하여 매우 불안정한 화합물이면서 자극적인 매운맛 성분인 allicin(diallyl thiosulfinate, $C_3H_5-S-S(O)-C_3H_5$)과 피르빈산으로 분해되고, 다시 알리신이 diallyl disulfide(60%), diallyl sulfide(14%), allyl propyl disulfide(6%), methyl allyl trisulfide(4~10%) 등으로 분해되며, 이들이 피르빈산과 서로 작용하여 저급 황화합물 및 카보닐 화합물을 생성함으로써 발생하는 것으로 알려져 있다(3).

최근에는 마늘의 항균성 및 항산화성, 혈중콜레스테롤 저하작용, 눈 충혈 방지작용, 혈압 강하작용, 암세포 성장억제 효과, 항혈전성, 항암작용 등과 같은 생리활성이 알려지면서, 향신료는 물론 건강보조식품 및 의약품 소재로 널리 활용되고 있다. 이러한 생리활성은 알리신과 알리신으로부터 분해 생성되는 ajoene, 2-vinyl-[4H]-1,3 dithiin, diallyl disulfide에 의한 강한 SH-수식과 항산화 활성에 의한 것으로 보고되어 있다. 알리신 3분자는 trans-와 cis-ajoene을 각각 1분자씩 형성하는데, 이들은 항균활성 이외에도 항혈전작용

[†]Corresponding author. E-mail: sblim@cheju.ac.kr
Phone: 82-64-754-3617, Fax: 82-64-755-3601

이 있는 것으로 알려져 있다. Ajoene 이외에도 diallyl trisulfide 및 vinylidithin도 항혈전작용이 있는 것으로 알려져 있는데, 이들은 혈액의 응고인자인 혈소판의 응집을 방지하여 혈전생성을 억제한다(4-6).

우리나라에서 마늘은 전체 농가의 약 1/3이 재배하고 있으며 연간 약 30만 톤을 생산한다(7). 제주도 대정읍 농가소득의 주요작물인 마늘은 우리나라 총생산량의 약 10%를 차지한다. 마늘은 품종뿐만 아니라 토양 및 기후, 기타 재배 환경에 따라 그 구성성분과 생리활성에 차이가 나는데, 지금까지 대정 마늘에 대한 종합적 성분 분석이 이루어져 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 제주 대정 마늘의 특성을 파악하고자, 대정 지역별 마늘과 도외지역 한지형 및 난지형 마늘, 그리고 중국산 마늘을 수집하여, 산지별 마늘의 생리활성을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 마늘은 제주 대정의 3개 지역(알뜨르(상모리 1, 하모리 2), 가시오름(동일리 2, 일파리 1), 서육개리(무릉리 2, 신도리 1))에서 생산된 것을 각각 3종씩 모두 9종, 국내 주요 마늘 생산지인 단양 및 의성(한지형 마늘)과 태안 및 남해(난지형 마늘)에서 생산된 것을 각각 1종씩, 수입산 마늘은 중국산 마늘을 2007년도 12월에 구입하여 사용하였다. 마늘은 입수 즉시 냉장보관하면서 박피하여 100 g씩 폴리에틸렌 필름으로 포장한 후 -70°C 의 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

알리신 함량

박피 분쇄한 생마늘 약 10 g에 40 mL 증류수를 가하여 900 rpm에서 2분간 homogenizer(HG-15D, Daihan Scientific, Korea)로 균질화한 후 감압 여과하여 시료로 사용하였고, 총 thiosulfate 함량은 Han 등(8)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 20 mM cysteine(Sigma, USA)이 함유된 50 mM N-[2-hydroxyethyl] piperazine-N'-[2-ethane sulfonic acid](HEPES) buffer(pH 7.5, Sigma, USA) 용액 0.5 mL에 시료 0.1 mL를 첨가하고, 여기에 50 mM HEPES buffer 4.4 mL를 가하여 총 반응 용액의 부피를 5 mL로 하였다. 이 반응용액을 27°C 에서 10분간 반응시킨 후, 1 mL를 취하여 50 mM HEPES buffer로 조제한 0.4 mM 5,5'-dithio-bis-(2-nitrobenzoic acid)(DTNB, Sigma, USA) 1 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 27°C 에서 10분간 반응시킨 후 412 nm에서 흡광도를 측정하였다. Standard curve는 50 mM HEPES buffer(pH 7.5)로 조제한 0.05~0.3 mM의 cysteine 용액 1 mL에 0.4 mM DTNB 용액 1 mL를 첨가하여 10분간 반응시킨 후 412 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 thiosulfates 중 60~80%가 allicin이므로 총 thiosulfates 함량에 0.7을 곱하여 allicin 함량으로 나타내었다(9).

총페놀 함량

박피 분쇄한 생마늘 약 50 g에 70% 메탄올 250 mL을 가하여 상온에서 24시간 2회 정치 추출하였다. 여과(Toyo no. 5A)하여 회전진공증발농축한 후 증류수로 50 mL 정용하여 시료용액으로 사용하였다. 총페놀 함량은 Peschel 등(10)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 시료 용액 0.1 mL에 증류수 7.9 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol 시약(Fluka, Switzerland) 0.5 mL를 가하였다. 2분 후 20% 탄산나트륨 용액 1.5 mL를 가하여 혼합하였고, 2시간 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총페놀 함량은 gallic acid(Sigma, USA)를 표준품으로 200~1000 $\mu\text{g/L}$ 농도로 검량선을 작성한 후 gallic acid equivalents(mg GAE/g of dry extract)로 나타내었다.

항산화 활성: 통합적 항산화 능력 측정

마늘의 항산화 활성은 Photochemiluminescence system(model: Photochem-PC, Berlin, Germany)으로 측정하였다(11). Antioxidant capacity of water-solubles(ACW)와 antioxidant capacity of lipid-solubles(ACL) kits는 Analytik Jena AG(Jena, Germany)에서 구입하여 사용하였다. 마늘 추출물 시료는 총페놀 함량 측정을 위하여 제조한 것을 사용하였다.

수용성 통합적 항산화 능력(ACW protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉, Reagent 3(R③)에 Reagent 2(R②)를 750 μL 가하여 Reagent 3 working solution(R③-WS)을 제조하였다. 490 μL Reagent 1(R①)과 10 μL H_2SO_4 를 ascorbic acid(R④)가 들어 있는 바이알에 가한 후 20~30초간 vortex시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④ working solution(R④-WS)을 제조하였다. 이 용액 10 μL 에는 1 nmol의 ascorbic acid(표준용액)가 함유되어 있다. 수용성 통합적 항산화 능력은 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 1500 μL 와 R② 1000 μL 가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 μL 를 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 1500 μL 와 R② 1000 μL 가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 μL 와 R④-WS을 10~50 μL 를 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 마늘 추출물 10 μL 를 가하여 3회 반복 측정하였다.

지용성 통합적 항산화 능력(ACL protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉, R③에 R②를 750 μL 가하여 R③-WS을 제조하였다. 500 μL R①을 Trolox(R④)가 들어 있는 바이알에 가한 후 20~30초간 vortex시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④-WS을 제조하였다. 이 용액 10 μL 에는 1 nmol의 Trolox(표준용액)이 함유되어 있다. 지용성 통합적 항산화 능력 또한 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 2300 μL 와 R② 200 μL 가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 μL 를 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 2300 μL 와 R② 200 μL 가 들어

있는 sampling tube에 R③-WS 25 μ L와 R④-WS을 10~50 μ L를 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 마늘 추출물 10 μ L를 가하여 3회 반복 측정하였다.

실험 결과는 마늘 추출물 고품분 g당 μ mol equivalents ascorbic acid 또는 Trolox의 항산화능으로 나타내었다.

통풍저해 활성(xanthine oxidase 저해활성)

박피 분쇄한 생마늘 약 100 g에 100% methanol 500 mL을 혼합하여 상온에서 24시간 동안 2회 추출한 후 여과(Toyo no. 5A)하였다. 여액을 혼합하여 회전진공증발농축기(R-124, Buchi, Switzerland)로 감압 농축한 후 증류수로 20 mL 정용한 후 0.45 μ m syringe filter로 여과하였다.

Xanthine oxidase 저해활성은 Kweon 등(12)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 마늘 추출물 0.2 mL에 50 mM phosphate buffer(pH 7.5) 2.9 mL와 xanthine oxidase(0.5 unit/mL, Sigma, USA) 용액 0.2 mL을 가하였다. 이 혼합물을 25°C에서 15분간 배양한 후 0.15 mM xanthine(Sigma, USA) 용액 2 mL를 가하여 25°C에서 30분간 반응시켰다. 1 N HCl 1.0 mL를 가하여 반응을 종결시키고 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 바탕시험은 동일한 방법으로 시행하였는데, 다만 효소용액은 1 N HCl을 먼저 가한 후 가하였다. Xanthine oxidase 1 unit는 25°C에서 분당 1 μ M uric acid를 생산하는 효소의 양으로 정의하였다.

항균활성

마늘 메탄올 추출물의 항균활성은 그람 양성균 2종(*Listeria monocytogenes* KCTC 13064, *Staphylococcus aureus* KCTC 1621)과 그람 음성균 2종(*Salmonella* Typhimurium KCTC 2515, *Escherichia coli* KCTC 1682)에 대하여 한천 배지 확산법(paper disc agar diffusion)으로 측정하였다. 사용한 균주는 한국생명공학연구원서 구입하여 broth 배지에 배양하고, 37°C에서 24시간 3회 계대 배양하여 사용하였다. 마늘 추출물 시료는 통풍저해 활성 측정을 위하여 제조한 것을 사용하였다.

마늘 추출물의 항균성 측정을 위하여 미리 배양한 균 배양액 0.2 mL($10^7 \sim 10^8$ CFU/mL)를 각각의 고체배지 표면에 취하여 spreader로 균일하게 도말하였다. 대상 미생물이 골고루 도말된 고체배지 표면에 멸균된 paper disc(직경 8 mm, Advantec, Toyo Roshi Co., Japan)를 밀착시켜 올려놓은 후, 각각의 마늘 추출시료 20 μ L를 멸균 paper disc에 흡수시킨 다음 37°C에서 24시간 동안 배양하여 생육 저지환(clear zone)의 크기(mm)를 측정하였다(13).

결과 및 고찰

알리신 함량

마늘의 매운맛 성분인 알리신은 자발적으로 분해되어 마

늘 특유의 냄새를 형성하는데, 혈당치를 감소시키고 고지혈증, 동맥 경화증과 같은 만성 퇴행성 질환의 개선에 중요한 기능성 물질로 알려져 있다(14).

알리신 함량(Table 1)은 단양 마늘이 457 mg/100 g으로 가장 높았으며, 그 다음이 의성(422), 태안(393)과 중국(370), 제주(334)와 남해(328) 마늘 순이었다. 제주 대정의 3개 지역에서 알리신 함량은 알뜨르 마늘이 357 mg/100 g으로 가장 높았고 서육개리 마늘이 303 mg/100 g으로 가장 낮았으며, 제주 대정 마늘의 평균 알리신 함량은 334 mg/100 g으로 전국 주요산지 마늘의 평균 400 mg/100 g에 비하여 낮은 함량을 나타내었다.

Hwang 등(15)은 단양 마늘의 알리신 함량을 측정된 결과 건물당 0.65% 함유되어 있으며, 일반적으로 알리신 함량은 건물당 0.6~0.7% 함유되어 있다고 보고하였는데, 본 연구의 결과 수분함량을 제외하고 계산하면 유사한 경향을 나타내었다. 참고로 마늘의 수분함량은 알뜨르 62.8%, 가시오름 63.3%, 어육개리 62.9%, 단양 57.4%, 의성 62.8%, 태안 66.4%, 남해 60.2, 중국산 69.7%였다. 알리신 함량은 총 thio-sulfinate의 60~80%를 차지하는데, Paik(16)은 의성과 정읍산 마늘의 총 thiosulfinate 함량을 측정된 결과 각각 0.151%와 0.071%라고 보고하여, 본 연구결과보다는 낮은 함량을 나타내었다.

총페놀 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어있는 2차 대사산물의 하나로 다양한 구조와 분자량을 가지며, phenolic hydroxyl가 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하여 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(17).

산지별 마늘 추출물의 총페놀 함량(Table 1)은 태안 마늘이 3.77 mg GAE/g로 가장 높았고, 남해 마늘이 1.90 mg GAE/g로 가장 낮았다. 제주 대정 마늘의 평균 총페놀 함량은 3.36 mg GAE/g로 전국 주요산지 마늘의 평균 2.87 mg GAE/g에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 제주 대정 지역

Table 1. Allicin and total phenolic content of garlics from Daejeong Jeju and major cultivating areas in Korea

Cultivating area		Allicin (mg/100 g)	Total phenolic content (mg GAE/g of dry extract)
Daejeong Jeju	Alltre	357 \pm 4 ^{cd}	3.44 \pm 0.10 ^{ab}
	Gasiorum	342 \pm 81 ^{de}	3.37 \pm 0.43 ^{abc}
	Seoyukgaeri	303 \pm 9 ^e	3.28 \pm 0.31 ^{bcd}
	Average	334 \pm 28 ^{de}	3.36 \pm 0.07 ^{abc}
Korea domestic	Danyang	457 \pm 3 ^a	2.94 \pm 0.08 ^{cd}
	Uiseong	422 \pm 13 ^{ab}	2.88 \pm 0.07 ^d
	Taeon	393 \pm 15 ^{bc}	3.77 \pm 0.06 ^a
	Namhae	328 \pm 30 ^{de}	1.90 \pm 0.00 ^e
Average	400 \pm 55 ^{bc}	2.87 \pm 0.77 ^d	
China, imported		370 \pm 17 ^{cd}	3.14 \pm 0.19 ^{bcd}

The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

별로는 알뜨르, 가시오름, 서육개리 마늘이 각각 3.44, 3.37, 3.28 mg GAE/g로 5% 수준에서 유의적인 차이가 없었다.

Shin 등(1)은 제주, 의성, 남해 마늘의 수용성 페놀화합물 함량을 분석한 결과 각각 19.6, 18.3, 24.0 mg%로 남해 마늘이 가장 높았다고 보고하였는데, 본 연구에서는 의성, 남해 마늘보다 제주 마늘이 높은 함량을 나타내었다. Lee 등(14)도 창녕 마늘의 총페놀 함량을 측정하여 추출조건별로 5.7~16.2 mg%가 함유되어 있었다고 보고하였다.

페놀성 물질은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 식물성 식품에 떫은맛과 쓴맛 등 고유한 맛을 내게 하며(18), 항암작용, 혈압강화작용, 피임작용, 간 보호 작용, 진정작용, 항산화 작용을 가진 대표적인 물질로 알려져 있다(19).

통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity)

지금까지 항산화능 측정법에는 DPPH, TEAC, TRAP, ORAC 등이 있으나, 각각 특정 시스템에 제한적으로 적용되고 있으며, 소위 통합적 항산화 능력을 측정하는 데는 한계가 있다. 최근에는 광화학발광법(photochemiluminescence, PCL)에 의하여 단일 시스템에서 수용성, 지용성 항산화제의 항산화 능력을 많이 측정하고 있다. PCL 방법은 매우 신속히 photochemical excitation에 의하여 superoxide free radical을 형성시킴과 동시에 고감도로 luminometric 검출을 행할 수 있다. PCL법은 음식을 섭취하였을 때 혈액 중에서 항산화 능력을 발휘하는 정도를 간접적으로 측정하는 방법이다(11).

산지별 마늘 추출물의 수용성·지용성 통합적 항산화 능력을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 수용성 항산화 능력은 단양(2.88 μmol ascorbic acid equivalents/g of dry extract)과 제주 대정산(평균 2.73)이 가장 높았고, 전국 주요산지 중 남해(1.94)와 태안산(1.67)이 가장 낮았다. 제주 대정산(평균 2.73)과 전국 주요산지 평균(2.13)은 5% 수준에서 유의

적인 차이가 없었다. 중국산 마늘은 수용성 항산화 능력이 1.07 μmol/g로 가장 낮은 경향을 나타내었다.

지용성 항산화 능력은 남해(5.77 μmol trolox equivalents/g of dry extract), 단양(5.31), 제주 대정산(평균 5.29)이 가장 높았고, 전국 주요산지 중 태안산(4.19)이 가장 낮았다. 특히 중국산과 남해산은 지용성 항산화 능력이 각각 6.25와 5.77 μmol/g로 가장 높은 경향을 보여 수용성 항산화 능력이 가장 낮은 것과는 대조를 나타내었다. 지용성 항산화 능력에 있어서도 제주 대정산(평균 5.29)과 전국 주요산지(평균 4.88)는 5% 수준에서 유의적인 차이가 없었다. 전체적으로 지용성 항산화 능력은 수용성 항산화 능력에 비하여 2배 이상 높은 경향을 나타내었다.

Shin 등(1)은 산지별 마늘즙의 항산화능을 DPPH법으로 측정하였는데, 의성과 남해 마늘은 0.2%와 같이 높은 농도에서 DPPH radical 소거능이 각각 37과 46%로 항산화작용이 나타났지만, 제주산 마늘에서는 높은 농도에서도 항산화작용이 나타나지 않았다고 보고하였다. 마늘의 항산화 효과는 마늘에 존재하는 페놀성 화합물과 allyl 성분에 의한 것으로 추정하였다(20). Byun 등(21)은 의성 마늘의 항산화능을 측정한 결과 추출용매에 따라 전자공여능이 13~26%였다고 보고하였으며, 메탄올로 추출하는 것이 가장 바람직하였다고 보고하였다.

통풍저해 활성(xanthine oxidase 저해활성)

XOD(xanthine oxidase)는 purine 대사에 관여하는 효소로서 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 요산(urate)을 형성하여 urate가 혈장 내에 증가하면 골절에 축적되므로 통증을 동반하는 통풍을 일으킨다(22).

산지별 마늘 추출물의 통풍저해 활성은 Table 3과 같았다. 제주 대정 마늘(평균 31.1%)은 전국 주요산지 마늘(평균 23.2%)보다 높은 통풍저해 활성을 나타내었다. 특히 태안산 마늘은 가장 낮은 통풍저해 활성을 나타내었다. 제주 대정의

Table 2. Integral antioxidative capacity of garlics from Daejeong Jeju and major cultivating areas in Korea
(μmol/g of dry extract)

Cultivating area		Water-soluble antioxidant capacity (ascorbic acid equivalents)	Lipid-soluble antioxidant capacity (trolox equivalents)
Daejeong Jeju	Alttre	2.72 ± 0.85 ^{abc}	4.42 ± 0.44 ^{cd}
	Gasiorum	2.24 ± 0.23 ^{abc}	5.46 ± 1.16 ^{abc}
	Seoyukgaeri	3.24 ± 1.43 ^a	5.98 ± 1.89 ^{abc}
	Average	2.73 ± 0.50 ^{abc}	5.29 ± 0.79 ^{abcd}
Korea domestic	Danyang	2.88 ± 0.24 ^{ab}	5.31 ± 0.46 ^{abcd}
	Uiseong	2.01 ± 0.17 ^{cd}	4.25 ± 0.23 ^{de}
	Taeon	1.67 ± 0.06 ^{de}	4.19 ± 0.15 ^e
	Namhae	1.94 ± 0.15 ^d	5.77 ± 0.09 ^{ab}
	Average	2.13 ± 0.52 ^{bcd}	4.88 ± 0.79 ^{bcde}
China, imported	1.07 ± 0.01 ^e	6.25 ± 0.03 ^a	

The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

Table 3. Xanthine oxidase(XOD) inhibition activity of garlics from Daejeong Jeju and major cultivating areas in Korea

Cultivating area		Xanthine oxidase inhibition activity (%)
Daejeong Jeju	Alttre	34.8 ± 4.9 ^a
	Gasiorum	29.9 ± 7.8 ^{abc}
	Seoyukgaeri	28.5 ± 12.8 ^{abc}
	Average	31.1 ± 3.3 ^{ab}
Korea domestic	Danyang	25.7 ± 0.7 ^{bc}
	Uiseong	28.1 ± 1.3 ^{abc}
	Taeon	14.3 ± 0.8 ^d
	Namhae	24.7 ± 0.1 ^{bc}
	Average	23.2 ± 6.1 ^c
China, imported	27.7 ± 0.3 ^{abc}	

The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

Table 4. Antimicrobial activity of garlics from Daejeong Jeju and major cultivating areas in Korea

Cultivating area		Clear zone size (mm)			
		<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. Typhimurium</i>	<i>E. coli</i>
Daejeong Jeju	Alltre	27.7±3.2 ^a	27.9±3.7 ^a	20.5±3.1 ^a	16.0±1.6 ^a
	Gasiorum	22.1±3.7 ^{bc}	20.4±0.3 ^b	17.1±2.5 ^{bc}	14.3±1.5 ^b
	Seoyukgaeri	22.7±5.1 ^{bc}	20.4±3.9 ^b	17.6±2.2 ^{bc}	13.9±0.8 ^{bc}
	Average	24.2±3.1 ^b	22.9±4.3 ^{ab}	18.4±1.8 ^{ab}	14.7±1.1 ^{ab}
Korea domestic	Danyang	20.3±1.6 ^c	—	18.0±0.0 ^{bc}	12.2±0.3 ^d
	Uiseong	19.3±1.8 ^c	—	15.7±0.4 ^c	12.6±0.0 ^{cd}
	Taeon	15.0±1.4 ^d	—	13.0±1.4 ^d	10.0±0.0 ^e
	Namhae	22.0±0.0 ^{bc}	19.7±0.4 ^b	17.7±7.5 ^{bc}	14.7±0.9 ^{ab}
	Average	19.1±3.0 ^c	—	16.1±2.3 ^{bc}	12.4±1.9 ^d
China, imported	—	—	11.0±1.4 ^d	—	

—: less than 9 mm.

The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

3개 지역 마늘의 통풍저해 활성은 5% 수준에서 유의적인 차이가 없었다.

지금까지 마늘 추출물의 통풍저해 효과에 대한 연구보고는 없었으며, 또한 Table 1에서의 알리신 및 총페놀 함량과의 상관관계도 뚜렷하지 않아, 마늘의 어떤 성분이 통풍저해에 관여하는지에 대한 연구가 앞으로 필요하다.

항균활성

마늘의 항균활성은 독소형 식중독의 대표적 균주인 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 사람과 동물에 수막염, 수막뇌염, 전염성 단백증, 패혈증 등의 증상을 나타내는 원인균주인 리스테리아(*Listeria monocytogenes*), 급성 위염, 설사, 오심, 구통, 발열, 복통을 유발하는 식중독균인 살모넬라(*Salmonella Typhimurium*), 그리고 사람과 온혈동물 대장에 서식하는 균으로서 오염 지표 균인 대장균(*Escherichia coli*)에 대하여 검정한 결과 Table 4와 같았다.

산지별 마늘 추출물의 항균활성은 검정 균주 중에 *S. aureus*에 대하여 가장 높은 활성을 보였고, 그 다음으로 *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *E. coli* 순이었다. *S. aureus*에 대한 항균활성은 제주 대정산(평균 24.2 mm)이 가장 높았고, 태안산(15.0 mm)이 가장 낮은 활성을 나타내었다. 특히 제주 대정산 중 알뜨르 마늘은 가장 높은 항균활성(27.7 mm)을 나타내었다. *L. monocytogenes*에 대해서는 제주 대정(평균 22.9 mm)과 남해산(19.7 mm)은 항균활성을 나타내었지만, 단양, 의성, 태안산은 항균활성을 나타내지 않았다. *S. Typhimurium*에 대한 항균활성은 제주 대정 알뜨르 마늘이 20.5 mm로 가장 높았고 태안산이 13.0 mm로 가장 낮았다. 제주 대정(평균 18.4 mm)과 전국 주요산지(평균 16.1 mm)는 5% 수준에서 유의적인 차이가 없었다. *E. coli*에 대해서는 제주 대정(평균 14.7 mm)과 남해산(14.7 mm)이 가장 높은 항균활성을 나타내었고, 태안산(10.0 mm)이 가장 낮은 활성을 나타내었다. 제주 대정 특히 알뜨르 마늘은 4가지 균주 모두에 대하여 가장 높은 항균 활성을 나타내었다. 중국산 마늘은 항균활성이 가장 낮았으며, *S. Typhimurium*

에 대해서만 약간의 항균활성을 나타내었고, 다른 3가지 균주에 대해서는 전혀 항균활성을 나타내지 않았다.

Shin 등(1)은 제주, 의성, 남해 마늘즙의 항균활성을 측정한 결과 *S. aureus*, *S. Typhimurium*, *E. coli*에 대해서 남해 마늘은 30, 75, 42%의 높은 항균성을 나타내었으나, 제주 마늘은 각각 19, 20, 2%의, 의성 마늘도 각각 10, 52, 9%의 낮은 항균성을 나타내었다고 보고하였는데, 본 연구 결과와 비교하여 볼 때 남해산 마늘은 제주산 마늘과 마찬가지로 높은 항균활성을 나타낸 것과 유사한 경향을 나타내었다. 다만 Shin 등(1)이 제주산이라고 언급한 마늘은 제주 어느 특정지역을 명기하지 않아 비교가 불가능하였다. Kim 등(13)은 완도, 단양, 서산, 중국산 마늘에 대하여 항균성 검정 결과 대장균, 살모넬라, 황색포도상구균에 대하여 항균성이 없었다고 보고하였는데, 이는 투여한 마늘 농도의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. Sheo(23)는 마늘즙 0.5~2.5%에서 4종의 시험균에 대하여 항균력 검정 결과 72~100%의 발육 억제 효과를 보였는데, 특히 *Vibrio parahaemoliticus*에 대한 항균력이 가장 우수하였다고 보고하였다.

알리신은 thiosulfinate 그룹에 속하는 휘발성 함황물질로서 항균작용이 강하다. 알리신과 같은 thiosulfinate는 화학적으로 불안정하여 저장 중에 항균작용이 없거나 낮은 물질로 변화하기 때문에 강력한 항균작용은 시간이 지나면서 약화된다(24). 마늘의 항균활성은 그람 양성균과 그람 음성균 모두에 작용하는 것으로 보아, 세포벽과 막의 구조 차이에 기인하지 않는 것으로 추정된다(13).

요 약

제주 대정 마늘의 특성을 파악하고자, 대정 지역별 마늘과 도외지역 및 중국산 마늘 추출물의 생리활성을 측정하였다. 알리신 함량은 단양 마늘이 457 mg/100 g으로 가장 높았으며, 그 다음이 의성(422), 태안(393)과 중국(370), 제주(334)와 남해(328) 마늘 순이었다. 총페놀 함량은 태안 마늘이

3.77 mg GAE/g로 가장 높았고, 남해 마늘이 1.90 mg GAE/g로 가장 낮았다. 제주 대정 마늘의 평균 총페놀 함량은 3.36 mg GAE/g로 전국 주요산지 마늘의 평균 2.87 mg GAE/g에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 수용성 항산화 능력은 단양(2.88 μmol ascorbic acid equivalents/g of dry extract)과 제주 대정산(평균 2.73)이 가장 높았고, 남해(1.94)와 태안산(1.67)이 가장 낮았다. 지용성 항산화 능력은 남해(5.77 μmol trolox equivalents/g of dry extract), 단양(5.31), 제주 대정산(평균 5.29)이 가장 높았고, 태안산(4.19)이 가장 낮았다. 특히 중국산과 남해산은 지용성 항산화 능력이 각각 6.25와 5.77 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 로 가장 높은 경향을 보여 수용성 항산화 능력이 가장 낮은 것과는 대조를 나타내었다. 전체적으로 지용성 항산화 능력은 수용성 항산화 능력에 비하여 2배 이상 높은 경향을 나타내었다. 통풍저해 활성은 제주 대정 마늘(평균 31.1%)이 전국 주요산지 마늘(평균 23.2%)보다 높은 경향을 나타내었다. 산지별 마늘 추출물의 항균활성은 검정 균주 중에 *S. aureus*에 대하여 가장 높은 활성을 보였고, 그 다음으로 *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *E. coli* 순이었으며, 제주 대정 특히 알뜨르 마늘은 4가지 균주 모두에 대하여 가장 높은 항균 활성을 나타내었다.

문 헌

- Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ. 2004. Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 17: 237-245.
- Shin DB, Seog HM, Kim JH, Lee YC. 1999. Flavor composition of garlic from different area. *Korean J Food Sci Technol* 31: 293-300.
- Brodnitz MH, John PV, Linda VD. 1971. Flavor components of garlic extract. *J Agric Food Chem* 19: 273-275.
- Koch HP, Lawson LD. 1996. *Garlic: The Science and Therapeutic Application of Allium sativum and Related Species*. Williams & Wilkins, Baltimore, USA.
- Prasad K, Laxdal VA, Yu M, Raney BL. 1996. Evaluation of hydroxyl radical-scavenging properties of garlic. *Mol Cell Biochem* 154: 55-63.
- Rabinkov A, Miron T, Konstantinovski L, Wilchek M, Mirelman D, Weiner L. 1998. The mode of action of allicin: trapping of radicals and interaction with thiol containing proteins. *Biochim Biophys Acta* 1379: 233-244.
- Lee GY, Chang BS. 2007. Literature review on the effect of human skin following garlic extraction. *J Beau Tricho* 3: 6-12.
- Han J, Lawson L, Han G, Han P. 1995. A spectrophotometric method for quantitative determination of allicin and total garlic thiosulfonates. *Anal Biochem* 225: 157-160.
- Lawson LD, Wood SG, Hughes BG. 1991. HPLC analysis of allicin and other thiosulfonates in garlic glove homogenates. *Planta Med* 57: 263-270.
- Peschel W, Sanchez-Rabeneda F, Diekmann W, Plescher A, Gartzia I, Jimenez D, Lamuela-Raventos R, Buxaderas S, Codina C. 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chem* 97: 137-150.
- Besco E, Braccioli E, Vertuani S, Ziosi P, Brazzo F, Bruni R, Saccetti G, Manfredini S. 2007. The use of photochemiluminescence for the measurement of the integral antioxidant capacity of baobab products. *Food Chem* 102: 1352-1356.
- Kweon MH, Hwang HJ, Sung HC. 2001. Identification and antioxidant activity of novel chlorogenic acid derivatives from bamboo (*Phyllostachys edulis*). *J Agric Food Chem* 49: 4646-4655.
- Kim KJ, Do JR, Kim HK. 2005. Antimicrobial, anti-hypertensive and anticancer activities of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol* 37: 228-232.
- Lee JM, Cha TY, Kim SH, Kwon TK, Kwon JH, Lee SH. 2007. Optimization of hot-water extraction condition of garlic using a response surface methodology. *Korean J Food Preserv* 14: 385-393.
- Hwang JB, Ha JH, Park WS, Lee YC. 2004. Changes of component on green discolored garlic. *Korean J Food Sci Technol* 36: 1-8.
- Paik IK. 2002. A simple photometric assay for total thiosulfinate concentration from *Allium sativum*. *Inje Medical J* 23: 197-200.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
- Kim IW, Shin DH, Choi U. 1999. Isolation of antioxidative components from the bark of *Rhus verniciflua* S. screened from some Chinese medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 31: 885-863.
- Giocosa A, Filiberti R. 1996. Free radicals, oxidative damage and degenerative disease. *Eur J Cancer Prev* 5: 307-312.
- Im KJ, Lee SK, Park DK, Rhee MS, Lee JK. 2000. Inhibitory effects of garlic on the nitrosation. *Agric Chem Biotech* 43: 110-115.
- Byun PH, Kim WJ, Yoon SK. 2001. Effects of extraction conditions on the functional properties of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 507-513.
- Moon SH, Lee MK. 2001. Inhibitory effects of xanthine oxidase by boiled water extract and tannin from persimmon leaves. *Korean J Food Nutr* 11: 354-357.
- Sheo HJ. 1999. The antibacterial action of garlic onion, ginger and red pepper juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 94-99.
- Kyung KH. 2006. Growth inhibitory activity of sulfur compounds of garlic against pathogenic microorganisms. *J Fd Hyg Safety* 21: 145-152.

(2008년 8월 22일 접수; 2008년 11월 25일 채택)