

산마늘의 부위별 성분분석 및 생리활성 평가

김진영^{1,2,*} · 조정용² · 나환식¹ · 최경철¹ · 박종수¹ · 이지현¹ · 정선호¹ · 문제학²
¹전라남도보건환경연구원 식품약품분석과, ²전남대학교 식품공학과 및 기능성식품연구센터

Analysis of the Various Constituents and Comparison of Biological Activities of Different Parts of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*

Jin Young Kim^{1,2,*}, Jeong-Yong Cho², Hwan-Sik Na¹, Gyeong-Cheol Choi¹, Jong-Soo Park¹,
Ji-Heon Lee¹, Seon-Ho Jeong¹, and Jae-Hak Moon²

¹Food & Drug Analysis Division, Jeollanamdo Institute of Health and Environment

²Department of Food Science & Technology, and Functional Food Research Center, Chonnam National University

Abstract Analysis of the various constituents and determination of biological activities in the different parts (root, stem, and leaf) of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* were carried out. Potassium and calcium were detected in higher contents (mg/100 g fresh wt.) than other minerals. The total phenolic content (mg tannic acid eq./100 g dry wt.) decreased in the order of leaves (792.7±16.6) > stems (160.3±6.8) > roots (101.5±2.7), and the total flavonoid content (mg quercetin eq./100 g dry wt.) was as follows: leaves (497.9±11.1), roots (35.7±0.4), stems (18.5±1.4). DPPH radical-scavenging activity and inhibition activity against the formation of cholesteryl ester hydroperoxide in rat blood plasma was higher in the leaves than in roots and stems. Extracts of *A. victorialis* separated by parts displayed antimicrobial activity against *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus*, of which the strongest activity was against *C. perfringens*.

Keywords: total phenol, total flavonoid, antioxidative activity, cholesteryl ester hydroperoxide, antimicrobial activities

서 론

산마늘(*Allium victorialis* var. *platyphyllum*)은 백합과(Liliaceae)의 *Allium*속 식물로서 시베리아, 중국, 한국, 일본, 아메리카, 히말라야 산지의 낙엽 활엽수림 밑에서 자생하는 다년생 초본 식물이다(1-3). 우리나라의 지리산, 설악산, 오대산, 평창, 태백 등의 높은 산지에서는 작은 군락을 형성하여 자생하나 그와는 달리, 울릉도에서는 비교적 큰 군락을 형성하여 산지 전역에 분포되어 자생하고 있다(1,4).

사람의 생명을 잇는 식물이라 하여 “명(命)”이라고 불리기도 하는(5) 산마늘은 이른 봄(3월초)에 맹아하여 4-5월 사이에 급속히 지상부와 화경이 성장하고 6월경에 개화한다. 생육 최적성기는 6월 중순이며, 하기에는 지상부가 고사하고 인경만이 휴면에 들어가 월동한 후, 다시 이른 봄에 맹아하여 생육하게 된다(3,6). 꽃은 백색 또는 황색으로 5-7월에 높이 40-70 cm의 크기로 피고, 잎은 길이 20-30 cm, 너비 3-10 cm의 타원형으로 양끝이 좁고 윤채가 없으며, 갈색을 띠는 인경은 길이 4-7 cm로 그물 같은 섬유로 외피가 덮여져 있다(5).

예로부터 무기성분과 비타민이 풍부하여(2) 울릉도에서는 구황 식물로, 강원도 지역에서는 산나물로(7) 식물체 전체(꽃, 잎, 인경)를 식용하였으며(6), 그 중 잎과 인경은 산채나물로서 뿐만 아니라 비타민 결핍, 신경쇠약, 심장병, 위장병, 특히 위염 등의 치료를 위한 약초로서도 이용되어 왔다(2,8). 뿐만 아니라 산마늘의 독특한 맛과 향미로 인해 최근에는 봄철에 연한 잎과 줄기를 생채로 식용할 뿐만 아니라 김치, 절임, 튀김 및 염장가공 등의 다양한 조리법도 개발되어지고 있다(2). 또한 그 수요가 계속 증가하여 이른 봄 대구, 부산 등의 영남지방 시장에서는 쉽게 찾아볼 수 있는 산나물이 되었으며(1), 인위적으로 재배하지 않고 자연 상태에서 연 1회 채취(3)하기 때문에 고가여서 울릉도 주민들의 큰 소득원 역할도 하고 있다(1).

그러나 고소득 창출로 인한 자생 산마늘의 무분별한 채취가 이루어짐으로써 계속적으로 그 수요가 증가되어짐에 따라 생산력을 증대시킬 필요가 인식되어지게 되었다. 그래서 최근 자생 산마늘의 유전적 유연관계(9), 생태적 특성(10), 휴면생리 및 연화 재배기술(3), 대량증식 기반을 구축하기 위한 재분화 기술(11), 그리고 기능적 특성 구명을 위한 식품성분과 수확 후 생리적 특성 평가(12) 등의 연구가 다양하게 진행되어왔다.

산마늘에 대한 성분 연구결과를 살펴보면, 잎은 2-3%의 탄수화물과 ascorbic acid를 함유하고 있으며, 인경은 혈소판응집 억제효과(4,13,14)가 있는 함유황 화합물 중 S-alkenyl- 혹은 S-alkyl-L-cysteine 형태의 화합물이 함유되어 있다고 보고된 바 있다(4). 그리고 전초의 추출물로부터 spirostanol glycoside 형태의 gitogenin 3-O-lycotetroside, flavonoid glycoside 형태의 astragalinal과 kaempferol 3,4'-di-O-β-D-glucoside, flavonol 형태의 quercetin과 kaempferol,

*Corresponding author: Jin Young Kim, Food & Drug Analysis Division, Jeollanamdo Institute of Health and Environment, Muan, Jeonnam 534-821, Korea
Tel: 82-61-240-5261
Fax: 82-61-240-5260
E-mail: jkim78@korea.kr
Received September 7, 2011; revised October 21, 2011;
accepted October 24, 2011

그리고 phenylpropanoid계 화합물로서 ferulic acid가 단리·보고된 바 있다(4,5,15). 또한 예로부터 강장 및 생리작용 완화효과와 해독작용, 항동맥경화효과(12,16), 항당뇨효과, 항고지혈증효과, 간보호효과, 콜레스테롤 저하 효과(4), 항비만효과(6), 그리고 인체 내의 비타민 B 흡수를 촉진하는 메키니즘과 항혈전 작용물질의 존재를 밝힌 연구 또한 보고된 바 있다(6).

그러나 산마늘과 같은 *Allium*속의 대표적인 식물들이라 할 수 있는 마늘, 양파 및 부추 등에 비해 아직 많은 연구가 행하여 지지 않았으며, 행해진 기존의 연구 또한 주 생산지인 울릉도에서 생산되는 산마늘의 식생분포와 재배에 관한 내용이 주를 이루고 있다. 또한 마늘, 양파 및 부추가 강한 항산화 활성을 발휘한다는 것이 잘 알려져 있는 반면, 산마늘에 대한 항산화 활성 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 장성에서 재배·생산된 산마늘에 함유된 일반성분, 무기성분, 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 등의 함량을 부위별(뿌리, 줄기, 잎)로 분석하고, 항균 및 항산화 활성 또한 평가함으로써 산마늘의 식품학적 특성 및 기능성을 발굴하여 농가 소득증대에 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

산마늘은 전남 장성군 북일면 축령산내에서 2009년 5월에 채취하였다. 채취 직후 뿌리, 줄기 및 잎으로 각각 부위를 나누어 동결건조한 후, -40°C에 보존하면서 분석에 이용하였다.

추출물 조제

동결건조한 뿌리, 줄기 및 잎의 각 50 g에 methanol(MeOH) 400 mL씩을 가하고, homogenizer(Polytron PT-MR 2100, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 균질화한 후, 24시간 동안 방치하였다. 이어 흡입여과(No. 2, Whatman, Maidstone, England)하여 여과액과 잔사를 분리하였으며, 회수한 잔사는 MeOH 100 mL를 가하여 다시 균질화하여 여과(No. 2, Whatman)를 순차적으로 행하였다. 얻어진 여과액들은 합하여 감압농축한 후, 70% MeOH을 가하여 건조중량 1 g/10 mL의 농도가 되도록 조제한 후 재차 여과(0.45 µm)하여 분석 시료로 이용하였다.

일반성분 및 무기성분 분석

산마늘의 부위별(뿌리, 줄기, 잎) 일반성분은 AOAC법(17)과 식품공전(18)에 준하여 분석하였다. 즉 수분함량은 105°C 상압 가열건조법, 회분은 550°C 전기회화로를 이용한 직접회화법, 그리고 조지방은 Büchi사의 조지방 추출기(Büchi extraction unit B-815, Flawil, Switzerland)와 조지방 자동분석장치(Büchi fat determination B-820), 조단백질은 단백질 자동분석장치(Büchi 339 distillation unit)를 이용하여 각각 분석하였다. 무기성분은 부위별 시료(뿌리, 줄기, 잎) 0.5 g(건선중량)에 질산 5 mL를 첨가한 후, CEM사의 microwave(MARS, Matthews, NC, USA)를 이용하여 분해한 다음, 분해액에 증류수를 첨가하여 50 mL로 정용하여 원자흡광광도계(PerkinElmer US/Analyst 800, Shelton, CT, USA)로 분석하였다.

총 폴리페놀 함량 평가

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(19)을 응용하여 분석하였다. 각 추출액(건조중량 200 mg 상당량)에 H₂O 4 mL, Folin-Ciocalteu's 시액(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 0.2 mL, 포화된 Na₂CO₃ 0.2 mL를 순차적으로 첨가한 후, 최종부피가 10 mL

가 되도록 증류수를 첨가하였다. 암소에서 1시간 방치한 후, 700 nm(UV/VIS Spectrophotometer, Lamda 25, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA)에서 흡광도를 측정하였으며, 그 함량은 농도를 달리한 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선을 기준으로 산출하였다.

총 플라보노이드 함량 평가

총 플라보노이드 함량은 Moreno법(20)을 응용하여 분석하였다. 각 추출액(건조중량 20 mg 상당량)에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.2 mL를 순차적으로 첨가한 후, 최종 부피가 5 mL가 되도록 80% MeOH을 첨가하였다. 암소에서 40 분간 방치한 후 415 nm(UV/VIS Spectrophotometer, Lamda 25, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)에서 흡광도를 측정하였으며, 그 함량은 농도를 달리한 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선을 기준으로 산출하였다.

DPPH Radical-Scavenging 활성 평가

산마늘의 부위별(뿌리, 줄기, 잎) 항산화 활성은 Abe 등(21)의 방법을 응용하여 측정하였다. 즉 산마늘의 부위별 최종농도는 건조중량 0, 5, 10, 30, 100, 120 및 150 mg/2 mL가 되도록, 그리고 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Wako, Tokyo, Japan) ethanol (EtOH) 용액의 최종농도는 250 µM이 되도록 용액을 각각 조제하였다. 이들 각각의 용액을 vortex mixer로 혼합한 다음, 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후, 517 nm(UV/VIS Spectrophotometer, Lamda 25)에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 첨가량의 증가에 따라 흡광도 값이 변하지 않는 첫 농도가 용액 중의 DPPH를 100% scavenging한 농도로 판단하고, 그 50%의 흡광도 값을 나타내는 시료 농도가 DPPH 50%를 scavenging한 값(SC₅₀; 50% scavenging concentration)으로 나타내었다. 항산화 활성은 다음과 같은 식에 의해 계산되어졌다.

$$\% \text{ Inhibition} = \left[\frac{\text{무첨가구의 흡광도} - \text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right] \times 100$$

쥐 혈장의 Cholesteryl Ester Hydroperoxide(CE-OOH) 생성 억제능 평가

Cholesteryl Ester Hydroperoxide(CE-OOH) 생성 억제 효과는 Kim 등(22)의 방법을 응용하여 실험하였다. 쥐는 6주령의 Sprague-Dawley계, 180-200 g body wt.로 수컷만을 구입(Samtako, Osan, Korea)하여 stainless wire cover 플라스틱 cage에서 3일 동안 사육하였으며, 생육조건은 20±2°C, 습도는 50-60%, 12시간 간격으로 light-dark cycle을 유지하였고, 식이와 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하여 실험실 환경에 순화시켰다. 실험 15시간 전에 절식, 3시간 전에 절수시킨 후, ether 마취 하에서 개복한 다음, 대동맥으로부터 헤파린이 첨가된 주사기로 채혈하여 4°C에서 3000 rpm으로 20분 동안 원심분리(VS-15 CFN, Vision Scientific, Daejeon, Korea)를 행하였으며, 얻어진 상층(혈장)을 취하여 사용 직전까지 -38°C에서 냉동 저장하였다.

쥐 혈장 250 µL에 PBS buffer(pH 7.4) 640 µL, 부위별 시료(뿌리, 줄기, 잎)의 추출물(건조중량 50 µg 상당량)을 각각 첨가한 다음, 동이온(CuSO₄) 농도가 최종적으로 100 µM이 되도록 PBS buffer 용액으로 조제하여 100 µL를 첨가함으로써 산화를 개시하였다. 혼합 용액은 37°C에서 7시간 shaking incubation시킨 후, 100 µL를 취하여 2.5 mM BHT를 함유한 MeOH과 *n*-hexane을 각각 3 mL씩 가하여 vortex로 혼합하였다. 상층액을 농축용기에 취

한 후, 하층 용액에 다시 *n*-hexane 3 mL를 가하고 재차 vortex로 혼합하였다. 그 상층액을 취하여 전단계의 *n*-hexane층과 혼합하여 농축한 다음, 얻어진 농축물을 MeOH/CHCl₃(95:5, v/v) 용액 100 µL로 녹여 시료중의 CE-OOH 농도를 HPLC로 분석하였다. HPLC 분석은 ODS column(4.6×250 mm, TSK-gel, ODS-80Ts, Tosoh Co., Tokyo, Japan)을 이용하여, 1.0 mL/min(Model 486 tunable absorbance detector, Waters, Milliford, MA, USA)의 유속으로 235 nm의 검출과장(Model SPD 10A, Shimadzu, Kyoto, Japan)에서 행하였으며, 이동상은 97% MeOH을 이용하였다.

부위별 산마늘의 항균활성 평가

항균활성 실험에 사용한 균주는 식중독 원인균으로서 Gram 양성균인 *Clostridium perfringens*(KCTC 3269), *Staphylococcus aureus*(KCTC 1621), *Listeria monocytogenes*(KCTC 3569) 3종과 Gram 음성균인 *Escherichia coli*(KCTC 2441), *Salmonella enterica*(KCTC 2515), *Vibrio vulnificus*(KCTC 2959), *Vibrio parahaemolyticus*(KCTC 2729), *Enterobacter aerogenes*(KCTC 2190) 5종을 사용하였다. 이들 균주 모두는 한국생명공학연구원 생물자원센터(KCTC, Daejeon, Korea)로부터 분양받았으며, 배지는 mueller hinton agar(MHA, Oxoid Ltd., Basingstoke, England)와 tryptic soy agar(TSA, Oxoid Ltd., Basingstoke, England)를 사용하였다.

배양된 각 균주를 백금으로 취하여 0.85% 멸균식염수에 표준 탁도액(McFarland No 0.5)으로 현탁한 후 배지 표면에 고루 도말하였다. 그리고 멸균된 paper disc(8 mm, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)를 올린 다음, 상기의 DPPH radical-scavenging 활성평가에서 SC₅₀에 해당하는 농도의 시료를 paper disc에 점적하고 0.85% 식염수로 확산시킨 후, *C. perfringens*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. enterica*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *E. aerogenes*는 37°C, *L. monocytogenes*는 30°C에서 24시간 배양하여 paper disc 주위에 형성된 생육 억제환(inhibition zone)의 크기를 활성 정도로 측정하였다.

결과 및 고찰

부위별 산마늘의 일반성분 및 무기성분 함량

산마늘의 뿌리, 줄기 및 잎에 함유된 일반성분 중 수분, 회분, 조지방 그리고 조단백질의 함량을 각각 비교한 결과(Table 1), 부위에 관계없이 수분의 함량이 가장 높았으며, 그 다음으로 조단백질, 회분, 조지방 순이었다. 이 결과는 Choi 등(3)이 보고한 울릉도 산마늘의 일반성분 분석결과와 일치하였으며, 부위별 수분은 잎 > 줄기 > 뿌리, 회분은 뿌리 > 잎 > 줄기, 조지방은 잎 > 뿌리 > 줄기, 그리고 조단백질은 잎 > 줄기 > 뿌리 순이었다. 그 중 부위별 회분의 함량은 다른 일반성분과는 달리 뿌리에 그 함량이 가장 높음을 확인할 수 있었는데, 이것은 토양으로부터 직접 흡수하는 무기질 함량이 많기 때문인 것으로 사료된다. 이에 8종의 무기성분을 원자흡광도계 분석을 통하여 비교·분석한 결과(Table 1), 전반적으로 뿌리에 그 함량이 가장 높았고, 다음으로 잎, 줄기 순이었으며, 특히 K와 Ca은 다른 무기성분에 비해 그 함량이 월등히 높았다. K은 근육에서 에너지를 만드는 역할을 하며, 결핍 시 뇌졸중, 신부전증, 변비, 손발저림, 경련 등을 일으키고(23), Ca은 결핍 시 골다공증을 비롯하여 고콜레스테롤증, 동맥경화, 고지혈증, 고혈압 등의 만성질환 발병 요인이 되나(24), K과 Ca이 풍부한 산마늘을 일상적으로 섭취한다면, 이와 같은 질병의 예방에 큰 도움이 되리라 사료된다. 부위별 차이를 비교해 보면, 뿌리에 함유된 Mg, Fe, Na의 함량은 잎과 줄기에 비해

Table 1. Proximate compositions and mineral contents in the different part (roots, stems, and leaves) of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*

Composition	Roots	Stems	Leaves
Proximate compositions (%)			
Moisture	56.7±9.0	79.4±2.2	83.5±1.0
Crude ash	1.9±1.0	0.4±0.1	1.4±0.1
Crude lipid	0.2±0.1	0.2±0.1	0.4±0.1
Crude protein	1.0±0.3	1.9±1.6	4.6±1.3
Minerals (mg/100 g fresh wt. eq.)			
Ca	169.4±30.1	88.8±3.9	226.4±28.3
Mg	56.5±13.4	18.1±2.6	22.1±5.6
Na	49.8±13.4	1.4±0.6	1.2±0.3
Fe	45.7±15.9	5.5±3.3	7.0±3.2
K	303.7±49.0	234.0±20.8	363.9±46.4
Mn	5.1±1.4	0.2±0.2	1.5±0.5
Zn	0.6±0.3	tr.	0.1±0.1
Cu	2.3±0.2	0.6±0.1	0.5±0.1

tr.: Trace (<0.1 mg/100 g fresh wt. eq.).

Each value is the mean±SD of three experiments.

Table 2. The content of total phenolics and flavonoid in the different part (root, stems, and leaves) extracts of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*

Part	Total phenolics (mg tannic acid eq./100 g dry wt.)	Total flavonoid (mg quercetin eq./100 g dry wt.)
Roots	101.5±2.7 ¹⁾	35.7±0.4
Stems	160.3±6.8	18.5±1.4
Leaves	792.7±16.6	497.9±11.1

¹⁾The data are expressed as mean±SD (n=3).

그 함량이 약 10배 정도 높았다. 잎과 줄기가 주로 식용으로 이용되고 있으나 이들 무기성분의 분포로 보아 뿌리를 섭취하는 것 또한 무기물의 섭취 측면에 있어 효율적일 것으로 사료된다.

부위별 산마늘의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

녹황색 식물에는 flavonoid 및 phenol성 화합물들과 같은 유용 항산화제를 다량 함유하고 있어 각종 질환의 예방 및 개선에 큰 효과가 있는 것으로 알려져 있다(25). 근년 flavonoid 및 phenol성 화합물들의 강한 항산화 활성이 항암작용, 혈압강화작용, 간 보호작용, 진경작용(26) 및 순환기계질환의 예방 및 개선에 효과가 있음(27)이 새로운 측면으로부터 인식되어짐에 따라 이들 화합물을 응용한 새로운 측면으로부터의 연구 또한 활발히 진행되고 있다.

이에 녹색식물인 산마늘의 부위별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 Folin-Denis법과 Moreno법을 응용하여 분석한 결과, 총 폴리페놀 함량(건조중량 100 g 당)은 잎(792.7±16.6 mg) > 줄기(160.3±6.8 mg) > 뿌리(101.5±2.7 mg) 순이었으며, 산나물로 섭취하는 잎은 특히 다른 부위에 비해 총 폴리페놀 함량이 6-8배로 매우 높음을 확인할 수 있었다(Table 2). 총 플라보노이드 함량(건조중량 100 g 당)은 잎(497.9±11.1 mg) > 뿌리(35.7±0.4 mg) > 줄기(18.5±1.4 mg) 순이었고, 잎은 다른 부위에 비해 총 플라보노이드 함량이 14-28배로 플라보노이드 화합물 또한 대부분 잎에 존재함을 확인할 수 있었으며(Table 2), Jang 등(28)과 Kwon 등(29)이 같은 *Allium*속 다년생 초본인 생마늘(일반마늘)에 함유된 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과와 비교해 보면,

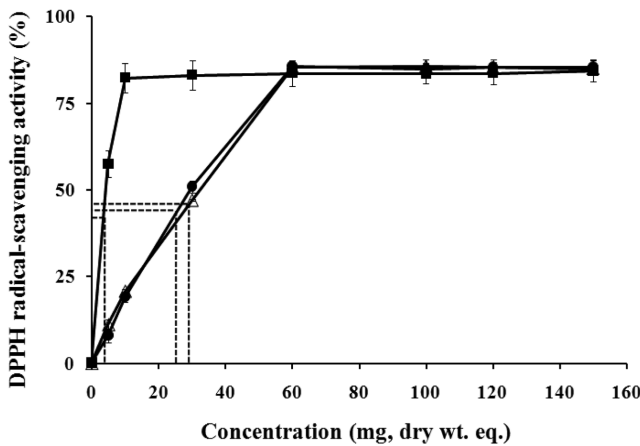


Fig. 1. DPPH radical-scavenging activity of different part (roots, stems, and leaves) extracts of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. Reaction mixture contains 250 μ M DPPH and each extract in EtOH solution (final volume, 1 mL). After reaction at room temperature for 30 min in the dark, the absorbance of each reaction mixture was monitored at 517 nm by a UV spectrophotometer. Each value is the mean \pm SD of three experiments. ■, Leaves; ●, stems; △, roots.

산마늘 잎에는 그 함량이 2배 정도 더 높음을 알 수 있었다. 마늘의 향암 등의 다양한 효능이 입증되어 식재료로서 이용되어지고 있는 대표적인 식물인 점을 감안한다면, 산마늘의 섭취 또한 향암 등 다양한 질환의 예방 및 개선에 많은 도움이 될 것으로 사료된다. 그리고 서론에서 제시하였듯이 산마늘로부터 수종의 flavonoid를 포함한 페놀성 성분이 구명되어 있으나 추후 분자수준에 있어 보다 자세한 연구가 추가적으로 수행될 필요가 있을 것이며, 그 정량분석 또한 의미있는 내용이 될 것이라 판단된다.

부위별 산마늘의 DPPH Radical-Scavenging 활성

부위별 산마늘의 농도에 따른 DPPH radical-scavenging 곡선으로부터 50% DPPH radical-scavenging 농도값(SC₅₀)을 구하였다. 그 결과(Fig. 1), DPPH 최종농도 250 μ M에 대해 뿌리는 30 mg, 줄기는 25 mg, 그리고 잎은 4 mg의 각 시료 건조중량으로부터 추출된 추출물 첨가 시 SC₅₀값을 보였다. 특히 잎은 다른 부위에 비해 그 활성이 더 높게 나타났는데, Kwon 등(29)의 보고에 의하면, 페놀성 물질과 플라보노이드는 항산화 작용의 지표이며, 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 하였다. 또한 식물체의 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 사이에는 밀접한 상관관계가 있다고 하였는데, 이것은 상기의 결과에서처럼 산마늘에 유용항산화제 물질인 총 폴리페놀과 플라보노이드가 다량 함유되어 있기 때문인 것으로 사료된다.

부위별 산마늘의 CE-OOH 생성 억제능

콜레스테롤은 체내에서 유리형 또는 지방산과의 에스테르형으로 존재하며, 세포의 원형질 및 형질막의 구성성분이다. 혈액 속에서 주로 저밀도지단백(LDL)과 고밀도지단백(HDL)으로 존재하며, 동맥경화 발병원인 중의 하나로써 LDL의 산화가 잘 알려져 있다. LDL은 산화에 민감한 cholesterol 및 cholesteryl ester를 약 50%정도 함유하고 있어 혈액 내에서 활성산소종의 공격으로 산화되어 혈관벽에 플라크를 침착시켜 동맥경화를 야기한다(30). 본 연구에서는 동이온 유도 산화에 의해 생성된 CE-OOH의 생성 억제능을 비교함으로써 항산화 활성을 평가하였다. 산마늘의 부위별 건조중량 50 μ g를 쥐 혈장에 첨가하여 동이온에 의해 유도된

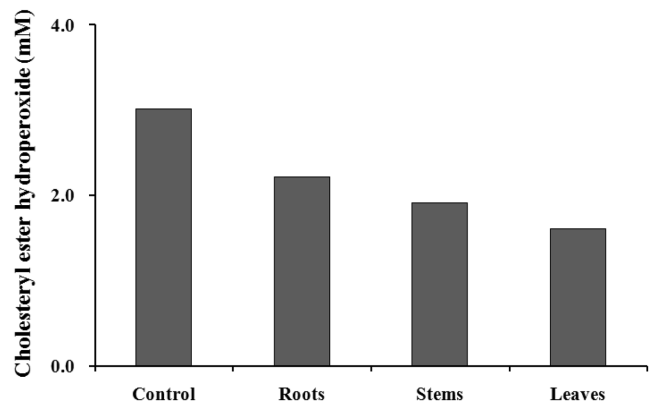


Fig. 2. Cholesteryl ester hydroperoxide (CE-OOH) formation-inhibition activity of different part (roots, stems, and leaves) extracts of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* against copper ion-induced oxidation of diluted rat blood plasma. Rat plasma was diluted four-fold with PBS (pH 7.4) and incubated with 100 μ M CuSO₄ at 37°C for 7 hr. A typical example of two independent experiments is shown.

산화반응 후(7시간), CE-OOH 생성농도를 측정된 결과(Fig. 2), CE-OOH 생성 억제 효과는 잎 > 줄기 > 뿌리 순이었다. 상기의 DPPH radical-scavenging 활성 평가에 있어서는 잎이 줄기와 뿌리보다 현저히 높은 활성을 보인 반면, 본 CE-OOH 생성 억제능 평가에 있어서는 DPPH 실험에 있어서처럼 현저한 차이가 관찰되지 않았다. 이는 CE-OOH 생성 억제능 평가의 경우 동이온에 의해 산화가 유도되기 때문에 금속이온 킬레이트 효과와 radical-scavenging 효과가 함께 영향을 미침으로써 그에 관여하는 함유 성분들에 의해 다소 다른 경향의 활성이 관찰되었다고 판단된다. 또 Choi 등(4)은 산마늘의 지상부인 잎이 지하부보다 고지혈증을 유발한 쥐의 cholesterol과 triglyceride의 경감율이 더 뛰어나다고 보고하였으며, 본 실험 역시 지상부인 잎이 지하부보다 CE-OOH 생성 억제율이 더 효과적인 것으로 보아, Choi 등(4)이 보고하였던 고지혈증 및 동맥경화 등의 순환기계질환 예방에 산마늘 잎은 효과가 있을 것으로 추측된다.

부위별 산마늘의 항균활성

DPPH radical-scavenging 활성실험에서 부위별 SC₅₀에 해당하는 양(뿌리 30 mg, 줄기 25 mg, 잎 4 mg)의 추출물을 이용하여 식중독 원인균 8종에 대한 항균활성을 비교한 결과, Gram 양성균 *C. perfringens*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* 3종에 대해 모두 항균활성을 보였으나, Gram 음성균은 *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus* 2종의 균주에 대해서만 항균활성을 보였고, *E. coli*, *S. enterica*, *E. aerogenes*에 대해서는 항균활성을 보이지 않았다(Table 3). Kim 등(31)의 보고에 의하면 마늘 MeOH 추출물의 경우 *E. coli*나 같은 *S.속인 typhimurium*에 항균활성을 보이지 않는다고 보고하였는데, 동일 *Allium*속인 산마늘 역시 유사한 결과를 나타내었다. 한편 항균활성을 보인 균에 대해서는 산마늘의 부위별 처리군에 관계없이 각 균주에 대해 거의 유사한 항균활성이 관찰되었으나, *C. perfringens* 균에 대해서는 뿌리 추출물 처리군이 줄기 및 잎 추출물의 처리군에 비해 더 높은 항균활성을 보였다. 그리고 산마늘의 부위별(뿌리, 줄기, 잎) 시료 모두 다른 균에 비해 *C. perfringens* 균에 대해 특징적으로 강한 항균활성을 보였는데, Park 등(32)의 보고에 의하면 양파에 함유된 allyl 황화합물이 장내 유해효소와 유해산물인 β -glucuronidase, β -glucosidase 그리고 indole

Table 3. Antimicrobial activity of different part (roots, stems, and leaves) extracts in *Allium victorialis* var. *platyphyllum* by paper disc diffusion method

Microorganisms	Inhibition zone ¹⁾ (diameter, mm)		
	Roots	Stems	Leaves
Gram positive bacteria			
<i>Clostridium perfringens</i> KCTC 3269	28.5	14.8	18.2
<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1621	9.0	9.3	10.6
<i>Listeria monocytogenes</i> KCTC 3569	10.3	10.6	10.8
Gram negative bacteria			
<i>Escherichia coli</i> KCTC 2441	²⁾	-	-
<i>Salmonella enterica</i> KCTC 2515	-	-	-
<i>Vibrio vulnificus</i> KCTC 2959	9.2	9.0	10.2
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> KCTC 2729	9.8	10.1	10.3
<i>Enterobacter aerogenes</i> KCTC 2190	-	-	-

¹⁾Disc diameter (8 mm) was included.

²⁾No inhibition zone was formed.

에 영향을 미쳐 유아의 괴사성 소장결장염, 괴사성 장염 등을 유발하는 *C. perfringens* 균의 생육을 저해시킨다고 보고하였는데, 본 연구에서도 같은 *Allium*속 식물로 황화합물을 함유한 산마늘 역시 *C. perfringens* 균에 대한 항균력이 높게 나타나 산마늘 섭취는 식중독과 더불어 장염 예방에도 큰 도움이 될 것으로 사료되어진다.

본 연구결과, 산마늘은 무기성분이 풍부하고 다양한 생리활성을 발현하는 것을 알 수 있었으며, 일부 지역에서는 고가의 가격에 거래되어 농민들에게 고부가가치 창출에 도움을 주는 식물이다. 현 임업은 나무를 심어 30-40년의 장기적인 육림작업을 요하는 산업으로서 주벌수확 때까지 임간을 자연농장으로 활용할 수 있는 특징이 있다는 점을 감안한다면(7), 이 시기에 산마늘의 재배는 산림을 다목적적으로 이용할 수 있을 뿐만 아니라 농민의 소득창출에도 큰 도움이 될 수 있을 것으로 사료되어진다.

요 약

산마늘의 부위별(뿌리, 줄기 및 잎) 무기성분 함량과 다양한 생리활성을 평가한 결과, 부위에 관계없이 K과 Ca이 다른 무기성분에 비해 그 함량이 월등히 높았다. 총 폴리페놀 함량(mg tannic acid eq./100 g dry wt.)은 잎(792.7±16.6 mg) > 줄기(160.3±6.8 mg) > 뿌리(101.5±2.7 mg) 순이었으며, 총 플라보노이드 함량(mg quercetin eq./100 g dry wt.)은 잎(497.9±11.1 mg) > 뿌리(35.7±0.4 mg) > 줄기(18.5±1.4 mg) 순이었다. DPPH 라디칼(최종농도 250 µM)을 이용한 항산화 활성을 검토한 결과, 뿌리 30 mg, 줄기 25 mg, 그리고 잎 4 mg에서 SC₅₀값을 보였고, CE-OOH 생성 억제 효과는 잎 > 줄기 > 뿌리 순이었다. 그리고 부위별 항균활성 검토 결과, 뿌리, 줄기, 잎 모두 *C. perfringens*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*에 항균활성을 보였으며, 그 중 특히 *C. perfringens* 균에 강한 항균활성을 보였다.

문 헌

- Choi ST, Lee JT, Park WC. Growth environment and nutritional evaluation of native *Allium victorialis* var. *platyphyllum* in Ulrung island. J. Korean Agr. Chem. Soc. 36: 502-509 (1993)
- Kim WB, Kim JG, Lee EA, Kim BH, Kim JK, Lim HT. Plant regeneration from bulb explants of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* Makino. Korean J. Plant Tissue Culture 23: 123-127 (1996)
- Choi ST, Lee JT, Park WC. Dormancy physiology, softening culture and evaluation of nutrition value in the Ulrung-native *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. J. Korean Agr. Chem. Soc. 36: 495-501 (1993)
- Choi JW, Lee KT, Kim WB, Park KG, Jung HJ, Park HJ. Pharmacological effect of the *Allium victorialis* var. *platyphyllum* extracts on the rats induced by streptozotocin, poloxamer-407, CCl₄, and D-galactosamine. Korean J. Pharmacogn. 34: 250-255 (2003)
- Lee HJ, Lee SK, Choi YJ, Jo HJ, Kang HY, Lee SS, Choi DH. Extractives from the *Allium victorialis*. J. Korean For. Soc. 96: 620-624 (2007)
- Choi JW, Lee KT, Kim WB, Park KK, Chung WY, Lee JH, Lim SC, Jung HJ, Park HJ. Effect of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* leaves on Triton WR-1339-Induced and poloxamer-407-Induced hyperlipidemic rats and on diet-induced obesity rats. Korean J. Pharmacogn. 36: 109-115 (2005)
- Bae KH, Hong SC. Morphological and genetic variation of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. Agr. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ., Korea 13: 45-53 (1995)
- Park SC, Park HJ, Yun SY, Lee MS, Kim WB, Jung WT. Structures of flavonoids and furostanol glycosides isolated from the bulbs of *Allium victorialis* L. J. Korean Soc. Hort. Sci. 37: 675-679 (1996)
- Kim WB, Yoo KO, Ryu SY, Seo JT, Om YH, Jung HT. Intra specific variations of the *Allium victorialis* var. *platyphyllum* by polymerase chain reaction. J. Korean Soc. Hort. Sci. 38: 129-132 (1997)
- Suh JT, Kim WB, Lee WC, Kim BH, Kim JK, Paik WK, Yoo KO. Native environments and ecological characteristics of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* Makino. RDA. J. Agr. Sci. 38: 654-659 (1996)
- Whitaker J. Development of flavor, odor, and pungency in onion and garlic. Adv. Food Res. 22: 73-133 (1976)
- Jeong JC, Ok HC, Hur OS, Kim CG, Kim SY, Kim WB. Food value and postharvest physiological characteristics of wild garlic (*Allium Vicorialis* var. *platyphyllum*) in Korea. Korean J. Hort. Sci. Technol. 23: 164-169 (2005)
- Wijiaya CH, Mughtani D, Lalel HJ, Zakaria F, Kowara S. Antiplatelet aggregation potencies of some *Allium* spp. grown in Indonesia. Nat. Prod. Sci. 2: 37-42 (1996)
- Liakopoulou-Kyriakides M, Sinakos Z, Kyriakidids DA. Identification of alliin, a constituent of *Allium cepa* with an inhibitory effect on platelet aggregation. Phytochemistry 24: 600-601 (1985)
- Lee KT, Choi JH, Kim DH, Kim WB, Kwon SH, Park HJ. Constituents and the antitumor principle of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. Arch. Pharm. Res. 24: 44-50 (2001)
- Kim TG, Kim SH, Kang SY, Jung KK, Choi DH, Park YB, Ryu JH, Han HM. Antiatherogenic effect of the extract of *Allium victorialis* on the experimental atherosclerosis in the rabbit and transgenic mouse. Korean J. Pharmacogn. 31: 149-156 (2000)
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 18th ed. Method 930.04, 930.05, 930.09, and 979.09. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA (2005)
- KFDA. Korea Food Code. Korean Food & Drug Administration, Seoul, Korea (2007)
- Swain T, Hills WE, Ortega M. Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. Quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agr. 10: 83-88 (1959)
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnopharmacol. 71: 109-114 (2000)
- Abe N, Nemoto A, Tsuchiya Y, Hojo H, Hirota A. Studies of the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging mechanism for a 2-pyrone compound. Biosic. Biotech. Bioch. 64: 306-333 (2000)
- Kim JY, Cho JY, Ma YK, Park KY, Lee SH, Ham KS, Lee HJ, Park KH, Moon JH. Dicafeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea* L.) and their antioxidative activity. Food Chem. 125: 55-62 (2011)
- Cha WS, Cho MJ, Ding JL, Shin HJ. Nutritional component analysis of green tea tree's root and seed. Korean J. Biotechnol.

- Bioeng. 23: 387-391 (2008)
24. Ding JL, Lim IJ, Lee HD, Cha WS. Analysis of minerals, amino acids and vitamin of *Lespedeza cuneata*. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 21: 414-417 (2006)
25. Abbey M, Nestel PJ, Baghurst PA. Antioxidant vitamins and low-density-lipoprotein oxidation. Am. J. Clin. Nutr. 58: 525-532 (1993)
26. Kim IW, Shin DH, Choi U. Isolation of antioxidative components from the bark of *Fhus verniciflua* stokes screened from some Chinese medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 855-863 (1999)
27. Renaud S, de Lorgeril M. Wine alcohol, platelets, and the French Paradox for coronary heart disease. Lancet 339: 1523-1526 (1992)
28. Jang EK, Seo JH, Lee SP. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 443-448 (2008)
29. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 331-336 (2006)
30. Kim GD, Lee YS, Cho JY, Lee YH, Choi KJ, Lee Y, Han TH, Lee SH, Park KH, Moon JH. Comparison of the content of bio-active substances and the inhibitory effects against rat plasma oxidation of conventional and organic hot peppers (*Capsicum annum* L.). J. Agr. Food Chem. 58: 12300-12306 (2010)
31. Kim KU, Do JR, Kim HK. Antimicrobial, antihypertensive, and anticancer activities of garlic extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 228-232 (2005)
32. Park JH, Han NS, Yoo JY, Kwon DJ, Shin HK, Koo YJ. Screening of the foodstuffs influencing the growth of *Bifidobacterium* spp. and *Clostridium perfringens*. Korean J. Food Sci. Technol. 5: 582-588 (1993)