KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 51, No. 2, pp. 147~151 (2019)
https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.2.147

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

마늘 신품종 홍산과 한산의 식물화학적 구성 및 생리활성 비교

김주성[1,*] · 라종환[1]
[1]제주대학교 생명자원과학대학, 친환경연구소

Comparison of phytochemical composition and physiological activity of 'Hongsan' and 'Hansan', a new variety of garlic

Ju-Sung Kim[1,*] and Jong Hwan Ra[1]
[1]*College of Applied Life Sciences, SARI, Jeju National University*

Abstract This study was performed to investigate the physiological activity of Hongsan garlic and Hansan garlic, which were registered in the plant breeders' right in 2016. The content of mineral components, except sodium and sulfur ingredients, was found to be high in Hansan garlic. In addition, organic sulfur components were high in Hansan garlic. Moreover, the total soluble solid content, reducing sugar content, and alpha glucosidase inhibitory activity were high in Hansan garlic. Acidity, pH, total phenol, and flavonoid content were high in Hongsan garlic. Both varieties showed higher inhibitory activity to gram-positive bacteria than to gram-negative bacteria. The antimicrobial activity of Hongsan garlic was slightly higher than that of Hansan garlic. These results are expected to provide useful information to farmers who grow the above garlic varieties.

Keywords: antimicrobial activity, new variety, organic sulfur component, total phenol, total soluble solid

서 론

백합과 파속의 월년 2년생 작물인 마늘은 지역에 따라 월동 전·후에 싹이 터서 난지형과 한지형으로 구분을 한다. 마늘은 인편이나 주아를 가을에 파종하여 월동하게 되며 한지형 품종은 주로 국내 자생종으로 중북부지방에서 재배되고 있으며 난지형 품종은 중국에서 도입된 남도마늘, 스페인에서 도입된 대서마늘 및 인도네시아에서 도입된 자봉마늘 등이 남부지방에서 재배되고 있다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b; Kim과 Ra, 2016; Kwak 등, 2018).

무성생식으로 번식하는 마늘은 대부분 정상적인 화분을 형성하지 못하여 교배를 통한 품종개량보다는 돌연변이나 도입선발에 의하여 새로운 품종이 육성되어져 왔다(Ahn과 Yoon, 2010). 그러다가 일부 과학자들에 의하여 가임마늘이 발견되었고(Etoh, 1983; Katarzhin과 Katarzhin, 1978), 이들로부터 진정종자가 획득되면서(Etoh 등, 1988; Konvicka, 1984; Pooler와 Simon, 1993), 국내에서도 교배육종이 가능하게 되었다(Choi 등, 2008). 또한 국제신품종보호연맹 협약 등에 의해 2009년부터 마늘도 품종보호 작목으로 지정되면서 특히 국내 난지형 품종같이 외국 도입종이 대다수인 우리나라 현실에서는 로열티 절약 및 국내 환경과 소비자의 기호에 적합한 품종의 육종이 시급한 현실이다.

*Corresponding author: Ju-Sung Kim, College of Applied Life Sciences, SARI, Jeju National University, Jeju 63243, Korea
Tel: +82-64-754-3314
Fax: +82-64-725-2351
E-mail: aha2011@jejunu.ac.kr
Received January 17, 2019; revised February 14, 2019; accepted February 15, 2019

신품종 '홍산'은 2003년 임성자원 '8902'와 '9209'간의 교배조합으로 얻은 진성 종자 15립 중에서, 기내파종과 순화 완료 후 최종 선발된 12번째 종자로부터, 신품종 '한산'은 2003년 임성자원 '8673'과 '9211' 간의 교배조합으로 얻은 진성 종자 21립 중에서, 기내파종과 순화 완료 후 최종 선발된 15번째 종자로부터 유래한 마늘구의 영양번식을 통하여 2011년 생산력검정시험을 거쳤으며 2012년부터 3년간 경기, 강원, 제주 등지에서 지역적응시험을 거쳐 2014년도에 육성되어 2015년도에 품종출원, 2016년도에 품종보호권(한산: 제 6319호; 홍산: 제 6320호)이 등록되었다(Kwak 등, 2018; Lee 등, 2018; RDA, 2019). 특히 홍산은 기존의 한지형 마늘보다 월등히 수량이 높고 난지형인 남도마늘 이상의 수량을 보였으며 한지와 난지 모두 재배가 가능하고 천근성으로 수확이 쉬워 생력재배에 알맞다고 알려져 있다(Han 등, 2017; RDA, 2019). 따라서 본 연구는 새로이 육성된 신품종인 홍산과 한산의 생리활성을 측정하여 재배농가들에게 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 전처리

Folin-Ciocalteu reagent, *p*-nitrophenyl α-D-glucopyranoside, 알리인, 알파-글루코시데이즈는 Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서, 알리신은 Toronto Research Chemicals (North York, Ontario, Canada)에서, 아세토니트릴은 Fisher Scientific (Springfield, NJ, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그 외 시약들은 특급시약을 사용하였다. 마늘 시료는 2013년 제주도 서귀포시 대정읍 신도리 2271-1에서 채취하였다. 재배토양은 암갈색의 용흥통 비화산회토였다. 마늘(홍산 및 한산 품종)을 수돗물에 세척하여 70°C에서 건

조한 후 믹서기로 갈아서 분석하였다. 한편 산, 고형물함량, pH 측정 및 항미생물 실험용은 세척한 인편을 바로 착즙하여 실험에 이용하였다.

무기물 및 전질소 함량 분석

곱게 갈은 시료 0.5 g을 왕수분해법으로 분해시켜 ICP (JY 138 Ultrace, Jobin Yvon, France)를 이용하여 무기물 함량을 정량하였다. 전질소 함량은 Kjeldahl법으로 정량하였다.

알리신, 알리인 및 총 피루브산 함량 분석

알리신 함량 분석을 위하여 1 g 시료에 30 mL 3차 증류수를 첨가하여 30분 동안 교반하여 추출 후 원심분리기(Combi-514R, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 원심분리하였다. 원심분리 후 상층액을 0.45 μm 시린지 필터로 여과하여 HPLC-DAD (Agilent 1260, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 분석용 칼럼은 Agilent Zorbax SB-C18 (4.6×250 mm, 5 μm)를 사용하였고, 이동상은 (A) 0.1% 포름산을 함유한 물과 (B) 0.1% 포름산을 함유한 아세토니트릴을 농도구배로 분석하였다. 이동상은 0.7 mL/min, 시료는 20 μL, UV 검출 파장은 254 nm에서 측정하였다.

알리인 함량 분석을 위하여 1 g 시료에 30 mL 20% 에탄올을 가하여 30분 동안 초음파추출기로 추출하였으며, 이후 과정은 알리신 측정방법과 동일하다. 이동상은 1.0 mL/min, 시료는 10 μL, UV 검출기 파장은 210 nm에서 측정하였다.

Kim 등(2015a)의 방법으로 총 피루브산 함량을 측정하였다. 1 g 시료에 10 mL 10% 트리클로로아세트산을 첨가하여 1시간 동안 두었다가 여과하였다. 0.2 mL 여과액에 0.2 mL 0.0125% 2,4-디니트로페닐히드라진을 가하여 37°C에서 10분 동안 반응시킨 후 1 mL 0.6 N 수산화나트륨을 혼합하여 UV-spectrophotometer (UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 피루브산나트륨을 사용하여 얻은 표준검량 곡선으로 총 피루브산 함량을 산출하였다.

총 페놀, 플라보노이드 및 환원당 함량 측정

Folin-Ciocalteu 실험법으로 총 페놀 함량을 측정하였다. 100 μL/mL 시료에 50 μL Folin-Ciocalteu reagent를 첨가하여 5분간 반응 후 0.3 mL 20% 탄산나트륨을 첨가하였다. 그리고 UV-spetrophotometer를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Kim 등(2012)의 방법을 일부 수정하여 총 플라보노이드 함량을 측정하였다. 200 μL 시료에 100 μL 10% 질산알루미늄, 100 μL 1 M 아세트산칼륨을 혼합한 후 4.6 mL의 80% 에탄올을 넣고, 40분간 반응을 시켰다. 이어서 UV-spectrophotometer를 사용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Kim 등(2015a)의 방법으로 환원당 함량을 측정하였다. 200 μL 시료에 동량의 DNS 시약을 섞어 95°C 히팅블럭(HB-96D, Daihan, Wonju, Korea)에서 15분 동안 반응시키고 나서 다시 4°C에서 반응을 정지시킨 후 UV-spectrophotometer를 사용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다.

산, 고형물함량 및 pH 측정

2 mL 마늘 착즙액에 8 mL 증류수를 첨가하여 잘 섞은 후 10분 동안 원심분리기(1730MR, Gyrozen, Daejeon, Korea)를 이용하여 상층액을 분리하고, 당산도 분석장치(NH-2000, Horiba, Kyoto, Japan)를 이용하여 마늘의 당도(°Brix) 및 산도(%)를 분석하였다. pH는 동일한 방법으로 얻어진 시료를 이용하여 pH meter로 측정하였다.

항미생물활성 측정

한국농업미생물자원센터(Korean Agricultural Culture Collection, KACC, Suwon, Korea)에서 분양 받은 균주를 Hyun 등(2015)의 방법에 따라 실험하였다. 마늘의 항미생물활성을 측정하기 위하여 3종의 그람음성균 *Escherichia coli* (KACC 14818), *Klebsiella pneumonia* (KACC 14816), *Salmonella enterica* (KACC 10769)과 3종의 그람양성균 *Staphylococcus epidermidis* (KACC 14822), *Micrococcus luteus* (KACC 14819), *Kocuria rhizophila* (KACC 14744), *Bacillus subtilis* (KACC 14741)을 사용하였다. 항미생물 저해활성은 임계희석법을 이용하여 최소생육억제농도로 표시하였다.

알파-글루코시데이즈 억제활성 측정

Kim과 Kim(2016)의 방법에 준하여 알파-글루코시데이즈 억제활성을 측정하였다. 50 μL 시료에 0.5 U/mL 알파-글루코시데이즈 효소액 50 μL, 200 mM 인산칼륨버퍼(pH 6.8) 50 μL를 첨가하여 37°C에서 15분 동안 배양 후 3 mM *p*-nitrophenyl α-D-glucopyranoside (*p*NPG) 100 μL를 넣고 37°C에서 10분 동안 반응시켰다. 0.1 M Na_2CO_3 750 μL를 가하여 반응을 정지시키고 기질인 *p*NPG로부터 유리되어 나오는 반응 생성물인 *p*-니트로페놀을 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 알파-글루코시데이즈의 활성을 50% 억제하는데 필요한 농도를 IC_{50}으로 나타내었다.

통계처리

실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며 시료간의 유의적인 차이는 SPSS 독립표본 *t*-검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

홍산과 한산마늘의 무기물 함량을 Table 1에 나타냈다. 대량원소에서 전질소와 마그네슘의 함량은 홍산마늘이 한산마늘에 비해 2배 정도 높았다(p<0.001). 그 외 인, 칼륨 및 칼슘은 홍산마늘이 한산마늘보다 약간 높게 나타났으며 나트륨은 한산마늘이 홍산마늘보다 높게 나타났다. 미량요소에서는 아연을 제외한 망간, 구리, 철에서 2배 이상의 차이를 나타내었다. 홍산 및 한산마늘의 무기물 함량은 제주에서 재배되는 난지형 마늘인 남도나 대

Table 1. Total mineral concentration of new garlic cultivars 'Hongsan' and 'Hansan'

Varieties	Macro element (%)						Micro element (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Zn	Cu	Fe
Hansan	1.08±0.00	0.42±0.02	1.28±0.02	0.04±0.00	0.04±0.01	0.03±0.00*	5.10±0.28	11.80±0.42	2.50±0.14	37.75±5.02
Hongsan	2.00±0.03***	0.47±0.02*	1.34±0.05	0.07±0.01***	0.08±0.00**	0.02±0.00	10.25±0.07***	12.55±0.92	5.25±1.34**	82.60±13.58**

Significant at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Table 2. Concentrations of organic sulfur components of new garlic cultivars 'Hongsan' and 'Hansan'

Varieties	Sulfur (%)	Alliin (mg/g)	Allicin (mg/g)	Total pyrubate (μM/g)
Hansan	0.77±0.23**	12.98±0.23***	2.59±0.13***	161.22±25.66*
Hongsan	0.69±0.02	10.10±0.64	1.08±0.04	122.34±3.67

Significant at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Table 3. Total soluble solids, total acidity and pH of new garlic cultivars 'Hongsan' and 'Hansan'

Varieties	Total soluble solids (ºBrix)	Total acidity (%)	pH
Hansan	7.95±0.07*	0.37±0.12	5.93±0.02
Hongsan	7.65±0.21	0.40±0.02	5.96±0.01*

Significant at *p<0.05.

서마늘의 무기물 함량과 비슷하게 함유하고 있었으며(Kim 등, 2015a; Kim, 2015b; Kim과 Ra, 2016), 칼륨, 인, 마그네슘 및 칼슘 순으로 함유되어 있었다(Haciseferogullar 등, 2005). 특히 황과 인의 함량은 아프리카에서 생산되는 마늘보다 월등히 높은 함량을 나타내었다(Diriba-Shiferaw 등, 2013; Sa'adatu, 2013).

마늘 특유의 향기성분은 마늘 조직이 파괴되면서 체내에 함유된 효소인 알리네이즈에 의해 알리인이 알리신으로 분해되고 이어서 diallyl thiosulfinate와 diallyl disulphide로 분해되며 이러한 물질들의 thiosulfonate기가 SH기와 강하게 반응하여 세포대사에 저해작용을 함으로써 항균, 항암, 동맥경화예방과 같은 효능을 나타내게 된다(Chung과 Choi, 1990). 생마늘과 마늘 분말의 주요 황화합물은 알리인이다. 보통 마늘 인경은 8 g/kg 정도의 알리인을 함유하고 있으며, 으깬 생마늘은 알리신 함량이 가장 높으며 37 mg/g 정도 함유하고 있다(Miron 등, 2004). 또한 Amagase 등(2001)은 최근 많은 임상연구에서 탈수된 마늘 분말의 일일 복용량이 900 mg 까지라고 보고하였다. 홍산과 한산마늘의 황 관련 성분의 함량을 측정하였다(Table 2). 황 관련 화합물의 함량은 한산마늘이 홍산마늘보다 높게 나타났다. 근소한 차이이긴 하지만 한산마늘의 황 함량(0.77%)이 홍산마늘(0.69%)보다 높았으며 알리인 역시 비슷한 경향을 보였다(한산; 12.98 mg/g, 홍산; 10.10 mg/g). 그러나 위 두 품종은 제주에서 생산되는 남도마늘(8.77 mg/g)보다는 높은 함량을 나타내었다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b). 고흥, 남해, 제주 및 서산에서 재배한 남도마늘의 알리인 함량을 측정한 결과 제주에서 가장 낮았다는 결과가 있어 한산과 홍산마늘을 육지부에 재배한다면 알리인 함량이 높게 나올지는 향후 연구가 필요하리라 생각된다(Hong 등, 1997). 알리신의 경우 한산마늘(2.59 mg/g)이 홍산마늘(1.08 mg/g)보다 2.4배 높았다(p<0.001). 특히, 한산마늘의 경우 제주에서 재배되는 난지형 마늘의 알리신 함량보다 높게 나타났다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b; Kim과 Ra, 2016). 알리네이즈 효소에 의해 변환된 총 피루브산의 함량 역시 한산마늘에서 높게 나타났다(한산; 161.22 μM/g, 홍산; 122.34 μM/g). Hong 등(1999)은 한지형 마늘(단양마늘)이 난지형 마늘(남도마늘)보다 알리인 함량이 더 높으며 가공처리에 따른 함량 차이가 나타났는데, 열탕과 극초단파 처리구에서의 알리인 함량의 차이는 없었으나 잘게 다진 처리구에서는 함량이 매우 낮아졌는데 이는 알리네이즈의 분해작용에 의해 알리인이 분해되어 줄어든 것으로 보고하였다.

홍산과 한산 마늘의 가용성 고형물 함량은 7.80ºBrix를 나타냈으며, 한산마늘(7.95ºBrix)이 홍산마늘(7.65ºBrix)보다 약간 높았으며, 산도는 0.38%, 착즙액의 pH는 5.94를 나타냈으며 홍산마늘이 한산마늘보다 약간 높게 나타냈다(Table 3). 위 두 품종의 마늘은 제주에서 재배되는 남도마늘보다 높은 가용성 고형물 함량을 나타내었으며 산도는 낮게 나타났다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b).

홍산과 한산마늘의 총 페놀, 플라보노이드, 환원당 함량 및 알파-글루코시데이즈 억제활성을 측정하였다(Table 4). 총 페놀 함량의 경우 홍산마늘에서 122.85 mg GAE/100 g을 나타냈고 한산

Table 4. Total phenol, total flavonoid, reducing sugar contents and alpha glucosidase inhibitory effect of new garlic cultivars 'Hongsan' and 'Hansan'[1)]

Varieties	TPC (mg GAE/100 g)	TFC (mg QE/100 g)	RSC (mg GE/g)	IC_{50} (μL)
Hansan	57.67±2.67	18.07±1.08	42.16±2.75***	16.28±0.12
Hongsan	122.85±4.01***	30.54±1.53***	29.34±0.69	17.48±1.29

[1)]Total phenol contests analysed as gallic acid equivalent (GAE) mg/100 g of extract; Total flavonoid contents analysed as quercetion equivalent (QE) mg/100 g of extract; Reducing sugar contents analysed as glucose equivalent (GE) mg/g of extract; Amount required for 50% reduction of alpha glucosidase. Significant at ***p<0.001.

Table 5. Antimicrobacterial activity of new garlic cultivars 'Hongsan' and 'Hansan'[1)]

Varieties	Minimum inhibitory concentration (%, v/v)						
	Gram-negative bacteria				Gram-positive bacteria		
	E.c	K.p	S.e	S.ep	M.l	K.r	B.s
Hansan	0.63	2.5	1.25	0.63	0.31	1.25	2.5
Hongsan	0.63	1.25	2.5	0.31	0.31	1.25	1.25

[1)]The minimum inhibitory concentration value against bacteria was determined by the serial two-fold dilution method. The growth of the bacteria was evaluated by the degree of turbidity of the culture with the naked eye in twenty hours. E.c.; *Escherichia coli* KACC 14818, K.p.; *Klebsiella pneumoniae* KACC 14816, S.e.; *Salmonella enterica* KACC 10769, S.ep.; *Staphylococcus epidermidis* KACC 14822, M.l.; *Micrococcus luteus* KACC 14819, K.r.; *Kocuria rhizophila* KACC 14744, B.s.; *Bacillus subtilis* KACC 14741.

마늘에서 57.67 mg GAE/100 g을 나타내어 두 품종간 2.1배의 차이를 나타내어 뚜렷한 차이를 보였다(p<0.001). 제주에서 재배되는 남도마늘과 비교하면 한산마늘의 경우 낮았으나 홍산마늘의 경우 월등히 높은 함량을 나타내었다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b). 총 플라보노이드 함량은 홍산마늘에서 30.54 mg QE/100 g, 한산마늘에서 18.07 mg QE/100 g을 나타내었다(p<0.001). 반면에 두 품종의 환원당 함량은 홍산마늘에서 29.34 mg GE/g, 한산마늘에서 42.16 mg GE/g으로 한산마늘의 환원당 함량이 더 높게 나타났다(p<0.001). 위 두 품종의 환원당 함량은 제주에서 재배되는 남도마늘이나 비화산회토에서 재배되는 대서마늘보다는 높은 함량을 보였으나 화산회토에서 재배되는 대서마늘(93.01 mg GE/g)보다는 낮은 함량을 나타내었다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b; Kim과 Ra, 2016). 알파-글루코시데이즈 억제활성은 두 품종에서 근소한 차이를 나타내었으며 한산마늘에서 높은 저해활성을 나타냈다(한산 IC_{50}=16.28±0.12 μL; 홍산 IC_{50}=17.48±1.29 μL). 알파-글루코시데이즈는 소장 상피세포에 존재하는 효소로 체내로 섭취된 이당류나 다당류를 단당류로 분해하는 효소로 본 실험 결과 마늘 추출물이 탄수화물의 소화와 흡수를 지연시킴으로 인해 식후 혈당의 상승을 억제시켜주는 효과를 나타낼 수 있을 것으로 기대된다(Shin 등, 2009).

홍산과 한산마늘의 항미생물활성을 측정하였다(Table 5). 두 품종 모두 *M. luteus*에 대하여 0.31% (v/v)로 가장 강력한 항미생물활성을 보였다. 한산마늘의 경우 *E. coli*와 *S. epidermidis*에서 0.63% (v/v)의 활성을 보였다. 홍산마늘의 경우 *S. enterica*에도 0.31% (v/v)의 활성을 보였으며 이어서 *E. coli*에서 0.63% (v/v)의 활성을 나타내었다. 그 외 *K. pneumonia, S. enterica, K. rhizophila* 및 *B. subtilis*에서는 1.25-2.50% (v/v)의 농도에서 저해활성을 나타냈다. 또한 *S. enterica*을 제외한 모든 균에서 홍산마늘이 한산마늘보다 항미생물활성이 비슷하거나 뛰어난 효과를 보였다. 위 결과는 제주지역에서 생산되는 남도마늘의 항미생물활성과 유사한 결과를 보였으며 그람음성균보다 그람양성균에 대한 저해활성이 높게 나타났다(Kim 등, 2015a; Kim 등, 2015b). 마늘의 항미생물 작용물질은 세균, 효모, 곰팡이는 물론 원생동물에도 생육저해작용이 있으며, 분자구조 중에 -S-S(O)-기를 가지고 있기 때문이다(Small 등, 1947). 사람에게 병원성을 나타내는 그람 양성 및 음성 세균 19종에 대한 마늘의 항미생물활성을 실험한 결과 마늘유의 48시간 최소생육억제농도가 최고 5.5 mg/mL로 나타났으며, 마늘분말의 경우 25 mg/mL 정도를 나타냈다고 하여 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 보였다(Ross 등, 2001). 다만 항균작용의 주요물질인 황화합물의 함량이 한산마늘에 많았음에도 불구하고 홍산마늘 대비 뛰어나지 못한 것은 알리신 외에도 페놀이나 플라보노이드 함량이 영향을 미친 것이 아닌가 생각된다.

요 약

본 연구는 2016년 품종보호권이 등록된 홍산마늘과 한산마늘의 생리활성을 측정하기 위하여 실시되었다. 나트륨과 황 성분을 제외한 미네랄 성분들은 한산마늘에서 높게 측정되었으며 함유 황화합물 역시 한산마늘에서 높았다. 또한 고형물함량과 환원당 및 알파글루코시다아제 저해활성 역시 한산마늘이 높았다. 그러나 산도, pH, 총페놀 및 플라보노이드 함량은 홍산마늘에서 높게 나타났다. 두 품종에서 항미생물활성은 그람음성균보다 그람양성균에 대한 저해활성이 높았으며 한산마늘보다 홍산마늘이 조금 높은 항미생물활성을 나타내었다. 이러한 연구결과는 향후 위 품종을 재배하는 농가에 유용한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다.

References

Ahn YK, Yoon MK. Effect of short daylength and temperature control on garlic florogenesis. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 28: 180-185 (2010)

Amagase H, Petesch BL, Matsuura H, Kasuga S, Itakura Y. Intake of garlic and its bioactive components. J. Nutr. 131(3s): 955S-962S (2001)

Choi HS, Chae WB, Kwack YB, Jeong MI. A new early harvest garlic cultivar 'Allkae'. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 26(Suppl II): 9-12 (2008)

Chung SK, Choi JU. The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 44-49 (1990)

Diriba-Shiferaw G, Nigussie-Dechassa R, Kebede W, Getachew T, Sharma JJ. Growth and nutrients content and uptake of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by different types of fertilizers and soils. Sci. Technol. Arts Res. J. 2: 35-50 (2013)

Etoh T. Germination of seeds obtained from a clone of garlic, *Allium sativum* L. Proc. Japan Acad. 59(B): 83-87 (1983)

Etoh T, Noma Y, Nisfutarumizu Y, Wakomoto T. Seed productivity and germinability of various clones collected in Soviet Central Asia. Mem. Fac. Agr. Kagoshima University 24: 29-139 (1988)

Haciseferogullar H, Özcan M, Demir F, Çalisir S. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). J. Food Eng. 68: 463-469 (2005)

Han JW, Kwon YS, Kim CW, Kwak JH. Changes on the yield and components in new garlic variety 'HongSan' according to preharvesting treatment and harvesting season. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 35(Suppl I): 66-66 (2017)

Hong GH, Jang HS, Kim YB. Effect of processing treatments on change in quantity of the functional components in garlic, *Allium sativum* L. Hortic. Environ. Biotechnol. 40: 23-25 (1999)

Hong GH, Lee SK, Moon W. Alliin and fructan contents in garlics, by cultivars and cultivating areas. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 38: 483-488 (1997)

Hyun TK, Kim HC, Kim JS. *In vitro* screening for antioxidant, antimicrobial, and antidiabetic properties of some Korean native plants on Mt. Halla, Jeju Island. Indian J. Pharm. Sci. 77: 668-674 (2015)

Katarzhin MS, Katarzhin IM. Experiments on the sexual reproduction of garlic. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina I Ordena Druzhby Narodov Instituta Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilov* 80: 74-76 (1978)

Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 337-342 (2012)

Kim JS, Kim KC. Antioxidant and α-glucosidase inhibitory activities of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt leaf extract and fractions. Korean J. Med. Crop Sci. 24: 222-227 (2016)

Kim JS, Ra JH. Comparison of the chemical properties of soil and the main components of the southern ecotype garlic cultivar cultivated in the volcanic or nonvolcanic ash soil of Jeju island. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34: 549-556 (2016)

Kim JS, Ra JH, Hyun HN. Comparison of biochemical composition and antimicrobial activity of southern type garlic grown in the eastern and western region of Jeju. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 33: 763-771 (2015a)

Kim JS, Ra JH, Hyun HN. Correlations between soil environment and bioactive constituents of Namdo garlic harvested in the nonvolcanic ash soil distributed western Jeju. Korean J. Med. Crop Sci. 23: 125-131 (2015b)

Konvicka O. Generative reproduction of garlic (*Allium sativum*). Allium Newsletter 1: 28-37 (1984)

Kwak JH, Ahn YK, Kim CW, Kwon YS, Choi KJ, Yoon MK. New garlic variety 'Hongsan' for high yield & nationwide cultivation. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(Suppl I): 115-115 (2018)

Lee J, Yoon S, Lee M, Kwon J, and Hong K. Effect of bulblet harvest timings on bulb and bulblet yield of garlic cv. 'Hongsan'. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 36(Suppl II): 79-79 (2018)

Miron T, Bercovici T, Rabinkov A, Wilchek M, Mirelman D.

[^{3}H]Allicin: preparation and applications. Anal. Biochem. 331: 364-369 (2004)
Pooler MR, Simon PW. Characterization and classification of isozyme and morphological variation in a diverse collection of garlic clones. Euphytica 68: 121-130 (1993)
Ross ZM, O'Gara EA, Hill DJ, Sleightholme HV, Maslin DJ. Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: evaluation of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. Appl. Environ. Microbiol. 67: 475-80 (2001)
Rural Development Administration (RDA). Garlic. Avaliable from: http://www.nongsaro.go.kr Accessed Jan. 02, 2019.
Sa'adatu ME. Comparative study on concentration of some minerals found in garlic (*Allium sativum* Linn) species grown in some African countries. J. Biol. Life Sci. 4: 63-67 (2013)
Shin JH, Kang MJ, Lee SJ, Yang SM, Rue GH, Sung NJ. Biological activities of dried garlic, red ginseng and their mixture. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1633-1639 (2009)
Small LD, Bailey JH, Cavallito CJ. Alkyl thiolsulfinates. J. Am. Chem. Soc. 69: 1710-1713 (1947)