

전처리조건 및 건조방법에 따른 분말마늘의 품질특성 및 생리활성

장영은 · 김진숙[†]

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effects of Pretreatment and Drying Methods on the Quality and Physiological Activities of Garlic Powders

Youngeun Chang and Jinsook Kim[†]

Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Gyeonggi 441-853, Korea

Abstract

This study was performed to determine the effects of pretreatment and drying methods on the quality and physiological activities of garlic powders. Fresh garlic was boiled, baked, steamed or left untreated before hot-air drying or freeze-drying. Electron-donating abilities were higher in the untreated group for each drying method. Relative EDA of baked group was 32.8%, whereas those of the boiling and steaming groups were 12.4% and 20.1%, respectively. Nitrite-scavenging effects were slightly affected by processing methods. Polyphenol content of the processing group was higher in the hot-air drying than freeze-drying group, and it was significantly highest in the untreated freeze-dried group. The value of polyphenol in the baked group was significantly higher than those of the boiling and steaming groups. Tyrosine contents of garlic powder were higher in the hot-air drying than freeze-drying group, and it was significantly highest in the untreated group of each drying method. Antimicrobial activities of the garlic powders were higher in freeze-drying group compared to the hot-air drying group. Therefore, antimicrobial activities of garlic powder were affected by heating treatments.

Key words: garlic powder, pretreatments, drying methods, antioxidant activity, antimicrobial activity

서 론

생활수준이 향상됨에 따라 건강에 대한 관심이 커지면서 식생활의 중요성이 강조되고 있으며, 건강유지를 위해 매일 섭취하는 식품의 선택이 매우 중요한 인자로 인식되고 있다(1). 오늘날의 식품은 단순히 맛이나 영양가뿐만 아니라 식품을 통해 기능성 물질을 섭취하려는 요구의 증가와 함께 건강기능성을 충족시키기 위한 노력이 이루어지고 있다(2). 최근 한식세계화열풍과 더불어 한식의 건강성에 대한 관심이 증가하면서 한식의 식재료 및 양념류 또한 관심의 대상이 되고 있다. 우리 민족이 오랫동안 애용하여 온 마늘은 우리나라 식생활에 필수적으로 이용되고 있는 양념류로 특유한 맛과 향기성분이 음식의 향미를 증진시킬 뿐만 아니라 방부 및 강장 효과 등을 나타낸다. 특히 다양한 생리활성을 나타내는 각종 기능성 인자를 함유하고 있어 건강유지에 유익한 식품으로 알려지면서 건강기능식품소재로 활용이 제안되고 있다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합(Liliaceae)과 파속(Allium)에 속하는 인경작물로 오랜 재배 역사와 더불어 식용 및 의약품으로 널리 이용되어 왔다. 마늘의 다양한 생리활성을

발현하는 주요물질은 마늘에 함유된 함황아미노산의 일종인 alliin으로(3), allinase에 의하여 분해되어 마늘 특유의 자극성 신미성분인 allicin(diallyl thiosulfinate)을 생성하게 되고, 이때 생성된 allicin 등의 thiosulfinate 화합물이 마늘의 기능성에 가장 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다(4,5).

마늘의 생리활성작용은 항산화(6-8), 항암(6,9), 항혈전(10), 고혈압 예방 및 혈압강하(11,12), 노화방지(13), 콜레스테롤 저하(14), 동맥경화예방(15), 혈당강하(16), 간 보호 및 간 질환 치료효과(17) 등이 확인된 바 있으며, 식중독균과 같은 균의 증식을 억제하는 항균작용(18-20) 및 세포대사 저해작용(21) 등이 보고되면서 다양한 기능성 소재로 광범위하게 이용되고 있다.

하지만 마늘에 존재하는 다량의 유기 황 화합물은 주요 생리활성 발현에 관여함과 동시에 강한 향과 매운맛을 유발하는 주요 물질들로, 생마늘을 섭취할 경우 거부감을 줄 수 있고 특이한 냄새와 과량 섭취 시 위벽을 자극하는 부작용이 있다(22). 또한 수확 후의 마늘은 다량의 수분을 함유하고 있어 저장 시 호흡작용에 의하여 발아와 중량감소 등의 변화가 있을 수 있어 보관상의 어려움이 있다.

이러한 문제점을 해결하기위해 마늘의 다양한 생리활성

[†]Corresponding author. E-mail: preetyjs@korea.kr
Phone: 82-31-299-0440, Fax: 82-31-299-0454

능을 유지하면서 강한 향과 맛을 완화시키고 저장성을 향상시키기 위한 다양한 가공방법들이 시도되고 있다. Chung과 Choi(23)는 마늘의 열풍건조와 동결건조방법을 이용하여 분말마늘의 품질에 미치는 영향을 비교 분석하였고, 마늘의 품질보존을 위한 효율적인 건조방안을 모색하기 위하여 마늘의 건조 온도에 따른 기능성 성분의 변화를 조사한 연구도 있다(24). 마늘을 열처리 혹은 고온숙성 하면 마늘 특유의 독특한 맛과 향은 부드러워지며 단맛이 강해지고(25), 폴리페놀류의 함량은 증가하고 생마늘보다 항산화력이 상승하였다는 보고도 있다(26). Byun 등(27)은 다양한 용매와 산으로 추출한 마늘 추출물의 생리활성을 조사하여 마늘의 기능성 성분을 효율적으로 추출할 수 있는 방법을 연구하였다.

WTO 체제에서 경쟁력을 갖고 소비를 촉진시킬 수 있는 다양한 가공식품의 개발이 요구되며, 기호성과 기능성을 충족시킬 수 있는 중간소재의 개발이 필수적이다. 분말마늘은 양념뿐만 아니라 다른 가공식품을 만들기 위한 중간소재로서의 활용도가 높아, 스핀지케이크, 식빵, 생면, 사료, 요구르트 제조 등에 다양하게 이용되며 각종 식료품 및 약재 등에 첨가되어 그 소비가 증가되는 추세이다(28). 마늘은 저장성 향상과 유통의 간편화 및 사용의 편리성을 위하여 건조분말제품의 형태로 가공 처리할 필요성이 있으나 분말마늘의 품질 및 건강기능을 고려한 연구는 미비한 실정으로 분말마늘 제조 시 기능성을 최대화할 수 있는 효율적인 제조방법의 확립이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 분말마늘의 품질을 최적화하고 건강기능성을 향상시킬 수 있는 효율적인 제조방안을 모색하기 위해 다양한 전처리 방법 및 건조방법으로 분말마늘을 제조하여 품질특성 및 생리활성을 구명함으로써 바람직한 마늘 중간소재 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 마늘은 한지계 마늘의 주산지인 단양에서 실험 당해 연도 수확된 마늘을 산지에서 구입하여 사용하였다. 분말마늘 제조를 위해 마늘 인편의 중량이 6 g(± 0.5)의 외관이 건전한 것을 선별하고 수작업으로 상처가 나지 않게 껍질을 제거하였다. 이때 마늘 시료의 초기 수분함량은 67.6~68.3%이었다.

분말마늘 제조방법

전처리조건 및 건조방법에 따른 분말마늘을 제조하기 위한 마늘의 전처리공정은 열처리를 하지 않은 무처리(control)와 열처리를 한 자숙(boiling), 굽기(baking), 그리고 증자(steaming)의 네 가지 처리로 시행하였다. 마늘의 자숙처리는 껍질을 벗긴 마늘을 끓는 물에 넣고 8분간 계속해서 가열하였고, 굽는 처리는 160°C로 예열한 오븐에서 20분 동안 구웠으며, 증자처리는 스팀찜통을 이용하여 김이 오른 찜통에 8분

동안 증자하였다. 각각의 전 처리된 마늘은 열풍건조 또는 동결건조 하여 분말마늘을 조제하였는데, 열풍건조의 경우 각각의 전 처리된 마늘시료를 실험용 열풍건조기(HB-502LP, Scientific Co., Bucheon, Korea)를 사용하여 55°C에서 48시간 건조하였고, 동결건조의 경우는 -70°C로 동결한 후 동결건조기(Bondiro LP20R, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)를 사용하여 건조하였다. 무처리구(control)의 경우는 상처가 나지 않게 껍질을 벗긴 마늘을 그대로 건조시켜야 하지만, 무질소 고형물의 함량이 지나치게 많아 마늘인편을 그대로 건조시킬 경우 완전한 건조가 불가능하므로 반으로 절단한 후 열풍건조 또는 동결건조 시켰다. 모든 시료는 건조 후 믹서(HMF-1000, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄한 다음 -20°C 이하의 냉동고에 보관하면서 품질과 생리활성능 분석을 위한 실험에 사용하였다.

수율, 수분함량 및 수분활성도 측정

분말마늘의 제품수율은 박피한 생마늘 무게에 대한 전처리 방법 및 건조방법별 제조된 분말마늘의 무게백분율로 각각 계산하였다. 분말마늘의 수분함량은 상압 가열 건조법으로 분석하였고 각 시료를 5회 반복 측정하여 평균값을 %로 나타내었다. 또 분말마늘의 수분활성도는 수분활성측정기(AWC 200, Novasina, Lachenz, Switzerland)를 이용하여 측정용 cell에 2/3 정도 담아 5회 반복 측정하여 평균값을 표기하였다.

색도 측정

분말마늘의 색도(CIE value)는 색차계(color-eye 3100, Macbeth, New Winsor, NY, USA)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 L^* 값, 적색도(redness)를 나타내는 a^* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^* 값을 측정하였다. 모든 시료는 반복적으로 5회 측정하여 평균값을 표시하였고, 이때의 표준색은 L^* 값은 +95.03, a^* 값은 -0.69, b^* 값은 +1.50인 백색 표준판을 사용하였다.

DPPH에 대한 전자공여능 측정

전자공여 작용은 Blois(29)의 방법을 변형하여 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여 효과로 그 활성을 측정하였다. 즉, 분말마늘을 100 mg/mL 에탄올 용액으로 제조하여 진탕하면서 추출한 후 여과액을 예비실험에 의해 적정 농도로 희석하여 분석용 시료로 사용하였다. 제조한 분말마늘 추출액 2 mL에 0.13 mM DPPH 에탄올 용액 2 mL를 가하여 혼합하고, 암소에서 30분간 방치하여 반응시킨 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료첨가구와 시료를 처리하지 않은 대조구의 흡광도를 비교하여 수소전자공여능(electron donating ability)을 계산하여 백분율로 나타내었다.

아질산염소거능 측정

아질산염소거작용은 Shin 등(8)과 Kato 등(30)의 방법을

응용하여 측정하였다. 즉, 50% 에탄올로 추출한 분말마늘 시료액 1 mL에 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL를 가하고, 0.1 M citrate buffer(pH 3.0) 8 mL를 넣어 반응용액의 총 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL 취하여 2% acetic acid 5 mL와 Griess 시약(30% 초산으로 조제한 1% sulfanilic acid:1% naphthylamine=1:1 혼합용액) 0.4 mL를 차례로 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계로 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 측정하였다. 아질산염 소거작용은 시료의 첨가 전후에 잔존하는 아질산염을 각각 측정하여 그 소거율을 산출한 후 백분율(%)로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

마늘분말의 총 폴리페놀 함량은 AOAC의 Folin-Denis 방법(31)을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 분말마늘을 50% 에탄올로 추출하여 분석용 시료로 사용하였고, 이렇게 제조한 분말마늘 추출시료 1 mL에 2% Na₂CO₃용액 2 mL를 가하여 실온에서 3분간 방치한 후, 1 N Folin reagent 1 mL를 가하고 잘 혼합하여 실온에서 30분간 정치한 다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 catechine을 표준물질로 하여 시료와 동일한 방법으로 시험하고 얻은 표준검광곡선으로부터 환산하였고 희석배수를 고려하여 정량하였다.

혈전용해 활성 측정

분말마늘의 혈전용해능은 Fayed과 El-Sayed(32)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, fibrin을 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.0)에 용해하여 0.6% fibrin 기질용액을 제조하고 이 fibrin 용액 3 mL에 분말마늘 추출액 1 mL를 가하여 40°C에서 20분간 반응시켰다. 그 후 0.4 M TCA 용액 3 mL를 첨가하여 반응을 정지시키고 30분간 정치한 후, 여과지(No. 2, Whatman)로 여과하였다. 이 여액 1 mL를 취하여 0.4 M Na₂CO₃ 5 mL와 1 N Folin reagent 1 mL를 차례로 첨가하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosine 표준곡선을 이용하여 여과액 중의 분해 용출된 tyrosine 양을 정량하였다.

항균활성 측정(paper disk법)

본 실험에 사용된 균주는 식중독균 5종을 선정하여 KCTC로부터 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* 균주를 분양받아 사용하였다. 5종의 균을 생육배지 Trypticase soy broth(TSB)에 각각 접종하고 37°C에서 24시간 배양한 후 균의 생육정도를 spectrophotometer를 사용해 660 nm에서 흡광도를 측정하여 일정한 농도로 희석하여 항균성 실험에 사용하였다. 분말마늘의 항균성 측정은 Kim 등(20)의 방법에 준하여 paper disc 법으로 측정하였다. MHA 배지(Muller Hinton agar)에 미리 배양한 균주 배양액 100 µL를 도말

하고, 시료액 40 µL를 함유한 직경 5 mm의 paper disc(Toyo Roshi Co., Tokyo, Japan)를 균주가 도말된 plate 표면에 올려놓은 후 37°C incubator에서 24시간 배양하여 disc 주위에 생성된 생육저해환(clear zone)의 직경(mm)을 측정하여 항균활성을 검사하였다.

통계처리

모든 자료의 통계분석은 SAS package를 이용하여 각 처리군의 평균치와 표준편차를 구하였고, 각 처리군은 Duncan's multiple range test에 따라 p<0.05 수준에서 통계적 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

분말마늘의 품질 특성

전처리조건 및 건조방법을 달리한 분말 마늘의 수율, 수분함량 및 수분활성도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 열풍 건조분말마늘은 박피한 마늘을 전처리한 후 55°C에서 열풍 건조하였으며 생마늘 대비 33.0~34.8%의 분말수율이었고, 동결건조분말마늘의 경우는 31.7~33.9%의 분말수율을 나타냈다. 분말마늘의 수분함량은 생마늘을 전처리과정 없이 열풍건조 또는 동결건조 시킨 경우 각각 3.46%, 3.96%로 나타났다. 건조방법을 달리하여 분말마늘을 제조한 Chung과 Choi(23)의 연구에 따르면 열풍건조의 경우 8%, 동결건조의 경우 3%의 수분함량으로 보고되어 건조방법에 따른 수분함량의 차이를 나타냈으나 본 실험에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 마늘을 가열처리하여 건조시킨 경우 열풍 건조마늘이 6.21~6.45%로 동결건조마늘의 수분함량 4.41~5.82%보다 높게 나타나 Chung과 Choi(23)의 연구와 비슷한 경향을 보였다. 자숙, 굽기, 증자 등의 열처리 후 열풍건조

Table 1. General characteristics of garlic powders by different pretreatments and drying methods

	Treatments ¹⁾	Drying methods	
		Hot-air drying	Freeze drying
Yield (%) ²⁾	Control	33.6	33.0
	Boiling	33.0	31.7
	Baking	34.8	33.9
	Steaming	34.0	33.3
Moisture content (%)	Control	3.46±0.04 ^{d3)}	3.96±0.07 ^d
	Boiling	6.45±0.01 ^a	4.41±0.02 ^c
	Baking	6.21±0.04 ^c	5.82±0.03 ^a
	Steaming	6.32±0.09 ^b	4.70±0.05 ^b
Water activity	Control	0.12±0.00 ^c	0.11±0.01 ^c
	Boiling	0.34±0.00 ^{ab}	0.12±0.00 ^b
	Baking	0.33±0.00 ^b	0.19±0.00 ^a
	Steaming	0.34±0.00 ^a	0.12±0.01 ^b

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.

²⁾Weight of dried garlic powder from raw garlic.

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 2. Color of garlic powder by different pretreatments and drying methods

Drying methods	Treatments ¹⁾	Hunter's color value ²⁾		
		L value	a value	b value
Hot-air drying	Control	92.99±0.23 ^{a3)}	6.64±0.03 ^c	16.99±0.10 ^b
	Boiling	86.87±0.54 ^b	8.38±0.24 ^b	16.85±0.39 ^b
	Baking	85.98±0.31 ^c	8.75±0.17 ^a	18.26±0.45 ^a
	Steaming	86.28±0.24 ^{bc}	8.38±0.10 ^b	16.91±0.13 ^b
Freeze drying	Control	99.28±0.06 ^a	1.90±0.03 ^b	10.57±0.05 ^a
	Boiling	99.01±0.03 ^b	1.86±0.04 ^{bc}	8.20±0.08 ^d
	Baking	97.66±0.07 ^d	2.15±0.03 ^a	9.82±0.05 ^b
	Steaming	98.47±0.07 ^c	1.83±0.02 ^c	8.77±0.06 ^c

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.

²⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness.

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

또는 동결건조 시킨 경우는 가열처리를 하지 않은 군보다 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었다. 한편, 분말마늘의 수율 및 수분함량으로부터 전처리방법에 따른 총 고형분을 계산해 본 결과 자숙과정에서 마늘의 고형분이 일부 용출됨을 알 수 있었다. 분말마늘의 수분활성은 열풍건조한 경우가 동결건조보다 높게 나타났고, 두 그룹 모두 가열처리한 경우가 무처리 군보다 유의적으로 높은 수분활성을 나타냈다. 이러한 경향은 수분함량에 의해 영향을 받는 것으로 나타나 분말마늘의 수분함량 분석값과 수분활성도는 비슷한 경향으로 나타났다.

분말마늘의 색도

전처리조건 및 건조방법에 따른 분말마늘의 색도를 색차계로 측정된 결과는 Table 2와 같다. 열풍건조분말마늘은 동결건조한 경우보다 모든 처리구에서 밝기를 나타내는 L 값은 낮았고, 적색도를 나타내는 a 값과 황색도를 나타내는 b 값은 높았다. 건조방법을 달리하여 분말마늘을 제조한 Chung과 Choi(23)의 연구에서도 비교적 열풍건조구에서 갈변이 심하게 일어났으며 건조온도의 상승에 따라 적색도 및 황색도를 나타내는 a, b 값은 증가하였으나 밝기를 나타내는 L 값은 감소는 경향이었다고 보고되어 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 전처리방법별 분말마늘의 색도는 무처리 후 열풍건조 시킨 경우가 자숙, 굵기, 증자 등의 가열처리 후 열풍건조 시킨 경우보다 L 값은 유의적으로 가장 높았고, a 값은 가장 낮았다. 160°C 오븐에서 20분간 구운 후 열풍건조 한 경우는 가장 낮은 L 값을 나타내었으며, a 값과 b 값은 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다. 자숙 또는 증자 후 열풍건조 시킨 경우는 L, a, b 값에서 두 처리구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 한편 동결건조분말마늘에서 밝기를 나타내는 L 값은 무처리구가 가장 높았고 다음으로 자숙, 증자, 굵기 처리의 순서로 나타났다. 무처리 후 동결건조 시킨 분말마늘은 다른 처리구에 비해 가장 높은 b 값을 나타냈는데, 이는 전처리과정이나 건조과정에서 어떤 열처리도 받지 않아 마늘 고유의 색이 잘 보존되었기 때문으로 사료된다. 동결건조분말마늘 중 굵는 처리를 한 경우는 다른 동결건조분말마늘에 비해 유의적으로 낮은 L 값과 유의적으로

높은 a 값을 나타내 열풍건조와 같은 결과를 보였다. 굵는 과정은 갈변의 기질이 되는 polyphenol 화합물의 회색이 일어나지 않아 자숙이나 증자의 경우보다 적색도를 나타내는 a 값과 황색도를 나타내는 b 값이 높게 나타나는 것으로 해석된다.

분말마늘의 수소전자공여능 평가

전처리방법 및 건조방법에 따른 분말마늘의 항산화능을 평가하기 위해 DPPH에 대한 전자공여능을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 열풍건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우는 가열처리를 하지 않았을 때 전자공여 활성이 가장 높게 나타났고, 가열전처리를 시행한 경우는 굵기, 증자, 자숙의 순서로 전자공여 활성이 높게 측정되었다.

특히 자숙 및 증자처리에서는 각각 30.4%, 37.4%의 전자공여 작용이 나타나 비열처리 분말마늘시료의 전자공여능인 57.6%에 비해 낮은 효과를 나타내었다. 이런 결과는 동결건조로 제조된 분말마늘의 경우도 같은 결과를 나타냈다. 자숙 및 증자 처리 후 동결건조 시킨 분말마늘에서는 각각 37.0%, 35.3%의 전자공여 작용이 나타나 비열처리 분말마늘시료의 전자공여능인 68.4%에 비해 절반 정도의 효과를 나타내었다. 항산화활성은 가열처리했을 경우 비타민 C와 같이 열에 약한 항산화물질이 파괴됨으로써 일반적으로 그 효능이 감소된다. 본 연구의 결과도 가열처리된 분말마늘의 항산화능이 더 낮은 것으로 나타났다. 그러나 자숙, 증자 등의 가열처리를 한 경우 열풍건조로 제조된 분말마늘의 전자

Table 3. Electron donating ability of garlic powder by different pretreatments and drying methods

Treatments ¹⁾	Drying methods	
	Hot-air drying	Freeze drying
Control	57.55±0.09 ^{a2)}	68.44±1.39 ^a
Boiling	30.38±0.09 ^d	27.03±1.30 ^d
Baking	41.60±0.19 ^b	46.00±0.46 ^b
Steaming	37.40±0.00 ^c	35.30±0.00 ^c

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

공여효과가 각각 30.4%와 37.4%로 동결건조 분말마늘인 27.3%와 35.3%보다 높은 경향을 보였는데, 이와 같은 열풍 건조 마늘의 항산화 효능은 갈변물질에 의한 것으로 추정된다. 갈변물질의 항산화 효과는 갈변물질 분자 중에 비교적 안정한 상태로 존재하는 유리기에 의하여 발휘되는데, Shin 등(33)은 건조마늘을 이용한 연구에서 열풍건조마늘의 건조과정 중에 일어난 갈변반응물질이 전자공여활성을 증가시킨 것으로 판단하였다. 마늘의 갈변물질은 온도와도 관계가 있는데, 세절 마늘 건조 중 갈변물질의 형성속도는 건조온도가 증가함에 따라 증가하고(34) 특히 Kim 등(6)의 연구에서 마늘의 고온추출물이 저온보다 전자공여활성이 높았다는 연구결과를 보고하였다. Jeong 등(35)의 연구에서도 130°C에서 2시간 동안 열처리한 마늘의 전자공여능이 비열처리 마늘에 비하여 높게 나타났다. 높은 온도에서 열처리 시 탄수화물과 질소화합물이 Maillard 반응과 같은 갈변반응을 일으키고 이 중간생성물이 전자공여효과를 보인 것으로 판단되며(36) 본 연구의 경우 특히 마늘을 굽는 전처리방법은 160°C에서 20분 동안 가열하여 자숙, 증자보다 더 많은 갈변물질을 형성함으로써 전자공여활성이 높은 결과를 보인 것을 사료된다.

분말마늘의 아질산염 소거능 평가

전처리조건 및 건조방법을 달리하여 제조한 분말마늘에서 아질산염 소거작용을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 열풍건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우는 가열처리 없이 분말마늘을 제조하였을 때 아질산염 소거작용이 유의적으로 낮게 나타났고, 가열처리를 시행한 경우 아질산염 소거작용이 우수하였으며, 굽기, 증자, 자숙의 전처리에 의한 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 동결건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우는 가열처리 없이 분말마늘을 제조하였을 때 아질산염 소거작용이 유의적으로 높게 나타났고, 열풍건조 분말마늘의 경우와 마찬가지로 굽기, 증자, 자숙의 전처리에 의한 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 한편, 가열처리를 하지 않은 경우 동결건조로 제조된 분말마늘의 아질산염 소거작용이 59.7%로 열풍건조분말마늘의 52.4%보다 높았다. Shin 등(33)은 10,000 µg/mL 농도로 열풍건조마늘을 열수추출하여 아질산염 소거활성을 분석하였을 때 60.74%로 측정

되었다고 보고하였는데, 본 연구에서 열풍건조마늘을 같은 농도로 50% 에탄올 추출하여 아질산염소거능을 측정된 결과 52.36~58.05%의 소거활성을 나타내어 50% 에탄올 농도에서 고형분 수율 및 기능성도 가장 효과적이었다는 Byun 등(27)의 연구결과에 부합되지는 않았다. 이와 같은 결과는 마늘에 함유된 아스코르브산, 페놀성 화합물 및 allyl 화합물, 유기산 등 다양한 화합물이 아질산염소거능에 영향을 미친다는 연구보고(8)로 미루어 볼 때 용매뿐만 아니라 마늘의 산지 및 품종 등도 아질산염소거능에 영향을 미쳤음을 보여준다. 또한 Byun 등(37)의 연구에 따르면 마늘의 가열온도는 아질산염소거능에 영향을 미친다고 보고되었으나, 본 연구결과 가열에 의한 전처리조건이나 건조방법은 전자공여능, 총 폴리페놀 함량 등 다른 항산화 평가방법에 비해 아질산염소거능에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

분말마늘의 총 폴리페놀 함량 평가

분말마늘을 전처리방법 및 건조방법을 달리하여 제조한 후 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과를 Table 5에 나타내었다. 가열처리 없이 동결건조로 제조된 분말마늘의 총 폴리페놀 함량이 111.4 µg으로 가장 높게 나타났다. 열풍건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우 가열처리 없이 열풍건조 시켰을 때 총 폴리페놀 함량이 103.0 µg으로 유의적으로 높았고, 가열처리를 시행한 경우는 굽거나 증자한 경우가 각각 92.66 µg과 93.57 µg으로 나타나 자숙처리 후 열풍건조한 경우인 86.86 µg보다 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 높게 측정되었다. 동결건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우 굽는 전처리 과정이 54.4 µg으로 자숙 47.3 µg 및 증자처리 48.5 µg 후 동결건조한 경우보다 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 높게 측정되었다. 한편, 자숙, 굽기, 증자 등의 가열처리를 한 경우는 열풍건조로 제조된 분말마늘의 총 폴리페놀 함량이 동결건조분말마늘보다 2배 정도 더 높은 경향을 보였다. 페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포하며, 2차 대사산물로 식물 내에 축적된다. 다양한 구조와 분자량으로 phenolic hydroxyl기가 있어 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(38). Kwon 등(39)의 연구에 의하면 열처리한 마늘은 생마늘에 비해 총 폴리페놀 함량이 증가하는데, 이는 마늘에 열처리를

Table 4. Nitrite scavenging effect of garlic powder by different pretreatments and drying methods

Treatments ¹⁾	Drying methods	
	Hot-air drying	Freeze drying
Control	52.36±2.52 ^{b2)}	59.72±0.54 ^a
Boiling	56.97±0.06 ^a	56.01±1.26 ^b
Baking	57.27±1.44 ^a	56.07±0.24 ^b
Steaming	58.05±0.54 ^a	57.63±0.96 ^b

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Total polyphenol content of garlic powder by different pretreatments and drying methods

Treatments ¹⁾	Drying methods	
	Hot-air drying	Freeze drying
Control	103.00±1.77 ^{a2)}	111.41±1.12 ^a
Boiling	86.86±0.16 ^c	47.31±0.48 ^c
Baking	92.66±0.32 ^b	54.36±1.45 ^b
Steaming	93.57±0.64 ^b	48.45±1.45 ^c

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Tyrosine contents of garlic powder by different pre-treatments and drying methods (unit)¹⁾

Treatments ²⁾	Drying methods	
	Hot-air drying	Freeze drying
Control	130.27±11.0 ^{a3)}	73.44±0.24 ^a
Boiling	91.85±4.76 ^b	51.12±1.10 ^c
Baking	95.15±0.25 ^b	54.54±0.61 ^b
Steaming	94.66±0.49 ^b	54.41±0.74 ^b

¹⁾1 unit: produce 1 µg of tyrosine from fibrin per min.
²⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.
³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

함으로써 마늘 내 화합물들이 폴리페놀화합물로 전환되었거나 열처리로 인하여 폴리페놀의 추출이 용이해졌기 때문이라 보고하였다. 또한 Kim 등(6)의 결과서도 마늘에 장시간 열처리 과정을 거치면 일부 마늘 화합물의 구조적 전환 및 성분의 용출이 용이해지고 수분의 감소에 따른 상대적인 성분의 농축이 이루어지기 때문에 총 폴리페놀 함량이 증가된다고 해석하였다. 본 연구의 결과에서도 가열처리 및 열풍 건조를 거쳐 제조된 분말마늘의 경우 동결건조된 분말마늘보다 폴리페놀 함량이 높았으며, 이는 가열처리 중에 마늘 내 화합물이 폴리페놀화합물을 형성한 것으로 해석된다.

분말마늘의 혈전용해 활성 평가

전처리방법 및 건조방법에 따른 분말마늘의 혈전용해능을 측정한 결과는 Table 6과 같다. Fibrin으로부터 혈전용해 효소에 의해 분해 용출된 tyrosine 1 µg을 1 unit로 하였다. 전처리방법 및 건조방법을 달리하여 제조한 다양한 분말마늘 중 가열에 의한 전처리과정 없이 열풍건조방법으로 제조된 분말마늘의 혈전용해능은 130.3 unit로 가장 우수하였다. 열풍건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우 굵기, 증자, 자숙의 전처리에 의한 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 동결건조방법으로 분말마늘을 제조한 경우도 가열처리 없이 분말마늘을 제조하였을 때 73 unit로 측정되어 혈전용해 활성이 유의적으로 높았고 가열전처리를 시행한 경우는 굵거나 증자한 경우가 54.5 unit로 자숙처리 후 동결건조한 경우인 51.1 unit보다 혈전용해 활성이 유의적으로 높게 측정되었다. 한편, 가열처리를 하지 않거나 자숙, 굵기, 증자 등의 가열처리를 실시한 모든 처리구에서 열풍건조로 제조된 분말마늘의 혈전용해 활성이 91.8~130.3 unit로 동결건조분말마늘인 51.1~73.4 unit보다 더 높은 경향을 보였다. 일반적으로 마늘을 열처리하지 않고 건조한 경우는 열처리 후 건조한 경우보다 우수한 생리활성을 나타냈다. 그러나 본 연구 결과 가열처리를 하고 열풍건조한 분말마늘의 경우는 열처리를 하지 않고 동결건조를 한 경우보다 우수한 혈전용해능을 나타내는 것으로 조사되었다. 마늘의 강한 향미는 열처리를 통해 완화되지만 열처리로 인한 생리활성의 감소가 고려되어졌으나, 자숙, 굵기, 증자 등의 가열처리 후 열풍건조 하여

Table 7. Antimicrobial activity of garlic powder against some bacteria (mm)

Treatments ¹⁾	Drying methods	
	Hot-air drying	Freeze drying
<i>Bacillus cereus</i>	17.7±1.7 ^{a2)}	23.5±1.7 ^a
<i>Bacillus subtilis</i>	13.6±1.9 ^b	21.3±0.9 ^b
<i>Escherichia coli</i>	14.2±0.5 ^b	17.8±0.7 ^c
<i>Salmonella</i> Typhimurium	18.2±1.2 ^a	23.9±1.0 ^a
<i>Staphylococcus aureus</i>	18.8±0.9 ^a	23.5±0.5 ^a

¹⁾Control: no treatment, Boiling: boil 8 min, Baking: 20 min at 160°C in oven, Steaming: steamed 6 min.
²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

분말마늘을 제조하는 것은 마늘의 기호성과 혈전용해능을 향상시킬 수 있는 바람직한 방법이라 사료된다.

분말마늘의 항균활성 평가(paper disc 법)

전처리방법 및 건조방법을 달리하여 제조한 분말마늘의 항균활성을 평가하기 위하여 5가지 식중독 균을 선정하여 paper disc 법에 의한 항균활성을 검색하였다. 자숙, 굵기, 증자 등의 가열처리 후 분말마늘을 제조한 경우 모든 열처리구에서 식중독균에 대한 항균활성을 나타내지 않았다(data not shown). 가열처리 없이 제조된 분말마늘의 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium 및 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성을 검색한 결과는 Table 7과 같다. Paper disc 법에 의한 생육저해능을 측정한 결과 모든 검정균주에 대하여 동결건조분말마늘의 생육저해환이 17.8~23.9 mm로 열풍건조 분말마늘의 생육저해환인 13.6~18.8 mm보다 높은 항균활성을 나타내었다. 마늘의 미생물 증식에 대한 저해 또는 사멸 작용은 마늘 중 allicin 및 thiosulfinate가 미생물 대사와 관련된 단백질의 SH기와 반응하여 단백질 활성을 저해시키기 때문으로 보고되고 있다(40). Bae와 Chun(41)은 조리 시 마늘을 첨가하고 30분 이상 끓일 경우 항균력을 갖는 휘발성 함황화합물이 감소한다고 하였고, Kun 등(42)의 결과에서도 열처리한 마늘즙은 항균활성이 감소한다고 보고하였다. 한편 마늘 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균활성 물질의 열안정성을 조사하기 위하여 에탄올 추출물을 50~100°C까지 열처리하여 *B. cereus*와 *E. coli* 두 균주에 대한 생육저해능을 측정한 Kim 등(20)의 연구결과, 두 균 모두 50°C에서 항균활성이 비교적 안정하였으나 60°C 이상 되면서 활성이 급격히 낮아지고, 90°C 이상에서는 항균활성이 거의 나타나지 않았다. 이 보고에 따르면 생마늘은 에탄올 추출물과 물 추출물 모두 그람양성균, 음성균 모두에서 항균활성을 나타내지만, 열처리한 자숙마늘, 구운마늘, 전자레인지로 익힌 마늘의 경우는 항균활성이 나타나지 않았다고 보고되어 본 연구와 유사한 결과를 보여주는데, 이상과 같은 결과로 볼 때 마늘의 항균성 물질은 가공방법 중 열처리에 의하여 활성이 급격히 소실됨을 알 수 있었다.

식중독 균별로는 *Bacillus cereus*, *Salmonella Typhimurium* 및 *Staphylococcus aureus*에 대해 높은 항균활성을 나타내었고, *Bacillus subtilis*와 *Escherichia coli*에 대해 유의적으로 낮은 항균활성을 나타내었으며, 이런 결과는 열풍건조분말마늘 또는 동결건조분말마늘 모두 같은 결과를 나타내었다. Ji 등(43)은 마늘즙의 미생물증식 억제효과에 대한 연구에서 마늘즙은 세균과 효모 및 곰팡이에 대해 항균작용을 나타내었고, 세균의 경우 Gram 음성균과 양성균 모두에 대하여 항균활성을 나타낸다고 하였다. 산지별 마늘의 항균활성을 조사한 Shin 등(8)의 연구결과는 남해산, 제주산, 의성산 마늘시료 모두 *Escherichia coli*에 대한 생육 저해율이 가장 낮게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보여주었다.

요 약

마늘을 무처리(control), 자숙(boiling), 굽기(baking), 증자(steaming)의 처리방법과 열풍건조 및 동결건조의 방법으로 분말마늘을 제조하여 품질특성과 생리활성을 비교조사하였다. 열처리 후 열풍건조한 분말마늘은 동결건조분말마늘보다 수분함량이 높았고, 수분활성도 역시 같은 경향을 보였다. 색차계로 분말마늘의 색도를 조사한 결과, 열풍건조구가 동결건조구에 비하여 모든 처리구에서 밝기를 나타내는 L 값은 낮았고, 적색도를 나타내는 a 값과 황색도를 나타내는 b 값은 높았으며 특히 굽기 처리를 한 경우 갈변현상이 강하게 나타났다. 분말마늘의 항산화능을 평가한 결과, 전자공여능과 총 폴리페놀 함량은 가열처리를 하지 않고 건조시킨 경우 유의적으로 높았고, 자숙, 굽기, 증자 등의 열처리를 한 경우는 열풍건조방법이 동결건조보다 항산화 활성이 높게 나타났으나, 아질산염소거능은 전처리방법에 따른 영향을 받지 않았다. 혈전용해능은 가열처리과정 없이 열풍건조방법으로 제조된 분말마늘이 가장 우수하였고, 가열처리를 한 경우는 열풍건조로 제조된 분말마늘의 혈전용해능이 동결건조분말마늘보다 2배 정도 더 높은 활성을 나타내었다. 전처리방법 중에서는 굽는 방법은 자숙처리법에 비해 비교적 높은 항산화능과 혈전용해능을 갖는 것으로 나타났다. 식중독균에 대한 항균활성 검사 결과, 모든 열처리구에서 항균활성을 나타내지 않았으나, 무처리구의 경우 동결건조가 열풍건조보다 높은 항균성을 나타냈으며, 균주별로는 *Bacillus cereus*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*에 대해 유의적으로 높은 항균활성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ0075512011)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ha TY. 2006. Development of functional food materials for healthy life. *Korean J Crop Sci* 51: 26-39.
2. Matsuda T. 1995. Biopreservation of foods. *J Antibact Antifung Agents* 23: 241-250.
3. Stoll A, Seebeck E. 1951. Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Advan Enzymol* 11: 377-400.
4. Park MH, Kim JP, Kwon DJ. 1988. Physicochemical characteristics of components and their effects on freezing point depression of garlic bulbs. *Korean J Food Sci Technol* 20: 205-212.
5. Small LD, Bailey JH, Cavallito CJ. 1949. Comparison of some properties of thiosulfonates and thiosulfonates. *J Am Chem Soc* 71: 3565-3566.
6. Kim HJ, Han CH, Kim NY, Lee EK, Lee KN, Cho HE, Choi YH, Chong MS. 2010. Effect of garlic extracts with extraction conditions on antioxidant and anticancer activity. *Korean J Oriental Physiology & Pathology* 24: 111-117.
7. Chung JY, Kim CS. 2009. Antioxidant activities of domestic garlic stems and garlic bulbs according to cooking methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 188-194.
8. Shin JH, Ju JC, Kwon OC, Yang SM, Lee SJ. 2004. Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. *Korean J Food & Nutr* 17: 237-245.
9. Fleischauer AT, Poole C, Arab K. 2000. Garlic consumption and cancer prevention: meta-analyses of colorectal and stomach cancer. *Am J Clin Nutr* 72: 1047-1052.
10. Nishimura H, Hanny W, Mizutani J. 1988. Volatile flavor components and antithrombotic agent: vinylidithinins from *Allium victorialis*. *J Agric Food Chem* 36: 563-569.
11. Banerjee S, Maulik S. 2002. Effect of garlic on cardiovascular disorder: a review. *Nutr J* 1: 4.
12. Ruffin J, Hunter SA. 1983. An evaluation of the side effects of garlic as an antihypertensive agent. *Cytobios* 37: 85-89.
13. Choi JH, Byun DS. 1986. Studies on anti-aging of garlic, *Allium sativum* L. (1) Comparative study of garlic and ginseng components on antiaging action. *Korean Biochem J* 19: 140-146.
14. Sharma KK. 1979. Effect of onion and garlic on serum cholesterol on normal subjects. *Mediscope* 22: 134.
15. Jain RC. 1977. Effect of garlic on serum lipids, coagulability and fibrinolytic activity of blood. *Am J Clin Nutr* 39: 1380-1381.
16. Jain RC, Vyas CR. 1975. Garlic in alloxan-induced diabetic rabbits. *Am J Clin Nutr* 28: 684.
17. Lea MA, Randolph VM. 2001. Induction of histone acetylation in rat liver and hepatoma by organosulfur compounds including diallyl disulfide. *Anticancer Res* 21: 2841-2845.
18. Kim MG, Kim SY, Shin WS, Lee JS. 2003. Antimicrobial activity of garlic juice against *Escherichia coli* O157:H7. *Korean J Food Sci Technol* 35: 752-755.
19. Shashikanth KN, Basappa SC, Murthy VS. 1981. Studies on the antimicrobial and stimulatory factors of garlic (*Allium sativum* L.). *J Food Sci Technol* 18: 44-47.
20. Kim YD, Kim KM, Hur CK, Kim ES, Cho IK, Kim KJ. 2004. Antimicrobial activity of garlic extracts according to different cooking methods. *Korean J Food Preservation* 11: 400-404.
21. Bogin E, Abrams M. 1976. The effect of garlic extract on the activity of some enzymes. *Food Cosmet Toxicol* 14: 417-419.
22. Freeman GG, Whenham RJ. 1975. A survey of volatile components of some *Allium* species in terms of S-alk(en)yl-

- L-cysteine sulphoxides present as flavour precursors. *J Sci Food Agric* 26: 1869-1886.
23. Chung SK, Choi JU. 1990. The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. *Korean J Food Sci Technol* 22: 44-49.
 24. Chung SK, Seog HM, Choi JU. 1994. Changes in volatile sulfur compounds of garlic (*Allium sativum* L.) under various drying temperatures. *Korean J Food Sci Technol* 26: 679-682.
 25. Choi YH, Shim YS, Kim CT, Lee C, Shin DB. 2007. Characteristics of thiosulfinats and volatile sulfur compounds from blanched garlic reacted with allinase. *Korean J Food Sci Technol* 39: 600-607.
 26. Jang EK, Seo JH, Lee SP. 2008. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Korean J Food Sci Technol* 40: 443-448.
 27. 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.
 28. Kim HK, Jo KS, Kang TS, Shin HS. 1987. Browning and sorption characteristics of dried garlic flakes with relative humidity and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 19: 176-180.
 29. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1204.
 30. Kato H, Lee IE, Cheyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1339.
 31. AOAC. 1990. *Official methods of analysis of the AOAC*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
 32. Fayek KI, El-Sayed ST. 1980. Purification and properties of fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*. *Zeit für Allgem Mikrobilo* 20: 375-382.
 33. Shin JH, Jung KM, See SJ, Yang SM, Rue GH, Sung NJ. 2009. Biological activities of dried garlic, red ginseng and their mixture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1633-1639.
 34. Kim HK, Jo KS, Kwon DY, Park MH. 1992. Effects of drying temperature and sulfiting on the qualities of dried garlic slices. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 6-9.
 35. Jeong JY, Woo KS, Hwang IG, Yoon HS, Lee YR, Jeong HS. 2007. Effects of heat treatment and antioxidant activity of aroma on garlic harvested in different cultivation areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1637-1642.
 36. Eichner K. 1980. Antioxidative effect of Maillard reaction intermediates. In *Autoxidation in Food and Biological Systems*. Simic MG, ed. Plenum press, New York, NY, USA. p 367-386.
 37. Byun PH, Kim WJ, Yoon SK. 2001. Changes of functional properties of garlic extracts during storage. *Korean J Food Sci Technol* 33: 301-306.
 38. Kim HJ, Jun BS, Kim SY, Cha JY, Cho YS. 2000. Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
 39. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
 40. Cavallito CJ, Buck JS, Suter CM. 1944. Allicin the antibacterial principle of *Allium sativum*: 1. Determination of the chemical structure. *J Am Chem Soc* 66: 1952-1954.
 41. Bae HJ, Chun HJ. 2002. Changes in volatile sulfur compounds of garlic under various cooking condition. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 365-371.
 42. Kun SC, Kim JY, Kim YG. 2003. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Korean J Food Sci Technol* 35: 540-543.
 43. Ji WD, Jeong MS, Choi UK, Choi DH, Chung YG. 1998. Growth inhibition of garlic (*Allium sativum* L.) Juice on the microorganism. *Agric Chem Biotechnol* 41: 1-5.

(2011년 10월 6일 접수; 2011년 11월 28일 채택)