

## 밭마늘과 논마늘의 주요 매운맛 관련 인자의 분석

오혜림 · 김나연 · 손찬욱 · 유보람 · 윤준화 · 김미리<sup>†</sup>

충남대학교 식품영양학과

## Analyses of Pungency-Related Factors of Field and Rice Paddy Garlic

Hye Lim Oh, Na Yeon Kim, Chan Wok Sohn, Bo Ram Ryu, Jun Hwa Yoon, and Mee Ree Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

### Abstract

The purpose of this study is to evaluate pungency-related factors of field garlic (FG) and rice paddy garlic (RG) from Youncheon province. Allicin, alliin, and S-allyl-L-cysteine (SAC) contents were analyzed by HPLC. In addition, activities of alliinase, GTPase ( $\gamma$ -glutamyltranspeptidase), and pyruvate content of garlic were measured. The moisture content of RG (65.86%) was higher than that of FG (63.34%). However, crude lipid, crude protein, crude ash, and carbohydrate contents of RG were lower than those of FG. The alliin contents of FG and RG were 8.97 and 8.22 mg/g, respectively. The allicin content of FG (2.83 mg/g) was higher than that of RG (2.22 mg/g). Further, SAC content of FG (1.74 mg/g) was higher than that of RG (0.104 mg/g). Alliinase activities of FG and RG were similar, whereas the GTPase activity of FG was higher than that of RG. These results show that the stronger pungency of FG is due to the higher amount of alliin and SAC as well as the higher activity of GTPase compared to RG.

**Key words:** garlic, alliin, allicin, S-allylcysteine, HPLC

### 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 오래전부터 우리나라에서는 음식의 양념으로 없어서는 안 되는 향신료로 애용되어 왔으며(1), 향균, 항암, 항산화, 항혈전, 해독 등 다양한 효능을 나타내어 서양에서도 약재로 이용되어 왔다(2). 최근 들어 마늘의 생리활성이 규명됨에 따라 마늘에 대한 관심이 더욱 증가하고 있다. 다양한 마늘의 효능은 마늘 중의 유효성분을 함유한 화합물인 alliin, allicin, S-allyl-L-cysteine(SAC), sulfides, dithiin, ajoene 등에 기인된 것으로, 생마늘은 주로 allicin에 의한 것으로 보고되었다(2,3). Allicin은 매운맛과 냄새를 내며, 마늘을 자르거나 다질 때 조직에 상처가 생기면 생마늘 중에 존재하는 무미무취인 alliin에 효소 alliinase가 작용하여 생성된다(4,5). 그러나 allicin은 불안정하여 실온에 두면 불유쾌한 마늘 냄새를 내는 diallyldisulfide, diallyltrisulfide 등 sulfides로 바뀌고, 가열 시에는 반응이 더욱 빨리 진행되어 sulfides가 dithiin, ajoene 등의 물질로 바뀐다(2,3).

한편, SAC는 수용성으로 alliin의 전구체이며,  $\gamma$ -glutamyl-S-allyl-L-cysteine으로부터  $\gamma$ -glutamyltranspeptidase에 의해 생성된다(6). SAC는 숙성마늘(aged garlic)을 먹은 후 혈액 중에 검출되는 성분으로 보고되었으며, 주된

효능은 항산화, 항암, 면역증강, 항동맥경화, 항혈전, 항고혈압, 뇌신경세포보호등을 나타낸다고 보고되었다(7).

마늘에 존재하는 다양한 휘발성 황화합물중에서 매운맛은 allicin 함량에 비례한다고 보고되었으며(8,9), 또 마늘의 allicin 함량은 alliinase 활성도와 관련이 있다(10). 따라서 마늘에서 주요한 생리활성을 나타내는 allicin이나 SAC와 같은 황함유화합물들의 양은 전구체의 함량과 전구체에 작용하는 효소의 활성도에 따라 달라진다고 할 수 있다.

한편, 마늘의 성분은 품종, 토양, 기후 및 재배환경에 따라 차이가 있다(11). 국내에서 재배되는 마늘은 생태형에 따라 난지형과 한지형으로 구분되며, 재배적 특성 차이도 큰 것으로 보고되고 있다(12). 의성과 예천에서는 마늘을 밭에서도 재배하지만 논에서도 재배하고 있으며, 토양의 화학성분과 마늘의 생육 및 품질과의 상관관계를 조사하는 등의 연구가 이루어지고 있다(13). Hwang 등(14)은 채소별 주산지의 토양을 조사한 결과, 채소와 토양조건 간의 관계가 있다고 보고하였다. 그러나 대부분의 연구가 마늘의 성분보다는 생장 특성에 관한 것으로, 마늘의 품질 특성과 토양간의 관계에 대한 연구는 미흡한 실정이다(15). 논마늘은 연작장애가 없고 여름철 벼 재배로 토양이 깨끗하며, 각종 충해와 균이 사멸되어 깨끗하고 품질이 좋다. 그러나 저장성이 약해, 오래 저장하면 곰팡이나 색상이 변하는 등의 문제점을 가지고

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-821-8887

있다. 반면 발에서 재배된 마늘은 논마늘에 비해 저장성이 좋아 오랫동안 보관이 가능할 뿐 아니라, 마늘 특유의 매운 맛이 강하다. 그러나 발마늘과 논마늘의 매운맛 특성에 관여하는 인자들에 대한 보고는 찾아 볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 생리활성이 뛰어난 마늘을 기능성 식품소재로의 활용을 극대화하고자, 마늘의 매운맛 생성에 주요한 인자인 기질과 효소를 중심으로 발마늘 및 논마늘의 alliin, alliinase, SAC와 주요 효소인 alliinase와  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase 활성도를 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용한 마늘 중 영천 발마늘, 영천 논마늘은 모두 경북 영천소재 농원으로부터 공급받았다. 마늘의 유효성분 분석에 사용한 표준품은 L( $\pm$ )alliin, S-allyl-L-cysteine, alliin(LKT Laboratories, Inc., St. Paul, MN, USA)을 구입하여 사용하였다.

### 일반성분

일반성분은 AOAC법(16)에 따라 분석하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 직접 회화법(550~600°C), 조단백은 킬달 증류법으로 측정된 질소량에 환산계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 탄수화물 함량은 식품 중에 함유된 수분, 단백질, 지질, 섬유질 및 회분을 측정 후 이를 사용하여 산출하였다.

### 마늘의 주요 함량성분 추출방법

**Alliin과 SAC 분석:** Arnault 등(17)의 방법에 따라 생마늘을 통째로 동결 건조시킨 후 마늘 10 g당 드라이아이스 60 g과 함께 저온실에서 블랜더로 갈아 분말화하였다. 동결 건조 마늘 파우더에 용매(MeOH: water=80:20 v/v, 0.05% formic acid 함유, pH 3) 50 mL를 넣고 입구를 밀봉한 후 4°C, 150 rpm에서 12시간 교반하였다. 교반이 끝난 시료에 무수황산나트륨 5 g을 넣어 수분을 제거하고 여과액을 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 시험용액을 조제한 후 10  $\mu$ L를 HPLC에 주입하였다.

**Alliin 분석:** Arnault 등(17)의 방법에 따라 생마늘 10 g에 phosphate buffer(pH 6.5) 20 mL를 넣고 실온에서 3분간 blending한 후 4°C, 150 rpm에서 12시간 교반하였다. 여과액을 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 시험용액을 조제한 후 10  $\mu$ L를 HPLC에 주입하였다.

### 기기분석

Alliin, SAC, alliin 함량은 HPLC(Varian Prostar, Varian Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 Arnault 등(17)의 방법에 의하여 분석하였다. Pump는 Varian Prostar 210 pump, 칼럼은 Thermo Quest Fortis, C<sub>18</sub>, 150×3.0 mm (Fortis Technologies Ltd., Neston, Cheshire, UK)를 사용하

**Table 1. HPLC conditions for analysis of alliin, SAC and alliin from garlic**

HPLC with UV	
Column	Varian Pursuit XR <sub>s</sub> 3, C <sub>18</sub> , 150×3.0 mm
Mobile phase	A: 20 mM sodium dihydrogenphosphate + 10 mM heptane sulfonic acid B: acetonitrile : 20 mM sodium dihydrogenphosphate + 10 mM heptane sulfonic acid (50:50 v/v)
Gradient	Time: 0, 5, 25, 26, 28, 30, 40 A%: 100, 70, 46, 0, 0, 100, 100 B%: 0, 30, 54, 100, 100, 0, 0
Flow rate	0.4 mL/min
Detector	Varian Prostar 325 UV-VIS detector

였으며, 이동상은 0.4 mL/min의 유속으로 하여 A용매(20 mM sodium dihydrogenphosphate + 10 mM heptane sulfonic acid, pH 2.1(adjusted with orthophosphoric 85%))와 B용매(acetonitrile : 20 mM sodium dihydrogenphosphate + 10 mM heptane sulfonic acid, pH 2.1(adjusted with orthophosphoric 85%)=50:50 v/v)를 사용하여 gradient program을 작성하여 분석하였다(Table 1). 검출기는 UV-VIS (Varian Prostar 325 UV-VIS Detector, Varian Inc.)를 사용하였다. Alliin, alliin, S-allylcysteine 함량은 각각의 표준품에 대하여 표준곡선을 작성한 후 정량하였다.

### 효소 활성도 측정

마늘의 alliinase 활성은 Kim 등(10)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 생마늘 10 g에 10 mL의 blending buffer(pH 6.5)를 넣고 실온에서 3분간 blending하여 균질화 시켰다. 균질액을 원심분리 후, 상정액을 취하여 단백질량을 측정 후 효소액 40  $\mu$ L에 buffer(pH 6.5) 35  $\mu$ L, 기질 25  $\mu$ L를 넣고 37°C에서 10분간 반응시켰다. 반응액 100  $\mu$ L에 증류수 100  $\mu$ L, 0.125% DNPH 100  $\mu$ L을 넣고 37°C에서 10분간 반응시킨 후 0.6 N NaOH 5  $\mu$ L를 첨가하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Pyruvate 함량 측정은 생마늘 10 g에 10 mL의 buffer(50 mM phosphate, pH 6.5)를 넣고 3분간 blending 하여 균질화 시켰다. 균질액을 2시간 방치 후 원심분리 하여 상정액을 취하였다. 상정액 100  $\mu$ L에 증류수 100  $\mu$ L, 0.125% DNPH 100  $\mu$ L을 넣고 37°C에서 10분간 반응시킨 후 0.6 N NaOH 5  $\mu$ L를 첨가하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

$\gamma$ -Glutamyltranspeptidase(GTPase) 활성은 Lancaster와 Shaw(19)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 생마늘을 균질화시킨 후 균질액을 원심분리 후, 상정액을 취하여 단백질량을 측정 후 조효소액 1 mL에 Tris-HCl buffer(pH=9, 4 mM  $\gamma$ -l-glutamyl-p-nitroaniline, 100 mM l-methionine 함유) 0.5 mL를 넣고 37°C에서 10분간 방치한 후에 5 M HOAc 2 mL를 넣어 반응을 종료시켰다. 효소에 의해 생성된 p-nitroaniline을 diazo화시키기 위해 0.1% NaNO<sub>2</sub> 1 mL, ammonium sulfamate 1 mL, naphthylethylenediamine di-

hydrochloride 용액 1 mL를 차례로 넣어 생성된 핑크색을 540 nm에서 흡광도를 측정하고 *p*-nitroaniline을 표준품으로 사용하여 정량곡선을 작성하였다.

**통계처리**

모든 분석은 3회 반복하였으며, 그 결과를 평균 표준편차로 표시하였으며, 밭마늘과 논마늘 간의 유의적인 차이는 Student's t 검정을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분**

본 연구에 사용된 영천산 밭마늘과 논마늘의 일반성분은 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 밭마늘이 63.34±0.17%, 논마늘이 65.86±0.06%로 논마늘의 수분함량이 유의적으로 높게 나타났다(*p*<0.001). 논마늘의 경우, 눈에 물이 많이 있어 마늘 재배 시 물이 마늘 조직 내 축적되기 때문으로 생각된다. 논마늘은 밭마늘에 비하여 저장성이 나쁘다고 알려져 있는데, 이는 논마늘 중의 수분함량이 높는데 기인되는 것으로 생각된다(Table 2). 조지방 함량은 밭마늘이 1.66±0.01%, 논마늘이 1.62±0.01%를 나타내었으며, 조지방 함량은 밭마늘이 0.25±0.01%, 논마늘이 0.17±0.01%이었으며, 조단백 함량은 밭마늘이 7.70±0.01%, 논마늘이 7.65±0.04%로 밭마늘이 모두 높게 나타났다(*p*<0.01). 탄수화물 함량은 밭마늘이 27.05±0.26%, 논마늘이 24.69±0.03%이었으며, 열량은 밭마늘 100 g당 141.21±0.68 kcal, 논마늘 100 g당 130.93±0.26 kcal를 나타내었다. Yang 등(20)의 연구에서 고흥 재래종 마늘의 수분은 74.27%, 조지방은 3.87%, 조지방은 0.61%, 조단백질 1.75%를 나타내었는데, 이는 본 연구결과와 유사하였다.

또한 Jeong(21)은 서산마늘의 수분 및 탄수화물의 함량은 각각 64.6%, 26%, 조지방은 0.3%로 가장 적게 측정되었다고 보고하였다. 마늘은 약 60% 내외의 수분, 28% 탄수화물, 2.3% 유기황화합물, 2% 단백질(주로 alliinase), 1.5% 섬유소, 0.15% 지방, 소량의 사포닌 등이 함유되어 있다(22). 생마늘의 조성성분 중 60~68%는 수분이나 탄수화물은 마늘 중량의 26~30%를 차지하고 마늘의 건조물 환산으로는 약

80%나 된다(23). 이 중 주성분은 glucose를 말단으로 하는 fructose가 inulin형의(2→1)의 결합한 fructan이라 부르는 수용성 다당류이다. 단당류로서 glucose, fructose, 이당류로서 sucrose, 삼당류로서 1<sup>F</sup>-β-fructofuranosylsucrose, 1<sup>G</sup>-β-fructofuranosylsucrose가 함유된다. 또 scorodose로 명명된 사당체가 보고되고 있다. 이외에 마늘 세포벽의 구성성분으로서 galactan, galactomannan, xyloglucan 등이 보고되었다(24).

**마늘의 주요 함황성분 분석**

본 연구에 사용된 영천산 밭마늘과 논마늘의 함황성분을 HPLC로 분석한 chromatogram은 Fig. 1과 같으며, alliin, alliin, SAC 각각의 표준품으로 작성한 정량곡선에 의해 정량한 결과를 Table 3에 나타내었다. Alliin은 토양, 기후 등 재배조건에 영향을 받으므로(1), 본 실험에서는 영천지역에서 재배된 밭마늘과 논마늘로 동일한 지역의 밭과 논에서 재배된 마늘을 시료로 사용하여 분석하였다. 분석결과, Table 3에서와 같이 alliin 함량은 밭마늘이 2.83±0.03 mg/g, 논마늘이 2.22±0.02 mg/g을 나타내어, 밭에서 재배된 마늘이 논에서 재배된 마늘에 비하여 alliin 함량이 더 높게 나타났다(*p*<0.01). 일반적으로 밭마늘은 논마늘에 비하여 더 강한 매운맛을 나타낸다고 알려져 있다. 마늘의 매운맛은 alliin 함량과 양의 상관관계를 나타내므로(9), 밭마늘이 논마늘에 비하여 매운 맛이 더 강한 것은 alliin 함량이 높는데 기인된 것이라고 할 수 있다.

한편, 황 함유아미노산 유도체인, S-allyl-L-cysteine sulfoxide, 즉 alliin은 마늘의 주요 매운맛 성분인 alliin의 전구체로 마늘의 품질을 평가하는데 중요한 지표성분이다(1). Alliin의 함량을 HPLC로 분석한 결과, 밭마늘이 8.97±0.09 mg/g, 논마늘이 8.22±0.08 mg/g으로 나타나 밭마늘이 alliin 함량이 높았다(*p*<0.05). 밭마늘 중의 alliin 함량이 높은 것은 전구체인 alliin의 함량이 높는데 기인된 것이라고 할 수 있다. Wi(25)의 연구에서 에탄올로 추출한 마늘의 alliin의 함량은 0.34~0.73% fresh weight로 보고하였으며, Ziegler와 Sticher(26)의 연구에서도 생마늘의 alliin 함량은 0.1~1.15%로 보고하였다.

한편, SAC는 마늘 생체 내에서 oxidase의 작용에 의해 alliin으로 생합성된다(6). SAC의 효능은 항암, 항당뇨, 항산화, 면역증강, 항동맥경화, 항혈전, 항고혈압, 뇌신경세포보

**Table 2. Proximate composition of garlic from Yeongcheon province** (% , wet basis)

	FG <sup>1)</sup>	RG <sup>2)</sup>	t-value
Moisture	63.34±0.17 <sup>3)</sup>	65.86±0.06	0.001**
Ash	1.66±0.01	1.62±0.01	0.008**
Crude lipid	0.25±0.01	0.17±0.01	0.772
Crude protein	7.70±0.24	7.65±0.04	0.002**
Carbohydrate	27.05±0.26	24.69±0.03	0.002**

<sup>1)</sup>FG: field garlic.

<sup>2)</sup>RG: rice paddy garlic.

<sup>3)</sup>Values are represented as mean±SD.

\*\*Significant at *p*<0.01.

**Table 3. Alliin, S-allyl-L-cysteine (SAC) and alliin amount of garlic from Yeongcheon** (mg/g, wet base)

	FG <sup>1)</sup>	RG <sup>2)</sup>	t-value
Alliin	8.97±0.09 <sup>3)</sup>	8.22±0.08	0.045*
SAC	1.74±0.17	1.04±0.14	0.019*
Alliin	2.83±0.03	2.22±0.02	0.012*

<sup>1)</sup>FG: field garlic.

<sup>2)</sup>RG: rice paddy garlic.

<sup>3)</sup>Values are represented as mean±SD.

\*Significant at *p*<0.05.

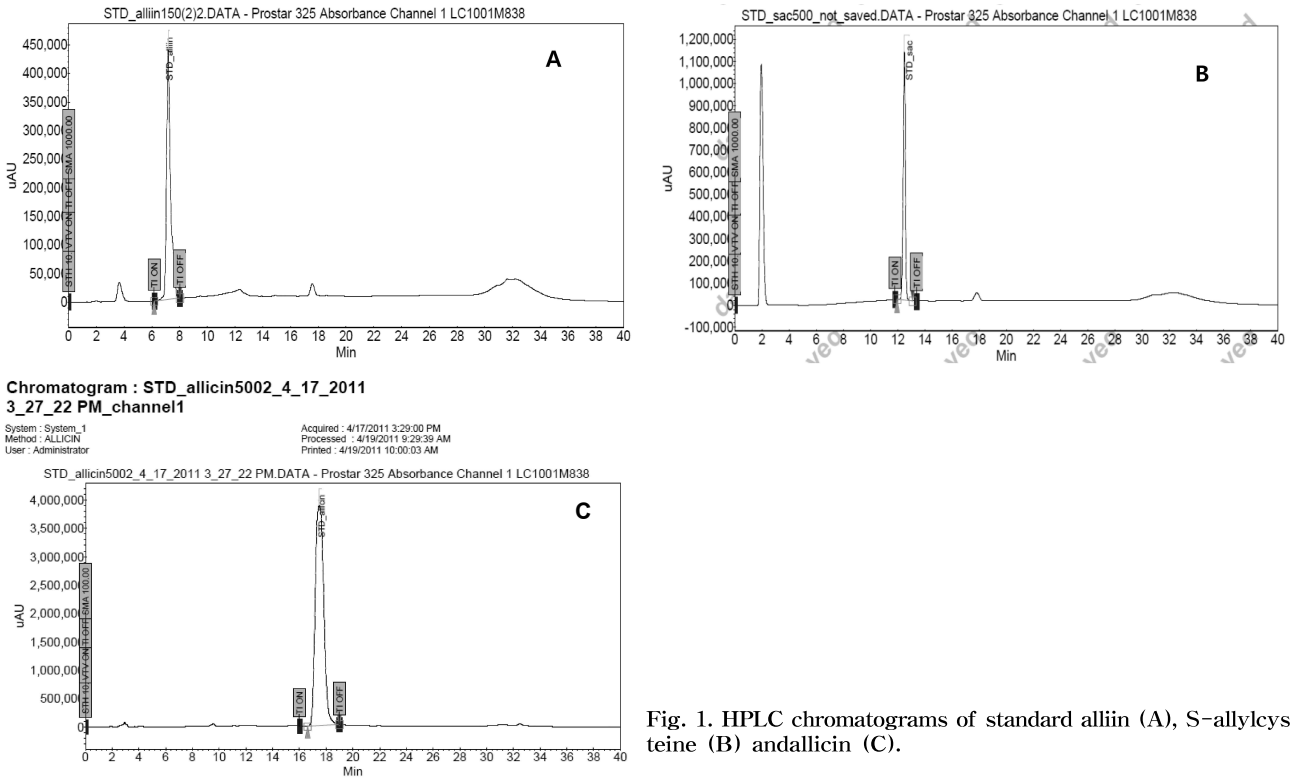


Fig. 1. HPLC chromatograms of standard alliin (A), S-allylcysteine (B) and alliinase (C).

호 등을 나타낸다고 보고되었다(3,7). 영천산 마늘 중 SAC 함량을 HPLC로 분석한 결과, 발마늘이 1.74±0.17 mg/g으로 논마늘의 1.04±0.14 mg/g에 비하여 높았다(p<0.01). 발마늘이 논마늘에 비하여 alliin 함량이 높고 또 SAC가 높아 alliin 함량이 높게 나타났다.

**마늘의 총 pyruvate 함량 및 효소활성 측정**

본 연구에서 사용된 영천 발마늘과 논마늘의 pyruvate 함량을 측정하여 Fig. 2에 나타내었으며, alliinase 활성, GTPase (γ-glutamyltranspeptidase) 활성을 측정하여 Table 4에 나타내었다. Allicin은 생마늘의 독특한 매운 성분으로 마늘의 저장이나 가공 중 중요한 품질 지표가 될 수 있으나 매우 불안정하므로 간접적인 방법으로 alliin에 alliinase가 작용하

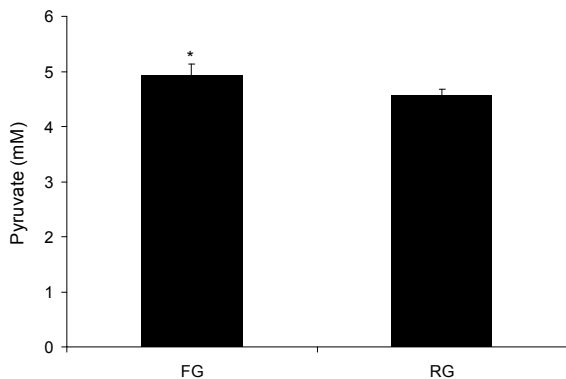


Fig. 2. Pyruvate content of garlic from Yeongcheon. FG: field garlic, RG: rice paddy garlic. Values are represented as mean ±SD. \*Significant at p<0.05.

여 생성하는 최종 산물인 ammonia나 pyruvic acid를 측정하고 있다. Pyruvic acid 함량은 마늘 및 양파의 향미성분과 높은 상관관계가 있어 allium속 식물의 향미성분을 측정하는 간접적인 척도로 많이 이용되고 있다(1). 발마늘은 pyruvate 생성량이 4.93±0.2 mM, 논마늘은 4.57±0.1 mM로 유의적인 차이를 나타내었으며, Table 3의 HPLC 분석 결과와 유사한 경향을 보여주었다.

한편, 마늘 중의 alliinase 활성을 pyruvate 함량으로도 표현하는데, Shin(27)은 alliin 10 μM에 마늘로부터 추출한 조효소액 100 μL를 가하여 효소활성을 측정한 결과 조효소액 단백질 1 mg당 pyruvate가 200~250 μmole이 생성되었다고 보고하였다. Tomofumi 등(28)은 332.5 μmole이 생성되었다고 보고하였으며, Choi 등(29)의 연구에서 추출, 정제한 alliinase 조효소액은 단백질 mg당 280 μmole의 pyruvate를 생성하였다고 보고하였다. 이와 같이 pyruvate 생성량이 차이를 나타내는 것은 조효소액의 정제 정도의 차이이며, 지역, 토양, 수확시기 등이 따라 차이가 있는 것으로 사료된다(1).

Table 4. Alliinase and GTPase activities of garlic from Yeongcheon (μmole/mg protein)

	FG <sup>1)</sup>	RG <sup>2)</sup>	t-value
Alliinase	285±43 <sup>3)</sup>	239±34	0.069
GTPase	0.863±0.0955	0.784±0.083	0.002**

<sup>1)</sup>FG: field garlic.

<sup>2)</sup>RG: rice paddy garlic.

<sup>3)</sup>Values are represented as mean±SD.

\*\*Significant at p<0.01.

한편, 마늘 중의 효소 alliinase의 활성도를 측정된 결과, 발마늘이 285±43 μmole/mg protein, 논마늘이 239±34 μmole/mg protein을 나타내어 유의적인 차이는 없었다. 이 같은 결과는 Kim 등(10)이 한국산 마늘에서 분리·정제한 alliinase의 활성도와 유사하였다.

또한 마늘 중의 효소 γ-glutamyltransferase(GTPase)의 활성도를 측정된 결과, 발마늘이 0.863 μmole/mg protein으로 논마늘의 0.784 μmole/mg protein에 비하여 높게 나타내었다. S-allyl-L-cysteine(SAC)은 γ-glutamyl-S-allyl-cysteine에 효소 γ-glutamyltransferase(GTPase)가 작용하여 생성된다. SAC는 마늘 생체 내 oxidase의 작용에 의해 alliin으로 생합성되므로(6), GTPase의 활성은 SAC와 alliin의 함량과 밀접하다.

일반적으로 발마늘이 논마늘에 비하여 매운맛이 강한 것으로 알려져 있다. 마늘의 매운맛 생성에 주요한 인자인 기질과 효소를 중심으로 발마늘 및 논마늘의 allicin, alliin, SAC와 주요 효소인 alliinase와 γ-glutamyltranspeptidase 활성도를 비교 분석한 본 연구 결과를 토대로 발마늘이 논마늘에 비하여 매운맛이 더 강한 것은, 발마늘은 논마늘에 비하여 alliinase 활성은 유사하였으므로 alliin의 함량이 높아 allicin 생성량이 많기 때문이며, 또한 SAC가 높고 GTPase의 활성이 높아 alliin의 함량이 높은 것으로 생각되었다. 따라서 마늘을 기능성 식품소재로의 활용을 극대화하고자 한다면 발마늘이 논마늘보다 더 적합한 것으로 생각된다.

### 요 약

발마늘과 논마늘(영천산)의 매운맛 차이를 알아보고자, 마늘의 매운맛 생성에 관여하는 주요 인자들인 alliin과 all-cin 그리고 SAC의 함량을 HPLC로 분석하고, 이들 합합성분의 생성에 관여하는 효소인 alliinase와 GTPase(γ-glutamyl trans peptidase) 활성 및 pyruvate 생성량과 일반성분을 분석하였다. 수분함량은 논마늘이 발마늘에 비하여 높았으며, 조회분, 조지방, 조단백, 탄수화물 함량 역시 발마늘이 논마늘에 비하여 높았다. 마늘의 주요 매운맛 성분인 allicin 함량은 발마늘이 2.83±0.03 mg/g, 논마늘이 2.22±0.02 mg/g을 나타내어 발마늘이 논마늘에 비하여 유의적으로 높았다. Allicin의 전구체인 alliin의 함량은 발마늘이 8.97±0.09 mg/g, 논마늘이 8.22±0.08 mg/g으로 나타났다. SAC 함량은 발마늘이 1.74±0.17 mg/g으로, 논마늘의 1.04±0.14 mg/g에 비하여 유의적으로 높았다. 한편, 효소 alliinase 활성도는 발마늘이 285±43 μmole/mg protein, 논마늘이 239±34 μmole/mg protein을 나타내어 유의적인 차이는 없었으나, GTPase 활성은 발마늘이 86.3 μmole/mg protein으로 논마늘의 78.4 μmole/mg protein에 비하여 높게 나타내었다. 이상의 결과를 토대로 발마늘이 매운 맛이 강한 것은 본 연구결과로부터 allicin 함량이 논마늘에 비하여 높은 데 기인

된 것으로 파악되었다. 발마늘은 논마늘에 비하여 alliinase 활성은 유사하였으나 alliin의 함량이 높아 allicin 생성량이 많았으며, SAC가 높고 GTPase의 활성이 높아 alliin의 함량이 높은 것으로 생각되었다. 따라서, 마늘을 기능성 식품소재로의 활용을 극대화하고자 한다면 발마늘이 논마늘보다 더 적합한 것으로 생각된다.

### 감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0077171).

### 문 헌

1. Kim MR, Ahn SY. 1983. Garlic flavor. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 12: 176-187.
2. Koch HP, Lawson LD. 1996. *Garlic: the science and therapeutic application of Allium sativum L. and related species*. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA. p 37-209.
3. Amagase H, Petesch BL, Matsuura H, Kasuga S, Itakura Y. 2001. Intake of garlic and its bioactive components. *J Nutr* 131: 955S-962S.
4. Cavallito CJ, Bailey JH. 1944. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J Am Chem Soc* 66: 1950-1951.
5. Stoll A, Seebeck E. 1951. Chemical investigations on alliin the specific principle of garlic. *Adv Enzymol* 11: 377-379.
6. Jones MG, Hughes J, Tregova A, Milne J, Tomsett AB, Collin HA. 2004. Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic. *J Exp Bot* 55: 1903-1918.
7. Amagase H. 2006. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *J Nutr* 136: 716S-725S.
8. Kim MR, Mo EK. 1995. Volatile sulfur compounds in pickled garlic. *Korean J Food Sci Technol* 11: 133-139.
9. Kim MR, Yoon JH, Sok DE. 1994. Correlation between pungency and allicin contents in pickled garlic during aging. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 23: 805-810.
10. Kim MR, Song MJ, Jhee OK, Ahn SY. 1994. Purification and characterization of alliinase from garlic of Korean origin. *Korean J Food Sci Technol* 10: 376-380.
11. Shin JH, Lee SJ, Jung WJ, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on collected from the different regions. *J Agric Life Sci* 45: 103-114.
12. Nam SS, Chio IH, Chio HS, Kim CW, Bae SK, Bang JK. 2005. Characteristics of new variety 'Saengol' of southern type garlic. *Korean J Hort Sci Technol* 12: 409-412.
13. Kim CB, Kim CY, Park M, Lee DH, Choi J. 2000. Effect of chemical properties of cultivation soils on the plant growth and quality of garlic. *Korean J Soil Sci Fert* 33: 333-339.
14. Hwang KS, Lee SJ, Kwack YH, Kim KS. 1997. Soil chemical properties of major vegetable producing open fields. *Korean J Soil Sci Fert* 30: 146-151.
15. Lee YK, Sin HM, Woo KS, Hwang IG, Kang TS, Jeong HS. 2008. The relationship between functional quality of garlic and soil composition. *Korean J Food Sci Technol* 40: 31-35.

16. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
17. Arnault I, Christidès JP, Mandon N, Haffner T, Kahane R, Auger J. 2003. High-performance ion-pair chromatography method for simultaneous analysis of alliin, deoxyalliin, alliin and dipeptide precursors in garlic products using multiple mass spectrometry and UV detection. *J Chromatogr* 991: 69-75.
18. Kim MR. 1981. Changes in pungency during garlic pickle. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
19. Lancaster JE, Shaw ML. 1991. Metabolism of  $\gamma$ -glutamyl peptides during development, storage and sprouting of onion bulbs. *Phytochemistry* 30: 2857-2859.
20. Yang CH, Yoo CH, Shin BW, Kim JD, Kang SW. 2006. Effect of band spotty fertilization on yields and nutrient utilization of garlic (*Allium sativum* L.) in plastic film mulching cultivation. *Korean J Soil Sci Fert* 39: 380-385.
21. Jeong JH. 1998. Quality changes of fresh garlic paste during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 11: 279-282.
22. Park HH, Lee YN, Lee KH, Kim TH. 2004. *World of garlic*. Hyoil books, Seoul, Korea. p 91-94.
23. Chung DH, Jeong SW. 2005. *Garlic science*. Worldscience, Seoul, Korea. p 63.
24. Ohsumi C, HAYashi T. 2004. The oligosaccharide unit of the xyloglucans in the cell walls of bulbs of onion, garlic and their hybrid. *Plant Cell Physiol* 35: 963-967.
25. Wi SU. 2003. Isolation of alliin in garlic and its quantitative determination by high performance liquid chromatography and studies of the antimicrobial effects of alliin and ethanol extracts from Korean garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 16: 296-302.
26. Ziegler SJ, Sticher O. 1989. HPLC of S-alk(en)yl-L-cysteine derivatives in garlic including quantitative determination of (+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide (Alliin). *Planta Med* 55: 372-378.
27. Shin DS. 2001. Effect of food components and processing condition on antimicrobial of garlic-alliinase reaction compounds. *MS Thesis*. Chung-Ang University, Seoul, Korea.
28. Tomofumi M, Asako H, Mitsuyo S, Mami Y, Kazuki S. 1998. Alliinase [S-alk(en)yl-L-cystein suloxide lyase] from *Allium tuberosum* (Chinese chive). *Eur J Biochem* 257: 21-30.
29. Choi YH, Shim YS, Kim CT, Lee C, Shin DB. 2007. Characteristics of thiosulfinates and volatile sulfur compounds from blanched garlic reacted with alliinase. *Korean J Food Sci Technol* 39: 600-607.

(2012년 2월 9일 접수; 2012년 4월 7일 채택)