

## 예열처리가 마늘의 향미성분에 미치는 영향

신동빈 · 황진봉 · 이영춘\*  
한국식품개발연구원, \*중앙대학교 식품공학과

### Effects of Pre-heating on the Flavor of Garlic

Dong-Bin Shin, Jin-Bong Hwang and \*Young-Chun Lee

Korea Food Reserach Institute, \*Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

#### Abstract

Garlic pieces without peeling were subjected to hot air heating at 60~90°C for 30 min. and microwave oven heating for 10 sec to reduce the strength of garlic flavor. Volatile compounds of the treated garlic were decreased, as the heating temperature was raised. Garlic heated at 70, 80 and 90°C had 20%, 31% and 49% less volatile compounds, respectively, compared to those of the control. Microwave oven heating revealed a similar trend to those heated at 60~80°C. As the heating temperature was raised, glucose, fructose and fructooligosaccharide contents in the heated garlic were decreased. Pyruvic acid contents in garlic, a degradation product of alliin, was decreased as the heating temperture was raised, but contents of the other organic acids were not affected. Arginine, the main amino acid in garlic was decreased by the hot air heating, but was not affected by the microwave heating. Glutamic acid and tyrosine contents were decreased in all the treated garlic samples.

Key words : garlic, flavor, pre-heating, microwave

#### 서 론

백합과(Liliaceae) 파속(*Allium*)에 속하는 마늘(*Allium sativum* L.)의 원산지는 중앙아시아와 지중해연안 지방이라 전해지고 있으며 국내에서는 서산, 의성, 단양, 남해, 무안, 고흥 등지에서 주로 생산되고 있다<sup>1,2)</sup>.

마늘은 독특한 향미와 우수한 생리활성을 지니고 있어 식품공업에서는 절임류 및 향신료로 이용되었지만 최근에는 마늘의 항균작용, 암세포 성장억제작용, 항혈전작용 등의 생리적 활성을 이용한 기능성식품 및 의약품원료로도 사용되고 있다<sup>3,4)</sup>.

마늘의 독특한 향미성분은 마늘 조직이 파괴될 때 마늘 중의 alliin이 alliinase에 의하여 alliin과 pyruvic acid로 분해되고 alliin이 다시 diallyl disulfide로 분해되며 이들이 pyruvic acid와 서로 작용하여 저급 황화합물 및 carbonyl 화합물을 생성함으로써 발생하는 것으로 알려져 있다<sup>5,6)</sup>. Semmler<sup>7)</sup>는 essential oil 성분 중에서 diallyl disulfide가 주성분이며, diallyl trisulfide와

diallyl tetrasulfide도 함유되어 있다고 하였다. Rundqvist<sup>8)</sup>는 마늘을 파쇄할 때 diallyl disulfide의 전구물질을 분리하여 glycoside라고 결론을 내리고 alliin이라 명명하였다. 그 후 Cavallito<sup>9,10)</sup>등은 마늘의 ethanol 추출물에서 항균성 물질인 alliin을 분리하여 그 구조가 diallyl thiosulfinate임을 확인하였다. Stoll과 Seebeck<sup>11)</sup>은 마늘의 methanol추출액에서 결정상의 아미노산인 (+)-S-allyl-L-cysteine sulfoxide를 분리하여 alliin이라 하였으며 이는 마늘 중에 존재하는 효소에 의해 alliin, pyruvic acid, ammonia를 생성한다고 보고하였다. Brodnitz<sup>12)</sup>등은 alliin이 마늘의 주요 성분으로 이는 monosulfide, disulfide, trisulfide와 sulfur dioxide로 분해된다고 하였다. Saghir<sup>13)</sup>등과 Jacobsen<sup>14)</sup>등은 마늘중의 매운맛 성분은 diallyl disulfide, allyl methyl disulfide, allyl monosulfide 및 disulfide라 하였다. 마늘 중에는 alliin 이외에도  $\gamma$ -glutamyl-S-propyl-cysteine과  $\gamma$ -glutamyl-S-allyl-cysteine이 존재하는 것으로 알려져 있다. 이들은 alliinase에 의하여 분해되지 않고  $\gamma$ -glutamyl-peptidase와  $\gamma$ -glutamyltranspeptidase에 의하여 thiosulfonates로 분해되어 마늘의 향미를 더욱 증진시킨다고 한다. 이러한 지금까지의 연구결과에 의하면 마늘의 독

Corresponding Author : Dong-Bin Shin, Korea Food Reserach Institute San 46-1, Backhyun-Dong, Bundang-Ku, Songnam-Si, Kyungki-Do 463-600, Korea

특한 향미성분은 마늘 중에 존재하는 alliin 및  $\gamma$ -glutamyl-S-propyl-cysteine 등이 효소에 의하여 분해되고, 분해산물이 재차 복잡한 화학적 분해 및 결합작용에 의하여 수 많은 화합물을 생성하고 이들이 어울려져 발생한 것으로 알려져 있다<sup>15)</sup>.

마늘 냄새는 단백질을 주성분 이루어진 효소에 의하여 발생하며 냄새강도는 효소의 활성에 의하여 좌우된다. 효소활성은 온도, pH, 기질 및 중금속 등에 의하여 영향을 받는다. Stoll과 Seebeck<sup>11)</sup>의 연구결과에 의하면 마늘 중에 존재하는 alliinase는 pH 4~8에서 높은 활성을 나타내며 최적온도는 37°C라고 하였다. 또한 Mazelis와 Crews<sup>16)</sup>의 보고에 의하면 alliinase는 S-methyl-L-cysteine sulfoxide에 대하여 가장 높은 활성을 나타내며 최적 pH는 6.5인 것으로 밝혀졌다.

최근 마늘의 항균작용, 암세포 성장억제작용, 항혈전작용과 같은 생리적 효과를 이용하여 각종 마늘가공제품을 제조하고자 하지만 마늘의 독특한 냄새로 인하여 사용이 제한되고 있다. 그러므로 마늘의 신선한 조직감과 생리활성을 유지하고 소비자가 원하는 강도의 마늘냄새를 지닌 가공제품을 생산할 수 있는 방법을 개발할 필요성이 있다.

이를 위해 본 연구에서는 마늘에 예열처리를 하여 효소활성을 조절할 경우 마늘의 향미와 밀접한 관계가 있는 향기성분, 유리당, 유리아미노산 및 유기산의 변화를 측정하여 예열처리조건이 마늘의 향미에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 마늘은 1997년도 경북 의성산 6쪽마늘로 가락동시장에서 구입하여 5°C 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

### 예열처리 조건

마늘을 가열처리하여 효소활성을 조절하기 위하여 열풍건조기와 전자레인지 사용하였다. 열풍건조기(Convection Oven, MOV-112F, Sanyo Electric Co. Ltd. Japan)를 이용한 예열처리는 박피하지 않은 마늘 쪽을 tray(40 cm x 30 cm)에 1 kg씩 담아 60°C, 70°C, 80°C 및 90°C에서 각각 30분간 가열처리하였다. 전자레인지(Micro chef RE 799BS, Samsung, Korea)에 의한 예열처리는 예비실험을 통하여 마늘이 cooking되지 않는 조건, 즉 강에 놓고 10초간 실시하였다.

### 향미성분의 분석

마늘의 향미에 관여하는 것으로 알려진 향기성분, 유리당, 유리아미노산 및 유기산의 분석은 전보의 방법<sup>17)</sup>에 따라 분석하였다. 즉, 향미성분 분석을 위하여 마늘은 박피후 20 mesh 크기로 분쇄하여 사용하였다. 향기성분은 purge and trap concentrator(Tekmar LSC 3000, Ohio, USA)을 이용하여 포집한 후 flame ionization detector(FID)와 DB-5칼럼(fused silica capillary column, 60m×0.31 mm I.D., 0.25  $\mu$ m film thickness, J&W Scientific, CA, USA)이 장착된 GC(Hewlett-Packard 5890, CA, USA)에 주입하여 측정하였다. 분리된 향기성분의 피크는 gas chromatograph-mass spectrometer(GC/MS: Hewlett-Packard 5972 system, CA, USA)를 이용하여 동정하였다. 유리당 분석은 이온 크로마토그래프(Dionex Bio. LC, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 유리아미노산은 HPLC(Waters System, MA, USA)를 이용하여 AccQ-Tag방법에 의하여 분석하였다. 유기산은 flame ionization detector(FID)와 HP-FFAP 모세관 칼럼(crosslinked FFAP, 30 m×0.32 mm I.D., 0.25  $\mu$ m film thickness, CA, USA)이 장착된 GC(Hewlett-Packard 5890, CA, USA)을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 향기성분의 변화

GC/MS를 이용하여 확인한 마늘의 주요 향기성분인 25개 피크에 대하여 예열처리조건에 따른 향기성분의 강도를 비교한 결과는 Table 1과 같다. Table 1에서 보는 바와 같이 마늘의 향기성분을 25개 성분의 총 피크면적으로 비교해 볼 때 예열처리 온도가 상승함에 따라 향기성분의 면적은 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 60°C에서 30분간 열풍건조기를 이용하여 예열처리한 것은 생마늘(대조구)과 유의적 차이가 없었으나 70°C 이상에서 30분간 예열처리하면 예열처리 온도의 상승에 따라 향기성분은 감소하였다. 70°C, 80°C 및 90°C에서 30분간 예열처리한 경우 대조구에 비하여 각각 20%, 31% 및 49%가 감소하였다.

예열처리에 의한 각각의 향기성분별 증감현상을 보면 예열처리 온도를 증가시키에 따라 diallyl disulfide, diallyl sulfide, 3-allylthiopropionic acid, 1,4-dithiane, 2-butanal, dimethyl disulfide, 3-hydroxy-2-butanone 및 2-pentanal은 감소한 반면, 2-propene-1-ol은 증가하였으며, 2,4-dimethylfuran, 5-hexen-2-one, allyl methyl

Table 1. Changes in volatile compounds of garlic by the pre-heating

(Unit : Area count/10,000)

PN	Volatile compounds	Control <sup>1)</sup>	Air temperature <sup>2)</sup>				Microwave <sup>3)</sup>
			60°C	70°C	80°C	90°C	
1	1-Propene	66	45	48	54	30	38
2	2-Propenal	192	169	185	125	70	197
3	2-Propene-1-ol	557	918	1311	1477	1276	503
4	Cyclopropane carboxylic acid	166	187	117	183	173	444
5	Chloroform	138	57	172	141	N.D	120
6	2-Butenal	361	332	10	N.D	N.D	54
7	Allyl methyl sulfide	59	57	78	56	49	85
8	3-Hydroxy-2-butanone	60	52	N.D	N.D	N.D	20
9	Dimethyl disulfide	58	40	26	27	9	22
10	2,4-Dimethylfuran	43	56	124	30	21	57
11	5-Hexen-2-one	206	212	230	230	55	181
12	Hexanal	46	56	69	43	35	177
13	Diallyl sulfide	315	227	299	263	258	261
14	1-Hexanol	33	54	49	42	22	34
15	1,4-Dithiane	923	931	634	398	397	730
16	Trans-propenyl methyl disulfide	19	32	39	19	13	23
17	Cis-propenyl methyl disulfide	179	215	119	138	99	235
18	4-Methyl-1,3-oxathiolane	297	258	504	267	135	193
19	Diallyl disulfide	9025	8617	7178	5536	4454	5985
20	4-mercapto-3-methyl crotonic acid	589	530	562	544	417	479
21	3-allylthiopropionic acid	4103	3821	2042	2199	1208	3409
22	Allyl methyl trisulfide	90	157	184	183	88	89
23	3-vinyl-[4H]-1,2-dithiin	55	75	56	58	56	55
24	2-vinyl-[4H]-1,3-dithiin	24	29	29	25	24	26
25	Diallyl trisulfide	35	32	31	32	22	23
Total		17640	17321	14166	12150	9001	13443

<sup>1)</sup>Sample was a fresh garlic.

<sup>2)</sup>Samples were preheated in a hot air drier for 30 min. at the selected temperatures.

<sup>3)</sup>Sample was preheated in a microwave oven for 10 sec.

<sup>4)</sup>ND : Not detected

trisulfide는 70°C 및 80°C에서는 증가하다가 90°C에서는 감소하는 것으로 나타났다. 4-mercapto-3-methyl crotonic acid는 80°C까지는 감소경향이 없었으나 90°C에서는 감소하는 것으로 나타났다. Microwave에서 10초간 예열처리한 경우에는 열풍건조기에서 70~80°C에서 예열처리한 것과 유사한 경향을 나타내었다. 즉, diallyl disulfide, 3-allylthiopropionic acid, 1,4-dithiane, 2-butanal, diallyl sulfide, dimethyl disulfide, 3-hydroxy-2-butanone, 2-pentanal 및 2-propene-1-ol은 감소하였으나 hexanal, cyclopropane carboxylic acid, cis-propenyl methyl disulfide는 증가하는 것으로 나타났다.

신선한 마늘의 주요 향기성분으로 알려진 diallyl disulfide의 감소경향은 총 피크면적의 감소 경향과 유사한 감소 경향을 나타내었다. 즉, 60°C에서 30분간 처리한 경우에는 대조구에 비하여 4.5% 감소하였으나 70°C, 80°C 및 90°C에서 예열처리한 경우에는 각각 20%, 38% 및 50%가 감소하였고, Microwave에서 10초간 예열처리한 경우에는 33%감소하였다.

이와 같이 예열처리에 의하여 마늘의 향기성분이 감

소한 것은 마늘중에 존재하는 효소가 열에 의하여 활성이 저하된 것에 기인한 것으로 사료된다. Alliinase의 활성을 이화학적 방법에 의하여 저하시키면 마늘 냄새를 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 손<sup>18)</sup>등은 고압처리에 의한 마늘의 alliinase활성과 냄새성분의 변화를 측정된 결과 300 MPa에서 20분간 고압처리를 하면 마늘중의 alliinase활성은 약 10%정도 감소하였고 냄새성분은 13%정도 감소하였으며, 500 MPa에서 10분간 처리한 결과 alliinase는 완전히 실패하였으며 냄새성분은 약 50% 감소하였다고 보고하였다. 또한 Yu<sup>19)</sup>등은 pH의 변화에 따른 향기성분의 변화를 측정된 결과 pH가 증가함에 따라 마늘의 휘발성성분은 증가하였고 pH 5이하에서는 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 증감현상은 마늘중에 존재하는 alliinase 및  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase의 최적 pH가 각각 6.5 및 9.0에 기인하기 때문이라고 하였다.

그러나 마늘 소비를 증가 시키기 위해 이화화적인 방법에 의해 효소활성을 조절하여 마늘 냄새를 감소시키는 것은 마늘의 생리활성을 고려하여 최적조건을

Table 2. Changes in free sugar contents of garlic by the pre-heating

(Unit : mg/100g sample)

Sugars	Control <sup>1)</sup>	Air temperature <sup>2)</sup>				Microwave <sup>3)</sup>
		60°C	70°C	80°C	90°C	
Glucose	175.4	82.9	71.2	79.1	57.6	159.1
Fructose	223.7	114.3	102.5	107.6	91.4	191.0
Sucrose	712.8	943.1	957.6	866.3	871.7	876.3
1-Kestose	126.7	114.1	83.9	71.2	76.5	135.7
Nystose	210.1	187.3	182.9	164.5	172.6	163.8
1-F-Fructosyl nystose	143.9	120.1	111.0	100.6	121.5	98.1
Total	1,592.6	1,561.8	1,509.1	1,389.3	1,391.3	1,624.0

<sup>1),2)</sup> and <sup>3)</sup> Refer to Table 1.

Table 3. Changes in organic acid contents of garlic by the pre-heating

(Unit : mg/100g sample)

Organic acids	Control <sup>1)</sup>	Air temperature <sup>2)</sup>				Microwave <sup>3)</sup>
		60°C	70°C	80°C	90°C	
Lactic acid	74.4	71.6	72.9	75.9	72.6	70.3
Pyruvic acid	143.0	137.9	143.7	124.7	92.1	115.9
Oxalic acid	35.2	32.8	48.6	38.9	31.0	32.4
Malonic acid	13.7	11.7	12.0	12.5	13.9	9.8
Fumaric acid	6.3	6.7	7.3	6.5	6.2	5.4
Levulinic acid	10.8	15.9	8.4	10.4	12.9	13.7
Succinic acid	19.8	13.8	19.8	14.9	15.6	14.4
Malic acid	112.2	99.9	108.8	103.2	109.9	92.7
Citric acid	356.1	341.1	347.3	338.5	344.5	361.2
Pyroglutamic acid	11.1	9.9	11.6	10.7	11.9	9.8
Total	771.5	791.4	838.8	805.5	788.7	715.8

<sup>1),2)</sup> and <sup>3)</sup> Refer to Table 1.

설정하여야 할 것으로 사료된다. Sakai<sup>20)</sup>는 열처리, 온탕침지, 효소분해법 등을 이용하여 마늘의 냄새강도를 감소시킬 수 있는 있으나 이러한 방법을 이용하여 마늘냄새를 지나치게 감소시키면 마늘의 유효한 생리활성이 감소한다고 보고하였다.

#### 유리당

예열처리를 하면 마늘의 유리당 조성에 많은 변화를 일으키는 것으로 나타났다(Table 2). 이런 변화는 전자오븐으로 예열한 경우보다 열풍건조기로 예열처리한 경우에 더욱 컸다. 열풍건조기를 이용하여 60~90°C에서 30분간 예열처리하면 glucose, fructose 및 fructooligosaccharide로 알려진 1-kestose, nystose, 1-F-fructosyl nystose는 감소하였다. 이런 감소경향은 예열처리 온도가 높을수록 컸으며, 또한 fructooligosaccharide 보다는 단당류인 glucose와 fructose의 경우 더욱 큰 것으로 나타났다. 그러나 sucrose의 경우는 이들 유리당과는 반대로 증가하는 경향을 나타내었다.

전자레인지로 10초간 예열처리한 경우에는 일부 당이 변화하였으나 열풍건조기를 이용하여 처리한 경우에 비해 유리당의 변화가 훨씬 적은 것으로 나타났다. 즉, 대조구에서 glucose와 fructose 함량은 각각 시

료 100 g당 175.4 mg 과 223.7 mg가 함유되어 있으나 전자오븐으로 가열한 것은 각각 159.1 mg 과 191.0 mg 이 함유되어 있었다. 또한 1-F-fructosyl nystose와 nystose는 전자오븐으로 가열하면 각각 163.8 mg 및 98.1 mg으로 대조구에 비하여 22% 및 30%정도가 감소하였다. 이런 당의 변화 원인은 현재의 연구결과로는 규명하기가 어려우나, 예열처리에 의하여 마늘중에 존재하는 fructooligosaccharide가 분해되어 fructose, glucose 및 sucrose로 되고 fructose 및 glucose는 화학반응에 의하여 분해 또는 소멸되는 것으로 추정된다.

#### 유기산

열풍건조 및 전자레인지를 이용하여 마늘을 예열처리한 경우 유기산의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 예열처리한 경우 alliin의 분해산물로 알려진 pyruvic acid를 제외하고는 변화가 없었다. 예열처리를 하지 않은 대조구의 pyruvic acid는 시료 100 g당 143.0 mg이었으나 80°C 및 90°C에서 30분간 예열처리를 하면 각각 124.7 mg 및 92.1 mg으로 감소하였다. 이는 열처리에 의하여 alliin에 작용하는 alliinase의 일부가 열에 의하여 불활성화된데 기인하는 것으로 사료된다.

**Table 4. Changes in amino acid contents of garlic by the pre-heating** (Unit : mg/100g sample)

Amino acids	Control <sup>1)</sup>	Air temperature <sup>2)</sup>				Microwave <sup>3)</sup>
		60°C	70°C	80°C	90°C	
Aspartic acid	14.5	10.9	14.4	14.5	22.9	30.1
Glutamic acid	58.3	25.7	28.1	22.3	32.4	12.0
Serine	21.4	16.9	16.8	19.1	25.7	38.2
Glycine	3.0	1.7	1.8	1.8	2.7	3.9
Histidine	19.4	12.1	12.8	15.3	18.9	24.5
Threonine	19.5	5.6	8.3	10.8	13.7	18.5
Arginine	503.4	361.5	397.1	405.8	371.4	541.8
Alanine	17.6	20.8	14.2	13.7	15.0	36.6
Proline	67.5	50.7	48.9	54.2	67.9	103.6
Tyrosine	150.1	132.3	133.9	139.1	137.4	128.2
Cysteine	35.1	31.3	41.4	17.2	18.9	34.8
Valine	19.2	12.9	11.6	12.0	15.0	22.6
Methionine	5.6	2.3	1.6	2.0	2.5	4.5
Isoleucine	3.9	1.9	1.7	1.4	1.7	11.8
Leucine	24.4	18.8	17.2	19.0	23.3	63.3
Lysine	12.1	4.4	5.2	5.7	6.7	33.5
Phenylalanine	16.4	20.4	10.1	9.6	10.8	82.8
Total	992.4	792.2	835.1	843.5	876.9	1193.7

<sup>1),2)</sup> and <sup>3)</sup> Refer to Table 1.

**유리아미노산**

마늘에 열풍건조기 및 전자레인지로 이용하여 예열 처리하였을 때 유리아미노산의 변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 열풍건조기로 60°C~90°C에서 예열처리 하면 예열처리를 하지 않은 대조구에 비하여 총 유리아미노산 함량은 감소하는 경향을 나타내었으나, 예열처리 온도별로는 유의적 차이가 없었다. 유리아미노산 종류별로 보면 glutamic acid, threonine, arginine, proline, tyrosine, methionine, isoleucine 및 lysine은 감소하였으며, 그 밖의 아미노산은 큰 변화가 없었다. 전자레인지로 10초간 예열처리한 경우는 대조구와 유사한 유리아미노산 분포를 보였으나, proline, methionine, isoleucine, lysine, phenylalanine은 증가하였다. 전자레인지로 예열처리한 경우 몇가지 아미노산 함량이 증가하는 이유에 대해서는 앞으로 지속적인 연구가 요구된다.

**요 약**

마늘의 향미를 조절하기 위하여 박피하지 않은 마늘쪽을 60°C~90°C의 범위에서 30분간 예열처리한 경우와 전자레인지로 10초간 가열한 경우에 마늘의 향미성분변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

마늘의 향기성분은 예열처리 온도가 상승함에 따라 감소하였고, 70°C, 80°C 및 90°C에서 30분간 예열처리 하면 대조구에 비하여 각각 20%, 31% 및 49% 감소하였다. 전자레인지로 10초간 가열한 경우에는 열풍건

조기에서 70°C~80°C에서 가열한 것과 유사한 경향을 보였다. 열풍건조기로 예열처리하면 glucose, fructose 및 fructooligosaccharide가 감소하였으며, 이런 감소는 온도가 높을수록 컸으며 fructooligosaccharide 보다는 단당류인 glucose와 fructose에서 더욱 컸다. 전자레인지로 가열처리한 경우에는 열풍건조기로 예열처리한 경우에 비하여 유리당의 변화가 현저히 적었다. Alliin의 분해산물로 알려진 pyruvic acid는 예열처리 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 그 밖의 유기산은 유의적 변화가 없었다. 마늘의 주요 아미노산인 arginine은 열풍에 의한 예열처리로 감소하였으나 전자레인지로 가열한 경우에는 감소하지 않았고, glutamic acid와 tyrosine은 모든 처리구에서 감소하였다.

**감사의 글**

본 연구는 농림수산특정연구과제(96 첨단기술개발사업)에 의하여 수행된 결과중 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

**문 헌**

1. Lee, T.B. Illustrated Flora of Korea, p. 203. Hangmunsa, Seoul, Korea (1979)
2. Jo, J.S. : Food Materials, pp. 154-155. Gijeonyungusa, Seoul, Korea (1990)
3. Kamanna, V.S. and Chandrasekhara, N. Biochemical and Physiological effects of garlic(*Allium sativum* Linn.). J. Scientific Industrial Research 42: 353-357

- (1983)
4. Watanabe, T. Utilization of principles of garlic. *Food Processing* 23: 40-42 (1988)
  5. Boelens, M., de Valois, P. J., Wobben, H.J. and van der Gen, A. Volatile flavor compounds from onions. *J. Agric. Food Chem.* 19: 984-991 (1971)
  6. Carson J.F. Chemistry and biological properties of onions and garlic, *Food Review International* 3: 71-103 (1987)
  7. Semmler, F.W. The essential oil of onion (*Allium cepa* L.), *Arch. Pharm.* 230: 434-426 (1892)
  8. Rundqvist, C. Pharmacological investigation of Allium bulbs. *Pharm. Notisblad.* 18: 323-333 (1909)
  9. Cavallito, C.J. and Bailey, J.H. Alliin, the antibacterial principle of *allium sativum*. I. Isolation, physical properties, and antibacterial action., *J. Am. Chem. Soc.* 66: 1950-1951 (1944)
  10. Cavallito, C.J., Buck, J.S., and Suter, C.M. Alliin the antibacterial principle of *Allium Sativum*. II. Determination of the chemical structure *J. Am. Chem. Soc.* 66: 1952-1954 (1944)
  11. Stoll, A. and Seebeck, E. Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Advan. Enzymol.* 11: 377-400 (1951)
  12. Brodnitz, M.H. and Pascale, J.V. Flavor components of garlic extract. *J. Agr. Food Chem.* 19: 273-275 (1971)
  13. Saghir, A.R., Mann, L.K., Bernhard, R.A. and Jacobsen, J.V. Determination of aliphatic mono- and disulfides in allium by gas chromatography and their distribution in the common food species. *Pro. Am. Soc. Hort. Sci.* 84: 386-398 (1964)
  14. Jacobsen, J.V., Bernhard, R.A. Mann, L.K. and Saghir, A.R. Infrared spectra of some asymmetric disulfides produced by allium., *Arch. Bio. Chem. Biophys.* 104: 473-477 (1964)
  15. Whitaker, J.R. Development of flavor, odor, and pungency in onion and garlic., *Adv. Food Res.* 22: 73-133 (1976)
  16. Mazelis, M. and Crews, L. Purification of the alliin lyase of garlic, *Allium sativum* L. *Biochem. J.* 108: 725-730 (1968)
  17. Shin, D. B., Seog, H. M., Kim, J. H. and Lee, Y. C. Flavor Composition of garlic from different area. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 293-300 (1999)
  18. Sohn, K. H., Lim, J. K., Kong, U. Y., Park, J. Y. and Noguchi, A. Flavor composition of garlic from different area. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 593-599 (1996)
  19. Yu, T.H., Wu, C.H. and Liou, Y.C. Effects of pH Adjustment and Subsequent Heat Treatment on the Formation of Volatile Compounds of garlic, *J. Agric. Food Chem.* 37: 731-736 (1989)
  20. Sakai, K. Efficiency of garlic ingredients and methods for deodorized effect. *J. Food Processing* 27: 19-23 (1992)

---

(1999년 8월 19일 접수)