

## 농축방법에 따른 마늘 농축액의 저장 안정성

배수경 · 김미라  
경북대학교 식품영양학과

### Storage Stability of the Concentrated Garlic Juices with Various Concentration Methods

Soo-Kyung Bae and Meera Kim

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University

#### Abstract

The garlic juices were extracted and concentrated by heating at 90°C, by using a rotary vacuum evaporator at 45°C, or by freezing at -50°C until the volume was reduced to 70% of the original volume. The concentrated juices were kept at 4°C or 25°C for 60 days and the changes of bacteria and color were monitored every 10 days. Flavors of the raw garlic juices, concentrated garlic juices, and garlic powder by hot-air drying were analyzed monthly using GC and GC/MS. The CFUs/mL of mesophilic and psychrotrophic bacteria in the garlic juice concentrated at 90°C were lower about 1 to 2 log cycles than those of other concentrated juices. Hunter L, a, and b values in the raw garlic raw juice and the juice concentrated at -50°C significantly increased at the beginning of storage, in particular, when they were stored at 25°C. The garlic juice concentrated at 45°C showed relatively low L value but the juice concentrated at 90°C showed high a value. The main peaks in chromatograms of volatile components identified by GC/MS were 3,3'-thiobis-1-propene, di-2-propenyl disulfide, 3-(methylthio)-1-propene in the raw garlic juice and the concentrated juices, and the juices concentrated at 45°C or -50°C showed relatively high preservation of garlic flavor.

Key words: concentrated garlic juice, storage stability, bacteria, color, garlic flavor

#### 서 론

마늘은 독특한 향기 성분을 가지고 있어 각종 음식의 향신료로서 이용되고 있으며 최근에는 마늘의 항균작용<sup>(1,2)</sup>, 항암작용<sup>(2,6)</sup>, 항돌연변이작용<sup>(7,8)</sup>, 항산화효과<sup>(9)</sup>, 동맥경화의 예방과 치료효과<sup>(10,11)</sup>, 항당뇨효과<sup>(12)</sup>, 이뇨작용 및 정장작용<sup>(13)</sup> 등이 밝혀지면서 향신료 외 식품의 3차기능인 생리조절 목적으로도 광범위하게 사용되고 있다. 이와 같이 우리의 식생활과 건강에 밀접한 관계를 가지고 연중 사용되는 마늘은 초여름에 수확된 후 어느 정도 일광 건조된 다음 -4~4°C에서 저장되고 있으나<sup>(4)</sup> 통마늘 형태로 보관될 때는 넓은 저장 공간이 필요하고, 저온을 유지하기 위한 에너지가 소비되는 등의 문제가 있으며 저장기간 중 변질되어 폐기되는 마늘량도 상당하다. 따라서, 마늘 저장시 필

요한 공간과 저온유지 경비를 줄이고 저장 중 마늘의 손실을 방지하며 안정된 마늘 가공품을 형성하기 위해서는 다양한 마늘 가공품을 개발하여 새로운 형태의 마늘 소비가 이루어지는 것이 필요하다. 이에 대한 방안의 하나로 현재 마늘가루를 만들어 시판하고 있으나 마늘가루는 향기성분이 약하고 갈변화가 일어나며 흡습성이 커서 저장 중 고화(固化)되는 단점을 가지고 있다. 또한 최근 마늘의 항균, 항암작용등이 allinase에 의해 생성되는 allicin으로부터 유도되는 일부 향기성분에 의한 것으로 밝혀지고 있어<sup>(15,17)</sup> 향기성분을 최대한 보유하는 새로운 형태의 마늘 가공품을 개발하는 것이 요구되는데, 정 등<sup>(18,19)</sup>의 연구에서는 건조 방법 및 온도가 휘발성 함황 화합물의 보유율에 직접적인 영향을 미치고 있음을 보여주었다. 마늘 농축액은 마늘가루보다 낮은 강도의 탈수 과정을 거치므로 향미 성분의 보유력이 우수하며, 또한 농축된 형태이므로 소량의 사용으로도 조미 효과를 나타낼 수 있고, 액상 제품으로 분말 형태보다 조리시 조리물과의

Corresponding author: Meera Kim, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Puk-ku, Taegu 702-701, Korea

혼합이 더 용이하며, 항균성을 가지고 있어 액상이라도 보존 기간이 길 것으로 예상되는 등 액상 제품으로서 많은 장점을 가질 수 있다고 기대되나 아직까지 액상 형태의 마늘에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 새로운 마늘 가공품 형태인 농축된 액상마늘을 제조하여 이들의 특성 및 저장 중 미생물과 향미성분의 변화를 조사하여 마늘 농축액의 저장 안정성에 대해 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 마늘은 초여름에 수확된 의성종 마늘로서 농촌진흥원을 통해 구입하였다.

### 마늘 농축액 및 마늘가루의 제조

마늘은 껍질을 벗긴 뒤 착즙기(Masterchef 580, electronic, Moulinex)를 이용하여 착즙한 다음 200 mesh 체를 통과시켜 마늘즙을 얻었다. 마늘즙은 회전 진공 증발기(Tokyo Pikakikai Co., Japan)를 사용하여 45°C에서 농축하거나, 가열판을 이용하여 90°C에서 농축하거나, 동결농축기(FD8512, Ilshin)를 사용하여 -50°C에서 농축하였다. 각 농축액은 마늘즙 원액부피의 70%로 농축하였다. 농축액과 향미성분을 비교하기 위해서 다진 마늘을 열풍건조기(Dong yang, Model 0145)에 넣어 60°C에서 10시간 건조시켜 마늘가루를 제조하였다.

### 마늘즙과 마늘 농축액의 물리적 성질 분석

제조된 마늘즙과 마늘 농축액의 물리적 성질을 분석하였다. 비중은 비중계를 이용하여 측정하였고, 점도는 점도계(Viscotester VT-04, Rion Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter (Model TS-1, Sontex)를 이용하여 측정하였고, 마늘 농축액의 고형물 농도는 Refractometer (Atago, Japan)로 측정하였다.

### 마늘 농축액의 저장 안정성 조사

제조된 마늘즙과 농축액을 15 mL씩 멸균된 시험관에 나누어 넣은 후 은박지로 싸서 4°C와 25°C로 각각 보관하면서 10일마다 미생물 분석과 색도 분석을 실시하였으며 1개월 단위로 GC와 GC/MS를 이용하여 향미성분의 변화를 측정하였다.

일반 세균 분석은 멸균한 0.1% peptone (Difco, U.S.A.) 용액에 시료를 계속적으로 희석한 뒤 total plate count 법<sup>20)</sup>을 이용하여 plate count agar (Difco, U.S.A.)에 접

종하고 중온성균은 35°C에서 48시간 동안, 저온성균은 4°C에서 10일간 배양한 뒤 colony 수를 계수하여 colony forming unit (CFU)/mL를 산출하였다.

마늘즙과 마늘 농축액의 색도는 색차계(Model whiteness checker RF-1, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의한 L, a, 및 b값으로 나타내었다.

마늘즙 원액, 농축액 및 마늘가루의 휘발성 향기성분의 포집에는 Donam purge-trap DS 5000을 사용하여 dynamic headspace concentration (DHC) 분석법<sup>(21,22)</sup>을 이용하였다. 시료 1 mL를 시료병에 취하여 40°C로 유지하면서 헬륨 가스로 purging 하였고(2.6 mL/min), head space내의 휘발성 향기성분을 trap에 흡착시켰다. Purge-trap system의 xfer는 150°C, valve는 180°C로 유지하면서 purge 28°C (11분), desorb 180°C (4분), bake 190°C (15분)로 하여 분석하였다. DHC 방법으로 포집된 향미성분은 Hewlett Packard GC 5890을 이용하여 분석하였고 HP=PONA capillary column (50 m×0.2 mm×0.5 μm)을 사용하였다. Column 온도는 35°C에서 5분간 유지시킨 뒤 150°C까지 분당 5°C씩 승온시켰고, 주입기의 온도는 150°C, 검출기의 온도는 200°C로 하였다. Carrier gas는 He를 사용하였고 유속은 0.7 mL/min이었다. 향기성분의 동정은 gas chromatograph-mass spectrometric detector (MSD 5971, Hewlett Packard, U.S.A.)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 마늘 농축액의 물리적 성질

제조된 마늘즙과 마늘 농축액의 물리적 특성은 Table 1과 같다. 마늘액의 비중과 점도는 90°C 가열농축에서 가장 높은 값을 보였으며 마늘즙 원액과 동결농축액에서 대체로 낮았다. pH는 90°C 가열농축액의 경우에는 원액과 유사한 6.32의 값을 보였으나 45°C 감압가열농축액, -50°C 동결농축액에서는 6.88, 6.84로 다소 높은 값을 나타내었다. L값은 90°C 가열농축액에서 평균 32.2로 가장 높았으며, a값은 원액과 동결농축액에서 각각 -3.4, -3.6의 낮은 값을 가져 경미한 녹색변화가 일어났음을 보여주었다. 90°C 가열농축액은 a값과 b값이 각각 9.8, 15.1로 다른 농축액보다 높은 값을 나타내어 농축과정에서 갈변화가 진행되었음을 알 수 있었으며 동결농축액은 원액과 유사한 L, a, b 값을 보여 농축과정에 의한 색변화가 거의 일어나지 않은 것으로 나타났다. Brix는 90°C 가열농축액과 45°C 감압가열농축액에서 다소 높게 나타났으며 동결농

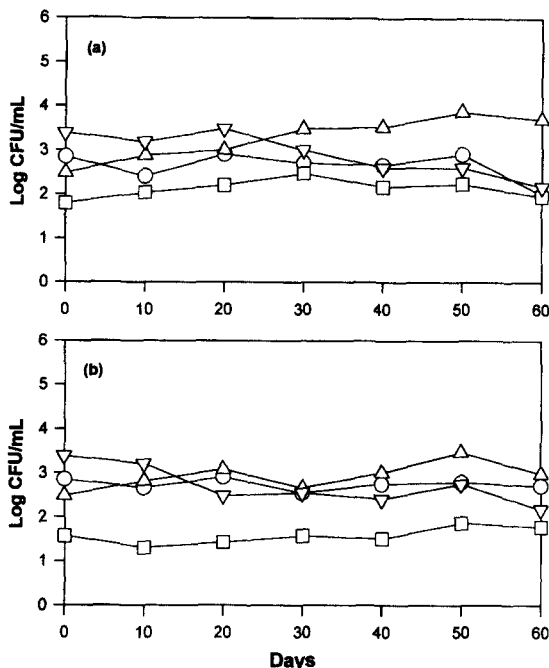
**Table 1. Gravity, viscosity, pH, color, and Brix of the garlic juices**

Characteristic	Treatment <sup>1)</sup>				
	GJ	GJH90	GJR45	GJF50	
Gravity	1.178	1.304	1.252	1.160	
Viscosity (d.Pa.s)	0.1	59.5	3.4	0.3	
pH	6.23	6.32	6.88	6.84	
Color	L	25.0	32.2	26.4	27.0
	a	-3.4	9.8	0.9	-3.6
	b	5.2	15.1	9.8	6.6
Brix (%)	41.8	58.5	55.3	43	

<sup>1)</sup> GJ: Raw garlic juice.  
 GJH90: Garlic juice concentrated by heating at 90°C.  
 GJR45: Garlic juice concentrated by using a rotary vacuum evaporator at 45°C.  
 GJF50: Garlic juice concentrated by freezing at -50°C.

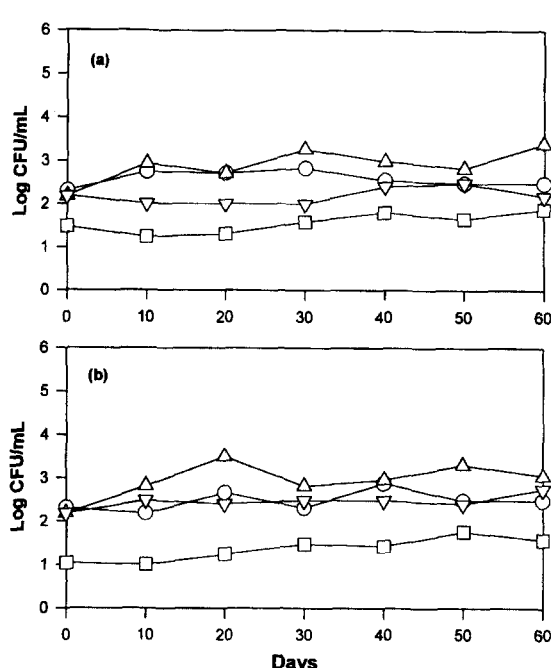
축액은 원액과 유사한 값을 보여주었다.

저장기간 중 마늘 농축액의 중온성균, 저온성균 변화  
 저장 중 중온성균, 저온성균의 변화는 Fig. 1, Fig. 2와 같다. Fig. 1은 마늘즙과 마늘 농축액의 25°C와



**Fig. 1. Changes of mesophilic bacteria in Uisung garlic juices during the storage at 25°C (a) and 4°C (b).** ○—○, raw garlic juice; □—□, garlic juice concentrated by heating at 90°C; △—△, garlic juice concentrated by using a rotary evaporator at 45°C; ▽—▽, garlic juice concentrated by freezing at -50°C.

4°C 저장시 중온성균 수의 변화를 나타내는데 중온성균 수는 4°C 저장시 25°C 저장시 보다 다소 적었으나 저장온도에 의한 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 농축방법에 의한 중온성균 수를 살펴보면, 마늘즙 원액은 45°C 감압가열농축액과 -50°C 동결농축액보다 비교적 낮은 중온성균 수를 가지나 저장기간에 따른 변화는 뚜렷하지 않았으며 90°C 가열농축액은 다른 농축액에 비해 1~2 log cycle 이상 낮은 미생물수를 나타내었다. 이는 농축방법이 마늘액의 미생물수에 영향을 미치고 있음을 보여주는 것으로, 고온 가열에 의해 마늘즙에 들어있던 미생물이 파괴되었기 때문으로 생각되었다. 45°C 감압가열농축액은 저장기간 중 중온성균 수가 대체로 증가하는 경향을 나타내었는데 특히 25°C 저장시에서는 중온성균 수가 뚜렷하게 증가하였다. 이와는 대조적으로 -50°C 동결농축액은 저장기간이 증가함에 따라 중온성균 수의 뚜렷한 감소경향이 나타났는데 이는 저온처리가 미생물에 sublethal injury를 줌으로써 저장기간 중 피해를 입은 미생물들이 사멸되었기 때문으로 추정되어 농축방법이 저장중 마늘액의 미생물수에도 영향을 주는 것으로 보여졌다.



**Fig. 2. Changes of psychrotrophic bacteria in Uisung garlic juices during the storage at 25°C (a) and 4°C (b).** ○—○, raw garlic juice; □—□, garlic juice concentrated by heating at 90°C; △—△, garlic juice concentrated by using a rotary evaporator at 45°C; ▽—▽, garlic juice concentrated by freezing at -50°C.

Fig. 2는 25°C와 4°C 저장시 저온성균 수의 변화를 나타내고 있다. 중온성균과 마찬가지로 저장온도에 의한 저온성균 수의 차이는 유의적으로 나타나지 않았으며 저장기간동안 저온성균 수의 증가도 크게 일어나지 않았는데 이는 저온에서 미생물의 느린 증식과 마늘의 항균성에 기인한 것으로 사료된다. 농축방법에 의한 저온성균 수의 변화를 살펴보면, 90°C 가열 농축액에서는 중온성균과 마찬가지로 다른 농축액에

비해 저장기간이 증가함에 따라 가장 낮은 저온성균 수를 보였다. 또한 45°C 감압가열농축액에서는 다른 농축액에 비해 저온성균 수가 대체로 높게 나타나 중온성균 수의 변화와 일치하였다. 중온성균 수와 저온성균 수의 변화를 살펴볼 때 미생물적 저장 안정성이 뛰어난 것은 90°C 가열농축액으로 이러한 저장 안정성은 고온에서의 가열농축과정에서 마늘즙에 들어있는 미생물이 파괴되었기 때문일 것으로 생각되었다.

**Table 2. L, a, and b changes of garlic juices during the storage at 25°C**

Treatment <sup>1)</sup>	Color	Storage period (day)						
		0	10	20	30	40	50	60
GJ	L	25.0	32.5	29.7	31.3	31.7	30.4	31.3
	a	-3.4	5.1	7.2	7.3	7.3	7.3	7.6
	b	5.2	15.2	13.3	14.5	14.8	13.9	14.5
GJH90	L	32.2	32.5	32.2	32.5	32.5	32.5	32.5
	a	9.8	9.5	9.4	9.9	9.7	9.9	9.9
	b	15.1	15.1	15.0	15.2	15.4	15.2	15.3
GJR45	L	26.4	26.8	27.1	27.0	27.2	27.2	25.2
	a	0.9	3.9	4.3	4.6	4.8	5.0	5.7
	b	9.8	12.7	13.3	13.4	13.6	13.4	12.1
GJF50	L	27.0	35.8	34.1	35.3	33.9	34.2	34.7
	a	-3.6	0.8	3.1	3.0	3.3	3.5	3.5
	b	6.6	14.5	15.2	16.0	15.7	15.7	16.1

<sup>1)</sup>GJ: Raw garlic juice.

GJH90: Garlic juice concentrated by heating at 90°C.

GJR45: Garlic juice concentrated by using a rotary vacuum evaporator at 45°C.

GJF50: Garlic juice concentrated by freezing at -50°C.

**Table 3. L, a, and b changes of garlic juices during the storage at 4°C**

Treatment <sup>1)</sup>	Color	Storage period (day)						
		0	10	20	30	40	50	60
GJ	L	25.0	31.2	32.0	31.8	31.6	30.7	31.0
	a	-3.4	-1.0	2.7	4.7	5.4	6.5	6.3
	b	5.2	13.3	13.8	14.4	14.2	13.7	14.1
GJH90	L	32.2	32.4	32.2	32.5	32.3	32.4	32.6
	a	9.8	9.5	9.5	9.8	9.6	9.6	9.6
	b	15.1	15.0	15.0	15.2	15.2	15.2	15.3
GJR45	L	26.4	27.7	27.1	27.5	27.6	27.0	26.7
	a	0.9	1.4	1.8	2.6	2.6	3.0	3.2
	b	9.8	12.2	12.0	12.9	13.0	12.6	12.8
GJF50	L	27.0	34.0	34.1	35.9	35.0	34.2	36.2
	a	-3.6	-3.3	-1.1	-0.3	1.3	2.4	0.7
	b	6.6	12.0	13.4	14.4	14.6	14.5	15.2

<sup>1)</sup>GJ: Raw garlic juice.

GJH90: Garlic juice concentrated by heating at 90°C.

GJR45: Garlic juice concentrated by using a rotary vacuum evaporator at 45°C.

GJF50: Garlic juice concentrated by freezing at -50°C.

저장기간 중 마늘 농축액의 색도 변화

Table 2, 3은 마늘즙을 25°C, 4°C에서 저장할 때 L, a, b 값의 변화를 보여주고 있다. 저장기간에 따른 L, a, b 값을 볼 때 L값은 대체로 저장온도나 저장기간에 따라 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나 마늘즙 원액과 -50°C 동결농축액의 경우 저장기간 10일째 L값이 증가하였으며, 45°C 감압가열농축액은 다른 마늘농축액에 비해 비교적 낮은 수치를 보여서 다소 어두운 색을 가진다는 것을 알 수 있었다. 또한 90°C 가열농축액을 제외하고는 전체적으로 시료들의 a값이 25°C와 4°C 저장시 증가하는 경향을 보였는데, 특히 25°C 저장시 증가경향이 더 크게 나타나 적색이 진행되는 것을 알 수 있었으며, 이들 b값의 증가도 함께 보여 저장 중 갈변이 일어나고 있음을 보여주었다. 농축방법에 따른 변화로는 마늘즙 원액과 -50°C 동결농축액에서 a값의 증가가 두드러지게 나타났다. 90°C 가열농축액은 처음부터 a와 b값이 높았으며 저장기간 동안에는 큰 변화가 없었다. 마늘즙 원액과 45°C 감압가열농축액, -50°C 동결농축액의 경우에는 L값의 변화와 유사하게 저장기간 10일째 a값과 b값도 빠른 증가를 보여 농축액 제조 후 10일 이내에 갈변이 빠르게 진행되었음을 알 수 있었다. 또한 25°C 저장시 a값과 b값이 4°C 저장에 비해 좀 더 높게 증가하여 높은 온도에서의 저장이 갈변을 촉진하고 있음을 보여주었다. 90°C 가열농축액은 저장 중 a값과 b값의 변화는 작았으나 농축액 중에서 가장 높은 a, b값을 나타내어 농축과정 중 갈변이 심하게 일어나고 저장중에는 갈변이 느리게 진행된 것으로 나타났다. 한편 녹변과 갈변이 상호 연관성을 가지고 있어 녹변 후 일주일부터 갈변이 일어난다고 보고된 바도 있는데<sup>(23)</sup> 본 연구에서도 저장 초기에 녹변이 일어난 마늘즙과 -50°C 동결농축액이 45°C 감압가열농축액과 90°C 가열농축액보다 빠르게 갈변되었음을 볼 수 있었다.

저장기간 중 향미성분의 변화

GC-MS로 얻어진 의성종 마늘액, 마늘가루 휘발성분들의 피크가 Fig. 3~7에 나타나 있으며 각 피크 성분들은 Table 4에 표시되어 있다. 이들 마늘즙 원액과 농축액의 주요 향기성분은 acetaldehyde, methanethiol, thiobis methane, methyl thiirane, dimethyl disulfide 3-(methylthio)-1-propene, 3-thiobis-1-propene, di (1-propenyl) sulfide, di-2-propenyl disulfide 등이었으며 열풍건조한 마늘가루는 마늘즙 원액이나 농축액과 다소 차이를 보였는데 acetaldehyde, di (1-propenyl) sulfide 등이 나타나지 않았다. 주요 향기 성분의 상대적인 피

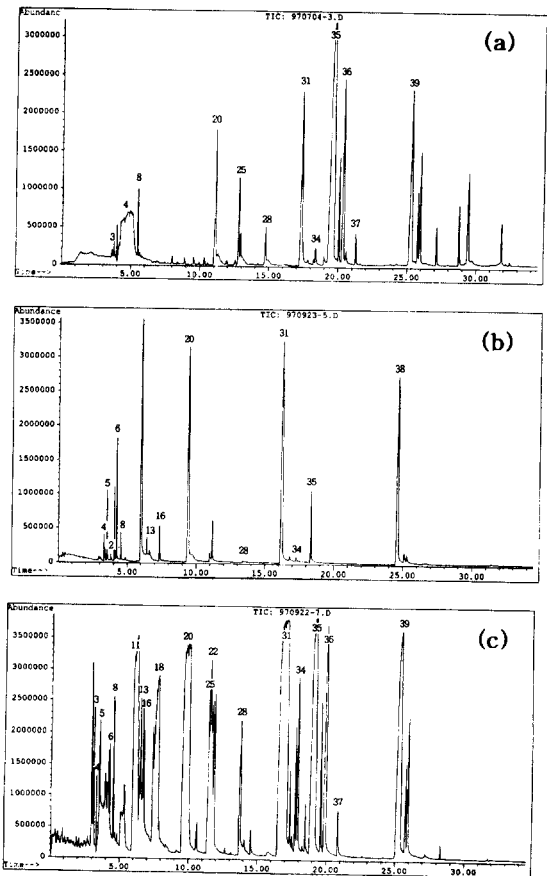
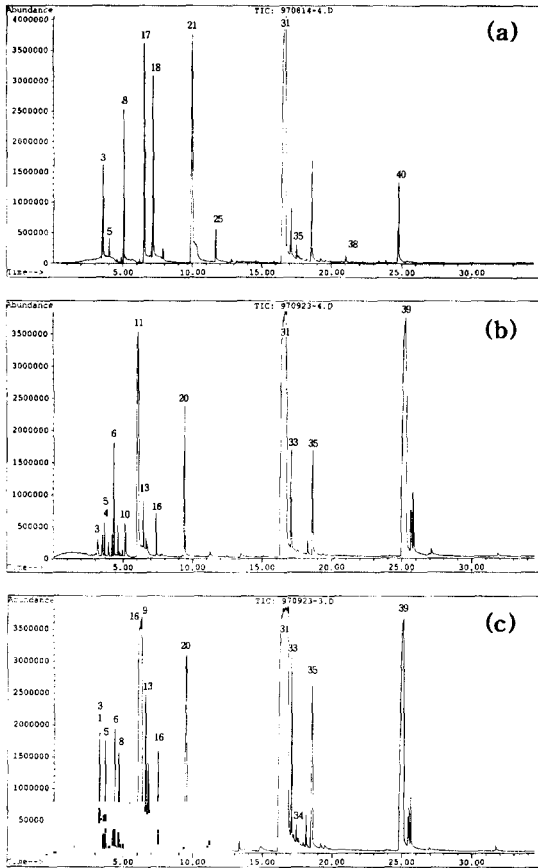


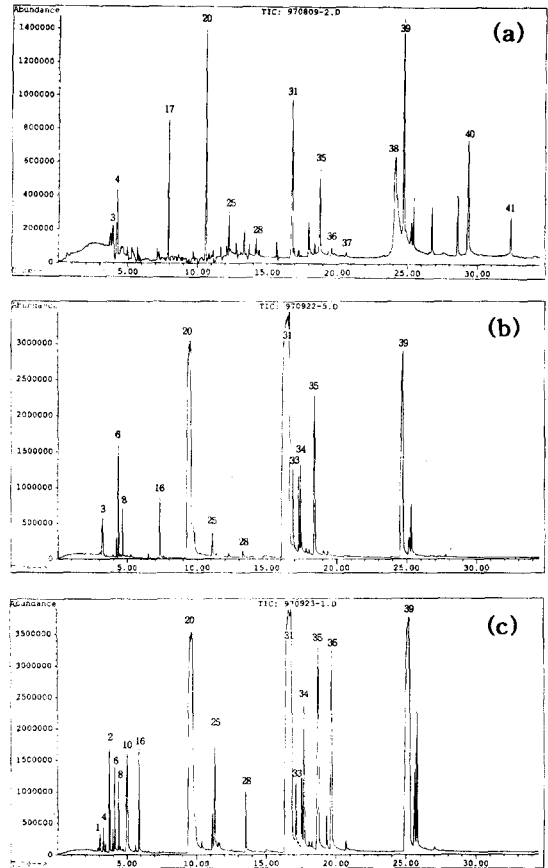
Fig. 3. Total ion chromatograms of volatile components in Uisung raw garlic juices during the storage. (a), storage for 0 day; (b), storage at 25°C for 60 days; (c), storage at 4°C for 60 days.

크면적을 살펴보면, 마늘즙 원액과 농축액 그리고 열풍건조한 마늘가루 모두에서 3,3'-thiobis-1-propene, di-2-propenyl disulfide, 3-(methylthio)-1-propene이 각각 2.29~37.88%, 5.0~67.99%, 1.94~47.57%로 가장 높게 나타났다. 처리방법에 따라 향기 성분에 차이가 있었는데 마늘즙 원액에서는 acetaldehyde, thiobis methane, dimethyl disulfide, methyl-2-propenyl disulfide 등이 높게 나타났으며, 90°C 가열농축액에서는 1-propane, methyl thiirane, methyl-2-propenyl disulfide, 3-[(1-methylethyl)thio]-1-propene 등이 높게 나타났다. 45°C 감압가열농축액에서는 3-[(1-methylethyl)thio]-1-propane, di (1-propenyl) sulfide, 1,3-dithiane, methyl thiirane 등이 높았고, 동결농축액에서는 acetaldehyde, ethanol, thiobis methane, dimethyl disulfide, 1,3-dithiane 등이 높았으며, 열풍건조한 마늘가루에서는 thiobis methane,



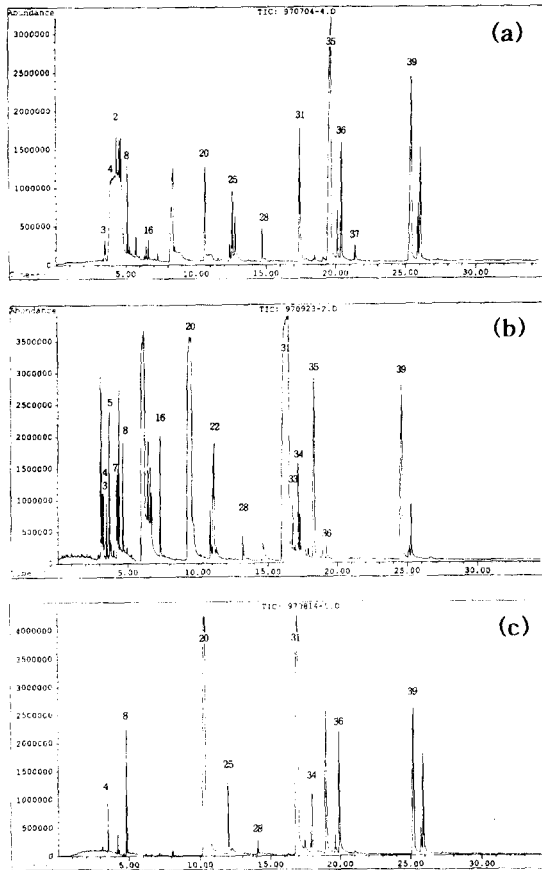
**Fig. 4.** Total ion chromatograms of volatile components in Uisung garlic juices concentrated by heating at 90°C during the storage. (a), storage for 0 day; (b), storage at 25°C for 60 days; (c), storage at 4°C for 60 days.

methyl-2-propenyl disulfide 등이 높은 비율로 나타났다. 이들 향기성분은 저장기간이 길어짐에 따라 다소의 증감을 보였는데, 원액에서는 3-(methylthio)-1-propene, 3,3-thiobis-1-propene, di-2-propenyl disulfide 등이 증가하다가 감소하였으며 acetaldehyde, thiobis methane 등은 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었고, 25°C 저장보다는 4°C 저장시 더욱 많이 감소하였다. 90°C 가열농축액에서도 3-(methylthio)-1-propene, 3,3-thiobis-1-propene, di-2-propenyl disulfide 가 증가하다가 감소하였으며 1-propane, methanethiol, thiobis methane, methyl thiirane, chloroform, 3-(methylthio)-1-propane 등은 저장기간에 따라 값이 낮아졌는데 특히 0~30일 사이에 향기성분이 크게 손실된 것으로 나타났다. 45°C 감압가열농축액에서는 3-(methylthio)-1-propene, 3,3-thiobis-1-propene이 증가하다가 감소하였으며 acetaldehyde, chloroform, 2-vinyl-4H-1,3-



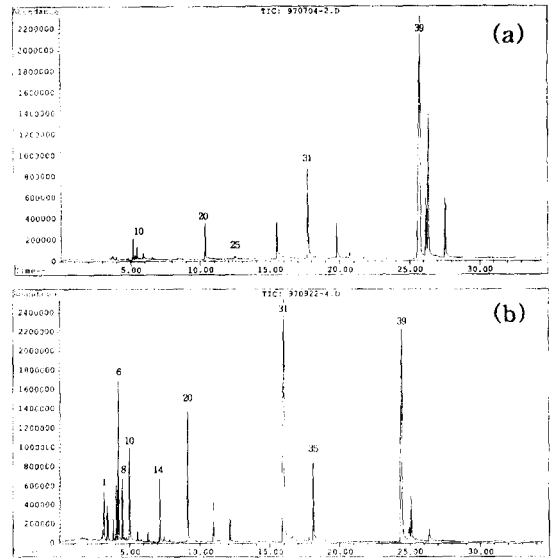
**Fig. 5.** Total ion chromatograms of volatile components in Uisung garlic juices concentrated by rotary evaporator at 45°C during the storage. (a), storage for 0 day; (b), storage at 25°C for 60 days; (c), storage at 4°C for 60 days.

dithiin 등이 감소하였는데 90°C 농축액과 유사하게 0~30일 사이에 향미 성분의 손실이 크게 나타났다. -50°C 동결농축액에서는 3-(methylthio)-1-propene, 3,3-thiobis-1-propene이 증가하다가 감소함을 보였고 acetaldehyde, ethanol, 1,3-dithiane, di-2-propenyl disulfide 는 감소하였으나 propanal, methyl thiirane 등은 증가하였다. 이것도 다른 농축액에서와 마찬가지로 저장기간 0~30일에서 감소폭이 크게 나타나 저장초기에 주요 휘발성분들이 많이 소실됨을 확인할 수 있었다. 또한 저장기간이 증가할수록 마늘의 주성분인 allicin의 변형물질로 간주되는 여러 성분들이 생성되었는데 원액에서는 methanethiol, 1-dichloro-ethane 1-fluoro-1,3-chloro-1-propene, 1-propanethiol, 2-butenal, tetrahydro-3-methyl-4-methyl furan, di (1-propenyl) sulfide, methyl-2-propenyl disulfide가, 90°C 가열농축액에서는 2-propen-1-ol, furan, 1-propanethiol, 2H-thiopyran-3(4H)-



**Fig. 6.** Total ion chromatograms of volatile components in Uisung garlic juices concentrated by freezing at  $-50^{\circ}\text{C}$  during the storage. (a), storage for 0 day; (b), storage at  $25^{\circ}\text{C}$  for 60 days; (c), storage at  $4^{\circ}\text{C}$  for 60 days.

one, methyl-2-propenyl disulfide가,  $45^{\circ}\text{C}$  감압가열농축액에서는 1-dichloro-ethane-1-fluoro-1, 2-propen-1-ol, 1-(methylthio)-1-propene, 1,3-dithiane이, 동결농축액에서는 methanethiol, 1-propanethiol, methyl thirane, 1,2-dichloro ethane, tetrahydro-3-methyl-4-methy furan, methyl benzen이, 열풍건조한 마늘가루에서는 cyclopropane, 1-fluoro-1-1-dichloro-ethane, thiobis methane, 1,2-dichloro ethane, 3,3-thiobis-1-propene, methyl-2-propenyl disulfide가 생성된 것으로 나타났다. 마늘 농축액의 향기성분 보유정도를 살펴보면 마늘 농축액이 열풍건조한 마늘가루에 비해 보유력이 큰 것으로 나타났으며(Fig. 7),  $-50^{\circ}\text{C}$  동결농축액과  $45^{\circ}\text{C}$  감압가열농축액이  $90^{\circ}\text{C}$  가열농축액과 열풍건조한 마늘가루에 비해 향기성분을 좀 더 많이 보유할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 Zoghbi 등<sup>(24)</sup>은 di-, tri- sulfide류가 생리활성 물질의 원



**Fig. 7.** Total ion chromatograms of volatile components in Uisung garlic powders by heating at  $60^{\circ}\text{C}$  during the storage. (a), storage for 0 day; (b), storage at  $25^{\circ}\text{C}$  for 60 days.

인이 된다고 보고하였는데, 마늘 농축액의 향기성분 분석 결과 dimethyl disulfide와 소량의 dimethyl trisulfide, di-2-propenyl disulfide, di (1-propenyl) sulfide, methyl-2-propyl disulfide, di-2-propenyl disulfide 등이 마늘 농축액에 함유되어 있었다. Brodnitz 등<sup>(25)</sup>은 disulfide diallyl, sulfide diallyl가 용매 추출물, 조 등<sup>(26)</sup>은 trisulfide diallyl, disulfide diallyl, allyl methyl sulfide가 마늘 정유물의 주된 향기성분으로 보고하였으나 본 실험에서는 3-(methylthio)-1-propene, 3,3-thiobis-1-propene, di-2-propenyl disulfide가 주된 향기성분으로 나타났는데 이는 마늘품종의 상이함과 용매 추출을 이용한 위의 연구들과는 달리 본 실험에서는 DHC 분석법을 사용한 점 및 농축시 가열 및 동결 등의 가공 조작에 기인한 것으로 생각된다. DHC 분석법은 수증기 추출법이나 용매 추출법과는 달리 향기성분의 포집동안 가열로 인해 향기성분이 변화되거나 가열취가 생성되는 것을 방지할 수 있고, 감압농축 동안 추출용매와 함께 증발되거나 산화가 일어나는 문제를 제거함으로써 원래의 향기성분을 보다 정확하게 분석할 수 있는 장점을 가진다. 한편 dynamic headspace를 사용한 Ohsumi 등<sup>(27)</sup>과 Kim 등<sup>(28)</sup>의 보고와 본 실험결과를 비교할 때 acetaldehyde, dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide, 2-vinyl-4H-1,3-dithiin 등만이 본 실험에서와 동일한 것으로 나타나 가공방법이 마

Table 4. Volatile compounds in Uisung garlic juices

Component	Peak. No.
Cyclopropane	1
Ethanol	2
1-Propene	3
Acetaldehyde	4
Methanethiol	5
1-Dichloro-ethan-1-fluoro-1	6
Propanal	7
Thiobis methane	8
Furan	9
2-Propen-1-ol	10
3-Chloro-1-propyne	11
Carbontrithioate monopropyne	12
1-Propanethiol	13
1,2-Dichloro ethane	14
2-Methyl furan	15
Methyl thiirane	16
Chloroform	17
2-Butenal	18
3-Methyl butanal	19
3-(Methylthio)-1-propene	20
2,5-Dimethyl furan	21
Tetrahydro-3-methyl-4-methyl furan	22
1-1-Diethyl hydrazine	23
1-(Methylthio)-1-propene	24
Dimethyl disulfide	25
Methyl benzene	26
3-Methyl thiophen	27
Hexanal	28
3-Pyridinecarbonitrile	29
2H-thiopyran-3(4H)-one	30
3,3'-Thiobis-1-propene	31
Ethyl benzene	32
3-[(1-Methylethyl)thio]-1-propene	33
Di (1-propenyl) sulfide	34
Methyl-2-propenyl disulfide	35
1,3-Dithiane	36
Dimethyl trisulfide	37
Acetic acid	38
Di-2-propenyl disulfide	39
2-Vinyl-4H-1,3-dithiin	40
Di-2-propenyl trisulfide	41

늘의 향기성분에 상당한 영향을 준다는 것을 보여 주었다. 또한 생리 활성 물질로 보고된 dimethyl disulfide와 dimethyl trisulfide는 마늘즙 원액과 45°C 감압 가열농축액, -50°C 동결농축액에서는 높게 나타난 데 비해 90°C 가열농축액, 열풍건조한 마늘가루에서는 낮게 나타남으로써 이들 생리활성 물질이 60°C 이상의 고온 가열에 의해 파괴됨을 알 수 있었다.

## 요 약

마늘즙의 농축방법에 따른 저장 안정성을 비교하기 위하여 90°C 가열농축, 45°C 감압가열농축, -50°C 동결농축을 통해 농축액을 제조하고 이를 4°C와 25°C에서 보관하면서 마늘 농축액의 물리적 특성 및 미생물, 색도를 분석하였고 GC와 GC/MS를 이용하여 향기성분의 변화를 측정하였으며 또한 열풍건조로 마늘가루를 제조하여 향기성분을 측정하였다. 저장기간에 따른 미생물수의 변화는 중온성균과 저온성균의 CFU/mL 모두가 90°C 가열농축액에서는 다른 농축액보다 1~2 log cycle 이상 낮은 값을 보였으며, 색도는 마늘즙 원액과 -50°C 동결농축액에서 L, a, b 값이 저장 초기에 뚜렷하게 증가하였고 4°C 저장시보다 25°C 저장시에 크게 증가하였다. 또한 45°C 감압가열농축액은 대체로 낮은 L값을 보였고, 90°C 가열농축액은 높은 a값을 보였다. GC-MS에 따른 향기성분 분석에서는 3,3'-thiobis 1-propene, di-2-propenyl disulfide, 3-(methylthio)-1-propene이 마늘즙 원액과 농축액 모두에서 가장 높게 나타났으며, 열풍건조한 마늘가루에 비해 마늘농축액이 향기 성분 보유력이 좋은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 1995년도 경북대학교 공모과제 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Ahn, E.S., Kim, M.S. and Shin, D.H.: Screening of natural antimicrobial edible plant extract for dooboo, fish paste, makkoli spoilage microorganism (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(6), 733-739 (1994)
- Lim, S.W. and Kim, T.H.: Physiological activity of alliin and ethanol extract from Korean garlic (*Allium sativum*, L.) (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(2), 348-354 (1997)
- Dipaolo, J.A. and Carruthers, C.: The effect of allicin from garlic on tumor growth. *Cancer Res.*, **20**, 431-434 (1960)
- Belman, S.: Onion and garlic oils inhibit tumor promotion. *Carcinogenesis*, **4**, 1063-1065 (1983)
- Son, H.S. and Hwang, W.I.: A study on the cytotoxic activity of garlic (*Allium sativum*) extract against cancer cells (in Korean). *Korean J. Nutrition*, **23**(2), 135-147 (1990)
- Hwang, W.I., Lee, S.D., Son, H.S., Baik, N.G. and Ji, R. H.: Effect of fresh garlic extract on the tumor cell growth and immunopotentiating activity (in Korean). *J.*



- Korean Soc. Food Nutr.*, **19**(5), 494-508 (1990)
7. Park, K.Y., Kim, S.H., Suh, M.J. and Chung, H.Y.: Inhibitory effects of garlic on the mutagenicity in *Salmonella* assay system and on the growth of HY-29 human colon carcinoma cells (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(3), 370-374 (1991)
  8. Yamasaki, T., Tool, R.W., Law, B.H.S.: Effect of allixin, a phytoalexin produced by garlic, on mutagenesis, DNA-binding and metabolism of aflatoxin B<sub>1</sub>. *Cancer Lett.*, **59**, 89-94 (1991)
  9. Kim, S.M., Kubota, K. and Kobayashi, A.: Antioxidative activity of sulfur-containing flavor compounds in garlic. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**(9), 1482-1485 (1997)
  10. Itokawa, Y., Inoue, K., Sasagawa, S. and Fujiwara, M.: Effect of S-methylcysteine sulfoxide, S-allylcysteine sulfoxide and related sulfur-containing amino acids on lipid metabolism of experimental hypercholesterolemic rats. *J. Nutr.* **103**, 88-92 (1973)
  11. Orekhov, A.N. and Tertov, V.V.: *In Vitro* effect of garlic powder extract on lipid content in normal and atherosclerotic human aortic cells. *Lipids*, **32**(10), 1055-1060 (1997)
  12. Hanley, A.B. and Fenwick, G.R.: Cultivated alliums. *J. Plant. Foods*, **6**, 211-238 (1985)
  13. Eric, B.: The chemistry of garlic and onions. *Chemical News*, **3**, 245-249 (1985)
  14. Park, M.H., Kim, J.P. and Shin, D.H.: Studies on the optimal conditions for the storage of fresh garlic bulbs (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**(2), 213-217 (1988)
  15. Apitz-Castro, R., Cabrera, S., Cruz, M.R., Ledezma, E. and Jain, M.K.: Effects of garlic extract and of three pure components isolated from it on human platelet aggregation, arachidonate metabolism, release reaction and platelet ultrastructure. *Thromb. Res.*, **32**, 155-169 (1983)
  16. Egen-Schwind, C., Eckard, R., Jekat, F.W. and Winterhoff, H.: Pharmacokinetics of vinylthiins, transformation products of alliin. *Planta Med.*, **58**, 8-13 (1992)
  17. Freeman, F. and Kodera, Y.: Garlic chemistry: stability of S-(2-propenyl) 2-propene-1-sulfinothioate(allicin) in blood, solvents, and simulated physiological fluids. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2332-2338 (1995)
  18. Chung, S.K. and Choi, J.U.: The effects of drying methods on the quality of the garlic powder (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(1), 44-49 (1990)
  19. Chung, S.K., Seog, H.M. and Choi, J.U.: Changes in volatile sulfur compounds of garlic (*Allium sativum* L.) under various drying temperatures (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(6), 679-682 (1994)
  20. Speak, M.L.: Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 23rd ed. APHA, Washington, DC. (1992)
  21. Heath, H.B. and Reineccius, G.: Flavor chemistry and technology, Macmillan, UK, p.3 (1986)
  22. McNair, H.M. and Bonelli, E.J.: Basic gas chromatography, Varian aerograph, U.S.A., p.99-104
  23. Bae, R.N. and Lee, S.K.: Factors affecting browning and its control methods in chopped garlic (in Korean). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **31**(3), 213-218 (1990)
  24. Zoghbi, M.G.B., Ramos, L.S., Maia, J.G.S., Silva, M.L. and Luz, A.I.R.: Volatile sulfides of the Amazonian garlic bush. *J. Agric. Food Chem.*, **32**(5), 1009-1010 (1984)
  25. Brodnitz, M.H., Pascale, J.V. and Derslice, L.V.: Flavor components of garlic extract. *J. Agric. Food Chem.*, **19**(2), 273-275 (1971)
  26. Jo, K.S., Kim, H.K., Ha, J.H., Park, M.H. and Shin, H.S.: Flavor compounds and storage stability of essential oil from garlic distillation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(7), 840-845 (1990)
  27. Ohsumi, C., Hayashi, T., Kubota, K. and Kobayashi, A.: Volatile flavor compounds formed in an interspecific hybrid between onion and garlic. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1808-1810 (1993)
  28. Kim, S.M., Wu, C.M., Kobayashi, A., Kubota, K. and Okumura, J.: Volatile compounds in stir-fried garlic. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2951-2955 (1995)

---

(1998년 3월 24일 접수)