

2005年 8月
碩士學位論文

생양과와 발효양과의
함유황 유기화합물 비교분석

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

李 正 姬

2
0
0
5
年

8
月

碩
士
學
位
論
文

生
양
과
와

발
효
양
과
의

함
유
황

유
기
화
합
물

비
교
분
석

李

正

姬

생양파와 발효양파의
함유황 유기화합물 비교분석

Comparative Analysis of Organosulfur Compounds
from Fresh and Fermented Onions

2005年 8月 日

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

李 正 姬

생양과와 발효양과의
함유황 유기화합물 비교분석

指導教授 金 敬 洙

이 論文을 理學碩士學位 申請論文으로 提出함.

2005年 4月 日

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

李 正 姬

李正姬의 碩士學位論文을 認准함

委員長 朝鮮大學校 李 明 烈 인

委 員 韓國原子力研究所 邊 明 宇 인

委 員 朝鮮大學校 金 敬 洙 인

2005年 5月 日

朝鮮大學校 大學院

목 차

<i>ABSTRACT</i>	v
제 1 장 서 론	1
제 2 장 실험재료 및 방법	3
제 1 절 실험재료	3
1. 실험재료	3
2. 시약	3
3. 분석기기	4
제 2 절 방법	5
1. 휘발성분의 추출 분리	5
가. SDE에 의한 시료의 휘발성분 추출	5
나. 추출물의 농축	5
2. 휘발성분의 분석	7
가. 머무름 지수(retention index) 수립	7
나. GC/MS에 의한 휘발성분 확인	8
제 3 장 결과 및 고찰	11
제 1 절 <i>n-Alkane</i> 의 머무름 지수	11

제 2 절 양파의 휘발성분	13
1. 생양파의 휘발성분	13
2. 발효양파의 휘발성분	19
3. 생양파와 발효양파의 휘발성분 비교	24
3. 생양파와 발효양파의 함유량 유기화합물 비교	26
제 4 장 요 약	29
참고문헌	30

표 목 차

<i>Table 1. GC/MS conditions for identification of volatile components</i>	9
<i>Table 2. Retention time for gas chromatographic retention index</i>	12
<i>Table 3. Chemical names and structures of typical sulfides formed of Allium plant material</i>	15
<i>Table 4. Volatile components identified from fresh onion</i>	16
<i>Table 5. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fresh onion</i>	18
<i>Table 6. Volatile components identified from fermented onion</i>	21
<i>Table 7. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fermented onion</i>	23
<i>Table 8. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fresh and fermented onions</i>	25
<i>Table 9. Identification of orgnosulfur compounds in fresh and fermented onions</i>	28

도 목 차

<i>Fig. 1. Apparatus for Likens and Nickerson simultaneous distillation and extraction(SDE) of volatile components</i>	6
<i>Fig. 2. Extraction, concentration and identification of volatile components from fresh and fermented onions</i>	10
<i>Fig. 3. GC/MS total ion chromatograms of n-alkane standard mixture I and II</i>	11
<i>Fig. 4. GC/MS total ion chromatogram of volatile components from fresh onion</i>	14
<i>Fig. 5. GC/MS total ion chromatogram of volatile components from fermented onion</i>	20

ABSTRACT

Comparative Analysis of Organosulfur Components from Fresh and Fermented Onions

Lee, Jung-Hee

Advisor: Prof. Kim, Kyong-Su, Ph.D

Department of Food and Nutrition

Graduate School of Chosun University

Volatile organosulfur components of fresh and fermented onions, were extracted by simultaneous steam distillation and extraction(SDE) method using the mixture of n-pentane and diethylether (1:1, v/v) as an extract solvent. The volatile extracts were analyzed by GC/MS. Identification of the volatile components was based on their mass spectra and their retention indices determined on DB-WAX capillary column. The totals of 36 and 33 volatile components were identified from fresh and fermented onions, respectively. There were 24 organosulfur compounds, 3 alcohols, 3 aldehydes, 2 ketones, 2 ethers and 2 miscellaneous in fresh onion, and 22 organosulfur compounds, 3 alcohols, 3 aldehydes, 2 ketones, 2 ethers and 1 miscellaneous in fermented onion. Among these, dimethyl trisulfide, dimethyl disulfide, (Z),(E)-propenyl methyl disulfide, methyl propyl trisulfide, (Z),(E)-propenyl propyl trisulfide, 2-methyl-2-pentanal were detected as the main components from fresh and fermented onions. Total contents of volatile components isolated and identified from fresh and fermented onions were 34.769 mg/kg and 10.782 mg/kg, respectively.

제 1 장 서 론

양파는 백합과에 속하는 다년초로 동서양을 막론하고 여러 가지 요리에 매우 다양하게 사용되는 채소이다. 우리나라에는 19세기 말 중국 청나라를 거쳐 들어온 것으로 추정되며 주요 원예작물 중 하나로서 한국의 농업환경에 알맞은 품종으로 개발되어 지금은 전국 각 지역에서 재배되고 있다.

양파(*Allium cepa* L.), 파(*Allium fistulosum* L.), 마늘(*Allium sativum* L.)류는 우리 식생활에서 매우 중요한 향신료이다(1). 우리나라에서 파와 마늘은 많이 활용되는 식품이나 양파의 활용은 비교적 적은 편이라 볼 수 있다. 그러나 국외에서는 마늘보다 양파의 소비가 대단히 많으며 양파에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 양파가 조미소재로서의 의미를 벗어나 각광 받기 시작한 것은 바로 양파의 약리적 효능 때문으로 특히, 1990년대부터는 약리효과에 대한 연구가 활발해 지고 있다. 중국에서 양파는 발한, 이뇨, 최면, 건위, 강장효과가 인정되어 거의 끼니마다 식탁에 등장하는 일용식품이 되었고, 양파차는 해열, 두통, 콜레라, 이질 치료에 사용되어 왔다. 그리고 코카서스의 장수자들도 양파를 즐겨 먹는 사실이 알려져 있다. 우리나라의 민간요법으로 양파는 신경통, 관절염, 화상치료, 얼굴 주름살제거, 발모제, 정력증강, 기관지천식, 두드러기, 피부발진에 도움이 되는 것으로 알려져 있으며 동의보감에는 감기, 피로, 불면증, 동맥경화 예방, 혈액순환, 해열작용, 변비예방, 신기능강화, 간장기능 강화 등에 효과가 있다고 알려져 있다.

양파에는 지방, 탄수화물, 단백질같은 일반성분이외에 기능성 식품에 대한 소재로써 allyl propyl disulfide와 같은 함유황 유기화합물과 플라보노이드(flavonoid)성분인 quercetin, rutin 등이 함유되어 있는데, 이와 같은 물질들로 인해 항균효과, 중금속의 해독, 혈청 콜레스테롤의 감소, 항동맥경화, 항고혈압, 항당뇨병, 발암성물질의 활성감소, 암세포의 효소작용저해, 항암물질의 활성증대 및 변이암세포의 생육 저해 작용 등이 뛰어난 것으로 알려져 있다(2-5).

최근 식생활이 서구화되어감에 따라 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등 각종 성인병이 증가되어 이에 대한 예방과 치료를 위해 건강기능성 식품 및 생약제로 제조된 건강

식품의 소비가 증가하고 있다. 특히 식품으로부터 유래하는 생리활성을 나타내는 기능성 식품에 대한 연구가 근래의 학계 최대의 관심사이며 “식품의 기능성”이라는 과제가 대두되어 있다(6). 건강식품 또는 기능성 식품은 식품의 소재가 가지고 있는 고유의 기능적 특성, 다른 기능성 소재의 첨가(강화) 그리고 기능성 부여를 위한 가공(발효, 효소처리) 등의 기술 중심으로 발전하고 있다. 향후 발효유를 중심으로 한 유제품이나 두류, 허브 등의 식물성 소재를 활용한 제품에 발효 또는 효소처리와 같은 생물 공학기술을 이용하거나, 식품소재가 가지고 있는 본연의 성분 등의 파괴를 가능한 최소화하면서 원하는 목적의 가공 산물을 얻을 수 있는 기술인 minimal processing 등을 접목시켜 성인병 예방 및 건강증진을 추구하는 제품중심으로 기술 개발 및 시장확대가 예상된다(7).

위에서 언급한 바와 같이 각종 성인병의 예방이 가능한 다양한 활성 물질을 함유하고 있는 양과를 건강기능성 식품의 제품화 일환으로 양과음료를 제조하였다.

이에 본 연구에서는 휘발성 함유량 유기화합물의 정량비교와 발효양과의 제조 가능성을 검토하여 그에 따른 제품의 생산에 기초연구자료로서 활용하고자 한다.

제 2 장 실험재료 및 방법

제 1 절 실험재료

1. 실험재료

본 실험에 사용된 양과는 전남 무안에서 재배한 것을 구입하여 사용하였다. 생 양과는 300 g을 껍질만 벗겨 사용하였으며, 발효양과(생양과 300 g에 해당)는 425 mL를 사용하였다. 발효양과의 제조는 물에 불려놓은 엿기름물을 걸러 양과에 넣어 발효시킨 다음 10시간 경과 후 설탕을 첨가하고 끓여 여과시켰다.

2. 시약

본 연구에서 사용된 모든 시약은 특급시약(Sigma, USA)을 구입하였으며, 추출에 사용한 diethylether, n-pentane 등의 유기용매는 Fisher Scientific(U.S.A.)에서 구입하여 wire spiral packed double distilling장치(Normschliff, Wertheim, Germany)로 재증류한 것을 사용하였다. 또한 물은 순수재증류장치(Millipore Milford, USA)에서 얻은 Milli Q water를 사용하였다. 유기용매의 탈수에 사용된 무수 Na_2SO_4 는 660°C 회화로에서 하루저녁 태운 뒤 desiccator에서 방냉한 후 사용하였다.

3. 분석기기

- 가. Wire spiral packed double distilling apparatus
(Normschliff, Wertheim, Germany)
- 나. Blender : MR 350CA(Braun, Spain)
- 다. Simultaneous steam distillation and extraction, SDE:
Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction
(Normschliff, Wertheim, Germany)
- 라. pH meter : pH/ion meter(DMS, Korea)
- 마. Concentration column : Vigreux column(250ml, Normschliff, Wertheim, Germany)
- 바. Gas chromatography/Mass spectrometer : Shimadzu GC/MS QP-5000
equipped with mass spectrum library WILEY 139, NIST 62
(Shimadzu, Japan)
- 사. Capillary column : DB-WAX(60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film
thickness, J&W, USA)

제 2 절 방법

1. 휘발성분의 추출 분리

가. SDE에 의한 시료의 휘발성분 추출

시료 양과 300 g을 1 N NaOH 용액으로 pH 6.5까지 보정하고 내부표준물질로 n-butylbenzene 1 μ L를 첨가하여 휘발성분의 추출용 시료로 사용하였다. 휘발성분의 추출은 Schultz 등(8)의 방법에 따라 개량된 SDE 장치(Fig. 1)에서 재증류한 n-pentane 과 diethylether 혼합용매(1:1, v/v) 200 mL을 사용하여 상압하에서 2시간 동안 추출하였다. 추출액은 무수 Na_2SO_4 를 첨가한 후 암소에서 하룻밤 동안 방치하여 수분을 제거하였다.

나. 추출물의 농축

휘발성분의 유기용매 분획구는 Vigreux column을 사용하여 약 1 mL까지 농축하고 GC용 vial에 옮겨 GC/MS의 분석시료로 하였다.

Apparatus for Likens-Nickerson simultaneous distillation/extraction

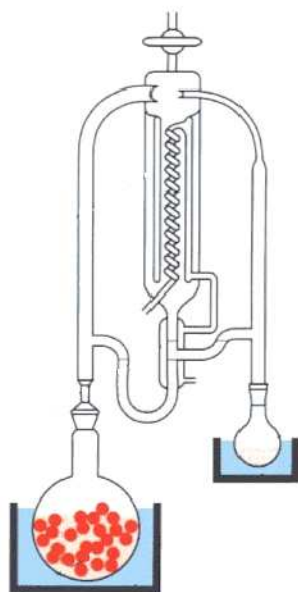


Fig. 1. Apparatus for Likens and Nickerson simultaneous distillation and extraction(SDE) of volatile components.

2. 휘발성분의 분석

가. 머무름 지수(retention index) 수립

머무름 지표의 합리적인 표시법으로서 Kovats(9)가 제시한 머무름 지수(retention index 또는 Kovats index, RI)는 직쇄알칸을 기준으로 머무름 시간을 등간격으로 표시한 것이다.

머무름 지수는 chromatogram으로부터 용질을 확인하기 위하여 사용된 parameter로서 한 용질의 머무름 지수는 혼합물의 chromatogram 위에서 그 용질의 머무름 시간의 앞과 뒤에 나타나는 두 개의 직쇄알칸의 머무름 시간으로부터 구할 수 있다.

$$RI_i = 100 Z + 100 \left\{ \frac{\text{Log } V_{R(i)} - \text{Log } V_{R(Z)}}{\text{Log } V_{R(Z+1)} - \text{Log } V_{R(Z)}} \right\}$$

RI_i : 화합물 i의 retention index

$V_{R(i)}$, $V_{R(Z)}$, $V_{R(Z+1)}$: 화합물 i, 탄소수가 각각 Z, Z+1인 직쇄알칸의 각 공간보정 시간

$$(V_{R(Z)} \leq V_{R(Z+1)})$$

정의에 의하면, 직쇄알칸의 머무름 지수는 column 충전제, 분리온도 및 다른 크로마토그래피 조건과 무관하게 그 화합물에 들어 있는 탄소수의 100배와 같은 값을 갖는다. 따라서 n-alkane은 어느 분석 column에서도 항상 CH_4 ($RI=100$), C_2H_6 ($RI=200$) \cdots C_nH_{2n+2} ($RI=100n$)이라는 표준지표를 나타낸다.

머무름 지수를 구하기 위하여 탄소수 7개부터 23개까지의 n-alkane 표준물질을 구입하여 재증류된 10 mL의 n-hexane에 희석하여 조제하였다. 조제된 혼합액 1 μ L를 휘발성 향기성분의 GC/MS 분석조건과 동일한 조건에서 분석하였다.

나. GC/MS에 의한 휘발성분 확인

화합물 동정은 GC/MS를 이용하였으며 시료의 이온화는 electron impact ionization (EI) 방법으로 행하였다. GC/MS는 DB-WAX(60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W, USA) column을 사용하였고, temperature program은 40°C에서 3분간 유지한 다음, 2°C/min 속도로 150°C까지 승온시킨 후, 4°C/min로 200°C까지 승온시켜 20분간 유지하였다. 마지막으로 5°C/min 속도로 230°C까지 승온시켜 5분간 유지하였다. Injector 온도는 250°C이며, carrier gas는 helium을 사용하여 유속은 1.0 mL/min으로 하고 시료는 1 μL를 주입하였고 split ratio는 20:1로 하였다. Ion source temperature는 230°C, ionization voltage를 70 eV 그리고 분석할 분자량의 범위(m/z)는 40~350으로 하여 분석하였다. 분석된 각각의 휘발성분은 mass spectrum library(WILEY 139, NIST 12와 NIST 62)와 mass spectral data book(10,11)의 spectrum과의 일치, 추출물의 GC-MS 분석에 의한 retention index 그리고 문헌상의 retention index(12-14)와의 일치 및 표준물질의 분석 data를 비교, 확인하여 동정하였다. 동정된 휘발성분의 상대적 정량은 내부 표준물질로 첨가한 n-butylbenzene과 각 화합물의 peak area를 비교하여 성분들의 함유량을 계산하였다.

Table 1. GC/MS conditions for identification of volatile components

GC/MS	Shimadzu GC/MS QP-5050
Column	DB-WAX(J&W, 60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness)
Carrier gas	Helium(1.0 mL/min)
Temp. program	40°C(3 min)-2°C/min-150°C-4°C/min-200°C(20 min)-5°C/min-230°C(5 min)
Injector	250°C, split ratio 1:20
Temperature	ion source and interface 230°C
Ionization	electron impact ionization(EI)
Ionization voltage	70 eV
Mass range (m/z)	41~450
Injection volume	1 μL

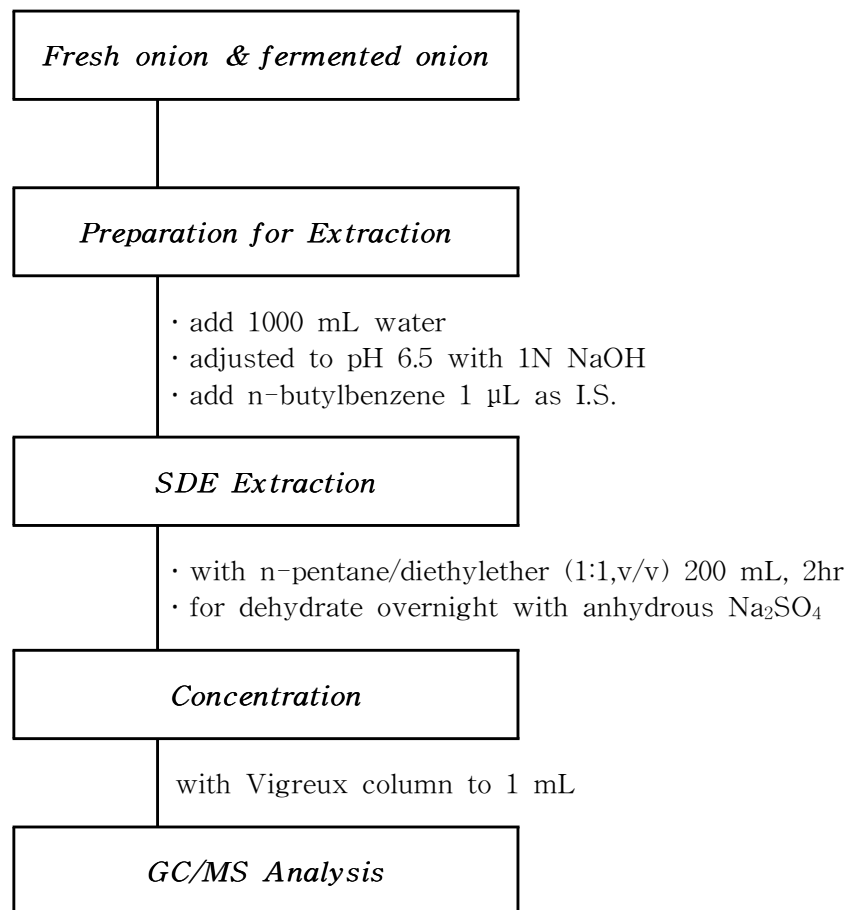


Fig. 2. Extraction, concentration and identification of volatile components from fresh onion and fermented onion.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 *n*-Alkane의 머무름 지수

머무름 지수의 수립을 위하여 *n*-alkane 표준물질을 GC-MS로 분석하여 머무름 시간을 구하였다. *n*-Alkane 표준물질 mixture I (C7 ~ C17)과 mixture II (C13 ~ C23)를 DB-wax capillary column을 이용하여 분석한 chromatogram을 Fig. 3에 나타내었고 각각의 탄소수에 해당되는 retention time(Table 2)을 RI 수립을 위한 program에 입력하여 분리된 각 peak의 RI를 구하였다.

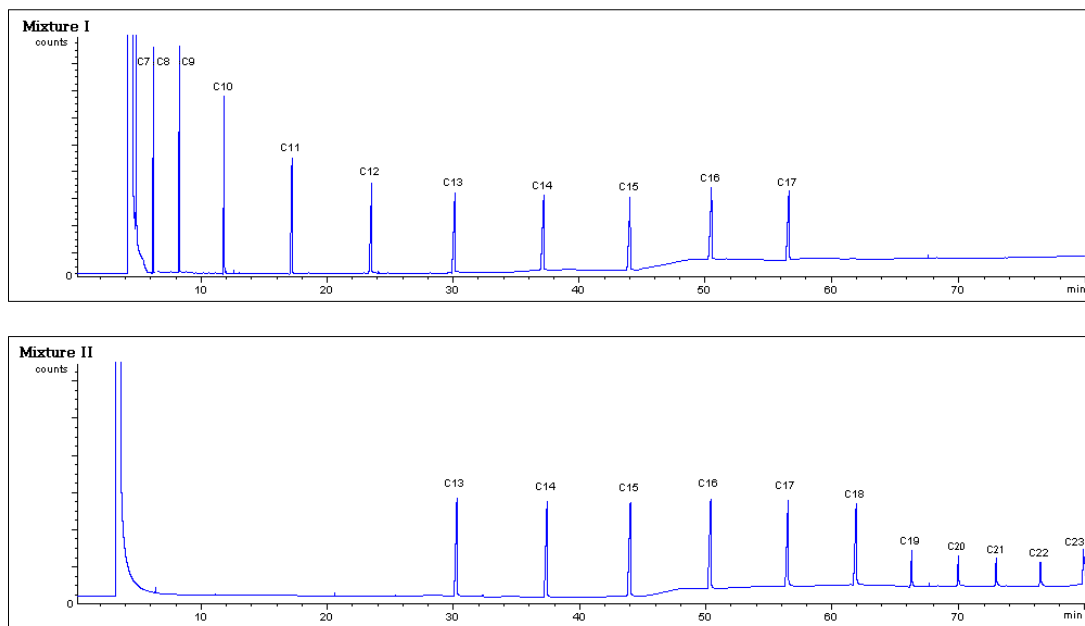


Fig. 3. GC/MS total ion chromatogram of *n*-alkane standard mixture I and II.

Table 2. Retention time for gas chromatographic retention index

n-Alkane	Name	Retention time
C ₇ H ₁₆	n-Heptane	5.153
C ₈ H ₁₈	n-Octane	6.141
C ₉ H ₂₀	n-Nonane	8.194
C ₁₀ H ₂₂	n-Decane	11.828
C ₁₁ H ₂₄	n-Undecane	17.136
C ₁₂ H ₂₆	n-Dodecane	23.570
C ₁₃ H ₂₈	n-Tridecane	30.446
C ₁₄ H ₃₀	n-Tetradecane	37.341
C ₁₅ H ₃₂	n-Pentadecane	44.079
C ₁₆ H ₃₄	n-Hexadecane	50.509
C ₁₇ H ₃₆	n-Heptadecane	56.629
C ₁₈ H ₃₈	n-Octadecane	62.005
C ₁₉ H ₄₀	n-Nonadecane	66.439
C ₂₀ H ₄₂	n-Eicosane	70.156
C ₂₁ H ₄₄	n-Heneicosane	73.446
C ₂₂ H ₄₆	n-Docosane	76.548
C ₂₃ H ₄₈	n-Tricosane	79.183

제 2 절 양파의 휘발성분

1. 생양파의 휘발성분

SDE 장치에 의해 추출하고 GC/MS에 의한 RI와 mass spectrum 분석으로 생양파의 휘발성분을 확인하여 total ion chromatogram은 Fig. 4에 도식하였으며, 확인된 성분은 Table 4에, 확인된 성분들 중 각 관능기 그룹의 상대적 함량(relative area %)은 Table 5에 나타내었다.

생양파에서 분리, 동정된 휘발성분은 총 36종으로 organosulfur compound류 24종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 2종이 동정되었다. 관능기별로 확인된 성분들의 peak area%는 organosulfur compound류가 94.63%로 가장 높았고 aldehyde류 3.57%, ester류 0.77%, alcohol류 0.71%, 기타 0.22%, ketone류가 0.1% 순이었다(Table 4). 생양파에서 가장 많은 함량을 기록한 dimethyl trisulfide(41.31%)를 비롯하여 dimethyl disulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl methyl disulfide, methyl propyl trisulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl propyl trisulfide, 2-methyl-2-pentanal 등이 주요 휘발성분으로 확인되었다. 이는 생양파와 부패된 양파의 성분(15)과 동결 건조한 양파의 성분(16) 보고와도 일치하였다. *Allium*속 식물의 휘발성 물질의 주성분은 sulfur와 carbonyl 화합물이다. 전자는 alliinase의 작용에 의해 직접 alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides를 생성하는 반면, 후자는 효소적 반응 생성물에 의해 2차 반응물질을 생성한다(17). 함유황 유기화합물(organosulfur compound)은 *Allium*속 식물에 다량 함유되어 있는데 이것은 미생물 세포내 주요 단백질과 결합하거나 호흡에 관여하는 효소의 SH기와 반응한다는 보고가 있다(18). 또한 thiosulfinate의 구조 중 -S(O)S-기가 항균활성을 나타내고 이것은 아미노산인 cysteine과 쉽게 결합한다는 것이 확인되었다(19-21). Table 3은 *Allium* 속 식물의 함유황 유기화합물의 화학적 구조에 따른 이름을 나타내고 있다. 생양파에서 동정된 함유황 유기화합물은 총 24종으로 가장 많은 함량을 차지하였다. 위점막 보호효과가 있는 것으로 밝혀진(22) diallyl disulfide도

소량 확인되었으며 dimethyl trisulfide와 methyl propyldisulfide가 휘발성분 조성에 큰 비중을 차지함으로써 대표적인 휘발성분임을 짐작할 수 있었다. Nonvolatile flavor precursor의 열분해로 생성된 물질로 추정하고 있는 2,5-dimethylthiophene도 검출되었고 이는 blanched shallot에서도 확인되었다(23).

조리된 양파의 단맛의 주체성분인(24) propanthiol도 검출되었고, alcohol류는 총 3종으로 ethanol, furyl alcohol, 2-methyl-1-phenyl-propanol이 확인되었다. 시료의 분쇄과정 중 효소 불활성화 처리를 하지 않았기 때문에 풀냄새(green note)로 특징지어지는 고농도 C₆ lipid peroxidation product류 즉, hexanal(25)과 미량이지만 furfural이 확인되었다. 이 밖에 ethyl acetate와 ethyl formate가 검출되었고, 이 중 ethyl acetate는 과실 에센스, 과즙, liquor, 탄산음료, 과자 등의 향료로 널리 이용된다(26). 이 밖에 propanal 두 분자로부터 aldol condensation과 계속되는 dehydration에 의해 형성되어질 수 있다고 보고된(27) 2-methyl-2-pentenal도 확인되었다. Furan 계통의 2,4-dimethylfuran은 양파속에 들어있는 당이 SDE에 의해 추출시 가열도중 mailard 반응에 의해 생성된 것으로 판단되었다.

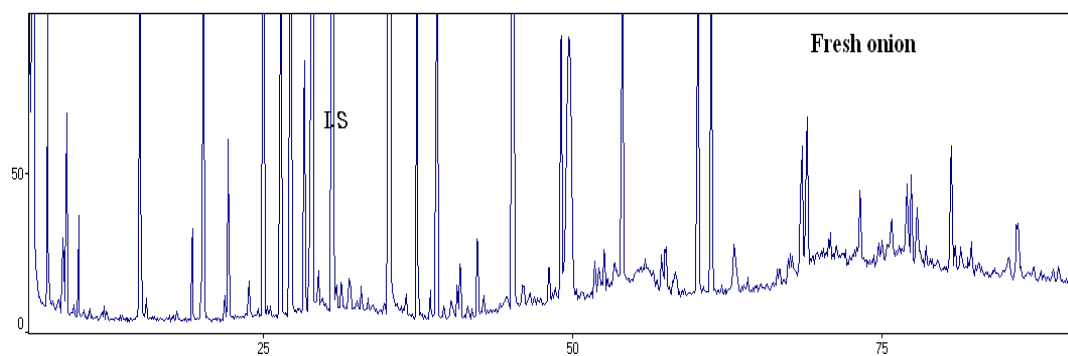


Fig. 4. GC/MS total ion chromatogram of volatile components from fresh onion.

Table 3. Chemical names and structures of typical sulfides formed of Allium plant material

Name	Structure
Di-2-propenyl sulfide	
Methyl propyl disulfide	
Methyl 2-propenyldisulfide	
2-Propenyl propyl disulfide	
<i>(E)</i> -1-Propenyl 2-propenyl disulfide	
<i>(E)</i> -1-Propenyl propyl disulfide	
Di-2-propenyl disulfide	
Dipropyl disulfide	

Table 4. Volatile components identified from fresh onion

No.	RT ¹⁾	R.I ²⁾	Compound name	M.F ³⁾	M.W ⁴⁾	mg/kg	%Total
1	6.303	810	Ethyl formate	C ₃ H ₆ O ₂	74	0.094	0.27
2	6.483	819	Propanethiol	C ₃ H ₈ S	76	0.288	0.82
3	7.587	871	Ethyl acetate	C ₄ H ₈ O ₂	88	0.174	0.50
4	8.779	917	Propylene sulfide	C ₃ H ₆ S	74	0.069	0.20
5	9.101	928	Ethanol	C ₂ H ₆ O	46	0.110	0.32
6	10.094	959	2,4-Dimethylfuran	C ₆ H ₈ O	96	0.055	0.15
7	15.053	1070	Dimethyl disulfide	C ₂ H ₆ S ₂	94	2.793	8.04
8	15.542	1078	Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	100	0.007	0.02
9	19.283	1142	Methyl ethyl disulfide	C ₃ H ₈ S ₂	108	0.059	0.17
10	20.169	1156	2-Methyl-2-pentenal	C ₆ H ₁₀ O	98	1.205	3.47
11	21.892	1181	Pyridine	C ₅ H ₅ N	79	0.028	0.07
12	22.186	1185	2,5-Dimethylthiophene	C ₆ H ₈ S	112	0.137	0.39
13	25.001	1228	Methyl propyl disulfide	C ₄ H ₁₀ S ₂	122	0.999	2.87
14	26.396	1249	2,4-Dimethylthiophene	C ₆ H ₈ S	112	0.492	1.41
15	27.192	1261	(<i>Z</i>)-Propenyl methyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	2.333	6.71
16	28.317	1276	Methyl allyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	0.198	0.57
17	28.914	1285	(<i>E</i>)-Propenyl methyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	3.491	10.04
18	29.462	1292	Ethyl propyl disulfide	C ₅ H ₁₂ S ₂	136	0.026	0.07
I.S	30.604	1308	Butylbenzene	C ₁₀ H ₁₄	134	-	-
19	35.284	1378	Dimethyl trisulfide	C ₂ H ₆ S ₃	126	14.008	41.31
20	37.435	1408	(<i>Z</i>)-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.364	1.05
21	38.525	1426	2-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.022	0.06
22	39.016	1434	(<i>E</i>)-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.581	1.67
23	40.679	1459	Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	96	0.028	0.08
24	42.311	1483	Diallyl disulfide	C ₆ H ₁₀ S ₂	146	0.063	0.18
25	45.209	1528	Methyl propyl trisulfide	C ₄ H ₁₀ S ₃	154	3.804	10.95

¹⁾Retention Time, ²⁾Retention Index, ³⁾Molecular Formula, ⁴⁾Molecular weight

Table 4. Continued

No.	RT ¹⁾	R.I. ²⁾	Compound name	M.F. ³⁾	M.W. ⁴⁾	mg/kg	%Total
26	48.1	1573	2-Furyl ethyl ketone	C ₇ H ₈ O ₂	124	0.031	0.09
27	49.069	1587	Methyl allyl trisulfide	C ₄ H ₈ S ₃	152	0.267	0.76
28	49.681	1596	3,5-Dimethyl-1,2,4-trithiolane	C ₄ H ₈ S ₃	152	1.042	2.00
29	52.6	1645	2-Acetyl thiazole	C ₅ H ₅ NOS	127	0.029	0.08
30	53.441	1659	Furyl alcohol	C ₅ H ₆ O ₂	98	0.045	0.13
31	54	1668	Dipropyl trisulfide	C ₆ H ₁₄ S ₃	182	0.393	1.13
32	60.119	1775	(<i>Z</i>)-Propenyl propyl trisulfide	C ₆ H ₁₂ S ₃	180	0.553	1.59
33	61.203	1794	(<i>E</i>)-Propenyl propyl trisulfide	C ₆ H ₁₂ S ₃	180	0.675	1.94
34	68.542	1971	2-Methyl-1-phenyl-1-propanol	C ₁₀ H ₁₄ O	150	0.089	0.26
35	68.941	1981	2-Methyl-5-methylthio-furan	C ₆ H ₈ OS	128	0.215	0.62
36	69.638	2000	2-Hexyl-5-methyl-[2H]furan-3-one	C ₁₁ H ₁₈ O ₂	182	0.002	0.01
						34.769	100

¹⁾Retention Time, ²⁾Retention Index, ³⁾Molecular Formula, ⁴⁾Molecular weight

Table 5. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fresh onion

Functional Group	No.	Area%
Alcohols	3	0.71
Aldehydes	3	3.57
Esters	2	0.77
Ketones	2	0.10
Organosulfur compounds	24	94.63
Miscellaneous	2	0.22
Total	36	100
mg/kg		34.769

2. 발효양파의 휘발성분

SDE 장치에 의해 추출하고 GC/MS에 의한 RI와 mass spectrum 분석으로 발효양파의 휘발성분을 확인하여 total ion chromatogram은 Fig. 5에 도식하였으며, 성분을 확인한 결과는 Table 6에, 확인된 성분들 중 각 관능기 그룹의 상대적 함량(relative area %)은 Table 7에 나타내었다.

발효양파에서 분리, 동정된 휘발성분은 총 33종으로 organosulfur compound류 22종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 1종이 동정되었다. 관능기별로 확인된 성분들의 peak area%는 organosulfur compound류가 92.12%로 가장 높았고 aldehyde류 2.37%, ester류 2.84%, alcohol류 1.91%, ketone류 0.67%, 기타 0.09%순으로(Table 8) 생양파에서와 같이 다수의 함유량 유기화합물(organosulfur compound)이 발효양파 특유의 휘발성 특징을 구성하고 있었다. 발효양파의 peak area%는 생양파보다 낮았으나 ketone류는 더 높은 peak area%를 나타내었고 주요 휘발 성분은 생양파와 유사하였다. 함유량 유기화합물 중 dimethyl disulfide와 dimethyl trisulfide가 생양파보다 크게 증가하였고, (*Z*),(*E*)-propenyl methyl disulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl propyl disulfide가 눈에 띄게 감소하였다. Bolenes 등(27)은 methyl propenyl disulfide와 propyl propenyl disulfide가 가열과 자외선 조사에 의해 dimethylthiophene과 saturated disulfide, 주로 dimethyl disulfide와 dipropyl disulfide로 전환 생성됨을 보고하였다. 여기에서는 발효양파 제조과정 중 생양파보다 열을 가하는 시간이 더 많아 생긴 결과로 짐작 할 수 있었다. 이 밖에 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane은 1.042 mg/kg에서 0.05 mg/kg로 크게 감소하였고 2-methyl-2-pentenal 역시 1.205 mg/kg에서 0.215 mg/kg로 감소하였음을 확인하였다. ketone류 중 2-hexyl-5-methyl-[2H]furan-3-one은 0.002 mg/kg에서 0.033 mg/kg으로 ketone류의 증가에 기여한 화합물로 확인되었다. 생양파 36종, 발효양파에서는 33종으로서 서로 동일 성분이 31종이며 생양파에는 propylene sulfide, ethyl propyl disulfide, diallyl disulfide, hexanal, pyridine이, 발효양파에는 methyl allyl sulfide, 3-methylbutanal가

더 동정되었다. 두 시료의 휘발성분을 정량한 결과, 생양파에서는 34.769 mg/kg를 기록하였고 발효양파에서는 10.782 mg/kg로 크게 감소된 것을 확인할 수 있었다.

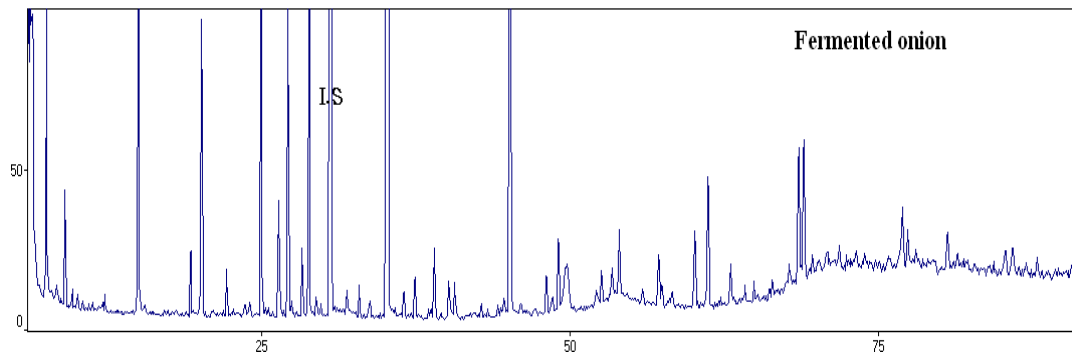


Fig. 5. GC/MS total ion chromatogram of volatile components from fermented onion.

Table 6. Volatile components identified from fermented onion

No.	RT ¹⁾	R.I ²⁾	Compound name	M.F ³⁾	M.W ⁴⁾	mg/kg	%Total
1	6.293	809	Ethyl formate	C ₃ H ₆ O ₂	74	0.092	0.86
2	6.474	819	Propanethiol	C ₃ H ₈ S	76	0.068	0.63
3	7.579	870	Ethyl acetate	C ₄ H ₈ O ₂	88	0.213	1.98
4	8.409	904	3-Methylbutanal	C ₅ H ₁₀ O	86	0.010	0.09
5	9.089	927	Ethanol	C ₂ H ₆ O	46	0.063	0.58
6	9.693	947	Methyl ally sulfide	C ₄ H ₈ S	88	0.010	0.09
7	10.093	959	2,4-Dimethylfuran	C ₆ H ₈ O	96	0.010	0.09
8	15.036	1069	Dimethyl disulfide	C ₂ H ₆ S ₂	94	1.638	15.21
9	19.278	1142	Methyl ethyl disulfide	C ₃ H ₈ S ₂	108	0.045	0.41
10	20.132	1155	2-Methyl-2-Pentenal	C ₆ H ₁₀ O	98	0.215	2.00
11	22.194	1186	2,5-Dimethylthiophene	C ₆ H ₈ S	112	0.035	0.31
12	24.982	1228	Methyl propyl disulfide	C ₄ H ₁₀ S ₂	122	0.331	3.06
13	26.384	1249	2,4-Dimethylthiophene	C ₆ H ₈ S	112	0.095	0.88
14	27.149	1260	(<i>Z</i>)-Propenyl methyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	0.251	2.33
15	28.304	1276	Methyl allyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	0.054	0.50
16	28.855	1284	(<i>E</i>)-Propenyl methyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	120	0.400	3.71
1.S	30.598	1308	Butylbenzene	C ₁₀ H ₁₄	134	-	-
17	35.2	1377	Dimethyl trisulfide	C ₂ H ₆ S ₃	126	5.324	49.40
18	37.431	1408	(<i>Z</i>)-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.033	0.31
19	38.529	1426	2-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.002	0.02
20	39.011	1434	(<i>E</i>)-Propenyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	148	0.056	0.52
21	40.633	1459	Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	96	0.030	0.28
22	45.14	1527	Methyl propyl trisulfide	C ₄ H ₁₀ S ₃	154	1.047	9.71
23	48.09	1573	2-Furyl ethyl ketone	C ₇ H ₈ O ₂	124	0.039	0.36
24	49.063	1587	Methyl allyl trisulfide	C ₄ H ₈ S ₃	152	0.057	0.53
25	49.667	1596	3,5-Dimethyl-1,2,4-trithiolane	C ₄ H ₈ S ₃	152	0.050	0.45

¹⁾Retention Time, ²⁾Retention Index, ³⁾Molecular Formula, ⁴⁾Molecular weight

Table 6. Continued

No.	RT ¹⁾	R.I ²⁾	Compound name	M.F ³⁾	M.W ⁴⁾	mg/kg	%Total
26	52.556	1644	2-Acetyl thiazole	C ₅ H ₅ NOS	127	0.041	0.38
27	53.555	1660	Furyl alcohol	C ₅ H ₆ O ₂	98	0.003	0.04
28	53.995	1668	Dipropyl trisulfide	C ₆ H ₁₄ S ₃	182	0.062	0.58
29	60.098	1774	(<i>Z</i>)-propenyl propyl trisulfide	C ₆ H ₁₂ S ₃	180	0.063	0.58
30	61.188	1794	(<i>E</i>)-propenyl propyl trisulfide	C ₆ H ₁₂ S ₃	180	0.131	1.21
31	68.53	1970	2-Methyl-1-phenyl-1-propanol	C ₈ H ₁₀ O ₂	138	0.140	1.29
32	68.94	1981	2-Methyl-5-methylthio-furan	C ₆ H ₈ OS	128	0.141	1.30
33	69.663	2001	2-Hexyl-5-methyl-[2H]furan-3-one	C ₁₁ H ₁₈ O ₂	182	0.033	0.31
						10.782	100

¹⁾Retention Time, ²⁾Retention Index, ³⁾Molecular Fomular, ⁴⁾Molecular weight

Table 7. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fermented onion

Functional Group	No.	Area%
Alcohols	3	1.91
Aldehydes	3	2.37
Esters	2	2.84
Ketones	2	0.67
Organosulfur compounds	22	92.12
Miscellaneous	1	0.09
Total	33	100
mg/kg		10.782

3. 생양파와 발효양파의 휘발성분 비교

생양파에서 분리, 동정된 휘발성분은 총 36종으로 organosulfur compound류 24종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 2종이 동정되었다. 관능기별로 확인된 성분들의 peak area%는 organosulfur compound류가 94.63%로 가장 높았고 aldehyde류 3.57%, ester류 0.77%, alcohol류 0.71%, 기타 0.22%, ketone류가 0.1% 순이었다(Table 8). 발효양파에서 분리, 동정된 휘발성분은 총 33종으로 organosulfur compound류 22종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 1종이 동정되었다. 관능기별로 확인된 성분들의 peak area%는 organosulfur compound류가 92.12%로 가장 높았고 aldehyde류 2.37%, ester류 2.84%, alcohol류 1.91%, ketone류 0.67%, 기타 0.09%순으로(Table 8) 생양파에서와 같이 다수의 함유량 유기화합물(organosulfur compound)이 발효양파 특유의 휘발성 특징을 구성하고 있었다. Alcohol류, ester류, ketone류는 생양파에서 보다 더 높은 peak area%를 나타내었으며, aldehyde류, organosulfur compound류는 생양파보다 낮은 peak area%를 나타내었다(Table 8).

함유량 유기화합물을 제외한 휘발성분 중 가장 높은 면적비를 차지한 2-methyl-2-pentenal은 생양파에서 1.205 mg/kg, 발효양파에서는 0.215 mg/kg로 크게 감소된 것이 확인되었다.

주요 휘발성분은 생양파와 유사하였고 생양파와 발효양파에서 분리·동정된 휘발성분의 함량은 각각 34.769 mg/kg, 10.782 mg/kg으로 크게 감소된 것을 알 수 있었으며 이는 발효양파 제조과정 중 효소 불활성화에 의해 휘발성 유기성분의 생성이 저하되었음을 알 수 있었다.

Table 8. Relative contents of functional groups in identified volatile components from fresh onion and fermented onion

Functional Group	Fresh onion		Fermented onion	
	No.	Area%	No.	Area%
Alcohols	3	0.71	3	1.91
Aldehydes	3	3.57	3	2.37
Esters	2	0.77	2	2.84
Ketones	2	0.10	2	0.67
Organosulfur compounds	24	94.63	22	92.12
Miscellaneous	2	0.22	1	0.09
Total	36	100	33	100
mg/kg	34.769		10.782	

4. 생양파와 발효양파의 함유황 유기화합물 비교

*Allium*속 식물의 주된 향기성분인 함유황 유기화합물(organosulfur compound)은 species에 따라서 allyl, methyl, propyl 및 1-propenyl group이 결합된 sulfoxides가 다르게 함유되어 있다(23,28)(Table 3). *Allium*속 식물의 향기성분은 잎, 줄기, 뿌리에는 없으나 전구체alk(en)ylcysteine sulfoxide는 cytoplasm에 존재하고 효소(alliinase)는 액포에 존재하며 세포가 파괴될 때 효소가 방출되어 전구체와 작용하므로서 flavor가 형성된다고 보고되었다(17). 이러한 함유황 유기화합물은 항균성(29-32), 항암성(33-36), 항혈전성(37-39), 항산화성(40,41) 등의 기능을 가지고 있는 것으로 보고되면서 최근 건강보조식품 및 의약품의 소재로도 널리 활용되고 있다.

양파에서 동정된 대표적인 함유황 유기화합물을 살펴보면 dimethyl trisulfide, methyl propyl disulfide, methyl propyl trisulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl methyl disulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl propyl disulfide 등이었다. 생양파에서 24종, 발효양파에서 22종으로 서로 공통된 함유황 유기화합물은 21종이며(Table 9), 생양파에는 propylene sulfide, ethyl propyl disulfide, diallyl disulfide가 발효양파에는 methyl allyl sulfide가 더 동정되었다. 특히, dimethyl trisulfide는 생양파에서 41.31%, 발효양파에서 49.40%를 차지함으로써 양파의 주된 휘발성분임을 알 수 있었다. dimethyl disulfide는 생양파에서 8.04%, 발효양파에서 15.21%로 발효에 의하여 2배 가량 증가됨을 알 수 있었다(Table 9).

(*Z*),(*E*)-propenyl methyl disulfide는 6.71%에서 2.33%, 10.04%에서 3.71%로 각각 감소되었으며 (*Z*),(*E*)-propenyl propyl disulfide이 0.364 mg/kg에서 0.033 mg/kg, 0.581 mg/kg에서 0.056 mg/kg로 눈에 띄게 감소되었다.

생양파에서만 동정된 diallyl disulfide는 지질대사 과정에서 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl coA를, 이 물질의 전구체인 alliicin은 acetyl coA의 합성을 저해시켜 cholesterol과 fatty acid의 생합성을 억제시킨다(42)는 보고가 있다. 발효양파 제조과정 중 소실되는 함유황 유기화합물인 propylene sulfide, ethyl propyl disulfide,

diallyl disulfide는 원래 함량이 미량으로 주요 함유황 유기화합물의 변화에 영향을 주지 않으며, 조건에 따른 관련효소의 잔존활성에 따라 최종적으로 추출되는 휘발성분의 함량이 달라질 수 있다고 생각되었다.

위에 살펴본 결과와 같이, 발효양파의 제조과정이 주요 함유황 유기화합물의 변화에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 판단되었으며 이는 발효양파의 제조 가능성을 검토하여 그에 따른 제품의 생산에 기초연구자료로서 활용가능성이 있음을 제시 해주었다.

Table 9. Identification of organosulfur compounds from fresh and fermented onions.

No.	RT ¹⁾	Compound name	mg/kg		%Total	
			A ²⁾	B ³⁾	A ²⁾	B ³⁾
1	6.483	Propanethiol	0.288	0.068	0.82	0.63
2	8.779	Propylene sulfide	0.069	-	0.20	-
3	9.693	Methyl ally sulfide	-	0.010	-	0.09
4	15.053	Dimethyl disulfide	2.793	1.638	8.04	15.21
5	19.283	Methyl ethyl disulfide	0.059	0.045	0.17	0.41
6	22.186	2,5-Dimethylthiophene	0.137	0.035	0.39	0.31
7	25.001	Methyl propyl disulfide	0.999	0.331	2.87	3.06
8	26.396	2,4-Dimethylthiophene	0.492	0.095	1.41	0.88
9	27.192	(<i>Z</i>)-propenyl methyl disulfide	2.333	0.251	6.71	2.33
10	28.317	Methyl allyl disulfide	0.198	0.054	0.57	0.50
11	28.914	(<i>E</i>)-propenyl methyl disulfide	3.491	0.400	10.04	3.71
12	29.462	Ethyl propyl disulfide	0.026	-	0.07	-
13	35.284	Dimethyl trisulfide	14.008	5.324	41.31	49.40
14	37.435	(<i>Z</i>)-Propenyl propyl disulfide	0.364	0.033	1.05	0.31
15	38.525	2-Propenyl propyl disulfide	0.022	0.002	0.06	0.02
16	39.016	(<i>E</i>)-Propenyl propyl disulfide	0.581	0.056	1.67	0.52
17	42.311	Dially disulfide	0.063	-	0.18	-
18	45.209	Methyl propyl trisulfide	3.804	1.047	10.95	9.71
19	49.069	Methyl ally trisulfide	0.267	0.057	0.76	0.53
20	49.681	3,5-Dimethyl-1,2,4-trithiolane	1.042	0.05	2.00	0.45
21	52.600	2-Acetyl thiazole	0.029	0.041	0.08	0.38
22	54.000	Dipropyl trisulfide	0.393	0.062	1.13	0.58
23	60.119	(<i>Z</i>)-Propenyl propyl trisulfide	0.553	0.063	1.59	0.58
24	61.203	(<i>E</i>)-Propenyl propyl trisulfide	0.675	0.131	1.94	1.21
25	68.941	2-Methyl-5-methylthio-furan	0.215	0.141	0.62	1.30
			32.901	9.934	94.63	92.12

¹⁾Retention Time, ²⁾fresh onion, ³⁾fermented onion

제 4 장 요약

생양과와 발효양과의 휘발성분을 SDE방법으로 n-pentane과 diethylether 혼합용액(1:1, v/v)을 이용하여 추출하였다. 추출물은 GC/MS로 분석하여 이들 성분을 GC/MS의 RI 및 mass spectrum을 표준물질의 분석 data와 비교, 확인함으로써 휘발성분을 동정하였고, 내부표준물질을 이용하여 정량하였다. 양과와 옛기름을 주원료로 만들어진 발효양과와 생양과의 휘발성분의 차이를 확인하고 함유황 유기화합물(organosulfur compound)을 비교하였다.

생양과와 발효양과에서 각각 36종과 33종의 휘발성분이 동정되었다. 생양과에서 동정된 성분들은 organosulfur compound류 24종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 2종이었으며, 발효양과에서는 organosulfur compound류 22종, alcohol류 3종, aldehyde류 3종, ester류 2종, ketone류 2종 및 기타 1종이 확인되었다. 양과의 주요 향기성분은 가장 많이 함유된 dimethyl trisulfide(41.31%)를 비롯하여 dimethyl disulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl methyl disulfide, methyl propyl trisulfide, (*Z*),(*E*)-propenyl propyl trisulfide, 2-methyl-2-pentanal 등이 주요 휘발성분으로 확인되었다. 생양과 36종, 발효양과에서는 33종으로서 서로 동일 성분이 31종이며, 생양과에는 propylene sulfide, ethyl propyl disulfide, diallyl disulfide, hexanal, pyridine이, 발효양과에는 methyl allyl sulfide, 3-methylbutanal가 더 동정되었다. 두 시료의 휘발성분을 정량한 결과, 생양과에서는 34.769 mg/kg, 발효양과에서는 10.782 mg/kg로 발효에 의하여 크게 감소된 것을 확인 하였다. 이는 발효양과 제조과정 중 효소 불활성화를 위한 가열과정으로 휘발성 유기성분의 함량이 저하되었음을 알 수 있었다. 발효양과는 주요 함유황 유기화합물의 특징적인 변화가 관찰되지 않았는데, 이는 발효양과의 제조 가능성을 검토하여 그에 따른 제품의 생산에 기초연구자료로서 활용가능성이 있음을 시사하였다.

참고문헌

1. 송주택, 박만규, 김용철. 『한국자원식물총람』, 국제문화사, 1974, pp.930.
2. 박양균 등. “양파를 이용한 식초제조.” *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**: 75-79, 1999.
3. Junchi Horiuchi. “New vinegar production from onions.” *Journal of bioscience and bioengineering.*, **88**: 107-109.
4. 강성구 등. “양파의 Quercetin 관련물질의 분리기술 개발.” *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, **27**: 682-686, 1998.
5. 나경수 · 서형주 · 정수현 · 손종연. “양파껍질에서 분리된 용매 추출물의 항산화 효과.” *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**: 595-600, 1997.
6. Miquel, J., Quintanilha, A. T. and Weber, H. 『Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine』, CRC press, 1989, pp. 223-244.
7. Ministry of commerce, Industry and energy. Analysis of Bio industry(biofood, bioinformatics), Korea(2002).
8. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B., and Teranishi, R.. “Isolation of volatile components from a model system.” *J Agric Food Chem.*, **25**: 446-449, 1977.
9. Kovats, E. sz. *Helv. Chim. Acta.* **41**: 1915, 1958.
11. Robert, P.A.. *Identification of essential oil components by gas chromatography /mass spectroscopy*, Allured Publishing Co: Illinois, 1995.
12. Stehagen, E., Abbrahansom, S., and McLafferty, F.W.. *The Wiley/NBS registry of mass spectral data*, John Wiley and Sons: New York, 1974.
13. Davies, N.W.. “Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases.” *J Chromatogr* **503**: 1-24. 1990.

14. Sadtler Research Laboratories. *The sadtler standard gas chromatography retention index library*, Sadtler: Philadelphia, 1986.
15. 박은령 · 고춘남 · 김성호 · 김경수. “생양파와 부패된 양파의 휘발성 유기성분 분석.” 『한국식품영양과학회지』 . **30**: 1011-1020. 2001.
16. 김준형 등. “동결건조에 의한 양파의 휘발성 향기성분의 변화.” 『한국식품영양과학회지』 . **34**: 230-235. 2005.
17. 최병대. “*Allium*속 식물에 함유된 함황화합물의 화학적 성상과 안정성.” 경상대학교 해양산업연구소. 수산과학연구소보고. 1994.
18. Heath, H.B. and Reineccius, G.. “Flavor chemistry and technology.” Macmillan, UK, 1986.
19. Small, L.D., Bailey, J.H. and Cavallito, C.J.. “Comparison of some properties of thiosulfonates and thiosulfates.” *J. Am. Chem. Soc.*, **71**: 3536. 1949.
20. Zighbi, M. G.. “Volatile sulfides of the amazonian garlic bush.” *J. Agric. Food Chem.*, **32**: 1009-1010. 1984.
21. Kwon, J.H., Cha, Y.J. and Lee, J.W.. “Antimicrobial activity of volatile flavor components from *Houttuynia cordata* Thunb.” *J. Food Sci. Nutr.*, **1**:208-213. 1996.
22. 정인식. “Ethanol에 의한 흰쥐 위점막 손상에 대한 마늘의 보호효과.” 박사학위논문, 가톨릭대학교 의과대학, 1995.
23. Hisara, K. and Takemasa, M.. 『Spice science and technology.』 Marcel dekker, INC., 10, 1998.
24. Yamamishi T and Orioka A.. *J. Home Econom.*, **6**:45. 1955
25. Kim, Y.S., Park, E.R., Kim, K.S.. “Volatile Components of Chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) Flower.” *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**: 801-805. 2003.
26. Choi, J.Y. and Lee, T.S.. “Characteristics of Volatile Flavor Compounds in Kochujang Prepared with Commercial Enzyme During Fermentation.” *J.*

- Korean Soc, Appl. Bio. Chem.*, **46**: 207-213. 2003.
27. Boelens, M., de Valois, P.J., Wobben, H.J. and Vam der Gen, A.. "Volatile flavor compounds from onion." *J. Agric. Food Chem.*, **19**: 984-991. 1971.
 28. Risch, S.J. and Fo, C.T.. "Spices, flavor chemistry and antioxidant properties," *American chemical society*, **53**:1666 1997.
 29. Sivam, G.P.. "Protection against Helicobacter pylori and other vacterial infections by garlic." *J. Nutr.*, **131**: 1106. 2001.
 30. Tsao, S.M. and Yin, M.C.. "In vitro activity of garlic oil and four diallyl sulphides against antibiotic-resistant pseudomonas aeruginosa and Klebsiella pneumoniae." *J. Antimicrob. Chemother.*, **47**: 665. 2001.
 31. Avato, P. *et al.* "Allylsulfide constituents of garlic volatile oil as antimicrobial agents." *Phytomedicine.*, **7**:239. 2000.
 32. Chen, G.W., Chung, J.G., Ho, H.C. and Lin, J.G.. "Effects fo the garlic compounds diallyl sulphide and diallyl disulphide on arylamine N-acetyltransferase activity in Klebsiella pneumoniae." *J. Appl. Toxicol.*, **19**:75. 1999.
 33. Pinto, J.T. and Rivlin, R.S.. "Antiproliferative effects of allium derivatives from garlic. *J. Nutr.*, **131**: 1058. 2001.
 34. Chung, J.G.. "Effects of garlic components diallyl sulfide and diallyl disulfide on arylamine N-acetyltransferase activity in human bladder tumor cells." *Drug Chem. Toxicol.*, **22**: 343. 1999.
 35. Shenoy, N.R.. "Inhibitory effect of diet related sulphhydryl compounds in the formation of carcinogen nitrosamine. *Cancer Lett.*, **31**: 227. 1992.
 36. Singh, W.V. *et al.* "Differential induction of NAD(P)H : quinone oxidoreductase by anticarcinofenic organosulfides from garlic." *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **27**: 917. 1998.
 37. Ahman, K.. "Historical perspective on garlic and cardiovascular disease." *J.*

- Nutr.*, **131**: 977. 2001.
38. Rahman, K. and Billington, D.. "Dietary supplementation with aged garlic extract inhibits ADP-induced platelet aggregation in humans." *J. Nutr.*, **130**: 2662. 2000.
 39. Chun, H.J., Park, J.E.. "Effect of Heat Treatment of Garlic Added Diet on the Blood of Spontaneously Hypertension Rat." *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**: 103. 1997.
 40. Borek, C.. "Antioxidant health effects of aged garlic extract." *J. Nutr.*, **131**:1010. 2001.
 41. Fanelli, S.L., Castro, G.D., de Toranzo, E.G. and Castro, J.A.. "Mechanism of the preventive properties of some garlic components in the carbon tetrachloride-promoted oxidative stress. Diallyl sulfide; diallyl disulfide; allyl mercaptan and allyl methyl sulfide." *Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol.*, **102**: 163. 1998.
 42. Block, E., Putman, D, Zhao, S.H.. "Allium chemistry: GC-MS analysis of thiosulfinates and related compounds from onion, leek, scallion, shallot, chive and chinese chive." *J. Agric Food Chem.*, **40**: 2431-2438. 1992.

감사의 글

보통의 관심만으로는 학업을 다시 시작하기란 심적으로 매우 어려운 결정이었습니다.

그러나 제게 새로운 지식을 접해볼 수 있는 학문의 길을 열어 주시고 매사에 초지일관 노력하는 모습을 몸소 보여주신 김경수 지도교수님께 머리 숙여 존경과 깊은 감사를 드립니다. 바쁘신 가운데에서도 지도하여 주시고 정성스레 논문을 심사하여 주신 이명렬 교수님, 귀중한 시간을 내어 제 논문에 여러 가지 의견을 주시고 신경을 써주신 변명우 박사님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 각별한 관심으로 지도해주신 서화중 교수님, 노희경 교수님과 장해춘 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

식품분석실 식구들이신 박은령 선생님, 이해정 선생님, 송현파 선생님, 홍철희 선생님, 정양모 실장님, 김관수 선생님, 한규재 선생님, 전삼녀 선생님, Rajendra Gyawali, 김왕근 선생님, 정찬희 선생님, 이성진 선생님, 똑똑하고 씩씩한 서혜영 선생님, 묵묵하고 무던한 김준형 선생님, 암전하고 꼼꼼한 기미, 착하고 고생많은 성례와 수형, 믿음직한 근영과 원에게도 고마운 마음을 전합니다.

항상 염려해 주시고 용기를 가질 수 있도록 응원해 주신 부모님, 친지분들, 그리고 벗들과 지인들께도 감사의 인사를 드립니다.

끝으로 晩學의 엄마가 좋다며 싱그런 웃음을 듬뿍 안겨주는 소중한 내 아이들 용환이와 평기, 지금이 있기까지 싫은 내색 한번 하지 않고 부족한 아내 공부시키느라 수고를 아끼지 않은 사랑하는 나의 남편 김승식씨에게 학위의 영광과 함께 이 논문을 바칩니다.

2005년 6월

이 정 희

저작물 이용 허락서

학 과	식품영양학과	학 번	20037076	과 정	석 사
성 명	한글 : 이 정 희 한문 : 李 正 姬 영문 : Lee, Jung-Hee				
주 소	광주광역시 북구 삼각동 637 우미@ 102-305				
연락처	E-MAIL : roen2005@naver.com				
논문제목	(한글) 생양파와 발효양파의 함유황 유기화합물 비교분석 (영어) Comparative Analysis of Organosulfur Compounds from Fresh onions and Fermented Onions				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

2005 년 6 월 10 일

저작자 : 이 정 희 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하