

# 김치재료의 주요한 냄새성분과 김치숙성중의 냄새성분 및 관능적특성의 변화

정혜승 · 고영태\*

덕성여자대학교 식품영양학과

## Major Odor Components of Raw Kimchi Materials and Changes in Odor Components and Sensory Properties of Kimchi During Ripening

Jeong Hye Seung, Ko Young Tae\*

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

### Abstract

Changes in major volatile odor components (VOC) and sensory properties of kimchi during ripening for 4 days were investigated, and major VOCs of the raw materials of kimchi were also analyzed. Seven of eight major VOCs of kimchi originated mainly from garlic, while one originated from ginger. During 4 days of kimchi ripening, the amount of ethanol, which was substantially higher than that of other VOCs, increased continuously but decreased slightly on the fourth day. The amount of diallyl disulfide decreased during ripening, while that of allyl mercaptan decreased on the first day and increased slightly thereafter. The amount of methyl allyl sulfide, diallyl sulfide, and methyl trisulfide increased continuously during ripening, while that of dimethyl disulfide and methyl propyl disulfide increased until the second day and decreased thereafter. Scores of overall acceptability, taste, and odor for kimchi ripened for 2 days were significantly higher than those of other samples ( $p < 0.05$ ). The correlation between scores of overall acceptability and the amount of dimethyl disulfide or methyl propyl disulfide was higher than that of other VOCs.

Key Words: kimchi, volatile odor components, sensory properties

## 1. 서 론

김치의 휘발성냄새성분은 김치의 산미와 함께 김치의 관능적특성에 가장 큰 영향을 미치는 요소 가운데 하나이다. 김치의 휘발성냄새성분에 대한 여러 연구자들의 보고를 보면 다음과 같다.

Hawer(1994, 2001)와 Hawer 등(1988)에 의하면 김치의 휘발성분은 포집하는 방법과 분석하는 방법에 따라 탐지되는 화합물의 수와 농도에 큰 차이가 있다고 하였다. 연속증류추출장치와 dynamic headspace concentrator를 사용하여 추출분석한 결과 두 방법간의 휘발성성분의 GC profile은 상당히 큰 차이를 나타냈다. Headspace법에서는 분자량이 낮은 화합물부터 높은 화합물까지 끌고루 나타난 반면에 연속증류추출법에 의한 GC chromatogram은 분자량이 적은 화합물보다는 분자량이 큰 화합물의 peak수와 크기가 월등히 많고 컸다. 최근에 많이 사용되는 solid phase microextraction(SPME)은 가열할수없는 시료에 효율적이며, 특별한 장치가 필요없어 조작이 간편하고 포집시간이 짧은 장점이있는 반면에 흡착율이 그리 좋지않아 탐지되는 휘

발성성분의 종류가 제한적이었다. Hawer(2001)에 의하면 김치에서는 약 40종의 휘발성성분이 확인되었으며 대부분이 sulfide이었다. 이들 sulfides는 alkyl, allyl 및 alkyl allyl sulfide가 대부분이었으며 이들 물질은 배추에 함유된 sulfoxides, thioglucosides, sulfur-containing amino acids 그리고 sulfonium compound 등의 전구물질로부터 분리된것으로 추정하였다.

Ha(2002)는 SPME로 포집한 김치의 휘발성성분을 GC/AED 및 GC/MSD로 동정하여 dimethylsulfide 등 25종의 휘발성성분을 확인하였다.

Jang 등(1999a)은 숙성기간에따른 배추김치의 휘발성성분의 변화를 vacuum-SDE법으로 분리농축하고 GC/MS법으로 동정하여 총 128종의 휘발성화합물을 검출하였다. 이들은 주로 함황화합물류(24종), aldehyde류(22종), ketone류(9종), alcohol류(23종), ester류(6종), 함질소화합물류(3종), terpene류(20종), thiocyanate류(3종), 산류(3종) 및 기타화합물(15종)으로 구성되어있었다. 이중에서 김치의 부재료로 사용된 마늘, 파, 부추의 allium에서 유래된것으로 추정되는 함황화합물류가 김치의 휘발성성분의 함량면에서

\*Corresponding author: Young Tae Ko, Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea  
Tel: 82-2-901-8374 Fax: 82-2-901-8372 E-mail: ytko@duksung.ac.kr

지배적이었으며, 특히 dimethyl disulfide, allyl sulfide, methylallyl disulfide, dimethyl trisulfide, diallyl disulfide isomers(2종), methylallyl trisulfide 및 diallyl trisulfide 등 8종의 함황화합물이 검출된 함황화합물 전체함량의 약 85%를 차지하였다.

Jang 등(1999b)은 배추김치의 숙성중 지배적인 휘발성분을 규명하기 위하여 vacuum-SDE법으로 분리농축후, aroma extraction dilution analysis(AEDA)법으로 flavor dilution(FD) factor를 구하였으며, GC/MS 및 GC/Olfactometry(GC/O)법으로 휘발성성분을 분석 및 동정하였다. AEDA 및 GC/O분석결과 총 7종의 화합물이 검출되었다. 이중 methylallyl trisulfide만이 숙성20일까지 FD값 8 이상을 나타내었다. 이외에 높은 FD값(>5)을 나타낸 함황화합물류는 dimethyl disulfide, allyl propyl sulfide, allyl sulfide, methyl propyl disulfide, dipropyl disulfide, allyl propyl disulfide, (E)-propenyl propyl disulfide, diallyl disulfide isomers(RI=1478, 1494), methyl (methylthio) methyl disulfide 및 diallyl trisulfide 등 11종으로 이들의 대부분이 마늘냄새 계통의 향을 가지고 있었다.

Ko & Lee(2007), Ko(2005), Ko 등(2004)은 분말녹차(Ko & Lee 2007), 감초추출물(Ko 2005), 젓갈(Ko 등 2004)이 첨가된 김치의 품질특성을 조사하는 연구에서 GC를 이용하여 20°C에서 숙성중인 김치의 몇가지 주요한 휘발성성분의 함량변화를 관찰하였다. 비숙성시료에서는 ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, methyl disulfide, methyl propyl disulfide의 6개성분이 검출되었으며, 20°C에서 1일숙성후에는 diallyl sulfide와 methyl trisulfide가 새로이 검출되었다. 김치의 숙성기간중의 휘발성성분의 함량변화를 보면, 일부 화합물은 계속 증가하고, 일부 화합물은 증가하다가 감소하고, 일부 화합물은 감소하였다가 다시 소폭 증가하였다.

본 연구의 목적은 김치의 주요한 휘발성냄새성분과 관능적특성 사이의 관련성을 조사하는 것이다. 먼저 김치재료의 주요한 휘발성냄새성분을 분석하고, 김치를 20°C에서 4일간 숙성하면서 1일단위로 시료를 취하여 주요한 휘발성냄새성분과 관능적특성의 변화를 관찰하고, 관련성을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

배추, 고춧가루(김치용, E-mart-100%국산 태양초고춧가루), 생강(가나유통, 국산), 마늘(가나유통, 국산), 설탕(제일제당, 국산), 소금(100%국산, 신안섬 천일염바다소금, 청정원), 멸치액젓(멸치원액 100%-국산, 멸치액젓골드, 청정원)은 E-Mart 서울 창동지점에서 구입하였다. 김치숙성용기는 1 L의 플라스틱용기(Nalgene, Rochester, NY, USA)

를 구입하여 사용하였다. 김치제조 재료의 저장을 위하여 별도의 용기가 필요한 경우에도 1 L의 플라스틱용기(Nalgene, USA)를 사용하였다.

Gas Chromatograph의 내부표준물질과 표준시료로는 1-pentanol(99+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), ethanol(GC-grade, Merck, Darmstadt, Germany), allyl mercaptan(GC-grade, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), methyl allyl sulfide(98+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), dimethyl disulfide(GC-grade, Fluka Chemical, Steinheim, Switzerland), diallyl sulfide(Sigma-grade, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), methyl propyl disulfide(90+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), methyl trisulfide(98+%, Acros Organics, New Jersey, USA), diallyl disulfide(GC-grade, Fluka Chemical, Steinheim, Switzerland)를 사용하였다.

### 2. 김치의 제조

배추는 가을에 생산된 결구배추를 사용하였다. 먼저 배추를 잘 다듬은후, 4x4 cm 크기로 썰어 배추무게의 두배에 상당하는 20%(w/w)의 소금물에 넣어 2시간동안 절였다. 절인 배추를 수돗물로 3회 행구고 10분간 탈수시킨후 양념을 혼합하여 <Table 1>과 같은 조성으로 김치를 제조하였다(Ko & Lee 2004). 숙성시료는 용기에 405 g씩 넣은후, 공기를 빼기위하여 잘 누른다음, 20°C의 항온기(JISICO, Model J-IBO2, Korea)에서 숙성시키면서 1, 2, 3, 4일마다 하나씩 꺼내어 분석하였다. 비숙성시료(0일시료를 의미함)는 김치를 제조한 즉시 0°C의 냉장고에 보관하였다.

### 3. 관능검사

비숙성시료와 숙성시료는 5°C에서 충분히 방냉한후 종이 접시에 20 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었다. 관능검사방법은 플라스틱용기에서 2일간 숙성한 시료를 표준시료(Reference)라고 검사원에게 미리 알려주고, 다시 시료중에도 포함시키는 multiple comparisons test에 준하였으며(Larmond E 1977), 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 검사원을 대상으로 매일 같은 시간에 6일에 걸쳐 전반적인 기호도, 맛, 냄새, 조직감 및 색상을 측정하였다. 관능검

<Table 1> Formula of kimchi<sup>1)</sup> (% , w/w)

Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Salt-fermented anchovy extract	2
Garlic	2
Sugar	1
Ginger	0.5

<sup>1)</sup>Salt content was adjusted to approximately 1.5% of final product. Salt content was measured by digital-salinometer (Sekisui Co., Model SS-31A, Japan).

사의 척도기준은 9점법으로 표준시료(Reference)를 5점으로 하고, 이것보다 우수하면 6점에서 9점(최고점수)까지 부여하고 표준시료보다 열등하면 4점에서 1점(최하점수)까지 부여하도록하였다.

#### 4. 휘발성냄새성분 분석 시료의 제조

Ko & Lee(2004)의 방법을 참조하여 다음과 같이 준비하였다.

##### 1) 김치

김치건더기와 국물을 별도로 준비한후에 분석전에 혼합하여 시료로 사용하였다. 김치국물은 김치를 숙성시킨 플라스틱용기(김치 540 g씩 숙성)에서 180 g을 취하였다. 본 연구에서 GC에 주입한 headspace gas를 발생시키기위해 김치가 함유된 액체상태의 시료를 pair stirrer(Eyela, PS-100, Kyoto, Japan)로 교반했다. 따라서 김치건더기를 pair stirrer에서 교반이 가능한 작은 절편으로 만들기 위하여(김치 540 g에서 국물 180 g을 분리한) 건더기 360 g을 2-3 mm 두께의 절편으로 썰었다. 분석직전에 김치건더기와 국물을 2:1의 비율로 혼합하였다. 125 mL의 삼각플라스크에 김치건더기 20 g, 김치국물 10 g, 증류수 25 g, sodium sulfate anhydrous(Crown Guaranteed Reagents, Yakuri Pure Chemicals Co., Kyoto, Japan) 25 g 및 내부표준물질로 100 ppm의 1-pentanol을 넣고 rubber septum(24 mm, Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)으로 밀봉한후, 35°C의 pair stirrer(Eyela, PS-100, Kyoto, Japan)에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 mL gas tight syringe(Hamilton Co., Reno, Nevada, USA)로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 2) 마늘

125 mL의 삼각플라스크에 다진마늘(가나유통) 5 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 1 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 3) 생강

125 mL의 삼각플라스크에 다진생강(가나유통) 5 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 1 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 4) 고춧가루

125 mL의 삼각플라스크에 김치제조용 고춧가루(김치용, E-mart-100% 국산 태양초고춧가루) 5 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 5) 멸치액젓

125 mL의 삼각플라스크에 멸치액젓(멸치원액 100%-국산, 멸치액젓골드, 청정원) 25 g, 증류수 25 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 6) 배추

배추는 부위별로 균일하게 취하여 분쇄기(한일 후드믹서 HMC-400T, 국산)에 넣고 30초간 분쇄하여 시료로 사용하였다. 125 mL의 삼각플라스크에 분쇄된 배추 10 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 7) 소금

125 mL의 삼각플라스크에 소금(100% 국산, 신안섬 천일염바다소금, 청정원) 10 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 8) 설탕

125 mL의 삼각플라스크에 설탕(제일제당) 10 g, 증류수 50 g, sodium sulfate anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum으로 밀봉하여 pair stirrer에서 20분간 교반한후, 발생한 headspace gas를 gas tight syringe로 2 mL 취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

#### 5. 휘발성냄새성분 분석

준비된 시료의 휘발성냄새성분은 HP 6890 Series gas

<Table 2> Conditions of gas chromatographic analysis

Column:	HP-5 (5% diphenyl and 95% dimethyl-polysiloxane Length 30 m×I.D. 0.32 mm×Film thickness 0.25 μm)
Carrier gas:	Nitrogen (Flow rate 3.2 mL/min) (Pressure 12.0 psi, Average velocity 47 cm/sec)
Air & Hydrogen flow rate:	350 mL & 35 mL/min
Injector temp.:	120°C
Detector:	FID
Detector temp.:	230°C
Oven temp.:	35°C/3 min hold, 3°C/min to 220°C
Injection volume:	Headspace gas 1-2 mL
Split ratio:	5.0:1
Integration Events:	Slope sensitivity (5), Peak width (0.02), Area reject (0.5), Height reject (0.5)

chromatograph (Hewlett Packard Co., Wilmington, DE, USA)를 사용하여 다음과같이 분석하였다(Ko & Lee 2004).

표준물질과 머므름시간을 비교하여 피크를 확인하고 (정성분석), HP ChemStation (Revision A.05.01, 1997)으로 계산된 표준시료와 실험시료의 해당 냄새성분의 피크면적을 비교하여 정량분석하였다. 내부표준물질로 사용한 1-pentanol(99+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA)은 동일한 실험조건하에서 본 연구에서 사용된 칼럼의 담체에 대한 반응성이 김치의 주요한 휘발성냄새성분들과 유사하였으므로 표준물질과 시료중의 1-pentanol의 함량비를 정량분석의 보정계수(factor)로 사용하였다.

표준시료는 50 mL의 증류수, 25 g의 sodium sulfate anhydrous 및 1-pentanol, ethanol(이상 두 표준물질은 100 ppm 수용액을 사용), allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, methyl propyl disulfide, methyl trisulfide, diallyl disulfide(이상 7개의 표준물질은 20 ppm 수용액을 사용)를 각각 첨가하여 만든후, 시료와 동일한 조건으로 분석하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 mL 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 해당 휘발성냄새성분의 피크면적을 비교하여 계산하고, 여기에 표준시료중의 1-pentanol의 면적과 시료중의 1-pentanol의 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 각 휘발성냄새성분의 함량계산식은 다음과 같다.

$$\text{Amount of each component (ppm)} = 100 \text{ ppm} \times (\text{Area of each component in sample} \div \text{Area of same component in standard sample}) \times (\text{Area of 1-pentanol in standard sample} \div \text{Area of 1-pentanol in sample})$$

실험은 4회 반복실험하고 매회 7회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 <Table 2>와 같다.

6. 자료의 처리 및 분석

전체적인 실험은 3-4회에 걸쳐 반복실험하였으며, 각 항목별 실험반복횟수는 Table 하단에 명기하였다. 실험결과는 Window용 SigmaStat software(SYSTAT Software Inc., Richmond, CA, USA)를 사용하여 F-test (ANOVA와 최소유치의차검정)와 Linear Regression으로 통계처리하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 김치재료의 휘발성냄새성분

<Table 3>은 본 실험에서 김치의 재료로 사용한 마늘, 생강, 고춧가루, 멸치액젓 배추, 소금, 설탕에 함유된 몇가지 주요한 휘발성냄새성분을 보여주는것이다. 마늘에서는 김치의 주요한 휘발성냄새성분 8종 가운데 7종이 탐지되었으나, methyl trisulfide는 탐지되지않았으며, ethanol의 함량이 매우 높았다. 생강에서는 methyl trisulfide를 포함하여 3종의 휘발성냄새성분이 탐지되었다. 고춧가루에서는 ethanol

<Table 3> Amounts of volatile odor components in raw materials of kimchi

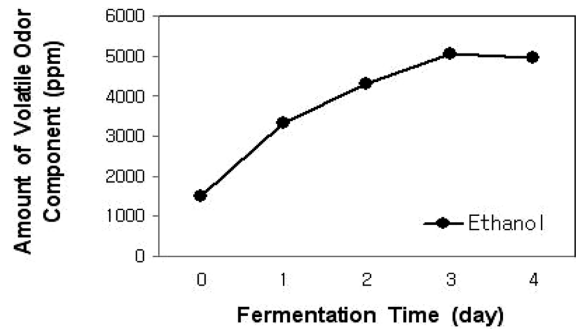
	Garlic	Ginger	Red pepper	Anchovy extract	Chinese cabbage	Salt	Sugar
Ethanol	2154.55 <sup>1)</sup> ±278.31	7.50±0.66	30.74±9.90	80.17±13.63	59.27±17.91	-	-
Allyl Mercaptan	0.50±0.11	-	-	-	-	-	-
Methyl Allyl Sulfide	0.07±0.02	-	-	-	1.66±0.90	-	-
Dimethyl Disulfide	0.72±0.14	0.26±0.03	-	0.28±0.04	0.26±0.03	-	-
Diallyl Sulfide	0.62±0.12	-	-	-	-	-	-
Methyl Propyl Disulfide	0.68±0.20	-	-	-	-	-	-
Methyl Trisulfide	-	14.80±2.47	-	-	-	-	-
Diallyl Disulfide	4.07±1.45	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>All values are Mean±SD of 21 or more replications.

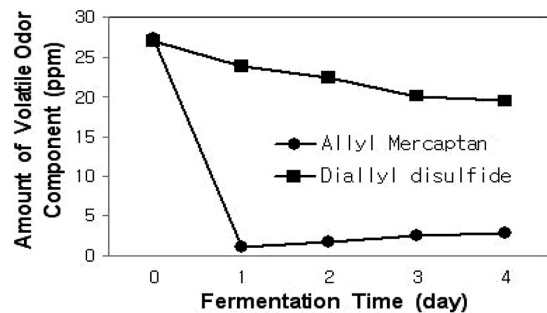
만 탐지되었다. 멸치액젓에서는 ethanol과 dimethyl disulfide가 탐지되었다. 배추에서는 ethanol, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide가 탐지되었다. 소금과 설탕에서는 김치의 주요한 휘발성냄새성분이 전혀 탐지되지 않았다. 이상의 결과를 보면 본 연구의 실험조건하에서는 김치의 주요한 휘발성냄새성분 8종 가운데 methyl trisulfide를 제외한 7종이 주로 마늘에서 유래되었으며, methyl trisulfide는 생강에서 유래되는 것으로 생각된다.

Jang 등(1999a)은 숙성기간에 따른 배추김치의 휘발성냄새성분의 변화를 vacuum-SDE법으로 분리농축하고 GC/MS법으로 동정하여 총 128종의 휘발성화합물을 검출하였다. 김치의 부재료로 사용된 마늘, 파, 부추의 allium에서 유래된 것으로 추정되는 함황화합물류가 김치의 휘발성냄새성분의 함량면에서 지배적이었으며, 특히 dimethyl disulfide, allyl sulfide, methylallyl disulfide, dimethyl trisulfide, diallyl disulfide isomers(2종), methylallyl trisulfide 및 diallyl trisulfide 등 8종의 함황화합물이 검출된 함황화합물 전체함량의 약 85%를 차지한다고 보고하였다. 또한 Jang 등(1999b)은 배추김치의 숙성중 지배적인 휘발성냄새성분을 규명하기 위하여 vacuum-SDE법으로 분리농축한후, aroma extraction dilution analysis(AEDA)법으로 flavor dilution (FD afactor를 구하였으며, GC/MS 및 GC/Olfactometry (GC/O)법으로 휘발성냄새성분을 분석 및 동정하였다. AEDA 및 GC/O분석 결과 총 57종의 화합물이 검출되었다. 이중 methylallyl trisulfide만이 숙성20일까지 FD값 8 이상을 나타내었다. 이외 높은 FD값(>5)을 나타낸 함황화합물류는 dimethyl disulfide, allyl propyl sulfide, allyl sulfide, methyl propyl disulfide, dipropyl disulfide, allyl propyl disulfide, (E)umrop-Syl propyl disulfide, diallyl disulfide isomers (RI=1478, 1494), methyl (methylthio) methyl disulfide 및 diallyl trisulfide 등 11종으로 이들의 대부분이 마늘냄새계통의 향을 가지고 있었다고 보고하였다. Jang 등(1999a; 1999b)의 연구결과는 ethanol의 경우를 제외하고는 본 연구의 결과와 전반적인 경향이 유사하다고 사료된다.

Hawer(2001)에 의하면 김치에서는 약 40종의 휘발성냄새성분이 확인되었으며 대부분이 sulfide이었다. 이들 sulfides는 alkyl, allyl 및 alkyl allyl sulfide가 대부분이었으며 이들 물질은 배추에 함유된 sulfoxides, thioglucosides, sulfur-containing amino acids 그리고 sulfonium compound 등의 전구물질로부터 분리된 것으로 추정하였다. 김치에서 검출된 sulfides의 대부분이 배추로부터 유래되었다는 Hawer(2001)의 연구보고는 본 연구의 결과와 다소 다른 것이다. 그 이유는 Hawer(1994; 2001)와 Hower 등(1988)이 지적한바와 같이 김치의 휘발성냄새성분은 포집하는 방법과 분석하는 방법에 따라 탐지되는 화합물의 수와 농도에 큰 차이가 있기 때문이라고 생각된다.



<Figure 1> Change of amount of ethanol in kimchi during ripening

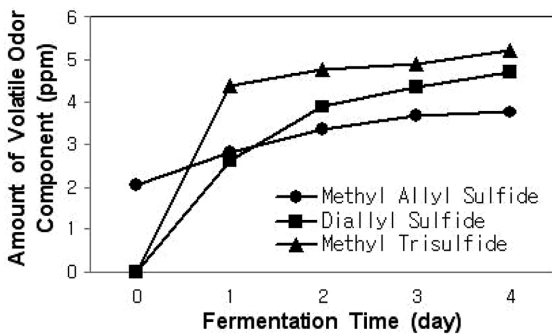


<Figure 2> Change of amount of allyl mercaptan and diallyl disulfide in kimchi during ripening

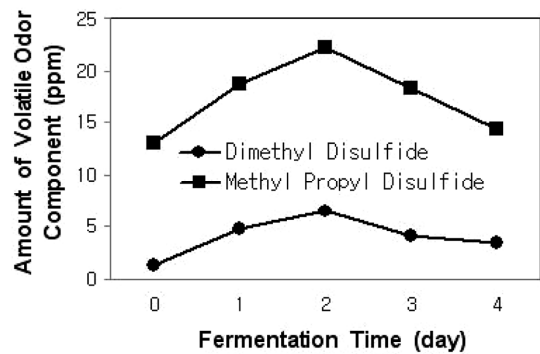
2. 김치의 휘발성냄새성분

<Figure 1>부터 <Figure 4>는 숙성중인 김치의 휘발성냄새성분의 변화를 보여주는 것이다. 비숙성시료에서는 ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, methyl propyl disulfide, diallyl disulfide의 6개성분이 탐지되었다. 1일숙성후에는 비숙성시료의 6개성분외에도 diallyl sulfide, methyl trisulfide가 새로이 탐지되었다. 숙성기간중에 휘발성냄새성분의 변화를 보면 다음과 같다. Ethanol은 숙성전의 농도가 1483 ppm으로 비교적 높았으며, 숙성3일까지 계속 증가하였는데 숙성기간이 경과할수록 증가의 정도는 완만하게 나타났다. 숙성4일에는 다소 감소하였다(Figure 1). Allyl mercaptan은 숙성1일에는 현저히 감소하고, 그후에는 다소 증가하는 경향을 보였으며, diallyl disulfide는 숙성기간중에 서서히 감소하였다(Figure 2). Methyl allyl sulfide는 숙성기간중에 계속 증가하였고, diallyl sulfide와 methyl trisulfide는 숙성전에는 없었으나, 숙성1일에 처음 탐지되어 숙성기간중에 계속 증가하였으나 숙성기간이 경과할수록 증가의 정도는 완만하였다(Figure 3). Dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide는 숙성2일까지 증가하다가 그후에는 감소하였다(Figure 4).

Ko & Lee(2007), Ko(2005), Ko 등(2004)은 분말녹차(Ko & Lee 2007), 감초추출물(Ko 2005), 젓갈(Ko 등 2004)이 첨가된 김치의 품질특성을 조사하는 연구에서 GC를 이용하여 20°C에서 숙성한 김치에 함유된 8종의 주요한



<Figure 3> Change of amount of methyl allyl sulfide, diallyl sulfide and methyl trisulfide in kimchi during ripening



<Figure 4> Change of amount of dimethyl disulfide and methyl propyl disulfide in kimchi during ripening

휘발성냄새성분의 함량변화를 관찰하였다. 비숙성시료에서는 ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, methyl disulfide, methyl propyl disulfide의 6개성분이 검출되었으며, 20°C에서 1일숙성후에는 diallyl sulfide와 methyl trisulfide가 새로이 검출되었다. 또한 김치의 숙성기간중의 8종의 휘발성냄새성분의 함량변화를 보면, 일부 화합물은 계속 증가하고, 일부 화합물은 증가하다가 감소하고, 일부 화합물은 감소하였다가 다시 소폭 증가하였다. 이러한 결과는 본 연구의 결과와 전반적인 경향은 일치하지만, 김치 숙성중의 일부 함황화합물의 변화는 다소 다르게 나타난것이다. 그 이유는 김치재료를 동일한 제조회사의 제품을 사용하더라도 실험시기가 다르면 김치재료가 농산물이기때문에 품종, 산지, 계절, 가공조건 등에의하여 성분이 다소 다를수있으며, 김치의 숙성중에 생성되는 냄새성분의 휘발성이 매우 강하기 때문에 실험시기 (특히 계절)의 기온에따라서 다소의 차이가 발생할수있기 때문이라고 생각한다.

3. 김치의 관능적특성

<Table 4>는 숙성기간중에 김치의 관능적특성의 변화를 보여주는것이다. 이 실험에서는 2일숙성시료를 표준시료로 사용하였는데, 그 이유는 예비실험의 결과로 판단하여 2일 숙성시료의 기호도가 다른 시료보다 우수하였기 때문이다.

전반적인 기호도와 맛의 수치를 보면, 2일숙성시료(표준시료)의 수치(5.000)가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 숙성이 진행됨에따라 관능성은 현저하게 증가하였으나(3.150→3.983→5.000), 2일이후에는 다소 감소하였고(4.700), 4일에는 현저하게 감소하였다(3.683). 냄새의 경우에도 전반적인 기호도와 같은 경향을 보였으나, 표준시료를 제외한 다른 시료의 수치는 전반적인 기호도와 다소 차이를 보였다. 즉, 전반적인 기호도는 수치가 가장 높은 시료와 가장 낮은 시료의 차이가 1.850인데 비하여, 냄새의 경우는 1.717이었다. 조직감의 경우, 경향은 전반적인 기호도와 유사하였으나 표준시료와 3일숙성시료사이에 유의적인 차이가 없었으며(p<0.05), 수치가 가장 높은 시료와 가장 낮은 시료사이의 차이(1.033)가 전반적인 기호도, 맛, 냄새의 경우(1.717-1.850)보다 현저하게 낮았다. 색상의 경우는 전반적인 기호도와 대체적으로 유사한 경향을 보였으나, 4일숙성시료의 수치가 가장 낮았으며, 표준시료와 3일숙성시료의 수치가 동일하였고, 미숙성시료와 1일숙성시료사이에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 수치가 가장 높은 시료와 가장 낮은 시료 사이의 차이(1.050)가 전반적인 기호도, 맛, 냄새의 경우(1.717-1.85)보다 현저하게 낮았다.

이상의 결과를 요약하면, 전반적인 기호도와 맛은 2일숙성시료(표준시료)의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적

<Table 4> Sensory properties of unripened and ripened kimchi<sup>1)</sup>

	Ripening Time				
	0-day	1-day	2-day	3-day	4-day
Overall acceptability	3.150 <sup>a2)</sup> ±0.360	3.983 <sup>c</sup> ±0.651	5.000 <sup>a</sup>	4.700 <sup>b</sup> ±0.497	3.683 <sup>d</sup> ±0.469
Taste	3.150 <sup>a</sup> ±0.360	3.983 <sup>c</sup> ±0.651	5.000 <sup>a</sup>	4.700 <sup>b</sup> ±0.497	3.683 <sup>d</sup> ±0.469
Odor	3.283 <sup>c</sup> ±0.555	4.033 <sup>c</sup> ±0.758	5.000 <sup>a</sup>	4.783 <sup>b</sup> ±0.454	3.650 <sup>d</sup> ±0.515
Texture	4.267 <sup>c</sup> ±0.841	4.517 <sup>b</sup> ±0.725	5.000 <sup>a</sup>	4.900 <sup>a</sup> ±0.303	3.967 <sup>d</sup> ±0.551
Color	4.433 <sup>b</sup> ±0.745	4.583 <sup>b</sup> ±0.645	5.000 <sup>a</sup>	5.000 <sup>a</sup>	3.950 <sup>c</sup> ±0.467

<sup>1)</sup>Reference sample was ripened in plastic container (Nalgene, USA) for 2 days. Sensory evaluation test was repeated six times using 10 panelists. All values are Mean±SD of 60 replications.

<sup>2)</sup>The scores were assigned numerical values 1 to 9 with “no difference between sample and reference” equaling 5, “extremely better than reference” equaling 9 and “extremely inferior to reference” equaling 1.

<sup>a-c)</sup>Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

<Table 5> Correlation between overall acceptability and odor of kimchi

	Overall Acceptability	Odor
Ethanol	0.453	0.395
Allyl Mercaptan	0.514	0.452
Methyl Allyl Sulfide	0.387	0.329
Dimethyl Disulfide	0.778	0.727
Diallyl Sulfide	0.439	0.375
Methyl Propyl Disulfide	0.841	0.834
Methyl Trisulfide	0.472	0.405
Diallyl Disulfide	0.260	0.214

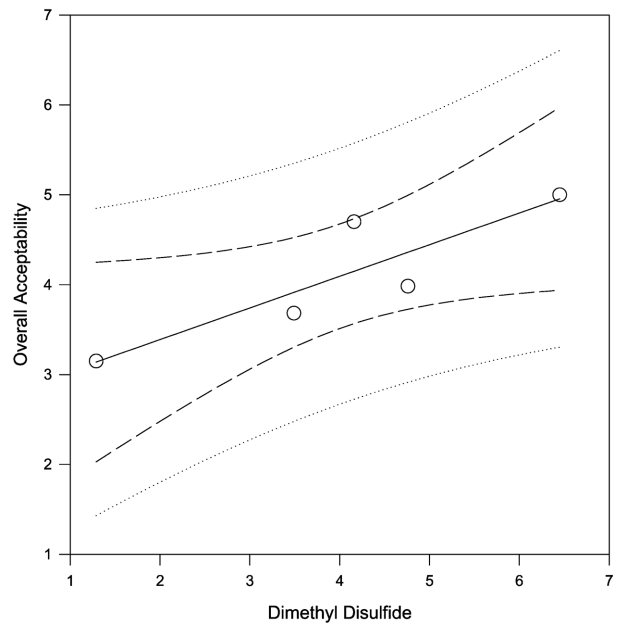
로 높았다(p<0.05). 냄새는 전반적인 기호도와 같은 경향을 보였으며, 조직감은 경향은 전반적인 기호도와 유사하였으나 표준시료와 3일숙성시료 사이에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05).색상은 전반적인 기호도와 대체적으로 유사한 경향을 보였으나 수치가 가장 높은 시료와 가장 낮은 시료사이의 차이가 전반적인 기호도, 맛, 냄새의 경우보다 현저하게 낮았다. 이러한 결과는 김치의 관능적특성에 큰 영향을 미치는것은 맛, 냄새, 조직감의 순이었으며, 색상은 큰 영향을 미치지 않는다는것을 의미한다.

Ko(2005), Ko & Lee JY(2006), Ko & Lee SH(2006)의 연구결과를 보면, 20°C에서 숙성된 김치의 전반적인 기호도와 맛은 대체로 숙성 2-3일에 기호도 수치가 가장 높았으며, 숙성기간이 너무 짧거나, 너무 길면 관능성이 오히려 저하하는 경향을 보였다. 냄새의 경우도 전반적인 기호도와 대체적으로 유사한 경향을 보였다. 그 이유는 김치의 숙성이 진행됨에 따라 산도가 증가하고 휘발성냄새성분도 함께 증가하므로 20°C에서 숙성중인 김치는 대략 숙성 2-3일에 바람직한 맛과 냄새를 나타내지만, 숙성초기에는 아직 김치재료의 맛과 냄새가 강한 미숙성 상태이고, 숙성후기에는 산미와 휘발성냄새성분이 너무 높아서 관능성이 저하하기때문이라고 생각한다. Ko(2005), Ko & Lee(2006), Ko & Lee(2006)의 연구결과는 전반적인 경향이 본 실험의 결과와 대체로 일치하는것이다.

Ko & Lee(2007)는 김치에 분말상태의 녹차를 첨가하여 관능적특성의 변화를 관찰하였는데, 조직감은 숙성 2-3일에 녹차의 첨가량이 높을때 기호도 수치가 저하하였고, 색상은 숙성 1-3일에 녹차의 첨가농도가 증가할수록 기호도 수치가 저하하였다고 보고하였다. 그러나 본 실험은 김치에 기본적인 재료이외의 다른 재료를 첨가하지않고 숙성기간에 따른 관능적특성의 변화를 관찰한것이다. 따라서 숙성기간중에 변화가 큰 산미와 냄새의 영향을 비교적 적게 받는 조직감과 색상은 기호도 수치의 변화가 크지 않았다고 생각된다.

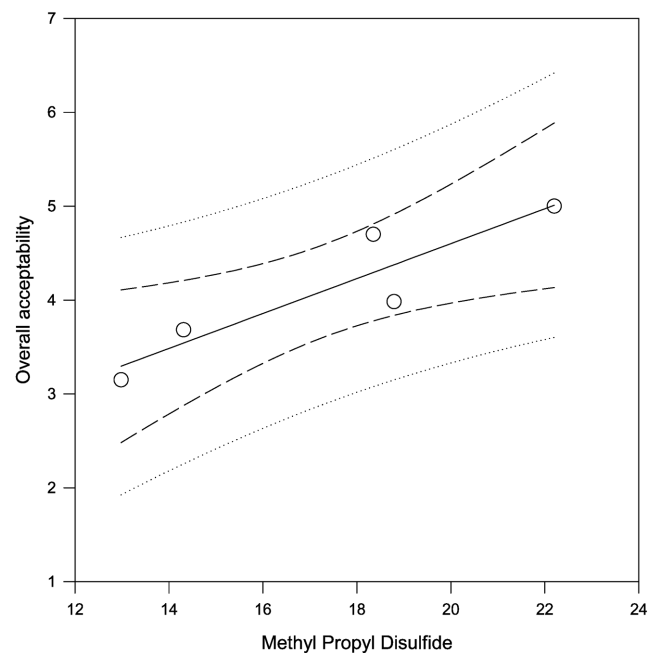
4. 휘발성냄새성분과 관능적특성사이의 상관관계

<Table 5>는 김치의 주요한 휘발성냄새성분 8종과 전반적인 기호도 또는 냄새 사이의 상관관계를 나타낸것이다. 전



<Figure 5> Linear regression between overall acceptability and dimethyl disulfide<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Linear regression:  $y=0.352x+2.685$ ,  $R^2=0.778$ : Coefficient of determination, Straight line: Least squares regression line, Inner dashed lines: Confidence interval, Outer dashed lines: Predicted values.



<Figure 6> Linear regression between overall acceptability and methyl propyl disulfide<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Linear regression:  $y=0.186x+0.881$ ,  $R^2=0.841$ : Coefficient of determination, Straight line: Least squares regression line, Inner dashed lines: Confidence interval, Outer dashed lines: Predicted values.

반적인 기호도 또는 냄새와 상관성이 가장 높은 휘발성냄새 성분은 dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide의

2종으로 나타났다. <Figure 5>와 <Figure 6>은 전반적인 기호도와 dimethyl disulfide 또는 methyl propyl disulfide 사이의 상관관계를 그림으로 표시한것이다. 김치의 전반적인 기호도는 숙성2일까지 증가하였다가 그후에는 감소하는데, dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide의 함량도 같은 경향을 보였으며, 두 성분의 함량은 김치의 기호도에 가장 큰 영향을 미치는것으로 생각된다. 다른 성분들은 김치의 기호도에 큰 영향을 미치지않거나 함량이 증가하면 오히려 김치의 기호성이 감소할수도 있다고 생각된다. Dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide는 Jang 등(1999b)이 배추김치의 숙성중 지배적인 휘발성냄새성분이라고 지적한 12종의 함황화합물중의 2종이다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 먼저 김치재료의 주요한 휘발성냄새성분을 분석하고, 김치를 20°C에서 4일간 숙성하면서 1일단위로 시료를 취하여 김치의 주요한 휘발성냄새성분과 관능적특성의 변화를 관찰하였다. 김치의 주요한 휘발성냄새성분 8종 (ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, methyl propyl disulfide, methyl trisulfide, diallyl disulfide) 가운데 methyl trisulfide를 제외한 7종은 주로 마늘에서 유래되었으며, methyl trisulfide는 생강에서 유래되었다. 김치의 주요한 휘발성냄새성분의 분석결과를 보면, ethanol은 숙성기간중에 계속 증가하다가 숙성4일에는 다소 감소하였으며, 다른 휘발성냄새성분보다 현저하게 높았다. Diallyl disulfide과 allyl mercaptan은 숙성기간중에 감소하거나, 감소후 다소 증가하는 경향을 보였다. Methyl allyl sulfide, diallyl sulfide 및 methyl trisulfide는 숙성기간중에 계속 증가하였다. Dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide는 숙성 2일까지 증가하고, 그후에는 감소하였다. 전반적인 기호도와 맛은 2일숙성시료의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 냄새의 경우는 전반적인 기호도와 같은 경향을 보였으며, 조직감은 전반적인 기호도와 경향이 유사하였으나 표준시료와 3일숙성시료사이에 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 김치의 전반적인 기호도와 상관성이 가장 높은 휘발성냄새성분은 dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide 2종이었다. 결론적으로 김치의 주요한 휘발성냄새성분은 8종의 함황화합물이었으며, 이중에서 7종은 주로 마늘에서 유래되었고, 김치의 관능적특성과 상관성이 가장 높은 휘발성냄새성분은 dimethyl disulfide와 methyl propyl disulfide이었다.

#### ■ 참고문헌

Hawer WD. 1994. Study of changes in flavor components in chinese

cabbage kimchi during fermentation. In: Science of kimchi. Abstract of symposium of Korean Soc. Food Sci. Technol., Seoul. pp 175-190

- Hawer WD. 2001. Volatile Odor Components of Kimchi. In: Science and Technology of Kimchi. Abstract of 13th symposium of kimchi research institute, Pusan National University, Pusan. pp 163-176
- Hawer WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Changes in the taste and flavor compounds of kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 20(4):511-517
- Ha JH. 2002. Analysis of volatile organic compounds in kimchi absorbed in SPME by GC-AED and GC-MSD. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(3):543-545
- Jang SM, Kim H, Park JY, Yun SS, Kim SJ, Cha YJ. 1999a. Volatile odor components of Chinese cabbage kimchi during ripening. Abstract of Poster Session. 1999 Annual meeting of Korean Soc. Food Sci. Technol., Seoul. p 289
- Jang SM, Kim H, Park JY, Yun SS, Park SY, Cha YJ. 1999b. Study of major volatile odor components of Chinese cabbage kimchi during ripening by AEDA method. Abstract of Poster Session. 1999 Annual Meeting of Korean Soc. Food Sci. Technol., Seoul. p 289
- Ko YT, Lee SH. 2007. Quality characteristics of kimchi added with green tea powder. J. Korean Soc. Appl. Bio. Chem., 50(4):281-286
- Ko YT. 2005. Effects of licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) extract added to kimchi on growth and acid formation by lactic acid bacteria and on quality of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 37(5):795-800
- Ko YT, Lee JY. 2004. Quality characteristics of kimchi prepared with different part of Chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. Korean J. Food Sci. Technol., 36(5):784-789
- Ko YT, Hwang JK, Baik IH. 2004. Effects of jeotkal addition on quality of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 36(1):123-128
- Ko YT, Lee JY. 2006. Quality of Licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) power added kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 38(1):143-146
- Ko YT, Lee SH. 2006. Quality characteristics of kimchi with added purified Licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) extract. Korean J. Food Cookery Sci. 23(5):609-616
- Larmond E. 1997. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada. pp 31-37
- SYSTAT Software Inc. 2004. SigmaStat Version 3.01A. SYSTAT Software Inc., Richmond, CA, USA

2010년 6월 28일 신규논문접수, 8월 5일 수정논문접수, 8월 31일 수정논문접수, 9월 29일 수정논문접수, 10월 3일 채택