

## 김치를 이용한 스테이크소스의 휘발성 향기성분

조용범\* · 박우포<sup>1</sup> · 정은주<sup>2</sup> · 이미정<sup>2</sup> · 이양봉<sup>2</sup>  
배재대학교 외식 · 급식경영학, <sup>1</sup>마산대학 식품과학계열  
<sup>2</sup>부경대학교 식품공학과 · 수산식품연구소

### Analysis of Volatile Compounds in *Kimchi*-Flavored Steak Sauce

Yong-Bum Cho\*, Woo-Po Park<sup>1</sup>,  
Eun-Joo Jung<sup>2</sup>, Mi-Jeong Lee<sup>2</sup> and Yang-Bong Lee<sup>2</sup>

Food Service Management, Paichai University

<sup>1</sup>Division of Food Science, Masan College

<sup>2</sup>Faculty of Food Science and Biotechnology /Institute of Seafood Science, Pukyong National University

Volatile compounds of *kimchi*-flavored steak sauce were isolated using simultaneous steam distillation and solvent extraction methods and identified by matching mass spectrum and retention index (RI) with the reference data. Twenty-three compounds including five aldehydes, four alcohols, four acids, three sulfur-containing compounds, one ketone, and six others were identified, among which the most abundant compound was eugenol. Sulfides such as dimethyl dis- and trisulfides, and acids such as acetic and dodecanoic acids showed strong effects on the *kimchi* flavor. Aroma extract dilution analysis with three fold dilution factor shown in over the FD value 34 identified 2-butanal, 2-pentylfuran, methyl-2-propenyl disulfide, and 2-furanmethanol. Strong good aroma was detected in the RI range between 1030 and 1357, bad aroma in RI 1561, sweet aroma in RI 2057, clover aroma of eugenol in RI 2122, and rancid flavor in RI 2251.

**Key words:** *kimchi*-flavored steak sauce, volatile compounds, sensory analysis

## 서 론

김치는 신맛, 매운맛 등과 같이 여러 가지 맛성분이 조화된 독특한 맛을 지닌 우리나라 고유의 전통발효식품으로서 중요한 부식의 하나로 자리 잡아왔다<sup>(1-3)</sup>. 김치는 배추와 무우를 주재료로 하여 고춧가루, 생강, 마늘, 젓갈 등 여러 가지 향신료를 첨가하여 발효시킨 식품으로 발효과정 중 생성되는 유기산, 유리아미노산 등과 조미한 향신료의 향미가 조화를 이루어 독특한 맛과 향을 생성한다<sup>(4)</sup>.

최근 직장인들의 바쁜 사회 생활로 외식이 증가함에 따라 중소 외식업소와 대기업의 외식업에 대한 투자가 늘어나면서 현대인의 생활에 알맞은 새로운 식문화가 형성되어 가고 있다<sup>(5,6)</sup>. 그 중에서도 동서양 음식이 혼합된 형태인 fusion food에 대한 소비자들의 선호도가 높아지고 있으므로 우리나라의 김치와 서양인들이 많이 섭취하는 육류를 이용한 제품의

개발은 의미가 있을 것으로 생각된다.

현재까지의 김치에 대한 연구는 주로 김치의 산패를 방지하거나, 안정적인 장기 보존법 또는 이를 위한 저장고의 개발에 집중되어 왔고, 한편으로는 새로운 재료를 이용한 김치의 제조에 그 연구 초점이 맞춰져 왔다<sup>(7,9)</sup>. 또한 종래 개발된 김치 가공식품은 김치 자체를 주재료 또는 부재료로서 사용하는 식품에 한정되어 왔고, 흐름 특성과 혼합 특성이 조미식품으로 사용하기에는 적당하지 않아 다양한 식품에서 김치의 풍미를 살리는 데에는 한계가 있었다.

소스는 여러 가지 원료를 배합하여 음식물에 잘 어울려지도록 한 조미료의 일종이라고 할 수 있는데, 소스의 원료는 야채류에 여러 종류의 양념과 가열처리 하여 혼합한 것과 여기에 각종 육류, 뼈 및 부산물을 이용하여 사람들의 기호에 맞도록 조미료, 식용 착색료(카라멜), 향신료 등을 일정량 첨가하여 다양한 맛과 향을 내는 것으로 알려져 있다.

서양 사람들은 육식을 주식으로 하여 왔기 때문에 다양한 방식으로 익혀진 육류에 적당한 소스를 곁들이는 식문화를 가지고 있다<sup>(10,11)</sup>. 이에 따라 각종 육류에 어울리는 다양한 맛과 향을 가지는 소스를 즐겨 사용하였으나, 우리나라 사람들은 곡류를 주식으로 하기 때문에 입맛에 맞는 육류 요리법 또는 다양한 소스를 개발하는데 어려움이 있었다. 최근에는

\*Corresponding author : Yong-Bum Cho, Food Service Management, Paichai University 439-6 Doma 2dong, Seogu, Daejeon 302-735, Korea  
Tel: 82-42-520-5588  
Fax: 82-42-520-5440  
E-mail: ybcho@mail.pcu.ac.kr

우리나라도 육류 섭취가 증가하는 경향을 보이고 있으나, 상기와 같은 배경에 의해 서구식 소스가 주종을 이루는 현실에서 한국인의 입맛에 맞는 것을 찾기란 어려운 일이다. 따라서, 본 연구에서는 한국인의 입맛에 맞는 소스를 개발하기 위한 방안의 하나로 김치를 이용한 소스를 만들고 이들의 휘발성 향기 성분을 분석하여 스테이크용 소스로서의 가능성을 검토하였다.

**재료 및 방법**

**재료**

페스트(오뚜기식품, 한국), 케첩(오뚜기식품, 한국), 우스타 소스(오뚜기식품, 한국), 설탕(삼양사, 한국), 휘핑크림(순도 99%, 매일유업, 한국), 청주(경주법주, 한국), 핫소스(에비아 식품, 한국), A.I.스테이크 소스(Nabisco Foods, Inc., 한국), 겨자(Morehouse Mustard Food, USA), 후추(순도 100%, 오토식품, 한국), 오레가노(은진불산, 한국), 다시다(제일제당, 한국), 밀가루(대한제분, 한국), 버터(서울우유, 한국), 소금 등은 일괄 구입하여 냉장 또는 실온에서 보관하면서 루(roux)를 만드는 데 사용하였다. 쇠고기, 홍고추, 생강 등은 실험 당일 시장에서 구입하여 사용하였다.

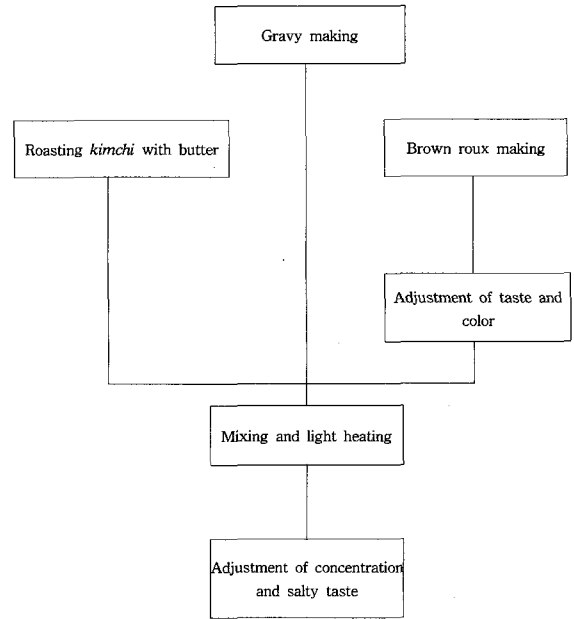
**김치제조**

배추를 잘 다듬어 가로 방향으로 4등분 한 다음 Park 등<sup>(7)</sup>의 제조방법에 따라 약 8%의 소금물에 넣어서 실온(약 25°C)에서 12시간 정도 절인 다음 구연산 용액에 2번 씻고 1시간 탈수하였다. 탈수가 끝난 다음의 소금의 농도는 약 1.8%였고, 절여진 배추는 크기를 4×4 cm 정도로 썰어 양념의 비율은 절임배추 100 g에 대하여 고춧가루 3g, 마늘 2g, 파 1.5g, 생강 0.5g을 첨가하였다. 이렇게 만든 김치의 소금 농도는 약 3%가 유지되도록 하였으며, 김치는 직경이 9 cm 이고 높이가 8 cm인 원통형의 Pet용기에 300 g씩 담아서 10°C에서 숙성하면서 분석용 시료로 사용하였고 이 기준에 따른 일정량의 김치를 동결 건조기에 넣어 수분을 제거하고 분말화 하여 김치소스를 만드는 시료로 사용하였다.

**숙성기간 중 김치의 pH 및 산도변화**

김치는 Park 등<sup>(7)</sup>의 방법으로 만든 다음 incubator(B.O.D HB-103, Korea)에 10°C로 저장하여 숙성기간 중 2일과 10일 15일 25일에 김치를 일부 채취하여 pH와 총산을 측정하여 그중 15일 전후의 pH 4.0~4.7, 산도 0.5~0.8% 사이인 김치를 동결 건조하여 분쇄기에 곱게 분말화하여 소스를 만드는 데 사용하였다.

김치의 숙성 중 변화는 Table 1과 같다. 즉, 김치를 담아



**Fig. 1. Schematic diagram of a procedure for making kimchi steak sauce.**

일정한 온도로 저장하면서 숙성한지 15일 전후의 기간에 pH 및 총산, 젖산균수의 측정 결과를 바탕으로 김치의 발효나 맛에서 가장 잘 익은 적숙기로 판단되어 이때 김치를 incubator에서 꺼내 김치 소스를 제조하기 위해 동결건조기에 넣었다가 완전히 수분이 제거되어 건조 김치가 되면 분쇄하여 김치소스 제조에 사용하였다.

**김치소스의 제조**

김치 소스를 제조하는 공정은 Fig. 1과 같다. 즉 쇠고기, 김치, 말린 홍고추, 마늘, 생강 등을 넣고 끓인 육수에, 밀가루와 버터를 볶아 만든 루(roux)를 섞고 끓인 다음, 김치를 버터에 볶아 혼합하여 끓임으로써 김치를 혼합한 소스를 제조하였다. 재료의 혼합 비율은 버터 200 g과 밀가루 200 g을 혼합하여 갈색이 나도록 볶은 후 사용하고, 김치는 저장기간이 2주가 지난 pH 4.0~4.7, 산도 0.5~0.8% 사이의 김치를 사용하였으며, 동결김치분말은 총재료의 20%가 되도록 첨가하였고, 케첩 5~6%, 당분 3~5% 및 핫소스, 후추, 오레가노, 다시다, 마늘, 마른 고추, 무, 소금 등의 양념성분을 포함하는 육수 45~50%를 첨가하여 소스의 농도를 흐르는 정도에 따라 육수로 조절하였다.

**Likens-Nickerson 장치를 이용한 휘발성 향기 성분의 추출**

본 연구에는 휘발성 향기 성분의 추출 시 일반적으로 널

**Table 1. Changes of quality characteristics of kimchi during fermentation at 10°C**

Quality characteristics	Fermentation time(days)			
	2	10	15	25
pH	5.29	4.35	4.23	3.97
Acidity	0.36	0.65	0.68	1.20
Total microbial count (CFU/mL)	1.7×10 <sup>6</sup>	5.0×10 <sup>8</sup>	5.5×10 <sup>8</sup>	1.8×10 <sup>8</sup>
Lactic acid bacteria (CFU/mL)	6.0×10 <sup>4</sup>	2.9×10 <sup>8</sup>	3.0×10 <sup>8</sup>	1.0×10 <sup>8</sup>

리 사용되는 Likens-Nickerson 장치(Simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus, SDE, Kontes Co., USA)를 사용하였다<sup>(12)</sup>. 김치소스 200 g과 증류수 200 mL를 혼합하여 시료용 둥근 플라스크(1,000 mL)에 넣고 heating mantle에서 130°C로 가열하였다. 그리고 용매용 둥근 플라스크(100 mL)에는 ethyl ether를 50 mL 넣고 약 50°C의 온도를 유지했다. 3시간동안 추출을 지속한 후 ethyl ether가 든 둥근 플라스크를 분리하여 질소가스를 불어넣어 농축시켰다. 무수황산나트륨을 첨가하여 수분을 제거한 후, 1 µL를 가스 크로마토그래피에 주입하였다.

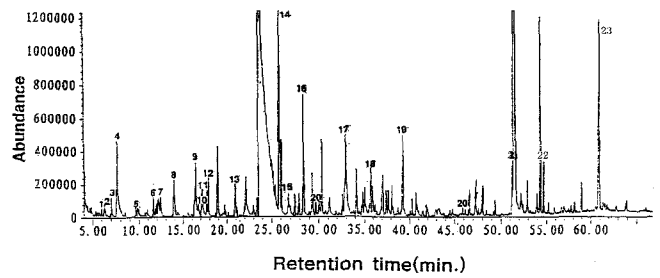


Fig. 2. Total ion chromatograms of volatile compounds extracted from kimchi sauce.

**GC-FID/MSD에 의한 분석**

시료 농축액은 가스 크로마토그래피(HP-5890 plus, Hewlett Packard Co., USA)와 Mass selective detector (MSD, HP-5972, USA)에 의해 분리·동정하였다<sup>(13)</sup>. 가스 크로마토그래피 oven의 온도 조건은 초기 온도 30°C에서 5분간 머무른 다음 3°C/min의 속도로 증가시키다가 200°C에서 5분간 머무르도록 하였다. Column은 HP-FFAP(25 m×0.2 mm i.d.×0.33 µm film thickness)를 사용하였다. 휘발성 향기 성분의 동정은 mass selective detector를 사용하였고 NBS75K.L (NIST/EPA/MSDC, USA)의 mass 기준 자료와 비교 분석한 결과와 RI(retention index)를 비교하여 각각의 휘발성 향기 성분을 동정하였다. MSD의 작동 조건은 ion source 온도가 280°C, ionization voltage는 70 eV, mass scan의 범위(mass/charge)는 30~300 a.m.u이며, scanning rate는 1.0 scan/sec, electron multiplier voltage는 1670 V였다.

**Aroma extract dilution analysis(AEDA)에 의한 sniffing test**

Likens-Nickerson 장치를 이용해 추출한 휘발성 향기 성분 농축액을 injector에 1 µL를 주입시켜 연결된 sniffing port를 통하여 5명의 잘 훈련된 패널원이 시험을 실시하여 휘발성 향기성분을 분석하였다. 시료의 휘발성 향기 성분을 3, 9, 27 순으로 단계적으로 3배씩 희석(flavor dilution, FD)하여 각 단계의 휘발성 성분을 GC/olfactometry(GC/O)법으로 분석하여 냄새가 나지 않을 때까지 시험을 반복 실시하여, 냄새 profile로 지배적인 휘발성 향기 성분을 구명하였다.

**결과 및 고찰**

**김치소스의 휘발성 향기 성분 조성**

SDE 장치를 이용해 얻은 농축액을 HP-FFAP을 이용하여 분석하고 GC-MSD를 통해 분리 동정하였다. 그 결과 얻은 total ion chromatogram은 Fig. 2에, 동정된 휘발성 성분은 Table 2과 같이 분석 결과로 23종의 성분이 분리·동정되었다. 분리된 휘발성 성분 중에서 aldehydes가 5종로 가장 많았고, alcohols 4종, acids가 4종, 함황화합물이 3종, ketone 1종, 그 외에 기타 화합물이 6종 등으로 나타났다. 이들 분리·동정된 성분들 중 함량이 높은 순으로 열거해 보면, eugenol 성분이 가장 많았고, 다음은 dodecanoic acid, 2,4-decadienal, acetic acid, methyl 2-propenyldisulfide, hexanal, 2-pentylfuran 등의 순이었다. 전체적으로 aldehydes류에서는 2,4-decadienal의 농

도가 높게 나타났고, alcohols류에서는 eugenol이, sulfide류는 methyl-2-propenyl disulfide의 농도가 높은 것으로 나타났다.

그러나 분리된 성분의 비율은 alcohol류가 43.88%로 가장 많이 차지하는 것으로 나타났다. 특히, 그 중에서 eugenol 성분이 39.40%로 가장 높은 것으로 나타났다. Eugenol은 clover라는 향신료에서 유래된 것으로 생각되며 그 향은 박하향처럼 화하면서 매콤하고 얼얼한 자극을 주는 것으로 알려져 있다. 김치 육수를 끓일 때 육류의 비린내를 제거하기 위한 향신료로서 첨가되었으며, 김치소스를 완성하여 분석한 결과에서 eugenol의 향기성분이 비교적 강하게 나타났다. Ketone류는 12.12%를 차지하였으며, aldehyde류가 5.56%를 차지하는 것으로 나타났고, acid류는 8.9%를 차지하였고, sulfide류는 2.43%였다.

**GC/O를 이용한 마늘 냄새와 강도를 알기 위한 김치소스의 후각적 휘발성 향기 성분 검사**

김치소스의 휘발성 향기 성분을 알기 위해서 SDE 추출한 시료를 GC/O로 분석하여 Fig. 3과 Table 3에 나타내었다. 김치소스의 휘발성 향기 성분의 강도를 알기 위해 단계별로 희석(flavor dilution, FD)하여 가면서 GC/O법으로 5명의 panel test를 실시한 결과를 나타낸 것이다.

Fig. 3에 나타난 것처럼 김치소스는 RI 값 700에서부터 2000까지 크고 작은 peak들이 약 40여 개로 나타났다. TIC (total ion chromatogram, Fig. 2)에 나타난 peak들을 보면 60여 개가 분리되었고, 그중 동정된 25개의 성분 중 높은 피크를 나타낸 것들이 있었으나 olfactory sniffing test에서는 낮거나 나타나지 않는 경우도 있었다. 또한 FD factor에서는 3배씩 희석하여 최고 6회까지 나타난 peak는 2개였고, 5회까지 나타난 peak는 4개였는데 그 중 RI 값 1032에서는 vinous향이 강하게 나타났다. 그리고 3배를 희석하여 4회까지 나타난 peak는 5개였으며, 3회까지 나타난 peak는 13개로 나타나 FD factor를 통하여 보면 가장 많이 나타났다. Table 2에서 보듯이 RI 값 1040에서는 camphor, 1058에서는 onion, 1074에서는 cut grass, 1120에서는 geranium, 1162에서는 위스키향을 내어 향긋한 와인 냄새를 맡을 수 있었다. 1279에서는 soapy향이, 1295에서는 buttery, 1357에서는 garlic의 향을 내는 것으로 보여진다. 1491에서는 nutty의 고소한 향이 났으며, 1518에서는 almond의 고소한 향이 나타났다. 1561에서는 좋지 않은 화학적 냄새가 났으며, 1809에서는 튀김냄새가 났고, 2000에서는 alkane(메탄계 탄화수소)냄새로

Table 2. Identified volatile compounds extracted from kimchi sauce with polar column

Peak No. <sup>1)</sup>	Compounds	RI <sup>2)</sup>	Area <sup>3)</sup>	Area%	FD factor <sup>4)</sup>	Odor description <sup>5)</sup>
1	2-Butenal	1032	2.23	0.13	243(3 <sup>5</sup> )	vinous
2	Camphene	1040	2.62	0.15	3(3 <sup>1</sup> )	camphor
3	Dimethyl disulfide	1058	4.04	0.24	27(3 <sup>3</sup> )	onion
4	Hexanal	1074	25.84	1.51	.*	cut grass <sup>R)</sup>
5	p-Xylene	1120	2.23	0.13	3(31)	geranium
6	2-methyl-1-butanol	1162	6.46	0.38	.*	whiskey <sup>R)</sup>
7	Cineole	1180	7.85	0.46	.*	peppermint <sup>R)</sup>
8	2-Pentylfuran	1214	20.27	1.18	81(3 <sup>4</sup> )	sweet fruity <sup>R)</sup>
9	Methyl-2-propenyl disulfide	1265	25.98	1.52	81(3 <sup>4</sup> )	garlic
10	Octanal	1279	8.26	0.48	3(3 <sup>1</sup> )	soapy
11	3-Hydroxy-2-butanone	1295	12.9	0.75	.*	buttery <sup>R)</sup>
12	Dimethyl trisulfide	1357	11.48	0.67	3(3 <sup>1</sup> )	garlic
13	Acetic acid	1416	29.16	1.70	27(3 <sup>3</sup> )	sour
14	(E,E)-2,4-Heptadienal	1491	7.97	0.47	3(3 <sup>1</sup> )	nutty
15	Benzaldehyde	1518	7.69	0.45	3(3 <sup>1</sup> )	almond
16	1-Octanol	1561	4.85	0.28	3(3 <sup>1</sup> )	chemical
17	2-Furanmethanol	1668	11.87	0.69	81(3 <sup>4</sup> )	freshy
18	(E,E)-2,4-Decadienal	1809	30.82	1.80	9(3 <sup>2</sup> )	fried
19	Eicosane	2000	2.38	0.14	27(3 <sup>3</sup> )	alkane
20	Octanoic acid	2057	8.06	0.47	.*	sweet <sup>R)</sup>
21	Eugenol	2122	673.99	39.40	.*	clover <sup>R)</sup>
22	Decanoic acid	2251	14.53	0.85	.*	rancid <sup>R)</sup>
23	Dodecanoic acid	2432	83.94	4.91	.*	waxy <sup>R)</sup>

<sup>1)</sup>Peak numbers in this table correspond to the numbers in Fig. 2(A).

<sup>2)</sup>RI means Kovats' retention index.

<sup>3)</sup>Unit is peak area X10<sup>6</sup>.

<sup>4)</sup>In AEDA, a flavor dilution factor was done by diluting the previous solution with three time dilution factor.

<sup>5)</sup>Aroma characteristics were described by 5 penelists during GC/O analysis.

\*Not detected.

<sup>R)</sup>Reference description.

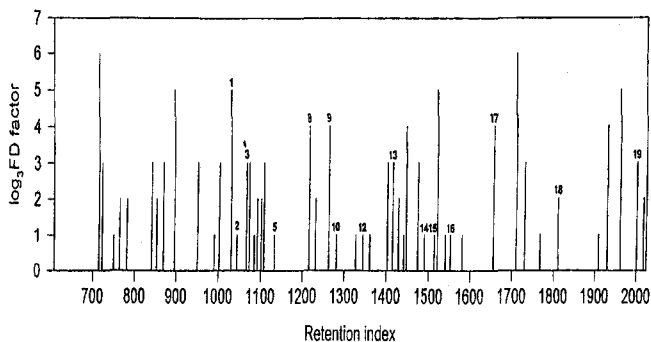


Fig. 3. Flavor dilution chromatograms of volatiles compounds separated from kimchi sauce.

좋지 않았다. 또한 RI 값 2000이 넘었지만 대체로 고소한 향이 몇 개 나타났는데, 2057에서는 sweet한 향으로 달콤한 캔디향이 났고, 2122에서는 clover향이 나는 것으로 보아 eugenol화합물인 것으로 확인되었다. 2251에서는 새콤한 rancid향이, 2432에서는 waxy향이 나타났다. Fig. 2에서는 hexanal과 eucalyptol peak가 높게 나타났으나 Fig. 3의 sniffing test에서는 나타나지 않았다. 또한 2-pentylfuran과 methyl-2-propenyl disulfide의 peak는 낮았으나 FDC(flavor dilution chromatogram, Fig. 3)에서는 4회를 희석해도 강한 역치를 보였

다. Fig. 2에서 약하게 나타난 peak들이 olfactory는 강한 향기성분을 나타내는 경우도 있었고, 높게 나타난 peak의 경우라도 희석하여 olfactory에서 향기성분이 낮게 나타나는 것도 있었다.

Cha 등<sup>(2)</sup>과 Choi 등<sup>(4)</sup>은 aldehydes는 대체적으로 sweet candy의 향이 강하고, acids는 새콤하고 병원소독냄새가 나는 것으로 표현했고, sulfides는 시큼한 김치 냄새와 마늘 냄새 및 양배추를 삶은 향기성분이 지배적 영향을 미치는 것으로 나타냈고, pentene과 octene은 mushroom과 earthy의 좋지 않은 냄새로 분류하고 있었다.

## 요 약

김치를 이용한 고기 스테이크 소스를 동시 증류·추출법을 이용해 얻은 휘발성 성분을 분석한 결과 23종의 성분이 분리·동정되었다. 분리동정된 화합물들 중에서 aldehydes가 5종로 가장 많았고, alcohols 4종, acids가 4종, 합환화합물이 3종, ketone 1종 그외 기타화합물 6종으로 나타났다. 분리·동정된 성분들 중 eugenol 성분이 39.40%로 가장 많았고, 다음은 dodecanoic acid 4.91%, acetic acid 1.70%, methyl 2-propenyl disulfide 1.52%, hexanal 1.51%, 2-pentylfuran 1.18%를 차지하는 것으로 나타났다.

김치의 휘발성 성분 중 김치의 휘발성 향기 성분에는 diallyl disulfide, dimethyl trisulfide 등의 sulfide류와 acetic acid, decanoic acid, dodecanoic acid 등의 acid류가 영향을 많이 미치는 것으로 나타났다.

시료를 3배씩 희석하여 실시한 olfactory 검사에서는 RI 값 1030에서 1357까지는 대체적으로 달콤한 사탕의 향기가 강하게 나타났고, RI 1561에서는 좋지 않은 냄새가 나타났으며, RI 2000에서는 alkane향이 GC/O에서 강한 시큼한 김치 냄새가 나타났다. RI 2057에서는 sweet한 냄새가 났었고, RI 2122에서는 clover향이 나타나 eugenol 화합물로 확인되었다. RI 2251에는 rancid 향이 강하게 나타났다. 따라서 김치를 주 재료로 한 스테이크용 소스는 김치를 담근지 2주 정도가 경과된 pH 4.0~4.7, 총산도 0.5~0.8% 김치를 이용하여 소스로 만들었을 경우에 휘발성 성분의 품질에 영향을 미치며, 이를 이용하여 상품화한다면 우리나라 전통식품을 이용한 수출용 산업대체 식품으로 더욱 더 폭넓게 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 교육부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비의 일부로 수행되었으며, 지원에 감사 드립니다.

### 문헌

1. Acree, T.E. and Teranishi, R. Bioassays for flavor. pp. 8-18. In: flavor science sensible principles and techniques. Acree, T.E. (ed)., American Chemical Society, Washington, DC, USA (1993)
2. Cha, Y.J., Kim, H. and Cadwallader, K.R. Aroma-active compounds in *kimchi* during fermentation. J. Agric. Food Chem. 46: 1944-1953 (1988)

3. Kwon, H.S. Change in physicochemical properties and microorganisms during the Storage of *kimchi*-stew's sauce. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 107-112 (1999)
4. Choi, S.Y., Lee, M.K., Choi, K.S., Koo, Y.J. and Park, W.S. Changes of fermentation characteristics and sensory evaluation of *kimchi* on different storage temperatures. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 644-649 (1998)
5. Grosch, W. Detection of potent odorants in food extract dilution analysis. Trends in Food Sci. Technol. 4: 68-73 (1993)
6. Hawer, W.D., Ha, J.H. and Seok, H.M. Changes in the taste and flavour compounds of *kimchi* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 511-517 (1988)
7. Park, W.P. and Kim, J.W. The effect of spices on the *Kimchi* fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 235-241 (1991)
8. Hawer, W.D., Ha, J.H., Seog, H.M., Nam, Y.J. and Shin, D.W. Changes in the taste and flavor compounds of *kimchi* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 511-517 (1988)
9. Kim, S.D., Hawer, W.D. and Jang, M.S. Effect of fermentation temperature on free sugar, organic acids and volatiles of *kakdugi*. J. Korean Soc. Sci. Nutr. 27: 16-23 (1998)
10. Shahidi, F. Flavor of cooked meats. pp. 188-201. In: Thermal Generation of Aroma. Parliment, T.H., Mcrorrine, R.J. and Ho, C.T. (eds.) ACS symposium series 409, Washington, DC, USA (1989)
11. Armero, E., Baselga, M., M-Concepcion, A. and Toldra. Effects of sire type and sex on pork muscle exopeptidase activity, natural dipeptides and free amino acids. J. Sci. Food Agric. 79: 1280-1284 (1999)
12. Lee, M.J., Lee, Y.B. Kwon, H.S. and Yoon, J. Isolation and identification of volatile compounds extracted from twigs of *Pinus densiflora* with Likens-Nickerson apparatus. J. Korean Soc. Food Nutr. 27: 568-573 (1998)
13. Cho, J.E., Lee, M.J., Lee, Y.B. and Yoon, J. Comparisons of volatile compounds of *Pinus densiflora* on kinds of extraction solvent and parts of pinus. J. Korean Soc. Food Nutr. 28: 973-979 (1999)

(2001년 9월 19일 접수)