

## 마른명태 식해의 향기성분과 기능성

최 청\* · 구태호\* · 張云彬\* · 최희진\* · 우희섭\*\* · 손규목\*\*\*

영남대학교 생물산업공학부\*, 동주대학 제과대코레이션과\*\*, 창원전문대학 식품과학계열\*\*\*  
(2002년 7월 5일 접수)

### Functional and Volatile Flavor Components in Myungtae(*Alaska pollack*) *sikhae*

CHeong Choi\*, Tae-Ho Koo\*, Yunbin Zhang\*, Hee-Jin Choi\*,

Hi-Seoh Woo\*\*, and Gyu-Mok Son\*\*\*

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University\*

School of Food Science, Dongju College\*\*

Division of Food Science, Changwon Junior College\*\*\*

(Received July 5, 2002)

### Abstract

The volatile compounds of Myungtae (*Alaska pollack*) *sikhae* obtained by simultaneous steam distillation and extraction(SDE) apparatus were separated by gas chromatography(GC) and gas chromatography mass spectrometry(GC/MS). The totals of 155 volatile flavor components was identified in traditional Kyungsangdo Myungtae (*Alaska pollack*) *sikhae*, respectively.  $\alpha$ -Zingihirene(11.03%) (E)-di-2-propenyl disulfide(7.95%)  $\beta$ -cironello(6.02%), methyl allyl disulfide(3.58%), cryptone(3.39%), camphene(3.23%), pentanol(3.21%), penadecanal(2.66%) and  $\beta$ -phellandrene(2.06%) were contained as the main compounds of Myungtae *sikhae*. The fraction obtained from *sikhae* were tested for electron donating ability, angiotensin converting enzyme and xanthine oxidase inhibitory activity. There was no electron donating abilities(SC<sub>50</sub>) of hexane and water fraction. On the other hand, the abilities of ethylacetate fraction and butanol fraction showed 310.64  $\mu$ g/mL, 1096.49  $\mu$ g/mL, respectively. Angiotensin converting enzyme inhibitory activities(IC<sub>50</sub>) of ethylacetate fraction and butanol fraction were 1.623 mg/mL, 1.303 mg/mL, respectively. Xanthine oxidase inhibitory activities(IC<sub>50</sub>) of ethylacetate fraction and butanol fraction were 3.591 mg/mL, 2.083 mg/mL, respectively.

**Key Words :** Myungtae (*Alaska pollack*) *sikhae*, Korean traditional food, volatile flavor components, phytochemical

### I. 서론

마른명태 식해<sup>1)</sup>는 일종의 젓갈류로써 일반 젓갈류와 특이하게 다른 점은 마른명태에 조 또는 뽕쌀밥, 무채, 엿기름, 고춧가루, 마늘 및 일정량의 소금을 넣어

일정 기간 동안 숙성시켜 자체 발효에 의한 자가소화와 숙성 중 미생물의 발효작용에서 독특한 정미성분을 나타내는 것이 특징이다<sup>1)</sup>. 이 때 첨가되는 곡류를 이용하여 젓산균이 성장하여 생성되는 산에 의해 pH가

급격히 저하되어 부패균의 성장을 억제하여 자가소화 효소 및 미생물 유래의 단백질 분해 효소에 의해 분해되어 식해의 독특한 풍미와 조직감을 가지게 된다고 알려져 왔다. 경상도 마른명태 식해에 관하여서는 아시아 속의 한국어장 문화에 관한 연구<sup>2)</sup>와 문헌에 기록된 식해의 분석적 고찰의 식품사 측면에서 향토음식의 식해의 종류 등에 관한 보고가 있을 뿐이다<sup>3-5)</sup>. 한국의 전통식해에 관한 연구에서는 함경도지방의 가자미식해<sup>6-8)</sup>, 강릉지방의 오징어식해<sup>9,10)</sup>와 명태식해 등<sup>11-13)</sup>이 있으나 대부분 발효과정중 미생물, 화학적 변화 및 단백질 분해효소에 관하여 보고된 바 있다.

식해의 향기성분으로는 경상도 마른오징어 식해의 향기성분 및 기능성<sup>14)</sup>에 관한 연구는 보고되었지만 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 마른명태 식해의 전통적인 제조방법을 계승하고 고정하고자 그 기호도에서 중요한 향기성분을 분리 동정하고 몇 가지 기능성을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 전통 마른명태 식해 제조

경상도 동해연안의 포항 및 감포, 청도를 포함한 3개소를 문화재 관리국의 도움으로 2000년 2월부터 5월까지 각 가정을 방문하고 현지에서 직접 참여하여 관능 검사를 한 결과 제일 우수한 점수를 얻은 감포지역에서 생산된 마른명태 식해(이하 식해)를 제조한 것을 공시 자료로 하였다<sup>14)</sup>.

이때 사용된 식해 재료는 대구 수성구 농협 공판장에서 멧쌀, 고춧가루, 생강, 무, 소금 및 엿기름을 구매하여 식해를 제조하였다. 식해를 만드는데 사용되는 재료의 함량은 마른명태 200g, 멧쌀밥 230g, 고춧가루 92g, 무 1.6kg, 엿기름가루 65g, 생강 100g 및 소금 20g이었다. 식해의 제조 공정은 상피를 제거한 찢은 마른명태 2cm, 간격으로 썬 무채와 멧쌀밥을 넣어 혼합하면서 고춧가루, 마늘, 생강과 함께 혼합 하면서 소금을 가하였다. 혼합된 식해 재료에 체에 내린 엿기름가루를 뿌려 혼합한 후 20°C에서 14일 가량 숙성시켜 식해를 제조하였다.

### 2. 휘발성 향기성분의 추출 및 분석

휘발성 향기성분의 추출은 시료 각 200g과 증류수 1L를 혼합하여 Waring blender로 분쇄하여 2L의 둥근 플라스크에 옮겨 담았다. pH meter를 이용하여 pH를

측정하였으며, pH의 보정을 위해 1% NaOH 수용액을 첨가하여 약 pH 6.5로 조정하여 이를 휘발성 향기성분 추출용 시료로 사용하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 연속증류증류추출장치<sup>15)</sup>를 상압에서 2시간 동안 추출하였다. 이때 휘발성 향기성분의 추출용매는 재증류한 n-pentane과 diethylether 혼합용매(1:1, v/v) 200mL를 사용하였으며 냉각수의 온도는 4°C로 유지하였다. 추출 후 추출용매에 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하여 4°C에서 하룻밤 동안 방치하여 수분을 제거하였다. 정량분석을 위한 n-butylbenzene 1μL를 내부표준물질로서 시료에 첨가하였다. 향기성분의 유기용매 분획분은 Vigreux column을 사용하여 약 2mL까지 농축하고 GC용 vial에 옮긴 후 질소가스 기류하에서 약 0.2mL까지 농축하여 GC와 GC/MS의 분석 시료로 하였다. 본 연구에 사용된 모든 표준시약은 미국 Sigma사에서 구입하였으며, 추출 및 chromatography에 사용한 유기용매는 wire spiral packed double distilling 장치로 재증류한 것을 사용하였다. 또한 물은 순수재증류장치(Millipore Milford, USA)에서 얻은 Milli Q water를 사용하였다. 유기용매의 탈수에 사용된 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>는 105°C의 건조기에서 미리 4시간 동안 건조시켰다.

### 3. 머무름 지수(retention index)의 수립

머무름 지표를 구하기 위하여 탄소수 7개부터 30개까지의 n-alkane 표준물질을 구입하여 각각 10μL씩 재증류된 10μL의 n-hexane에 희석하였으며, C7~C17(mixture I), C13~C22(mixture II), C23~C30(mixture III) 세등분의 혼합액으로 조제하였다. 조제된 혼합액 1μL를 Hewlett-Packard 5890 II Plus로 분석하였다. Column은 DB-WAX(J&W, 60 m×0.25 mm i.d., 0.25 μL film thickness)을 사용하였으며, detector 및 injector의 온도는 300°C와 250°C로 하였다. 분석에 이용한 온도 조건은 40°C에서 3분간 유지한 다음 2°C/min의 속도로 150°C까지 다시 4°C/min의 속도로 220°C까지 상승시켰다. Detector는 FID를 사용하였고, carrier gas는 helium을 1.0 μL/min 유속으로 하였다. 시료의 양은 1 μL를 주입하여 split ratio는 1:20으로 설정하였다. GC chromatogram에서 확인된 n-alkane 표준물질의 머무름 시간(retention time, RT)을 Chromopak 6A integrator에 basic program을 작성하여 입력하였다.

### 4. 휘발성 향기성분의 gas chromatography/mass spectrometry(GC/MS)에 의한 확인

질량분석에 사용한 GC/MS 분석기기는 Shimadzu

GC/MS QP-5000을 사용하였으며 시료의 이온화는 electron impact ionization(EI)방법으로 행하였다. GC/MS 분석조건은 <Table 1>에서 보는 바와 같이 ionization voltage를 70eV로 하였고, ion source temperature는 230°C로 하였다. 또한 분석할 분자량의 범위(m/z)는 41~450으로 설정하였고 다른 분석조건들은 GC의 분석조건과 동일한 조건으로 분석하였다. Total ionization chromatogram(TIC)에 분리된 각 peak의 성분분석은 mass spectrum library(WILEY 139, NIST 62와 NIST<sup>12</sup>)와 mass spectral data book<sup>16,17</sup>의 spectrum과의 일치 및 GC-FID의 분석에 의한 retention index<sup>18</sup>와 문헌상의 retention index<sup>18-21</sup>와의 일치 및 표준물질의 분석 data를 비교하여 확인하였다.

5. 휘발성 향기성분의 정량

정량을 위하여 시료 200g에 내부표준물질로 첨가된 n-buthylbenzene과 각각 동정된 향기성분의 peak area%를 이용하여 시료 1kg에 함유된 휘발성 향기성분을 상대적으로 정량하였다.

6. 식해의 기능성

1) 시료전처리

본 시료를 70% 메탄올로 추출하여 수용성인 물질만 모은 후 hexane, ethyl acetate, butanol 및 물을 사용하여 순차적으로 추출하여 각각 분획층을 50°C에서 감압

농축하여 냉동고에 보관하면서 실험시 일정농도로 녹인 후 실험을 실시하였다.

2) 전자공여능(DPPH) 측정

본 시료를 70% 메탄올로 추출하여 수용성인 물질만 모은 후 hexane, ethyl acetate, butanol, 물 등을 사용하여 순차적으로 추출하여 각각 분획층을 50°C에서 감압 농축하여 냉동고에 보관하면서 실험시 일정농도로 녹인 후 실험을 실시하였다. 각 추출물의 전자공여작용은 Blois<sup>22</sup>의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 1mL에 2×10<sup>-4</sup>M α, α'-diphenyl-β-picryl-hydrazyl (DPPH) 1mL를 넣고 교반한 후 30분 동안 방치한 다음 517nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{전자 공여능} = \left(100 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

3) Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해 활성 측정

ACE 저해효과 측정은 Cushnam과 Ondetti<sup>23</sup>의 방법에 따라 실험하였다. 즉, 반응구는 0.3M NaCl을 함유하는 0.1M potassium phosphate buffer(pH 8.3)에 기질(Hippuryl-L-histidyl-L-leucine : HHL) 2.5mL, ACE 0.1mL와 메탄올추출한 식해 0.1mL를 혼합하며, 대조구는 메탄올 추출한 식해 대신 증류수 0.1mL를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시키고 1N-HCl 0.35mL 첨가로 반응을 중지시킨 뒤 3mL의 ethylacetate를 첨가하였다. ethylacetate 층으로부터 용매를 증류시킨 잔사에

<Table 1> Conditions of GC/MC analysis for volatile flavour components

Instrument	GC	GC/MS
Model	Hewlett-Packard II Plus	Shimadzu GC/MS QP-5000
Column	DB-WAX(J&W, 60m × 0.25mm i.d., μm film thickness)	DB-WAX(J&W, 60m × 0.25μm i.d., mm film thickness)
Detector	FID	FID
Carrier gas	Helium(1.0 mL/min)	Helium(1.0 mL/min)
Temp. program	40°C(3min)-2°C/min-150°C-4°C/min-220°C	40°C(3min)-2°C/min-150°C-4°C/min-220°C
Detector temp.	300°C	-
Injector temp.	250°C	250°C
Split ratio	1 : 20	1 : 20
Ionization	-	Electron impact Ionization(EI)
Ionization voltage	-	70 eV
Cathod strom	-	0.8 mA
Mass range(m/z)	-	41 ~ 450
Injection volume	1 μL	1 μL
Retention time(min)		

2mL의 증류수를 첨가하여 추출된 hippuric acid를 흡광도 280nm에서 측정한 후 다음 식에 따라 저해율(%)을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = 1 - \frac{\text{반응구의 hippuric acid 생성량}}{\text{대조구의 hippuric acid 생성량}} \times 100$$

4) Xanthine oxidase 저해

Xanthine oxidase 활성 저해 측정은 Strip와 Corte<sup>24)</sup>의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 반응구는 0.1M potassium phosphate buffer(pH 7.5)에 xanthine 2mM을 녹인 기질액 0.4mL에 xanthine oxidase(0.2unit/mL) 0.2mL와 시료액 0.2mL를 가하고 대조구에는 시료액 대신 증류수를 0.2mL 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시키고 20% trichloroacetic acid(TCA) 1mL를 가하여 반응을 종료시키고 원심분리하여 단백질을 제거한 후 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292nm에서 측정하여, 다음 식으로 저해율(%)을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = 1 - \frac{\text{반응구의 uric acid 생성량}}{\text{대조구의 uric acid 생성량}} \times 100$$

III. 결과 및 고찰

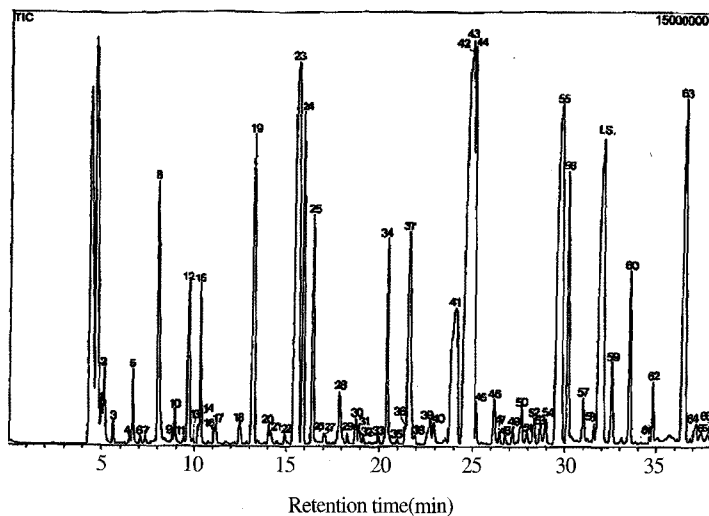
1. 향기성분 분리

식해의 향기성분을 Nickerson과 Likens<sup>15)</sup>의 개량형의

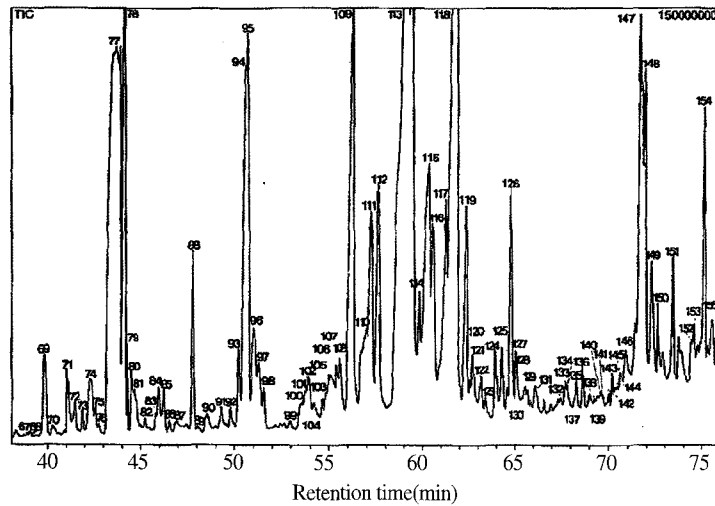
연속 수증기유출장치로 포집하여 측정한 gas chromatogram은 (Fig. 1과 2)와 같고 GS/MS에 의해 향기성분을 동정한 결과는 (Table 2)와 같다. 식해의 숙성과정 중 7일째 분리동정한 향기성분을 관능기별로 살펴보면 camphene, β-elemene등을 포함하는 hydrocarboney류 82종, 2-methyl 2-butanal, pentanal을 포함하는 알데히드류 20종, propanol, 2-propen-1-ol, 2-nonanol 등을 포함하는 알콜류 31종, 2-propanone, 2-nonanone을 포함하는 케톤류 13종, ethyl acetate 및 3-buthyl isothiocyanate 등을 포함한 에스테르류 9종 등 총 155종을 동정하였다.

마른명태 식해에서 동정된 물질 중에서 α-zingibirene 이(11.03%)으로 전체 상대농도에서 가장 높았으며(E)-di-2-propenyl disulfide(7.95%), β-cironello(6.02%), methyl allyl disulfide(3.58%), cryptone(3.39%), camphene (3.23%), pentanol(3.21%), penadecanal(2.66%) and β-phellandrene(2.06%)의 함량 순으로 동정되어 이러한 8 종류의 성분들이 식해의 주요성분으로 나타났다. 마른명태 식해의 향기성분은 예측한 바와 같이 첨가된 향신료에 의하여 생성된 생강의 α-zingibirene, camphene 과 고춧가루에 의한(E)-di-2-propenyl-disulfide, methyl allyl disulfide의 함량이 높았다. Choi 등<sup>14)</sup>이 보고한 전통 마른오징어 식해의 향기성분이 162종보다 향기성분의 수는 낮았다.

쌀에서 향기 성분이 발생되는 경로는 아미노산의 Strecker 분해와 지질의 자동 산화에 의해 short chain carbonyl 화합물과 산에 의해 향기가 생성되고 Yajima



<Fig. 1> Gas chromatogram of volatile compounds obtained from Myungtae(Alaska pollack) sikhae at 10 days. continued Retention time(min)



<Fig. 2> Gas chromatogram of volatile compounds obtained from Myungtae(*Alaska pollack*) *sikhae* at 10 days.

등<sup>25)</sup>은 밥의 중요 향기 성분으로 알려진 알데히드는 지질의 산화에 의해, 케톤은 지방산의  $\beta$ -oxidation에 의해 생성된다고 보고하였다. 알데히드류와 알콜류의 주 성분인 hexanal, hexanol과 같은  $C_6$ 화합물은 green note로 불포화 지방산의 전구체로부터 lipoxygenase에 의한 가수분해를 통해 생성된다고 알려져 있다<sup>25)</sup>. 천연물의 향기는 수십 또는 수백개의 휘발성 성분들이 복합적으로 작용하여 발현한다고 알려져 있으므로<sup>25)</sup> 역가가 낮은 알데히드류, 케톤류와 알콜류 등의 휘발성 성분들이 복합적으로 작용하여 차이를 나타낸다고 생각된다.

2. 전자공여능(DPPH) 측정

산화과정 중 생성하는 free radical은 근본적으로 자기방어 기구인 생체내 제거 기작에 의해 대부분 소멸되지만, 조직의 방어능을 초월한 free radical의 생성은 최근 성인병이라 불리는 류마티스성 관절염, 심장병, 파킨슨씨병, 순환기장애 뿐만 아니라 암 등과 같은 여러 질환의 원인이 되고 있다<sup>26)</sup>. 이러한 free radical의 소거능을 알아보기 위하여 식해의 메탄올 추출물을 용매 분획하여 얻은 각 분획물의 전자공여능을 측정할 결과 <Table 2>에서 보는 바와 같이 200 $\mu$ M DPPH radical을 50% 환원시키는데 필요한  $SC_{50}$  값이 핵산과 물층에서는 효과가 나타나지 않았으며, ethylacetate 층은 327.92 $\mu$ g/mL, butanol 층은 968.83 $\mu$ g/mL으로 나타나 ethylacetate 층에서 높은 free radical 소거능을 보였다. Yook 등<sup>27)</sup> 이가 보고한 고추의 매운맛 capsaicin이 생체내 실험에서 간 마이크로솜에서 지질의 과산화를 억

제한하는 결과를 미루어 보아 식해에서 메탄올 추출물의 항산화성을 갖는 이유 중의 하나는 고추의 capsaicin에 의한 것으로 생각된다.

3. ACE저해효과

식해의 각 분획별 ACE 저해효과를 실험한 결과로 <Table 3>에서 보는 바와 같다. 식해의 저해효과는 핵산과 물분획물에서는 전혀 효과를 보이지 않았으며 ethylacetate 층에서는  $IC_{50}$ 가 1.462 mg/mL, butanol 층에서는 1.207mg/mL의 저해효과를 나타내었다.

ACE 저해제는 일반 식품 중에 쌀단백질, 정어리의 근육단백질, 난백알부민, 탈지크림유 및 대두단백질 7S에 존재하는 것으로 알려져 있다<sup>28)</sup>. 따라서 angiotensin I, decapeptide로부터 강력한 혈압상승제 angiotensin II, octapeptide를 생성하는 ACE의 조절 기능에 대한 연구는 장기적인 혈압조절 내지는 혈압 강하작용을 도모하는데 마른명태 식해로부터 얻은 추출물들이 커다란 기여를 할 것으로 생각된다. 최근 성인병으로 많은 문제가 야기되고 있는 고혈압 치료 내지는 예방을 위하여 이 특정 효소의 작용 메카니즘에 관한 연구가 지대한 관심사로 되어 오고 있으며, 특히 이 효소 활성도를 억제하기 위한 효소 저해제의 개발에 많은 노력이 투입되고 있는 실정이다. 이렇듯 고혈압 현상과 직접 연관된 요인은 다양하고 복잡하나 그 중에서도 신장기능과 reninangiotensin계의 활성화에 의한 요인이 가장 중요시된다<sup>28)</sup>.

<Table 2> Identified volatile flavour compounds in Myungtae(*Alaska pollack*) *sikhae* fermentation and storage at 5 °C

Peak No.	RT	RI	Compound Name	MF	FW	Area(%)	mg/kg
2	5.169	705	Acetaldehyde	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	44	0.2	0.325
5	6.686	828	Ethyl formate	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	74	0.18	0.297
8	8.057	891	Ethyl acetate	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88	1.01	1.646
12	9.727	941	Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46	0.67	1.090
19	13.285	1020	a-Pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1.44	2.342
23	15.648	1064	Camphene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	3.23	5.266
24	15.961	1070	Dimethyl disulfide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	94	1.27	2.073
25	16.468	1078	Hexanal	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100	0.68	1.112
26	17.038	1087	2-Methyl-2-butenal	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O	84	0.02	0.033
34	20.467	1144	Diallyl sulfide	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S	114	0.75	1.219
37	21.646	1162	$\beta$ -Myrcene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1.24	2.027
41	24.050	1195	$\alpha$ -Limonene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1.56	2.530
42	24.792	1206	Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88	3.21	5.235
43	24.992	1209	$\beta$ -Phellandrene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	2.06	3.347
44	25.116	1211	1,8-Cineol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1.14	1.853
55	29.809	1280	Methyl allyl disulfide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	120	3.58	5.837
56	30.187	1285	(E)-1-Propenyl methyl desulfide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	120	1.01	1.640
59	32.533	1319	2-Heptanol	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O	116	0.28	0.462
60	33.552	1334	6-Methyl-5-hepten-2-one	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	126	0.62	1.006
62	34.826	1353	Hexanol	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	102	0.15	0.244
63	36.619	1378	Dimethyl trisulfide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	126	2.12	3.458
69	39.840	1427	Dipropyl disulfide	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> S <sub>2</sub>	150	0.46	0.743
71	41.029	1446	Acetic acid	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60	0.3	0.487
74	42.268	1466	(Z)-Di-2-propenyl disulfide	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub>	146	0.51	0.825
77	43.625	1487	(E)-Di-2-propenyl disulfide	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub>	146	7.95	12.953
78	44.175	1495	3-Ethyl-1,2-dithi-5-ene	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub>	146	2.28	3.717
88	47.775	1550	Linalool	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.76	1.231
94	50.617	1590	b-Elemene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	2.21	3.608
95	50.767	1592	Methyl 2-propenyl trisulfide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S <sub>3</sub>	152	1.54	2.508
96	51.064	1596	2-Undecanone	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	170	0.9	1.465
109	56.233	1681	Cryptone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	3.39	5.514
111	57.267	1697	$\beta$ -Himachalene	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1.47	2.388
112	57.623	1703	$\alpha$ -Terpineol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1.53	2.491
113	58.933	1729	Borneol	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.55	0.900
114	59.841	1746	$\alpha$ -Zingibirene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	11.0	17.950
115	60.355	1756	Valencene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	2.82	4.587
116	60.577	1760	(E,E)- $\alpha$ -Farnesene	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	1.24	2.018
117	61.252	1772	Geranyl acetate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	156	1.52	2.472
118	61.908	1784	$\beta$ -Cironellol	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	6.02	9.806
119	62.357	1792	$\alpha$ -Curcumene	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>3</sub>	178	1.11	1.803
126	64.786	1848	Ceraniol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1.09	1.775
147	71.667	2029	Pentadecanal	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O	226	2.66	4.328
148	71.895	2035	(E)-Nerolidol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	1.47	2.402
149	72.243	2044	Ethyl tetradecanoate	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256	0.86	1.394
150	72.566	2052	Octanoic acid	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144	0.43	0.698
151	73.415	2074	Elemol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.62	1.002
154	75.130	2131	4-(Methylthio)-butanenitrile	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NS	115	1.02	1.658

RT : retention time. RI : retention index

<Table 3> Electron donating abilities of Myungtae(*Alaska pollack*) sikhae extracts

Sample	SC <sub>50</sub> *( $\mu\text{g/mL}$ )
Hexane extract	—
Ethylacetate extract	327.92
Butanol extract	986.83
Water extract	—

\*SC<sub>50</sub> notes the concentration which is required to scavenging 50% of 200 $\mu\text{M}$  DPPH radicals

4. Xanthine oxidase 저해

요산을 생성하는 xanthine oxidase에 대한 활성저해능을 측정한 결과 <Table 4>에서 나타난 것과 같이 xanthine oxidase의 활성을 50% 저해하는 농도 IC<sub>50</sub>은 ethylacetate 층은 3,489 mg/mL, butanol 층은 2,167mg/mL로 나타났다.

Xanthine oxidase와 xanthine, hypoxanthine과 같은 기질과의 반응은 일반적인 라디칼 형성반응으로 알려져 있다. Xanthine oxidase cytochrome c 반응계에서 측정되는 superoxide anion radical에 대한 소거효과는 어떤 물질에 의해 반응계 자체가 억제될 경우, 즉 xanthine oxidase의 활성이 저해되는 경우 그 물질의 실제 라디칼 소거효과보다 높은 활성으로 나타나게 된다. 통풍을 일으키는 원인 물질인 요산은 hypoxanthine과 xanthine에서 xanthine oxidase의 촉매로 산화되어 요산이 되며 요산 생성 효소인 xanthine oxidase는 Mo와 Fe를 함유하는 flatoprotein이다. 요산이 혈장내에 증가되면 낮은 용해성으로 인하여 혈액 및 세포조직에 축적되어 통풍을 유발할 뿐만 아니라 신장에 침착 되어 신장질환을 일으키기도 한다.

Kim 등<sup>29)</sup>이 보고한 해조류 추출물의 xanthine oxidase 저해작용에서 밝힌 감태 메탄올 추출물이 400ppm 농도에서 53.1%로 나타나 오징어 식해의 저해율과 유사하게 나타났다.

<Table 4> The inhibitory effects of angiotensin converting enzyme by Myungtae(*Alaska pollack*) sikhae extracts

Sample	SC <sub>50</sub> *( $\mu\text{g/mL}$ )
Hexane extract	—
Ethylacetate extract	1.462
Butanol extract	1.207
Water extract	—

<Table 5> The inhibitory effects of xanthine oxidase by Myungtae(*Alaska pollack*) sikhae extracts

Sample	SC <sub>50</sub> *( $\mu\text{g/mL}$ )
Hexane extract	—
Ethylacetate extract	3.489
Butanol extract	2.167
Water extract	—

IV. 요약

동시증류추출장치를 사용하여 추출한 전통마른명태 식해의 휘발성 향기성분을 기체 크로마토그래피로 분리하여 질량분석법으로 동정하였다. 식해에서 분리동정된 155종의 화합물로는 82종의 hydrocarbon류, 31종의 알콜류, 20여종의 알데히드, 13종의 ketone, 9종의 ester 류 및 기타 2 종류의 화합물이 확인되었다. 마른명태식해에서 동정된 물질 중에서  $\alpha$ -zingibirene 전체 상에 농도에서 11.03%를 차지하였으며(E)-di-2-propenyl disulfide(7.95%),  $\beta$ -cironellol(6.02%), methyl allyl disulfide(3.58%), cryptone(3.39%), camphene(3.23%), pentanol(3.21%), penadecanal(2.66%) and  $\beta$ -phellandrene (2.06%) 동정되어 이러한 성분들이 식해의 주요 향기 성분으로 나타났다. 식해의 메탄올 추출물을 용매 분획하여 얻은 각 분획물의 전자공여능을 측정한 결과 200 $\mu\text{M}$  DPPH radical을 50% 환원시키는데 필요한 SC<sub>50</sub> 값이 hexan과 물층에서는 효과가 나타나지 않았으며, ethylacetate 층은 327.92 $\mu\text{g/mL}$ , butanol 층은 968.83  $\mu\text{g/mL}$ 으로 나타났다. 혈압상승 억제효과를 살펴본 결과 hexan과 물 분획물에서는 전혀 효과가 없었으며 ethylacetate 층에서는 IC<sub>50</sub>이 1,462mg/mL, butanol 층에서는 1,207mg/mL의 저해효과를 나타내었으며, xanthine oxidase에 대한 IC<sub>50</sub>은 ethylacetate 층은 3,489 mg/mL, butanol 층은 2,083mg/mL로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2000년 대산 농촌 문화재단 학술 연구비에 의해 이루어진 결과의 일부로써 이에 감사 드립니다.

■참고문헌

- 1) Lee SW. study of Eh-jang(Korean fermented aquatic products). Korean J. Dietary culture 1(4) : 371-382. 1986
- 2) Lee MY. and Lee HG. A bibliographical study on the

- sikhe*. Korean J. Dietary culture. 4(1) : 39-51. 1989
- 3) Lim BS. R and D trene of the traditional fermented food in Korean. Korean J. Dietary culture 4(3) : 265-269. 1989
  - 4) Yoo SK. Study on native local food in Andong region. Korea J. Dietary culture. 9(1) : 61-69. 1994
  - 5) Lee SW. The historical review of traditional Korean fermented food. Korea J. Dietary culture. 3(4) : 331-339. 1988
  - 6) Kim KP, Rhee CH. and Park HD. Isolation and Characterization of cholesterol degradation bacteria from Korean traditional salt fermented flat fish. Korean J. postharvest Sci. Technol. 8(1) : 92-101. 2001
  - 7) Lee CH, Cho TS, Lim MH, Kang JW. and Yang HC. Studier on the *sikhe* fermentation made by flat fish. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng. 11(1) : 53-58. 1983
  - 8) Jung HS, Lee SH. and Woo KL. Effect of salting levels on the changes of tast constituents of domestic fermented flounder *sikhae* of Hankyeng-Do, Korean J. Food Sci. Technol. 24(1) : 59-64. 1992
  - 9) Kim SM, Jeong IH. and Cho YJ. The development of Squid(*Todarodes pacificus*) *Sikhae* in Kang-Nung district. Bull. Korean Fish. Soc. 27(3) : 215-222. 1994
  - 10) Lee NH, Oh SW. and Kim YM. Biochemical changes in muscle protein of squid *sikhae* during fermentation effect of temperature and moisture content. Korean J. Food Sci. Technol. 28(2) : 292-297. 1996
  - 11) Kim SM, Cho YJ. and Lee KT. The Development of Squid(*iodarodes pacifics*) *sikhae* in Kang-Nung district. Bull. Korean Fish. Soc. 27(3) : 223-231. 1994
  - 12) Kim SM, Kim HY. and Choi SH. Quality characteristics of Myung-Tae(*Alaska pollack*) *sikhae* during fermentation. Food Sci. Biotechnol. 9(1) : 5-9. 2000
  - 13) Kim SM. The effect of *Koji* and sucrose on the manufacture of Alaska Pollack scrap sauce. Food Sci.-Biotechnol. 7(4) : 242-247. 1998
  - 14) Choi C, Lee HD, Choi HJ, Son JH, Kim S, Son GM. and Cha WS. Functional and volatile flavor compounds in traditional Kyngsangdo squid *sikhe*. Korean J. Food Sci. Technol. 33(3) : 345-352. 2001
  - 15) Nikerson GB. and Likens ST. Gas chromatography evidence for the occurrence of hop oil components in beer. J. Chromatography. 21 : 1-5. 1966
  - 16) Buslig BS, Wilson CW. and Shaw PE. High performance liquid chromatographic separation of carboxylic acids with anion exchange and reverse phase columns. J. Agric. Food Chem. 30 : 342-345. 1982
  - 17) HS, Robert AF, Richard M, Sue BE. and Roy T. Isolation of volatile components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25 : 446. 1977
  - 18) Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Enggling SB. and Teranishi R. Isolation of volatile components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25 : 446-449. 1977
  - 19) Robert PA. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured publishing corporation 1955
  - 20) Stehagen E, Abbrahamsom S. and Malafferty FW. The Wiley/NBS registry of mass spectral date NY. Jhon Wiley and Sons 1974
  - 21) Dabies NW. Gas chromatographic retenstion indices of monoterpenes and spectroscopy and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. J. Chromatography. 503(1) : 1-24. 1990
  - 22) Blois MS. Antioxidant determination by use a stable free radical. Nature. 26(8) : 1198-1204. 1958
  - 23) Cushman DW. and Ondetti MA. Inhibitors of angiotensin converting enzyme for treatment of hypertension. Biochem. Pharmacology. 29(8) : 1871-1877. 1980
  - 24) Strip F. and Corte ED. The regulation of rat liver xanthine oxidase. J. Biol. Chem. 244(12) : 2855-3859. 1969
  - 25) Yajima Y, Yanai T, Nakamura M, Sakakibara H. and Habu T. Volatile flavor components of cooked rice. Agric. Biol. Chem. 42(10) : 1229-1234. 1978
  - 26) Yook C. and Cho SC. Application of heat/moisture treated rices for *sikhe* preparation. Korean J. Food Sci. Technol. 28(6) : 1119-1225. 1996
  - 27) Yook C, Whang YH, Pek UH. and park KW. Peparation of *sikhae* with starch hydroly sing enzymes/meet mixture. Korean J. Food Sci. technol 22(3) : 296-299. 1980
  - 28) Chen KH, Mceeters RF. and Fleming HP. Complete heterolactic acid fermentation of green beans by *Lactobacillus cellobiosis*. J. of Food Sci. 48(8) : 967-972. 1983
  - 29) Kim OK, Lee YG, Park DC, Lee YW, Yeo SG, Kim IS, Park YH. and Kim SB. Inhibition of xanthine by seaweed extract, J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 25(6) : 1069-1073. 1996