

## 능이버섯의 향기특성

정옥진 · 윤향식 · 민용규  
 충북대학교 식품공학과

### Aroma Characteristics of Neungee(*Sarcodon aspratus*)

Ok-Jin Jeong, Hyang-Sik Yoon and Young-Kyoo Min

Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

Flavor compounds in Neungee (*sarcodon aspratus*) were extracted by simultaneous distillation and extraction (SDE), supercritical fluid extraction (SFE) and headspace method. Flavor compounds obtained by various extraction methods were analyzed with GC and GC-MS. The functionality of flavor compounds were determined by aroma extract dilution analysis (AEDA) of GC-olfactometry methods. Fifty one flavor compounds were totally identified in Neungee mushroom. However, the numbers of flavor extracted SDE, SFE and headspace were 33, 26 and 17 respectively. The major flavor compounds obtained by SDE, SFE and headspace were 1-octen-3-ol, 1-octen-3-one, 3-octanone, 2-octen-1-ol, 3-octanol, 1-octanol and benzenealdehyde. As the results of sniffing test, the major flavor compounds were found to be fresh mushroom flavor, wood flavor, refreshing sweet flavor, mold flavor, bitter-mushroom and metallic-flavor.

**Key words :** *Sarcodon aspratus*, flavor compounds, simultaneous distillation and extraction, supercritical fluid extraction, headspace, aroma extract dilution analysis

## 서 론

버섯은 독특한 맛과 향기를 가지고 있어서 오래 전부터 식품으로서 이용되어 왔고, 근래에는 무공해 식품으로서 각광 받고 있다<sup>(1)</sup>. 굴뚝버섯과(Thelephoraceae)에 속하는 능이버섯 (*Sarcodon aspratus*)은 한국과 일본에 자생하며 예로부터 우리나라 농산촌에서 식용뿐만 아니라 육류를 먹고 체하였을 때의 단방약이나 육류 요리시 부재료로 일부 이용하고 있다<sup>(2)</sup>. 또한 능이버섯은 일명 향버섯이라고도 하며 활엽수림의 부식이 많은 산지에서 발생하고 잣은 깔대기 모양이며 짙은 홍색을 띤 갈색인데 노쇠하거나 마르면 흑갈색으로 되어 강한 향기를 풍긴다<sup>(3)</sup>. 능이버섯에 관한 연구로는 능이버섯에서 분리한 단백질 가수분해 효소의 특성<sup>(4)</sup>, 능이 중 알카리성 단백질 가수분해효소의 1차구조에 관한 연구<sup>(5)</sup>, 능이의 성분에 관한 연구<sup>(3,5)</sup>, 능이버섯의 약리작용에 관한 연구<sup>(6)</sup>등 일반성분이나 약리작용, 단백질 가수분해 효소의 특성에 관한 연구는 있으나 향기 성분에 관한 연구는 없는 실정이다. 능이버섯뿐 아니라 여러가지 버섯종류의 화학성분은 광범위하게 연

구되어 왔으나 버섯의 풍미에 중요한 영향을 미치는 휘발성 향기성분에 관한 연구로는 양송이<sup>(7,8)</sup>, 송이<sup>(9)</sup>, 느타리<sup>(10)</sup>, 표고<sup>(11)</sup>, 털목이<sup>(12)</sup> 버섯 등에 대한 보고가 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 능이버섯의 휘발성 향기성분을 조사하여 기초자료로 활용하기 위해 simultaneous distillation and extraction(SDE), supercritical fluid extraction(SFE), headspace 등 추출방법을 달리하여 GC와 GC/MS, GC/olfactometry 등 AEDA(aroma extract dilution analysis)법으로 향기성분과 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 능이버섯은 1999년 9월 하순부터 10월 초순사이에 월악산에서 채취한 것으로, -70°C freezer에서 냉동 보관하였다.

### SDE 추출

Lickens and Nickerson type simultaneous steam distillation-extraction(SDE)<sup>(13)</sup> 장치를 사용하여 상압하에서 추출하였다. 시료 150 g과 증류수 600 mL를 1 L 증류용 플라스크에 넣고, 50 mL diethyl ether를 추출용 플라스크에 넣은 후 3시간 동안 추출하였다. 여기서 얻은 추출액은 무수황산 나트륨으로 탈수한 후 진공농축기(rotary evaporator)로 30°C를 유지

Corresponding author : Yong-Kyoo Min, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea  
 Tel: 82-43-261-2570  
 Fax: 82-43-268-8508  
 E-mail: minyk@trut.chungbuk.ac.kr

하면서 농축한 후 질소가스하에서 1 mL까지 재 농축하였다.

### SFE 추출

Jasco사의 고압추출 장치를 사용하였다. 추출장치는 이산화탄소 주입부(Model 880-81 B.P.R), 가압부(Model PU-980), 추출기(Model: CO-965 column)로 구성되었으며, 최대압력은 350 kg/cm<sup>2</sup>, 추출용기는 10 mL를 사용하였으며 고압에 잘 견딜수 있는 재질을 사용하였다. 이산화탄소는 고순도 싸이폰 가스를 사용하였다. 시료는 추출기에 넣은 후 추출온도를 40°C로 고정시키고, 추출압력은 250 kg/cm<sup>2</sup>로 유지시켰으며, 이산화탄소는 2 mL/min의 유속으로 공급시켰다. 정유성분의 수율을 높이기 위하여 collector에 diethyl ether를 넣어 포집하였으며, 생물 15 g을 추출 vessel에 넣어 5시간 동안 추출하였다.

### Headspace추출

시료는 생물 시료 5 g을 세척한 후 headspace autosampler (Varian Genesis Headspace)를 사용하였다. Plate temperature는 80°C로 하였고, sample equilibrium time은 30 min, mixing time은 1 min, loop size 1 mL, loop equilibrium time은 0.1 min, injection time은 0.5 min, sample loop temperature는 110°C, line temperature는 110°C, transfer line back pressure는 25 psi로 추출하였다.

### GC 및 GC/MS분석

GC는 Varian star 3400 CX를 이용하였으며 컬럼은 Restek-Stabilwax DA(30 m×0.53 mm)를 사용하였고, 오븐온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 220°C까지 상승시켰으며 이 온도에서 20분간 유지하였다. 검출기는 flame ionization detector를 사용하였고 주입구의 온도는 230°C, 검출기의 온

도는 250°C로 하였다. GC-MS는 Hewlett Packard 사의 GCD G1800B를 사용하였으며 컬럼은 HP-FFAP(30 m×0.25 mm), 오븐온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 280°C까지 상승시켰다. Carrier gas는 질소를 사용하였고, 화합물의 동정은 GC-MS로 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L Data base로 검색하여 동정하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하였으며, 함량은 GC의 peak area의 상대적인 비로 나타내었다. GC/MS결과와 GC/sniffing test 화합물의 상호관계는 sigma aldrich 사로부터 구입한 n-alkane류(C<sub>8</sub>~C<sub>28</sub>)에서 얻은 retention index를 비교하여 구하였다.

### GC/sniffing test

GC/olfactometry방법 중 AEDA법<sup>(14)</sup>을 이용하였고, 모든 분석 조건은 GC조건과 동일하게 하였다. SDE와 SFE로 추출한 향을 1 mL로 농축한 다음 diethyl ether로 3배수씩 단계적으로 회석하면서 아무런 냄새가 감지되지 않을 때까지 sniffing test를 진행하였고, headspace에서는 단계적으로 취하는 시료량을 1/3씩 줄여 나가면서 아무 냄새도 감지되지 않게 될 때 까지 행하였다. 이때 어떤 향기성분의 냄새가 마지막으로 감지된 회석배수를 그 향기성분의 flavor dilution(FD) factor라고 하며, 각각의 방법으로 추출한 향을 일정 배수로 회석하고 각각의 회석된 향을 sniffing하여 감지된 모든 향기 성분은 FD factor로 나타내었다<sup>(15)</sup>.

## 결과 및 고찰

### 추출방법에 따른 향기성분 분석

SDE, SFE, headspace 방법으로 추출 후 GC/MS로 정성하여 향기성분의 함량을 Table 1에 나타내었다. SDE로 추출하고 GC/MS를 이용하여 정성한 결과 능이버섯의 향기성분은

Table 1. Volatile compounds of *Sarcodon aspratus* with three different extracting conditions

RI	Compounds	Peak area(%)			odor description
		SDE	SFE	Headspace	
1163	2-methyl-2-pentenal	—	—	0.20	grassy
1254	3-octanone	7.72	—	—	
1280	3-hydroxy-2-butanone	1.10	0.37	—	mild cheese
1296	1-octen-3-one	16.85	—	54.52	fungus
1360	allyl-iso-thiocyanate	—	0.42	10.68	pungent sauce
1391	3-octanol	2.51	0.69	0.21	bitter herb
1418	2-octenal	—	—	0.29	green leafy
1442	1-octen-3-ol	24.84	14.28	4.65	fungus-like
1452	furfural	2.05	—	0.15	almond-like
1468	2-decanone	0.37	0.48	0.21	orange-like
1506	propanoic acid	—	0.27	0.18	sour mike
1514	L-linalool	—	0.58	—	woody
1525	1-octanol	4.89	4.14	—	mild herb
1534	2-methyl-propanoic acid	—	3.77	—	
1550	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	0.46	—	—	
1572	3-hydroxy-2-methyl-pentanal	0.50	—	2.38	
1583	2-octen-1-ol	283	1.96	—	
1594	butyric acid	—	0.27	—	rancid butter-like
1606	benzeneacetaldehyde	8.63	1.49	—	refreshing sweet

Table 1. Continued

RI	Compounds	Peak area(%)			odor description
		SDE	SFE	Headspace	
1632	furfuryl alcohol	0.27	0.27	0.42	burnt odor
1643	3-thiophenecarboxaldehyde	0.23	—	0.32	
1680	3-methyl thiopropanol	—	0.27	0.27	unpleasant meat like
1686	2-propionylthiazole	0.23	—	0.36	
1709	undecenal	0.46	—	—	dry floral
1757	pentacosane	—	—	0.42	
1767	2,4-decadienal	0.09	—	—	fresh citrusy
1770	2,5-diformylthiophene	0.32	—	0.36	
1912	2-hydroxy-5-methyl-benzoic acid	0.23	—	0.35	
2012	octanoic acid	—	0.53	—	sweet like
2045	hexadecane	0.14	—	—	
2055	2,6-di(t-butyl)-4-hydroxy-4-methyl-2,5-cyclohexadien-1-one	0.37	0.42	—	
2080	tributyl ester phosphoric acid	1.23	—	—	
2121	nonanoic acid	—	0.21	—	mildly nut like
2145	heptadecane	0.09	—	—	
2245	octacosane	0.18	—	—	
2251	3-(methylthio)-propanoic acid	—	4.03	—	
2332	1-tetradecanol	—	—	—	
2343	heneicosane	0.18	—	—	
2385	benzoic acid	—	0.90	—	
2395	indole	0.23	—	—	
2434	dodecanoic acid	0.32	0.26	—	
2442	1-octadecene	—	0.26	—	
2497	benzeneacetic acid	—	17.52	—	
2508	teracosane	0.14	—	—	
2523	1-heptadecanol	—	—	—	
2529	N-(2-phenylethyl)-acetamide	0.46	2.12	—	
2598	2-methyl-3-(methoxycarbonyl)-4,5,6,7,-tetrahydrobenzofuran	—	3.24	—	
2646	pentatriacontane	0.14	—	—	
2658	tetradecanoic acid	0.87	1.54	—	
2752	hexatriacetane	0.23	—	—	
2767	pentadecanoic acid	0.27	5.36	—	
Total	51	79.41	65.66	75.98	

SDE: simultaneous distillation and extraction

SFE: supercritical fluid extraction

RI: retention index

33개이며 관능기별로 보면 산 6개, 알콜류 6개, 알칸류 7개, 케톤류 5개, 알데하이드류 2개, 기타 7개로 나타났다. 확인된 성분 중 주성분은 저비점의 알콜류와 산류, 알칸류 및 케톤류이며 이 중 1-octen-3-ol(24.84%), 1-octen-3-one(16.85%), benzeneacetaldehyde(8.63%), 3-octanone(7.72%), 1-octanol (4.89%), 2-octen-1-ol(2.83%), 3-octanol(2.51%) 등이 높은 면적비를 나타내었다. 능이버섯의 향기성분 중 함량이 높게 나타난 1-octen-3-ol은 능이버섯 뿐 아니라 다른 식용버섯에서도 많이 함유되어 있는 것으로 보고되었다<sup>[16]</sup>. 또한 일반 식용버섯의 주요 휘발성 향기성분으로 알려져 있는 C<sub>8</sub> 화합물들은 능이버섯에서도 주요 휘발성 성분인 것으로 확인되었다. SDE 추출물에서 정성된 화합물 중 furfural 및 furfuryl alcohol은 향기성분 추출과정에서 갈변반응에 의해 생성된 것

으로 추정되며, butylated hydroxy toluene(BHT)은 미량 검출되었으나 용매로 사용된 diethyl ether에서 혼입된 것으로 사료되어 향기성분에는 포함시키지 않았다<sup>[5]</sup>. SFE 추출하여 GC/MS로 정성한 결과 능이버섯의 향기성분은 26개의 화합물로 나타났으며, 정성된 화합물 중 산은 12개, 알콜류는 7개, 케톤류는 3개, 기타 4개로 나타났다. 이 중 특히 높은 면적비를 차지하고 있는 성분은 benzeneacetic acid(17.52%), 1-octen-3-ol(14.28%), pentadecanoic acid(5.36%), 1-octanol (4.14%), 2-methyl-propanoic acid(3.77%)이었다. Headspace추출물에서는 총 17개의 화합물이 확인되었는데, 그 중 산은 3개, 알콜류 4개, 케톤류 2개, 기타 8개로 나타났으며, 그 중 높은 면적비를 차지하고 있는 성분은 1-octen-3-one(54.52%), allyl iso thiocyanate(10.68%), 1-octen-3-ol(4.65%) 등이었다.

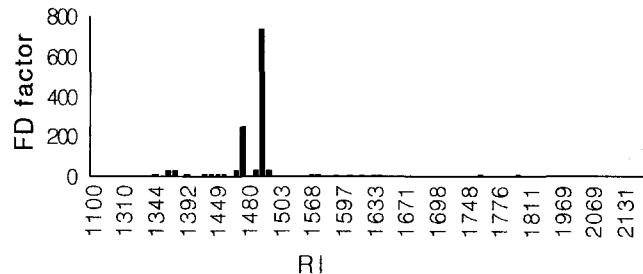
Table 2. Potent odorants (FD factor $\geq 9$ ) in *S. aspratus*

RI <sup>a</sup>	Compounds	odor description <sup>b</sup>	FD factor		
			SDE	SFE	Headspace
1296	1-octen-3-one	fungus	9	9	9
1323	unknown	mild mushroom	—	9	9
1360	ally thiocarbonimide	pungent sauce	27	—	9
1372	unknown	almond-like	27	9	9
1442	1-octen-3-ol	fungus-like	9	9	27
1468	2-decanone	orange-like	9	9	—
1476	unknown	mushroom-like	243	81	9
1481	unknown	woody	27	243	27
1486	unknown	mushroom	729	81	27
1498	unknown	mild herb	27	81	9
1506	propanoic acid	sour milk	—	27	—
1525	1-octanol	mild herb	9	9	9
1583	2-octen-1-ol	mushroom	9	—	9
1632	furfuryl alcohol	burnt odor	9	9	—
1709	undecenal	dry floral	—	9	—
1718	unknown	rose	—	27	—
1724	unknown	rotted mushroom-like	—	9	—
1733	unknown	rubber,burnt odor	—	9	—
1767	2,4-decadienal	fresh citrusy	9	—	—
1798	unknown	mushroom	9	—	—
2183	unknown	almond-like	—	27	—

<sup>a</sup>Retention index on Restek-Stabilwax DA column<sup>b</sup>Odor description as signed during AEDA

SDE: simultaneous distillation and extraction

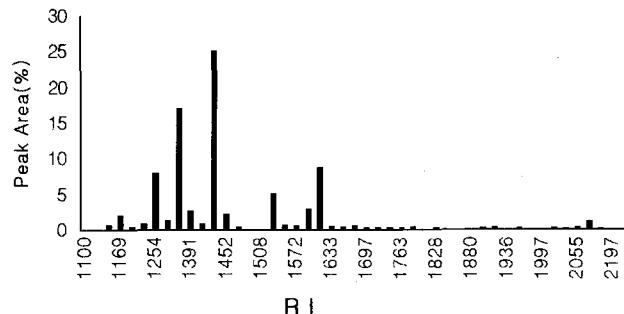
SFE: supercritical fluid extraction

Fig. 1. Results of sniffing test of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by SDE

이와 같이 추출방법에 따라 확인된 주요성분의 면적비가 각각 다르게 나타났으며 이는 추출방법 특성의 차이에 의한다고 생각된다<sup>(17)</sup>.

#### GC sniffing에 의한 각 추출물의 향기특성과 강도

능이버섯의 향기특성을 살펴보기 위해 sniffing test 한 결과 각각의 추출물에서 정성된 화합물의 향기 특성은 Table 2와 같다. AEDA 방법에서 FD factor가 큰 화합물은 향기특성이 강하다는 것을 나타내며 3가지 추출물에서 공통으로 FD factor가 큰 화합물은 RI 1479, 1481, 1486일 때로 생능이버섯내를 나타내는 unknown 화합물이었다. 그 외에 생버섯내를 나타내는 1-octen-3-one(RI 1296), 1-octen-3-ol(RI 1442), 풀내를 나타내는 1-octanol(RI 1525) 등에서 화합물에서 향기특성이 강하게 나타났다. 이외에도 FD factor는 작았

Fig. 2. Results of gas chromatogram of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by SDE

지만 Table 1에서와 같이 나타낸 여러 가지 향기성분들이 능이버섯의 향기특성을 이루고 있었다. 즉, 흙냄새를 나타내는 3-octanol, 강한 풀내를 나타내는 2-octenal 등의 C<sub>8</sub> 화합물과 단꽃향기를 나타내는 benzeneacetaldehyde, 목재 내를 나타내는 L-linalool, 치즈내를 나타내는 3-hydroxy-2-butanone, 상큼한 단내를 나타내는 2-decanone, 약간의 불쾌한 고기내를 나타내는 3-methyl thiopropanol, 시큼한 우유내를 나타내는 propanoic acid 등이 능이버섯의 향기특성을 이루고 있다. SDE로 추출한 향을 AEDA로 나타낸 결과 RI에 따른 FD factor는 Fig. 1에서와 같다. SDE 추출물에서 FD factor가 큰 것은 RI가 1476일 때와 1486일 때로 둘다 생능이버섯내를 나타내었다. 이 성분들은 휘발성이 강하고 역치가 낮아 GC/MS로 동정되지 않았지만<sup>(18-20)</sup> 능이버섯의 향을 내는 중요한 성

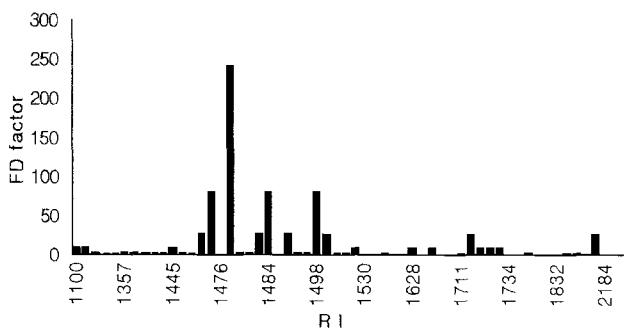


Fig. 3. Results of sniffing test of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by SFE

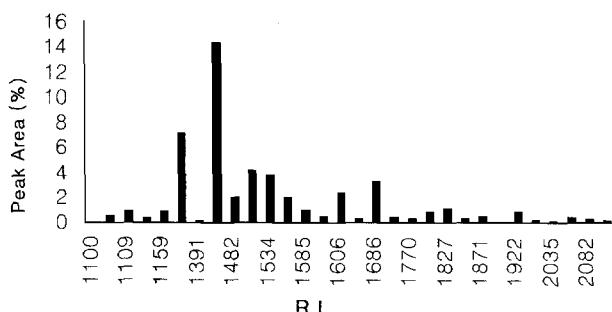


Fig. 4. Results of gas chromatogram of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by SFE

분일 것이라 생각되어진다. Fig. 2는 SDE 추출물의 GC chromatogram 결과를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 FD factor와 peak area%의 유형이 다르게 나타났으며, 이는 화합물의 양과 향의 강도가 일치하지 않음을 알 수 있다. 즉 역치가 낮은 화합물은 양이 적어도 높은 FD factor를 나타내어 향의 특성에 중요한 영향을 미친다. Fig. 3과 Fig. 4는 SFE 추출물에서의 RI에 따른 sniffing test와 GC peak area %를 각각 나타낸 것으로, 화합물의 검출한계와 역치등이 달라 sniffing test에 의해 정성된 화합물이 GC/MS로는 정성되지 않는 결과를 나타내었다. 또한 GC/MS에 의해 정성된 화합물 중에 낮은 증기압으로 인해 GC/olfactometry 결과에 나타나지 않는 화합물도 있다<sup>(21)</sup>. Fig. 3을 보면 능이버섯의 향기 활성이 강한 성분은 주로 GC 전반부에 나타났으며, 특히 RI 1476일 때와 1481일 때 향기 활성이 크게 나타났다. 이는 SDE 추출물의 AEDA 결과와 유사하며, 이 성분들을 비롯하여 FD factor가 큰 화합물 즉, 활성이 강한 향기성분은 대부분 GC/MS로 동정되지 않았다. Fig. 5와 Fig. 6은 Headspace에서의 RI에 따른 sniffing test와 GC peak area %를 각각 나타내었다. Headspace GC/olfactometry에서는 단계적으로 취하는 시료량이 적을 때 감지되는 향기 성분이 상대적으로 강한 향기특성을 나타내는 것으로 말할 수 있는데, 강한 향기 특성은 GC 전반부에서 대부분 감지되었다. 이는 같은 FD factor라도 SFE 추출물과 SDE 추출물에서 감지된 향보다 더 강하게 나타났다. 이상의 결과에서처럼 추출방법에 따라 향의 profile은 각각 다르게 나타났으나, 생능이버섯내를 나타내는 RI(1486)는 3가지 추출방법 모두에서 높게 나타나는 특징을 보였다. 능이버섯의 독특한 향기특성은 C<sub>8</sub> 화합물들을 비롯하여 GC/MS로 정성된 여러 성분들과 AEDA 법으로 확

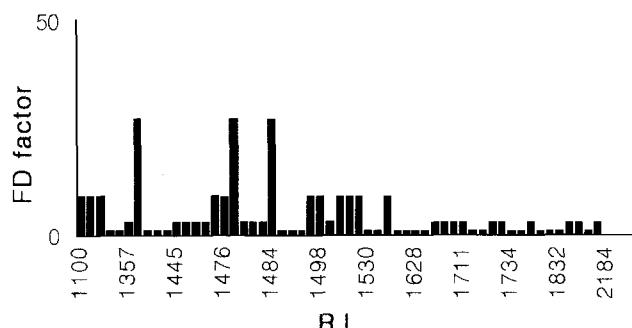


Fig. 5. Results of sniffing test of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by headspace

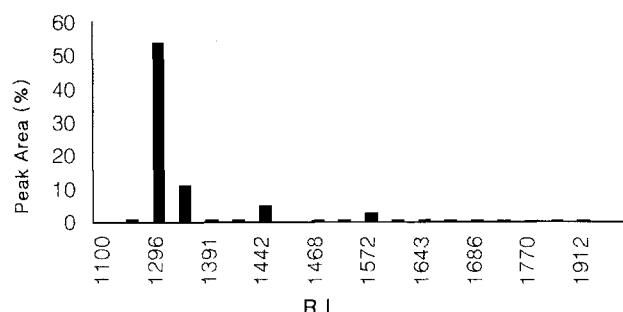


Fig. 6. Results of gas chromatogram of flavor compounds in *S. aspratus* extracted by headspace

인된 미량 성분들이 상호 작용하여 나타내어지는 것으로 생각된다.

## 요약

능이버섯의 향기성분을 조사하기 위하여 SDE, SFE, headspace로 추출하고 GC, GC-MS로 동정하였으며, 능이버섯의 향기특성을 조사하기 위하여 GC-olfactometry 방법중 AEDA 법을 이용하였다. 그 결과 SDE 추출물에서는 33개, SFE 추출물에서는 26개, headspace 추출물에서는 17개의 화합물이 동정되었다. 확인된 화합물의 주성분은 1-octen-3-ol, 1-octen-3-one, 3-octanone, 2-octen-1-ol, 3-octanol, 1-octanol 등의 C<sub>8</sub> 화합물과 benzeneacetaldehyde 등이었다. AEDA 결과 능이버섯의 주된 향기특성으로는 생능이버섯내(unknown), 생버섯내(1-octen-3-ol), 곰팡이내(1-octen-3-one), 흙내(3-octanol), 풀내(1-octanol), 강한 풀내(2-octenal), 단 꽃내(benzeneacetaldehyde), 목재내(L-linalool), 치즈내(3-hydroxy-2-butanone), 상큼한 단내(2-decanone), 약간의 불쾌한 고기내(3-methyl thiopropanol), 시큼한 우유내(propanoic acid) 등으로 나타났다.

## 감사의 글

이 연구는 1999년도 농림기술개발 연구비의 지원을 받아 추진한 능이버섯의 건조과정중 향기성분의 변화연구에 대한 연구결과를 2001년도 충북대학교 연구비를 지원받아 완결한 것으로 연구비를 지원하여 주신 농림기술관리센터 및 충북대학교에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Hong, J.S. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 58-62 (1989)
2. Lee, T.K. Studies on the primary stucture of alkaline protease in *Sarcodon aspratus*. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 811-814 (1993)
3. Park, W.H. Studies on the components of *Sarcodon aspratus*(I). Kor. J. Mycol, 11: 85-89 (1983)
4. Uhm, T.B and Lee, T.K. Characterization of a serine protease from *Sarcodon aspratus*. J. Korean Soc. Food Nutr. 20(1), 35-39 (1991)
5. Park, W.H. Studies on the components of *Sarcodon aspratus*(II). Kor. J. Mycol, 11: 159-162 (1983)
6. Lee, J.W. Studies on the pharmacological effects of *Sarcodon aspratus*. Woosuk Univ. of Junju, Junju, Korea (1990)
7. Cronin, D.A. and Wark, K.K. The characterization of some volatile constituents of mushroom(*Agaricus bisporus*). J. Agric. Food chem. 21: 959 (1973)
8. Chen, C.C. and Wu, C.M., Votatile components of mushroom (*Agaricus subrufescens*). J. Food Sci, 49: 1208 (1984)
9. Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakitabara, M. and Hayashi, K., Votatile flavor components of *Tricholoma matsutake*, Agric. Biol. Chem. 45: 373 (1981)
10. Hong, J.S. and Lee. K.R. Votatile flavor components of Korean *Pleurotus ostreatus*. Kor. J. Mycol, 14: 31 (1986)
11. Hong, J.S. and Lee. K.R. Votatile flavor components of Korean *Lentinus edodes*. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 606-612 (1988)
12. Lee, J.W., Lee, J.H., Do, J.H. and Sung, H.S. Votatile flavor com-
- ponents of Korean *Auricularia polytricha*. J. Korean Soc. Agric. chem. Biotech. 38: 546-548 (1995)
13. Nikerson, G.B. and Likens, S.T. Gas chromatographic evidence for occurrence of hop oil components in Beer. J. Chromatogr. 21: 1-5 (1996)
14. Grosch, W. Review: Determination of potent odourants in food by aroma extract dilution analysis(AEDA) and calculation of odour activity values(OAVs). Flavour Fragrance J. 9: 147-158 (1994)
15. Cha, Y.J. and Cadwallader, K.T. Aroma active compounds in Skipjack Tuna sauce. J. Agric, Food, Chem, 46: 1123-1128 (1998)
16. Mega, J.A. Mushroom flavor. J. Agric, Food, Chem, 29: 1-4 (1981)
17. Min, Y.K., Yoon, H.S., Kim, J.Y., Jeong, H.S. Aroma characteristics of Applemint with different extraction methods. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1465-1470 (1999)
18. Blank, I. and Grosch, W. Evaluation of potent odorants in dill seed and dill herb(*Anethum graveolens* L) by aroma extract dilution analysis. J. Food sci, 56: 63-67 (1991)
19. Baek, H.H. and Cadwallader, K.R. Roasted chicory aroma evaluation by gas chromatography/mass spectrometry/olfactometry. J. Food sci, 63: 234-237 (1998)
20. Baek, H.H., Cadwallader, K.R., Marroquin, E. and Silva, J.L. Identification of predominant aroma compounds in Muscadine grape juice. J. Food sci, 62: 249-252 (1997)
21. Hofmann, T. and Schieberle, P. Evalution of the key odorants in a thermally treated solution of ribose and cysteine by aroma extract dilution techniques. J. Agric. Food. chem, 43: 2187-2194 (1995)

(2001년 2월 28일 접수)