

## 느타리버섯의 香氣 成分에 관한 研究

洪載植 · 李址烈\* · 金永會 · 金明坤 · 鄭基泰 · 李克魯

全北大學校 農科大學 食品加工學科 · 全州教育大學\*

## Studies on the Volatile Aroma Components of *Pleurotus ostreatus*

Jai Sik Hong, Ji Yul Lee\*, Young Hoi Kim, Myung Kon Kim  
Gi Tae Jung and Keug Ro Lee

Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Chonbuk National University  
Chonju 520, and Chonju College of Education,\* Chonju 520, Korea

**Abstract:** The volatile aroma concentrates were isolated from *Pleurotus ostreatus* by simultaneous distillation-extraction and analyzed by gas chromatography and combined gas chromatography-mass spectrometry. The aroma concentrates obtained had a typical raw or slightly cooked mushroom-like odor, and the yield was 123 ppm. Of 27 components identified, the major components were 3-octanone, 3-octanol, 2-octenal, n-octanol and 2,4-decadienal, including 1-octen-3-ol contributing 67.06% of the total volatiles, and the C<sub>8</sub> compounds comprised about 80% of the total volatiles. On the other hand, the C<sub>6</sub> and C<sub>8</sub> alcohols in mushroom increased gradually with increase of standing time after homogenation, while aldehydes, ketones, and linoleic acid decreased, and also C<sub>6</sub> and C<sub>8</sub> compounds were significantly increased when linoleic and linolenic acid were added in homogenates. It appears that most of volatile aroma components in *Pleurotus ostreatus* were probably produced enzymatically from unsaturated fatty acids containing cis, cis-1,4-pentadiene moiety.

**Keywords:** *Pleurotus ostreatus*, Mushroom volatile components, Fatty acids, GC/MS spectrometry.

버섯은 독특한 맛과 香氣를 가지고 있어서 오래 전부터 식품으로서 이용되어 왔고 근래에는 無公害食品으로서 각광을 받고 있다.

버섯의 내용 성분에 있어 風味成分, 유기산, 당류 및 기타 일반 성분에 대해서는 비교적 많이 연구되어 있으나 독특한 맛과 香氣를 구성하고 있는 휘발성 香氣 成分에 대해서는 그다지 연구되어 있지 않은 실정이며 주로 *Agaricus bisporus*와 *Tricholoma matsutake*에 대해서만 연구되어 있을 뿐이다.

Cronin 등 (1971)은 *Agaricus bisporus*에서 분리한 휘발성 香氣 成分 중 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one 이 중요 香氣 成分이라 하였고, Picardi 등 (1973)은 *Agaricus bisporus*의 중요 香氣 成分은 1-octen-3-ol이나 가열 조리했을 경우는 1-octen-3-one 이 특징적인 香氣 成分이며 이 成分은 가열 후 30분 경과시 가장 많이 생산된다고 보고한 바 있다.

Macleod 등 (1983)은 가열조리한 *Agaricus bisporus*에 있어서 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one이 중요 香氣 成分이며 이러한 C<sub>8</sub>화합물이 전체 香氣 成分의 98%를 차지한다고 보고한 바 있으며, Maga (1981)도 1-octanol, 3-octanol, 1-octen-3-ol과 같은 C<sub>8</sub>화합물이 버섯의 가장 특징적인 香氣 成分이라고 보고하였다.

Kameoka 등 (1976)은 *Lentinus edodes*의 香氣 成分에 대하여 보고한 바 있으며 Yasumoto 등 (1971)은 *Lentinus edodes*의 가장 특징적인 香氣 成分은 lenthionine이며 이는 lenticinic acid를 전구물질로 하여 효소의 작용에 의해서 생성된다고 보고한 바 있다.

Yajima 등 (1981)은 *Tricholoma matsutake*의 香氣 成分에 대해서 비교적 상세하게 연구하여 1-octen-3-ol과 methyl cinnamate가 가장 특징적인 成分이라 보고한 바 있고 Takama 등 (1984)은 韓國產 및 日本產 *Tricholoma matsutake*의 香氣 成分 차이점을 분석 비교한

바 있다.

이와 같이 *Agaricus bisporus*와 *Tricholoma matsutake*의 휘발성 향기 성분에 대해서는 비교적 상세하게 연구되어 있으나 기타 다른 버섯에 대해서는 연구가 많지 않은 실정이며 특히 *Pleurotus ostreatus*의 향기 성분에 대해서는 거의 연구되어 있지 않은 실정이다.

본 연구는 국내에서 널리食用되고 있는 *Pleurotus ostreatus*의 향기 성분을 분석함과 동시에 향기 성분組成에 미치는 몇가지 요인을 검토하였던 바 그 결과를 여기에 보고하는 바이다.

### 材料 및 方法

#### 試料

본 실험에서 사용한 느타리(*Pleurotus ostreatus*)는 버섯 재배에 의해 수확한 후 12시간 이내인 것을 순북全州지방에서 구입 사용하였으며 시료는 구입 즉시 -20°C의 냉동실에 보관한 후 24시간 이내에 실험에 사용하였다.

#### 향기 성분分離

휘발성 향기 성분은 Fig. 1에서와 같은 Likens and Nickerson type simultaneous distillation extraction 장치를 사용하여 분리하였다.

즉 시료를 室溫에서 解凍시킨 후 시료 50 g에 1 l의 증류수를 가하여 waring blender (3000 rpm)로 3분간 마쇄한 다음 3 l의 플라스크에 넣고 추출용매로서는 에틸에테르 50 ml를 취하여 100 ml의 플라스크에 넣은 다음 2시간 추출하였다. 이때 시료를 넣은 플라스크를

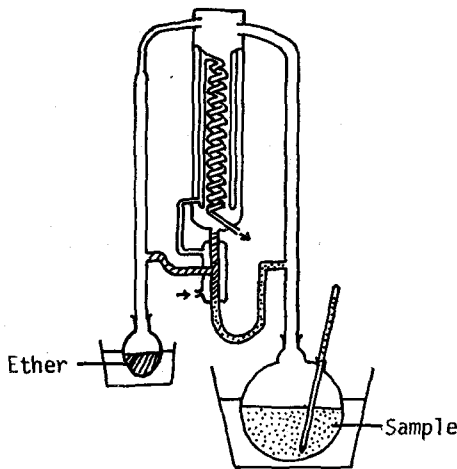


Fig. 1. Simultaneous distillation and extraction apparatus.

加溫한 다음 냉각기에서 수증기가 응축되기 시작할 때까지의 시간은 40분이었으며 이 조작을 4회 반복하여 시료 2 kg을 추출하였다.

추출 완료 후 에틸에테르는 무수 황산 나트륨으로 脫水시킨 다음 질소 기류하에서 용매를 제거한 후 분석시료로 사용하였다.

#### 磨碎후 시간 경과에 따른 향기 성분變化

시료에 同量的 증류수를 가하여 磨碎한 다음 磨碎 즉시, 실온에서 15분 및 30분 방치 후 일정량씩 시료를 취하여 향기 성분 및 지방산 분석용 시료로 하였다.

향기 성분은 시료에 熱水を 가한 다음 상압하에서 수증기 증류하였으며 이때 증류액의 수기는 얼음-염화나트륨을 사용하여 냉각 응축하였고, 증류액은 염화나트륨으로 포화시킨 다음 에틸에테르로 추출하여 脫水시킨 후 감압 농축한 것을 분석시료로 사용하였다.

#### Linoleic acid와 linolenic acid첨가의 영향

불포화 지방산이 버섯의 향기 성분 조성에 미치는 영향을 알기 위하여 일부의 시료는 시료 500 g에 대해서 linoleic acid와 linolenic acid를 각각 0.5 g씩 첨가 후 마쇄하여 마쇄 즉시 위에서와 같은 방법으로 향기 성분을 분리하였다.

#### 향기 성분分析

Gas chromatography는 FID가 부착된 Hewlett Packard 5880A와 5880GC terminal을 사용하였다.

Column은 carbowax 20 M fused silica capillary column (0.25 mm×60 cm)을 사용하였고, column 온도는 70°C에서 210°C까지 3°C/min속도로 昇溫하였으며 injector 및 detector 온도는 250°C, 질소 유량은 0.8 ml/min로 하고 주입량은 0.5 μl를 split mode (split ratio=100:1)로 주입하였다.

GC/MS는 Hitachi 163GC에 연결된 Hitachi RMU-6MG mass spectrometer를 사용하였다.

Interface 및 injector 온도는 250°C, ionizing voltage는 70 eV로 하였고 GC조건은 위와 동일한 조건으로 하였다.

#### 지질 성분의 抽出 및 分析

지질 성분은 Bligh-Dyer법 (1959)에 따라 추출한 다음 Rouser법 (1967)에 따라 silic acid column chromatography에 의해서 분리된 중성 지질, 당지질, 인지질을 A.O.A.C.방법 (1984)으로 가수분해 및 methyl ester화시킨 다음 구성지방산을 분석하였다.

GC는 휘발성 향기 성분 분석시와 동일한 기기를 사용하였고 column은 10% DEGS (80/100 mesh chrom-

osorb W-AW)가 충전된 stainless steel column (0.25 mm×3 m)을 사용하였으며 column 온도는 190°C, injector 및 detector 온도는 250°C로 하였고, 질소 유량은 25 ml/min로 하였다.

結果 및 考察

휘발성 香氣 成分

추출과정에서 썩의 損失이 비교적 적은 것으로 알려져 있는 Likens & Nickerson type추출 장치를 사용하여 *Pleurotus ostreatus*로 부터 얻어진 휘발성 향기 성분은 버섯 특유의 향기를 지니고 있었고 얻어진 향기 성분량은 123 ppm이었다.

분리된 향기 성분의 gas chromatogram은 Fig. 2와 같고 분리된 67개의 성분 중 mass spectrometry 및 표준물질과의 retention time의 비교에 의해 확인된 성분은 Table I과 같다.

확인된 성분의 대부분이 저비점 alcohol류, aldehyde 및 ketone 류로서 그 중에서도 특히 높은 면적비를 차지하고 있는 성분은 1-octen-3-ol, 3-octan-one, 3-octanol, 2,4-decadienal, n-octanol 및 2-octenal등이었다.

Maga (1981)는 일반 버섯의 독특한 향기를 구성하고 있는 공통된 성분은 1-octanol, 3-octanol, 1-octen-3-ol과 같은 C<sub>8</sub>화합물이라고 보고한 바 있고, Cronin 등 (1971) 및 Macleod 등 (1983)은 *Agaricus bisporus*의 주요 향기 성분은 C<sub>8</sub>화합물이라고 보고한 바 있으며, Takama 등 (1984) 및 Yajima 등 (1980)이 *Tricholoma matsutake*의 주요 향기 성분도 역시 C<sub>8</sub>화합물이라고 보고한 것은 본 실험 결과와 일치하고 있다.

전체 향기 성분에 대한 C<sub>8</sub>화합물이 차지하는 비율을 볼때 본 실험에서 *Pleurotus ostreatus*의 경우 약 80%였다.

Macleod 등 (1983)은 *Agaricus bisporus*의 경우 C<sub>8</sub>화합물이 전체 향기 성분의 98%를 차지한다고 보고한 바

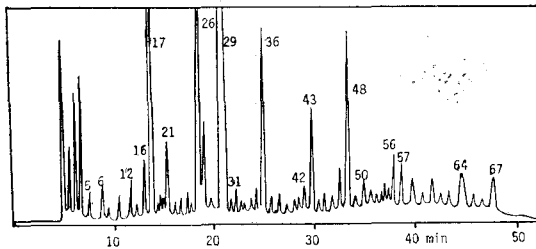


Fig. 2. Gas chromatogram of aroma concentrates from *Pleurotus ostreatus*.

Table I. Volatile aroma components of *Pleurotus ostreatus*.

Peak No.	Compound	Peak area(%)
5	n-Hexanal	0.08
6	n-Butanol	0.05
12	3-Methyl butanol	0.14
15	2-Pentyl furan	0.02
16	n-Pentanol	0.23
17	3-Octanone	5.38
18	Hexyl acetate	0.11
21	1-Octen-3-one	0.40
22	n-Hexanol	0.14
24	cis-3-Hexenol	0.03
26	3-Octanol	4.08
27	2-Octenal	1.25
28	trans-Linalool oxide	0.16
29	1-Octen-3-ol	67.06
30	Furfural	0.07
32	cis-Linalool oxide	0.10
34	Benzaldehyde	0.07
35	Linalool	0.03
36	n-Octanol	1.65
40	cis-2-Octen-1-ol	0.13
42	2,4-Nonadienal	0.11
43	Benzyl acetate	0.82
48	2,4-Decadienal	1.86
50	Phenyl ethyl acetate	0.17
56	Benzyl alcohol	0.35
57	Phenyl ethyl alcohol	0.18
64	Methyl palmitate	0.31

있고 Takama 등 (1984)이 *Tricholoma matsutake*의 향기 성분은 C<sub>8</sub>화합물이 93%를 차지한다고 보고한 것과 본 실험 결과와는 유사하였으나 Kameoka 등 (1976)이 *Lentinus edodes*의 향기 성분은 C<sub>8</sub>화합물이 56%라고 한 것과 Chen 등 (1984)이 *Agaricus subrufecens*에서 C<sub>8</sub>화합물이 2.1%라고 한 것과는 차이가 있었으며 이것은 *Pleurotus ostreatus*의 향기 특성이 *Lentinus edodes*나 *Agaricus subrufecens*보다는 *Agaricus bisporus*와 *Tricholoma matsutake*의 향기 특성과 유사함을 나타내고 있다.

한편 Maga (1981)는 1-octen-3-ol이 버섯류에서 가장 중요한 성분이며 *Agaricus bisporus*의 향기 성분

의 78%, *Cantharellus cibarius*에서는 66%, *Boletus edulis*에서는 49%라고 보고한 바 있고, Kameoka 등 (1976)은 *Lentinus edodes*에서 51%, Takama 등 (1984)은 *Tricholoma matsutake*에서 1-octen-3-ol이 78%를 차지한다고 보고한 바 있는데 본 실험에서 *Pleurotus ostreatus*의 향기 성분 중에서도 역시 1-octen-3-ol이 약 67%로서 가장 많이 함유되어 있었다.

**磨碎 후 시간 경과에 따른 香氣 成分 變化**

시료를 마쇄 즉시, 15분 및 30분간 실온에 방치한 후 분리한 휘발성 향기성분 분석결과는 Table II와 같다.

마쇄 후 시간 경과에 따라서 증가하는 성분은 주로 1-octen-3-ol과 같은 alcohol류 였고 감소하는 성분은 n-hexanal, 1-octen-3-one, 2,4-nonadienal 및 2,4-decadienal 등의 aldehyde 및 ketone류 였다.

한편 이러한 C<sub>6</sub>~C<sub>10</sub> 화합물에 대해서 Hoffmann (1962)은 산화된 soybean oil 및 linoleic acid ester로부터 1-octen-3-ol을 분리하여 linoleic acid가 전구물질이라고 보고한 바 있다.

Lumen 등 (1978)은 green bean의 주요 향기 성분인 n-hexanol, n-hexanal, 1-octen-3-ol은 lipoxygenase의 작용에 의해서 불포화 지방산인 linoleic acid 및 linolenic acid가 분해되어 생성된다고 보고한 바 있고, Grosch 등 (1975)은 linoleic acid에 soybean lipoxygenase를 작용시켰을 때 주로 C<sub>6</sub>~C<sub>10</sub> 화합물이 생성된다고 보고한 것은 본 실험에서 *Pleurotus ostreatus*의 향기 성분 및 마쇄 후 증가된 성분들이 주로 C<sub>6</sub>~C<sub>10</sub> 화합물인 것과 유사하였다. 따라서 이것은 *Pleurotus ostreatus*에 lipoxygenase의 존재 가능성을 시사해 주

고 있으며 Lumen 등 (1978)은 버섯류에 lipoxygenase가 존재한다고 보고한 바 있다.

마쇄 후 15분 및 20분 방치했을 때 주로 감소한 성분은 n-hexanal, 1-octen-3-one, 2,4-nonadienal 및 2,4-decadienal이었다.

Galliard 등 (1970) 및 Sekiya 등 (1984)은 茶葉을 마

**Table II.** Effects of standing time after homogenation on the volatile aroma components.

Compound	Peak area(%)		
	I	II	III
n-Hexanal	0.91	0.58	0.32
n-Butanol	0.61	0.54	0.43
3-Methyl butanol	0.73	0.96	1.09
n-Pentanol	0.46	0.55	0.78
3-Octanone	5.45	5.42	4.55
1-Octen-3-one	0.87	0.74	0.50
n-Hexanol	0.12	0.26	0.31
3-Octanol	3.38	4.72	5.68
2-Octenol	0.27	0.41	0.53
1-Octen-3-ol	27.46	53.39	71.42
n-Octanol	1.19	1.31	1.49
cis-2-Octenol	1.15	1.34	1.81
2,4-Nonadienal	0.79	0.67	0.35
2,4-Decadienal	2.34	2.16	1.87

I: Homogenate, zero time  
 II: Homogenate, after standing 15 min.  
 III: Homogenate, after standing 30 min.

**Table III.** Effects of standing time after homogenation on the fatty acid composition (% of total fatty acid).

		I			II			III		
		NL	GL	PL	NL	GL	PL	NL	GL	PL
Myristic	14:0	0.10	0.11	0.35	0.21	0.64	0.45	0.19	1.15	3.53
Pentadecanoic	15:0	2.04	1.18	1.66	2.46	2.16	2.24	2.42	2.52	6.58
Palmitic	16:0	14.03	12.95	18.43	13.79	14.10	25.60	15.97	14.36	23.71
Heptadecanoic	17:0	0.64	0.96	0.08	0.66	1.16	0.18	0.65	1.53	0.18
Stearic	18:0	1.33	0.81	1.41	1.42	1.19	2.76	1.52	1.46	2.88
Oleic	18:1	11.46	10.14	8.36	12.26	11.14	8.91	12.02	11.38	11.28
Linoleic	18:2	70.40	73.85	69.71	69.20	69.61	59.86	67.23	67.60	51.84
T.S.F.A.		18.14	16.01	21.93	18.54	19.25	31.23	20.75	21.02	36.88
T.U.S.F.A.		81.86	83.99	78.07	81.46	80.75	68.77	79.25	78.98	63.12

I: Homogenate, zero time II: Homogenate, after standing 15 min. III: Homogenate, after standing 30 min.  
 NL: Neutral lipid GL: Glycolipid PL: Phospholipid

쇄 후 실온에 방치시 생성된 n-hexanal이 alcohol dehydrogenase에 의해 n-hexanol로 환원되었다고 보고한 바 있으며, Lumen 등 (1978)은 green bean 및 mushroom의 마쇄액에서 linoleic acid로부터 생성된 1-octen-3-one이 alcohol dehydrogenase에 의해서 1-octen-3-ol로 환원된다고 보고한 것은 본 실험에서 n-hexanal, 1-octen-3-one이 감소하는 대신 그에 대응하는 n-hexanol 및 1-octen-3-ol이 증가하는 것과 유사한 경향이였다.

**脂肪酸變化**

*Pleurotus ostreatus*의 증성지질, 당지질 및 인지질 분획 그리고 마쇄 후 시간 경과에 따른 지방산 조성 변화를 분석한 결과는 Table III과 같다.

확인된 지방산은 linoleic acid의 6종으로서 Kazuno 등 (1985)의 결과와 일치하고 있으며 지방산 조성은 linoleic acid 함량이 가장 많았고 그 다음으로는 포화 지방산인 palmitic acid가 많았다.

Kazuno 등 (1985)은 *Pleurotus ostreatus*의 지방산은 부위에 따라 차이가 있으나 자실체 전체로 볼 때는 linoleic acid가 61%이고 palmitic acid가 21%라고 한 것은 본 실험 결과와 차이가 있었으나 linoleic acid가 71%이고 palmitic acid가 12%라고 보고한 Koyama 등 (1984)의 결과와는 유사하였다.

마쇄 후 시간 경과에 따른 지방산 조성 변화를 보면

**Table IV.** Effects of linoleic and linolenic acids addition on the volatile aroma components.

Compound	Peak area(%)		
	Control	Linoleic acid	Linolenic acid
n-Hexanal	0.91	2.43	1.88
n-Butanol	0.61	0.62	0.58
3-Methyl butanol	0.73	1.36	1.13
n-Pentanol	0.46	0.87	0.65
3-Octanone	5.45	5.35	5.43
1-Octen-3-one	0.87	1.77	1.41
n-Hexanol	0.12	0.32	0.25
3-Octanol	3.38	3.55	2.91
2-Octenal	0.27	2.24	0.86
1-Octen-3-ol	27.46	54.40	34.14
n-Octanol	1.19	1.29	1.21
cis-2-Octenal	1.15	1.96	1.03
2,4-Nonadienal	0.79	1.06	1.25
2,4-Decadienal	2.34	6.56	7.91

전체 구성 지방산에 대한 불포화 지방산의 비율이 낮아지는 경향이며 특히 인지질에서 감소 비율이 컸다.

Galliard (1970) 및 Sekiya 등 (1984)은 식물체를 마쇄시 지질 성분은 lipolytic acyl hydrolase에 의해 급속히 분해되어 유리지방산이 생성되며 그 중 분자 내에 cis, cis-1, 4-pentadiene 구조를 가지는 linoleic acid와 linolenic acid는 lipoxygenase 및 hydroperoxide lyase의 작용에 의해 분해되어 휘발성의 C<sub>3</sub>~C<sub>10</sub> 화합물이 생성된다고 보고한 바 있는데 본 실험 결과에 있어서도 역시 분자 내에 cis, cis-1, 4-pentadiene 구조를 지니고 있는 linoleic acid만이 감소하였다.

**Linoleic acid 및 linolenic acid 添加의 영향**

두가지 불포화 지방산을 각각 첨가후 마쇄한 *Pleurotus ostreatus*로부터 분리한 향기 성분 분석 결과는 Table IV와 같다.

두가지 지방산 첨가에 의해 전체 향기 성분에 대한 C<sub>6</sub> 및 C<sub>8</sub> 화합물의 비율이 증가하는 경향이이며 linoleic acid를 첨가했을 때 더 많이 증가하는 경향이였다.

Tressl 등 (1982)은 *Agaricus campestris*에 linoleic acid를 첨가했을 때 n-hexanal은 2.5배, 1-octen-3-one은 3배, 1-octen-3-ol은 2배 증가되었으나 linolenic acid 첨가시는 큰 변화가 없었다고 보고하였고, Lumen 등 (1978)은 green bean에 linoleic acid를 첨가 후 마쇄시 C<sub>6</sub> 및 C<sub>8</sub> 화합물이 급속히 증가되었으며 특히 1-octen-3-ol의 경우 linoleic acid 첨가시는 상당히 증가되었으나 linolenic acid 첨가시는 큰 변화가 없었다고 보고한 것은 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

**적 요**

*Pleurotus ostreatus*로부터 휘발성 향기 성분을 분리한 다음 GC 및 GC/MS를 이용하여 성분을 확인하고, 마쇄 후 시간 경과에 따른 휘발성 향기 성분 및 지방산 변화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 분리된 향기 성분은 버섯 교유의 짙을 지니고 있었고 收率은 123 ppm이었다.
2. 분리 확인된 27종의 성분 중 비교적 많이 함유된 성분은 약 67%의 1-octen-3-ol을 포함하여 3-octanone, 3-octanol, 2-octenol 및 2, 4-decadienal이었으며 C<sub>8</sub> 화합물이 전체량의 약 80%를 차지하였다.
3. 버섯을 마쇄 후 시간 경과에 따라 n-hexanal, 3-octanol, 1-octen-3-ol 등의 alcohol 류는 증가하였으나 n-hexanal, 1-octen-3-one 등의 aldehyde 및 ketone 류는 감소하였으며 전체 지방산에 대한 불포화 지방산

의 비율도 감소하는 경향이였다.

4. 버섯에 linoleic acid와 linolenic acid를 각각 첨가하여 마쇄했을 때 향기 성분 중에서 C<sub>6</sub>~C<sub>10</sub>화합물이 차지하는 비율도 증가하였는데 linolenic acid보다는 linoleic acid를 첨가했을 때 더 많이 증가하였다.

## 문 헌

- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911.
- Cronin, D.A. and Ward, M.D. (1971): The characterization of some mushroom volatiles. *J. Sci. Fd. Agric.* 22:477.
- Galliard, T. (1970): The enzymatic breakdown of lipid in potato tuber by phospholipid and galactolipid-acyl hydrolase. *Phytochemistry* 9:225.
- Grosch, W. and Laskawy, G. (1975): Difference in the amount and range of volatile carbonyl compounds formed by lipoxygenase isoenzymes from soybean. *J. Agric. Food Chem.* 23:791.
- Hoffmann, G. (1962): 1-Octen-3-ol and its relation to other oxidative cleavage products from esters of linoleic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 39:439.
- Kameoka, H. and Higuchi, M. (1976): The constituents of the steam volatile oil from *Lentinus edodes* Sing. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 50:185.
- Kazuno, C. and Miura, H. (1985): Chemical constituents of *Pleurotus ostreatus*. *Nippon Shokuhin Kokyo Gakkaish* 32:338.
- Koyama, N., Aoyagi, Y. and Sagahara, T. (1984): Fatty acid compositions and ergosterol contents of edible mushroom. *Nippon Shokuhin Kokyo Gakkaishi* 31:732.
- Lumen, B.O., Stone, E.J., Kazeniac, S.J. and Forsythe, R.H. (1978): Formation of volatile flavor compounds in green beans from linoleic and linolenic acids. *J. Food Sci.* 43:698.
- Macleod, A.J. and Panchasara, S.D. (1983): Volatile aroma components, particularly glucosinolate products of cooked edible mushroom (*Agaricus bisporus*) and cooked dried mushroom. *Phytochemistry* 22:705.
- Maga, J.A. (1981): Mushroom flavor. *J. Agric. Food Chem.* 29:1.
- Picardi, S.M. and Issenberg, P. (1973): Investigation of some volatile constituents of mushroom (*Agaricus bisporus*). Changes which occur during heating. *J. Agric. Food Chem.* 21:959.
- Rouser, G., Kritchevsky, G. and Simon, G. (1967): Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipid. *Lipids* 2:37.
- Sekiya, J., Kajiwara, T. and Hatanaka, A. (1984): Seasonal changes in activities of enzymes responsible for the formation of C<sub>6</sub>-aldehydes and C<sub>6</sub>-alcohols in tea leaves and the effects of environmental temperatures on the enzyme activities. *Plant & Cell Physiol.* 25:269.
- Takama, F., Ishii, H. and Muraki, S. (1984): Flavor components in Japanese and Korean matsutake-*Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and their change during storage. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31:14.
- Tressl, R., Bahri, D. and Engel, K.H. (1982): Formation of eight-carbon and ten-carbon components in mushroom (*Agaricus campestris*). *J. Agric. Food Chem.* 30:89.
- William, H. (1984): *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington DC. 1018pp.
- Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, Y., Sakakibara, H. and Hayashi, K. (1981): Volatile flavor compounds of matsutake-*Tricholoma matsutake* (Ito et Imai) Sing. *Agric. Biol. Chem.* 45:373.
- Yasumoto, K., Iwami, K. and Mitsuda, H. (1971): Enzyme catalysed evolution of lenthionine from lentinic acid. *Agric. Biol. Chem.* 35:2070.

<Received October 7, 1985;

Accepted December 6, 1985>