

한국산 느타리 버섯류 (*Pleurotus* sp.)의 휘발성 향기성분

정순택 · 홍재식*

목포대학교 식품공학과

*전북대학교 식품공학과

Volatile Components of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* sp.) Cultivated in Korea

Soon-Taek Jung and Jai-Sik Hong*

Dept. of Food Engineering, Mokpo National University, Muangun, 534-729

*Dept. of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea

ABSTRACT: Volatile aroma concentrates of four oyster mushrooms cultivated in Korea were obtained by the simultaneous distillation-extraction method. The volatile components were identified by the combined capillary gas chromatography-mass spectrometry and compared with the of retention data on GC of those authentic compounds. About 54 volatile compounds were identified in each of the four edible oyster mushrooms. The main compounds in *Pleurotus ostreatus* ASI 201 were 1-octen-3-ol, 3-octanone, 3-octanol, in *Pleurotus sajor-caju*, 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1,5-octadien-3-one, 3-octanol, in *Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus*, 1-octen-3-ol, n-hexanol, 3-octanone, 3-octanol, phenol, and in *Pleurotus ostreatus* (Ae-Neutari), 1-octen-3-ol, n-pentanal, n-hexanol, n-pentanol, 3-octanone, 3-octanol, 1,5-octadien-3-one, respectively. The mushrooms worked were rich in an alcohols and carbonyl compounds containing C₈ compounds. The peak area ratio of C₈ compounds in aroma concentrats were 56.60% in *Pleurotus ostreatus* ASI 201, 72.46% in *Pleurotus sajor-caju*, 54.84% in *Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus* and 35.85% in *Pleurotus ostreatus* (Ae-Neutari), respectively.

KEYWORD: Volatile aroma, *Pleurotus ostreatus* ASI 201, *Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus*, and *Pleurotus ostreatus* (Ae-Neutari)

식용버섯은 영양공급원으로서 뿐만 아니라 독특한 맛과 향기를 지니고 있으면서 근래에는 인공재배에 의한 대량생산이 가능해져 구입이 용이하고 가격이 저렴하여 식용으로 널리 이용되고 있다. 이와 같은 식용버섯의 내용성분에 관한 연구로서 정미성분, 탄수화물, 지방질, 유기산류등에 대해서는 비교적 체계적으로 연구(吉田등, 1984; 小山등, 1984; 吉田등, 1986; 홍등, 1989)되어 있으나 버섯의 관능적 특성과 밀접한 관련이 있는 휘발성 향기성분에 대해서는 세계 각국에서는 연구가 활발히 진행되고 있으나 국내에서는 그다지 연구되어 있지 않은 실정이다.

버섯의 향기성분에 관한 연구로서 龜岡등(1976)은

*Lentinus edodes*의 향기성분중 수확시기에 따라 약간의 차이는 있지만 가장 많은 성분으로는 1-octen-3-ol로 51~52%를 차지하며, 그다음으로는 n-hexanal (2.6%), cis-2-octenol (2.3%)등이었다고 하였고, Picardi등 (1973)은 *Agaricus bisporus*의 중요 향기성분은 3-octanone, 3-octenone, 1-octen-3-ol, benzaldehyde, n-octanol, 2-octen-1-ol등이 중요 향기성분이라고 하였다. Cronin등 (1971)은 *Agaricus bisporus*에서 분리한 휘발성 향기 성분중 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one이 중요 향기성분이라고 하였고, Macleod등 (1983)은 가열 조리한 *Agaricus bisporus*에 있어서 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one이 중요 향기성분이며 이러한 C₈화합물이 전체 향기성분의 98%를

차지한다고 보고한 바 있으며, Maga(1981)도 1-octanol, 3-octanol, 1-octen-3-ol과 같은 C₈화합물이 버섯류의 가장 특징적인 향기성분이라고 보고하였다.

한편 Tressl등(1982)은 *Agaricus campestris*의 향기 성분으로서 1-octen-3-ol과 benzaldehyde가 중요 성분이라고 하였고, Chen등(1984)은 *Agaricus subrufecens*에서 1-octen-3-ol이 1.8%인 반면 benzaldehyde가 9.3%이고 benzyl alcohol이 66.3%라고 보고하였다.

위와 같이 양송이 버섯에 있어서는 신선한 상태의 향기성분 및 가공과정에서 향기성분의 변화에 대해서 비교적 상세하게 보고되어 있으나 기타 식용버섯에 대해서는 그다지 연구되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 가장 널리 식용되고 있는 4종의 느타리버섯류 (*Pleurotus* sp)의 향기성분을 분석한 결과 시료간에 몇가지 차이점을 보였기에 그 결과를 보고코저 한다.

材料 및 方法

시료 : 본 실험에서 사용한 느타리버섯류중 저온성 느타리 (*P. ostreatus* ASI 201) 및 고온성 느타리 (*P. sajor-caju*)는 전북대학교 미생물실험실에서 보관중인 종균을 포플러 톱밥에서 병재배한 것이었으며, 교배종인 원형 느타리 (*P. florida-ostreatus-ostreatus*)와 애느타리 (*P. ostreatus*)는 농업기술연구소 균이과에서 1990년 11월 초순 톱밥배지에서 병재배한 것을 분양받아 사용하였다. 실험재료는 채취후 6시간 이내에 실험에 사용하였다.

휘발성 성분 분리 : 300 g씩 구분하여 각 조건에서 저장한 시료에 2l의 증류수와 소량의 silicone oil (약 0.5 ml)을 가하여 Waring blender로 30초간 마쇄한 다음 Schultz등(1977)의 방법에 따라 SDE (Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus)장치를 사용하여 휘발성 성분을 분리하였다. 이때 추출 용매로는 n-pentane : diethyl ether (1 : 1 v/v) 60 ml를 사용하여 2시간 추출하였고 추출 완료 후 용매층을 취하여 무수황산나트륨으로 탈수한 다음 Vigreux column을 사용하여 40°C 이하에서 0.5 ml까지 농축하여 분석시료로 사용하였다.

향기성분의 분석 : SDE에 의해서 얻어진 향기성

분은 gas chromatography에 의하여 분석하였다. 이때 기기는 FID가 부착된 Hewlett-Packard사제 model 5880A integrator를 사용하였으며 column은 Supelcowax 10 fused silica capillary column (30 m×0.32 mm)을 사용하였고, column 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 230°C까지 3°C/min 속도로 승온 후 230°C에서 40분간 유지하였다. Injector와 detector 온도는 250°C, carrier gas는 N₂ gas, Split mode는 split ratio (1 : 80)로 하였다. GC-MS는 Varian 370C GC에 open split로 연결된 Finnigan MAT 212 mass spectrometer를 사용하였다. Interface 및 injector 온도는 250°C, ionizing voltage는 70 eV로 하였고 GC의 조건은 위와 동일한 column에서 온도를 60°C에서 220°C까지 3°C/min로 승온하면서 분석하였다. 기타 조건은 GC조건과 동일하였다.

성분의 확인 : 각 성분의 확인은 문헌상의 mass spectral data (Tressl등, 1982; 김, 1988; EPA/NIH, 1978) 및 Kovats index (Kovats, 1958)의 비교에 의하였고 Kovats index 비교를 위한 각 성분의 표준품은 Takasago 및 Hasegawa 향료 (Japan), International Flavors and Fragrance (U.S.A.)로부터 입수한 표준품 또는 Fluka (Switzerland), Tokyo Kasei 시약 (Japan)을 사용하였으며 1-octen-3-one, 1,5-octadien-3-one은 Brown등(1957)의 방법에 따라 1-octen-3-ol, 1,5-octadien-3-ol을 potassium dichromate로 산화시킨 후 사용하였다.

結果 및 考察

천연물로부터 휘발성 향기성분을 분리코저 할때 수증기 증류, 용매추출 및 농축조작이 동시에 이루어지기 때문에 향기의 손실이 적어 각종 식물성 재료의 향기성분을 비교할 때 널리 이용되고 있는 Likens and Nickerson type 수증기 증류장치 (Schultz등, 1977)를 사용하여 얻어진 국내에서 재배되고 있는 4종의 느타리버섯 aroma concentrate는 각각 느타리 특유의 향취를 지니고 있었다.

한편 분리된 aroma concentrate들의 gas chromatogram은 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3. 및 Fig. 4와 같고 mass spectrum 및 표준품과의 머무름 시간의 비교에 의해서 확인된 성분은 Table I과 같다.

느타리 버섯류에 함유되어 있는 총 aroma com-

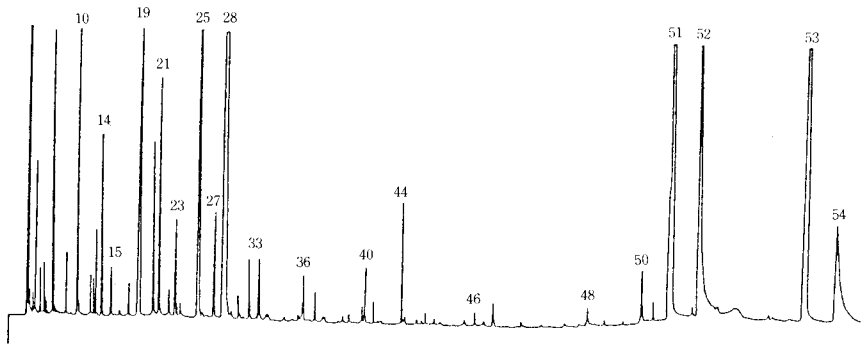


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile compounds obtained from *Pleurotus ostreatus* ASI 201.

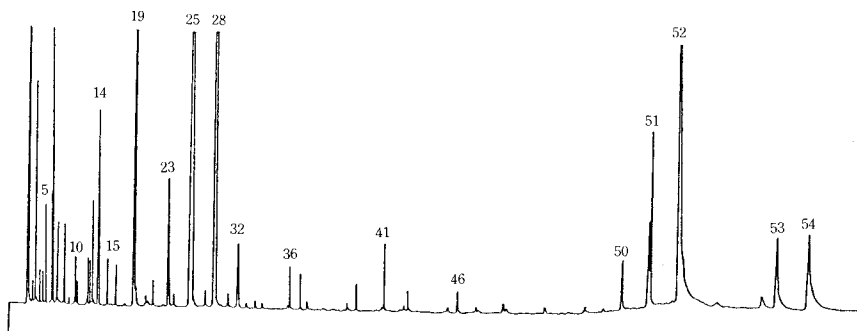


Fig. 2. Gas chromatogram of volatile compounds obtained from *Pleurotus sajor-caju*.

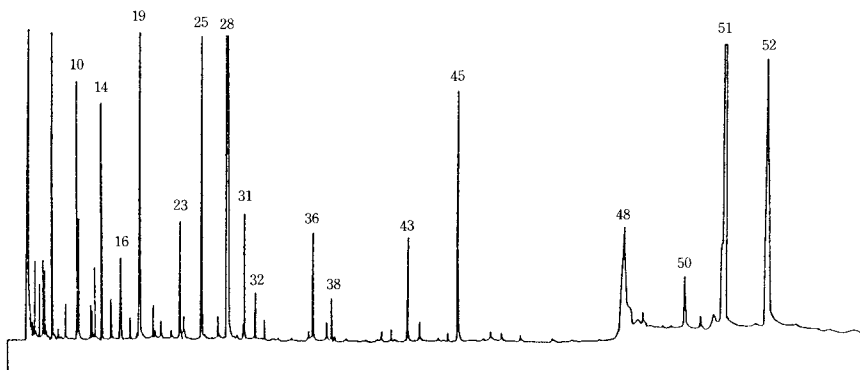


Fig. 3. Gas chromatogram of volatile compounds obtained from *Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus*.

pound중 확인 동정된 성분은 저온성 느타리 (*Pleurotus ostreatus* ASI 201)에서는 96.52%, 여름 느타리 (*Pleurotus sajor-caju*)에서는 95.85%, 원형 느타리 (*Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus*)에서는 98.51%, 애느타리 버섯 (*Pleurotus ostreatus*)에서는 93.04% 이었으며 느타리 버섯류의 aroma concentrate에서 확인된 54종의 성분중 저온성 느타리에서는 51종이,

여름 느타리에서는 43종이, 원형느타리에서는 41종 이, 애느타리에서는 44종이 확인되었는데 각각의 버섯중 가장 많이 함유된 성분은 1-octen-3-ol. 총 aroma concentrate 중 각각 44.9, 34.39, 41.62, 26.14%를 차지하였다. 기타의 주요 향기성분으로는 3-octanone, 3-octanol, pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, octadecanoic acid, octadecadienoic acid

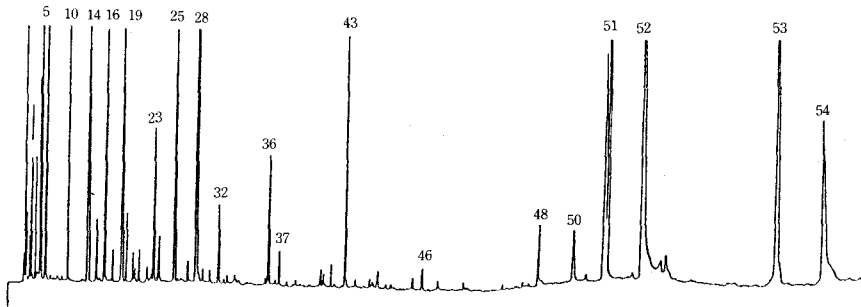


Fig. 4. Gas chromatogram of volatile compounds obtained from *Pleurotus ostreatus* (Ae-Neutari).

Table I. Volatile components identified from *Pleurotus* sp. (Peak area %)

Peak No	RT	Compounds	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Pleurotus sajor-caju</i>	<i>Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Ae-Neutari)
1	2.53	Ethyl formate	0.21	0.40	0.21	0.35
2	3.06	Ethyl acetate	0.09	0.09	0.19	0.28
3	3.42	2-Methyl butanal	0.09	0.07	0.23	0.42
4	3.50	2-Pentanone	—	—	—	0.44
5	3.62	n-Pentanal	0.04	0.22	0.22	5.06
6	3.74	3-Methyl cyclo-penten-1-one	0.03	0.05	—	0.14
7	4.20	2-Hexanone	—	—	—	t
8	4.55	Toluene	0.03	—	—	t
9	5.59	Butyl acetate	0.16	0.26	0.15	—
10	6.73	n-Hexanal	0.76	0.19	1.16	1.28
11	6.91	2-Methyl-1-propanol	0.06	0.11	0.55	0.13
12	8.05	n-Heptanal	0.13	0.20	0.17	—
13	8.33	n-Butanol	0.12	0.19	0.17	—
14	9.13	Silicone	1.19	1.92	1.73	2.53
15	10.11	n-Octanal	0.23	0.25	0.35	0.32
16	11.01	n-Pentanol	0.03	0.23	0.62	1.31
17	11.95	2-Pentyl furan	0.13	0.02	0.14	0.17
18	12.84	2,5-Dimethyl phenol	0.11	—	0.08	0.05
19	13.01	3-Octanone	4.50	10.99	7.73	3.74
20	14.43	n-Hexyl acetate	0.68	0.04	0.07	0.08
21	14.99	1-Octen-3-one	0.89	0.15	0.12	0.19
22	15.96	2-Heptanol	0.14	—	0.03	0.09
23	16.41	1,5-Octadien-3-one	0.66	1.11	0.87	1.36
24	17.17	n-Hexanol	0.08	0.10	0.19	0.27
25	19.07	3-Octanol	4.90	25.40	3.06	3.90
26	19.39	<i>trans</i> -2-Hexen-1-ol	0.04	—	—	—
27	20.56	<i>trans</i> -2-Octenal	0.55	0.13	0.25	0.20
28	21.65	1-Octen-3-ol	44.97	34.39	41.62	26.14
29	22.32	Furfural	0.03	0.02	—	0.09

Table I. continued.

Peak No	RT	Compounds	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Pleurotus sajor-caju</i>	<i>Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Ae-Neutari)
30	23.05	<i>cis</i> -2-Octenol	0.10	0.08	0.11	0.09
31	24.13	<i>cis</i> -1,5-Octadien-3-ol	0.03	0.05	0.82	—
32	24.11	Benzaldehyde	0.30	0.48	0.33	0.53
33	25.13	<i>n</i> -Octanol	0.27	0.04	0.16	0.06
34	25.87	Linalool	0.05	—	—	0.05
35	29.55	Phenyl acetaldehyde	0.02	0.03	—	—
36	29.73	2,5-Octadienol	0.27	0.27	0.83	0.80
37	30.93	β -Caryophyllene	0.15	0.26	0.14	0.22
38	31.76	Furfuryl alcohol	0.04	0.06	0.36	—
39	33.83	2,4-Nonadienal	0.04	—	—	—
40	36.13	2,4-Decadienal	0.27	0.03	0.10	0.09
41	36.96	Phenyl ethyl acetate	0.10	0.19	0.10	0.14
42	37.59	Geraniol	0.03	—	—	—
43	38.63	Benzyl alcohol	—	—	0.68	1.38
44	39.81	Phenyl ethyl alcohol	0.53	0.40	0.17	0.06
45	43.21	Phenol	0.04	—	1.56	—
46	47.37	Nonanoic acid	0.07	0.15	0.16	0.14
47	52.11	Decanoic acid	0.03	0.07	—	0.05
48	58.88	Dodecanoc acid	0.17	0.02	2.73	0.08
49	60.69	Benzoic acid	0.03	0.04	0.17	0.40
50	64.62	Tetradecanoic acid	0.38	0.47	0.71	0.63
51	67.86	Pentadecanoic acid	13.87	1.30	13.34	11.04
52	70.51	Hexadecanoic acid	7.55	11.37	16.13	12.40
53	81.33	Octadecanoic acid	8.53	1.35	—	7.23
54	84.18	Octadecadienoic acid	2.80	2.66	—	9.11

등이었다. 龜岡등(1976)은 *Lentinus edodes*의 향기 성분중 수확시기에 따라 약간의 차이는 있지만 가장 많은 성분으로는 1-octen-3-ol로 51~52%를 차지하며, 그 다음으로는 *n*-hexanal (2.6%), *cis*-2-octenol (2.3%)등이었다고 하였고, Picardi등(1973)은 *Agaricus bisporus*의 중요 향기성분은 3-octanone, 3-octenone, 1-octen-3-ol, benzaldehyde, *n*-octanol, 2-octen-1-ol등이 중요 향기성분이라고 하였으며, Cronin등 (1971)은 위에서와 같은 성분과 함께 furfural과 phenyl acetaldehyde가 주요 향기성분이라고 보고 하였다. 양적인 면에서 볼때 1-octen-3-ol의 함량은 Macleod등(1983)이 *Agaricus bisporus*에서 59%라고

보고한 결과보다는 낮았으나 Pyysalo(1976)가 33%라고 보고한 결과와는 유사한 경향이었다.

품종에 따른 주요 향기성분을 살펴보면 저온성 느타리 버섯에서는 3-octanone, 3-octanol, 1-octen-3-ol, pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, octadecanoic acid, octadecadienoic acid등이, 여름 느타리 버섯에서는 3-octanone, 1,5-octadien-3-one, 3-octanol, 1-octen-3-ol, pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, octadecanoic acid, octadecadienoic acid등이, 원형 느타리 버섯에서는 *n*-hexanal, 3-octanone, 3-octano, 1-octen-3-ol, phenol, dodecanoic acid, pentadecanoic acid, hexadecanoic acid등이, 애느타리

버섯에서는 n-pentanal, n-hexanal, n-pentanol, 3-octanone, 1,5-octadien-3-one, 3-octanol, 1-octen-3-ol, benzyl alcohol, pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, octadecanoic acid, octadecadienoic acid 등이었다. 4종의 버섯중 특이한 점은 애너타리의 경우 일반 느타리 버섯에서 가장 높은 분포를 보이는 1-octen-3-ol이 26.14%로 낮게 분포하는 반면 양송이 향기의 주요 성분인 benzyl alcohol이 1.38% 함유되어 있고, 저비점의 휘발성분인 n-pentanal, n-hexanal, n-pentanol등과 같은 성분이 상당량 함유되어 있어 일반 느타리와는 약간 다른 향기 pattern을 보였다. 느타리 버섯류에서 상당량 검출된 pentadecanoic, hexadecanoic, octadecanoic, octadecadienoic acid 등과 같은 지방산류는 order threshold 치가 높아 버섯의 향기 발현에는 큰 영향을 미치지 않기 때문에 지방산류를 제외하면 확인된 성분의 대부분이 alcohol 및 carbonyl화합물들로서 그중에서도 특히 C₈ 화합물이 차지하는 비중이 높았는데 C₈화합물의 비율을 버섯 종류별로 살펴보면 저온성 느타리의 경우 56.60%, 여름 느타리의 경우 72.46%, 원형 느타리의 경우 54.84%, 애너타리의 경우 35.85%로 여름 느타리, 저온성 느타리, 원형 느타리, 애너타리 버섯 순이었다. 이는 홍등(1986)이 *Pleurotus ostreatus*의 aroam concentrate에서 C₈화합물의 비율이 약 80%라고 한 보고와 Macleod등(1983)의 *Agaricus bisporus*에서 98%라고 보고한 결과 보다는 낮았으나 龜岡등(1976)은 *Lentinus edodes*의 경우 56%, Pyysalo(1976)가 *Agaricus bisporus*에서 보고한 44%와는 유사하거나 약간 높은 경향을 보였다.

한편 버섯중의 휘발성 향기성분으로서 중요한 역할을 하는 C₈화합물 특히 느타리버섯 향의 key compound로 불리는 1-octen-3-ol은 불포화 지방산인 linoleic acid가 전구물질인 것으로 알려져 있는데 (Lumen등, 1978; 김, 1988) C₈화합물의 생성에 대하여 Tressl등(1982)은 일반 식물체에서 lipoxygenase, hydroperoxide lyase의 작용에 의하여 C₆-C₉ 화합물이 생성되는 것과 같이 버섯류에 있어서의 C₈ 화합물도 역시 버섯중에 함유된 acyl ester형태의 glycolipid가 lipolytic acyl hydrolase에 의해 유리 지방산이 생성된 다음 그중 linoleic acid와 같은 유리 지방산이 lipoxygenase의 작용을 받아 9- 또는 13-hydroperoxide로 된 다음 이는 다시 α -ketol이나

γ -ketol 또는 ketoepoxide를 경유하여 C₈화합물로 분해되어 생성된다고 주장한 바 있다.

한편 Peak 14는 GC-MS로 분석한 결과 silicone 성분으로 확인되었는데 이는 SDE에 의한 수증기 증류 과정에서 소포제로 첨가했던 silicone oil에 의해 기인되었을 것으로 여겨진다.

摘 要

Simultaneous distillation-extraction method에 의해 4종의 국내에서 인공재배되고 있는 느타리 버섯류 (*Pleurotus* sp)로부터 휘발성 향기성분을 분리한 다음 GC-MS 및 GC에 의한 표준품과의 머무름 시간 비교에 의해 성분을 확인 하였다. 확인된 54종의 휘발성 화합물중 저온성 느타리 (*Pleurotus ostreatus* ASI 201)에서는 1-octen-3-ol, 3-octanone, 3-octanol등이, 원형 느타리 (*Pleurotus florida-ostreatus-ostreatus*)에서는 1-octen-3-ol, n-hexanol, 3-octanone, 3-octanol, phenol등이, 애너타리 (*Pleurotus ostreatus*)에서는 1-octen-3-ol, n-pentanal, n-hexanol, n-pentanol, 3-octanone, 3-octanol, 1,5-octadien-3-one등이었다. 특히 확인된 성분중에는 탄소수가 8개인 alcohol 및 carbonyl화합물이 많았으며 전체 향기성분에 대한 C₈화합물의 비율은 각각 56.60%, 72.46%, 54.84%, 35.85%이었다.

參考文獻

- Brown, H. C. and Grag, C. P. (1957): A simple procedure for the chromic acid oxidation of alcohol to ketones of high purity. *J. Am. Chem. Soc.* **83**: 2952-2956
- Chen, C. C. and Wu, C. M. (1984): Volatile components of mushroom (*Agaricus subrufecens*). *J. Food Sci.* **49**: 1208-1210
- Cronin, D. A. and Ward, M. K. (1971): The characterization of some mushroom volatiles. *J. Sci. Fd. Agric.* **22**: 477-480
- EPA/NIH (1978): EPA/NIH mass spectral data base. U. S. Department of Commerce, Washington D. C.
- 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**: 698-703

- Kovats, E. (1958): Gas-chromatographische charakterisierung organisher verbindungen. *Helv. Chim. Acta* **206**: 1915-1918
- Macleod, A. J. and Panchasara, S. D. (1983): Volatile aroma components particularly glucosinolate products of cooked dried mushroom. *Phytochemistry* **22**: 705-709
- Maga, J. A. (1981): Mushroom flavor. *J. Agric. Food Chem.* **29**: 1-4
- 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**:L 959-962
- Pyysalo, H. (1976): Identification of volatile compounds in seven edible fresh mushrooms. *Acta Chem. Scand.* **B30**: 235-244
- Schultz, T. H., Flath, R. A., Mon, T. R. and Stevens, K. L. (1977): Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.* **25**: 446-451
- Tressl, R., Bahri, D. and Engel, K. H. (1982): Formation of eight-carbon components in mushroom (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.* **30**: 89-93
- 김영희 (1988): 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)의 volatile flavor components 조성 및 key compound 생성에 관한 연구. 전북대학교 박사학위 논문 pp 1-116
- 홍재식, 김영희, 김명곤, 김영수, 손희숙 (1989): 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성. *한국식품과학회지* **21**: 58-62
- 홍재식, 이지열, 김영희, 김명곤, 정기태, 이극로 (1986): 느타리버섯의 향기성분에 관한 연구. *한국균학회지* **14**: 31-36
- 龜岡弘, 通口光基 (1976): 椎耳の水蒸氣揮發性成分. *日本農藝化學會誌* **50**: 185-186
- 吉田博 管原龍幸, 林淳三 (1984):キノコの遊離糖および遊離糖アルコール. *日本食品工業學會誌* **31**:765-772
- 吉田博 管原龍幸, 林淳三 (1986): シイタケ子實體の發育過程なるびに收穫後における炭水化物および有機酸の變化. *日本食品工業學會誌* **33**: 414-425
- 小山尚子, 青柳康夫, 管原龍幸 (1984): 食用キノコ類の脂肪酸組成およびエルゴステロール含量. *日本食品工業學會誌* **31**: 732-738

Accepted for Publication on January, 14, 1992