

여름 느타리 버섯 (*Pleurotus sajor-caju*) 저장중의 향기성분 변화

정순택 · 홍재식*

목포대학교 식품공학과, *전북대학교 식품공학과

Changes of Volatile Components of *Pleurotus sajor-caju* During Storage

Soon-Taek Jung and Jai-Sik Hong*

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

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

ABSTRACT: Volatile aroma concentrates of *Pleurotus sajor-caju* which stored at 20°C incubator and cold room were obtained by simultaneous distillation-extraction method. The volatile components were identified by combined capillary gas chromatography-mass spectrometry and comparison of retention data on GC of those authentic compounds. Storage at room temperature resulted in significant decreased in their total aroma contents, whereas little changes at cold storage found, even though appreciable changes were observed in GC pattern between the control and stored samples. Of 38 components identified, δ -decalactone increased while rest of the volatiles decreased rapidly during storage at room temperature, but at cold storage 2-methyl butanal, 1-octen-3-ol, *cis,cis*-1,5-octadien-3-ol and pentadecanoic acid decreased while 3-octanone, 1-octen-3-one, 3-octanol and 5-undecanol increased with the storage time. The weight losses and organoleptic properties changed extremely by the storage under room temperature, on the other hand, slight changes were found in cold storage.

KEYWORDS: Volatile aroma, *Pleurotus sajor-caju*, Storage

버섯은 독특한 맛과 향기를 지니고 있어 오래 전부터 식용으로 애용되어 왔고 근래에는 무공해식품으로 각광을 받고 있어 식품학적 측면에서 정미 성분, 유기산, 아미노산, 당류 및 기타 일반성분들에 대해 많은 연구가 수행되었다 (吉田등, 1984; 小山등, 1984; 吉田등, 1986; 홍등, 1989). 또한 인공재배에 의한 대량생산이 가능해져 구입이 용이하고 가격이 저렴하여 널리 이용되고 있으나 버섯은 수분이 많아 수확 후 단기간내에 품질변화가 일어나기 때문에 자연상태로는 장기 보관이 어렵다. 따라서 수확 후 단 시일내에 조리하여 식용으로 하거나 통조림 가공 또는 건조에 의해 수분을 제거함으로써 저장성을 높이고 있다.

식품의 관능적 특성에 직접적인 영향을 미치는 향기는 식품중에 함유되어 있는 효소의 작용 또는 건조, 저장, 열처리과정에서 산화, 분해, 전위, 재조

합과 같은 화학적인 반응에 의해 생성되지만 가공 저장중에 상당량의 향기성분이 휘산 또는 분해됨으로서 품질변화가 야기되기도 한다 (關谷, 1985; 安本, 1985).

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, 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 하였다. 또한 Cronin등 (1971)은 *Agaricus bisporus*에서 분리한 휘발성 향기 성분중 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one이 중요 향기성분이라고 보고하였다. 또한 버섯을 가열 조리하거나 건조했을

때에는 신선한 상태의 버섯과는 향기성분의 조성이 달라지는 것으로 알려져 있는데 신선한 *Agaricus bisporus*에서는 1-octen-3-ol이 중요한 향기성분 이지만 가열 조리했을 때에는 1-octen-3-one이 특징적인 성분으로서 생성되며(Picardi 등 1973), 버섯을 건조했을 경우 가장 많이 함유된 1-octen-3-ol은 대부분 소실되고 대신 benzaldehyde와 benzyl alcohol의 비율이 증가하는 것으로 보고되어 있다 (Macleod 등, 1983). 이와 같이 *Agaricus bisporus*에 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 느타리버섯 중 여름 느타리 버섯 (*Pleurotus sajor-caju*)의 저장 조건 및 저장기간에 따른 향기성분의 동태를 검토하여 그 결과를 보고코저 한다.

材料 및 方法

시료 : 1991년 4월 초순 전남 곡성의 버섯재배 농장에서 채취하여 채취후 6시간 이내에 실험에 사용하였다.

시료의 구분 : 가) 실온 (20°C 저장) : 생시료를 300g씩 취하여 20°C, RH 60-70%의 incubator에 저장하면서 1일 간격으로 시료를 취하여 실험에 사용 (이 조건은 생버섯이 시장에서 유통되는 조건을 감안한 것임) 하였다.

나) Cold room 저장 : 「가」에서와 같이 300g씩 시료를 취하여 비닐봉지에 넣어 밀봉한 다음 0-4°C, RH 85-90%의 냉장실에 보관하면서 1일 간격으로 시료를 취하여 실험에 사용 (이 조건은 슈퍼마켓등에서 생버섯을 소량씩 포장하여 0-4°C의 냉장실에서 보관하면서 유통되는 것을 감안한 것임) 하였다.

휘발성 성분 분리 : 300g씩 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 용매로서는 내부표준물질로서 n-hexadecane (310 µg)을 함유한 n-pentane :

diethyl ether (1 : 1, v/v) 60 ml를 사용하여 2시간 추출하였고 추출 완료 후 용매층을 취하여 무수황 산나트륨으로 탈수한 다음 Vigreux column을 사용하여 40°C 이하에서 0.5 ml까지 농축하여 분석시료로 사용하였다.

향기성분의 분석 : SDE에 의해서 얻어진 향기성분은 gas chromatography에 의하여 분석하였다. 이때 기기는 FID가 부착된 Hewlett-Packard사제 model 5880A와 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/min속도로 승온 후 230°C에서 30분간 유지하였다. Injector와 detector 온도는 250°C, carrier gas는 N₂ gas, split mode는 split ratio (1 : 30)로 하였다. GC-MS는 Varian 3700 GC에 open split로 연결된 Finnigan MAT 212 mass spectrometer를 사용하였다. Interface 및 injector 온도는 250°C, ionizing voltage는 70eV로 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 (Tressl 등, 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. 분리된 각 성분의 정량은 내부표준물질로 첨가된 n-hexadecane을 기준으로 하여 분리된 각 성분의 response factor를 1.00으로 가정하여 계산하였다.

結果 및 考察

저장기간에 따른 중량감소 및 관능적 특성의 변화 : 수확된 여름느타리 버섯을 300g씩 취하여 실온(20°C, RH 60-70%)과 냉장 (0-4°C, RH 85-90%)하에서

Table I. Changes of weight loss and organoleptic properties of mushrooms stored at 20°C, 60-70% RH incubator.

Storage time (Days)	Weight loss (%)	Color	Order
1	5.13	Very pale yellow	Very slight off-flavor
2	10.53	Light yellow	Slight rancid
3	11.87	Brown	Moldy, rancid
4	ND	Dark brown	Putrid

Table II. Changes of weight loss and organoleptic properties of mushrooms stored at 0-4°C, 85-90% RH refrigerator.

Storage time (Days)	Weight loss (%)	Color	Order
1	1.00	Light gray	Mushroom-like
2	1.10	Light gray	Mushroom-like
3	1.30	Light gray	Mushroom-like
4	1.53	Very pale yellow	Very slight off-flavor

각각 저장하면서 경시적으로 중량감소 및 품질특성을 검토한 결과는 Table I 및 Table II와 같다.

느타리 버섯 저장중 품질의 변화는 냉장에서 보다 실온에서 저장하였을때 열화현상이 심하여 저장성이 극히 불량함을 보였다. 냉장하에서는 중량감소도 비교적 적고 냄새 및 색깔에서 3일까지는 큰 차이를 보이지 않았지만 4일경과 후 부터는 갖 색깔이 조금씩 갈색으로 변화되면서 약간의 변패취가 생성되기 시작하지만 실온 저장시는 저장 1일 후부터 색깔과 냄새에서 변화가 생기기 시작하여 3일 후부터는 곰팡이와 같은 미생물들의 번식으로 인한 심한 부패 현상이 일어나 거의 가식 불능의 상태에 도달하였다.

저장에 따른 향기성분의 변화: 식품의 관능적 특성에 직접적인 영향을 미치는 향기는 식품중에 함유되어 있는 효소의 작용 또는 건조, 저장, 열처리과정에서 산화, 분해, 전위, 재조합과 같은 화학적인 반응에 의해 생성되기도 하며 향기생성에 관

여하는 효소들이 가공 또는 저장중에 불활성화 혹은 실활되고 상당량의 향기성분이 휘산 또는 분해됨으로서 향기 pattern에서 상당한 변화가 야기 되기도 한다. 따라서 저장 조건 및 저장 기간에 따른 여름 느타리 버섯의 향기성분 pattern을 GC 및 GC-MS로 분석한 결과는 Fig. 1, Table III 및 Table IV와 같다.

저장기간이 경과함에 따라 총 aroma concentration의 함량은 신선한 상태의 버섯중에는 52.7 µg/g이었던 것이 실온 저장시에는 44.0, 30.0, 17.7 µg/g으로 급격한 감소를 보인 반면, 냉장 저장시에는 47.6, 42.9, 44.7, 51.5 µg/g로 내용 면에서는 약간의 차이는 인정되지만 전체 향기성분량에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 버섯의 저장은 실온저장 보다 냉장이 버섯의 열화 방지에 훨씬 효과적임을 알 수 있었는데 냉장 저장시 향기성분의 조성면에서는 버섯향기 발현 주요 성분인 1-octanol, 3-octanol, 1-octen-3-ol (Maga, 1981)과 같은 C₈화합물에서는 큰 변화가 없었지만 관능평가시 (Table II) 4일

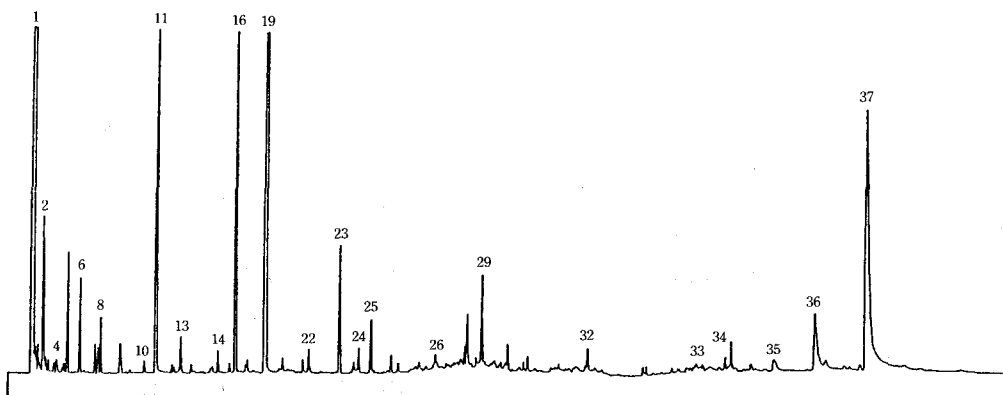


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile compounds obtained from fresh *Pleurotus sajor-caju*.

Table III. Volatile compounds of *Pleurotus sajor-caju* during storage at 20°C, 60-70% RH incubator.

(µg/100g)

Peak No	RT	Compounds	Control	1 day	2 days	3 days
1	2.92	2-Methyl butanal	38.35	5.84	16.76	34.28
2	3.00	Butyl acetate	5.94	—	—	—
3	3.32	Butanal	1.74	—	—	—
4	4.00	2-Hexanone	4.26	—	—	—
6	5.98	n-Hexanal	69.37	15.43	5.91	—
7	7.29	p-Xylene	21.90	4.87	8.50	—
8	7.53	m-Xylene	18.64	4.47	7.86	—
9	7.75	n-Heptanal	40.87	9.82	17.09	—
10	11.41	2-Pentyl furan	10.02	4.81	—	—
11	12.38	3-Octanone	1045.31	352.59	269.03	53.21
12	13.68	n-Octanal	6.04	3.58	—	—
13	14.39	1-Octen-3-one	26.20	32.73	35.20	18.35
14	17.51	n-Hexanol	14.91	10.19	9.59	8.51
15	18.51	<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol	7.52	—	—	2.41
16	18.96	3-Octanol	258.54	77.18	129.43	45.11
17	19.84	n-Nonenal	5.66	2.46	—	—
18	19.95	<i>trans</i> -2-Octenal	9.96	9.93	3.08	3.69
19	21.48	1-Octen-3-ol	2652.56	1896.31	1549.32	608.80
20	22.85	Furfural	9.54	5.30	3.83	—
21	24.56	<i>cis</i> -2-Octenol	9.10	6.14	5.46	9.45
22	25.04	<i>cis,cis</i> -1,5-Octadi-en-3-ol	20.31	12.90	11.84	11.64
23	27.61	n-Hexadecane (ISTD)				
24	29.18	5-Undecanol	19.66	16.77	3.63	7.19
25	30.20	n-Nonanol (ISTD)				
26	35.48	2,4-Decadienal	25.62	12.78	7.89	4.05
27	36.40	n-Hexanoic acid	3.81	—	—	3.41
28	37.90	Benzyl alcohol	13.22	12.90	16.36	12.07
29	39.38	BHT	83.63	125.28	102.51	137.54
30	45.92	Octanoic acid	—	13.49	12.20	—
31	48.15	Dihydrobovolide	—	8.74	—	—
32	48.35	δ-Decalactone	23.38	38.63	35.52	65.58
33	57.45	Decanoic acid	4.17	12.44	7.62	12.09
34	59.88	Tridecanoic acid	10.19	19.38	11.40	2.77
35	63.82	Tetradecanoic acid	—	35.04	27.04	—
36	67.26	Pentadecanoic acid	137.00	406.43	225.11	20 6.91
37	71.68	Hexadecanoic acid	673.76	1228.50	470.50	518.67
38	74.78	Octadecanoic acid	—	13.68	—	—
		Total	5271.18	4398.61	2992.68	1765.73

Table IV. Volatile compounds of *Pleurotus sajor-caju* during storage at 0-4°C, 85-90% RH refrigerator.

(µg/100g)

Peak No	RT	Compounds	1 day	2 day	3 days	4 days
1	2.92	2-Methyl butanal	46.75	39.51	38.35	22.57
2	3.00	Butyl acetate	4.72	—	4.93	7.87
3	3.32	Butanal	—	2.72	2.80	3.53
4	4.00	2-Hexanone	—	4.00	—	—
5	4.40	Toluene	—	—	0.30	19.29
6	5.98	<i>n</i> -Hexanal	30.40	21.27	32.30	30.25
7	7.29	<i>p</i> -Xylene	11.64	10.95	11.02	12.42
8	7.53	<i>m</i> -Xylene	10.05	9.44	9.87	10.31
9	7.75	<i>n</i> -Heptanal	22.02	20.52	20.88	22.96
10	11.41	2-Pentyl furan	5.40	—	4.42	—
11	12.38	3-Octanone	239.44	354.86	427.42	671.07
12	13.68	<i>n</i> -Octanal	—	4.147	4.91	6.93
13	14.39	1-Octen-3-one	10.53	14.28	67.87	115.78
14	17.51	<i>n</i> -Hexanol	9.65	14.91	7.85	3.88
15	18.51	<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol	—	—	4.38	—
16	18.96	3-Octanol	45.94	106.35	174.54	160.57
17	19.84	<i>n</i> -Nonenal	—	—	1.20	—
18	19.95	<i>trans</i> -2-Octenal	5.31	3.44	9.87	12.25
19	21.48	1-Octen-3-ol	1984.17	1809.32	1628.88	1925.67
20	22.85	Furfural	—	4.69	4.29	6.85
21	24.56	<i>cis</i> -2-Octenol	7.91	3.68	8.46	6.48
22	25.04	<i>cis,cis</i> -1,5-Octadi-en-3-ol	13.64	19.79	9.15	4.70
23	27.61	<i>n</i> -Hexadecane (ISTD)				
24	29.18	5-Undecanol	14.12	15.37	19.17	31.63
25	30.20	<i>n</i> -Nonanol (ISTD)				
26	35.48	2,4-Decadienal	18.19	17.88	9.61	4.63
27	36.40	<i>n</i> -Hexanoic acid	—	5.05	—	—
28	37.90	Benzyl alcohol	13.37	27.90	11.05	3.69
29	39.38	BHT	117.17	99.31	91.57	94.98
30	45.92	Octanoic acid	12.18	13.68	10.65	9.77
31	48.15	Dihydrobovolide	6.23	—	5.61	5.99
32	48.35	δ-Decalactone	29.48	50.28	18.80	8.85
33	57.45	Decanoic acid	9.55	14.43	3.42	—
34	59.88	Tridecanoic acid	30.12	32.39	46.35	26.45
35	63.82	Tetradecanoic acid	68.16	70.62	54.18	54.60
36	67.26	Pentadecanoic acid	407.62	290.25	339.57	280.55
37	71.68	Hexadecanoic acid	1571.83	1198.07	1377.54	1574.08
38	74.78	Octadecanoic acid	18.21	14.09	12.75	12.00
		Total	4763.80	4293.52	4473.96	5150.60

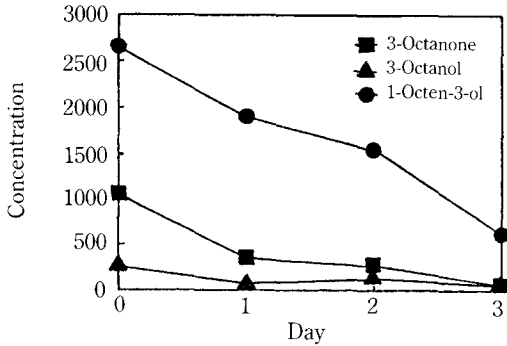


Fig. 2. Changes of volatile compounds contributing to *Pleurotus sajor-caju* flavor during storage at 20°C, 60-70% RH incubator.

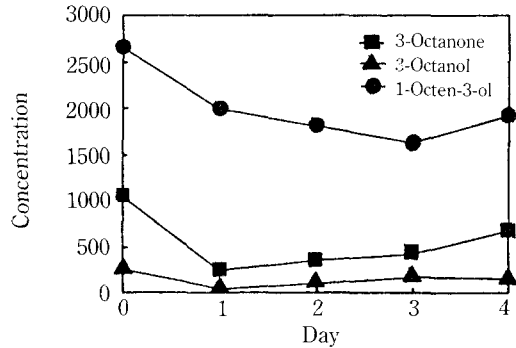


Fig. 3. Changes of volatile compounds contributing to *Pleurotus sajor-caju* during storage at 0-4°C, 85-90% RH refrigerator.

후부터 미약하지만 off-flavor가 발생했던 것으로 미루어 off-flavor는 상기 분석조건에서는 검출되지 않은 성분들이 autolysis나 부패 미생물의 감염에 의해 생성되었을 것으로 추측되어 이 부분에 대해서는 앞으로도 계속 연구되어야 할 것으로 사료된다. 高間等(1984)도 *Tricholoma matsutake* 저장 기간동안 실온 저장이 냉장보다 훨씬 향기성분의 조성 변화가 심하였다고 보고한 바 있다.

저장 기간 및 조건에 따른 개별 향기성분들의 동태를 검토하여 보면 실온저장시는 δ -decalactone을 제외하고는 거의 모든 성분들이 심한 감소 추세를 보였는데 특히 느타리 버섯의 향기 key compound (Maga, 1981; 김, 1988)로 알려져 있는 1-octen-3-ol의 잔존율이 저장 3일 후 23%정도에 지나지 않았다. 그러나 냉장 저장시에는 2-methyl butanal, 1-octen-3-ol, *cis,cis*-1,5-octadien-3-ol, pentadecanoic acid 등은 감소추세를 보였지만 3-octanone, 1-octen-3-one, 3-octanol, 5-undecanol 등은 오히려 증가되는 경향을 보였다. 또한 느타리 버섯의 향기 key compound인 1-octen-3-ol의 잔존율은 저장 4일 까지도 73%를 유지하였다 (Fig. 2 및 Fig. 3).

기타의 성분들은 감소의 형태를 보이지만 감소추세의 경향도 일정하게 감소하지 않고 약간의 증감을 반복하는 경우가 발생하는데 이는 저장과정 중에도 각종 향기성분들의 휘산에 의한 손실 과 더불어 산화, 분해, 전위, 재조합과 같은 화학적인 반응 및 향기생성에 관여하는 효소들의 작용에 의한 생성이 또한 활발히 진행되었기 때문인 것으로 생각되며, tetradecanoic, pentadecanoic, hexadecanoic, octa-

decanoic acid 등과 같은 지방산류가 control에 비하여 현저하게 증가되었던 것은 지방 분해 효소인 lipolytic acyl hydrolase에 의해 acyl ester 형태의 지질들이 저장중 분해되어 이들 유리지방산의 함량이 증가되었을 것으로 생각된다.

Cronin 등 (1971)은 *Agaricus bisporus*에서 분리한 휘발성 향기 성분중 1-octen-3-ol과 1-octen-3-one이 중요 향기성분이라고 하였고, Picardi 등 (1973)은 *Agaricus bisporus*의 중요 향기성분은 1-octen-3-ol 이나 가열 조리했을 경우는 1-octen-3-one이 특징적인 성분이며 이 성분은 가열후 30분 경과시 가장 많이 생성된다고 보고한 바 있다. 홍 등 (1986)은 *Pleurotus ostreatus*에 있어서 1-octen-3-ol, 3-octanone, 3-octanol, 2-octenol과 2,4-decadienal 등의 함량이 많았으며 C₈화합물이 전체 향기성분의 80%를 차지한다고 보고한 바 있으며, Maga (1981)도 1-octanol, 3-octanol, 1-octen-3-ol과 같은 C₈화합물이 버섯류의 가장 특징적인 향기성분이라고 보고하였다.

C₈화합물의 생성에 대하여 Tressl 등 (1982)과 Lumen 등 (1978)은 일반식물체에서 lipoxygenase, hydroperoxide lyase의 작용에 의하여 C₆-C₉화합물이 생성되는 것과 같이 버섯류에 있어서의 C₈화합물도 역시 linoleic acid와 같은 유리지방산이 lipoxygenase의 작용에 의해 9- 또는 13-hydroperoxide로 된 다음 이는 다시 α -ketol이나 γ -ketol 또는 ketopoxide를 경유하여 C₈화합물로 분해된다고 주장한 바 있다.

한편 항산화제인 BHT (peak 29)는 추출용매로

사용한 diethyl ether에서 혼입된 것으로 사료된다.

摘 要

Simultaneous distillation-extraction method에 의해 국내에서 인공재배되고 있는 여름 느타리 버섯 (*Pleurotus sajor-caju*)을 실온과 냉장하에서 저장하면서 휘발성 향기성분을 분리한 다음 GC-MS 및 GC에 의한 표준품과의 머무름시간 비교에 의해 향기성분의 변화를 검토하여 보았다. 총 aroma concentrates의 함량은 냉장 저장시는 큰차이를 보이지 않았으나 실온 저장시는 큰 감소의 경향을 보였다. 확인된 38종의 휘발성 화합물중 실온 저장시 δ -decalactone만 약간증가하였으나 기타의 성분들은 현저히 감소한 반면 냉장 저장시는 2-methyl butanal, 1-octen-3-ol, *cis,cis*-1,5-octadien-3-ol, pentadecanoic acid등은 감소추세를 보였지만 3-octanone, 1-octen-3-one, 3-octanol, 5-undecanol등은 오히려 증가되는 경향을 보였다. 또한 중량 감소와 관능적 특성은 실온 저장시 냉장 저장보다 심한 변화를 보였다.

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.
- 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., Kazeniak, 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**: 959-962.
- 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, 김명근, 김영수, 손희숙 (1989): 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성. *한국식품과학회지* **21**: 58-62.
- 홍재식, 이지열, 김영희, 김명근, 정기태, 이극로 (1986): 느타리버섯의 향기성분에 관한 연구. *한국군학회지* **14**: 31-36.
- 高間總子, 石井 尋, 村木繁 (1984): 日本産, 韓國産 *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing의香氣成分および貯藏による香氣成分の變化. *日本食品工業學會誌* **31**: 14-18.
- 關谷次郎 (1985): 高等植物の莖葉器官分化と緑茶における香氣成分生成に關する研究. *日本農藝化學會誌* **59**: 1161-1167.
- 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ユステロール含量. *日本食品工業學會誌* **31**: 732-738.
- 安本教傳 (1985): 食品における酵素の利用-とくにフレバについて. *日本食品工業學會誌* **32**: 920-924.

Accepted for Publication on January, 14, 1992