

# 노랑느타리와 분홍느타리의 건조조건에 따른 C<sub>8</sub>과 C<sub>9</sub> 향기성분의 변화

오민지 · 김민식 · 임지훈 · 오연이\*

국립원예특작과학원 버섯과

## The change in C<sub>8</sub> and C<sub>9</sub> volatile compounds according to the drying conditions of *Pleurotus citrinopileatus* and *P. djamora*

Minji Oh, Minseek Kim, Ji-Hoon Im, and Youn-Lee Oh\*

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA Chungcheongbuk do, Eumseong gun, 27709, Korea

**ABSTRACT:** Mushrooms have a unique taste and aroma, so in the processing of mushroom products with other ingredients, a separate pre-processing step is often taken to eliminate the mushroom aroma. In this study, we analyzed the changes in the concentration of volatile compounds according to drying conditions to promote the activation of processing using the fruiting bodies of yellow oyster mushrooms(*Pleurotus citrinopileatus*) and pink oyster mushrooms(*P. djamora*). The caps and stipes of yellow oyster and pink oyster mushrooms were separated and freeze-dried at -70°C for 120 hours. Subsequently, they were hot air-dried at temperatures of 40, 50, 60, and 70°C for 24, 24, 16, and 12 hours, respectively. The dried samples were pulverized and quantitatively analyzed by SPME-GC-MS. In the case of yellow oyster mushrooms, the concentration of t-2-nonenal in caps and stipes during freeze-drying was 164.43 µg/g d.w. and 174.80 µg/g d.w., respectively, whereas during hot air-drying, it significantly decreased to 0.35~3.41 µg/g d.w. and 0.98~59.88 µg/g d.w. In a similar manner, for pink oyster mushrooms, the concentration of 1-octen-3-ol during freeze-drying in caps and stipes was 31.05 µg/g d.w. and 176.17 µg/g d.w., respectively, whereas during hot air-drying, it significantly decreased to 1.59~9.66 µg/g d.w. and 1.96~15.77 µg/g d.w. Furthermore, most volatile compounds showed a tendency to decrease in concentration as the temperature during hot air-drying increased.

**KEYWORDS:** *Pleurotus citrinopileatus*, *P. djamora*, Drying condition, Volatile compound, Mushroom aroma

### 서 론

버섯은 대부분 식용으로 섭취하기 위해 재배되거나 자

연에서 발견되는 담자균류의 자실체 형태이다. 국내에서는 10여 종 이상의 버섯이 재배되고 있으나, 주요 품목이라 불리는 느타리, 큰느타리, 팽이, 양송이, 표고가 전체 생산량의 90% 이상을 차지하고 있다. 점차 대량으로 생산이 가능한 재배시스템이 갖춰지면서 신선버섯의 소비 한계에 직면하고 있다. 이러한 한계를 넘기 위해 버섯을 이용한 가공품 제조에 대한 관심이 꾸준히 지속되어 왔으며, 노랑느타리, 노루궁뎅이버섯 등 다양한 버섯이 가공품에 활용되고 있다. 버섯은 독특한 맛과 향, 영양성분, 건강에 유익한 효능 등을 갖고 있어 우리 식생활에 중요한 부분을 차지하나(Reis *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2014), 다른 재료들과 함께 가공품으로 제조되기 위해서는 덩임 등을 통해 버섯의 향을 없애는 전처리 과정을 따로 거치기도 한다.

1986년에 수행된 느타리(*Pleurotus ostreatus*)의 향기 성분에 관한 연구에서 27개의 향기 성분이 검출되고 그 중 1-octen-3-ol이 67.06%로 가장 많은 부분을 차지하였다(Hong *et al.*, 1986). 이와 마찬가지로 표고(*Lentinula*

J. Mushrooms 2023 December, 21(4):222-227  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2023.21.4.222>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

Minji Oh(Researcher), Minseek Kim(Researcher), Ji-Hoon Im(Researcher),  
 Youn-Lee Oh(Senior Researcher)

\*Corresponding author

E-mail : minji1228@korea.kr

Tel : +82-43-873-5711, Fax : +82-43-873-5702

Received December 4, 2023

Revised December 20, 2023

Accepted December 26, 2023

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

edodes)에서도 1-octen-3-ol이 74.7%로 주요한 향기 성분으로 검출되었다(Kim *et al.*, 1988). 최근 6개의 주요 버섯 품목의 자실체로 휘발성분을 분석하였고, 갈색 느타리만가닥버섯, 느타리, 백색 느타리만가닥버섯, 큰느타리, 양송이, 팽이 순서로 휘발 성분 함량이 높았다. 이 연구에서도 갈색 및 백색 느타리만가닥버섯과 느타리에서 가장 많이 함유된 성분은 1-octen-3-ol 이었고, 큰느타리와 팽이에서는 hexanal, 양송이에서는 benzaldehyde였다(Jung *et al.*, 2019). 이처럼 다양한 휘발 성분을 갖고 있는 버섯을 여러 제품의 원료로 사용하기 위한 건조 단계에서 함량을 낮추거나 없앨 수 있다면 다른 추가적인 전처리 과정은 생략할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 느타리류에 속하는 다양한 종들 중에서 국내에서 쉽게 재배되어 가공에 활용할 수 있는 노랑느타리(*P. citrinopileatus*)와 분홍느타리(*P. djamor*)의 자실체를 시험 재료로 하여 건조 조건에 따라 휘발 성분 농도의 변화 정도를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 균주 및 배양

본 연구에서 사용된 균주는 노랑느타리(*Pleurotus citrinopileatus*) KMCC0422와 분홍느타리(*P. djamor*) KMCC1364이며, 국립원예특작과학원 버섯과에 보존 중인 균주를 사용하였다. 균주 배양을 위해서 감자한천배지(PDA, Potato Dextrose Agar, BD Difco)를 사용하였으며 25°C 항온기에서 배양하였다.

### 자실체 생육

자실체 생육을 위한 배지로는 포플러톱밥:비트펠프:면실박=5:3:2(% , v/v) 수준으로 혼합하고 수분함량은 약 65%로 맞추었다(Choi *et al.*, 2019). 혼합된 배지를 1,100 mL PP 병에 입병한 뒤 고압멸균기에 넣고 121°C에서 90분 간 멸균해주었다. 멸균이 끝난 배지는 UV가 켜진 냉각실에서 12시간 정도 냉각 후 클렌칭 내에서 톱밥 접종원을 이용해 접종해주었다. 배양온도 23°C, 습도 약 65%에서 약 25±5일간 배양 후, 균급기를 통해 자실체 발생을 유도하였다. 초기 발이를 위한 생육조건은 온도 19±1°C, 습도 95±5% 였고, 자실체 발생 후 후기 생육조건은 온도 16±1°C, 습도 85±5%로 일반 느타리 재배조건과 동일하게 유지하였다.

### 시약 및 시료 준비

국내에서 수확되는 느타리의 보편적인 크기에 따라 갖의 너비가 약 2~3 cm가 되는 버섯을 수확하여 갖과 대를 분리한 뒤 30개체 이상을 모아 100 g의 시료를 3반복 만들어 건조 온도를 다르게 하여 완전히 말라 수분감이 느껴지지 않을 때까지 건조하였다. 동결건조 시료는 동결건조기를 이용해 -70°C에서 120시간동안 건조시켰고, 열풍 건조 시료는 온도를 40, 50, 60, 70°C까지 다르게 설정하

여 농산물열풍기를 이용해 각 24, 24, 16, 12시간 건조하여 모든 시료는 고운 가루 형태로 분쇄하였다. SPME fiber(Carboxen/polydimethylsiloxane (PDMS), PDMS, and Polyacrylate)는 Supelco Inc.(Bellefonte, PA, USA)에서 구입하였고, Pentanal, hexanal, heptanal, 3-octanone, 1-octen-3-one, 3-octanol, 2-octen-1-ol, 1-decanol과 benzyl alcohol은 Tokyo Chemical Industry Co., LTD에서 구입하였다. 또한, 2,3-butanedione, 2-pentylfuran, t-2-hexenal, octanal, t-2-heptenal, t-2-octenal, 1-octen-3-ol, 2-ethyl-1-hexanol, t,t-2,4-heptadienal, benzaldehyde, t-2-nonenal, 1-octanol, t,2-c,6-nonadienal, 2,4-octadienal, 1-nonanal, 2,4-nonadienal, 2,4-decadienal과 phenylethyl alcohol은 Aldrich(Sigma-Aldrich Corp. ST. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다(Jung *et al.*, 2019).

### 향 성분의 Headspace solid-phase microextraction

Jung *et al.*(2019)의 방법에 따라, 건조되어 곱게 갈려진 시료 0.020 g을 16 mL amber vial(LK LAB Korea, Seoul, Korea)에 넣고 5mL의 6% 수용성 NaCl 용액과 마그네틱 바를 넣어준 뒤 polytetrafluoroethylene(PTFE) silicon septum과 뚜껑으로 닫는다. 약 3초 간 가볍게 섞어준 뒤 hot plate(laboratory stirrer/hot plate PC-620, Corning Inc., NY, USA)에 있는 vial puck(SPME sampling stand, Supelco Inc.)으로 즉시 옮긴다. SPME 바늘을 vial의 headspace (HS) 부분에 찔러준 뒤 향 성분을 추출한다. Infrared thermometer (model 35629-20, Oakton Instruments, Vernon Hills, IL, USA)가 hot plate에 있는 vial puck의 시료들의 온도를 측정하기 위해 사용되며, HS-SPME 작동 조건은 다음과 같다 : fiber type은 Carboxen/PDMS; 15분 간 평형상태 (equilibrium) 유지 후 10분 간 흡착; sampling 온도 100°C

### Gas chromatography

HS-SPME-GC-MS 분석은 버섯에 있는 휘발 성분을 동정하기 위해 MS(TQ8030, Shimadzu, Tokyo, Japan)와 결합된 GC(2010 plus, Shimadzu)을 사용하였다. 컬럼은 polar capillary column(SupelcowaxR©10, 60 m × 0.25 mm, 0.25 mm film thickness, Supelco Inc.)을 사용하였고, GC injector 포트에 direct SPME-type의 비활성화된 inlet liner(90 mm × 5.0 mm OD, 0.75 mm ID straight/SPME inlet liner, Restek Co., Bellefonte)가 사용되었으며 시료 주입은 splitless mode로 수행되었다. SPME fiber가 GC injection 포트에 주입되고 fiber에 흡착된 휘발 성분들은 280°C에서 3분 간 용해되어 컬럼으로 주입되었다. oven 온도는 처음에 40°C에서 5분 그리고 190°C까지 1분 당 3°C 증가하며 마지막엔 15분 간 유지되는 것으로 설정되었다. 운반가스로 헬륨이 사용되었으며 1.2 mL/min 속도로 사용되었다. Mass spectra는 70 eV 이온화 에너지를 사용한 electron impact mode에서 40에서 600까지 질량 범위로 검

출되었다. 검출된 휘발 성분은 mass spectra library(Wiley and the NIST mass spectra library)에 있는 reference compound와 매칭하여 임시적으로 동정하였고, 추가적으로 표준 물질을 HS-SPME-GC-MS와 HS-SPME-GC-FID로 분석하여 얻어진 결과를 이용해 동정을 확인하였다.

FID(Flame Ionization Detector, Shimadzu GC-2010, Shimadzu)가 장착된 Gas chromatograph은 휘발 성분의 peak 면적을 얻기 위해 사용되었고, FID의 detector 온도는 280°C였다. 모든 실험은 최소 2반복 이상 수행되었고, 휘발 성분의 함량은 물질의 peak 면적과 백분율로 계산하였다.

### 통계처리

집단 간 평균을 비교하기 위해 SPSS Statistics(IBM, version 28)을 사용하였으며, 유의성 0.05 수준에서 다변량분산분석과 Duncan 사후 분석을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

### 건조 조건에 따른 자실체 갖의 휘발성분 함량

일반적으로 버섯을 가공 등을 위한 원재료로 사용하기 위해서 건조를 시키는 데, 원물 형태를 유지하기 위해서는 동결건조를, 빠르고 효율적으로 건조하기 위해서는 열풍건조를 많이 활용하고 있다. 본 연구에서도 대표적인

건조 방법 두가지를 Table 1의 조건으로 사용하였다. 노랑느타리 KMCC0422의 갖에 가장 많이 함유되어 있는 휘발 성분은 동결건조 시에는 t-2-octenal과 t-2-nonenal인 반면, 열풍건조 시에는 1-octen-3-ol과 t-2-nonenal이었다 (Table 2). 1-octen-3-ol은 다양한 버섯에서 많이 생성되는 화합물이며(Roeland *et al.*, 2013) 버섯 알코올이라고 불릴만큼 대표적으로 버섯향을 유발하는 물질이다. 또한, 양송이에서 발생하는 1-octen-3-ol이 흰곰팡이병(*Lecanicillium fungicola*)의 발병을 억제하는데 효과적이라는 연구 결과도 있다(Berendsen *et al.*, 2013). t-2-nonenal은 분홍느타리의 동결건조 시료와 비교 시 노랑느타리에 특이적으로 많이 함유되어 있다. 이 물질은 불포화 알데하이드로 오래된 맥주나 효모에서 많이 발생한다고 알려져 있으나, 아직까지 노랑느타리에서 이 물질에 대한 연구는 부족하다. 노르웨이의 야생 식용버섯에 대해 휘발성 물질과 비휘발성 물질을 분석한 이전 연구결과에서 (E)-2-nonenal에 대해 조리된 당근 향과 비슷하다는 연구 결과가 일부 있었으나(Aisala *et al.*, 2020), 이를 제외하고 블랙베리 등 다른 작물에서의 연구가 더 활발히 이루어져왔다. 건조 온도 및 시간에 따른 노랑느타리의 갖 부분 휘발성분 농도를 비교하면 대부분 물질에서 유의적인 차이를 보였다. 동결건조 시 주요 휘발성 물질인 t-2-octenal과 t-2-nonenal의 농도는 각 45.61 µg/g d.w., 164.43 µg/g d.w.였으나 열풍건조를 한 경우 농도가 0.35~3.41 µg/g d.w., 0.41~18.58 µg/g d.w.로 현저하게 감소함을 확인하였다 (Fig. 1). 2가지 물질 모두 열풍 건조하는 온도가 높아질수록 농도가 수치적으로 더 감소하였으나 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 동결건조 시 농도와 열풍건조 시 농도의 차이가 컸던 것으로 예상된다. 분홍느타리 KMCC1364의

**Table 1.** The conditions of freeze-and hot air-drying

	Freeze-drying		Hot air-drying		
	temperature(°C)		50	60	70
temperature(°C)	-70	40	50	60	70
drying time(hours)	240	24	24	16	12

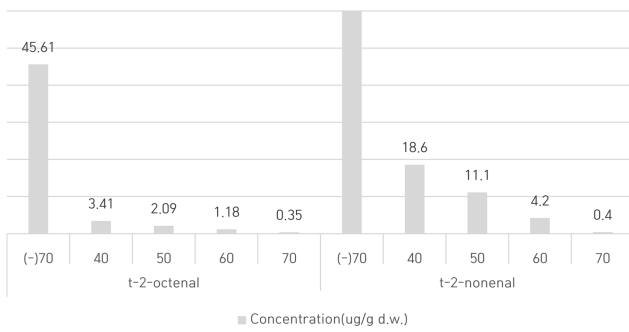
**Table 2.** The concentration of volatile compounds of KMCC0422(*Pleurotus citrinopileatus*)'s cap according to different drying conditions

(Unit : µg/g d.w.)

Volatile compound	Freeze-drying	Hot air-drying at 40°C	Hot air-drying at 50°C	Hot air-drying at 60°C	Hot air-drying at 70°C
3-octanone	1.95 <sup>a</sup>	1.51 <sup>ab</sup>	1.01 <sup>abc</sup>	0.38 <sup>bc</sup>	0.07 <sup>c</sup>
octanal	0.81 <sup>a</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.18 <sup>b</sup>
1-octen-3-one	5.82 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	2.46 <sup>b</sup>	0.88 <sup>bc</sup>	0.14 <sup>c</sup>
3-octanol	0.06 <sup>bc</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.04 <sup>bc</sup>	0.01 <sup>c</sup>
t-2-octenal	45.61 <sup>a</sup>	3.41 <sup>b</sup>	2.09 <sup>b</sup>	1.18 <sup>b</sup>	0.35 <sup>b</sup>
1-octen-3-ol	7.43 <sup>b</sup>	15.80 <sup>a</sup>	8.12 <sup>b</sup>	2.21 <sup>c</sup>	0.54 <sup>c</sup>
2-ethyl-1-hexanol	0.00 <sup>b</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>
1-octanol	0.20 <sup>a</sup>	0.16 <sup>ab</sup>	0.15 <sup>ab</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>
t,t-2,4-octandienal	0.68 <sup>a</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>
2-octen-1-ol	0.00 <sup>c</sup>	1.81 <sup>a</sup>	0.67 <sup>b</sup>	0.25 <sup>c</sup>	0.04 <sup>c</sup>
t-2-nonenal	164.43 <sup>a</sup>	18.58 <sup>b</sup>	11.09 <sup>b</sup>	4.19 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>

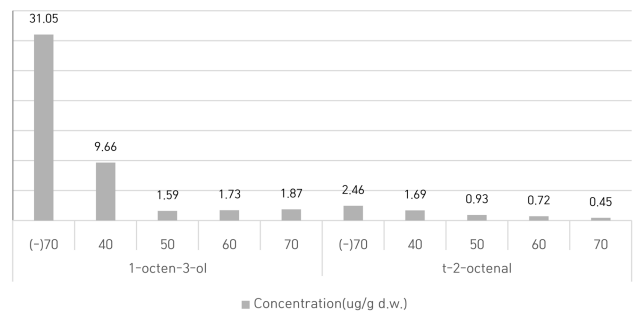
\* The time for drying was sequentially 120, 24, 24, 16 and 12 hours from freeze-drying to hot air-drying at 70°C

\*\* Statistics were analyzed at the 5% level of significance by ANOVA and the Duncan's multiple range test method (n=3), and different letters indicate significant differences at p<0.05.



**Fig. 1.** The graph of concentrations of t-2-octenal and t-2-nonenal in KMCC0422(*Pleurotus citrinopileatus*)'s cap according to different drying conditions.  
\* The concentration of t-2-nonenal in freeze-dried sample at -70°C was 164.4 µg/g d.w.

경우, 갓을 동결 및 열풍건조했을 때 모두 t-2-octenal과 1-octen-3-ol의 농도가 가장 높았다(Table 3). 노랑느타리의 결과와 유사하게 분홍느타리에서도 동결건조보다 열풍건조 시 농도가 0.45~1.69 µg/g d.w., 1.59~9.66 µg/g d.w.로 현저하게 감소하였고(Fig. 2), 40°C에서 열풍건조했을 때보다 50°C 이상의 온도에서 열풍건조 했을 때 유의적으로 더 감소하는 것을 확인하였다. 동결건조 시 농도가 낮았던 2-ethyl-1-hexanol, 2-octen-1-ol은 40°C에서 열풍건조 시 오히려 농도가 다소 증가하는 경향을 보였는데, 이는 가열 처리에 따라, 특정 휘발성 화합물이 구조적으로 분해되거나 변형되어 이 물질이 생성되었고, 더 높은 온도인 50°C 이상이 처리되었을 때, 다른 휘발 성분들과 마찬가지로 다시 분해되면서 농도가 감소된 것으로 추정되나, 정확한 인과 관계를 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



**Fig. 2.** The graph of concentrations of 1-octen-3-ol and t-2-octenal in KMCC1364(*Pleurotus djamor*)'s cap according to different drying conditions.

**건조 조건에 따른 자실체 대의 휘발성분 함량**

노랑느타리 KMCC0422의 대에 가장 많이 함유되어 있는 휘발 성분은 동결건조 시에는 t-2-octenal과 t-2-nonenal인 반면, 열풍건조 시에는 1-octen-3-ol과 t-2-nonenal이었다(Table 4). 갓 부위를 분석했을 때와 유사한 농도값과 동일한 경향을 보였으며(Table 2), 두 부위에서 모두 1-octen-3-ol은 동결건조보다 40°C에서 열풍건조한 경우 농도가 다소 증가하고 더 높은 온도에서 건조 시 다시 감소하는 경향을 보였다. 건조 온도 및 시간에 따른 노랑느타리 대 부분의 휘발 성분 농도를 비교하면 대부분 물질에서 유의적인 차이를 보였다. 동결건조 시 주요 휘발성 물질인 t-2-octenal과 t-2-nonenal의 농도는 각 49.03 µg/g d.w., 174.80 µg/g d.w. 였으나 열풍건조를 한 경우 농도가 0.29~10.60 µg/g d.w., 0.98~59.88 µg/g d.w.로 현저하게 감소함을 확인하였다(Fig. 3). 2가지 물질 모두 열풍 건조하는 온도가 높아질수록 농도가 유의적으로 더 감소하는 것을 확인하였다. 분홍느타리 KMCC1364의 경우,

**Table 3.** The concentration of volatiles of KMCC1364(*Pleurotus djamor*)'s cap according to different drying conditions (Unit : µg/g d.w.)

Volatiles	Freeze-drying	Hot air-drying at 40°C	Hot air-drying at 50°C	Hot air-drying at 60°C	Hot air-drying at 70°C
3-octanone	0.10 <sup>b</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.04 <sup>c</sup>	0.02 <sup>d</sup>	0.04 <sup>c</sup>
octanal	1.17 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
1-octen-3-one	0.65 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.17 <sup>c</sup>	0.13 <sup>c</sup>	0.14 <sup>c</sup>
3-octanol	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
t-2-octenal	2.46 <sup>a</sup>	1.69 <sup>b</sup>	0.93 <sup>c</sup>	0.72 <sup>cd</sup>	0.45 <sup>d</sup>
1-octen-3-ol	31.05 <sup>a</sup>	9.66 <sup>b</sup>	1.59 <sup>c</sup>	1.73 <sup>c</sup>	1.87 <sup>c</sup>
2-ethyl-1-hexanol	0.18 <sup>bc</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.15 <sup>c</sup>	0.21 <sup>ab</sup>	0.20 <sup>abc</sup>
1-octanol	0.42 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>
t,t-2,4-octandienal	0.06 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>
2-octen-1-ol	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.03 <sup>ab</sup>	0.08 <sup>ab</sup>
t-2-nonenal	1.16 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>

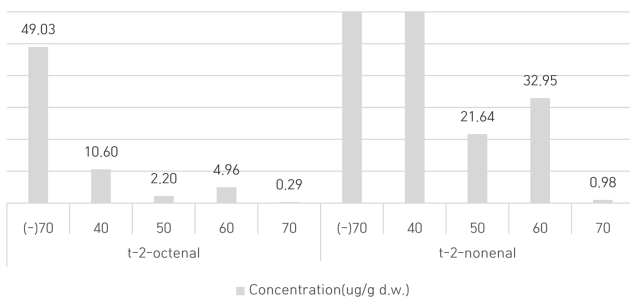
\* The time for drying was sequentially 120, 24, 24, 16 and 12 hours from freeze-drying to hot air-drying at 70°C  
\*\* Statistics were analyzed at the 5% level of significance by ANOVA and the Duncan's multiple range test method (n=3), and different letters indicate significant differences at p<0.05.

**Table 4.** The concentration of volatile compounds of KMCC0422(*Pleurotus citrinopileatus*)'s stipe according to different drying conditions

(Unit : µg/g d.w.)

Volatiles	Freeze-drying	Hot air-drying at 40°C	Hot air-drying at 50°C	Hot air-drying at 60°C	Hot air-drying at 70°C
3-octanone	0.30 <sup>bc</sup>	1.70 <sup>a</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.04 <sup>c</sup>
octanal	0.49 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.17 <sup>c</sup>
1-octen-3-one	1.62 <sup>bc</sup>	5.36 <sup>a</sup>	0.78 <sup>c</sup>	2.17 <sup>b</sup>	0.06 <sup>d</sup>
3-octanol	0.03 <sup>b</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>
t-2-octenal	49.03 <sup>a</sup>	10.60 <sup>b</sup>	2.20 <sup>c</sup>	4.96 <sup>cd</sup>	0.29 <sup>d</sup>
1-octen-3-ol	3.77 <sup>c</sup>	26.41 <sup>a</sup>	7.37 <sup>c</sup>	17.30 <sup>b</sup>	0.13 <sup>c</sup>
2-ethyl-1-hexanol	0.00 <sup>c</sup>	0.16 <sup>ab</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.14 <sup>ab</sup>	0.16 <sup>ab</sup>
1-octanol	0.17 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.17 <sup>ab</sup>	0.10 <sup>c</sup>
t,t-2,4-octandienal	0.72 <sup>a</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.07 <sup>d</sup>	0.12 <sup>c</sup>	0.01 <sup>d</sup>
2-octen-1-ol	0.00 <sup>c</sup>	2.89 <sup>a</sup>	0.71 <sup>c</sup>	1.86 <sup>b</sup>	0.01 <sup>c</sup>
t-2-nonenal	174.80 <sup>a</sup>	59.88 <sup>b</sup>	21.64 <sup>c</sup>	32.95 <sup>c</sup>	0.98 <sup>d</sup>

\* The time for drying was sequentially 120, 24, 24, 16 and 12 hours from freeze-drying to hot air-drying at 70°C  
 \*\* Statistics were analyzed at the 5% level of significance by ANOVA and the Duncan's multiple range test method (n=3), and different letters indicate significant differences at p<0.05.



**Fig. 3.** The graph of concentrations of t-2-octenal and t-2-nonenal in KMCC0422(*Pleurotus citrinopileatus*)'s stipe according to different drying conditions.

\* The concentrations of t-2-nonenal in freeze-dried at -70°C and hot air-dried at 40°C samples were 174.80, and 59.88 µg/d.w., respectively.

동결건조 및 열풍건조에서 모두 1-octen-3-ol의 농도가 압도적으로 높았다(Table 5). 노랑느타리의 결과와 유사하게 분홍느타리에서도 이 물질의 농도가 동결건조보다 열풍건조 시 0.39~1.21 µg/g d.w., 1.96~15.77 µg/g d.w.로 현저하게 감소하였고(Fig. 4), 40°C에서 열풍건조 했을 때보다 50°C 이상의 온도에서 열풍건조 했을 때 유의적으로 더 감소하는 것을 확인하였다. 동결건조 시 농도가 낮았던 2-ethyl-1-hexanol, 2-octen-1-ol은 갓 부위와 마찬가지로 40°C에서 열풍건조 시 오히려 농도가 다소 증가하는 동일한 경향을 보였다.

느타리류에 속하는 종에 따라 함유하고 있는 휘발 성분도 다를뿐만 아니라, 가공을 위한 전처리 과정에서 거치는 건조 조건에 따라서도, 휘발성 물질들의 농도가 달라짐을

확인하였다. 1-octen-3-ol의 경우, 자실체가 성숙함에 따라 함량이 높아진다는 연구 결과는 있었으나(Mau *et al.*, 1993), 건조 조건에 따른 변화 양상에 대한 연구는 없었기 때문에 버섯 향성분에 대한 대사과정 등을 연구하기에 본 연구 결과가 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 연구 결과를 느타리류를 가공함에 있어 향과 관련하여 건조 조건을 다양하게 활용할 수 있을 것이며, 향후 온도 처리에 따라 다양한 휘발성 물질들의 농도가 변화하는 양상에 대해 생합성 경로 등과 연계하여 추가적인 연구가 필요할 것이다.

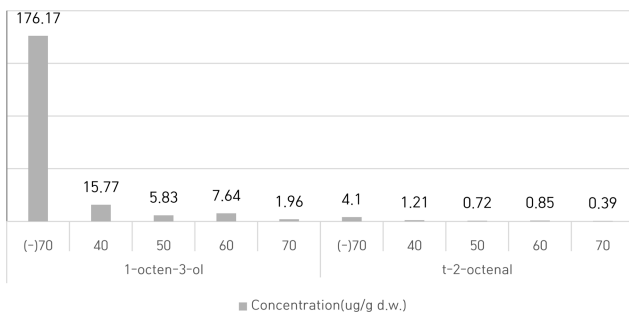
## 적 요

국내에서 가장 쉽게 채배될 수 있는 느타리류 중 노랑느타리와 분홍느타리의 자실체를 이용한 가공화의 활성화를 위해 건조 조건에 따른 휘발 성분의 농도 변화를 본 연구에서 분석하였다. 노랑느타리와 분홍느타리 자실체의 갓과 대를 분리하여 -70°C에서 120시간 동안 동결건조 하였고, 40, 50, 60, 70°C의 온도에서 각각 24, 24, 16, 12 시간 동안 열풍건조 하였다. 건조된 시료를 분쇄하여 SPME-GC-MS로 정량분석한 노랑느타리 주요 향기성분인 t-2-nonenal은 동결건조 시 갓과 대에서 각각 164.43 µg/g d.w., 174.80 µg/g d.w.인 반면, 열풍건조 시 0.35~3.41 µg/g d.w., 0.98~59.88 µg/g d.w.로 유의하게 감소하였다. 마찬가지로, 분홍느타리 주요 향기성분인 1-octen-3-ol은 동결건조 시 갓과 대에서 각각 31.05 µg/g d.w., 176.17 µg/g d.w.인 반면, 열풍건조 시 1.59~9.66 µg/g d.w., 1.96~15.77 µg/g d.w.로 감소하였다. 또한, 대부분의 휘발 성분이 열풍건조 시 처리온도가 높아짐에 따라 농도

**Table 5.** The concentration of volatiles of KMCC1364(*Pleurotus djamor*)’s stipe according to different drying conditions (Unit : µg/g d.w.)

Volatiles	Freeze-drying	Hot air-drying at 40°C	Hot air-drying at 50°C	Hot air-drying at 60°C	Hot air-drying at 70°C
3-octanone	0.16 <sup>a</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.05 <sup>bc</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.01 <sup>c</sup>
octanal	2.12 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	0.16 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.17 <sup>b</sup>
1-octen-3-one	1.59 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.20 <sup>bc</sup>	0.23 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>c</sup>
3-octanol	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
t-2-octenal	4.10 <sup>a</sup>	1.21 <sup>b</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.85 <sup>bc</sup>	0.39 <sup>c</sup>
1-octen-3-ol	176.17 <sup>a</sup>	15.77 <sup>b</sup>	5.83 <sup>b</sup>	7.64 <sup>b</sup>	1.96 <sup>b</sup>
2-ethyl-1-hexanol	0.16 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>
1-octanol	0.69 <sup>a</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.09 <sup>b</sup>
t,t-2,4-octandienal	0.11 <sup>a</sup>	0.00 <sup>d</sup>	0.00 <sup>d</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.02 <sup>c</sup>
2-octen-1-ol	1.06 <sup>a</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.16 <sup>b</sup>
t-2-nonenal	0.50 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.22 <sup>b</sup>

\* The time for drying was sequentially 120, 24, 24, 16 and 12 hours from freeze-drying to hot air-drying at 70°C  
 \*\* Statistics were analyzed at the 5% level of significance by ANOVA and the Duncan’s multiple range test method (n=3), and different letters indicate significant differences at p<0.05.



**Fig. 4.** The graph of concentrations of 1-octen-3-ol and t-2-octenal in KMCC1364(*Pleurotus djamor*)’s stipe according to different drying conditions.

도 감소하는 경향을 보였다. 본 연구 결과를 바탕으로 느 타리류를 가공함에 있어 버섯 향과 관련한 건조 조건을 다양하게 활용할 수 있을 것으로 기대해본다.

### 감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 기본과제 (PJ01419604)에서 수행한 연구 결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

### References

Aisala H, Manninen H, Laaksonen T, Linderborg KM, Myoda T, Hopia A, Sandell M. 2020. Linking volatile and non-volatile compounds to sensory profile and consumer liking of wild edible Nordic mushrooms. *Food Chemistry*. 304:125403

Berendsen RL, Kalkhove SI, Lugones LG, Baars JP, Wosten HA, Bakker PA. 2013. Effects of the mushroom-volatile 1-octen-3-ol on dry bubble disease. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 97:5535-5543

Jung MY, Lee DE, Cheng HY, Chung IM, Kim SH, Han JG, Kong WS. 2019. Characterization of volatile profiles of six popular edible mushrooms using Headspace-Solid-Phase Microextraction coupled with Gas chromatography combined with chemometric analysis. *Journal of Food Science*. 83(4):421-429.

Mau JL, Beelman RB, Ziegler GR. 1993. Factors affecting 1-octen-3-ol in mushrooms at harvest and during postharvest storage. *Food Science*. 58(2):331-334.

Reis FS, Barros L, Martins A, Ferreira ICFR. 2012. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*. 50:191-197.

Wang XM, Zhang J, Wu LH, Zhao YL, Li T, Li JQ, Liu HG. 2014. A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*. 151: 279-285.

Hong JS, Kim MG, Kim YH, Lee KR, Jung KT, Lee JY. 1986. Studies on the volatile arome components of *Pleurotus ostreatus*. *The Korean Journal of Mycology*. 14(1):31-36.

Kim YS, Kim DH, Kim YH, Hong JS, Kim MG, Lee KR, Yeo GY. 1988. Volatile compounds of Korean shiitake mushroom(*Lentinus edodes*). *The Korean Journal of Mycology*. 20(4):606-612.

Roeland LB, Stefanie ICK, Luis GL, Johan JPB, Han ABW, Peter AHMB. 2013. Effects of the mushroom-volatile 1-octen-3-ol on dry bubble disease. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 97:5535-5543