

저장 조건을 달리한 팽이버섯의 영양학적 특성 평가

김경제 · 진성우 · 최봉석 · 김진경 · 고영우 · 반승언 · 서경순*

(재) 장흥군버섯산업연구원

Evaluation of the nutrition properties of *Flammulina velutipes*

Kyung-Je Kim, Seong-Woo Jin, Bong-Suk Choi, Jin-Kyeong Kim, Young-Woo Koh, Seung-Eon Ban, and Kyoung-Sun Seo*

Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 529-851, Korea

ABSTRACT: In the present study, we analyzed the amino acid and free sugar content of *Flammulina velutipes*. We observed that the free sugar content in *Flammulina velutipes* increased under higher storage temperatures. However, the packaging material had no effect on the sugar content. Higher storage temperature increased the level of polyphenol oxidase. β -glucan level of *Flammulina velutipes* by variation in the packaging film material or storage temperature. We suggest that the β -glucan content is not acceptable to mushroom storage standards.

KEYWORDS: *Flammulina velutipes*, packaging film, storage temperature, polyphenol oxidase

서론

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 담자균류 주름버섯목(Agaricales) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하는 버섯으로 자실체는 4~12°C의 저온에서 발생되어 겨울버섯으로 알려져 있으며(Lin *et al.*, 1974), 아시아지역에 많이 재배되고 있다(Chang and Miles 1989). 주요 영양성분으로는 필수아미노산과 B1, B2, niacin, folic acid 등의 비타민류 및 식이섬유가 풍부하며, 항암작용이 있는 단백당류가 함유되어 있다고 보고되고 있다(Woo, 1983). 버섯은 다른 채소류나 과일보다 수확 후 호흡과 대사작용이 왕성하여 이산화탄소 발생량이 높고 중량감소가 빠르게

일어나고 외관이 수축되며, 호흡열로 인한 품온(品溫) 상승으로 변색 및 미생물의 번식 등으로 인해 품질이 급속히 저하된다(Hardenburg *et al.*, 1986). 현재 시중에서 많이 사용되고 있는 단순 진공포장 방법은 압착하여 진공포장하는 특성상 버섯 외관을 상하게 하는 단점이 있다. 또한 진공포장은 버섯의 호흡을 중지시킴으로써 버섯 간의 퇴축 등의 현상이 일어날 수 있다(Austin *et al.*, 1992). 이에 따라 버섯의 저장성을 향상시키기 위하여 냉장 저장(Burton *et al.*, 1987), MAP (Kader *et al.*, 1989; Barron *et al.*, 2001), controlled atmosphere package(CA) (Lopez-Briones *et al.*, 1992), sorbtlol 처리(Roy *et al.*, 1995), CaCl₂ 용액 처리(Miklus *et al.*, 1996) 등 버섯의 신선함을 유지하기 위한 다각적인 연구가 진행되고 있다. 현재 국내 유통 및 수출을 목적으로 사용하고 있는 팽이 포장필름 원단은 대부분을 수입에 의존하고 있다. 이에 본 연구는 팽이버섯 포장필름의 국산화 및 동남아시아 지역을 대상으로 한 수출용 필름을 개발하기 위하여, 개발된 포장필름을 현재 시중에 유통 중인 포장필름 및 수입산 포장필름과 함께 저장 중 팽이버섯의 저장 온도별 품질변화에 이어 유리당, 유리아미노산, 구성아미노산 등에 대한 영양학적 특성변화를 검토하였다.

J. Mushrooms 2016 June, 14(2):44-50
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.2.44>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : astragali@daum.net
 Tel : +82-61-862-8877, Fax : +

Received May 31, 2016
 Revised June 15, 2016
 Accepted June 29, 2016

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.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 팽이버섯은 전남 소재 농가에서 생산하여 당일 배송된 제품 중 균일한 것을 장흥군 소재 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다. 실험에 사용한 포장필름은 3가지로 개발 중인 포장필름은 전체 두께가 0.03 mm, layer 별 두께가 각각 0.01 mm인 3 layer 필름으로 하층부 필름은 미네랄 함량을 달리하여 제조한 것을 에버그린(주)으로 부터 공급받아 사용하였고, 국내 유통 중인 포장필름은 포장된 제품 그대로 사용하였으며, 수입원단 포장필름은 케이팜으로 부터 공급받아 사용하였다.

시 약

실험에 사용한 추출 및 chromatography용 용매 및 시약(Sigma-Aldrich Co., USA)은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

포장방법 및 저장조건

팽이버섯은 구입 후 바로 4°C 냉장고에 보관 후 각각의 포장필름에 145±25 g 씩 담고 자동접착기를 이용하여 가열포장 하였다. 포장 후 4°C, 15°C, 25°C, 35°C 인큐베이터에 각각 5일간 보관 후 품질변화를 측정하였다.

유리당 분석

유리당은 시료 20 g에 증류수를 가하여 100 mL 정용하여 추출시킨 다음 원심분리(3,000 rpm, 30 min)하여 상정액을 취하여 여과(Whatman No.2)한 후, 0.45 µm membrane filter(Millipore Co., U.S.A)로 여과한 여액을 분석시료로 사용하였다. 전처리된 시료의 분석은 HPLC system(Agilent Technologies 1200 Series, Germany), 검출기는 ELSD(Agilent Technologies 1200 Series, France)를 사용하여 분석하였다. Column은 ZORBAX Carbohydrate (4.6 mm × 150 mm, 5 µm, USA)를 사용하였고, Column 온도는 30°C, 이동상은 DW : ACN(25 : 75, v/v)을 제조하여 사용하였다. 유속은 분당 1.0 mL였으며, 시료 주입량은 5 µL로 하여 실험을 진행하였다.

유리아미노산 분석

시료의 유리 아미노산 분석은 유리당 정량과 같은 방법으로 전처리하여 얻은 여액 10 mL에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 원심분리(50,000 rpm, 30 min)하여 단백질 등을 제거하고, 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을(Ohara and Ariyoshi, 1979) AccQ-Tag 시약으로 유도체화 시킨 후 HPLC로 분석하였으며 함량은 integrator에 의한 외부표준법으로 계산 하였고 분석조건은 Table 1과 같다.

Polyphenoloxidase의 활성

Polyphenoloxidase(PPO)의 활성은 팽이버섯 일정량을

Table 1. HPLC condition for the analysis of amino acids

Item	Condition			
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series			
Detector	Agilent Technologies 1200 Series FLD			
Column	AccQ-Tag™ (Waters Co., 150 mm L × 3.9 mm ID)			
Column temp	37°C			
Buffer solution	A : AccQ-Tag Eluent A(acetate-phosphate buffer) B : AccQ-Tag Eluent B(100% acetonitrile) C : DW			
	time(min)	% (V/V/V)		
	0	100	0	0
	0.5	99	1	0
	18	95	5	0
	19	91	9	0
	26	86.7	13.3	0
	30	84	16	0
	32	83	17	0
	36	0	60	40
	39	100	0	0
	48	100	0	0
Flow rate	1.0 mL/min			
Injection volume	10 µL			

acetone solution (10 ml)을 넣어 교반한 후 여과지로 여과하여 잔사 1 g을 취하여 측정한다. 잔사에 0.1 M potassium phosphate 완충용액(pH 6.5) 10 mL을 가하여 4°C에서 2 시간 동안 추출한다. 추출한 후 원심분리(4,400 × g, 40 min)한 후 상등액의 조효소액을 취한다. 조효소액 0.2 mL에 0.1 M catechol이 함유된 0.1 M potassium phosphate 완충용액 2.8 mL를 가하여 35°C에서 5분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정한다. 효소 1 unit은 1 min 동안 0.01을 증가시키는 효소량으로 나타낸다. (1 unit= Δabsorbance 0.01/min/mL)

베타글루칸 분석

시료의 베타글루칸 Megazyme kit (Mushroom and Yeast β-glucan Assay Procedure K-YBGL, Megazyme, Ireland)을 이용하여 측정하였다.

먼저 total glucan은 100 mesh 체로 거른 분쇄 시료 100 mg 을 tube에 넣어 37% HCl 1,5 mL을 넣고 45분간 30°C water bath에 넣어 분해하였다. 그 후 증류수 10 mL을 넣어 vortex하고, 100°C에서 2시간 incubation 시켰다. 그 후 실온에서 식히면서 2 N KOH를 10 mL씩 넣고

Table 2. Changes in the free sugars of winter mushroom(*Flammulina velutipes*) by various storage temperature treatments and packaging films application

Free sugars		Fucose	Arabinose	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Control		-	6.95±0.35 ¹⁾	-	-	-	6.95±0.35 ¹⁾
4°C	A	-	6.04±0.42	-	-	-	6.04±0.42
	B	-	6.40±0.54	-	-	-	6.40±0.54
	C	-	6.38±0.35	-	-	-	6.38±0.35
	D	-	7.34±0.48	-	-	-	7.34±0.48
15°C	A	-	6.66±0.42	-	-	-	6.66±0.42
	B	-	7.26±0.53	-	-	-	7.26±0.53
	C	-	6.91±0.47	-	-	-	6.91±0.47
	D	-	7.46±0.76	-	-	-	7.46±0.76
25°C	A	-	7.81±0.38	-	-	-	7.81±0.38
	B	-	6.85±0.42	-	-	-	6.85±0.42
	C	-	7.55±0.49	-	-	-	7.55±0.49
	D	-	7.71±0.53	-	-	-	7.71±0.53
35°C	A	-	7.69±0.29	-	-	-	7.69±0.29
	B	-	7.89±0.63	-	-	-	7.89±0.63
	C	-	7.91±0.48	-	-	-	7.91±0.48
	D	-	7.48±0.53	-	-	-	7.48±0.53

¹⁾All data are presented by mean ± standard deviation.

* A : Imported films, B : Domestic films, C : Commercial fillms D : Testing films

200 mM sodium acetate buffer로 100 mL 정용 후 충분히 mixing 하였다. 그 후 상등액 0.1 mL 에 200 mM sodium acetate buffer에 녹인 exo-1,3-β-glucanase plus β-glucosidase 0.1 mL을 넣고, reagent blank는 acetate buffer 0.2 mL을 넣고, D-glucose standard는 D-glucose standard 0.1 mL과 acetate buffer 0.1 mL을 넣고 mixing 후 40°C에서 60분 동안 incubation 하였다. Glucose oxidase/peroxidase mixture(GOPOD) 3 mL을 넣고 40°C에서 20분 동안 incubation 한 후, 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

α-Glucan은 100mesh 체로 거른 분쇄 시료 100 mg을 tube 에 넣고 2 M KOH 2 mL씩 넣고 20분간 mixing 하였다. 1.2 M sodium acetate buffer 8 mL를 넣고 섞은 후 amyloglucosidase plus invertase 0.2 mL을 넣고, 잘 섞어서 40°C water bath에서 30 분간 incubation 하였다. 상등액 0.1 mL에 200 mM sodium acetate buffer 0.1 mL, GOPOD 3 mL을 넣고 40°C에서 20분간 incubation 한 후, 510 nm 흡광도에서 측정하였다. 계산은 total glucan 함량에서 α-glucan 함량을 빼서 β-glucan의 함량을 정량하였다.

결과 및 고찰

유리당 함량

각각의 포장재 원단으로 만든 포장 필름과 저장 온도를 달리하여 4일간 저장한 팽이버섯의 유리당 함량을 분석한 결과, arabinose만 검출되었다. 버섯을 포함한 신선식품에서 유리당은 신선도를 결정하는 중요한 요소이다(Shaw, 1988). 팽이버섯의 arabinose 함량을 살펴보면 저장 전 8.95%, 4°C에서 6.04~7.34%, 15°C에서 6.66~7.46%, 25°C 6.85~7.81%, 35°C에서 저장한 팽이버섯 7.48~7.91%로 나타났다. 저장 온도가 높아질수록 유리당 함량이 약간씩 증가하는 경향을 보였으나, 포장 필름의 종류에 따라서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 저장 기간 4일까지는 유리당 함량의 변화는 크게 나타나지 않았다. 기존연구에서 표고 버섯 PE 필름 적용에 따른 보관 실험에서 유리당 함량은 필름시험구에서 높게 나타났고 온도조건이 증가할 때마다 손실율이 크게 나왔다는 보고와 본 연구결과는 유사하였다(Lee *et al.*, 1998). 버섯의 유리당은 버섯의 호흡량과 밀접한 관계가 있는데(Varoquaux *et al.*, 1999), 포장 종류보다는 온도조건 변화에 따른 버섯의 호흡량 증가로 인하여 팽이버섯의 유리당의 이화 작용이 증가한 것이 유리당 함량변화의 원인으로 생각된다.

유리아미노산

유리아미노산 함량을 분석한 결과, 총 16종의 아미노산이 검출되었으며, 주요 유리아미노산으로는 glutamic

Table 3. Changes in the free amino acids of winter mushroom(*Flammulina velutipes*)storage at 4°C treatments by various packaging films application (mg%)

Amino acids	control	4°C			
		A	B	C	D
Aspartic acid	8.44±0.62	- ¹⁾	6.99±2.04	7.51±1.04	7.29±2.08
Serine	23.38±2.20	24.92±1.84	25.20±10.12	22.62±3.85	20.59±9.12
Glutamic acid	90.90±6.33	90.49±6.95	112.75±35.15	85.90±11.33	114.31±27.44
Glycine	15.75±1.47	-	17.69±2.12	16.72±4.10	17.68±4.35
Histidine	69.70±7.79	71.49±8.13	91.40±9.10	81.90±19.94	73.19±14.25
Arginine	24.52±2.63	7.81±1.07	29.39±12.11	26.55±10.67	26.58±4.69
Threonine	17.85±1.75	14.90±1.22	18.27±9.10	18.45±2.22	17.90±3.80
Alanine	61.91±3.75	67.97±4.85	76.48±18.17	72.32±9.20	77.14±14.35
Proline	28.31±7.24	20.39±12.99	8.55±2.06	8.69±1.08	11.39±5.22
Tyrosine	19.16±2.39	13.96±1.04	20.35±9.12	20.56±8.10	23.14±9.73
Valine	17.54±1.51	14.66±1.33	18.99±7.14	18.98±3.72	18.34±8.88
Methionine	-	-	-	-	-
Lysine	23.84±1.74	26.99±2.42	36.08±10.16	22.46±7.04	21.19±7.07
Isoleucine	10.64±0.97	13.39±1.08	13.87±5.10	12.80±2.80	13.36±2.88
Leucine	18.15±1.62	15.92±2.35	23.73±8.13	21.93±4.00	22.76±6.05
Phenylalanine	27.61±2.58	26.83±1.22	29.78±10.12	30.01±5.10	32.17±5.91
TAA ²⁾	457.70±64.61	409.72±30.38	529.53±51.77	467.40±33.01	497.03±43.08
EAA ³⁾	185.33±17.96	54.18±5.83	232.12±35.92	206.52±24.06	198.91±26.77
EAA/TAA(%)	40.49	44.95	43.84	44.19	40.02

¹⁾ - : trace²⁾TAA : total amino acid.³⁾EAA : total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys)⁴⁾All values are presented by mean±SD(n=3)

*The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

Table 3. Changes in the free amino acids of winter mushroom(*Flammulina velutipes*)storage at 15°C treatments by various packaging films application (mg%)

Amino acids	15°C			
	A	B	C	D
Aspartic acid	- ¹⁾	7.87±2.07 ⁴⁾	-	8.50±2.08
Serine	21.76±10.00	26.40±6.21	27.75±4.07	24.57±5.40
Glutamic acid	99.19±14.14	90.07±10.52	69.01±3.11	83.68±13.11
Glycine	16.97±8.80	20.15±2.38	19.84±5.27	19.73±4.24
Histidine	81.11±16.31	99.68±13.90	113.55±29.20	96.82±6.05
Arginine	27.19±4.22	34.50±5.12	34.87±10.44	32.28±7.02
Threonine	19.43±3.10	23.60±9.83	24.85±7.08	22.99±3.84
Alanine	73.37±13.02	79.05±4.66	80.30±3.60	72.97±15.05
Proline	12.92±3.36	11.99±4.75	12.19±5.22	11.39±4.00
Tyrosine	22.59±7.01	22.32±2.10	27.87±6.10	21.79±8.28
Valine	19.20±3.05	24.20±3.44	25.41±6.02	23.20±2.90
Methionine	-	-	-	-
Lysine	23.34±12.08	25.35±3.90	27.36±2.10	23.29±2.82
Isoleucine	13.27±5.44	18.15±1.08	17.54±5.42	17.16±5.09
Leucine	22.25±4.62	30.53±5.22	29.72±2.01	28.98±9.01
Phenylalanine	33.48±3.98	36.81±12.06	44.73±7.79	33.15±3.77
TAA ²⁾	486.06±32.20	550.66±46.74	554.99±21.00	520.50±49.84
EAA ³⁾	212.08±19.71	258.32±24.90	283.17±15.08	245.58±20.50
EAA/TAA(%)	43.63	46.91	51.02	47.18

¹⁾ - : trace²⁾TAA : total amino acid.³⁾EAA : total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).⁴⁾All values are presented by mean±SD(n=3)

*The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

Table 3. Changes in the free amino acids of winter mushroom(*Flammulina velutipes*)storage at 25°C treatments by various packaging films application (mg%)

Amino acids	25°C			
	A	B	C	D
Aspartic acid	- ¹⁾	-	10.36±4.02	12.76±4.40
Serine	24.81±5.27	26.90±6.18	34.32±5.88	38.72±9.05
Glutamic acid	27.75±8.73	57.52±14.55	30.18±8.43	50.60±13.39
Glycine	30.61±5.80	28.87±2.04	37.62±3.20	34.52±12.70
Histidine	129.35±23.02	122.29±26.20	123.80±25.00	138.10±25.31
Arginine	39.75±10.14	32.23±5.38	24.16±8.97	40.18±8.03
Threonine	38.91±7.80	30.70±10.48	42.55±10.10	39.15±2.94
Alanine	98.23±14.39	97.68±5.11	124.28±25.50	108.64±26.07
Proline	23.51±3.00	17.26±2.29	19.61±4.05	21.77±6.46
Tyrosine	38.31±4.15	36.41±3.05	30.54±7.23	34.15±3.83
Valine	44.45±13.10	38.02±9.02	53.35±12.48	44.30±7.22
Methionine	5.60±2.90	3.95±2.04	8.38±5.16	5.51±2.03
Lysine	26.21±2.04	22.10±4.00	61.53±13.02	47.44±9.10
Isoleucine	33.30±5.70	27.32±5.83	40.35±9.24	33.80±3.22
Leucine	53.33±10.64	44.24±12.22	66.06±13.80	54.70±10.01
Phenylalanine	56.08±7.92	48.72±13.09	60.32±8.01	50.76±8.64
TAA ²⁾	670.19±49.01	634.22±40.60	767.41±50.00	755.10±48.00
EAA ³⁾	387.23±24.99	337.34±35.34	456.34±34.79	413.76±36.07
EAA/TAA(%)	57.78	53.19	59.47	54.79

¹⁾ - : trace²⁾TAA : total amino acid.³⁾EAA : total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).⁴⁾All values are presented by mean±SD(n=3)

*The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

Table 3. Changes in the free amino acids of winter mushroom(*Flammulina velutipes*)storage at 35°C treatments by various packaging films application (mg%)

Amino acids	control	35°C			
		A	B	C	D
Aspartic acid	8.44±0.62 ¹⁾	27.92±2.62	35.58±5.02	42.08±7.11	39.14±8.00
Serine	23.38±2.20	41.60±1.94	25.50±9.90	54.37±12.34	31.56±2.45
Glutamic acid	90.90±6.33	72.71±11.68	78.26±14.02	89.56±9.91	66.22±7.94
Glycine	15.75±1.47	36.36±3.62	46.94±10.33	51.78±3.00	38.04±6.08
Histidine	69.70±7.79	82.84±7.99	89.38±12.32	108.23±26.88	56.40±12.90
Arginine	24.52±2.63	16.25±4.34	11.07±6.94	14.70±2.79	19.36±3.66
Threonine	17.85±1.75	22.35±2.31	27.54±5.60	48.69±42.48	31.82±5.63
Alanine	61.91±.375	116.43±6.12	114.38±25.75	123.09±27.92	106.10±13.81
Proline	28.31±7.24	4.43±3.00	34.02±4.20	39.49±13.03	20.96±5.30
Tyrosine	19.16±2.39	11.68±1.65	-	-	-
Valine	17.54±1.51	59.87±5.17	68.35±12.84	74.19±9.63	68.28±8.07
Methionine	- ¹⁾	-	13.88±10.30	14.20±3.22	17.79±3.00
Lysine	23.84±1.74	38.51±	34.76±6.22	66.74±10.01	43.34±4.67
Isoleucine	10.64±0.97	37.54±1.24	52.26±10.07	56.89±6.00	39.33±6.48
Leucine	18.15±1.62	52.39±10.80	85.89±11.11	93.89±13.07	68.75±9.90
Phenylalanine	27.61±2.58	39.14±2.10	61.10±8.34	65.22±13.44	56.20±10.42
TAA ²⁾	457.70±64.61	630.01±5.08	778.91±52.03	943.12±58.22	703.30±30.48
EAA ³⁾	185.33±17.96	332.64±8.03	433.16±34.22	528.05±35.99	381.91±25.01
EAA/TAA(%)	40.49	52.80	55.61	55.99	54.30

¹⁾ - : trace²⁾TAA : total amino acid.³⁾EAA : total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).⁴⁾All values are presented by mean±SD(n=3)

*The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

Table 4. Changes in the polyphenol oxidase of winter mushroom(*Flammulina velutipes*) by various storage temperature treatments and packaging films application

Sample	A				B			
	4?	15?	25?	35?	4?	15?	25?	35?
Activity(Unit)	4.6	4.7	3.2	1.5	6.5	5.7	4.3	2.2
Sample	C				D			
	4?	15?	25?	35?	4?	15?	25?	35?
Activity(Unit)	4.0	4.6	3.1	1.4	4.6	4.2	3.1	1.4

* The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

Table 5. Changes in the β -glucan of winter mushroom(*Flammulina velutipes*) by various storage temperature treatments and packaging films application (%)

Sample	Temperature			
	4?	15?	25?	35?
control			1.93±0.27	
A	2.01±0.38 ¹⁾	1.77±0.28	1.72±0.31	2.94±0.47
B	1.65±0.24	1.73±0.15	1.78±0.28	2.66±0.26
C	2.55±0.32	2.04±0.26	1.95±0.20	2.72±0.41
D	1.70±0.18	2.80±0.32	2.01±0.19	3.10±0.35

¹⁾All values are presented by mean±SD(n=3)

*The abbreviation of introductory remarks are the same as in Table 2.

acid, histidine 및 alanine으로 나타났다(Table 3). 포장필름에 따른 변화는 없었으나 저장 온도가 25°C 이상 올라갈수록 유리아미노산의 함량은 증가하였다. 특히 methionine의 경우 저장온도가 4°C와 15°C에서는 검출되지 않았으나, 25°C부터 검출되기 시작해서 35°C에서는 3~4배가량 증가하였다. 반면, tyrosine의 경우 온도가 올라감에 따라 감소하기 시작해 35°C에서는 검출되지 않았다. 이처럼 저장조건에 따른 성분의 변화 따라 팽이버섯의 선도를 측정하는데 활용할 수 있을 것으로 보여 진다. Glutamic acid는 버섯특유의 감칠맛을 주는 성분으로 알려져 있다(Stamets, 2000). 본 연구결과 팽이버섯의 향미에 가장 큰 영향을 glutamic acid의 함량은 시험필름이 시판 필름에 비하여 변화가 적은 것으로 나타나, 본 시험에 사용한 필름은 팽이버섯 포장에 적합한 것으로 보인다. 버섯의 건조온도에 따라 유리아미노산 함량이 변화한다는 기존 보고(pei et al., 2014)와 같이 본 연구에서도 포장필름 종류보다는 온도에 따른 유리아미노산 함량 변화가 두드러지게 나타났다.

Polyphenol oxidase의 활성 확인

수입 원단, 국산 원단, 국내 유통중인 원단, 본 과제에서 개발한 원단 등으로 포장된 팽이버섯을 각 온도(4°C, 15°C, 25°C, 35°C)에 5일간 보관하여 polyphenol oxidase (PPO)의 활성평가를 통해 선도유지 평가하였다. Polyphenol oxidase는 채소류에 함유되어 있으며, Cu를 포함한 효소

이다(Kim et al., 2001). 그 결과, 온도에 따라 팽이버섯의 선도가 차이를 나타내었는데 이는 온도변화 폭이 크면 호흡량이 증가하여 신선도가 감소 할 수 있다는 Lee 등(2012)의 보고와 일치하였다. 포장필름 종류에 따른 신선도 평가에서는 본 과제로 개발한 가장 우수했으며, 그 다음 현재 유통중인 원단, 수입원단, 국산원단 순으로 PPO가 낮게 나와 수출용 포장지로서 본 과제로 인해 개발된 포장지가 우수함을 확인하였다.

베타글루칸

일반적으로 담자균류의 자실체는 $\beta(1\rightarrow3)$, $\beta(1\rightarrow4)$, $\beta(1\rightarrow6)$ 결합이복잡한 구조를 이루고 있으며, 배양균사체의 경우도 균사체 내 β -glucan을 함유하거나 배지 내로 분비하며, β -1,3-glucan을 주쇄로 하여 β -1,6-glucan이 함유된 다당류가 풍부하게 존재하는 것으로 보고되었다(Nakajima et al., 2002.). 버섯 100 g 당 $\beta(1\rightarrow3)$ D글루칸 함량은 꽃송이버섯 43.6 g, 잎새버섯 15-20 g, 영지버섯 8-15 g, 송이버섯 18.1 g에 존재하는 것으로 알려져 있다(Miura et al., 1997; Kajimura and Suga 2004; Um et al., 2010). 저장 전 팽이버섯의 베타글루칸 함량은 1.93%로 나타났으며, 수입 원단 포장 필름을 사용한 팽이버섯은 1.65~2.55%, 국산 원단 포장 필름을 사용한 팽이버섯은 1.73~2.80%, 국내 유통 원단 포장 필름을 사용한 팽이버섯은 1.95~2.72%, 본 과제로 개발한 원단 포장 필름을 사용한 팽이버섯은 1.70~3.10%로 나타났다. 포장 필름 중

류와 온도에 따라 베타글루칸 함량은 크게 차이를 보이지 않았다. 베타글루칸 함량은 건강 기능성 식품의 표준 지표로 사용되는 성분이나 버섯물성에 따른 차이가 더 크게 나타나, 버섯 저장성을 판단하는 지표로 사용하기에는 부적절한 것으로 판단된다.

요 약

팽이버섯 포장필름의 국산화 및 동남아시아 지역을 대상으로 한 수출용 필름을 개발하기 위하여, 개발된 포장 필름을 현재 시중에 유통 중인 포장필름 및 수입산 포장 필름과 함께 저장 중 팽이버섯의 저장 온도별 품질변화에 이어 유리당, 유리아미노산, 구성아미노산 등에 대한 영양학적 특성변화를 검토하였다. 유리당 함량을 분석한 결과, 저장 온도가 높아질수록 유리당 함량이 약간씩 증가하는 경향을 보였으나, 포장 필름의 종류에 따라서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 유리아미노산의 경우 저장온도가 올라감에 따라 methionine은 증가하는 반면, tyrosine은 감소하였다. Polyphenol oxidase의 활성 확인결과 본 과제에 의해 개발된 포장지가 우수함을 확인하였다. 베타글루칸 함량은 건강 기능성 식품의 표준 지표로 사용되는 성분이나 버섯 저장성을 판단하는 지표로 사용하기에는 적당하지 않을 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 수출전략기술개발사업(과제 번호 : 314030-02-1-HD020) 사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

Austin JW, Dodds KL, Blanchfield B, Farber JM. 1992. Growth and toxin production by *Clostridium botulinum* on inoculated fresh-cut packaged vegetables. *J Food Protect.* 61:324-5328.

Barron C, Varoquaux P, Guilbert S, Gontard N, Gouble B. 2001. Modified atmosphere packaging of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* L.) with Hydrophilic Films. *J Food Sci.* 67:251-255.

Burton KS, Frost CE, Atket PT. 1987. Effect of vacuum cooling on mushroom browning. *Inter. J Food Sci Tech.* 22:599-606.

Chang ST, Miles PG. 1989. Edible Mushroom and Their Cultivation. CRC Press, Boca Raton, FL., USA.

Hardenburg, R.E., A.E. Watada, C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Agr. Handbook No. 66. USDA

Kader AA, Zagory D, Kerbel EL. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 28:1-30.

Kajimura M, Suga T. 2004. Research and development of functional food including superfine Beta-glucan (Lentinan). *Chemical Industry* 55:466-475.

Kim NY, Lee MK, Park IS, Bang KS, Kim SH. 2001. Thermostability of polyphenol oxidase from potato (*Solanum tuberosum* L.). *J Kor Soc Food Sci Nutr.* 30:844-847.

Lee KS, Lee JC, Han KH, Song J, Oh MJ. 1998. Changes of free sugars & free sugar alcohols in *Lentinus edodes* during storage. *J Kor Soc Post-Harv Sci Technol.* 5:154-161.

Lee YH, Lee HB, Jang MJ, Ju YC, Chang SJ. 2012. Effect of trimming type and storage temperature after harvest on shelf life of *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci Prod.* 10:198-202.

Lin JY, Lin YJ, Chen CC, Wu HL, Shi GY, Geng TW. 1974. Cardiotoxic protein from edible mushrooms. *Nature.* 252: 235-237.

Lopez-Briones G, Varoquaux P, Bureau G, Bernard P. 1992. Modified atmosphere packaging of common mushroom. *Inter J Food Sci Technol.* 28:57-68.

Miklus MB, Beelman RB. 1996. CaCl₂-treated irrigation water applied to mushroom crops (*Agaricus bisporus*) increase Ca concentrations and improves post-harvest quality and shelf-life. *Mycologia.* 88:403-409.

Miura T, Ohno N, Miura NN, Shimada S, Yadomae T. 1997. Inactivation of a particle β -glucan by proteins in plasma and serum. *Biol Pharm Bull* 20:1103-1107.

Nakajima A, Ishida T, Koga M, Takeuchi M. 2002. Effect of hot water extract from *Agaricus blazei* Murill on antibody producing cells in mice. *Int'l Immunopharmacol.* 2:1205-1211.

Ohara I, Ariyoshi S. 1979. Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. *Agric Biol Chem.* 43: 1473-1476.

Pei F, Shi Y, Gao X, Wu F, Mariga AM, Yang W, Zhao L, An X, Xin Z, Yang F, Hu Q. 2014. Changes in non-volatile taste components of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during different stages of freeze drying and freeze drying combined with microwave vacuum drying. *Food Chem.* 165:547-554.

Roy S, Ananthswaran RC, Beelman RB. 1995. Sorbitol increases shelf life of fresh mushrooms stored in conventional packages. *J Food Sci.* 60:1254-1259.

Shaw, DV. 1988. Genotypic variation and correlation for sugars and organic acids of strawberries. *J Am Soc Hortic Sci.* 113:770-774.

Stamets P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten Speed Press. Berkely, California. p 574.

Um SN, Jin GE, Park KW, Yu YB, Park KM. 2010. Physiological Activity and Nutritional Composition of *Pleurotus* Species. *Korean J Food Sci Technol.* 42:90-96.

Varoquaux P, Gouble B, Barron C, Yildiz F. 1999. Respiratory parameters and sugar catabolism of mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). *Postharv biol technol.* 16:51-61.

Woo MS. 1983. Studies on antitumor components of *Flammulina velutipes* of Korea(I). *Kor J Mycol.* 11:69.