큰느타리버섯 유통온도 및 갈변억제처리에 따른 품질 변화

이윤혜^{1*} · 정윤경¹ · 백일선¹ · 이한범¹ · 지정현¹ · 전창성²

¹경기도농업기술원버섯연구소, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Changes in postharvest quality of *Pleurotus eryngii* treated with different shelf temperature and browning inhibitors

Yun-Hae Lee^{1*}, Yun-Kyeong Jeoung¹, Il-Sun Baek¹, Han-Bum Lee¹,
Jeong-Hyun Chi¹ and Chang-Sung Jhune²

¹Mushroom Research Institute, GARES, Gyeonggi Province Gwang-Ju Korea, 464-873

²Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Eumseong, 369-873, Korea

(Received November 26, 2013 / Revised December 27, 2013 / Accepted December 30, 2013)

ABSTRACT – *Pleurotus eryngii* is one of the main export items in Korean mushroom industry. Whole mushrooms were packed with 30 μ m polypropylene anti-fog film without trimming. The range of package weight and oxygen permeability of film were 400 g and 2000 $\text{cm}^2/\text{m}^2/24 \text{ h, atm}$, respectively. The anti-browning treatments were sprayed by 0.5%(w/w) solution of Sporix (Sodium polyphosphate and ClO_2 gas). The weight loss ratio was increased with increasing shelf period and temperature. There were no big differences in weight loss ratio according to browning inhibitors. In case of ClO_2 treatment, the hardness and lightness of stem was showed higher than other treatment for shelf period. As results of freshness, the optimum browning inhibitor of *P. eryngii* was ClO_2 treatment and the shelf life was extended 36 days at 10~15°C.

KEYWORDS – Browning Inhibitor, *Pleurotus eryngii*, Postharvest, Shelf-life

서 론

큰느타리버섯은 비교적 저장성이 우수하여 네덜란드, 캐나다 등 유럽과 미주대륙으로 수출되고있는 주요 수출 품목이다(2012, 농수산물무역정보). 수출 버섯은 농가에서 출하하여 수출국 현지까지 약 30일 이상 저온 컨테이너 선박 운송된 후 유통 판매기간까지 총 40여일이 소요되므로 장기 저온 운송 후 저온에서 유통되지 않을 경우 조직이 물러지거나 갈변증상 등으로 품질저하가 문제시 된다(황 등, 2012). 이에, 농가출하에서 소비까지 신선도를 유지하기 위해서는 저온저장 후 상온에 노출되었을 때 신선도가 장기간 유지되는 수확 후 관리 기술에 관한 연구가 시급한 실정이다.

버섯은 다른 농산물보다 수확 후 생리활성이 높아(Hardenbur *et al.*, 1986) 저장기간이 짧고 유통기간 중 부패율 및 품질 저하가 높은 편이다(이 등, 2003). 따라서, 버섯은 수분증발을 억제시켜 무게감소를 최소화하기 위해 MA(modified atmosphere) 포장을 하

는데, MA포장재 가스투과도와 관리온도는 포장내 가스조성비에 직접적인 영향을 준다(Choi *et al.*, 2011). 가스조성이 부적합하면 조직이 연화되어 스폰지화되고 적합한 O_2 농도는 갈변을 억제하나 CO_2 농도가 과도하게 높으면 조직내외부의 갈변이 증가한다(Briones *et al.*, 1992). MA저장시 포장내 O_2 감소는 호흡률이 저감되어 갓개산율이 낮아지며 tyrosinase 활성저해로 갈변이 지연되고(Murr와 Morris, 1974), 호기성 미생물의 생장 저해로 버섯의 부패가 지연된다(Lopez-Briones *et al.*, 1992). 수확 후 버섯의 신선도 유지에는 온도가 가장 주요한 요인으로 작용하는데, 약 10°C 온도변화에 의해 포장내부공기의 CO_2 농도 상승과 O_2 농도저하로 품질 저하의 원인이라는 연구결과가 보고되었다(Escriche *et al.*, 2001; Tano *et al.*, 2007). Kwon등(1990)은 저장온도 9±1°C, 상대습도 80±7% 조건에서 갈변에 관련된 polyphenol성 화합물은 감소하나 갈변색소는 저장 3일 이후부터 크게 증가한다고 보고하였다.

이와 같이, 버섯의 수확 후 품질 저하 증상은 온도,

*Corresponding author: pdym@gg.go.kr

Table 1. Changes in weight loss of *P. eryngii* according to shelf temperature and browning inhibitors after low temperature storage (unit : %)

Shelf temperature	Browning inhibitors	3day	6day	9day	12day	15day	18day
10°C	Control	0.6	0.7	1.0	1.0	1.2	1.4
	0.5% Sporix	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3
	ClO ₂	0.6	1.0	0.8	1.3	1.3	1.7
15°C	Control	0.8	1.2	1.3	1.5	1.5	1.7
	0.5% Sporix	0.8	1.2	1.5	1.6	1.8	2.0
	ClO ₂	0.7	1.2	1.5	1.5	1.7	2.0
20°C	Control	1.2	1.6	1.9	2.1	- ^a	-
	0.5% Sporix	1.1	1.7	1.9	2.0	-	-
	ClO ₂	1.3	1.4	1.7	2.0	-	-

^a not investigated

포장재내 가스조성, 갈변관련 효소활성, 호기성 미생 물생장정도에 따른 대사과정이므로, 본 연구는 이를 방지하기 위해 다양한 산화방지제처리와 살균작용이 있는 것으로 알려진 ClO₂가스를 처리한 후 큰느타리 버섯 유통온도에 따른 품질변화를 검토한 결과이다.

재료 및 방법

시험버섯

경기도내 큰느타리버섯 재배농가에서 수확하여 1°C에서 16시간내외 예냉한 버섯을 상자에 약 5kg 씩 담아 냉장차로(2°C) 운송하여 시료로 사용하였다.

포장방법 및 저장온도

포장량은 수확한 버섯의 식용부위 400 g을 배지부 착형 포장형태로 방담 OPP(Oriented Polypropylene) 필름에 담아 밀봉하여 1°C에 저장하여 27일까지 저장하여 10, 15, 20°C의 유통온도에서 18일간 보관하면서 3일간격으로 품질변화를 조사하였다. 포장재는 두께 30 µm 방담 OPP(Oriented Polypropylene)재질로 산소투과도를 2,000 cc/m², 24 h, atm으로 제작하여 사용하였으며, 모든 시험은 8반복으로 처리하였다.

갈변방지 처리 및 유통기간 중 버섯 품질조사

Sporix(Sodium polyphosphate, SeoDo Bio, Korea)를 무게비율로 0.5% 용액으로 제조하여 버섯 표면에 spray 후 약 30분 방치하여 표면의 수분이 제거된 후 포장하였다. ClO₂ 처리는 4°C 저장고에 버섯수확상자를 비닐로 덮고 안정화이산화염소(30,000 ppm, Kitchodo, Japan) 가스발생기로 약 16시간 처리한 후 포장하였다. 중량감모율은 저장기간 중 변화한 무게를 초기무게를

기준으로 백분율로 계산하였으며, 포장재내부의 O₂와 CO₂농도는 가스분석기(CheckMate 9900, PBI Dansensor, Denmark)로 측정하였다. 갈변정도를 조사하기 위해 대 중간부위를 색차계(KonicaMinolta Spectrophotometer CM-3600d, Japan)로 L,a,b값을 측정하였고, 경도는 대 중간부위에서 직경 20 mm 원통형으로 잘라 경도계(Fruit Hardness Tester FR-5105, Taiwan)로 측정하였다. 신선도는 냄새 및 버섯의 외관을 종합적으로 판단하여 Minamide 법에 의해 매우신선은 10, 신선은 8, 판매가능은 6, 식용가능은 4, 식용불가는 2, 부패 및 변질은 0 으로 조사하였다.

결과 및 고찰

저온저장 후 유통온도와 갈변방지처리에 따른 중량감모율을 조사한 결과는 Table 1에서와 같이, 갈변방지처리에 관계없이 유통기간이 지날수록 증가하였으며 유통온도가 높을수록 증가하였다. 유통온도 20°C에서는 3일부터 중량감모율이 1.0%가 넘어 온도상승에 따른 호흡량 증가에 기인한 것으로 추정된다. 느타리버섯 저장시험 결과 10°C저장시 1일부터 중량감모율이 1.4~5.8%(안 등, 2000)로 높은것에 비교하여 큰느타리버섯은 유통온도 20°C에서 12일에 2.0%로 느타리버섯보다는 호흡량이 적은 것으로 나타나 버섯별로 호흡생리가 다른 것을 알 수 있었다. 또한, MA저장처리와 같이 포장재내 상대습도가 높아 버섯의 수분증발을 억제하여 중량감소가 거의 일어나지 않은 것으로 추정되며, 신선도는 중량감소를 보다는 갈변과 무름증상으로 판단하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다.

유통기간 중 포장재내 가스조성을 분석한 결과

Table 2. Changes in O₂ content inner package of *P. eryngii* according to shelf temperature and browning inhibitors after low temperature storage (unit : %)

Shelf temperature	Browning inhibitors	0day	3day	6day	9day	12day	15day	18day
10°C	Control	3.0	0.3	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1
	0.5% Sporix	11.4	1.3	0.7	0.6	0.5	0.1	0.001
	ClO ₂	0.007	0.3	n.d.	0.1	0.1	0.2	n.d.
15°C	Control	3.0	0.1	3.2	n.d.	0.1	0.4	0.1
	0.5% Sporix	11.4	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.002
	ClO ₂	0.007	0.2	n.d.	0.4	n.d.	0.1	0.007
20°C	Control	3.0	0.1	0.4	n.d.	n.d.	- ^a	-
	0.5% Sporix	11.4	0.1	0.1	0.3	0.1	-	-
	ClO ₂	0.007	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	-

^a not investigated **Fig. 1.** Changes in CO₂ content inner package of *P. eryngii* according to shelf temperature and browning inhibitors after low temperature storage

(Table 2 와 Fig. 1), 저온저장 후 유통 0일의 포장재 내 O₂농도는 0.5% Sporix 처리에서 11.4%로 높았고, ClO₂가스처리에서는 0.007%로 가장 낮았다. 유통기

간에는 모든 처리에서 유통 3일이후부터 O₂농도가 1.3% 이하로 급격히 감소되었고, 유통온도가 높을수록 CO₂농도는 높아 20°C에서는 44.0~48.8%로 급격히 증가하였다. CO₂농도변화 양상은 갈변방지처리에 관계없이 유통온도가 낮을수록 서서히 증가하며 15°C와 20°C에서는 유통 3~6일까지 증가하다 이후에 감소하는 양상을 보여, 호흡량은 갈변처리보다는 온도에 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다. 이는 약 10°C온도변화에 의해 포장내부공기의 CO₂농도 상승과 O₂농도저하로 품질 저하의 원인이라는 연구결과와(Escriche *et al.*, 2001; Tano *et al.*, 2007) 일치하였으며 유통온도 20°C에서 품질저하가 가장 빠르게 일어날 것을 추정할 수 있었다. 또한, 느타리버섯 선도유지에 적합한 환경기체조성은 O₂농도 2.5~4.5%, CO₂농도 11.5~13.0%로 예측되었는데(이 등, 2003), 본 연구결과 O₂농도는 유통기간 중 0.7% 이하로 느타리버섯 적정 O₂농도범위보다 낮았고, CO₂ 농도는 모든 처리에서 21.0~48.8%로 느타리버섯보다 2~3배 높은 농도 범위에 속하였다. 이에 큰느타리버섯은 느타리버섯보다 낮은 O₂농도와 높은 CO₂ 농도에서 신선도가 유지되어 CO₂농도에 대한 내성이 강한 것으로 추정된다. 앞으로 장기저장 및 유통기간 연장을 위해 큰느타리버섯에 적합한 저온저장기간에서 유통기간까지 포장재내 가스조성에 관한 연구가 필요한 것으로 보인다.

유통기간 중 경도 변화는 Fig. 2에서 보는바와 같이, 유통기간이 지날수록 감소하였으며 유통온도가 낮을수록 경도는 높았으며, 10°C와 15°C온도에서 ClO₂가스처리하는 유통기간이 길수록 대조보다 경도감소율이 낮았다. 이러한 경도유지 원인을 미생물밀도 변화 양상 분석 등 보다 심도있는 요인 구명이 요구

Fig. 2. Changes in hardness of *P. eryngii* according to shelf temperature and brownig inhibitors after low temperature storage

Fig. 3. Changes in lightness of *P. eryngii* according to shelf temperature and brownig inhibitors after low temperature storage

Fig. 4. Changes in yellowness of *P. eryngii* according to shelf temperature and brownig inhibitors after low temperature storage

Table 3. Changes in freshness of *P. eryngii* according to shelf temperature and browning inhibitors after low temperature storage

Shelf temperature	Browning inhibitors	0day	3day	6day	9day	12day	15day	18day
10°C	Control	10	10	9.6	9.2	6.0	6.0	4.6
	0.5% Sporix	10	10	9.6	9.2	7.0	6.0	4.6
	ClO ₂	10	10	10	10	8.0	6.0	6.0
15°C	Control	10	10	7.2	6.0	6.0	5.4	5.0
	0.5% Sporix	10	10	8.0	7.0	6.0	5.0	5.0
	ClO ₂	10	10	10	8.0	8.0	6.0	6.0
20°C	Control	10	9.0	7.2	6.0	4.0	2.0	0.0
	0.5% Sporix	10	9.2	8.0	6.0	4.0	2.0	0.0
	ClO ₂	10	10	10	8.0	5.0	2.0	0.0

*Freshness degree(Minamide *et al.*): 10; Very fresh, 8; Fresh, 6; Available for sale, 4; Edible, 2 ; Not edible, 0 ; Rotten

되었다.

갈변정도를 비교하기 위해 대의 명도(L값)와 황색도(b값)를 분석한 결과(Fig. 4와 5), 유통기간이 길수록 명도는 낮아졌고 황색도는 증가하여 갈변이 진행됨을 알 수 있었다. 유통온도가 낮을수록 명도가 높고 황색도는 낮아 갈변이 억제되었고, 유통온도 10°C와 15°C에서는 ClO₂ 가스처리에서 명도가 높게 유지되어 갈변방지효과가 있었다. 그러나 20°C에서는 갈변방지처리에 따른 차이가 없어 갈변 등 품질저하를 방지하기 위해서는 온도가 주요 요인임을 확인할 수 있었다.

이취, 갈변정도 등 외관상 품질을 종합적으로 판단한 신선도는 Table 3에서 보는바와 같이, 유통온도가 낮을수록 신선도가 오래 유지되었으며, 유통온도 10°C와 15°C에서는 ClO₂ 가스처리에서 가장 높게 나타났는데, 이는 유통기간 18일까지 호흡억제에 의해 높은 CO₂ 농도와 낮은 O₂ 농도유지로 CO₂/O₂ 율이 높았던 것이 주요 요인으로 추정된다.

이상의 결과, 큰느타리버섯 저온저장 후 유통과정 중 선도 유지에 적합한 품질저하방지방법은 ClO₂ 가스처리로, 유통온도 10°C와 15°C에서 18일까지 판매 가능한 신선도가 유지되어 무처리보다 3~6일 연장되었다. 또한, 유통온도가 낮을수록 선도유지기간이 연장되어 유통과정의 저온은 관능, 이화학품질 및 전반적인 품질 유지에 유의적인 효과를 나타난 결과(박과 전, 2010)와 일치하였다.

앞으로 수출유망 버섯인 큰느타리버섯 수확 후 관리기술을 확립을 위해 적합 가스조성, 다양한 갈변방지제 혼합처리, ClO₂ 가스의 품질저하방지 기작 등 품질유지 요인을 구명하는 연구가 필요한 것으로 판단된다.

적 요

주요 수출버섯인 큰느타리버섯의 적합한 수확 후 관리방법을 개발하기 위해 저온 저장 후 유통온도와 갈변방지처리에 따른 품질변화를 분석한 결과, 수확 후 예냉단계에서 ClO₂ 처리를 하여 포장하여 저온저장 후 20°C 유통시 무처리보다 신선도가 우수했으며, 10~15°C에서 유통할 때는 18일까지 판매가능한 신선도가 유지되어 무처리보다 3~6일 연장되어 농가에서 출하 후 매장까지 신선도 유지에는 낮은 온도관리가 가장 주요한 요인임을 확인할 수 있었다.

감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ906939032013) 연구지원에 의해 수행된 결과이며, 시험처리 및 조사분석을 도와주신 강영주님과 박수옥님께 감사드립니다.

참고문헌

- 농수산물유통공사, 2012. 농수산물무역정보.
- 박윤문, 전창성. 2010. 큰느타리버섯의 controlled atmosphere 저장환경과 유통온도가 품질에 미치는 영향. Kor. J. Hort. Sci. Technol. **28**(1) : 70-76.
- 이진실. 1999. 환경가스조절 포장에 키토산 및 CaCl₂ 로 코팅 처리된 양송이버섯의 품질에 미치는 영향. Korean J. Food Sci. Technol. **31**(5) : 1308-1314.
- 이현동, 윤홍선, 이원욱, 정 훈, 조광환, 박원규. 2003. 느타리버섯의 환경기체조성 농도 예측 및 MA 저장 중 품질 특성 변화. 한국식품저장유통학회지. **10**(1) : 16-22.
- 황용수, 이경민, 김민경, 서건식. 2012. 모의 수출 조건에서 수확 후 CO₂와 부직포 패드 처리가 느타리버섯 품질에 미치는 영향. Kor. J. Mycol. **40**(4) : 215-223.

- Aguirre, L., Frias, J. M., Barry-Ryan, C. and Grogan, H. 2009. Modelling browning and brown spotting of mushrooms(*Agaricus boporus*) stored in controlled environmental conditions using image analysis. *J. Food Engineering*. **91** : 280-286.
- Brinones, G. L., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J. Bureau, G. and Pascat, B. 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *International Journal of Food Science & Technology*. **27** : 493-505.
- Choi, J. W., Cho, M. A., Kim, W. B., Kim, J. G. and Jhune, C. S. 2011. Effect of storage temperture and packaging material on the shelf-life and postharvest quality of king oyster mushroom. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*. 29(SUPPL II). 131(in Korean).
- Escriche, I., Serra, J. A., Gmez, M. and Galotto, M. J. 2001. Effect of ozone treatment and storage temperature on physicochemical properties of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food Science and Technology International*. **7** : 251-258.
- Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stoks. p41-42. USDA Handbood No. 66.
- Kwon, J. H., Byun, M. W. and Cho, H. O. 1990. Browning and color characteristics in the mushrooms(*Agaricus bisporus*) as influenced by ionizing energy. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22** : 509-513.
- Lopez-Briones, G., Varoguaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G. and Pascat, B. 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *Intl. J. Food Sci. Technol.* **27** : 493-505.
- Murr, D. P. and Morris, L. L. 1974. Influence of O₂ and CO₂ on polyphenol oxidase activity mushrooms. *J. Amer. Soc. Hor. Sci.* **99** : 155-158.
- Tano, K., Oul'e, M. K., Doyon, G., Lencki, R. W. and Arul, J. 2007. Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmphere packages of selected fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. **46** : 212-221.