

## 몇가지 저장온도와 비천공 Breathable 필름이 아귀버섯(*Pleurotus ferulae*) 저장수명과 품질에 미치는 영향

최인이<sup>1</sup> · 손진성<sup>1</sup> · 김영재<sup>3</sup> · 권태호<sup>3</sup> · 강호민<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 원예학과, <sup>2</sup>강원대학교 농업생명과학연구원, <sup>3</sup>대룡포장산업(주)

### Effect of Non-perforated Breathable Films on the Shelf Life and Quality of Ferulae Mushroom (*Pleurotus ferulae*) during MA Storage at Different Temperatures

In-Lee Choi<sup>1</sup>, Jin Sung Son<sup>1</sup>, Young Jae Kim<sup>3</sup>, Tae Ho Kwon<sup>3</sup>, and Ho-Min Kang<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Horticulture, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Agriculture and Life Science Research Insitute, Kangwon Nat'l Univ., Chuncheon 200-701, Korea

<sup>3</sup>DaeRyung Precision Packaging Industry, Gwangju 464-864, Korea

**Abstract.** This study was carried out in order to investigate the effect of MA packaging material on quality and shelf life of ferulae mushroom (*Pleurotus ferulae*) at 1, 8, and 24°C storage temperatures. We found that the fresh weight loss was less than 1.5% in all temperatures (1, 8, and 24°C) and non-perforated breathable films (1,300 cc, 3,000 cc, 5,000 cc, 7,000 cc, 10,000 cc, 15,000 cc, 20,000 cc, and 40,000 cc/m<sup>2</sup> · day · atm oxygen transmission rate) treatments. The proper MA packaging material of ferulae mushroom was 1,300 cc and 3,000 cc films at 1°C storage. Because 1,300 cc and 3,000 cc films showed proper level, 15% carbon dioxide and 5% oxygen concentration for MA storage, although the shelf life was higher in 1,300 cc (42 days) than 3,000 cc (38 days), and the ethylene concentration as well as off-order showed lower in 3,000 cc than 1,300 cc film. The 3,000 cc film was the most suitable for ferulae mushroom storage at 8°C, because atmosphere composition in package was not statistically significantly different among the film treatments. In addition, 3,000 cc film showed the second low ethylene concentration and the longest shelf-life of 19 days. The ferulae mushroom stored at 25°C showed a vigorous respiration and resulted in an extreme CA condition in package at 5<sup>th</sup> day after storage, and showed the highest visual quality in 1,300 cc film. As the shelf life of ferulae mushroom at 1°C and 8°C storage were 8 times and 4 times longer than at 25°C storage respectively, so the ferulae mushroom should be stored and distributed in cold chain system.

**Key words :** carbon dioxide, cold chain system, ethylene, oxygen, oxygen transmission rate, visual quality

## 서 론

아귀버섯(*Pleurotus ferulae*)은 새송이버섯의 변이종으로써, 담자균류의 느타리버섯과(*Pleurotaceae*) 느타리버섯속(*Pleurotus*)에 속한다(Hong 등, 2004a). 아귀버섯은 식용버섯 중에서 가장 커서 1개의 무게가 150~400g 정도이며 버섯살이 부드럽고 송이의 맛과 향을 가지고 있어 다른 버섯에 비하여 식용가치가 높으면서

도 생장주기가 짧으며, 생산량이 높고, 질이 좋아서 개발전망이 매우 높은 버섯이다(Hong 등, 2004b). 버섯은 수확직후 품질저하가 쉬운 작물로서(Braaksma 등, 1996; Cho 등, 2008; Hwang 등, 2005; Kang 등, 2004; Park 등, 2003), 호흡과 대사작용이 다른 작물에 비해 비교적 왕성하기 때문에 밀폐용기 내 소포장을 할 경우 산소부족으로 인한 무기호흡이 빠르게 진행되며, 이 과정중에 발생하는 에틸렌은 상품성을 크게 저하시키는 주된 물질로 작용한다(Park 등, 2004). 따라서 MAP(modified atmosphere packaging) 또는 CA(controlled atmosphere) 저장을 통한 물리적 또는

\*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr  
Received May 15, 2012; Revised June 22, 2012;  
Accepted July 5, 2012

생리적인 저장체계가 필요하다(Briones 등, 1993; Jeong 등, 2007; Minamida 등, 1980). 버섯은 수확 후 저장시 최소 산소 가스 허용정도는 1.0%, 최대 이산화탄소 가스 허용정도는 15%이며, CA 또는 MA 저장시 적정 대기조성 조건은 산소 농도 3~21%, 이산화탄소 농도 5~15% 수준이다(Kader, 1992). Choi와 Kim(2003)은 EVA 필름이 세라믹 필름이나 PE 필름보다 효과적이며 0°C와 같은 저온저장이 효과적이라고 보고하였다. 큰느타리버섯의 경우 상온 저장시 산소 투과율 10,000cc/m<sup>2</sup>·day·atm OPP필름이 산소 2.7~3.2%, 이산화탄소 18.4~19.1% 조건에서 이취와 갈변이 억제되어 상품성 유지기간이 관행포장 30 μm CPP 필름으로 저장하였을 때보다 5일까지 연장 가능하다고 보고하였다(Choi 등, 2011).

본 연구는 저장온도와 산소투과도가 다른 필름 포장 이 아위버섯의 저장수명과 품질에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

충청남도 천안시(뜰아채(주))에서 재배된 아위버섯을 대상으로, 저장온도는 1°C, 8°C, 상온(25°C)으로 하였다. 최근 국내에서 개발된 비천공 가스 투과 필름을 사용하였는데, 산소투과도가 1,300cc, 3,000cc, 10,000cc/m<sup>2</sup>·day·atm 필름은 3가지 온도에서 모두 적용하였고, 1°C에는 5,000cc와 7,000cc, 8°C에는 7,000cc와 15,000cc, 그리고 25°C에는 20,000cc, 40,000cc/m<sup>2</sup>·

day·atm 필름처리를 추가하였다. 1°C에서는 45일간, 8°C에서는 20일간, 25°C에서는 5일간 저장하면서 생체중 감소율을 조사하였다. 그리고 저장기간 중 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> analyzer(checkmate 9900, PBI Dansensor, Denmark)를 사용하여 MAP내 대기 조성을 조사하였고, Gas chromatograph(GC-2010, Simadzu, Japan)를 사용하여 에틸렌 가스를 측정하였다. 외관상 품질과 이취는 5명의 숙련된 패널에 의한 관능평가로 조사하였는데 1부터 5까지 등급으로 평가하였다. 외관상 품질의 등급은 저장전 가장 좋은 상태를 5, 상품성이 유지한 상태를 3점, 그리고 완전폐기 상태를 1점으로 하였다. 이취의 평가 등급은 이취를 느끼지 못하는 수준을 1, 이취가 매우 강한 수준을 5점으로 하였다. 모든 실험은 7반복으로 진행되었으며 통계처리는 Microsoft Excel 2007 program을 이용하여 계산한 표준편차로 표시하였다.

### 결과 및 고찰

1°C, 8°C와 25°C의 온도에 저장하여 각각 45일, 20일, 5일 동안 생체중 감소율을 조사하였는데, 세 가지 온도에서 저장 종료시까지 1.5% 이하의 감소를 보이며 생체중 감소로 인한 품질저하 현상은 보이지 않았다(Fig. 1). 버섯류의 저장중 생체중 감소로 인한 품질저하에 대한 보고는 없었으나, Kays와 Paull(2004)에 의하면 농산물의 생체중 감소에 의한 품질 저하는 수분함량이 많고 조직이 연약한 시금치가 3%로 가장

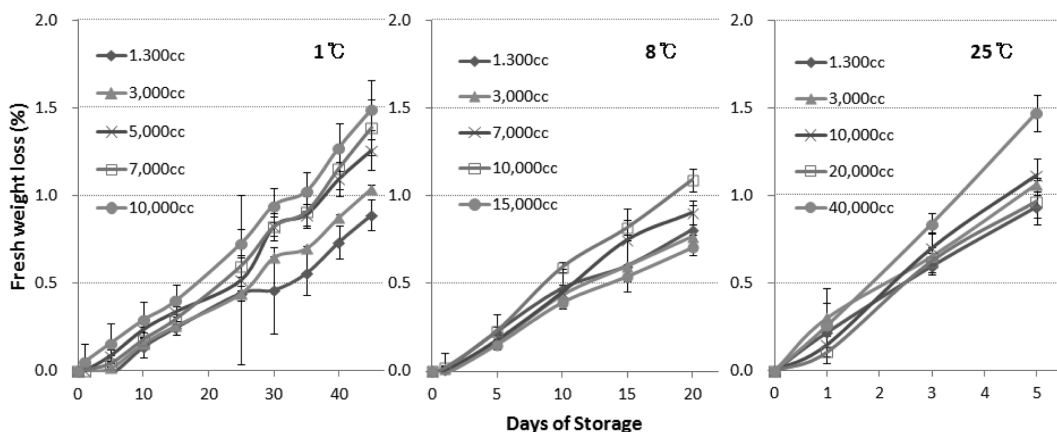


Fig. 1. Changes of fresh weight of *Pleurotus ferulae* packaged with several non-perforated breathable films and stored at 1°C, 8°C, and 25°C. Vertical bars represent  $\pm$  SD (n = 7).

몇가지 저장온도와 비천공 Breathable 필름이 아귀버섯(*Pleurotus ferulae*) 저장수명과 품질에 미치는 영향

낮다고 한 것으로 보아 본 실험의 1.5% 이하의 생체 중 감소는 품질저하에 영향을 주지 않았을 것으로 판단된다.

기존에 보고된 일반 버섯에 적합한 CA 및 MA조건의 산소/이산화탄소 수준은 3~21%/5~15% 수준이었으며(Kader, 1992). 아귀버섯과 같은 속인 느타리버섯의 경우 적정 MA조건은 5%/15%(Villaescusa와 Gil, 2003), 그리고 CA조건은 2.5~4.5%/11.5~13.0%(Lee 등, 2002)라고 하였다. 이를 종합하면 본 실험에서는 아귀버섯의 적정 MA조건 범위를 5% 미만의 산소와 15% 수준의 이산화탄소 조건으로 판단하였다.

1°C에 저장한 처리구의 포장내 이산화탄소 농도는 저장 직후 증가하여 저장 15일 이후부터 저장 종료일인 45일까지 비슷한 농도를 유지하였다. 처리구별로 이산화탄소 농도가 6%에서 16%까지 다양한 농도를 유지하였고, 그 중 3,000cc 필름처리구가 버섯의 CA 적정 이산화탄소 농도인 15%와 근접한 14% 정도의 농도를 유지하였다. 산소 농도는 저장 3일째까지 감소한 후 저장 종료일까지 꾸준한 농도를 유지하였는데, 처리구별 2%에서 16% 까지 다양한 농도를 나타냈다. 그 중 3,000cc 처리구가 적정 산소 농도인 5% 농도 수준을 보였다(Fig. 2). 버섯의 에틸렌 발생률은 0.1 $\mu$ L/kg/hr(20°C) 수준으로 매우 낮으나 MA저장중 포장내내 고농도가 될 경우 버섯의 갯부분이 갈변되는 것으로 알려져 있다(Suslow와 Cantwell, 1998). 본 실험의 1°C 저장의 경우 대체로 3ppm의 낮은 수준을 나타내었으나 가스투과도가 가장 낮았던 1,300cc 처리

에서는 최고 8ppm의 높은 농도를 보여 품질저하가 우려되었다.

8°C에 20일 동안 저장기간 동안 포장내 대기조성 변화는 필름 처리구별 차이에 통계적 유의성이 발견되지 않았는데, 이산화탄소 농도는 저장 직후 증가하여 약 7.5% 농도에서 20% 농도까지 변화하였다. 산소 농도는 저장 직후 급격히 감소하여 모든 처리구가 8% 미만으로 감소하였고, 10,000cc 처리구를 제외한 나머지 처리구는 4% 이하로 매우 낮은 포장내 산소 농도를 나타내었으나 처리구 차이에 통계적 유의성은 없었다. 1°C 저장의 경우 포장재의 가스투과도에 의해 포장내 대기조성의 차이가 눈에 띄게 나타날때 반해 8°C에서는 비교적 높은 호흡대사에 의해 포장내 가스 농도가 필름처리에 따른 차이를 나타내지 않았던 것으로 생각된다. Suslow와 Cantwell(1998)는 버섯의 호흡속도가 0°C에서는 28~44, 5°C에서는 70, 그리고 10°C 97mg CO<sub>2</sub>/kg/h로 온도상승에 의해 크게 증가한다고 하였다.

에틸렌 농도는 저장 10일 후 모든 처리구가 증가하며 15,000cc 처리구가 저장 종료일에 가장 높은 12ppm의 농도를 나타냈고, 10,000cc 처리구 가장 낮은 4.5ppm의 농도를 나타냈다(Fig. 3).

5일간 저장하였던 25°C에서는 1일만에 포장내 대기조성이 20% 이상의 고이산화탄소와 4% 이하의 저산소 수준으로 변하였으며, 저장 3일째 1,300cc의 경우 이산화탄소 농도가 30%를 초과하기도 하였다. 이와 같이 빠른 시간에 극도의 고이산화탄소 저산소 조건이

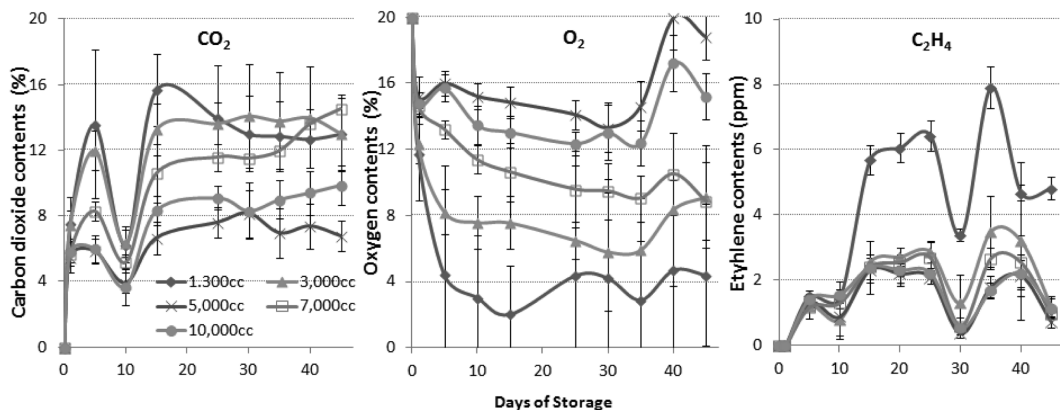


Fig. 2. Changes of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> of *Pleurotus ferulae* packaged with several non-perforated breathable films (1,300 cc, 3,000, 5,000, 7,000, 10,000 cc/m<sup>2</sup> · day · atm) in 1°C storage. Vertical bars represent  $\pm$  SD (n = 7).

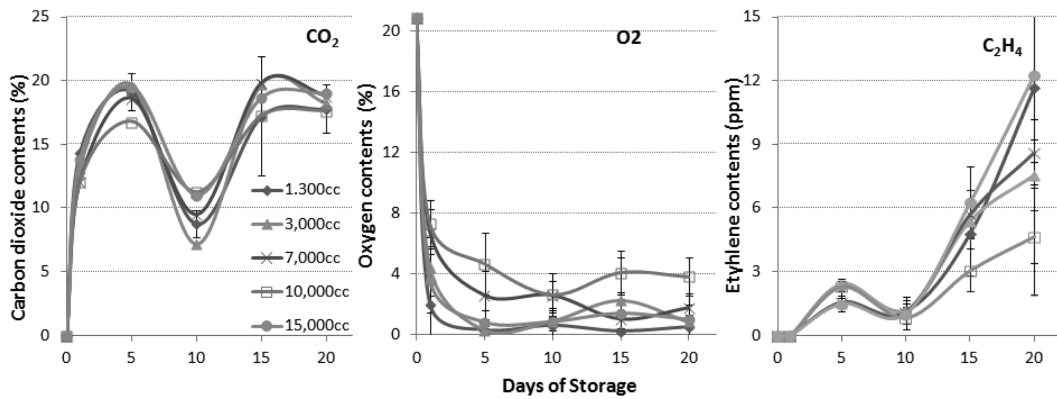


Fig. 3. Changes of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> of *Pleurotus ferulae* packaged with several non-perforated breathable films (1,300 cc, 3,000, 7,000, 10,000, 15,000 cc/m<sup>2</sup> · day · atm) in 8°C. Vertical bars represent ± SD (n = 7).

만들어진 것은 버섯의 호흡속도가 0°C에서는 30mg CO<sub>2</sub>/kg/h 수준인데 반해 20°C 이상에서는 무려 300mg CO<sub>2</sub>/kg/h 수준이기 때문이다(Suslow와 Cantwell, 1998).

이에 반해 25°C에서 에틸렌 농도는 1°C와 8°C와 큰 차이를 보이지 않았으며, 오히려 8°C보다 낮은 수준을 보였는데 이는 버섯의 에틸렌 발생율이 0.1μL/kg/hr(20°C) 수준으로 매우 낮기 때문이라 생각된다(Suslow와 Cantwell, 1998).

1°C와 8°C는 저장 기간 중, 25°C는 저장 종료일에 패널테스트로 진행된 외관 품질은 1°C에서는 저장 20일 이후 급격히 저하되었는데, 품질이 3점 이상 유지되었던 최종일을 기준으로 한 저장수명을 비교한 결과 7,000cc와 10,000cc 처리구가 30일, 5,000cc는

37일, 3,000cc는 38일, 그리고 1,300cc 처리구가 저장 42일로 가장 길었다. 8°C는 저장 5일 이후 상품성이 저하되었는데, 10,000cc 처리구가 14일로 가장 짧은 저장수명을 보였으며, 3,000cc 처리구에서 19일로 가장 길었다. 25°C의 경우 저장 종료일에 1,300cc 처리구가 외관상 품질이 가장 좋았으며, 산소투과도가 높아 포장내 고이산화탄소 조건이 조성되지 못한 40,000cc가 가장 외관상 품질이 떨어지는 현상이 나타났다(Fig. 5). 저장 온도별로 아위버섯의 저장수명을 비교해 보면 1°C에서는 평균 35일 수준이었고 8°C에서는 17일대 반해 25°C 저장에서는 평균 4일에 못 미치는 결과를 가져왔다. 따라서 아위버섯의 장기 유통을 위해서는 반드시 저온 유통 시스템을 적용이 요구된다고 하겠다. 저장 종료일에 패널테스트를 통한

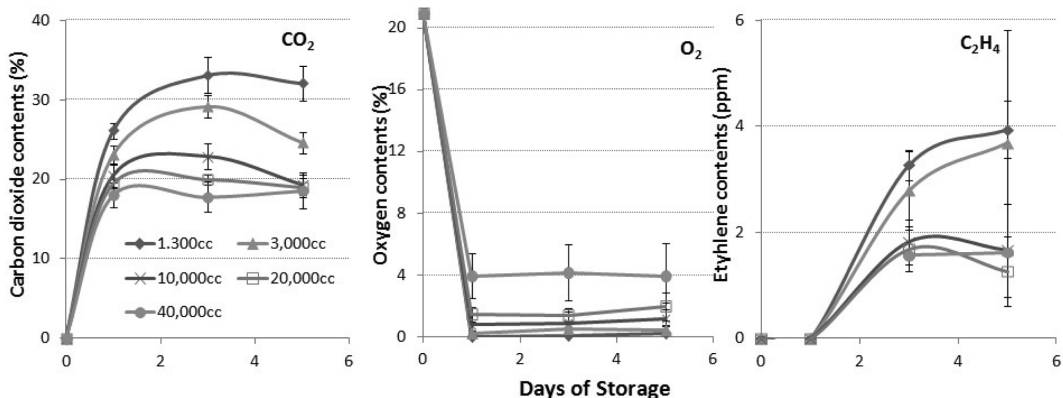


Fig. 4. Changes of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> of 25°C *Pleurotus ferulae* packaged with several non-perforated breathable films (1,300 cc, 3,000, 10,000, 20,000, 40,000 cc/m<sup>2</sup> · day · atm) in 25°C. Vertical bars represent ± SD (n = 7).

몇가지 저장온도와 비천공 Breathable 필름이 아위버섯(*Pleurotus ferulae*) 저장수명과 품질에 미치는 영향

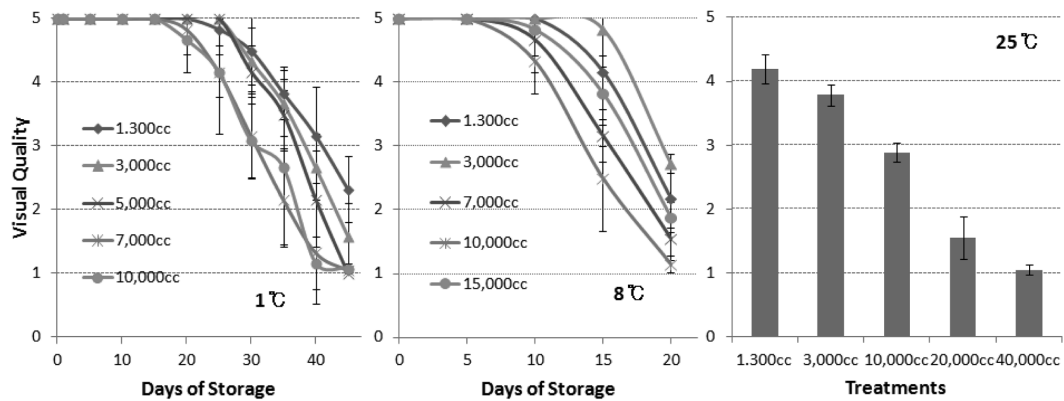


Fig. 5. Changes of Visual Quality of *Pleurotus ferulae* packaged with several non-perforated breathable films and stored at 1°C, 8°C, and 25°C. Vertical bars represent  $\pm$  SD (n = 7). Visible quality was observed on the scale of 1 to 5 (1 = very bad, 2 = bad, 3 = good, marketable, 4 = very good, and 5 = excellent).

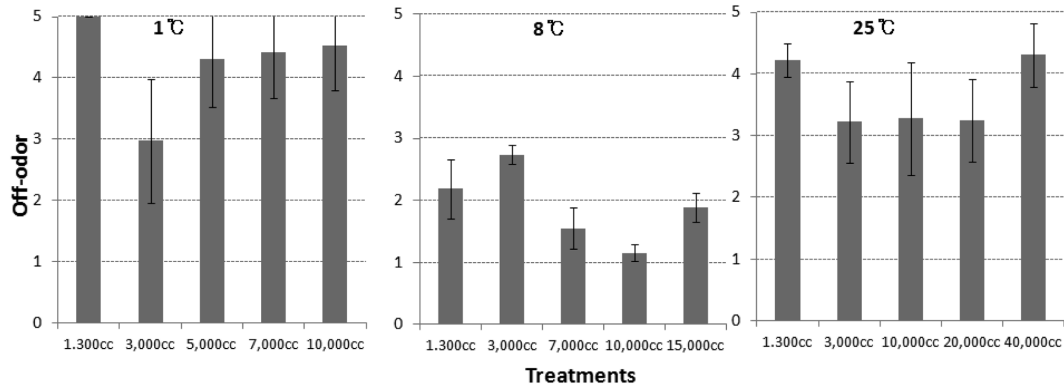


Fig. 6. The Off-odor of *Pleurotus ferulae* that packaged with several non-perforated breathable films investigated at final day at 1°C (45 days), 8°C (20 days), and 25°C (5 days) storage. Vertical bars represent  $\pm$  SD (n = 7). Off-odor was observed on the scale of 1 to 5 (1 = no discernible odor and 5 = very unpleasant odor).

이취를 조사하였는데, 가장 저장기간이 길었던 1°C에서 가장 높았으며, 20일 동안 저장한 8°C에서 가장 낮았다. 필름처리별로는 1°C에서는 3,000cc 처리구를 제외한 나머지 처리구 모두 이취가 많이 발생하였다. 8°C는 10,000cc 처리구가 이취가 가장 낮았으며, 25°C에서는 3,000cc, 10,000cc와 20,000cc 처리구가 낮게 나타났다(Fig. 6). 이취의 경우 극도의 저산소 및 고이산화탄소 조건에서 발생하는 무기호흡의 의한 것인데(Kays, 2002), 본 실험에서도 25°C 저장에서의 경우 비록 저장기간이 5일이었음에도 저장 중 가장 낮은 산소와 가장 높은 이산화탄소 농도를 보여 45일간 저장하였던 1°C 저장과 유사한 이취발생을 나타내었다.

## 적 요

본 실험은 다양한 저장온도 조건에서 아위버섯에 적합한 MAP용 포장재 구멍을 위해 수행하였다. 저장중 생체중 감소는 저장온도가 낮을수록 적었는데, 모든 온도 처리(1, 8, 24°C)에서 저장 종료일까지 1.5% 이하로 낮았다. 1저장에서는 산소투과율이 1,300cc/m<sup>2</sup>·day·atm 인 필름 처리구가 가장 큰 저장수명(42일)을 보였으며 저장중 포장내 산소/이산화탄소의 대기조성 조건도 가장 적합한 MA조건인 5%/15% 수준이었으나, 높은 에틸렌 농도와 이취를 보인 반면 3,000cc 처리구는 1,300cc 처리구와 비슷한 대기조성 조건을 갖추고 낮은 에틸렌 농도와 이취를 보였다. 따라서 1°C에

서는 1,300cc와 3,000cc 필름이 적합하였다. 저장중 대기조성이 필름치리간 차이가 없었던 8°C 저장에서는 에틸렌 농도가 두 번째로 낮았고 외관상 품질이 가장 높아 저장수명이 19일로 가장 길었던 3,000cc 필름이 적합하였다. 저장 온도가 높아 호흡이 급격히 빨라져 극도의 CA 조건이 만들어졌던 25°C에서는 외관상 품질에서 가장 양호하였던 1,300cc 필름으로 적합하였다. 또한 온도별 저장수명이 25°C에 비해 8°C는 4배, 1°C는 9배나 연장되어 수확 후 저온유통이 반드시 필요하다고 판단되었다.

**주제어** : 산소, 산소투과율, 에틸렌, 외관상 품질, 이산화탄소, 저온유통

## 사 사

본 연구는 2011년 농림수산식품기술평가원의 생명산업기술개발사업과제로 수행되었음.

## 인 용 문 헌

1. Braaksma, A., P.V.D. Meer, and D.J. Schaap. 1996. Polyphosphate accumulation in the sensing mushroom *Agaricus bisporus*. *Postharvest Biol. Technol.* 8:121-127.
2. Briones, G.L., P. Varoquaux, G. Bureau, and B. Pascat. 1993. Modified atmosphere packaging of common mushroom. *Intl. J. Food Sci. Technol.* 28:57-68.
3. Cho, S.D., S.K. Lee, and G.H. Kim. 2008. Quality Maintenance of Oak mushroom during modified atmosphere storage as affected by packaging materials under various temperatures. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26(4):393-399.
4. Choi, J.W., M.A. Cho, W.B. Kim, J.G. Kim, and C.S. Jhune. 2011. Effect of storage temperature and packaging material on the shelf-life and postharvest quality of king oyster mushroom. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 90.
5. Hwang, S.H., S.J. Kim, S.R. Shin, N.W. Kim, and K.S.

- Youn. 2005. Effect of binding agents on physicochemical quality characteristics of granule prepared by *Lentinus edodes*. *Kor. J. Food Preserv.* 12:572-577.
6. Hong, K.H., B.Y. Kim, and H.K. Kim. 2004a. Analysis of nutritional components in *Pleurotus ferulae*. *Korean J. Food SCI. Technol.* 34(4):543-567.
7. Hong, K.H., B.Y. Kim, and H.K. Kim. 2004b. Studies on the biological activity of *Pleurotus ferulae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 33(5):791-796.
8. Jeong, C.S., J.N. Park, J.H. Kyoung, J.P. Kang, J.M. Won, S.J. Lee, T.S. Jo, and B.J. Ahn. 2007. Effects of functional tray in MA packaging on the absorption of ethylene, odor compounds, and quality of broccoli florets. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:1-5.
9. Kader, A.A. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops*. Univ. of California, CA, USA.
10. Kays, J.S. and R.E. Paull. 2004. *Postharvest Biology*. Exon Press, Athens, GA.
11. Kang, M.Y., S.Y. Kim, H.J. Yun, and S.H. Nam. 2004. Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:648-654.
12. Lee, H.D., H.S. Yoon, W.O. Lee, H. Jeong, K.H. Cho, and W.K. Park. 2002. Respiratory characteristics of golden and oystermushrooms under controlled atmosphere conditions. *Korean J. Food Preservation 20th Symposium Abstr.* p. 110. (Abstr.).
13. Minamida, T., T. Nishikawa, and K. Ogata. 1980. Influence of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> on the keeping freshness of Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) after harvest. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 27:505-510.
14. Park, J.N., I.J. Yun, Y.J. Kim, and C.S. Jeong. 2004. Fresh retention using the active MA packaging system in mushrooms. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22: 121.
15. Park, Y.M., S.W. Park, and S.J. Hong. 2003. Effects of vacuum packaging and shelf temperature on the quality changes of golden mushroom (*Flammulina velutipes*) during simulated shipment and marketing. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21:294-299.
16. Suslow, T. and M. Cantwell. 1998. *Mushrooms*. Fresh Produce Facts at <http://www.postharvest.ucdavis.edu>.
17. Villaescusa, R. and M.I. Gil. 2003. Quality improvement of *Pleurotus* mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. *Postharvest Biol. Technol.* 28:169-179.