

## MA저장중 표고버섯 (*Lentinus edodes*)의 품질변화에 관한 연구

이세은 · 김동만 · 김길환†

한국식품개발연구원 식품공학연구소

### Changes in Quality of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) during Modified Atmosphere(MA) Storage

Sei-Eun Lee, Dong-Man Kim and Kil-Hwan Kim†

Food Science and Technology Lab., Korea Food Research Institute, KIST, Seoul 136-791, Korea

#### Abstract

Several quality indices of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) were measured during storage at modified atmosphere (MA) conditions made by polyethylene film bag with different thickness. In the mushrooms kept in the thicker film bag, larger amounts of ethyl alcohol and acetaldehyde were produced during storage. The lowest weight loss was marked by the mushrooms kept in 0.06mm thick film bag. Protein content of the mushrooms was increased with the storage period without any significant trend depended on the storage treatments and electrophoresis pattern of protein was changed little in the mushrooms kept in 0.04mm thick P. E. film bag during storage.

**Key words :** Shiitake mushroom, modified atmosphere, storage

#### 서 론

표고버섯 (*Lentinus edodes*)은 담자균류 주름버섯목 느타리과에 속하는 버섯으로 각종 영양소가 고루 함유되어 있고<sup>1)</sup>, 특유한 향과 맛을 띠어 기호성이 높은 식품소재이다. 또한 이 버섯에 항암효과를 나타내는 성분이 함유되어있는 것으로 밝혀짐에 따라 표고버섯의 소비량도 증가하고 있다<sup>2)</sup>.

표고버섯은 수분함량이 높고 조직이 연하여 신선한 상태를 장기간 유지하기 어렵고 주생산 시기가 한정되어 있어 생산된 표고버섯의 대부분은 열풍 또는 천일건조 방법에 의해 건조된 후 저장, 유통되고

있다. 그러나 건조 표고버섯은 건조시 부피 감소로 인한 조직의 변화와 버섯 특유의 향, 맛, 색깔 등의 변화가 발생함에 따라 생 표고버섯에 비하여 품질이 열등하고 식용으로 조리하기전 수침을 통한 원형복원시 유용성분이 용출되어 영양측면에서의 손실도 크다<sup>3)</sup>.

이에 최근 표고버섯을 신선한 상태로 유통시킬 수 있는 저장 방법을 모색하게 되었는데 Minamide<sup>4)</sup>과 Yamashita<sup>5)</sup>등은 냉장저장 및 상온에서의 MA저장 방법을, Zixin<sup>6)</sup>은 화학적처리 방법을 이용한 신선도 연장 실험을 통하여 생 표고버섯의 유통기간 연장 가능성을 제시한 바 있지만 유통가능 기간에 있어서 아직은 미흡한 단계이며 저장방법의 개선 및 새로운 저장기술의 응용을 위한 지속적인 연구가 필요하다.

† To whom all correspondence should be addressed

이러한 연구의 일환으로 본 연구에서는 산소 및 탄산가스의 투과도가 다른 폴리에틸렌(PE) 필름을 이용하여 생 표고버섯을 밀봉한 후 저온에서 저장하면서 저장기간에 따른 표고버섯의 품질에 관련된 특성 인자의 이화학적 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시 료

실험에 사용한 표고버섯(*Leninus edodes*)은 10월 초 순 경기도 파주에서 노상 재배한 것으로 수확직후 통풍이 원활한 종이상자에 담아 2°C 저온저장고에서 3일간 예냉시켰다. 예냉이 끝난 표고버섯은 상태가 양호하고, 갓 부위의 개열정도가 균일한것 만을 일정량씩(약 2kg) 취하여 두께가 0.04mm, 0.06mm, 0.08mm 및 0.1mm인 폴리에틸렌(PE) 필름(30×60cm)에 각각 넣고 접착기를 이용하여 밀봉하였다. 밀봉된 PE 필름대(袋)는 완전 밀봉유무를 확인한 후 그물망의 플라스틱 바구니에 담아 2°C의 저온저장고에서 저장하였다. 분석에 사용된 표고버섯은 각 저장조건별로 3반복씩 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 탄산가스 및 산소의 농도측정

PE필름 대내의 탄산가스 및 산소농도는 가스분석기(KM9003, Kane-May LTD, England)를 이용하여 측정하였다.

### 호흡율

Dessicator법<sup>7</sup>을 이용하여 2°C 냉장고에서 일정 시간 동안 표고버섯으로부터 발생되는 탄산가스량을 측정하였다.

### 에틸알콜과 아세트알데히드

일정크기로 세절한 버섯 20g을 50ml 용기에 넣어 밀봉하고, 55°C의 물 증탕에서 20분 가온하여 head space의 공기를 5ml 취한후, Hanchenberg방법<sup>8</sup>에 준하여 가스크로마토그래피를 이용하여 분석하였다.

### 중량감소율

저장초기의 중량에 대한 일정 저장기간 경과후 감소된 중량의 백분율로 나타내었다.

### 조단백

A. O. A. C. 방법<sup>9</sup>에 의하여 정량하였다.

### 단백질의 전기영동

Hall등<sup>10</sup>과 Ames등<sup>11</sup>의 방법에 의하여 행하였다.

## 결과 및 고찰

### PE필름대내의 가스조정

Fig. 1은 두께가 다른 PE필름대내에 일정량의 신선한 표고버섯을 넣고 밀봉하여 저장하였을 때 PE필름대내의 탄산가스와 산소 농도변화를 나타낸 것으로 저장기간이 경과함에 따라 PE필름대내에서의 산소농도는 감소된 반면 탄산가스 농도는 이에 반하여 증가하였다.

밀봉 필름대내의 산소농도는 밀봉에 사용한 필름의 두께가 두꺼울수록 감소율이 높았는데, 저장 20일후 0.1mm필름 밀봉구는 6.5%로 0.04mm 필름 밀봉구

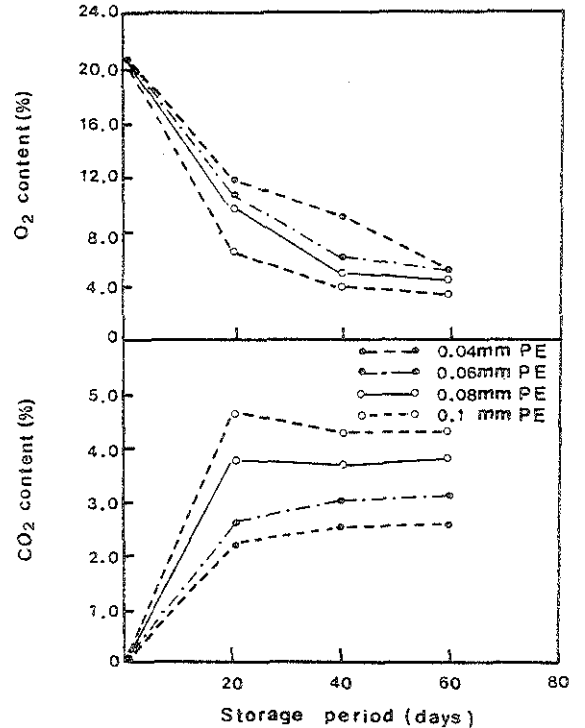


Fig. 1. Changes in O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> contents in the PE film bags during storage of Shiitake mushroom.

에 비하여 4.7% 정도 더 감소하였다.

저장기간이 경과됨에 따라 산소농도는 더욱 감소하여 저장 60일후 0.1mm 두께의 필름 밀봉구는 3.3%, 0.08mm 두께의 필름 밀봉구는 4.2%를 나타내었고 0.06mm와 0.04mm 필름 밀봉구는 각각 4.8%와 5.2%로 거의 유사한 수준을 나타내었다.

한편 PE 필름대내의 탄산가스 농도의 변화를 보면 0.1mm 두께의 PE 필름대내의 경우 저장 20일후 4.8%로 다른 필름 밀봉구에 비하여 탄산가스 축적이 가장 빨랐다. 또한 0.08mm 두께의 밀봉구는 저장 20일후 3.8%, 0.06mm 밀봉구는 2.6% 그리고 0.04mm 밀봉구는 2.2%를 나타냈으며, 저장기간이 경과됨에 따라 그 농도는 다소 변화하였으나 저장 40일 경과후 부터의 농도는 거의 변화없이 일정하였다.

이러한 결과는 밀봉 PE필름의 두께에 따른 산소와 탄산가스의 투과도 차이와 이에 따른 저장 표고버섯의 호흡 억제 효과에 의하여 나타난 것으로 사료되었다.

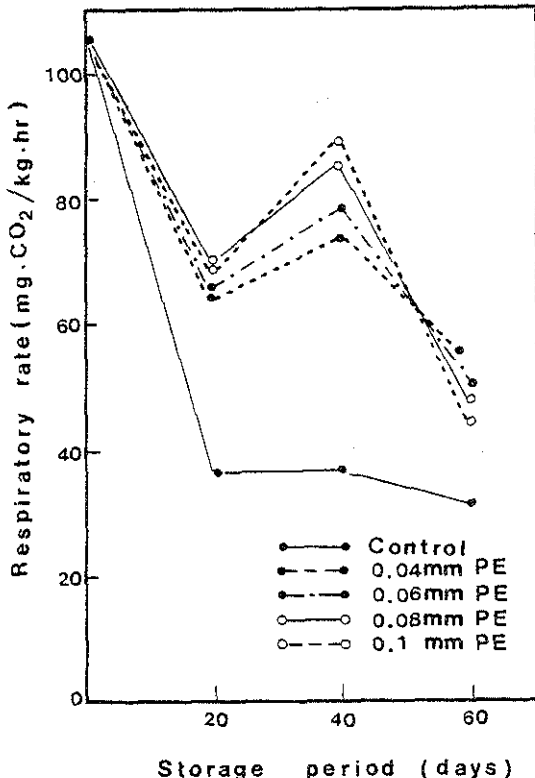


Fig. 2. Changes in respiratory rate of Shiitake mushroom stored at the modified atmosphere conditions.

### 호흡율

Fig. 2는 저장기간에 따른 표고버섯의 호흡율 변화를 나타낸 결과로 저장 직전 표고버섯의 호흡율은 2°C에서 112mg CO<sub>2</sub>/kg·hr이었으나, 저장 20일후에는 대조구의 경우 급격히 저하되어 36mg CO<sub>2</sub>/kg·hr의 매우 낮은 값을 보였다. PE필름 밀봉구 역시 저장 20일후에는 저장 초기에 비하여 호흡율이 감소하여 64-70mg CO<sub>2</sub>/kg·hr범위였는데 필름 두께에 따른 호흡율 차이는 비교적 적었다. 그러나 저장 40일 경과후에는 대조구를 제외한 모든 저장구에서 호흡율이 증가하였으며 PE포장 필름의 두께에 따라 그 차이가 다소 뚜렷하였다.

이러한 원인으로는 Fig. 1에서 보여준 결과와 같이 PE필름 밀봉대의 산소 및 탄산가스 농도 차이에 따라 버섯의 수확 후 나타나는 호흡율 상승<sup>23</sup> 시점의 차이와 저장중 버섯의 개열등에 의한 것으로 추측된다.

### 에틸알콜과 아세트알데히드의 발생량

저장 표고버섯의 이취와 밀접한 관계<sup>24</sup>가 있는 에틸알콜과 아세트알데히드의 발생량을 저장기간별로 조사하여 Fig. 3에 나타내었다.

에틸알콜의 경우 대조구 및 0.04mm 필름 밀봉구를 제외한 나머지 저장구에서는 저장중 호흡율이 상승하였던 저장 40일을 정점으로 저장중 호흡율 상승<sup>25</sup>이 마무리 되어짐에 따라 그 함량 역시 계속 증가한후 감소하는 경향을 보였으며, 아세트알데히드의 함량 역시 에틸알콜의 변화양상과 매우 유사한 결과를 나타냈다.

그러나 필름 밀봉구중에서도 0.04mm 필름 밀봉구의 경우는 에틸알콜과 아세트알데히드 함량 변화 양상은 대조구와 비슷하였다.

### 중량변화

Fig. 4는 저장기간에 따른 표고버섯의 부패율을 포함한 중량 감소율을 나타낸 결과이다. 대조구의 경우 저장 20일후 중량 감소율은 14.5%였고, 저장 60일후에는 감소율이 더욱 증가하여 33.0%를 나타냈는데 저장 20일후 부터는 품질이 매우 열악하게 변하여 식용으로 하기에는 곤란할 정도였다.

한편 필름으로 밀봉하여 60일간 저장한 버섯의 중량 감소율은 대조구에 비하여 2.5~5.5배 정도 낮은

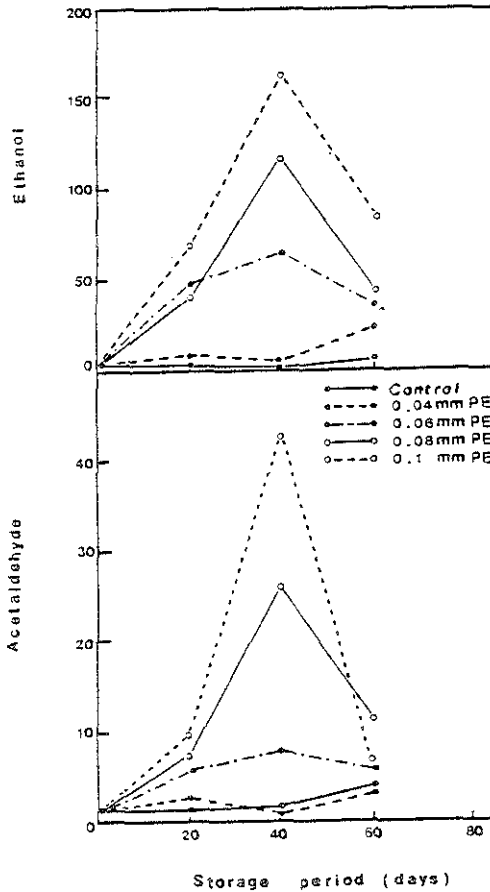


Fig. 3. Changes in contents of ethanol and acetaldehyde produced by Shiitake mushroom during storage at modified atmosphere conditions. Unit: relative value against the initial amount.

6.0~13.3%를 나타내었다. 필름두께별로 중량감소율을 비교하여 보면 0.04, 0.1, 0.08 그리고 0.06mm순으로 중량감소율이 낮았다. 이러한 결과는 밀봉 필름의 두께에 따른 공기의 투과도 차이와 이에 의한 저장 산물의 호흡량의 차이에 의하여 각기 다른 MA저장 효과에 의한 결과로 판단된다.

조단백질의 함량변화

저장기간에 따른 표고버섯의 조단백질 함량 변화를 조사한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 저장초기 표고버섯의 단백질 함량은 건물기준으로 23.0%이었으나 저장후 그 함량이 다소 증가하는 경향을 보였다. 이

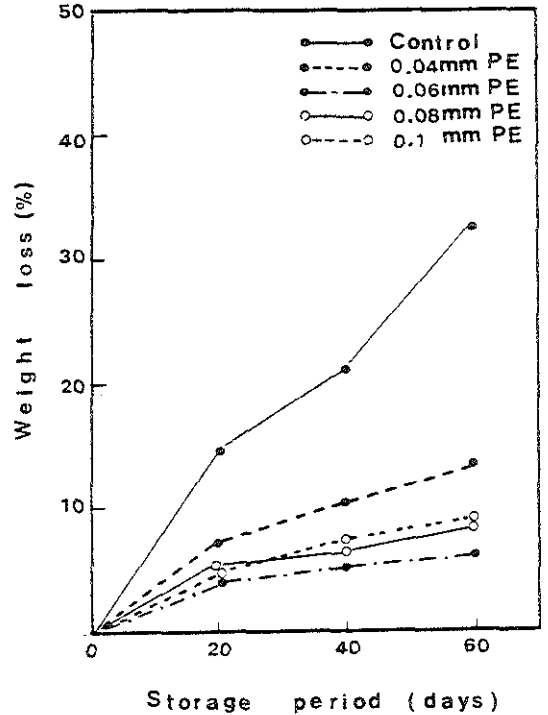


Fig. 4. Weight losses including decay rates of Shiitake mushroom during storage at modified atmosphere conditions.

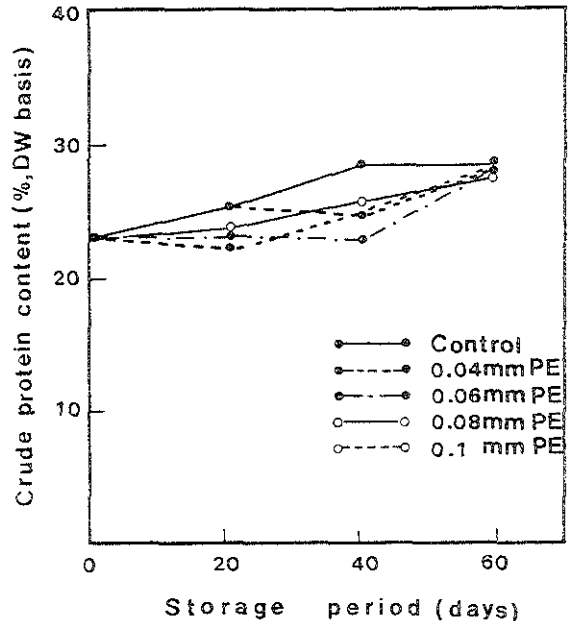


Fig. 5. Changes in crude protein contents of Shiitake mushroom during storage at modified atmosphere conditions.

에 따라 저장 60일 후 표고버섯의 단백질 함량은 대조구 및 필름 밀봉구 모두 27.5~28.5% 범위를 나타냈는데 대조구에서 그 함량변화의 폭이 밀봉구의 경우 보다는 컸으며 밀봉구의 경우 필름두께에 따른 함량의 차이는 뚜렷하지 않았다.

이러한 저장중 단백질 함량변화는 저장 표고버섯에 미생물의 번식 또는 표고버섯의 잣과 주름살의 개열에 따른 것으로도 추측되며, 한편으로는 저장중 버섯의 자체호흡에 의한 탄수화물의 감소<sup>16)</sup>에 따른 상대적 단백질의 함량 증가 현상으로도 추측되어진다. 이와 유사한 결과는 Minamida등<sup>4)</sup>과 Yamashita등<sup>5)</sup>도 보고한바 있으나, 이러한 현상에 대한 명확한 기작은 밝혀져 있지 않다.

**단백질의 전기영동 양상**

표고버섯을 구성하고 있는 단백질의 주된 분자량 분포 확인 및 저장중의 변화양상을 조사키 위해 저장 전 및 저장 60일후의 표고버섯으로부터 추출한 단백질을 사용하여 전기영동 양상을 비교하였던바 그 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 저장 전 신선한 표고버섯 단백질의 sub-unit는 분자량 31,000-66,200 사이에 주로 분포되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 60일 이후의 경우 심한 변질로 본 실험에서 제외시킨 대조구 이외 PE 밀봉구의 경우 밀봉에 사용한 필름의 두께

에 따라 상이한 단백질 전기영동 양상을 나타냈는데 특히 분자량 31,000 부근과 45,000 부근에서 그 차이가 심하였다. 밀봉에 사용한 PE 필름의 두께에 따른 차이를 살펴보면 0.04mm 밀봉구의 경우 저장초기에 비해 약간의 차이만을 나타냈으며 중량감소율이 가장 낮았던 0.06mm 밀봉구의 경우 단백질 전기영동 양상은 저장초기에 비해 다소 큰 차이를 나타내었다.

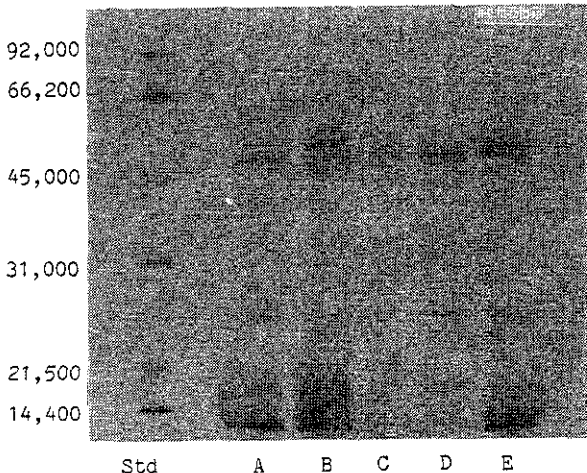
**요 약**

생 표고버섯의 신선도 연장을 위한 연구로 두께 (0.04mm-0.1mm)가 다른 PE 필름을 이용하여 표고버섯을 밀봉한 후 2℃에서 60일간 저장하면서 품질변화를 조사하였다. 저장중 이취성분인 에틸알콜과 아세트알데히드 생성량은 PE 필름 두께에 비례하여 높은 값을 나타내었다.

중량 감소율은 저장 60일 경과후 0.06mm 밀봉구가 가장 낮았는데, 그 값은 같은 저장기간의 0.04mm 밀봉구의 중량감소율에 비해 1/2 정도의 낮은 값을 보였다. 한편 저장기간이 경과됨에 따라 표고버섯의 조단백질 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 단백질의 전기영동 변화양상도 저장조건에 따라 그 차이가 뚜렷하였다.

**문 헌**

1. 동아출판사 : 동아원색 세계대백과 사전, 27, 50 (1981)
2. Gero, et al : Inhibition of mouse sarcoma 180 by polysaccharides from *Lentinus edodes*. *Nature*, 222, 687 (1969)
3. Aoyaki, Y. and Sugahar, T. : Studies on the rehydration of dried Shiitake mushroom. *J. Food Sci. Technol. (Jap.)*, 33, 244 (1986)
4. Minamida, T., Habu, T. and Ogata, K. : Effect of storage temperature on keeping freshness of mushroom after harvest. *J. Food Sci. Technol. (Jap.)*, 27, 281 (1980)
5. Yamashita, I. K., Takahashi, T., Shimoda, T., Kikuchi, K. and Shibata, S. : Changes in some chemical characteristics in Shiitake mushroom during modified atmosphere packaging storage and on exposure to air. *J. Food Sci. Technol. (Jap.)*, 34, 834 (1987)
6. Zixin : Studies on retaining freshness and preventing discoloration of mushrooms. *Food and Ferme-*



**Fig. 6. Protein patterns of Shiitake mushroom after storage for 60 days at modified atmosphere conditions.**

**A : Shiitake mushroom before storage**  
**B : 0.04mm PE**                      **C : 0.06mm PE**  
**D : 0.08mm PE**                      **E : 0.1mm PE**

- ntation Industries*, 5, 32 (1982)
7. Tarutani, T. and Manebe, M. : Studies on the utilization of persimmon. 3. Effect of storage temperature on persimmons. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 29, 114 (1960)
  8. Hachneberg, H. and Schimt, A. P. : Gas chromatographic headspace analysis, Heyden & Son Ltd., London, p.19 (1979)
  9. A. O. A. C. : *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of official chemists, Washington, D. C., p.16 (1984)
  10. Hall, J. L. : Cell membrans in plant cell structure and metabolism. Loughman, p. 135 (1982)
  11. Ames, G. F-L. and Nikaido, K. : Two-dimensional gel electrophoresis of membrane proteins. *Biochemistry*, 15, 616 (1976)
  12. Hammond, J. B. and Nichols, R. : Changes in respiration and soluble carbohydrate during the postharvest storage of mushrooms. *J. Sci. Fd. Agric.*, 26, 835 (1975)
  13. Minamida, T., Tsuruta, M. and Ogata, K. : Studies on keeping freshness of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes* Sing) after harvest. *J. Food Sci. Technol. (Jap.)*, 27, 26 (1980)
  14. Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J. : Changes in the contents of carbohydrates and organic acids in fruit-bodies of Shiitake mushroom during development and postharvest storage. *J. Food Sci. Technol. (Jap.)*, 33, 414 (1986)

(1990년 9월 21일 접수)