

양송이 버섯의 MAP 및 CA 저장 효과

김 준 한 · 김 종 국 · 문 광 덕 · 손 태 화 · 최 종 육
 경북대학교 식품공학과

Effect of M.A.P. and C.A. storage on quality of Mushrooms *(Agaricus bisporus)* during storage

Jun-Han Kim, Jong-Kuk Kim, Kwang-Deok Moon, Tae-Hwa Sohn, Jong-Uck Choi

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

In order to study the effect of modified atmosphere packaging(M.A.P.) and controlled atmosphere(C.A.) storage on keeping freshness of mushrooms (*Agaricus-bisporus*). Mushrooms was packaged with polyethylene(P.E.) film (40 μ m, 60 μ m, 80 μ m) and C.A. conditions(CO₂ concentration of 2%, O₂ concentration of 2%) and storage at 0±1°C, RH(relative humidity) 92±1%. Gas composition in film was changed rapidly at early of storage, but it kept a constant level after 14 days of storage, and then kept at the level of 6~9% CO₂ and 2~5% O₂. Weight loss was 5% in non-packed mushrooms after 3 days of storage, but P.E. film, CO₂ treated, C.A. conditions were 5% after 21 days of storage. Flesh firmness of the mushrooms was continuously decreased throughout storage period and the lowest of flesh firmness changed was 80 μ m-P.E. film packing. Discoloration of the pileous of mushrooms appears to be the most important factors to determine its marketability, L value of it appears to be of the high values at P.E. film packing and C.A. conditions during period. Large amount of ethanol and acetaldehyde were produced from the 7 days during storage, large contents of mannitol and trehalose were at the 14 days and 7 days during storage.

Key words : M. A. P. storage, C. A. storage, Mushrooms(*Agaricus bisporus*).

서 론

버섯은 자낭균류에 속하는 고등균류로서 그 자체의 독특한 맛과 향기를 지니고 있으면서 각종 아미노산, Vitamin, 단백질, 무기염류, 효소, 당류와 같은 인체에 중요한 영양소를 다량 함유하고 있다. 특히, 버섯중에는 다른 식품과는 달리 환원

당이 적게 함유되어 있는 반면에 비환원당인 trehalose와 당알코올을 많이 함유하고 있는 것으로 보고되고 있으며[1] 우리나라에서 식용으로 이용되고 있는 버섯은 2,000여종에 달하며[2], 이들 중 대부분은 야생상태로 자라고 있고 정부에서 농가 소득향상을 위한 대책방안으로써 느타리버섯, 양송이버섯 및 표고버섯의 인공재배법이 농

가에 널리 보급되어 식용으로 많이 이용되고 있다. 이러한 재배되고 있는 양송이, 자연송이 및 느타리버섯등은 신선도 유지나 보존상에 있어서 많은 문제점이 있다[3]. 특히, 양송이버섯은 수확후 3~4일이 경과하면 색깔이 변하면서 표면이 건조되어 상품적 가치를 상실하게 되어 장기 저장수단으로서는 지금까지 통조림이나 건조방법을 많이 이용하여 있으나 건조양송이는 외관이나 조직이 좋지 못하며 통조림 제품은 blanching과 통조림 체조과정에서 중량감소가 크다는 단점이 있다[4].

최근 신선한 상태의 버섯을 시장에 공급하기 위하여 저온저장과 M.A.P.(Modified atmosphere packaging)저장, C.A.(Controlled Atmosphere)저장, 방사선조사저장등의 저장방법[5,6]들이 연구 보고되고 있으나 양송이 버섯의 장기 저장방법에 대한 연구는 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구는 양송이 버섯의 유통기간 연장을 위한 방법으로 P.E.필름(Low density polyethylene film)을 이용한 M.A.P.저장과 C.A. 저장 중의 양송이버섯의 신선도 유지상태와 품질변화 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 저장방법

본 실험에 사용한 양송이버섯(*Agaricus bisporus*)은 경북 경주군 건천읍 소재, 버섯 재배농장에서 수확하여 외관이 양호하고, 크기가 중간인 것을 선별하여 약 $0\pm1^{\circ}\text{C}$ 저온저장고에서 24시간 예냉 후 button style로 처리하여 약 $0\pm1^{\circ}\text{C}$, 상대 습도 $92\pm1\%$ 의 저온저장고에서 저장하면서 P.E.필름밀봉포장구는 시료 일정량(약 250 g 정도)을 저장용 플라스틱용기($24\times18\times4\text{cm}$)에 담아 무포장, P.E.필름은 저밀도($0.89\sim0.91\text{ g/cm}^3$)의 것으로 두께는 $40\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$, $80\mu\text{m}$ 두께의 P.E.필름으로 밀봉포장 후 저장하였으며, C.A.저장구는 시료 일정량을 저장용 플라스틱 용기에 담아 C.A.저장용 케비넷에 넣고 CO_2 2%와 O_2 2%농도로 내부 기체를 조성, 유지하면서 저장하였다.

기체조성

P.E.필름밀봉포장구는 저장중 포장내의 CO_2 및 O_2 농도는 P.E.필름포장내 기체를 syringe로 취하여 scholander micro-gas analyzer로 측정하였으며, C.A.저장구는 저장중 C.A.저장용 케비넷내의 기체조성은 N_2 gas로 내부공기를 치환하고 paramagnetic O_2 analyzer와 Infrared CO_2 analyzer를 사용하여 하루에 2회씩 측정하여 일정한 농도를 조성, 유지하였다.

중량감소율

양송이 버섯의 저장중 중량감소율은 저장 초기의 중량의 대한 일정기간 경과후 감소된 중량의 백분율로 나타내었다.

경 도

경도는 각각의 시험구에서 시료 10개씩을 취하여 fruit hardness tester(Model KM-5, Japan)로 갓의 중심부위를 측정하였으며, 버섯의 저장 초기 경도값에 대한 백분율로 나타내었다.

색 도

양송이 버섯의 색도는 각각의 시험구에서 시료 10개씩 취하여 갓의 중심부위와 가장자리를 minolta chroma meter(model CR-200, Japan)를 사용하여 측정한 hunter color measuring scale의 L값(명도, Whiteness), a값(적색도, Redness), b값(갈색도, Yellowness) 및 ΔE (초기값에 대한 색차, $\Delta E=\sqrt{\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2}$)로 나타내었다.

Ethanol 및 Acetaldehyde

시료 일정량을 세척하여 마쇄한후 500ml 종류 플라스틱에 넣고 종류하여 종류에 10ml를 취하여 gas chromatography(GC)분석용 시료로 사용하였다. GC는 pye unicam series 304를 사용하였고, column은 porapak Q를 사용하였으며 detector는 FID로 하였다.

유리당과 유리당알코올

시료 일정량에 80% ethanol(v/v) 100mL를 가하여 마쇄한 후, 환류냉각기가 부착된 80°C water bath 상에서 2시간 동안 반복 추출후 동양여지 No.2로 여과한 다음 감압농축기로 농축후 이 여액 50mL를 분액여두에 취하여 benzene 40mL를 가지고 방치한 다음 추출 탈지하여 수중을 분리하였다. 이 분리된 수중을 활성탄 column에 통과시켜 탈색시키고 C₁₈ Sep-Pak(Waters 사)에 통과시켜 정제한 후 0.2μm membrane filter로 여과한 것을 HPLC(High performance liquid chromatography)로 분석하였다[7]. Column은 amino acid analysis column(220×4.6mm)을 사용하였고 이동상은 CH₃CN:H₂O=75:25(V/V)를 사용하였고 검출기는 RI detector로 하였다.

결과 및 고찰

포장내 기체조성의 변화

양송이버섯의 P.E.필름 저장중 포장내의 CO₂와 O₂ 농도 변화는 그림 1,2,3과 같다. 필름 포장구내의 CO₂농도 변화는 저장 초기에는 급격한 증가를 나타낸 후 저장 14일 이후에는 거의 일정한 수준을 유지하였다. 또한, 고농도 CO₂ 단시간처리구는

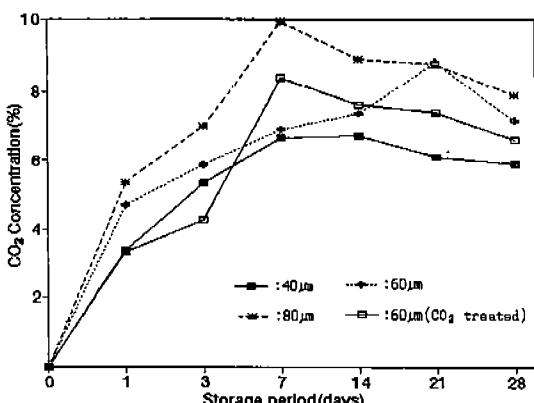


Fig. 1. Changes of CO₂ concentration in the P.E. film storage of mushrooms (*Agaricus bisporus*)

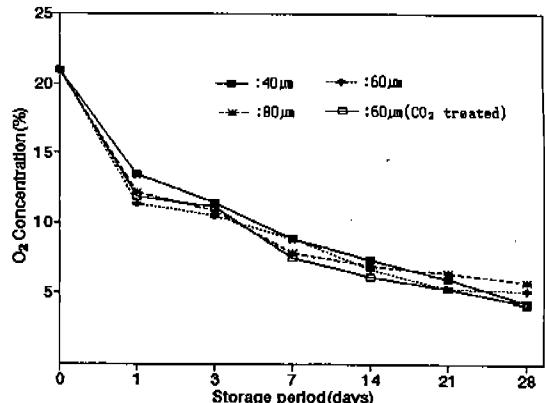


Fig. 2. Changes of O₂ concentration in the P.E. film storage of mushrooms (*Agaricus bisporus*)

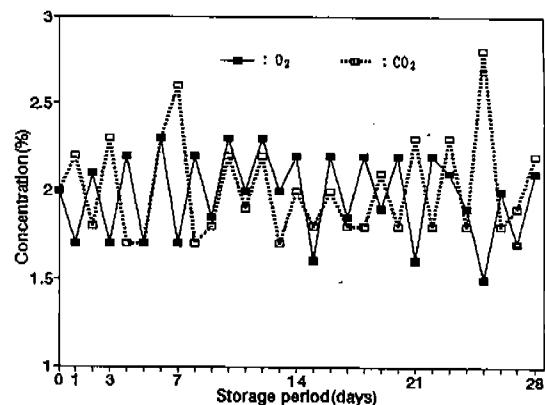


Fig. 3. Changes of CO₂ concentration in the C.A. storage(CO₂ 2% + O₂ 2%) of mushrooms (*Agaricus bisporus*)

같은 두께의 무처리구에 비해서 저장 초기에는 다소 높은 농도 변화를 보였으며 그 이후에는 유사한 경향을 나타내었다. 최종 필름 포장구내의 CO₂ 농도는 6~9% 정도를 나타내었고 포장 필름의 두께가 두꺼울수록 높게 나타났다.

O₂ 농도변화는 저장초기 급격한 감소를 보인후 저장 21일이 경과 후 거의 3~6%의 일정한 수준을 나타내었으며 포장필름의 두께가 두꺼울수록 낮은 농도를 보였다. 이러한 양송이 버섯의 저장 중 CO₂와 O₂ 농도 변화는 포장필름의 두께에 따

른 공기투과도 차이와 포장내 양송이의 호흡작용에 기인한 것으로 생각되며[8], 고농도 CO₂ 단시간 처리구는 무처리구에 비하여 저장 초기에 양 송이 버섯속으로 침투된 CO₂의 영향으로 다소 높은 농도 변화를 나타낸 것으로 사료된다[9]. C.A. 저장고의 CO₂와 O₂의 기체조성은 2±0.5% 수준을 저장기간내 유지되었다.

중량감소율의 변화

저장기간에 따른 양송이 버섯의 중량감소율을 조사한 결과는 그림 4와 같다. P.E. 필름포장저장구는 저장 말기인 28일 이후에는 약 2~4%의 중량감소율을 보였으며, 포장필름의 두께가 두꺼울수록 낮은 중량감소율을 나타내었다. 저장 21일까지는 양송이 버섯의 신선한 상태를 유지하여 식용으로 사용할 수 있었으나 무포장구의 경우는 저장 3일 이후에는 중량감소율을 5% 이상 나타내어 품질이 매우 열악하여 식용으로 하기에는 적당치 못한 상태였다. 또한, 고농도 CO₂ 단시간 처리구는 같은 두께의 필름포장저장구와는 거의 유사한 중량감소 경향을 나타내었고 C.A. 저장구는 40μm의 필름포장저장구에 비해서 다소 낮은 중량감소율을 보였다. 이러한 결과는 P.E. 필름의 두께에 따른 필름의 수증기 투과성에 의한 저장 농산물의 호흡작용과 증산작용에 기인한 포장 필름의 M.A.효과로 사료된다[10].

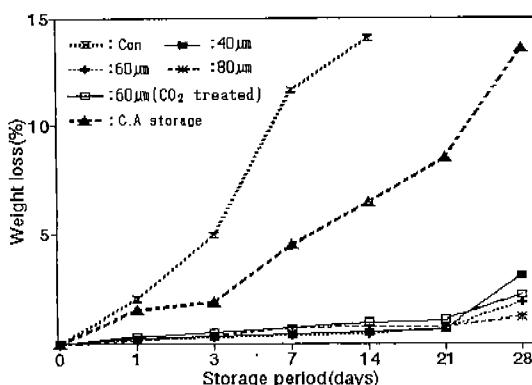


Fig. 4. Changes of flesh weight of mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage

경도의 변화

양송이 버섯의 저장중 경도 변화를 측정한 결과는 그림 5와 같다. 무포장 대조구의 경우는 저

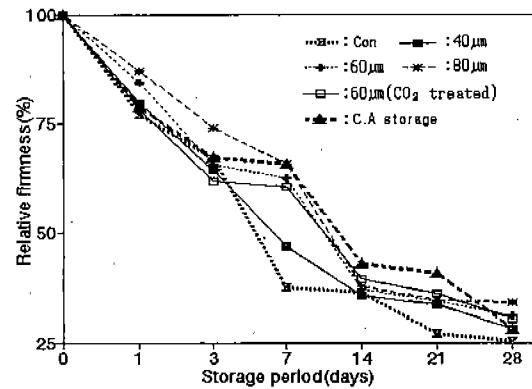


Fig. 5. Changes in firmness of mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage

장초기부터 급격한 감소 현상을 보이면서 저장 7일에는 65%이상의 큰 감소율을 나타내었다. 이에 비해서 P.E. 필름포장저장구는 저장시간이 길어짐에 따라 완만한 감소율을 나타내었고 필름의 두께가 두꺼울수록 경도 저하율이 낮게 유지되고 있음을 보였다. 한편, 고농도 CO₂ 단시간처리구는 같은 두께의 필름포장저장구보다 다소 높은 경도를 유지하였다. 이것은 CO₂처리가 과채류의 경도 유지에 상당한 효과가 있다는 여러가지 연구보고와 유사한 경향을 나타내었고[10], C.A. 저장구는 60μm 필름포장저장구와 거의 유사한 경도변화를 나타내었다.

색도의 변화

저장중 양송이 버섯의 색도 변화를 L, a, b값 및 △E로 나타낸 결과는 표 1과 같다. 버섯의 선도 환경의 지표가 되는 L값은 무포장대조구의 경우 저장초기부터 급격한 감소추세를 보이면서 저장 7일 이후부터는 L값이 70이하로서 외관 및 상품적 가치가 저하되었다. 반면, 필름 포장저장구, 고농도 CO₂ 단시간 처리구와 C.A. 저장구의 경우

는 저장 21일까지 L값이 70 이상으로 상품성이 잘 유지되었다. 또한, a값과 b값은 L값의 감소 현상에 반하여 상대적으로 증가현상이 저장구 전반에 걸쳐 나타났다. 이러한 결과는 버섯의 색도변

화와 상관관계가 있는 버섯중의 polyphenoloxidase activity가 저장기간이 길어짐에 따라 증가하여 버섯의 갈색화에 영향을 준 것으로 생각된다[11].

Table 1. Changes in color(Hunter L, a, b values) for mushrooms (*Agricus bisporus*) during storage

| Notes | Storage periods (days) | color | | | |
|--|---------------------------|-------|------|-------|--------------|
| | | L | a | b | ΔE^* |
| Control | 0 | 83.47 | 2.59 | 19.37 | 0.00 |
| | 3 | 82.30 | 2.99 | 19.49 | 1.06 |
| | 7 | 80.27 | 3.11 | 21.24 | 3.74 |
| | 14 | 76.65 | 3.48 | 25.01 | 7.48 |
| | 21 | 76.04 | 3.87 | 26.81 | 10.59 |
| | 28 | 67.51 | 6.86 | 29.41 | 19.31 |
| $40\mu\text{m}$ P.E.film | 0 | 86.22 | 1.92 | 18.59 | 0.00 |
| | 3 | 82.86 | 3.12 | 20.72 | 4.15 |
| | 7 | 80.05 | 3.27 | 21.20 | 6.83 |
| | 14 | 78.46 | 3.68 | 23.90 | 9.56 |
| | 21 | 78.14 | 3.21 | 24.26 | 9.93 |
| | 28 | 65.36 | 4.56 | 25.37 | 22.09 |
| $60\mu\text{m}$ P.E.film | 0 | 87.09 | 1.41 | 16.28 | 0.00 |
| | 3 | 81.69 | 3.24 | 19.38 | 6.48 |
| | 7 | 80.18 | 3.26 | 22.08 | 9.20 |
| | 14 | 80.01 | 3.45 | 23.95 | 17.66 |
| | 21 | 78.62 | 3.76 | 25.83 | 12.96 |
| | 28 | 73.31 | 4.08 | 27.33 | 17.88 |
| $80\mu\text{m}$ P.E.film | 0 | 86.24 | 1.72 | 16.95 | 0.00 |
| | 3 | 83.51 | 2.53 | 18.41 | 3.20 |
| | 7 | 80.06 | 3.06 | 21.18 | 7.60 |
| | 14 | 79.82 | 3.29 | 22.77 | 8.80 |
| | 21 | 78.95 | 3.44 | 24.84 | 10.88 |
| | 28 | 74.93 | 4.10 | 26.10 | 14.72 |
| CO_2 100%/24hr ($60\mu\text{m}$ P.E.film) | 0 | 83.33 | 2.54 | 18.97 | 0.00 |
| | 3 | 81.74 | 3.04 | 20.08 | 2.00 |
| | 7 | 79.37 | 3.14 | 20.18 | 4.18 |
| | 14 | 78.61 | 3.25 | 23.46 | 6.55 |
| | 21 | 78.08 | 3.65 | 24.33 | 7.58 |
| | 28 | 69.30 | 4.83 | 28.14 | 14.53 |
| C.A.storage (CO_2 2%+ O_2 2%) | 0 | 85.82 | 1.82 | 16.02 | 0.00 |
| | 3 | 83.49 | 2.27 | 18.68 | 3.57 |
| | 7 | 81.47 | 2.81 | 19.27 | 5.52 |
| | 14 | 80.22 | 2.89 | 20.80 | 7.44 |
| | 21 | 76.11 | 3.61 | 27.12 | 14.86 |
| | 28 | 68.42 | 5.16 | 28.37 | 21.60 |

* The color difference at that time calculated in relation to the storage period 0 standard.

Ethanol 및 acetaldehyde의 생성량 변화

저장중 양송이버섯이 이취성분과 밀접한 관계가 를 가지는 ethanol과 acetaldehyde의 생성량 변화를 측정한 결과는 표 2와 같다. Ethanol의 생성량은 무포장대조구의 경우 저장 3일에 급격한 상승을 보였으며 M.A.P.저장구와 C.A.저장구는 저장구는 저장 7일까지 최대 생성치에 도달한 후

점차 감소하는 경향을 나타내었다. M.A.P.저장구에서는 포장 필름의 두께가 두꺼울수록 높게 나타났으며 C.A.저장구의 경우 고농도 CO₂ 단시간 처리구와 유사한 증가경향을 나타내었다. 또한, acetaldehyde의 생성량변화 역시 모든 저장구에서 ethanol의 생성량변화 추세와 거의 유사한 경향을 보였다[12].

Table 2. Changes in ethanol and acetaldehyde produced during storage of mushrooms(*Agaricus bisporus*)
(unit:mg%)

| Storage methods | Storage period(days) | | | | |
|-----------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Ethanol* | | | | | |
| Non-packed | 78.8 | 73.9 | 44.3 | 26.8 | 14.0 |
| 40μm P.E. Film | 21.2 | 54.8 | 21.4 | 20.8 | 12.4 |
| 60μm P.E. Film | 35.5 | 58.9 | 42.8 | 10.5 | 3.4 |
| 80μm P.E. Film | 22.4 | 89.0 | 15.7 | 12.8 | 3.2 |
| C.A.storage | 22.6 | 77.0 | 28.9 | 11.6 | 3.2 |
| Acetaldehyde** | | | | | |
| Non-packed | 892.8 | 613.4 | 591.6 | 590.2 | 414.3 |
| 40μm P.E. Film | 555.4 | 784.6 | 543.5 | 440.7 | 339.6 |
| 60μm P.E. Film | 671.3 | 834.9 | 683.8 | 452.6 | 401.0 |
| 80μm P.E. Film | 606.9 | 740.9 | 711.6 | 421.7 | 383.3 |
| C.A.storage | 685.8 | 962.7 | 812.1 | 731.4 | 407.2 |

* Initial generations of ethanol : 7.4mg%

**Initial generations of acetaldehyde : 334.2mg%

Table 3. Changes in mannitol and trehalose contents of mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage.
(unit:mg%)

| Storage methods | Storage period(days) | | | | |
|--------------------|----------------------|------|------|------|-----|
| | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Mannitol* | | | | | |
| Non-packed | 1754 | 1608 | 843 | 803 | 51 |
| 40μm P.E. Film | 1532 | 1969 | 2062 | 1297 | 76 |
| 60μm P.E. Film | 1049 | 1148 | 1763 | 649 | 62 |
| 80μm P.E. Film | 1114 | 1666 | 2019 | 1056 | 81 |
| C.A.storage | 1420 | 2296 | 2403 | 783 | 714 |
| Trehalose** | | | | | |
| Non-packed | 112 | 77 | 54 | 21 | 1 |
| 40μm P.E. Film | 157 | 254 | 125 | 66 | 2 |
| 60μm P.E. Film | 151 | 204 | 117 | 77 | 4 |
| 80μm P.E. Film | 197 | 238 | 79 | 64 | 4 |
| C.A.storage | 121 | 144 | 87 | 68 | 24 |

* Initial contents of mannitol : 450mg%

** Initial contents of trehalose : 64mg%

유리당과 유리당알콜의 함량변화

양송이버섯의 유리당으로는 trehalose, glucose, fructose등이, 당알코올로서는 mannitol, arabitol, glycerol등이 확인되었다. 이들 중 mannitol과 trehalose가 특징적으로 다량 함유되어 있었으며 나머지 성분들은 미량으로 존재하였으며 저장중 뚜렷한 함량변화를 보이지 않았다. 양송이 버섯의 mannitol과 trehalose의 저장중 함량 변화를 측정한 결과는 표 3과 같다. 당알코올인 mannitol의 함량변화는 저장구 전반적으로 저장 14일까지 증가추세를 보였으며 유리당인 trehalose는 저장 7일까지 최대치를 나타내었고 저장기간이 길어짐에 따라서 mannitol과 trehalose의 함량변화는 점차 감소함을 알수 있었다. 또한, 저장 방법에 따른 mannitol과 trehalose의 함량은 P.E.필름포장저장구의 경우 $40\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$, $80\mu\text{m}$ 두께 순으로 높은 변화를 나타내었으며 저장 기간별로 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 한편, 고농도 CO_2 단시간 처리구는 같은 두께의 P.E.필름포장저장구와 유사한 경향을 보였고 C.A.저장구는 $80\mu\text{m}$ 두께의 필름포장저장구와 유사한 경향을 나타내었다[13].

요약

양송이버섯의 신선도 연장을 위하여 두께($40\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$, $80\mu\text{m}$)가 다른 P.E.필름을 이용한 M.A.P.저장과 C.A.저장 중의 품질변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 포장내 기체조성은 저장초기에는 급격한 변화를 보인 후 저장 14일 이후에는 거의 일정한 수준인 CO_2 농도 6~9%와 O_2 농도 3~6%를 유지하였다. 저장중 양송이 버섯의 중량감소율은 무포장 대조구의 경우 저장 3일후 5% 이상의 중량감소를 보였으나 M.A.P.저장구, 고농도 CO_2 단시간처리구, C.A.저장구의 경우는 저장 21일까지 5%이하의 중량감소율을 나타내었다. 양송이 버섯의 경도는 저장중 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 M.A.P.필름포장저장구, 고농도 CO_2 단시간처리구 및 C.A.저장구에서는 상당한 경도감소억제효과를 나타내었다. 또한, 버섯의 선

도 관정지표가 되는 색도 변화는 무포장구의 경우 저장 3일에 L값이 70 이하로 급격히 감소함에 비하여, M.A.P.저장구 및 C.A.저장구에서는 저장 21일까지 L값이 70이상으로 상품적 가치가 유지되었다. 저장중 버섯의 이취성분인 ethanol과 acetaldehyde생성량은 무포장구의 경우 저장 3일 까지 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향이었으며 M.A.P.저장구 및 C.A.저장구는 저장 7일까지 증가하다가 감소하는 경향을 보였고 포장 필름의 두께가 두꺼울수록 높게 나타났다. Trehalose와 mannitol의 함량 변화는 각각 저장 7, 14일까지 증가하다가 점차적으로 감소하는 경향을 보였으며, $80\mu\text{m}$ 필름을 사용한 M.A.P.저장구와 C.A.저장구에서는 그 함량 변화가 가장 적었다.

참고문헌

1. Rural Development Administration(1986) Food Compostion Table.
2. 이지열(1988) 원색 한국 버섯 도감, 도서 출판 아카데미 서적.
3. Dennis P. Myrr and Lenoard L. Morris(1975) Effect of storage temperature on postharvest changes in mushrooms, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 100(1), 16-19.
4. R. C. Ananthzswaran, S. K. Sastry, R. B. Beelman, A. Okereke and Konanayakam (1986) Effect of processing on yield, color and texture of canned mushrooms, Journal of Food Science, 151(5).
5. 김동만, 백형희, 김길환(1989) Effect of CO_2 concentration C.A conditions on the quality of shiitake mushroom during storage, Korean J. Food Sci. Technol., 120(8)
6. A. C. Purris(1983) Effects of film thickness and storage temperature on water loss and internal quality of sealpkaged grapefruit, J. Amer. Soc. Hort Sci., 108(4), 562-566.
7. Hiroshi yoshida(1979) Contents of free sugars, freesugaralcohols and organic acids in different

- grades of dried shiitake mushroom 日食工誌, 26(8).
8. 문광덕, 김종국, 손태화(1990) 고농도 탄산 가스 처리가 저장중 딸기의 품질에 미치는 영향, 慶北大 農學志, 8, 83-88.
9. S, Ben-Yehoshua, Hana Kobiller and B. Shapio (1981) Effects of cooling versus seal -packing with high density polyethylene on keeping qualities of various citrus cultivars, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106(5), 536-540.
10. 三船隆子(1986) イチュ 果實 の貯藏 における 高濃度 CO₂ 短期間 處理 の 效果, 博士論文.
11. Jingtair Siriphanich and Adel A. Kader (1985) Effects of CO₂ and total phenolics, phenylalanine ammonia Ltase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110(2), 249-253.
12. Chu-Chin and Chung-May Wu(1984) Volatile components of mushroom(*Agaricus Snbrufecens*), Journal of Food Science, 49.