

환경가스조절 포장에 키토산 및 CaCl_2 로 코팅 처리된 양송이 버섯의 품질에 미치는 영향

이진실

동덕여자대학교 식품영양학과

Effects of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Chitosan and CaCl_2 Coated Mushroom (*Agaricus bisporus*)

Jin-Sil Lee

Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University

Abstract

The effects of modified atmosphere(MA) packaging and coating on the quality of mushroom (*Agaricus bisporus*) were investigated. Whole mushrooms(100 g) were packed with polyvinyl chloride(PVC) film wrap, PD941 and PD961 film bags and were stored in a chamber at 12°C and 80% RH for 6 days. Gas composition of packages, respiration rate, weight loss, color and maturity index of MA packaged mushrooms were examined. The wrap packaged mushrooms showed different level of internal CO_2 concentrations among water washed, chitosan coated and CaCl_2 coated subgroups significantly at 5% level. The maximum CO_2 concentration of PD941 and PD961 packages for all coated showed 4.1~4.7% and 10.4~11.7%, respectively, for the first day. PD961 package showed the lowest O_2 concentration compared to other groups. There were no significant respiration rate differences between wrap packed and PD941 packaged. Respiration rate of water washed, chitosan coated and CaCl_2 coated in PD961 packaged was 192 mg, 226 mg and 245 mg, respectively. Maturity index of PD961 packaged were not significantly different among the water washed, chitosan and CaCl_2 coated packages. Chitosan coating showed a negative effect on color change of mushrooms. The weight loss of 961 packaged was lower (7.0~8.0%) that those of wrap packaged and PD941 packaged.

Key words : mushroom, quality, MA, coating, CaCl_2

서 론

버섯은 영양소가 풍부하고 맛과 향이 좋아 훌륭한 기호식품일 뿐 아니라 그 생리활성 효과가 뛰어나 기능성 식품으로서도 가치가 크다. 1990년부터 1996년 사이 우리 나라 버섯의 소비량 추이를 살펴보면 매년 8.6% 씩 증가하여 1996년도에는 1일 1인당 5.98 g를 섭취하는 것으로 보고되고 있으며 식생활의 고급화, 건강에 대한 관심의 증가로 그 수요는 계속 증가되고 있다⁽¹⁾. 우리 나라의 경우, 양송이 버섯은 농가에서 수확 직후 종이박스로 포장되어 저온 저장고에 보관하였다가 하루에 한 번씩 도매시장이나 농협으로 출하를 시키기 때문에 버섯이 유통되어 소비자에게 공급이 되기까지는 적어도 24시간 정도 소요되며 출하된 버섯

은 polyvinyl chloride(PVC) 필름으로 포장을 하거나 혹은 전혀 포장이 되지 않은 상태로 팔리고 있다. 그러나 버섯은 표피가 약하고 일반 과채류 보다 호흡작용이 매우 활발해 CO_2 가 5°C에서 60 mg/kg·hr 이상, 20°C에서는 200~500 mg/kg·hr이나 발생되며 왕성한 호흡률로 인해 품온이 상승되어지고 이에 따라 변색, 중량의 감소 및 미생물에 의한 변패가 쉽게 일어난다^(2,3). 따라서 양송이 버섯은 겨울에는 3~4일, 여름에는 2일 이내에 상품으로서의 가치가 현저히 떨어지는 것이 버섯 유통에 있어 제일 큰 문제점이라고 할 수 있다. 양송이 버섯의 품질은 버섯표면의 색, 갓이 개화된 정도, 표면의 수분 함량, 버섯대의 길이, 조직의 견고도, 고유의 향기 및 미생물상 등으로 평가할 수 있으며 이들 중 버섯 표면의 변색정도와 갓의 상태는 쉽게 버섯의 품질을 평가하는 데 매우 중요한 척도가 된다^(4,8).

양송이 버섯의 저장기간을 늘리기 위한 방법으로는 modified atmosphere packaging (MAP)⁽⁸⁾, controlled

Corresponding author: Dept. of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

atmosphere (CA)⁽⁹⁾, 코팅제 처리⁽¹⁰⁾, 저온 저장⁽¹¹⁾, 버섯대의 제거, CaCl₂를 이용한 재배⁽¹³⁾, calcium, hypochlorite 첨가⁽¹⁴⁾, 솔비톨⁽¹⁵⁾을 이용한 방법 등이 있다. 이들 중에서 가장 조작이 편하고 경제적이며 효과가 좋은 것은 MAP를 이용하는 방법이다. MAP는 포장지의 가스 투과도를 조절하여 줌으로써 버섯의 생리적, 미생물학적 변패를 감소시킬 수 있다. CA 저장법은 공기조성을 더욱 효과적으로 조절을 할 수는 있으나 이 방법은 유통기간이 짧은 버섯의 경우는 비경제적이다. MAP 이용시 가장 중요한 사항은 포장 재질이다. 포장을 전혀 하지 않은 버섯에 비해 polyvinyl chloride (PVC) 필름으로 랩 포장을 할 경우 저장기간을 늘릴 수 있는 것은 사실이나 버섯의 MAP에 가장 이상적인 필름은 아님에도 단발적 효과를 위해 사용되고 있는 실정이다.

여러 연구자들은 버섯을 다양한 포장재질로 MAP를 하여 포장 내 기체조성과 버섯의 품질 척도인 버섯의 변색 정도, 속도, 조직의 견고도, 미생물상 등을 조사하였다. Sveine 등⁽¹⁶⁾은 포장 내 CO₂는 5%, O₂는 0.1%일 때 버섯의 저장효과가 가장 좋았다고 보고하였으며 Lopez-Briones 등⁽⁹⁾은 포장 내 CO₂ 조성이 2.5%에서 버섯의 갈색화 반응이 가장 적게 일어났으며 5% 이상에서는 변색이 촉진되는 현상을 관찰하였다고 보고하였다. Nicholas 와 Hammond⁽¹⁷⁾는 다양한 필름으로 양송이 버섯을 랩 포장한 결과 18°C에서 CO₂는 10~12%, O₂는 1~2%일 때 갖의 개열과 변색이 가장 늦게 나타난다고 보고하였다. 이와 같이 MAP를 통한 포장내 O₂ 감소는 버섯의 호흡률을 저하시켜 갖의 개열을 지연시킬 뿐 아니라 tyrosinase의 활성을 저해시켜 버섯의 갈변을 지연시키는 효과가 있기 때문인 것으로 보고되었다⁽¹⁸⁾. 또한 포장 내 O₂의 감소로 호기성 미생물의 성장이 저해되어 부패가 지연되는 효과도 아울러 얻을 수 있다는 보고도 있다⁽⁹⁾.

과채류의 저장기간을 늘리기 위한 방법으로는 MAP 외에 키토산과 같은 코팅제를 이용한 연구도 활발히 진행되고 있다. 키토산은 항균효과와 젤 형성능 등이 있어 bell pepper⁽¹⁹⁾, 토마토⁽²⁰⁾, 딸기⁽²¹⁾의 코팅으로 속도 조절과 미생물로 인한 부패를 지연시키는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 버섯의 저장기간을 늘리기 위해 calcium-alginate, alginate, alginate-ergosterol과 같은 코팅제는 사용이 되었으나 키토산에 관한 연구는 시도되지 않았다⁽¹⁰⁾.

본 연구는 시판되고 있는 포장재를 이용해 버섯의 MAP 효과를 검증함과 동시에 키토산과 CaCl₂ 코팅처리 효과를 확인하고자 시도되었다.

재료 및 방법

재료

양송이 버섯(*Agaricus bisporus*)은 1999년 3월 경기도 광주군 신갈군 버섯 재배 농가에서 수확 직후 구입하였다. 구입된 버섯은 저온 상태(10°C)로 운반되었고 냉장고에 보관하였다. 버섯은 지름이 30±5mm, 속도는 Table 1에 나타낸 Guthrie⁽²²⁾의 속도 지표 1에 해당되는 것만을 선별하였다. MAP 포장재는 시판 가정용 PVC랩, PD941, PD961 (Cryovac Inc., Duncan, SC, U.S.A.)을 사용하였다. 선별된 버섯을 지름 1.5 cm 규격의 구멍이 있는 종이판지에 버섯대를 삽입시켜 12×17×5 cm의 망상형의 플라스틱 사각 용기에 100 g씩 투입하였고 수동포장 및 열 봉합 포장을 하였으며 12°C, 상대습도 80%로 조정된 항온 항습기(수공양행(주), 서울)에서 6일 동안 저장하면서 분석하였다. 각 시료 군은 3개씩 준비하였으며 3회 반복 실시하였다.

코팅처리

선별된 버섯들은 스프레이를 이용하여 증류수, 0.3%(w/w) 키토산(Biotech. 목포)과 2%(w/w) CaCl₂로 코팅을 시킨 후 실온에서 건조되었다.

호흡률 및 공기조성 변화

아크릴 용기(내부 용적, 1.2 liter)에 버섯 50 g을 담고 12°C에서 12시간 이후 용기 내부에 조성되어진 가스를 Gas Chromatography (GC, Hitachi, Model 163

Table 1. Classification of stages in sporophore development⁽¹⁾

Stage	Description
1	Veil intact (tight)
2	Veil intact (stretched)
3	Veil partially broken (< half)
4	Veil partially broken (> half)
5	Veil completely broken
6	Cap open, gills well exposed
7	Cap open, gill surface flat

¹⁾Source : Guthrie⁽²²⁾

Table 2. Conditions of gas chromatography

Instrument	Hitach, Model 163
Detector	TCD (Thermal Conductive Detector)
Column	CTR I
Column Temp.	50°C
Injection Temp.	50°C
Detector Temp.	150°C
Carrier gas	He (20 ml/min)
Injection volume	0.5 ml

Japan, column CTR-1, detector 150°C, injector 50°C, column 50°C)를 이용하여 분석하였다. GC의 사용조건은 Table 2와 같다. 포장 내 공기 조성 변화는 24시간마다 6일 동안 호흡률을 재는 방법과 동일하게 실시하였다. 밀봉된 각각의 포장필름 위에 실리콘을 이용하여 septum을 삽입하여 가스샘플을 채취하였다⁽²⁴⁾.

속도 측정

시료들의 속도는 Guthrie⁽²²⁾의 속도 지표(Table 1)를 이용하여 시료당 10개의 버섯을 저장 첫날과 6일째 되는 날 측정하였다.

중량 변화

저장 첫날과 6일째 되는 날 무게를 측정하여 초기 중량에 대한 감량 정도를 다음 식과 같이 계산하였다⁽⁸⁾.

$$\text{중량감소율(\%)} = \frac{WI - WL}{WI} \times 100$$

WI: 초기중량 WL: 저장 후 중량

색도

갓의 중앙과 중앙으로부터 10 mm 떨어진 곳을 Hunter-Lab Chroma Meter CR-300을 이용해 저장 첫날과 6일째 되는 날 측정하였다. 색도 측정 전에 기계는 보정판으로 표준화하였다. 각 포장 당 10개 씩 측정해 그들의 평균값을 산출하였다. 버섯의 가장 바람직한 색도를 L=97, a=-2, b=0로 정하였으며, $\Delta E = [(L-97)^2 + (a-(-2))^2 + (b-0)^2]^{1/2}$ 의 값을 계산해 버섯의 색도 변화를 측정하였다⁽⁸⁾. 이래서 ΔE 값이 클 수록 가장 바람직한 색으로부터 떨어진 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

내부 공기 조성

Fig. 1과 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 각 실험 구 모두 24시간만에 급격한 CO₂ 증가 및 O₂ 감소를 보였다. CO₂의 농도 변화는 피 포장물의 생리적인 변화에 대한 좋은 지표가 되는데 보통 버섯에 대한 MAP 저장 실험에서 피 포장물의 무게가 증가될수록, 필름의 투과성이 낮을수록 CO₂의 농도가 높게 유지되어지며⁽⁸⁾, 본 실험에 있어 랩 포장 구를 제외하고 PD941, PD961은 각각 4.1~4.7%, 10.4~11.7% 까지 코팅 처리된 것과 대조구 모두 차이 없이 일정한 정점까지 도달하였으며 그 농도 감소 속도 또한 서로 큰 차이가 없었다. 랩 포장구는 코팅에 따른 차이가 나타났으며 PD941,

PD961 포장구가 저장 1일만에 최고의 CO₂ 농도를 보인 반면 랩 포장구는 2~3일이 되어야 최고 농도로 도

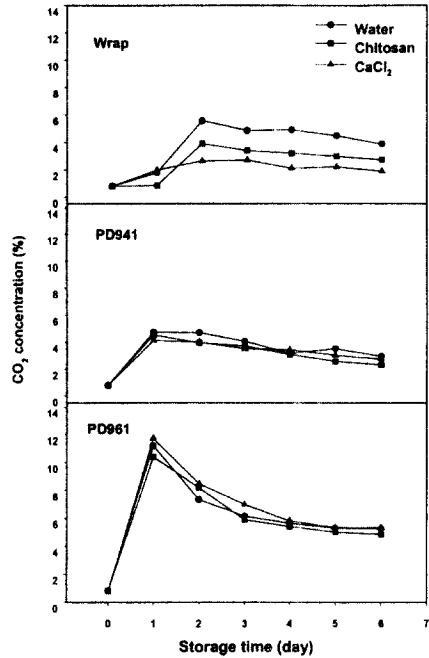


Fig. 1. CO₂ concentration of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms during storage.

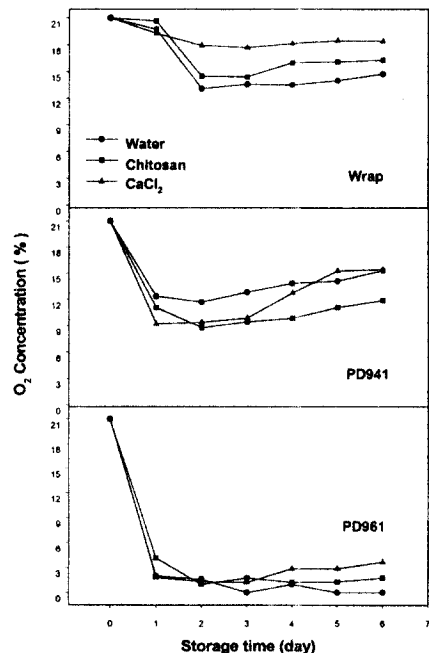


Fig. 2. O₂ concentration of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms during storage.

달하였다. 이 결과는 10°C 저장온도에서 24시간에서 48시간내 필름의 투과도에 따라 5~15%까지 최고의 이산화탄소의 농도가 내부에서 형성되었다는 Lopez-Briones 등⁽²³⁾의 결과와 일치한다. 그러나 내부의 CO₂ 농도가 높아질 품질의 보존 능력은 뛰어나나 혐기적 상태 지속시 경우 내부에 혐기적 미생물에 의한 변패와 이에 따른 생리적 변화, 즉 phytotoxin에 의한 독성이 축적될 수 있다는 보고⁽²³⁾가 있다.

PD961은 내부의 CO₂ 농도를 높은 농도로 유지하긴 하나 일반적으로 Beelman 등⁽⁸⁾이 주장하는 6% CO₂ 한계선 보다는 높은 것으로 사료된다. 랩 포장구의 CO₂ 농도를 살펴보면 대조구인 물 세척 처리구는 5.6%, 키토산 코팅 처리 구는 3.9%, CaCl₂ 처리 구는 2.7%로서 이와 같은 순서로 버섯에 생리적 스트레스를 준 것으로 생각된다. 랩을 제외한 두 포장 시료는 필름이 자체 포장 용적 내에 보유할 수 있는 한계 CO₂의 농도까지 이미 24시간 안에 도달한 것으로 보이며 이후 CO₂의 농도가 감소되는 이유는 버섯의 생리적인 변화에 의한 것이기보다는 필름 자체의 OTR (oxygen transmission rate), CTR (carbon dioxide transmission rate)에 의한 내, 외부의 농도 차에 의한 투과에 의한 결과로 생각된다. PD961과 PD941의 OTR은 각각 6.0~8.0 cc/m²/24hr, 16.5 cc/m²/24hr이다. Roy 등⁽⁸⁾의 20°C에서 9일 저장 실험에도 6일 이후부터 산소의 농도가 크게 증가하는 현상이 나타났으며 이에 대하여 역시 필름 자체의 투과도에 의한다고 보고하였다. 산소의 농도는 PD941의 경우, 3~4일을 기점으로 코팅 처리구는 9%, 세척 처리구는 11.7%로 최저농도로 보이다가 다시 증가하였으며 이 역시 산소 투과도에 의한 외부에서 내부로의 산소투과가 일어났기 때문으로 보인다. PD961 포장구는 24시간 이후 산소의 농도가 단지 감지만 되었을 정도로 극히 소량만이 존재하였으며 이후에도 큰 변화는 보이지 않았다.

호흡률 변화

저장하기 전의 무 처리구와 대조구(물 세척구) 및 코팅 처리구는 155~175 mgCO₂/kg/hr로 유의적인 차이가 없었다. 6일 저장후에도 랩 포장구(143~181 mgCO₂/kg/hr)와 PD941(142~169 mgCO₂/kg/hr) 포장구 시료구 간의 유의성을 발견할 수 없었다. 그러나 대체적으로 랩 포장구는 대조구가 호흡율이 감소된 반면 코팅 처리구는 크게 변하지 않는 것으로 보아 코팅 처리 효과가 있었던 것으로 추측되며 PD941의 경우 시료구 간에 호흡률이 비슷한 것으로 보아 초기의 생리적 조건에 대한 저장적 측면이나 생장의 지속적인 연장의

Fig. 3. Respiration rate of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage.

효과를 포장재의 측면에서 보이고 있는 것으로 사료된다. 특이한 점은 PD961 포장구에서 물 세척구, 키토산 처리구, CaCl₂ 처리구의 호흡률은 각각 192 mgCO₂/kg/hr, 226 mgCO₂/kg/hr,와 245 mgCO₂/kg/hr로 높게 측정되었으며, 이는 PD961 포장용적 내에 산소의 농도가 낮아 노화속도가 크게 지연되어 6일 저장후에도 신선도가 유지되어 호흡이 왕성한 것으로 사료된다(Fig. 3).

속도

버섯은 시간이 지나면서 갓과 버섯대가 분리가 되면서 상품성이 현저히 떨어지기 시작한다. 버섯의 수확 후에 일어나는 속도 변화에 대한 연구를 살펴보면 버섯이 주로 가로방향으로 성장하는 것보다는 세로축으로 세포가 확장되고 있다는 보고가 있다⁽²³⁾. 본 연구에서도 저장 시간이 길어질수록 버섯대의 성장이 촉진되는 현상을 물세척구에서 관찰 할 수 있었다. 버섯대의 성장으로 갓과의 접촉부분이 약해져 갓의 개열이 더욱 쉽게 진행된 것으로 보인다(Fig. 4). Fig. 5에 나타난 바와 같이 속도는 코팅의 효과가 잘 나타났다. 같은 포장재 처리 시료구 간의 비교를 해본 결과, 랩, PD941의 물 세척구는 모두 3.9, CaCl₂ 처리구는 각각 3.6, 4.4로 모두 속도가 진행되어진 반면 키토산 처리구는 2.9, 2.5로 이들보다 낮은 값을 유지하고 있었다. 이러한 결과에 대한 고찰은 앞으로 더 진행되어야 할 것으로 보이나 코팅 효과는 뛰어났다. 버섯을 코팅처리한 경우는 많은 논문을 발견할 수는 없으나 wettability가 뛰어난 에멀전을 이용할 경우 외관이 좋아지고, 색도나 무게의 손실을 저지 시켜줄 수 있다는 보고가 있다⁽¹⁰⁾. PD961 포장 처리구는 저장 6일 후 모두 속도는 1.25로서 초기와 아주 근소한 차이만 보였

Fig. 4. Appearance of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage.

다. PD941이나 랩 포장구의 숙도에 비하여 무척 낮은 값을 보였다. 따라서 버섯에 있어서 외형의 보존효과는 키토산과 같은 코팅제의 효과도 있지만 포장재에 의한 효과가 더욱 크게 나타나는 것으로 보였다.

색도변화

색도 측정 결과는 Fig. 6에 나타난 바와 같다. 버섯

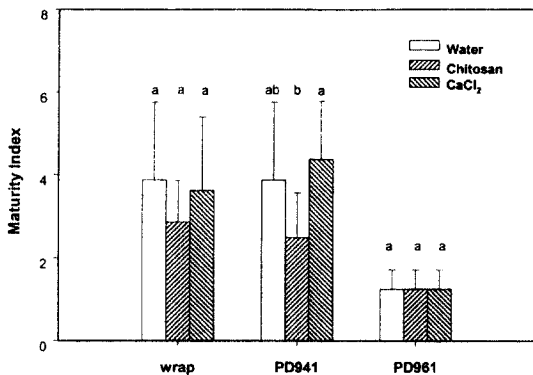


Fig. 5. Maturity indexes of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage. Column followed by different letters are significantly different at P = 0.05.

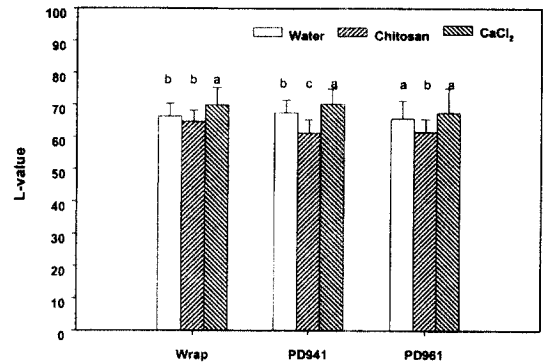


Fig. 6. L-values of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage.

Column followed by different letters are significantly different at P = 0.05.

의 품질과 색도는 밀접한 관계가 있는데 키토산처리 시료구는 포장재 전반적으로 대조구나 CaCl₂처리 시료구에 비하여 낮은 L 값을 보였다. 또한 ΔE 값도 다른 시료구에 비하여 높은 값을 보여 키토산 코팅 처리는 버섯의 색도에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보인다(Fig.7). 6일 저장 후 색도의 변화는 일정한 경향을 보이는 것은 없으나 CaCl₂처리가 더 높은 L 값과 낮은 ΔE를 나타냈다. 따라서 CaCl₂ 처리가 유의적이지는 않았으나 대체적으로 색도의 품질보존 효과가 있는 것으로 생각된다. 보통 CaCl₂는 관개용으로서 버섯의 수확 후 품질저하를 방지할 수 있다는 논문은 많으나 직접 코팅제로서 사용되는 것은 그 예가 별로 없다. Guthrie⁽²²⁾는 중수(heavy water)로 세척할 경우 내부에 존재하는 Ca 이온에 의하여 품질 보존 효과가 뛰었다고 하였으며 Ca 이온은 버섯의 중량을 증가시

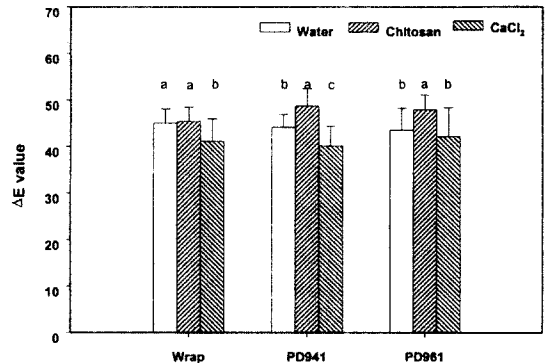


Fig. 7. ΔE values of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage.

Column followed by different letters are significantly different at P = 0.05.

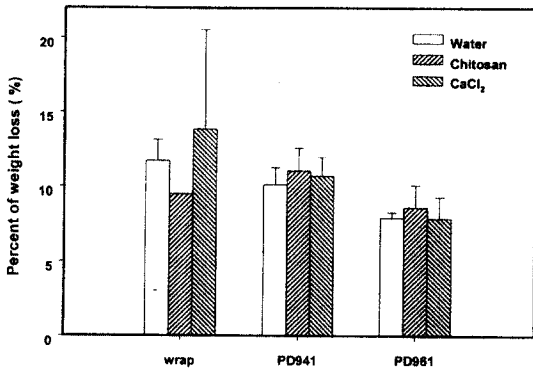


Fig. 8. Weight loss of Chitosan and CaCl₂ coated MAP mushrooms for 6 days of storage.

켜주며 속도에는 그다지 큰 효과는 보이지 않았으나 색도에는 상당한 영향을 주는 것으로 보인다. 그러나 Lopez-Briones 등⁽⁹⁾이 상품적 가치로 인정되는 L 값은 80 이상이고 70이하로서는 상품적 가치가 없다고 보고한 바에 따르면 6일간의 저장으로 본 저장 시료구들은 모두 상품적 가치가 큰 폭으로 하락한 것으로 판단되며 갖의 개열이나 속도의 진행 정도를 PD961 포장재를 통하여 저지할 수 있다 하여도 버섯의 색의 변화를 저지시키는 데는 역부족이었던 것으로 판단된다. 그러나 관능적 판단에 의하면 저장 3일 까지는 색도 측면에서 상품적 가치가 존재하는 것으로 보였다. 외관상 변화는 Fig. 4에 제시되었다.

중량감소율

랩, PD961, PD941 포장구의 중량 감소율은 각각 9~14%, 10~11%와 7~8%로 PD961 포장구의 중량 감소율이 가장 낮게 나타났다(Fig. 8). 이러한 결과는 9일간 3~4.5%의 중량 감소율을 보고한 Roy 등⁽¹⁵⁾과 5일간 5~7%의 감소율을 보인 Nichols와 Hammond⁽¹⁷⁾의 연구 결과 보다는 높았다. 랩 포장구의 경우는 각 처리구간 중량감소율이 많은 차이를 보였다. 이는 랩 필름의 공기 투과율이 다른 두 포장재에 비해 높기 때문에 키토산 코팅으로 수분 증발이 저지되었던 것으로 보이며 CaCl₂ 처리구가 중량 감소율이 높게 나타난 것은 CaCl₂ 처리로 탈수 현상이 일어났기 때문으로 예측된다. 비록 PD961, PD941은 랩포장 처리구에 비하여 낮은 감소율을 보이긴 하였으나 포장 내부의 응축수에 대한 문제는 앞으로 해결해야 할 과제이다.

요 약

버섯의 MAP 효과를 CaCl₂ 및 chitosan 코팅과 더불어 행하여 이들이 저장중 미치는 품질 변화 효과에 대하여 관찰하였다. 포장 필름으로는 PD941, PD961 및 기존의 랩을 사용하였으며 대조구로는 물 세척구를 선정하였다. 포장 내부의 공기조성을 살펴본 결과 모두 1~3일 사이에 최고의 CO₂ 농도에 도달하였으며 이후부터는 필름의 투과성에 따라 감소되었으며 랩 포장구를 제외하고 코팅제의 종류에 상관없이 일정한 값을 보였다. O₂ 농도 역시 급격하게 감소되었으며 OTR에 의하여 외부에서 내부로 유입되어 다시 증가되는 경향을 보였으며 크게 코팅제에 따른 차이는 보이지 않았다. 호흡률에 있어서 저장하기 전의 무 처리구와 대조구(물 세척구) 및 코팅 처리구는 155~175 mgCO₂/kg/hr로 유의적인 차이가 없었으며 랩 포장구(143~181 mgCO₂/kg/hr)와 PD941(142~169 mgCO₂/kg/hr) 포장구 역시 6일 저장 후에도 시료구 간의 유의성을 발견할 수 없었다. PD961 포장구의 호흡률은 CaCl₂(245 mgCO₂/kg/hr), 키토산(226 mgCO₂/kg/hr), 물 세척구(192 mgCO₂/kg/hr)로 높게 나타났으며, 이는 PD961 포장용 적내의 낮은 산소 농도로 6일 저장후에도 신선도가 유지되어 호흡이 왕성하기 때문으로 사료된다. 속도는 코팅과 포장필름의 가스투과도에 의하여 좌우되는 것으로 사료된다. 같은 포장재 처리 시료구 간의 비교를 해봤을 때 랩, PD941은 물 세척구는 모두 3.9, CaCl₂ 처리구는 각각 3.6, 4.4로 모두 속도가 진행되어진 반면 키토산 처리구는 2.9, 2.5로 이들보다 낮은 값을 유지하고 있었다. PD961 포장 처리구는 최종 속도가 1.25로 초기와 큰 차이가 나지 않았다. 따라서 버섯에 있어서 외형의 보존효과는 코팅효과도 가능하나 포장재의 선택이 더 중요하다는 것을 알 수 있었다. 키토산 코팅처리구는 포장재 전반적으로 대조구나 CaCl₂처리 시료구에 비하여 낮은 L 값을 보였다. 이와 마찬가지로 LE 값도 다른 시료구에 비하여 높은 값을 보여 키토산 코팅 처리는 버섯의 색도에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보인다. 중량 감소는 랩 포장구에서 많이 일어났으며 PD961은 10% 이하의 중량감소율을 보였다. 본 실험 결과로 보아 버섯 저장에 가장 중요한 영향을 미치는 요인은 포장 재질과 코팅제의 선택이라고 사료된다.

감사의 글

키토산을 제공해 주신 Biotech.의 조진식 사장님께 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, K.P. Kinds of cultivated mushrooms and prospect. Mushroom Science 2: 4-11 (1998)
2. Kader, A.A. Postharvest biology and technology An overview, pp3-8. In: Postharvest Ttechnology of Horticultural Crops. The Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resource, CA, USA (1985)
3. Warwick, M.G. and Tsureda, A. The interaction of the soft rot bacterium *Pseudomonas gladioli* pv. *agaricicola* with Japanese cultivated mushrooms. Can. J. Microbiol. 43: 639-648 (1997)
4. Juan, C.E., Jolivet, S. and Wichers, H.J. Inhibition of mushroom polyphenol oxidase by agaritine. J. Agric. Food Chem. 46: 2976-2980 (1988)
5. Stefan, T.M. and Beelman, R.B. Growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* in fresh packaged mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Food Protec. 59: 819-826 (1996)
6. Bartley, C.E., Beelman, R.B. and Winnett, J.R. Factors affect colour of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) prior to harvest and during postharvest storage. Mushroom Science 13: 689-694 (1991)
7. McGary, A. and Burton, K.S. Mechanical properties of the mushroom, *Agaricus bisporus*. Mycol. Res. 98: 241-245 (1994)
8. Anantheswaran, R.C. and Beelman, R.B. Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J. Food Sci. 60: 334-340(1995)
9. Lopez-Briones, G., Varogaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G. and Pascat, B. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. Intl. J. Food Sci. Technol. 27: 493-505 (1992)
10. Hershko, V. and Nussinovitch, A. Relationships between hydrocolloid coating and mushroom Structure. J. Agric. Food Chem. 46: 2988-2997 (1998)
11. Gormley, T.R. Chill storage of mushroom. J. Sci. Food Agric. 26: 401-411 (1995)
12. Said, O.A. Stipe trimming at harvest increase shelf life of fresh mushrooms. J. Food Sci. 57: 1361-1374 (1992)
13. Miklus, M.B. and Beelman, R.B. CaCl₂ Treated irrigation water applied to mushroom crops (*Agaricus bisporus*) increases Ca concentration and improves postharvest quality and shelf life. Mycologia. 88: 403-409 (1996)
14. Kuyser, L., Weinert, I.A.G. and MxGill, A.E.J. The effect of modified atmosphere packaging and addition of calcium hypochlorite on atmosphere composition, color, and microbiol quality of mushrooms. Lebens-Wiss. U. Technol. 26: 14-20 (1993)
15. Roy, S., Anantheswaran, R.C. and Beelman, R.B. Sorbitol increases shelf life fresh mushrooms stored in conventional packages. J. Food Sci 60: 1254-1259 (1995)
16. Sveine, E., Klougart, A. and Rasmussen, C.R. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. Mushroom Sci. 6: 463-474 (1967)
17. Nicholas, R. and Hammend, J.B.W. Storage of mushrooms in pre-packs the effect of changes in carbon dioxide and oxygen on quality. J. Sci. Food Agric. 24: 1371-1381 (1973)
18. Murr, D.P. and Morris, L.L. Influence of O₂ and CO₂ on polyphenol oxidase activity mushrooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 155-158 (1974)
19. El Ghaouth, A., Arul, A., Ponnampalam, J. and Bowlet, R. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. J. Food Proc. Preser. 15: 359-368 (1991)
20. El Ghaouth, A., Arul, A., Ponnampalam, J. and Bowlet, R. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. J. Food Sci. 56: 1618-1620 (1991)
21. El Ghaouth, A., Ponnampalam, R., Castaigne, F. and Arul, J. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. HortScience 27: 1016-1018 (1992)
22. Guthrie, B.D. Studies on the control of bacterial deterioration of fresh, washed mushrooms (*Agaricus bisporus/brunescens*). M.S. thesis, The Pennsylvania State Univ., University Park, PA, USA (1983)
23. Braaksmas, A., van Doorn, A.A., Keift, H. and van Aelst, A.C. Morphometric analysis of aging mushrooms(*Agaricus bisporus*) during postharvest development. Posthar. Bio. Technol. 13: 71-79 (1998)
24. Ben-Yehoshua, S. Gas exchange, transpiration and the commercial deterioration in storage of orange fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 524-528 (1969)

(1999년 9월 8일 접수)