

## 기공필름과 광물질 연입 필름 포장한 표고버섯의 MAP효과

정문철 · 남궁배 · 이호준 · 임정호  
한국식품개발연구원

### Modified Atmosphere Packaging of Shiitake Mushroom Packed with Perforated Film and Ceramic Films

Moon-Cheol Jeong, Gung-Bae Nam, Ho-Jun Lee and Jeong-Ho Lim  
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

#### Abstract

In order to investigate the effect of two type of ceramic film(15% SiO<sub>2</sub> incorporated LDPE, 10% zeolite incorporated LDPE), perforated film and LDPE film on freshness of shiitake mushroom, weight loss, surface color and marketability of mushroom were measured during MA storage at 5°C and 20°C. The effect of packaging films on weight loss and marketability index of shiitake mushroom at 20°C was negligible due to its rapid physiological changes. However, the effect of packaging films on surface color of shiitake mushroom was significant at 20°C storage, but not at 5°C storage. During MA storage of shiitake mushroom, discoloration were reduced effectively by ceramic films and weight loss were by LDPE film, but they had little difference between packaging films. However, there were significant differences among the packaging films in marketability of mushroom induced by water vapor inside package and accelerate its spoilage and browning. Ceramic film(15% SiO<sub>2</sub> incorporated LDPE) showed best result to maintain marketability of shiitake mushroom and zeolite incorporated film, perforated film, LDPE film in order.

**Key words** : Shiitake, MAP, Ceramic film, Perforated Film

#### 서 론

담자균류 느타리와 갯버섯속으로 분류되는 표고버섯(*Lentinus edodes*, Sing)은(1) 단백질, 비타민 B1, B2, niacin, 무기질 등의 풍부한 영양성분과 독특한 맛과 향으로 인하여 전세계적으로 애용되는 기호식품일

뿐만 아니라 letinan에 의한 항암효과(2), eritadenine에 의한 고혈압예방효과(3)와 기타 성인병 예방효과에 의한 건강식품으로서 그 소비량도 계속적으로 증가하는 추세이다.

국내 표고생산은 전국에 걸쳐 재배되고 있으며, 1998년 건표고와 생표고를 합친 총 생산량이 4,049MT(건표고 기준 환산치)으로 약 1,000억원의 시장규모를 형성하고 있다(4). 주산지로는 공주, 청양등의 충남이 '98년 총 생산량의 약 38%를 차지하는 최대 규모이며, 그 다음으로는 충청북도 청원, 영동, 경상북

Corresponding author : Moon Cheol Jeon, Korea Food Research Institute, Seongnam-city, Kyungki-do, 463-420 Korea  
E-mail : mcjeong@kfri.re.kr

도 상주, 금릉 등으로서, 이들 지역에서 국내 총 생산량의 약 60%를 차지하고 있다(4). 국산 표고버섯의 주요 수출지역은 홍콩, 일본, 싱가포르, 미국 등 10여 국으로, 연간 약 330톤 정도를 건표고 형태로 대부분 수출하고 있으나 최근에는 중국산 건표고에 의해 수출물량이 감소추세에 있다. 이에 따라 정부와 산지에서는 표고버섯의 국제 경쟁력을 갖추기 위하여 기존의 노지 재배에서 시설재배로, 원목재배에서 톱밥재배로 전환하여 생산성 향상을 위한 노력을 기울이고 있으며, 더불어 기존의 건표고 위주의 생산 및 유통체계를 생표고 위주로 전환하여 연중 신선 버섯을 소비자에 공급하고 기호도에 부응함으로써 국산 표고버섯의 고품질화와 부가가치 증대를 꾀하고 있다.

최근까지 국내외에서 수행된 생 표고버섯의 신선도 관련 연구로는 표고버섯의 MAP(5~7), CA(8), 예냉처리(9~10), 갈변효소(7, 11-12), 저온저장(13~14) 등에 관한 연구가 진행되어 있으며, 일부 산업적으로 이용되기도 한다. 그러나 신선물 상태의 표고버섯은 예냉처리한 후 저온에서 MA저장하여도 왕성한 호흡 및 증산작용에 의한 결로, 개산, 위조현상과 phenol산화효소에 의한 갈변현상, 곰팡이에 의한 부패현상 등에 의하여 30일 이상 보관이 어려우며 상온에서는 유통기간이 3~4일에 지나지 않는다. 특히 이러한 현상은 하절기에 수확되는 다수확계의 고온성 품종에서는 더욱 심각하다. 따라서 본 연구에서는 고온성 표고버섯을 이용하여 기능성 필름으로 알려진 광물질 연입필름과 기공필름에 의한 신선도 연장효과와 포장지 내부의 결로가 품질에 미치는 영향을 일반 비닐포장(LDPE 필름포장)을 대조구로 하여 유통온도별로 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

표고버섯은 1999년 8월 신선농산(천안 소재)에서 수확한 고온성 품종의 것을 사용하였다.

### 포장 및 저장방법

저밀도 폴리에틸렌 필름(LDPE 필름)은 한양화학에서, 광물질 연입필름 중 SiO<sub>2</sub> 연입필름은 피앤이 산업(주)에서 각각 구입하여 사용하였으며, zeolite연입필름은 폴리에틸렌 수지에 zeolite미분(100mesh, 왕표화학)을 혼입하여 자체 제작한 것을 사용하였으며, 본 실험에 이용한 각 필름의 특성은 Table 1과 같다. 표고버섯의 MA 저장방법은 pouch형태로 제작된 동일 크기의 광물질 연입필름, 기공필름 및 LDPE필름(30x20cm, 1,680m<sup>2</sup>)에 표고버섯을 145g내외로 포장하여 내용적의 2/3정도가 되도록 한 다음 5℃와 20℃의 저장실에서 저장하였다.

### 분석방법

포장지내 기체조성의 변화는 시료가 들어있는 LDPE 필름 용기에 GC syringe로 일정량의 기체를 취한 다음 GC(Shimadzu, GC-14 APT, Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다. GC의 분석조건은 Column : Carbosieve S-II(80~100mesh), column temp. : 35℃ / 6min-32℃/min-225℃/6min, carrier gas : helium, detector : TCD, injector temp. : 230℃, detector temp. : 250℃로 하였다. 중량감소율은 저장전후의 중량을 측정하여 무게 차이를 초기 무게에 대한 비율로 나타냈으며, 표면색은 Chroma meter(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)의 값으로 측정 한 다음 이 값으로부터 delta E값으로 환산하여 나타 내었으며, 포장지 내부의 수분이 버섯의 조직으로 흡수되어 조직의 짓무름 현상이 발생한 버섯의 개체 무게를 전체의 초기 무게에 대한 비율로 표시하여 표고버섯의 상품성 지수로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 기체조성

표고버섯을 광물질 연입필름, 기공필름 및 LDPE 필름으로 포장한 후 5℃ 및 20℃에 각각 저장하면서 포장지 내부의 탄산가스와 산소가스의 농도를 조사한 결과는 Fig. 1~4와 같다.

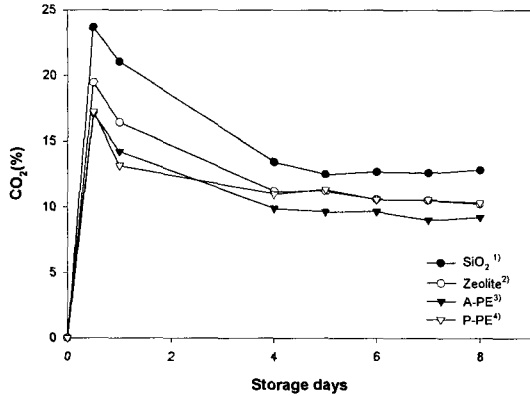


Fig. 1. Changes of CO<sub>2</sub> concentration in packages of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 20°C.

- 1) SiO<sub>2</sub>: LDPE film mixed with 30% SiO<sub>2</sub> powder
- 2) Zeolite: LDPE film mixed with 20% Zeolite powder
- 3) A-PE: Airtight LDPE film
- 4) P-PE: Perforated LDPE film

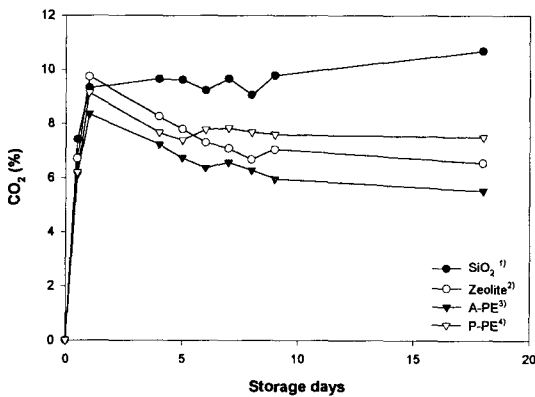


Fig. 2. Changes of CO<sub>2</sub> concentration in packages of shiitake mushroom packed with different films during storage at 5°C.

<sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

20°C에서 표고버섯의 MA저장 중 기체조성의 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 저장 12시간 경과 후 약 24~17%의 농도로 최정점에 도달하였다가 감소하는 경향이었으며, 저장기간 동안 탄산가스 농도는 SiO<sub>2</sub> 연입필름에서 약 12.8%, zeolite계 연입필름과 기공필름에서는 10.2%, 10.3%, LDPE 필름에서는 약 9.2%의 수준을 유지하고 있었다. 그러나 Fig. 2의 5°C에서의 탄산가스 농도변화는 SiO<sub>2</sub> 연입필름을 제외한

다른 필름 포장구에서는 저장 1일째에 각각 8~9% 농도로 급격히 상승하다가 이후부터는 감소하는 경향을 보인 반면 SiO<sub>2</sub> 연입필름의 경우에는 저장 1일 후의 9.3%에서 탄산가스 농도가 감소하지 않고 거의 평형 상태를 보여주고 있는 것이 특징이었다. 저장완료 시점에서의 포장방법별 탄산가스 농도는 SiO<sub>2</sub> 연입필름이 약 10.7%, zeolite연입필름 6.6%, 기공필름 7.5%인 반면 LDPE 필름에서는 약 5.5%수준이었다. 이 결과는 표고버섯의 LDPE필름포장은 저장온도에 관계없이 광물질 연입필름이나 기공필름보다 포장지 내부의 탄산가스 농도를 가장 낮게 유지하는 것을 알 수 있었다.

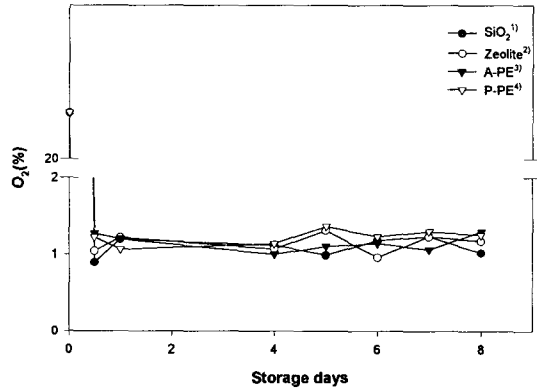


Fig. 3. Changes of O<sub>2</sub> concentration in package of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 20°C.

<sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

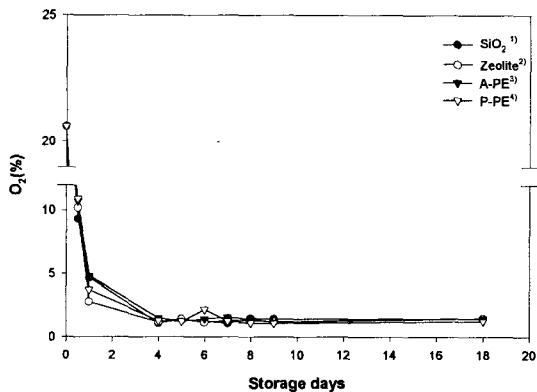


Fig. 4. Changes of O<sub>2</sub> concentration in package of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 5°C.

<sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

또한 포장방법별 산소농도의 변화를 살펴보면 20°C에서는 Fig. 3과 같이 저장 12시간 내에 1.0~1.2%로 급격히 감소한 다음 저장종료 시점까지 1.0~1.3%수준에서 다소 변화하는 경향으로, 포장방법에 따른 포장지 내부의 산소농도의 차이는 거의 인식할 수 없었다. 이와 같은 경향은 Fig. 4의 5°C에서의 O<sub>2</sub> 농도 변화와도 유사한 결과를 나타내었다.

### 중량감소율

Fig. 5~6은 표고버섯의 포장방법별 MA저장 효과를 조사하기 위하여 20°C와 5°C에서의 중량감소율 변화를 조사한 결과이다.

저장온도별 표고버섯의 중량감소율은 20°C에서 저장 9일 후 3.7~4.2%, 5°C에서는 저장 19일 후 1.4~1.7%정도 발생하였다. 포장방법에 따른 중량감소율 차이는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 20°C에서는 큰 차이를 나타내지는 않았으나, 비교적 호흡속도가 낮게 유지되는 5°C에 저장한 Fig. 6의 결과에서는 저장 10일 후부터 포장방법별 중량감소율의 차이가 인식되기 시작하였다. 즉, SiO<sub>2</sub>계 필름과 기공필름으로 포장한 경우가 저장 19일 후 각각 2.86%, 2.68%로 비교적 높았던 반면 zeolite 연입필름에서는 저장 약 2.04%로 중간수준에 그치고 있었고, 수분투과율이 낮은 LDPE 필름 포장구에서는 1.78%로 가장 낮은 감소율을 나타내었다.

일반적으로 표고버섯을 필름포장하면 호흡작용에 의하여 포장지 내부의 가스조성이 변형되어 중량감소율이 억제되기도 하지만 증산작용에 의하여 발생된 결로가 포장지 내부의 상대습도를 높게 유지하기 때문에 버섯 조직으로부터의 수분 증산이 억제됨으로써 중량감소율이 억제되게 된다. 따라서 LDPE 필름 포장에서는 포장지 내부의 높은 습도로 인하여 중량감소율이 가장 낮게 유지된 반면 광물질 연입필름에서는 물방울이 다공성의 광물질 내부로 흡착하거나 필름제조시 혼입된 광물질에 의해 필름의 수증기 투과율이 증대된 관계로, 기공필름에서는 기공을 통한 포장지 내부의 수분의 증발된 관계로 LDPE필름포장구보다 중량손실율이 높게 나타난 것으로 해석될 수 있다. 또한 광물질 연입필름 중에서 SiO<sub>2</sub>계

필름이 zeolite 연입필름보다 중량감소율이 높게 나타난 것은 PE레진에 대한 광물질의 혼합비율의 차이에 근거하는 것으로 유추되었다.

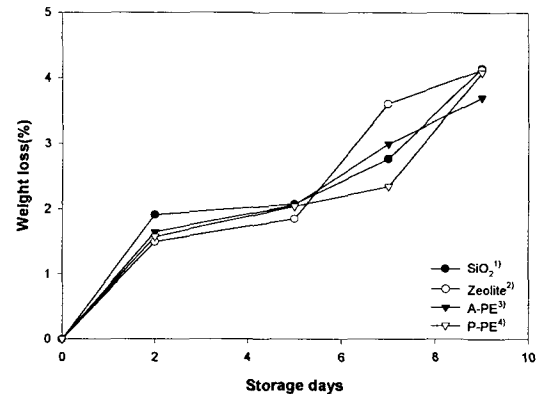


Fig. 5. Changes in weight loss of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 20°C. <sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

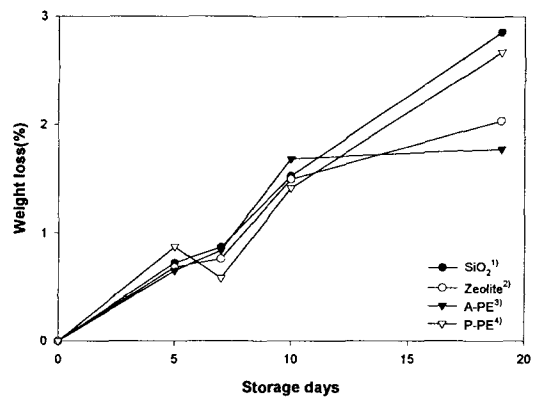


Fig. 6. Changes in weight loss of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 5°C. <sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

### 표면색

일반적으로 표고버섯을 필름포장하면 호흡 및 증산작용으로 포장지 내부에 다량의 결로가 형성되면서 물방울이 표고버섯에 흡수됨과 동시에 짙은 갈색으로 변색되고 고유한 탄력성을 소실하는 등의 상품성이 저하되는 변패현상이 일어난다. 따라서 표고버섯을 광물질 연입필름, 기공필름 및 LDPE필름으로 포장한 후 5°C와 20°C에 저장하면서 Hunter 색차계

Table 1. Changes in surface color of shiitake mushroom packed with different films during storage

Storage Temp.	Storage days	SiO <sub>2</sub> film				Zeolite film				Airtight PE film				Perforated PE film			
		L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
20℃	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0
	2	63.3	6.4	21.1	1.2	64.5	5.9	20.6	2.5	61.6	5.9	19.7	1.6	61.1	6.9	21.3	1.2
	5	57.9	7.1	21.1	4.3	58.6	6.3	20.5	3.6	61.3	5.9	19.5	1.9	59.2	7.2	21.8	3.1
	7	56.8	7.3	21.9	5.5	60.4	7.3	22.4	2.3	57.4	7.3	22.1	4.9	57.2	8.1	23.7	5.8
	9	57.1	7.9	23.8	5.9	58.4	7.4	23.3	4.5	54.5	7.4	22.1	7.7	56.6	7.7	23.1	6.0
5℃	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0	62.1	6.5	21.1	0
	5	61.3	6.1	20.8	1.0	61.0	5.8	19.3	2.2	61.7	6.0	20.8	0.7	58.7	6.9	20.4	3.5
	7	61.7	6.5	20.3	0.9	61.3	5.8	18.6	2.7	58.6	6.3	19.3	3.9	61.8	6.4	21.0	0.4
	10	64.1	7.5	22.8	2.8	63.0	6.9	20.7	1.0	60.0	8.0	21.9	2.7	62.9	7.5	21.9	1.5
	19	63.1	6.0	20.9	1.2	62.9	5.2	20.0	1.9	63.3	5.7	21.4	1.5	59.9	3.4	20.7	3.8

로 표면색의 변화정도를 조사한 바, 그 결과는 Table 1과 같다.

표고버섯을 포장방법별로 5℃에 저장한 경우에는 L, a, b 및 ΔE값의 변화경향이 포장방법별로 뚜렷하게 나타나지 않았다. 그러나 20℃에 저장한 경우에는 저장기간의 경과에 따라 L-value(lightness)는 초기치 62.1에서 점차 감소하는 경향이었는데, LDPE필름 포장에서는 저장 19일 후 54.5로 갈변현상이 가장 크게 나타난 반면 SiO<sub>2</sub>나 zeolite 연입필름 포장구에서는 각각 57.1, 58.4로 L-value의 변화가 억제되는 경향을 나타내었으며 기공필름에서는 56.6으로 L-value의 변화가 중간적인 수준이었다. 버섯의 갈변상태를 전체적으로 알 수 있는 ΔE 값의 변화에서는 저장 5일까지는 LDPE 필름 포장구가 광물질 연입필름이나 기공필름으로 포장한 표고버섯의 표면색 변화보다도 안정적인 상태를 보였으나 저장 5일 이후부터는 LDPE 필름 포장한 버섯의 표면색은 급격히 변화하는 경향을 보인 반면 저장 말기에서는 기공필름 및 광물질 연입필름 포장구가 LDPE필름 포장구보다 표면색의 변화가 적게 나타났다.

상품성 지수

Fig. 7~8은 표고버섯의 MA저장 중 포장지 내부에 발생한 수분이 버섯의 조직내부로 침투하여 깃무름 현상과 부패를 촉진하여 상품성을 소실시키는 정도, 즉 상품성 지수를 저장온도와 포장방법별로 조사한 결과이다.

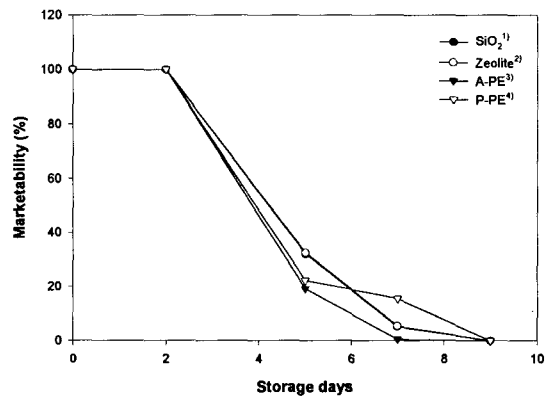


Fig. 7. Changes in marketability of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 20℃. <sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

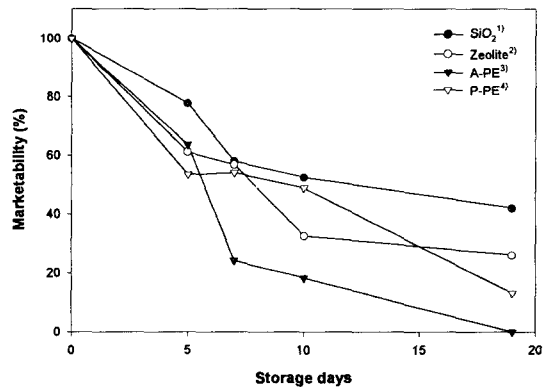


Fig. 8. Changes in marketability of shiitake mushrooms packed with different films during storage at 5℃. <sup>1-4)</sup> Abbreviations are same as Fig. 1.

20℃에서의 포장방법별 표고버섯의 상품성 지수는 Fig. 7에서와 같이 저장 2일부터 발생하기 시작하여 저장 9일째에는 모두 변패되는 현상이 나타났다. 그러나 저장기간 중 상품성 지수는 광물질 연입필름과 기공필름을 이용하는 것이 LDPE필름으로 단순 포장한 것보다 낮게 나타났으나, 저장 5일 이후부터는 포장방법별 차이가 크지 않았다. 20℃에서의 저장 5일째 상품성 지수는 광물질 연입필름이 32.2~32.6%, 기공필름이 22.3%인 반면 LDPE필름에서는 19.3%로 다소 높은 상품성 지수를 나타내었다. 5℃의 상품성 지수를 나타낸 Fig. 8에서는 저장 7일부터 포장방법별로 차이가 나기 시작하였는데, 광물질 연입필름과 기공필름에서는 54.1~58.0%의 상품성을 유지한 반면 LDPE필름 포장구에서는 24.2%로 상품성이 낮게 나타났으며, 저장 종료시점인 19일에는 SiO<sub>2</sub> 연입필름이 42.1%로 가장 높은 상품성 지수를 나타낸 반면 LDPE필름 포장구에서는 상품성이 보다 약 2배정도 낮은 경향을 나타내었으며 기공필름과 zeolite 연입필름으로 포장한 경우에는 각각 86.8%와 73.9%로 중간 수준의 변패율을 보였다.

이와 같은 경향은 중량 감소율과 표면색의 변화에서 상술한 바와 같이 표고버섯을 광물질 연입필름이나 기공필름으로 포장하면 포장지 내부의 수적(水滴)이 표고버섯으로 흡수되거나 외부로 발산시키면서 변패율을 억제할 수 있는 효과가 있음을 알 수 있었다.

## 요 약

광물질 연입필름 2종류(15%의 SiO<sub>2</sub> 계 LDPE, 10%의 zeolite계 LDPE)와 기공필름 및 LDPE필름(두께 30 $\mu$ m)을 이용한 표고버섯의 MAP효과를 조사하고자, 표고버섯을 동일한 방법으로 필름포장한 다음 20℃와 5℃에 저장하면서 중량감소율, 표면색과 상품성 지수를 조사하였다. 표고버섯의 MAP시 중량감소율과 상품성에 미치는 포장방법의 영향은 표고버섯의 높은 생리특성으로 인하여 20℃에서는 인식할 수 없었으나 표면색의 경우는 5℃의 저온보다는 20℃의 상온에서 그 차이가 나타났다. 표고버섯의 MA저장

중 표면색은 SiO<sub>2</sub>분말 연입필름과 zeolite 연입필름이 효과적으로 유지할 수 있었으며 중량감소율은 LDPE 필름이 가장 효과적으로 억제할 수 있었으나, 포장방법별로 큰 차이가 없었다. 그러나 포장지 내부에 발생하는 결로가 버섯조직을 짓무르게 하여 갈변과 부패현상을 촉진하는 상품성지수는 포장방법에 따라 차이가 현격하였는데, SiO<sub>2</sub>계 분말이 15% 혼입된 광물질연입필름이 효과적인 반면 LDPE 필름포장에서는 억제효과가 가장 낮게 나타났고 zeolite 혼입필름과 기공필름은 포장방법간에 중간적인 수준이었다.

## 감사의 글

본 논문은 농림기술연구개발과제(현장애로기술사업)에 의하여 수행된 연구결과의 일부로써, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 박완희, 이호목 (1999) 한국의 버섯, p. 55, 교학사
2. Minato, K., Mizuno, M., Terai, H. and Tsuchida, H. (1999) Autolysis of letinan, antitumor polysaccharide, during storage of *Lentinus edodes*, shiitake mushroom. *J. Agric. Food Chem.*, **47**(4), 1530-1532
3. Lelik, L., vitanyi, G., Lefler, J., Hegoczky, J., Nagy-Gasztonyi, M., Vereczkey, G. (1997) Production of the mycelium of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom and investigation of its bioactive compounds. *Acta-Alimentaria*, **26**(3), 271-277
4. 산림청 (1999) 임업통계연보
5. Lee, S. E., Kim, D.M. and Kim, K.H.(1991) Changes in quality of shiitake mushroom(*Lentinus edodes*) during modified atmosphere(MA) storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**(2), 133-138
6. Han, D. Ahn, B.H. and Shin, H.K.(1992) Modified atmosphere storage for extending shelf life of

- oyster mushroom and shiitake. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24(4), 376-381
7. Gong, Y., Abe, K. and Chachin, K.(1993) Relation between endogenous ethyl alcohol and browning in shiitake(*Lentinus edodes* Sing.) mushroom during storage in polyethylene film bags. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 40(10), 708-712
  8. Kim, D.M., Baek, H.H., Yoon, H.H. and Kim, K.H.(1980) Effect of CO<sub>2</sub> concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21(4), 461-467
  9. Nahmgung, B., Kim, B.S., Kim, O.W., Jeong, J.W., Kim D.C.(1995) Influence of vacuum cooling on browning, PPO activity and free amino acid of shiitake mushroom. *Korean agricultural chemistry and Biotechnology*, 38(4), 345-352
  10. Kim, B.S., Nahmgung, B., Kim, O.W. and Kim, D.C.(1995) Freshness keeping of shiitake mushroom by vacuum cooling. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(6), 852-859
  11. Ratcliffe, B., Flurkey, W.H., Kuglin, J. and Dawley, R.(1994) Tyrosinase, laccase, and Peroxidase in mushrooms(agricus, crimini, oyster, and shiitake). *J. Food Sci.*, 59(4), 824-827
  12. Gong, Y., Ueda Y., Abe, K. and Chachin, K.(1994) Study of phenol oxidase on browning of shiitake(*Lentinus edodes* Sing.) mushroom. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41(9), 606-610
  13. Lee, K., Lee, J., Han, K., Hwang, Y. and Song, J.(1997) Optimum conditions for keeping the fresh quality of shiitake by low-temperature and frozen storage. *Korean J. Postharvest Sci. technol.*, 4(2), 115-122
  14. Jeong, M.C., Kim, D.M. and Nahmgung, B.(1998) Freshness prolongation of mushrooms and ginseng by freezing point depressions. KFRI, E1475-1015

---

(접수 2000년 11월 23일)