

## 환경 친화적 포장재를 이용한 느타리버섯의 저장성 연구

안용선 · 신동화<sup>†</sup> · 강진하\* · 오승원\*

전북대학교 응용생물공학부 및 농업과학기술연구소

\*산림과학부

### Studies on Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Packed in Various Environmental Friendly Trays

Yong-Seon Ahn, Dong-Hwa Shin<sup>†</sup>, Chin-Ha Kang\* and Seung-Won Oh\*

Faculty of Biotechnology, and \*Faculty of Forest Science, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

#### Abstract

This study was carried out to storage of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays made by different materials—expanded polystyrene (EPS), rice straw pulp (RP), and RP trays coated with starch, carboxyl methyl cellulose (CMC), polyacrylamide (PAM), alkylketen dimer (AKD), rosin size (RS) and polyethylene glycol (PEG) at 8~10°C and 70~80% relative humidity for 6 days. At 6 days storage, weight increase of RP and CMC tray was lower ( $p<0.05$ ) than those of others and the weight of oyster mushroom packed in RP, CMC and AKD tray decreased lower ( $p<0.05$ ) than those of others. Carbon dioxide contents in trays were increased from 0.5% to 5.5%~8.6% within 1 day storage. Oxygen contents in trays were sharply decreased from 20% to 0.8%~8.2% within 1 day storage. Lightness of oyster mushroom increased all trays. Off flavor appeared strongly in oyster mushroom packed in EPS, AKD and PEG during storage, but was not detected in mushroom packed in starch and CMC until 4 days storage.

**Key words:** *Pleurotus ostreatus*, tray, packing materials

#### 서 론

환경보호에 대한 인식이 높아지고, 환경오염 포장재에 대한 법적 규제가 전 세계적으로 확산되면서, 환경문제는 단순한 우리 나라의 지역적 차원이 아닌 범세계적 문제로 생각해야 하며, WTO체제하에서 "green round"를 통한 환경에 대한 구체적 규제가 본격화되고 있다. 미국의 EPI보고에 의하면 포장용기와 포장재가 주요 쓰레기에 차지하는 비율은 1988년에 전체 쓰레기의 31.6%를 차지하며(1), 1970년 이후로 비슷한 비율을 유지하여 왔다. 그 이유는 다양한 포장재의 개발과 발성 용기를 사용했기 때문이다. 우리나라의 경우 플라스틱 용기의 사용은 1990년 전체 쓰레기의 15%에서 1995년 19%로 매년 크게 증가하고 있다(2). 이러한 포장재에 의한 환경오염을 막기 위해서 경제적이고 원료의 획득이 용이하며 생분해가 원활히 진행될 수 있는 포장재를 개발할 필요가 있다. 미국 EPA (environmental protection agency)가 권장하고 있는 환경 친화적 포장재인 자원 절약형, 재사용이 가능한 소재, 소각처리가 용이한 재질 및 매립처리가 용이한 포장재의

사용을 원칙으로 포장재를 개발하는 것이 바람직하다(3). 영국의 ICI사의 biopol은 땅속에서 미생물에 의해 물과 이산화탄소로 분해되는 생분해성 플라스틱으로 크게 주목받고 있으며, 독일의 Enzinger사에서 개발한 Bio Bag도 100% 생분해성 포장재로 큰 관심을 모으고 있다(4)

포장의 기능은 내용물의 보호, 품질보전, 편의성 제고 및 판촉효과 등에 있으며, 식품에 있어 포장의 기본 기능은 내용물 보호와 품질 보존이다. 현재 지구환경 문제가 대두되고 있는 현실에서 식품의 고유 특성과 유통환경에 따른 적절한 포장 제질과 포장 용기를 개발하고 환경 친화적 포장을 실시해야 한다. 특히 식품 용기에 많이 사용되는 polystyrene용기는 환경오염의 문제뿐만 아니라 내분비계장애물질이 함유되어 있는 것으로 추정되어 연구가 진행중인 물질이다(5)

식용버섯은 영양공급원으로서 당질, 단백질, 무기질과 같은 영양소가 골고루 함유되어 있으며 독특한 맛과 향기를 지니고 있을 뿐 아니라 항균활성 물질에 관한 연구가 진행되어 그람음성균 및 곰팡이에 대한 항균력이 보고되었다(6). 버섯이 영양학적 특성에 있어서 우수함에도 불

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

구하고 조직이 취약하고 호흡이 왕성하여 생체상태로서는 유통에 많은 제약성이 있으며, 생체버섯의 유통기한은 대개 2~3일이면 관능적으로 크게 저하하여, 상품으로서 가치를 상실하게 된다. 백화점에서는 polystyrene tray에 100~200 g 정도 담아 판매하지만, 역시 2~3일 후에 살펴보면 선도가 많이 저하되는 것을 볼 수 있다

본 연구에서는 벗짚펄프를 이용하여 포장재를 제조 후, 느타리버섯을 포장하여 6일간 저장하면서 저장성을 평가하여 polystyrene 포장재 대체품으로 실용화할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 느타리버섯은 김제시 공덕면에 소재한 예농버섯에서 느타리버섯 춘추2호(*Pleurotus ostreatus*)를 98년 5월 초순 오전 10시경에 수확한 신선한 상태의 느타리버섯을 이용하였다.

### 포장 tray

포장 tray로는 시중에서 구입한 EPS(expanded polystyrene)와 전북대학교 임산공학과에서 벗짚을 이용하여 성형한 rice straw pulp (RP) tray에 첨가제인 시약용 전분(덕산약품공업 제품), 시약용 CMC(carboxymethylcellulose, Kishida 화학제품), 공업용 rosin size(한솔화학제품), 공업용 AKD(alkylketene dimer, 한솔화학제품), 공업용 PAM(polyacrylamide, 한솔화학제품) 및 PEG(polyethylene glycol, Yakuri 화학제품)를 분무 도포하여 만든 것을 사용하였다.

### 벗짚펄프제조

전북 전주시 삼천동에서 생산된 벗짚을 두부(head)를 제거 후 경부(stem)를 2주일 건조 후 약 2 cm크기로 절단하여 음건 한 다음 5 L 용량의 회전식 증해부내에서 활성 알카리(NaOH+Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) 20%와 anthraquinone 0.05%를 첨가한 후 액비(벗짚·증해액)는 1:10으로 alkaline sulfite-anthraquinone pulp를 150°C에서 60분간 증해하여 제조하였다.

### 포장 tray의 제조

벗짚 펄프제조 방법에 따라 얻어진 벗짚펄프 20 g에 물을 첨가하여 펄프농도를 0.6%로 조절 후 mesh가 장착된 감압탈수 장치에 투입하고 vacuum pump를 이용하여 약 30초간 탈수시켜 싸이트 형태의 매트 제조하였다. 감압 탈수시킨 매트상태의 시료를 트레이 형태의 몰드가 부착된 열압 성형장치(산천기술산업(주)제작)로 옮겨 30

초동안에 30 kg/cm<sup>2</sup>의 압력까지 상승시키고 135°C에서 1시간 동안 유지시켜 포장 tray를 제조하였다. 이때 첨가제는 열압성형장치에 매트를 옮긴 후 첨가제의 종류와 양에 따라 10 mL 용액으로 만들고 스프레이를 이용하여 매트의 표면에 골고루 분사하였다. 포장용 필름으로는 상업적으로 사용되는 랩을 구입하여 사용하였다. 분석에 사용된 느타리버섯은 각 tray별로 3반복씩 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 포장 및 저장

느타리버섯을 각각의 tray에 버섯 200 g씩을 담아서 랩(삼영 Sun wrap)으로 2중 밀봉 후, 저장온도 8~10°C, 습도 70~80%로 유지되는 냉장고에서 6일간 저장하였다.

### 중량 측정

총 중량 변화량은 버섯을 각각의 tray에 취하여 밀봉 후 중량을 측정하고 일정기간 경과시마다 임의로 3개씩의 tray를 취하여 중량을 측정하여 최초의 총 중량에 대하여 저장 중 총 중량 감소량을 백분율로 표시하였다. 버섯중량 변화량과 tray중량 변화량은 상기의 포장구에서 버섯의 중량과 tray 중량을 각각 측정 후 포장 전 버섯과 tray 중량에 대하여 저장 중 버섯의 중량 감소량과 tray중량 증가량을 백분율로 표시하였다.

### 경도측정

각각의 포장구에서 무작위로 시료 5개씩을 취한 다음, 줄기를 자르고 갖의 중심부를 중심으로 5 mm의 일정한 두께로 자른 후, road cell이 25 kg인 texture analyser (TA, XT2i SMS)의 needle probe (p/5)를 이용하여 clearance를 1 mm로 설정, 1 mm/s속도로 갖의 표면으로부터 4 mm깊이까지 진행시킬 때 나타나는 힘을 g/mm으로 표시하였다.

### 색도측정

각각의 포장구에서 무작위로 5개씩의 시료를 취한 다음, color difference meter (TC-3600, Tokyo Denshoku Co., Ltd)를 이용하여 갖 표면의 중앙 부위를 대상으로 측정하여 Hunter L값으로 나타내었다.

### CO<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub> 함량측정

주사기를 이용하여 각 포장구 내부에서 채취한 공기를 oxygen-CO<sub>2</sub> analyser (VAK12, abiss)에 주사하여 표시된 함량을 읽었다. 한 포장구에서 3회 채취하였으며, oxygen-CO<sub>2</sub> analyser (VAK12, abiss)의 calibration값에 대하여 저장 중 CO<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub> 변화량을 백분율로 표시하였다.

이취측정

채취한 시료를 개봉 할 때 즉시 코를 대고 이를 기억하고 있는 신선한 느타리버섯의 향과 비교하여 이취 발생 여부를 표시하였다

통계처리

모든 실험은 3회 실시하였고, 시료의 처리별, 기간별 유의성 검정은 SAS프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후에 유의성이 있는 경우  $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 처리구간별 평균치 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

총 중량 변화

느타리버섯을 채취 후 바로 200 g씩 각각의 tray에 담은 후 랩을 2중으로 씌우고 저장하면서 관찰한 중량의 변화는 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 보면 모든 처리구에서 총 중량이 감소하는 경향을 보이고 있으나, tray 간에 중량 감소율의 차이는 미미하였다

느타리버섯의 저장 중 총 중량의 감소 원인으로서는 호흡, 증산작용, 외부와의 수증기 압차로 탈수에 의한 중량 감소 등이 있다. 신선 과실과 채소류는 80% 이상이 물로 이루어져 있고 수확 후 농산물은 증산 작용에 의해 수분을 대기 중으로 계속 증발한다. 과실과 채소의 조직 내부 대기는 수증기로 포화되어 있고 주변 대기가 불포화되어

있는 경우에 수증기압의 구배가 생겨 수증기는 농산물의 내부 주변대기로 빠져 나온다(7) 전체적으로 중량의 감소가 미미한 것은 랩 포장을 하였기 때문에 외부 공기와 의 접촉이 어려워 상대습도에 따른 탈습이 거의 없었기 때문으로 여겨졌다

Tray의 중량 변화

저장 1일째부터 EPS tray를 제외한 모든 tray의 중량이 증가하기 시작했으며 이는 Ahn과 Park(8)이 실험한 양송이 버섯의 실험 결과와 유사하였다. Table 2에서 보면 저장 6일째 PAM, starch tray의 중량 증가율은 111, 117%로 가장 두드러졌으며, RP와 CMC의 중량 증가율은 59, 61%로 다른 tray에 비해서 상대적으로 낮은 경향을 나타냈다. 이는 PAM tray의 수분 흡수력이 RP 및 CMC tray 보다 크기 때문으로 판단되며, EPS는 유의적인 차이를 보이지 않았으나( $p>0.05$ ), 저장 2일째까지 약간 증가 추세를 보이는데, 이는 느타리버섯으로부터 증산된 수분이 표면에 남아 있었기 때문으로(9) 판단된다 Tray 중량 증가는 상대습도 차이에 따른 흡습이 일어나고 또 산소와의 접촉에 의해 호흡 작용이 발생하여 각 tray가 버섯과 저장실로부터 수분을 흡수한 결과로 판단된다. Ahn과 Park(8)이 25°C에서 벗질 tray의 과도한 수분흡수의 방지수단으로 코팅처리 등의 억제조절 방법을 제시했으나, 우리의 실험에서 사용한 6종류의 코팅처리 tray도 수분흡수억제에 영향을 미치지 못함에 따라 느타리버섯의 저장용기로 사용하기 위해서는 다른 흡습차단재의 사용이 필요한 것으로 판단된다.

Table 1. Total weight loss of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at  $9\pm 1^\circ\text{C}$  and RH  $75\pm 1\%$  (%)

Tray	Storage time (day)						Pr>F
	1	2	3	4	5	6	
RP <sup>1)</sup>	0.40 <sup>dB(C9)</sup>	0.71 <sup>cBC</sup>	0.71 <sup>cBC</sup>	1.10 <sup>bAII</sup>	1.47 <sup>aB</sup>	1.51 <sup>aB</sup>	0.0001
EPS <sup>2)</sup>	0.95 <sup>brA</sup>	1.01 <sup>abcAB</sup>	0.56 <sup>C</sup>	1.31 <sup>abAB</sup>	1.41 <sup>abB</sup>	1.70 <sup>aAB</sup>	0.033
Starch <sup>3)</sup>	0.35 <sup>C</sup>	0.65 <sup>bc</sup>	1.05 <sup>abcAB</sup>	1.40 <sup>abAB</sup>	1.36 <sup>abI</sup>	1.79 <sup>aAB</sup>	0.048
CMC <sup>4)</sup>	0.46 <sup>dB(C)</sup>	0.74 <sup>cdBC</sup>	1.02 <sup>b,dABC</sup>	1.25 <sup>bcAB</sup>	1.43 <sup>biB</sup>	2.16 <sup>aAB</sup>	0.0005
PAM <sup>5)</sup>	0.93 <sup>ba</sup>	0.81 <sup>bABC</sup>	1.39 <sup>aA</sup>	1.48 <sup>aA</sup>	1.56 <sup>aB</sup>	1.46 <sup>abB</sup>	0.0015
AKD <sup>6)</sup>	0.79 <sup>cA</sup>	1.09 <sup>EA</sup>	0.82 <sup>cBC</sup>	1.63 <sup>bkA</sup>	2.67 <sup>aA</sup>	2.17 <sup>abA</sup>	0.0011
Rosin <sup>7)</sup>	0.52 <sup>cBC</sup>	0.59 <sup>dL</sup>	0.69 <sup>abc</sup>	0.38 <sup>dL</sup>	1.03 <sup>bf</sup>	1.73 <sup>aAB</sup>	0.0001
PEG <sup>8)</sup>	0.57 <sup>B</sup>	0.57 <sup>cC</sup>	0.88 <sup>hiC</sup>	0.89 <sup>bBC</sup>	0.89 <sup>bf</sup>	1.63 <sup>aAB</sup>	0.0001
Pr>F	0.0001	0.01	0.02	0.0029	0.0143	0.1406	

<sup>1)</sup>RP: Rice straw pulp only.  
<sup>2)</sup>EPS: Expanded polystyrene.  
<sup>3)</sup>Starch coated on RP.  
<sup>4)</sup>CMC: Carboxyl metyle-cellulose coated on RP.  
<sup>5)</sup>PAM: Polyacryamide coated on RP.  
<sup>6)</sup>AKD: Alkylketene dimer coated on RP.  
<sup>7)</sup>Rosin: Rosin size coated on RP.  
<sup>8)</sup>PEG: Polyethylene glycol coated on RP.  
<sup>9)</sup>Means of 3 replications.

ABC means no significant difference within a column followed by same letter by Duncan's multiple comparison at  $p<0.05$ . abcd means no significant difference within a raw followed by same letter by Duncan's multiple comparison at  $p<0.05$

Table 2. Weight increase of trays during storage at  $9 \pm 1^\circ\text{C}$  and RH  $75 \pm 5\%$ 

(%)

Tray	Storage time (day)						Pr>F
	1	2	3	4	5	6	
RP <sup>1)</sup>	33.30 <sup>dCB)</sup>	42.96 <sup>cdB)</sup>	51.40 <sup>bCC)</sup>	50.53 <sup>bCC)</sup>	72.50 <sup>aC)</sup>	59.80 <sup>abC)</sup>	0.0006
EPS <sup>2)</sup>	5.93 <sup>D)</sup>	6.93 <sup>F)</sup>	5.43 <sup>D)</sup>	5.03 <sup>D)</sup>	5.53 <sup>E)</sup>	6.46 <sup>D)</sup>	0.1863
Starch <sup>3)</sup>	35.23 <sup>cC)</sup>	48.43 <sup>Cc)</sup>	64.10 <sup>bB)</sup>	74.53 <sup>bB)</sup>	110.70 <sup>aA)</sup>	117.60 <sup>aA)</sup>	0.0001
CMC <sup>4)</sup>	40.40 <sup>bB)</sup>	37.46 <sup>bE)</sup>	52.16 <sup>aC)</sup>	56.03 <sup>aC)</sup>	57.46 <sup>aB)</sup>	61.36 <sup>aC)</sup>	0.0013
PAM <sup>5)</sup>	35.10 <sup>dC)</sup>	68.56 <sup>LA)</sup>	84.20 <sup>hA)</sup>	90.06 <sup>hA)</sup>	107.70 <sup>aA)</sup>	111.10 <sup>aA)</sup>	0.0001
AKD <sup>6)</sup>	31.33 <sup>cC)</sup>	36.33 <sup>reE)</sup>	44.40 <sup>dC)</sup>	57.76 <sup>cC)</sup>	78.06 <sup>bBC)</sup>	66.73 <sup>aC)</sup>	0.0001
Rosin <sup>7)</sup>	45.60 <sup>dA)</sup>	57.16 <sup>cB)</sup>	64.36 <sup>bB)</sup>	81.86 <sup>aAB)</sup>	81.66 <sup>aBC)</sup>	87.53 <sup>aB)</sup>	0.0001
PEG <sup>8)</sup>	45.40 <sup>dA)</sup>	59.13 <sup>cB)</sup>	69.23 <sup>bB)</sup>	87.00 <sup>aA)</sup>	89.06 <sup>aB)</sup>	92.33 <sup>aB)</sup>	0.0001
Pr>F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

<sup>1)~8)</sup>See footnote of Table 1.

## 버섯중량 변화

각 포장별 온도 및 습도별 느타리버섯의 저장 중 중량 감소율을 본 결과는 Table 3과 같다. Tray별 버섯 중량의 변화를 살펴보면 저장 6일째 starch, PAM, rosin 및 PEG tray의 버섯 중량 감소는 각각 12.4%, 12.8%, 11.0% 및 11.8%로 나타났으며, RP, CMC 및 AKD tray의 버섯 중량 감소는 7.5%, 8.5% 및 9.1%로 상대적으로 낮았다.

Kim 등(10)은 표고버섯을  $1^\circ\text{C}$  저장 중 랩 포장을 한 경우가 폴판지 박스에 저장한 것보다 중량 감소가 덜 일어난다고 보고하였고, Lee 등(11)은 필름으로 밀봉하여 60일간 저장한 표고버섯의 중량 감소율은 필름두께에 따라 6.0~13.3%로 나타났다고 보고하였다. 또한 Kim 등(12)은 표고버섯의 중량 손실은 탄산가스 2%를 함유한 CA 저장에서 가장 적게 나타나며 대조구에 비해서는 5~6배 정도나 적다고 보고하였다. 신선한 느타리버섯의 수분 함량은 91.4%이며(13), 일반적으로 청과물의 세포에 함유된 물의 상대습도는 100%로 보고 있다. 따라서 저장고의 상대습도가 100% 이하이면 증기압이 낮아 증산이 일어나나 상대 습도는 같아도 온도가 낮게 되면 증기압 차이가 적어 그 만큼 증산이 적어진다(14). 증산 작용으로 인하여 과채류는 5%의 중량이 감소되면 평면 광택이 소실되어 상품가치의 저하를 초래하게 되며 증산작용을 억제하기 위한 최적의 저장 상대 습도는 85~95%로 알려져 있다(7).

EPS를 제외한 포장재에서 중량 손실이 많은 이유는 버섯의 다공성 스폰지와 같은 구조와 상대습도가 최(7)가 보고한 최적의 상태와는 상당한 차이가 있어 느타리버섯의 수분 손실이 많은 것으로 판단되며, 만약 저장고의 습도를 적절히 조절한다면 포장재별 버섯의 수분 손실을 상당부분 감소시킬 수 있을 것이다.

포장내 공기(CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)조성변화

느타리는 생체이므로 계속 호흡에 의하여 CO<sub>2</sub>는 증가하고, O<sub>2</sub>는 감소할 것인 바 이의 변화를 본 결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

Fig. 1에서 보면 포장 용기별 CO<sub>2</sub>함량은 모든 포장재에서 저장 하루만에 8.6~5.5%로 급격히 증가하였고, 저장 6일째는 3.7%~5.3%로 감소했다. CMC tray는 저장기간 동안 변화가 거의 없었으며, 저장 5일째까지는 전반적으로 EPS tray의 CO<sub>2</sub> 함량이 5.2%로 가장 높았고 starch, PEG tray는 3.9%로 가장 낮았다.

호흡에는 호기적 호흡, 즉 해당체에 속하는 것으로 6탄당이 2분자의 피루빈산이 되고 이것이 TCA회로에 의하여 유기적으로 이산화탄소와 물로 완전히 산화가 일어나며(7), 이산화탄소의 증가는 과채류의 호흡속도를 줄여 주지만 너무 많으면, 혐기적 호흡 및 썴리장애가 나타나게 되어 품질에 나쁜 영향을 주게 된다. 이러한 탄산가스 장애로는 속성의 저해, 내부 갈변, 표면의 함몰, 이취를

Table 3. Weight loss of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at  $9 \pm 1^\circ\text{C}$  and RH  $75 \pm 1\%$ 

(%)

Tray	Storage time (day)						Pr>F
	1	2	3	4	5	6	
RP <sup>1)</sup>	3.45 <sup>cCB)</sup>	2.37 <sup>bC)</sup>	5.87 <sup>bDE)</sup>	6.14 <sup>bD)</sup>	8.11 <sup>dD)</sup>	7.50 <sup>bB)</sup>	0.0001
EPS <sup>2)</sup>	1.40 <sup>D)</sup>	5.23 <sup>D)</sup>	3.82 <sup>F)</sup>	3.20 <sup>E)</sup>	2.56 <sup>E)</sup>	2.37 <sup>C)</sup>	0.1804
Starch <sup>3)</sup>	5.41 <sup>cAB)</sup>	7.41 <sup>bcAB)</sup>	8.50 <sup>abAD)</sup>	9.94 <sup>aAB)</sup>	10.87 <sup>aAB)</sup>	12.41 <sup>aA)</sup>	0.0030
CMC <sup>4)</sup>	3.98 <sup>dBC)</sup>	5.20 <sup>cC)</sup>	6.52 <sup>bCDE)</sup>	7.54 <sup>abCD)</sup>	8.58 <sup>aD)</sup>	8.58 <sup>aB)</sup>	0.0001
PAM <sup>5)</sup>	5.28 <sup>dAB)</sup>	8.56 <sup>ca)</sup>	9.95 <sup>aA)</sup>	10.40 <sup>bcA)</sup>	12.08 <sup>abA)</sup>	12.80 <sup>aA)</sup>	0.0001
AKD <sup>6)</sup>	4.32 <sup>dABC)</sup>	5.00 <sup>dC)</sup>	5.53 <sup>dEF)</sup>	7.36 <sup>cCD)</sup>	10.63 <sup>af)</sup>	9.10 <sup>bB)</sup>	0.0001
Rosin <sup>7)</sup>	3.90 <sup>eBC)</sup>	6.46 <sup>dBC)</sup>	7.45 <sup>cdBCD)</sup>	8.71 <sup>bcBC)</sup>	9.04 <sup>bcCD)</sup>	11.09 <sup>aA)</sup>	0.0001
PEG <sup>8)</sup>	5.80 <sup>dA)</sup>	6.96 <sup>cdB)</sup>	8.00 <sup>BC)</sup>	9.66 <sup>bAB)</sup>	10.23 <sup>bBC)</sup>	11.80 <sup>aA)</sup>	0.0001
Pr>F	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

<sup>1)~8)</sup>See footnote of Table 1.

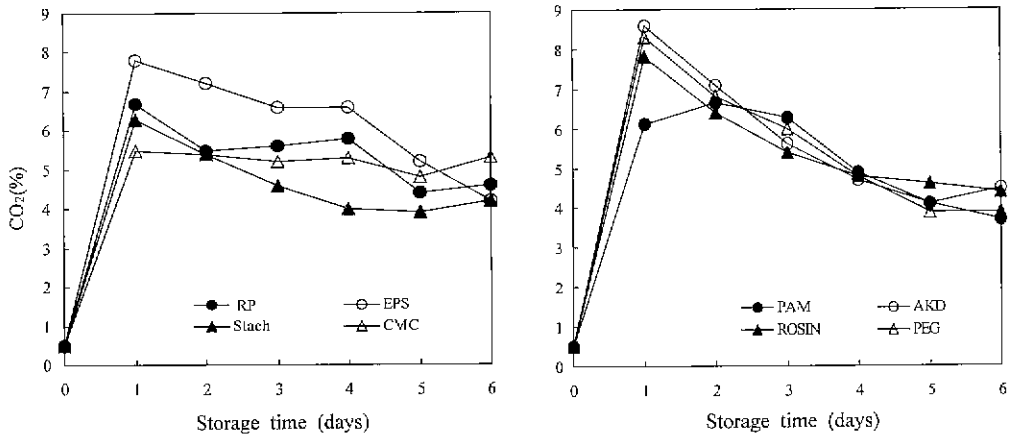


Fig. 1 CO<sub>2</sub> content in various trays contained *Pleurotus ostreatus* during storage at 9±1°C and RH 75±1%. Abbreviations are the same as Table 1

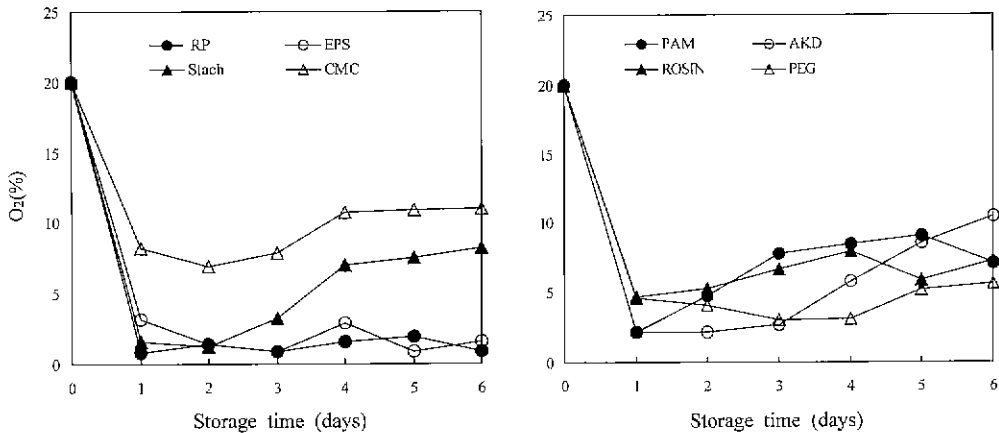


Fig. 2. O<sub>2</sub> content in various trays contained *Pleurotus ostreatus* during storage at 9±1°C and RH 75±1%. Abbreviations are the same as Table 1

들 수 있으며(15), 이는 초기 CO<sub>2</sub> 함량이 많았던 EPS 및 AKD tray가 이취 발생이 심했던 결과와 일치했다.

O<sub>2</sub> 함량은 Fig 2와 같이 CO<sub>2</sub> 함량과 반대로 저장 하루 만에 초기 20.9%에서 8.2%~0.8%로 급격히 감소하였으며, 저장 기간 6일째에 EPS tray는 1.6%, RP tray는 0.9%로 O<sub>2</sub> 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. Lee 등(11)은 표고버섯을 2°C에서 저장시 가스 발생량은 PE필름에 따른 산소와 탄산가스의 투과도 차이와 이에 따른 저장 표고버섯의 호흡억제효과에 의하여 나타난다고 보고하였다. CMC tray내 O<sub>2</sub> 함량이 가장 높았던 이유는 느타리버섯에 의한 산소 소비후 O<sub>2</sub> 함량이 낮아지면서 외부에서 다시 O<sub>2</sub>가 포장재 안으로 유입됐으며, O<sub>2</sub> 함량이 가장 낮았던 RP tray는 가스 투과력이 거의 없었던 것으로 판단된다

L값(밝기)의 변화

버섯의 갈변과 관련되어 저장중 느타리 표면의 L값을 비교해 본 결과는 Fig. 3과 같다. 대부분의 tray에서 L값

이 증가하는 경향을 보였으나, RP tray와 starch tray의 L값은 저장 6일 동안 거의 변화가 없었으며, EPS tray의 경우는 73.00(6일째)으로 오히려 L값이 크게 증가하는 경향을 보였다.

Ahn과 Park(8)은 양송이 버섯의 경우 저장기간이 지남에 따라 L값이 감소한다고 했으며, Kwon 등(16)은 버섯의 갈변현상과 관련된 polyphenol성 화합물은 저장 중 (9±1°C, 80±7% RH, 20일간) 감소하며 갈변 색소는 저장 후 3일경부터 크게 증가한다는 보고했다. Weemaes 등(17)은 버섯의 효소적 갈변을 야기시키는 polyphenol oxidase는 50°C 이상의 온도에서 실활되며, Roy 등(18)은 MAP 저장시, 포장지 안의 상대 습도가 87~90%일 때 갈변억제에 가장 효과가 있었다고 보고하였다.

경도의 변화

느타리버섯의 경도 비교는 전체적으로 평가했을 때 Fig. 4와 같이 대체적으로 경도가 높아지는 경향을 볼 수

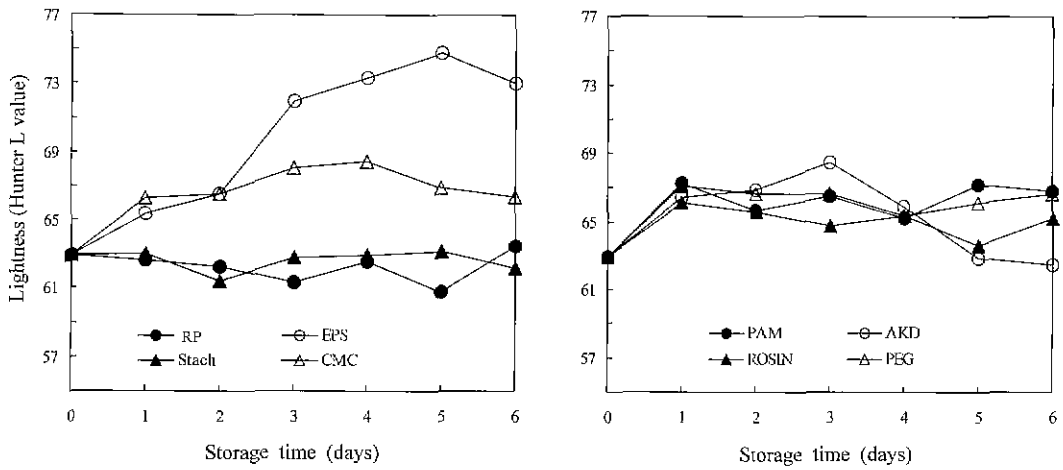


Fig. 3. Lightness of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at  $9\pm 1^\circ\text{C}$  and  $\text{RH } 75\pm 1\%$ . Abbreviations are the same as Table 1.

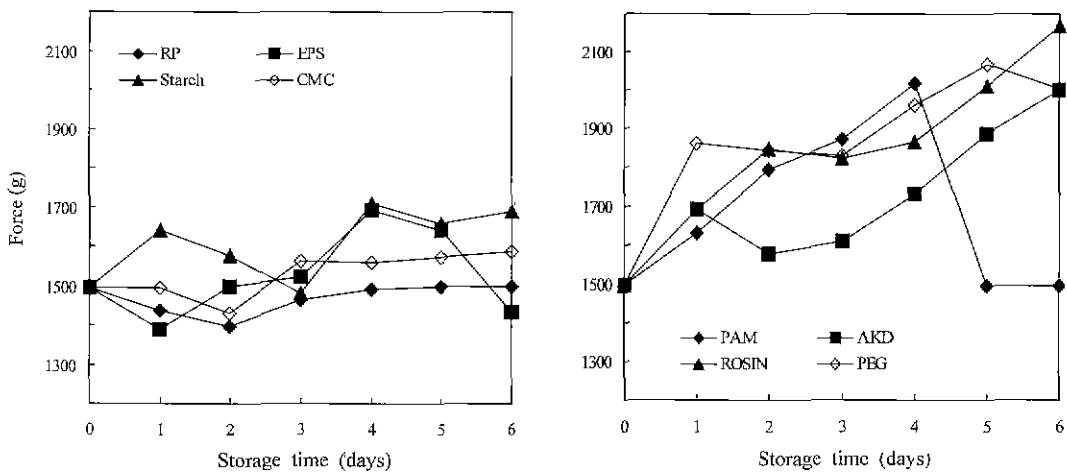


Fig. 4. Hardness of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at  $9\pm 1^\circ\text{C}$  and  $\text{RH } 75\pm 1\%$ . Abbreviations are the same as Table 1.

있다. 저장기간이 지남에 따라 starch, CMC, RP 및 EPS tray로 포장된 버섯의 경우 경도 변화가 미미한 반면 PAM tray의 경우 저장 4일째 까지는 경도가 증가하다가 그 이후는 감소하여 초기 경도와 유사하게 나타났다. 반면 rosin, AKD 및 PEG tray로 포장된 버섯은 저장 초기부터 계속적으로 경도가 증가하여 저장 6일째 AKD 및 PEG tray로 포장된 버섯은 초기에 비해 경도 500 g이 증가했으며, rosin tray로 포장된 버섯은 경도가 667 g 증가하는 현상을 보였다. 이는 Ahn과 Park (8)이 양송이 버섯 저장 중 경도 변화는 감소 추세를 보이고 있다고 보고한 바와는 다르게 나타났다 모든 포장재에서 3~4일이 경과하면서 흰색의 곰팡이가 발생했는데, 이는 Kim 등(10)의 실험결과와 일치했으며, 경도가 증가하는 이유는 느타리버섯이 저온에서도 성장을 계속하여 섬유소가 만들어지기 때문으로 추정된다.

### 이취 발생

느타리는 생체이므로 여러 가지 생리적 변화가 계속될 것이고 이에 따라 품질도 변하게 될 것이다. 그 증가장 두드러지는 것이 냄새로, 저장 중 냄새의 변화를 본 결과는 Table 4와 같다.

Table 4를 보면 관능적인 이취 성분은 저장 1일 동안 EPS, AKD, PEG 및 rosin tray에서 저장기간 동안 심하게 발생하였으며, 이들 tray의 이취 발생율이 저장 1일째 CO<sub>2</sub> 함량과 비례한 결과로 보아, 저장 1일 동안 이취 발생은 CO<sub>2</sub> 함량과 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 starch tray의 경우 이취 발생이 가장 적었으며, 이들 tray의 CO<sub>2</sub> 함량도 상대적으로 적게 나타났다. 이는 Kim 등(12)이 표고버섯 저장 중 에탄올과 아세트알데히드의 생성량은 저장 중 CO<sub>2</sub> 함량에 비례한다는 결과와 유사함을 보였다

Table 4. Number of trays showing off flavor in *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at  $9 \pm 1^\circ\text{C}$  and RH  $75 \pm 1\%$

Storage time (hour)	Tray							
	RP <sup>1)</sup>	EPS <sup>2)</sup>	Starch <sup>3)</sup>	CMC <sup>4)</sup>	PAM <sup>5)</sup>	AKD <sup>6)</sup>	Rosin <sup>7)</sup>	PEG <sup>8)</sup>
24	0 <sup>0)</sup>	3	0	0	2	2	3	2
48	0	3	0	0	0	1	0	0
72	1	2	1	0	0	2	2	2
96	1	2	0	0	2	3	1	3
120	1	3	1	1	1	2	1	1
144	2	2	0	2	2	3	2	2

<sup>1)-8)</sup>See footnote of Table 1.

<sup>0)</sup>Number of off flavor trays from 3 tray.

버섯의 이취 성분은 지방의 산패로부터 발생되거나(19) 또는 에탄올과 아세트알데히드가 CA, MA저장 중 이취의 주요성분으로 알려지고 있다(20). Hong 등(21)은 표고버섯의 휘발성 향기 성분 중 octan-3-ol이 전체 향기 성분의 74.7%를 차지하며, Maga(19)는 일반 식용버섯에서 휘발성 향기성분의 공통적인 특징은 C<sub>8</sub> 화합물이 많이 들어 있다고 보고했으며, C<sub>8</sub> 화합물의 생성은 분자내 cis, cis-1,4-pantadiene구조를 가지고 있는 지방산인 linoleic 또는 linolenic acid가 버섯 중에 존재하는 lipoxygenase의 작용을 받아 분해됨으로서 생성된다고 보고하였다(22).

느타리버섯의 향기성분 중 가장 많이 함유된 성분은 octan-3-ol이므로, 이 물질은 불포화 지방산인 linoleic acid가 전구 물질로 알려져 있다(23). Jung과 Hong(20)은 0~4°C, 85~90% RH에서 저장 중 느타리버섯의 향기성분인 octan-3-ol의 잔존율은 저장 4일까지도 73%를 유지하며, 4일 후부터 이취가 발생한다고 보고했으며, 본 실험에서는 starch, CMC tray의 경우 저장 4일 동안 이취가 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다.

요 약

신선한 느타리버섯을 expanded polystyrene (EPS)와 벗질필프란 사용한 tray(RP)에 starch, carboxyl methylcellulose(CMC), polyacrylamide(PAM), alkylketeren dimer (AKD), rosin size제, polyethylene glycol (PEG) 등을 포함한 8종류의 tray에 담아서 wrap으로 2중 밀봉 후, 8~10°C, 습도 70~80% 유지되는 조건에서 6일간 저장하면서 저장 특성을 살펴보았다. 저장 6일째 tray의 중량 증가는 CMC, RP tray가 상대적으로 낮았으며(p<0.05), tray 별 버섯중량의 변화는 RP, CMC, AKD tray에 포장한 버섯의 중량이 상대적으로 낮았다(p<0.05). 포장재내의 CO<sub>2</sub> 함량은 모든 포장재에서 초기 0.5%에서 저장 하루만에 5.5~8.6%로 급격히 증가하였으며, O<sub>2</sub> 함량은 초기 20%에서 저장 하루만에 0.8~8.2%로 급격히 감소하였다. L값은 모든 포장재에서 증가하는 경향을 보였으며, 이취발생은 EPS, AKD, PEG tray에서 심하였고, starch, CMC tray는 저장 4일째까지는 거의 발생하지 않았다. 이상의 결

과로 볼 때 AKD, CMC, RP tray는 코팅처리를 개선하고, 저장 온도와, 습도를 조절한다면 EPS tray 대체품으로 사용이 가능하리라 판단된다

문 헌

1. Marsh, K.S.: Effective management of food packaing . From production to disposal *Food Technol.*, **45**, 225-234 (1991)
2. 한국자원재생공사·환경친화적 포장재질 사용확대 방안에 대한 조사연구 (1995)
3. Koelsch, C.M. and Labuza, T.P . Packing, waste disposal, and food safety II : Incineration or degradation of plastics, and a possible intergrated approach. *Cereal Foods World*. **36**, 284-298 (1991)
4. 박현진, 김재능· WTO 체제하의 식품포장폐기물 감량화 방안 및 전망. *식품과학과 산업*, **30**, 31-36 (1997)
5. 내분비계 장애물질에 대한 연구계획과 대처방안. *식품의약품안전청* (1998)
6. Park, S.S., Lee, K.D and Min, T.J : Study on the screening development of antibiotics in the mushrooms *Korean J Mycol.*, **23**, 176-189 (1995)
7. 최중욱· 농산물의 고품질화를 위한 한국형 CA저장 유통 시스템. *식품과학과 산업*, **30**, 142-151 (1997)
8. Ahn, B.K. and Park, N.H. : Mushroom (*Agaricus bisporus*) pre-packaging by the rice straw pulp tray. *Korean J Food Sci. Technol.*, **27**, 353-357 (1995)
9. 김홍재 : 스티롤수지. 대광서림, 서울, p.127 (1986)
10. Kim, B.S., Nahmgung, B., Kim, O.W. and Kim, D.C : Freshness keeping os shiitake mushroom by vacuum cooling *Korean J. Food Sci Technol.*, **27**, 852-859 (1995)
11. Lee, S.E, Kim, D.M. and Kim, K.H. : Changes in quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during modified atmosphere (MA) storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 133-138 (1991)
12. Kim, D.M, Baek, H.H., Yoon, H.H. and Kim, K.H. : 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**, 461-467 (1989)
13. Hong, J.S., Kim, Y.H, Lee, K.R., Kim, M.K., Cho, C.J., Park, K.H., Choi, Y.H and Lee, J.B. : Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus* *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 100-105 (1988)
14. 김병삼· 신선 청과물의 선도제고와 콜드체인 시스템의 보급을 위한 산지에너지기술의 도입 *식품과학과 산업*, **30**, 103-120 (1997)

- 15 이동선 · 신선 과채류 포장의 설계를 위한 호흡의 측정 및 모델화. *식품과학과 산업*, **30**, 101-108 (1997)
16. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. : Browning and color characteristics in the mushrooms (*Agaricus bisporus*) as influenced by ionizing energy. *Korean J Food Sci. Technol*, **22**, 509-513 (1990)
- 17 Weemaes, C., Rubens, P., Cordt, S., Ludikhuyze, L., Broeck, I., Hendrickx, M., Heremans, K. and Tobback, P. : Temperature sensitivity and pressure resistance of mushroom polyphenoloxidase. *J. Food Sci*, **62**, 261-266 (1997)
- 18 Roy, S., Anantheswaran, R.C. and Beelman, R.B. : Modified atmosphere and modified humidity packing of fresh mushrooms. *J. Food Sci.*, **61**, 391-397 (1996)
19. Maga, J.A. : Mushroom flavour. *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 1-4 (1981)
20. Jung, S.T. and Hong, J.S. : Change of volatile components of *Pleurotus sajor-caju* during storage. *Korean J. Mycol.*, **19**, 292-298 (1991)
21. Hong, J.S., Lee, K.R., Kim, Y.H., Kim, D.H., Kim, M.K., Kim, Y.S. and Yeo, K.Y. : Volatile flavor compounds of Korean shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J. Food Sci. Technol*, **20**, 606-612 (1988)
22. Chen, C.C., Chen, S.D., Chen, J.J. and Wu, C.M. : Effect of pH value on the formation of volatile of shiitake (*Lentinus edodes*), an edible mushroom. *J. Agric. Food Chem*, **32**, 999-1001 (1984)
23. Kim, Y.H. : Studies on the composition of volatile flavor components and the formation of key compound 1-octen-3-ol in *Pleurotus*. *Ph.D. Dissertation, Chonbuk National Univ*, p 1-116 (1988)

(1999년 11월 24일 접수)