

참송이 버섯의 코팅 처리 및 온도 변화에 따른 저장 특성

배인영¹ · 이유진¹ · 김은서¹ · 이수용² · 박혁구³ · 이현규^{1*}
¹한양대학교 식품영양학과, ²세종대학교 식품공학과, ³하나바이오텍

Effect of Coating Material and Storage Temperature on the Quality Characteristics of *Lentinus edodes* Mushroom (*Chamgsongi*)

In Young Bae¹, Yoo Jin Lee¹, Eun Suh Kim¹, Suyong Lee², Hyuk-Gu Park³, and Hyeon Gyu Lee^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, Hanyang University

²Department of Food Science & Technology and Carbohydrate Bioproduct Research Center, Sejong University

³Hana Natural Substance Institute, Hanabiotech Ltd.

Abstract The effects of various coating materials (alginate, 0.3%; xanthan gum, 0.05%; chitosan, 0.8%) and storage temperatures (4, 12, 25°C) on the shelf-life of *Lentinus edodes* mushroom were investigated in terms of weight loss, color, polyphenoloxidase (PPO) activity, and texture profiles. Out of the three coating materials tested in this study, chitosan was effective in maintaining the color, PPO activity, and texture of the mushrooms during storage for 6 days at 12°C. Moreover, when stored at 4, 12, and 25°C for 6 days, the chitosan spray-coated mushrooms stored at 4°C had higher L-values and lower ΔE. Also, lower temperature storage inhibited PPO activity in the mushrooms and prevented the loss of textural properties during storage. Therefore, the shelf-life of *Lentinus edodes* mushroom can be further extended two-fold by spray-coating with chitosan and storing at a lower temperature (4°C).

Key words: *Lentinus edodes*, coating material, storage temperature, shelf-life

서 론

버섯은 독특한 질감과 향미, 영양학적 우수성으로 인하여 세계적으로 각광받고 있으며, 최근에는 건강지향적 효능이 입증되면서 소비자의 수요가 증가하고 있다(1). 그러나 생버섯의 유통기한은 약 1-3일 정도로 다른 과실 및 채소류의 5-7일과 비교하여 매우 단기간이다(2). 버섯의 짧은 저장성은 물리적 손상, 미생물의 번식 및 수분 손실을 막아주는 표피를 보유하고 있지 않은 버섯의 형태학적 특성에서 기인한다(3). 또한 버섯의 높은 호흡률과 수분함량은 미생물의 번식으로 인한 부패와 효소적인 갈변 및 특유의 향미, 조직감의 변화를 유발시킨다. 버섯의 품질은 주로 표면의 색도와 밝기, 미생물의 성장여부 및 경도를 포함한 조직감 분석 등을 통하여 평가된다(4). 이러한 버섯의 품질 지표 중 표면의 변색도 및 갓의 상태는 소비자의 구매를 결정짓는 중요한 요소로 작용하므로 버섯 고유의 특성을 유지하면서 저장성을 연장시키는 연구 개발이 절실히 필요한 현실이다(5). 현재 농가에서는 수확 직후 종이 박스에 포장하여 저온저장 하였다가 출하시키며, 출하된 버섯은 polyvinyl chloride(PVC) 필름으로 포장하거나 전혀 포장되지 않은 상태로 판매되고 있다(2). 따라서 유

통기간 중 버섯의 상품성을 증가시키는 중요한 요인인 저장성 연장에 대한 연구가 주로 환경가스조절 기술인 controlled atmosphere(CA)와 modified atmosphere packaging(MAP)을 중심으로 진행되어 왔다. Villaescusa와 Gil(6)은 MAP 저장법에 의해 느타리 버섯의 저장 기간을 4°C에서 7일간 연장시켰다. Pujantoro와 Kenmoku(7)는 저온 저장과 동시에 산소 및 이산화탄소의 농도에 변화를 주어 표고 버섯의 CA저장 최적 조건을 확립한 바 있다. 그러나 이러한 환경가스조절방법은 버섯농가에서 활용하기에는 고가의 장비 및 기술을 요하고 있다. 한편, Nussinovitch와 Kampf(8)는 calcium-alginate film을 사용하여 *Agaricus bisporus*의 색도변화와 중량감소를 저하시켰다. Hershko와 Nussinovitch(9)도 *Agaricus bisporus*의 저장성에 가장 효과적인 조건으로 alginate-ergosterol-Tween 코팅법을 제안하였다. 따라서 hydrocolloid 코팅법을 이용하여 효과적이고 경제적으로 버섯의 저장성을 향상시키고 품질을 유지시킬 수 있는 방안의 확립이 필요하다.

참송이 버섯(*Lentinus edodes*)은 표고버섯을 개량하여 송이버섯 모양으로 육중한 신제품종으로, 송이보다 우수한 맛과 기능성분(베타글루칸 등) 함량이 높아 일반 식용버섯의 약 20배의 가격을 형성하고 있다. 그러나 참송이 버섯 특유의 외형을 유지하는 상등급 버섯의 재배량이 총 수확량의 30% 정도로 한정되어 소비량을 충족하지 못하는 물론, 짧은 유통기한으로 인하여 경제적인 손실을 초래하고 있다. 따라서 본 연구에서는 참송이 버섯의 저장성 연장을 위한 저장조건을 검토하고자 간편하고 경제적인 스프레이 코팅법을 이용하여 1) alginate, xanthan gum, chitosan 코팅 처리에 따른 저장 특성을 비교하고, 2) 선정된 코팅 물질 처리 후 온도 변화에 따른 저장 중 품질 특성의 변화를 조사하였다.

*Corresponding author: Hyeon Gyu Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2220-1202
Fax: 82-2-2292-1226
E-mail: hyeonlee@hanyang.ac.kr
Received August 19, 2010; revised October 4, 2010;
accepted October 7, 2010

재료 및 방법

시약 및 재료

참송이버섯(*Lentinus edodes*)은 (주)하나바이오텍(Yeoncheon, Korea)에서 생버섯 형태로 수확 직후 공급받아 사용하였다. 코팅 물질로 사용한 alginate는 Kanto Chemical Co., Inc. (Tokyo, Japan), xanthan gum과 chitosan은 Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

코팅 처리 및 저장

코팅제로 사용한 alginate, xanthan gum, chitosan의 농도는 Rheometer(Rheostress RS1, Thermo Haake, Karlsruhe, Germany)를 이용하여 측정된 점도를 기준으로 결정하였다. 즉, 0.05-1.0%로 제조한 용액에 대해 25°C에서 0.1-200/sec까지 전단속도를 변화시키면서 전단응력을 측정하였고, 0.47/sec의 전단속도에서 0.01 Pas의 점도를 보이는 농도를 처리 농도로 결정하였다. 버섯의 코팅처리 농도는 alginate, 0.3%; xanthan gum, 0.05%; chitosan, 0.8% (w/v)로 제조한 코팅용액을 스프레이를 이용하여 균일하게 코팅하여 12°C에서 6일간 저장하면서 2일 간격으로 시료를 취해 분석하였다. 또한, 우수한 저장성 연장 효과를 보인 chitosan에 대해서는 4, 12 및 25°C에서 저장하면서 온도에 따른 저장특성을 분석하였다.

중량감소율

저장 기간 중 버섯의 중량감소율은 저장 첫날의 초기중량에 대한 저장 6일 후 측정된 중량의 변화를 백분율로 나타내었다.

색도

저장 기간 중 색도 변화를 관찰하기 위하여 버섯 자루 부분의 절단면을 표준백판(L=92.30, a=0.19, b=1.92)으로 보정한 Chroma Meter(DP-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 명도(L)와 색도차(ΔE)로 나타내었다. 각 처리구에서 시료 10개씩 취하여 3회 반복 측정 후 최대값과 최소값을 제외한 8개의 측정치의 평균값을 결과로 사용하였다.

Polyphenoloxidase(PPO) 활성

PPO 활성 측정은 Imm과 Kim(10)의 방법을 변형하여 다음과 같이 수행하였다. 즉, 코팅 처리된 버섯 시료 10 g에 20 mL의 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.0)를 첨가하여 마쇄한 후 여과하였다. 여액 0.2 mL에 0.1 M catechol 2.8 mL를 가하여 420 nm에서 3분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 효소 활성은 효소액 0.1 mL가 1분간 0.001의 흡광도를 증가시킨 것을 1 unit으로 하였다.

조직감

저장에 따른 버섯의 조직감 변화는 맛과 자루를 각각 분리하여 Texture Analyzer(Model TAXT2i, Stable Micro Systems, Surrey, England)를 이용하여 측정하였다(11). 버섯 갓 부분을 직경 11 mm, 높이 10 mm로 잘라 20 mm 직경의 probe(contact force 0.5 N, speed 1.0 m/s)로 약 80%까지 압착하는 texture profile analysis(TPA)를 이용하여 hardness와 gumminess를 측정하였다. 버섯 자루 부분의 경우 1 cm의 정육면체로 만든 후 자루의 균사와 평행한 방향으로 힘을 가하여 8 mm의 깊이로 2 mm 직경의 probe(contact force 0.5 N, speed 5.0 m/s)를 침투시키는 penetration test를 실시하였다. 각 처리구에서 시료 10개씩 취하여 3회 반복 측

정한 후 최대값과 최소값을 제외한 8개의 측정치의 평균값을 결과로 사용하였다.

통계 분석

모든 실험 결과들은 Statistical Package for Social Science (SPSS, version 12.0, 2004, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 비교 분석하였다. 각 실험결과들은 One-way ANOVA(analysis of variance)와 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 사용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

중량감소율

참송이 버섯의 저장 중 수분 손실 정도를 알아보기 위하여 수확 직후 얻어진 버섯 표면을 alginate, xanthan gum, chitosan 코팅 처리한 다음 12°C에서 6일 동안 저장 후 중량 감소율을 측정하였다. 참송이 버섯에 alginate, xanthan gum, chitosan을 처리한 경우 중량 감소율은 각각 10, 7, 6%로 처리하지 않은 대조군(26%)에 비해 중량 감소율이 저하됨을 보였다. 특히 chitosan으로 코팅 처리한 경우 대조군과 비교하여 62%의 수분 손실 감소 효과가 나타났다. 따라서 온도에 따른 수분 손실 정도를 알아보기 위하여 0.8% chitosan 용액을 선정하여 코팅처리 후 4, 12, 25°C에서 저장 후 품질 변화를 조사하였다. Chitosan 코팅은 4°C와 12°C에서 저장 시 6%의 중량 감소율을 보여 대조군(26%)보다 향상된 저장성을 보였으나, 25°C에서는 코팅 처리 효과를 보이지 않았다. 이상과 같이, 대조군에 비해 코팅 처리한 버섯의 중량감소율은 향상되었으나, 코팅처리물질과 저장온도에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. Kim 등(12)은 양송이 버섯에 2%의 chitosan을 처리하여 12°C에서 6일간 저장 시 무처리군에 비하여 중량 감소율이 28% 정도 향상됨을 보고하였다. 이상의 결과로부터 참송이 버섯에 chitosan과 같은 코팅물질을 처리하는 것이 저장 시 버섯의 수분 손실을 방지하는데 효과가 있음을 알 수 있었다.

색도

버섯의 품질은 색도와 밀접한 상관성이 있으므로 본 연구에서는 코팅 처리된 참송이 버섯의 저장 기간에 따른 색도의 변화를 조사하고자 버섯 표면의 밝기를 나타내는 L값과 색도차인 ΔE값을 측정하였다. 버섯에 alginate, xanthan gum, chitosan을 코팅 처리한 후 12°C에서 6일간 저장하면서 2일마다 색도의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 저장기간 동안 무처리 버섯에 비하여 코팅 물질을 처리한 시료의 L값의 변화와 ΔE값의 증가 정도가 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 수확직후 측정된 버섯의 L값은 88.11이었으며 저장 6일이 되면서 무처리 버섯은 81.65로 감소한 반면, 코팅 처리한 버섯은 84.75-84.89의 범위로 유의적으로 높은 L값을 유지하였다. 또한 무처리군의 경우 저장 4일 이후부터 유의적으로 L값이 감소하였으나 xanthan gum과 chitosan을 처리한 경우에는 저장 6일까지 유지됨을 보였다. 색도의 차이를 나타내는 ΔE는 저장 6일에 chitosan을 코팅 처리한 버섯에서 가장 낮은 값을 보임으로써 색도의 품질 유지 효과를 보였다.

버섯 저장에 대한 온도의 효과를 조사하고자 chitosan을 코팅제로 선정하여 처리한 후 4, 12, 25°C에서 저장기간에 따른 색도 변화를 조사하였다. Table 2에서와 같이, 모든 시료에서 저장 기간이 경과함에 따라 L값이 감소하고 ΔE값은 증가하였으며, 저장 온도가 상승할수록 변화폭은 높아지는 경향을 보였다. 무처리 버섯의 경우 25°C에서 저장 시 4일 이후부터 현저하게 L값이 감소

Table 1. Effect of coating material on Hunter color values of *Lentinus edodes* stored at 12°C

Color	Storage day	Control	Alginate	Xanthan gum	Chitosan
L-value	0	^{A1)} 88.11 ^{a2)}	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a
	2	^B 86.04 ^a	^A 86.99 ^b	^B 85.02 ^{ab}	^A 87.23 ^{ab}
	4	^B 83.29 ^b	^A 86.64 ^b	^A 86.27 ^b	^A 86.13 ^b
	6	^B 81.65 ^b	^A 84.75 ^c	^A 84.81 ^c	^A 84.89 ^c
ΔE	0	^A 13.41 ^b	^A 13.41 ^c	^A 13.41 ^c	^A 13.41 ^c
	2	^A 16.05 ^{ab}	^B 14.32 ^b	^A 15.98 ^{ab}	^B 14.25 ^b
	4	^A 17.39 ^a	^B 14.85 ^b	^A 15.51 ^b	^{AB} 14.92 ^b
	6	^A 19.57 ^a	^{BC} 17.31 ^a	^B 17.38 ^a	^C 16.95 ^a

¹⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different among samples at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

²⁾Values with different superscripts within the same column are significantly different among samples at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Effect of the chitosan treatment on Hunter color values of *Lentinus edodes* stored at various temperatures of 4, 12, and 25°C

Color	Storage day	Control			Chitosan		
		4°C	12°C	25°C	4°C	12°C	25°C
L-value	0	^{A1)} 88.11 ^{a2)}	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a	^A 88.11 ^a
	2	^{AB} 87.68 ^a	^{AB} 86.04 ^a	^B 85.42 ^a	^A 88.08 ^{ab}	^{AB} 87.23 ^{ab}	^{AB} 86.69 ^{ab}
	4	^A 86.11 ^{ab}	^A 83.29 ^{ab}	^B 79.58 ^b	^A 86.42 ^{ab}	^A 86.13 ^b	^A 83.54 ^{bc}
	6	^A 84.72 ^b	^A 81.65 ^b	^B 71.27 ^c	^A 85.32 ^b	^A 84.89 ^c	^A 80.47 ^c
ΔE	0	^A 13.41 ^b	^A 13.41 ^b	^A 13.41 ^d	^A 13.41 ^b	^A 13.41 ^c	^A 13.41 ^c
	2	^B 13.57 ^{ab}	^{AB} 16.05 ^{ab}	^A 16.40 ^c	^B 13.30 ^b	^B 14.25 ^b	^{AB} 15.05 ^{bc}
	4	^B 15.28 ^a	^B 17.39 ^a	^A 22.56 ^b	^B 14.66 ^{ab}	^B 14.92 ^b	^B 18.21 ^b
	6	^{BC} 16.20 ^a	^{BC} 19.57 ^a	^A 30.58 ^a	^C 16.38 ^a	^{BC} 16.95 ^a	^B 21.65 ^a

¹⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different among samples at the level of $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

²⁾Values with different superscripts within the same column are significantly different among samples at the level of $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

한 반면, chitosan 처리로 6일까지 색도가 유지되었다. 한편, 저온(4°C와 12°C) 저장 경우에는 코팅 물질 처리 유무와 무관하게 저장 6일까지 색도를 유지하는 경향을 보였다. ΔE값은 저장 일수의 경과에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 저온 저장과 chitosan 처리에 의해 ΔE값이 감소함으로써 초기 저장 시의 버섯의 색도를 유지함을 알 수 있었다. 따라서 저장 중 버섯의 갈변작용을 저해하기 위해서는 저온에서 저장하는 것이 필요하며, 상온 저장 조건에서는 코팅처리를 통하여 색도유지 기간을 연장할 수 있음을 알 수 있었다.

Aguirre 등(13)은 *Agaricus bisporus*를 5°C에서 저장한 경우의 색도 변화와 미생물 생육 및 수분활성도 변화가 가장 적다고 보고하면서 버섯의 저장 시 온도와 습도가 중요한 요인으로 작용한다고 하였다. 또한, Lopez-Briones 등(14)은 저장 기간 중 버섯의 L값이 80 이상을 유지한다면 버섯 품질이 안정적인 것으로 판단할 수 있다고 보고하였다. 한편, Aguirre 등(13)은 신선한 버섯의 경우 85.5-90의 L값을 나타낸다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 저온 저장 또는 코팅제 처리에 의해 저장 6일까지도 84 이상의 높은 L값을 보여 버섯의 외관이 유지됨을 알 수 있었다. 버섯 표면의 색도 변화는 주로 페놀화합물의 산화를 촉진하는 효소적인 작용에 의해 발생한다(15). 특히, 효소는 온도에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 저장 기간 중 L값의 변화는 육안으로 보는 버섯의 색과 일치하는 경향을 보인다. 따라서 참송이 버섯의 저장 시 외관 품질 유지에는 저장 온도가 중요하며, 코팅 처리를 통하여 좀 더 효과적으로 저장 기간을 연장시킬 수 있음을 확인하였다.

PPO 활성

PPO 활성은 버섯의 품질을 평가하는 요인 중 하나로 색도와 함께 품질변화에 중요한 척도로 작용하고 있다. 버섯내의 tyrosinase는 PPO의 일종으로 0.2%의 구리를 함유하며, polyphenol 및 monophenol에 작용하여 산소 존재 하에 melanin을 생성함으로써 갈변을 유도한다고 알려져 있다(16). 따라서 본 연구에서는 겔 형성능이 우수한 alginate, xanthan gum, chitosan을 선정하여 공기와 접촉을 감소시킴으로써 버섯의 갈변작용을 유발하는 PPO 활성에 미치는 영향을 조사하였다(Fig. 1). 저장일수가 증가할수록 PPO 활성도 함께 증가함으로써 버섯의 저장 기간 중 색도 변화에 영향을 주었음을 알 수 있었다. 저장 기간 중 무처리군과 비교하여 코팅 처리에 의해 PPO 활성은 최대 81%까지 유의적으로 억제되었다. 특히, chitosan을 처리한 버섯의 경우 6일 저장 후 무처리 버섯보다 5배 정도 감소된 효소활성을 보였다. 따라서 버섯 저장 시 chitosan 코팅을 통하여 효소적 갈변작용을 저해하여 품질 유지 기간 연장이 가능할 것으로 기대된다.

버섯 저장 과정에서 PPO 효소 활성에 대한 저장 온도와 chitosan 처리 효과를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 무처리 버섯은 모든 저장 온도에서 저장 기간이 증가함에 따라 PPO 활성이 증가하는 경향이었으며, 온도가 증가할수록 급격한 활성증가를 보였다. Chitosan 코팅한 버섯은 저장 온도가 4→12→25°C로 상승함에 따라 PPO 활성 억제 저장 일수는 6→4→2일로 감소되었다. 특히, chitosan 코팅 처리 후 4°C에서 저장한 경우 저장 6일까지 6.0 unit/g 이하로 PPO 활성을 유지시킴을 확인할 수 있었다. 한편, 25°C에서 저장한 무처리 버섯의 경우 저장 4일 이후

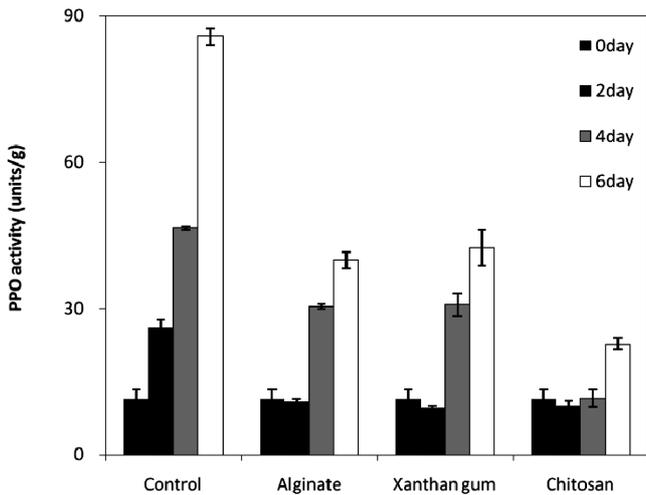


Fig. 1. Effect of coating material on polyphenoloxidase (PPO) activity of *Lentinus edodes* stored at 12°C.

부터 급격하게 효소활성이 감소하였다. 이러한 결과는 저장 과정 중 효소적 갈변작용이 빠르게 진행됨에 따라 반응에 관여하는 phenol 함량이 급격하게 감소함으로써 더 이상의 효소반응이 진행되지 못하여 오히려 PPO 활성이 감소하였다는 Kyung 등(17)의 보고와 일치하였다. 따라서 버섯의 저장 과정 중 저온 저장과 함께 chitosan을 코팅 처리하는 것이 효과적으로 PPO 효소 활성을 저해함으로써 저장성을 연장시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

조직감

참송이 버섯의 코팅 처리 유무에 따른 저장 중 hardness, gumminess, softening의 변화를 측정하는 결과는 Fig. 3과 같다. 저장 일수가 증가할수록 모든 버섯의 hardness가 감소하였으며, 무처리 시료와 xanthan gum 코팅 시료의 경우에는 저장 2일부터 hardness가 감소하였다. Alginate를 코팅 처리한 버섯은 저장 4일부터 hardness가 감소한 반면, chitosan 처리 시료는 저장 6일까지도 수확직후 버섯의 hardness와 비교하여 50% 이상을 유지함으로써 가장 효과적이었다. Jianming 등(18)은 사과에 chitosan을 코팅 처리함으로써 저장 기간 동안 유의적으로 hardness 감소율을 저하시켰음을 보고하였다. 이상과 같이, chitosan의 우수한 겔 형성능과 항균활성이 시료 표면의 수분 증발 현상을 방지하고 미생물의 번식에 의한 조직 연화를 지연시킴으로써 저장 과정 중 hardness 감소를 지연시킬 수 있었다. Gumminess의 경우는 저장 일수가 증가함에 따라 모든 시료에서 감소하였고, 저장 2일과 4일에 alginate와 chitosan을 코팅한 시료에서 유의적으로 무처리구보다 높은 값을 보였다. Alginate 처리군의 경우, 저장 4일까지는 무처리구보다 높은 값을 보였으나 이후 6일부터 급격히 감소하여 무처리구와 유사한 gumminess를 보였다. Xanthan gum 처리 시료는 저장 2일에 가장 낮은 gumminess값을 보였으나, 저장 4일 이후부터는 유지되었다. 한편, chitosan 처리군은 다른 시료에 비하여 저장 6일까지도 gumminess 변화가 적게 나타남으로써 버섯의 조직감 유지에 효과적이었다. 본 연구에서 코팅 물질 종류별로 6일간의 저장 기간 중 penetration test를 수행하여 버섯의 무른 정도(softening)를 분석한 결과, 시료간의 유의적 차이는 없었으며, 저장 2일 이후부터 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

버섯의 chitosan 코팅 처리 후 저장 온도에 따른 조직감의 변화를 측정하는 결과는 Fig. 4와 같다. 코팅 물질 종류별 결과와 유

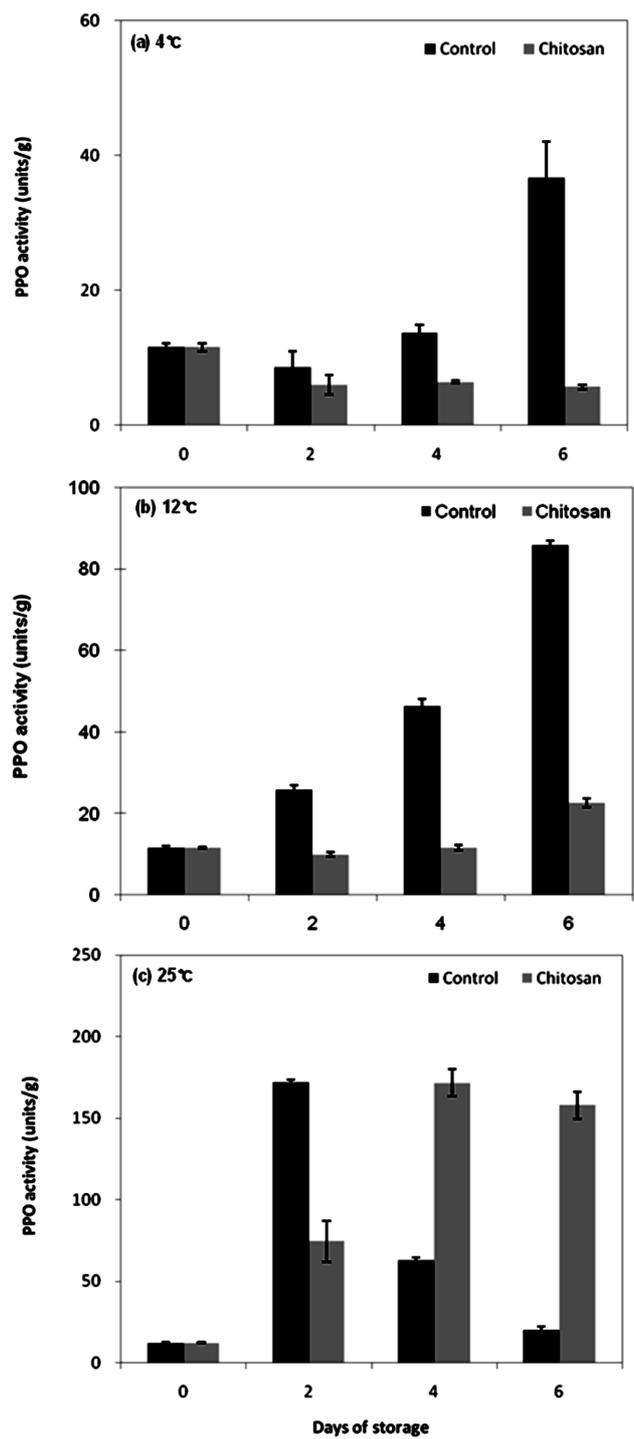


Fig. 2. Effect of chitosan treatment on polyphenoloxidase (PPO) activity of *Lentinus edodes* stored under various temperatures of 4, 12, and 25°C.

사하게 저장 기간이 증가할수록 모든 온도에서 hardness가 감소하고 있음을 확인할 수 있었다. 4°C에서 저온 저장한 경우, 코팅 처리한 버섯에서 51.57 N으로 저장 4일까지 유의적인 차이 없이 조직감이 유지되었다. 그러나 25°C에서는 코팅 처리와 관계 없이 약 60% 이상의 감소를 보여 버섯의 hardness는 온도와 밀접한 관련이 있음을 확인하였다. 조직감 중 gumminess와 softening은 저장 기간 중 저장 온도가 상승함에 따라 모든 시료에서 감소하는

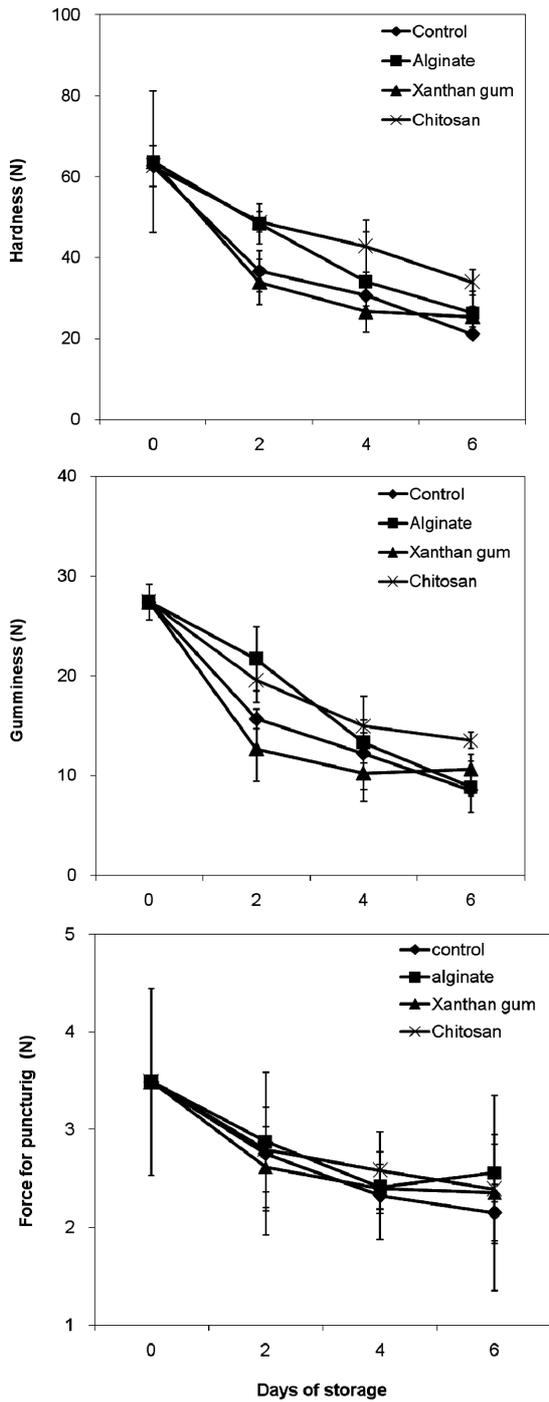


Fig. 3. Effect of coating material on hardness, gumminess, and puncturing of *Lentinus edodes* stored at 12°C.

경향을 보였다. 특히, chitosan으로 코팅 처리한 경우 무처리군에 비하여 gumminess와 softening의 감소가 적게 일어남으로써 저장에 의한 조직감 변화가 적음을 알 수 있었다. Han 등(3)은 저장 온도가 증가함에 따라 호흡에 의한 이화작용에 의하여 버섯 내의 조직이 연화되는 현상이 발생한다고 보고하였다. 본 연구에서도 저장 기간 중 연화작용에 의한 버섯의 조직감 변화가 관찰되었으나, 저온 저장 및 chitosan 처리에 의해 연화현상이 지연될 수 있음을 확인하였다.

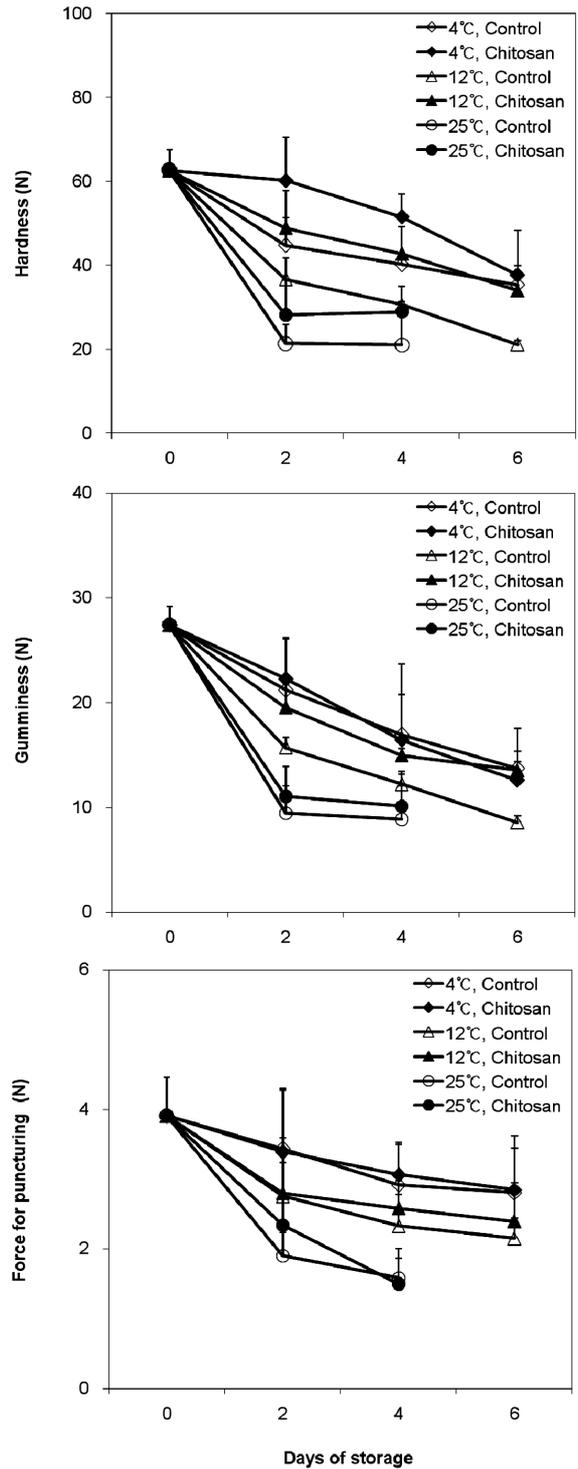


Fig. 4. Effect of chitosan treatment on hardness, gumminess, and puncturing of *Lentinus edodes* stored under various temperatures of 4, 12, and 25°C.

요약

수확직후의 참송이 버섯에 대해 코팅제 종류(alginate, 0.3%; xanthan gum, 0.05%; chitosan, 0.8%)와 저장온도(4, 12, 25°C)에 따른 저장 중 품질 특성을 비교하였다. Alginate, xanthan gum,

chitosan 코팅 처리 후 12°C에서 6일간 저장한 참송이 버섯의 중량감소율은 각각 10, 7, 6%로 나타났다. 색도는 모든 시료에서 저장 기간이 경과함에 따라 L값이 감소하고 ΔE값은 증가하였으며, PPO 활성은 저장 기간 중 무처리군과 비교하여 코팅 처리에 의해 최대 81%까지 유의적으로 억제되었다. 특히, chitosan을 처리한 버섯의 경우 저장 6일에 무처리 버섯보다 5배 정도 감소된 효소활성을 보였다. 저장 일수가 증가할수록 모든 버섯의 조직감이 감소하였으며, alginate와 chitosan 처리 시료는 각각 저장 4일과 6일까지 hardness가 유지되었다. 우수한 코팅 효과를 보인 chitosan 처리 후 저장온도에 따른 품질 변화를 조사한 결과, 저온 저장과 chitosan 처리로 저장 6일까지 색도가 유지되었다. PPO 활성의 경우 무처리 버섯은 모든 저장 온도에서 저장 기간이 증가함에 따라 증가하였다. Chitosan 코팅한 버섯은 저장 온도가 4→12→25°C로 상승함에 따라 PPO 활성 억제 저장 일수는 6→4→2일로 감소되었다. 특히, chitosan 처리군은 다른 시료에 비하여 저장 6일까지도 조직감의 변화가 적게 나타났다. 따라서 저장 중 버섯의 갈변작용을 저해하기 위해서는 저온에서 저장하는 것이 필요하며, 상온 저장 조건에서는 chitosan 코팅처리를 통하여 품질 유지 기간을 연장할 수 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부(식품) 기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

1. Mayett Y, Martinez-Carrea D, Sinchez M, Macias A, Moraaf S, Estrada-Torres A. Consumption trends of edible mushrooms in developing countries-The case of Mexico. *J. Int. Food Agribus. Marketing* 18: 151-176 (2006)
2. Mahajan PV, Rodrigues FAS, Motel A, Leonhard A. Development of a moisture absorber for packaging of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Tec.* 48: 408-414 (2008)
3. Han D, Ahn B-H, Shin H-K. Modified atmosphere storage for extending shelf life of Oyster mushroom and *shitake*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 376-381 (1992)
4. Bernas E, Jaworska G, Kmiecik W. Storage and processing of edible mushrooms. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 5: 5-23 (2006)
5. Ryu J-M, Park Y-J, Choi S-Y, Hwang T-Y, Oh D-H, Moon K-D. Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* Sing) using extracts from natural materials during storage. *Korean J. Preserv.* 10: 11-15 (2003)
6. Villaescusa R, Gil MI. Quality improvement of *Pleurotus* mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. *Postharvest Biol. Tec.* 28: 169-179 (2003)
7. Pujantoro TS, Kenmoku A. The changes in quality of fresh shiitake *Lentinus edodes* in storage under controlled atmosphere conditions. pp. 423-432. In: *Proceedings of ICAMPE '93*. October 19-22, COEX, Seoul, Korea. Korean Society for Agricultural Machinery, Seoul, Korea (1993)
8. Nussinovitch A, Kampf N. Shelf life extension and conserved texture of alginate coated mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Food Technol.* 26: 469-475 (1993)
9. Hershko V, Nussinovitch A. Relationship between hydrocolloid coating and mushroom structure. *J. Agr. Food Chem.* 46: 2988-2997 (1998)
10. Imm J-Y, Kim S-C. Convenient partial purification of polyphenol oxidase from apple skin by cationic reversed micellar extraction. *Food Chem.* 113: 302-306 (2009)
11. Zivanovic S, Buescher RW, Kim KS. Textural changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) associated with tissue ultrastructure and composition. *J. Food Sci.* 65: 1404-1408 (2000)
12. Kim K-M, Ko J-A, Lee J-S, Park H-J, Hanna MA. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms. *LWT* 39: 364-371 (2006)
13. Aguirre L, Frias JM, Barry-Ryan C, Grogan H. Assessing the effect of product variability on the management of the quality of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biol. Tec.* 49: 247-254 (2008)
14. Lopez-Briones G, Varoquaux P, Chambroy Y, Bouguant J, Bureau G, Pascat B. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *Int. J. Food Sci. Technol.* 27: 493-505 (1992)
15. Qiu L, Chen Q-H, Zhuang J-X, Zhong X, Zhou J-J, Guo Y-J, Chen Q-X. Inhibitory effects of α -cyano-4-hydroxynamic acid on the activity of mushroom tyrosinase. *Food Chem.* 112: 609-613 (2009)
16. Nieidhin DM, Murphy E, O'Beirne D. Polyphenol oxidase from apple (*Malus domestica* borkh. cv bramley's seedling): Purification strategies and characterization. *J. Food Sci.* 71: 51-58 (2006)
17. Kyung J-H, Byun M-W, Cho H-O. Browning and color characteristics in mushrooms (*Agaricus bisporus*) as influenced by ionizing energy. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 509-513 (1990)
18. Jianming D, Hiroshi G, Shuichi I. Effect of chitosan coating on the storability and on the ultrastructural change of 'Jonagold' apple fruit in storage. *Food Pres. Sci.* 24: 23-29 (1998)