

표고버섯의 저장성 연장에 관한 연구

박철 · 윤희진 · 신완철 · 최석영
울산대학교 생활과학부 식품영양학전공

<요 약>

저농도의 산소를 함유한 기체조성(G108)과 고농도의 이산화탄소를 함유한 기체조성(G604)을 이용하여 표고버섯의 저장성 연장 효과를 평가하였다. 표고버섯을 실온(22℃)과 냉장저장(4℃)으로 나누어 저장하면서 중량감소를, pH 변화, 색도(L값), PPO 활성, 유리아미노산 함량을 측정하였다. 실온저장 대조군은 7일 경과 후 중량이 6.3%까지 감소하였으나, G108군과 G604군은 각각 3.0%, 3.2% 감소하였다. pH는 실온저장 대조군에서는 저장 3일째 급격히 감소하다가 7일에는 크게 상승하였다. 반면에 G108과 G604군에서는 pH 변화가 3일까지 변화가 없다가 7일에는 감소하였다. L값은 실온저장 3일에 대조군이 46.4인 반면, G108과 G604군은 7일에 각각 76.1, 76.6이었다. 냉장저장 시 대조군의 중량은 7일부터 감소하기 시작하여 35일에는 39.0%까지 감소하였으나, G108과 G604군에서는 42일까지 각각 3.1%, 3.0% 감소하였다. 대조군의 pH는 저장 21일까지 크게 감소하다가 증가하기 시작하여 저장 35일째에는 크게 상승하였다. 반면에 G108과 G604군에서는 저장 42일까지 pH 변화가 거의 일어나지 않았다. 냉장저장 시 대조군의 L값은 14일 경과 후 큰 폭으로 떨어졌지만, G108군과 G604군은 42일까지 별로 감소하지 않았다. PPO 활성은 대조군에서는 14일부터는 크게 증가하였으나 G108과 G604 모두 저장 42일까지 거의 증가하지 않았다. 또한 유리 아미노산 함량도 대조군에서는 크게 감소하였으나 기체치환군에서는 그 감소율이 크게 지연되었다. 이상의 결과로 표고버섯의 저장 시 기체치환으로 버섯의 호흡을 억제함으로써 버섯의 저장성을 연장시킬 수 있음을 알 수 있었다. 실온저장 시 대조군은 1일부터 각종 품질 변화가 일어나는 반면에, 기체치환저장은 3일까지 변화가 일어나지 않았으며, 냉장저장 시에는 대조군이 3일경부터 품질 변화가 일어나는데, 기체치환저장은 14일까지 품질의 큰 변화가 없음을 알 수 있었다.

Study on the Prolongation of Shelf-life of Oak Mushroom(*Lentinus edodes*)

Chul, Park · Hee-Jin, Yun · Wan-Chul, Shin · Suck-Young, Choe

Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, University of Ulsan

<Abstract>

The prolongation of shelf-life of oak mushroom(*Lentinus edodes*) using low oxygen concentration(G108) and high carbon dioxide concentration(G604) was evaluated. The weight loss, pH change, colour(L value), PPO activities and free amino acid contents were measured during 7 days at 22°C or during 42 days at 4°C storage. During 22°C storage the weight loss rate of control was 6.3% at 7 days, but that of G108 and G604 were 3.0% and 3.2% at 7 days respectively. The pH of control was decreased at 3 days, but increased thereafter. However the pH of G108 and G604 were not changed during 3 days and were decreased thereafter. The colour (L value) of control was 46.4 at 3 days, but that of G108 and G604 were 76.1, 76.6 during 7 days respectively. During 4°C storage the weigh loss rate of control was 39.0% at 35 days, but that of G108 and G604 were little changed during 42 days. The pH of control was decreased at 21 days, but increased after 35 days. The pH of G108 and G604 were not changed during 42 days. The colour (L value) of control was highly decreased at 14 days, but that of G108 and G604 were little changed during 42 days. Also, PPO activities of control were continually increased from 14 days, that of G108 and G604 however were little changed during 42 days. The contents of free amino acids of control were decreased continuously, but their decreasing rate was delayed in the groups of modified atmosphere packaging. These results suggested that the shelf-life of oak mushroom was prolonged by inhibiting the respiration of that using the modified atmosphere packaging. During 22°C storage the qualities of control were not changed at 1 days, but that of G108 and G604 were not changed during 3 days. Also during 4°C storage the qualities of control were not changed at 3 days, but that of G108 and G604 were not changed during 14 days.

I. 서 론

표고버섯(*Lentinus edodes*)은 담자균류 느타리과 잣버섯속 혹은 송이과(*Tricholomataceae*) 표고속으로 분류하며 맛과 향기가 우수한 식품이다. 또한 아미노산, 무기질 등을 많이 함유하고 있으며 lentinan에 의한 항암효과(Minato, 1999)와 혈압상승 억제작용 등 각종 약리작용을 가진 물질들이 함유되어 있어서 식용뿐 아니라 건강증진식품으로서도 크게 각광을 받고 있다. 그러나, 표고버섯은 다량의 수분을 함유하고 있고, 다른 청과물에 비해 호흡작용 및 증산작용이 빨리 진행되기 때문에 수확 후 신선도의 유지가 어려워 품질 저하를 초래하고 있다. 예로써, 표고버섯 저장시 포장 내의 이산화탄소 농도는 하루만에 18%까지 도달하고, 저장 후 5일 후 26%를 정점으로 감소한다(한대석, 1992)고 보고되어 있다. 따라서 표고버섯의 경우, 생표고버섯은 저장성이 짧아서 버섯 산지별로 열풍건조나 천일건조형태로 건조된 후 유통되고 있다.

현재 널리 사용되고 있는 진공포장 방법은 압착하여 진공 포장하는 특성상 버섯 외관을 상하게 하며 또한 버섯의 호흡을 중지시킴으로써 갓의 퇴축 등의 현상이 일어날 수 있는 단점이 있다. 이에 따라 버섯의 저장성을 향상시키기 위하여 냉장저장(Gormley 등, 1975; Burton 등, 1987), MAP (Kader 등, 1989; Barron 등, 2001), controlled atmosphere packaging(CA) (Lopez-Briones 등, 1992), sorbitol 처리(Roy 등, 1995), CaCl₂ 용액 처리(Miklus 등 1996) 등 버섯의 신선함을 유지하기 위한 다각적인 연구가 진행되고 있다(조숙현 등, 1998; Roy 등, 1995). 기체치환포장(modified atmosphere packaging; MAP)은 일반 대기상태의 공기 조성보다 다르게 기체를 치환하여 화학적 부패를 늦추고 동시에 미생물의 성장도 지연시키는 방법이다. 이 방법은 식품저장 효과가 뛰어나고 특히 소포장이 가능하므로 최근 가장 널리 사용될 식품 저장방법 중의 하나로 각광을 받고 있다. MAP는 단일 기체나 혼합 기체를 사용하는데 O₂, CO₂, N₂를 주로 사용하며, 기체 조성은 식품의 형태와 종류에 따라 달라진다(Saltveit 등, 2003). 버섯은 저산소 상태에서는 호흡률이 줄어들고 버섯 갓의 성장이 줄어들며, 또 tyrosinase 활성을 저하시키고 효소적 browning이 줄어든다. 또한 2% 미만의 산소는 *Clostridium botulinum*과 *Staphylococcus aureus* 등의 미생물의 성장을 억제한다고 알려져 있다(Herr, 1991; Martin 등, 1996).

본 연구의 목적은 기체치환포장법을 이용하여 표고버섯의 호흡을 억제하여 저장성을 연장하기 위함이다. 표고버섯을 저농도의 산소를 함유한 기체(G108)와 이산화탄소가 많이 포함된 기체(G604)로 치환한 HDPE 0.03 mm 반투명 필름 속에 각각 7일 및 42일간 실온(22℃) 및 냉장(4℃) 저장하면서 중량감소율, pH, 색도, PPO 활성 및 유리 아미노산 함량 등을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 포장재

표고버섯은 울산광역시 울주군에서 수확한지 6시간이 지난 여름버섯과 가을버섯을 사용하였고, 중간 크기의 것으로 선별하여 5~6개씩 포장하여 사용하였으며 포장재는 에이전트 슈퍼크린백 회사(경상북도 소재)에서 공급하는 HDPE 0.03mm 반투명 비닐을 사용하였다.

2. 기체 조성 및 포장

실험군은 대조군, 혼합기체 G108(CO₂ : O₂ : N₂ = 10 : 2 : 88), G604(CO₂ : O₂ : N₂ = 60 : 0 : 40)로 하였고, 혼합기체는 모던 산업가스(울산, 한국)에서 조제한 가스를 사용하였다. 혼합기체 주입은 진공포장기(에이전트전자, 한국)를 이용하여 30초간 진공상태를 만든 다음 밀봉한 후 혼합기체를 10초간 주입하였다.

3. 중량 감소율

버섯의 저장 중 중량 감소율은 저장 개시 시의 중량에 대한 일정기간 저장 후의 중량감소를 백분율로 나타내었다.

4. pH

표고버섯을 마쇄하여 감압 여과한 여액을 시료로 사용하여 pH meter(Orion 420A, Korea)

로 측정하였다.

5. 색도 측정

표고버섯의 색도는 색도계(Color Reader CR-10 Minolta Co. Japan)로 표고버섯의 다른 갓 부위를 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

6. PPO(Polyphenoloxidase)의 활성

Polyphenoloxidase(PPO)의 활성은 남궁배 등(1995)의 법을 응용하여 다음과 같이 측정하였다. 표고버섯 일정량에 acetone solution (10 ml)을 넣어 교반한 후 여과지로 여과하여 잔사 1 g을 취하여 측정하였다. 잔사에 0.1 M potassium phosphate 완충용액(pH 6.5) 10 ml을 가하여 4℃에서 2시간 동안 추출하였다. 추출한 후 원심분리(4,400 × g, 40 min)한 후 상층액의 조효소액을 취하였다. 조효소액 0.2 ml에 0.1 M catechol이 함유된 0.1 M potassium phosphate 완충용액 2.8 ml를 가하여 35℃에서 5분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소 1 unit은 1 min 동안 0.01을 증가시키는 효소량으로 나타내었다. (1 unit = Δ absorbance 0.01/min/ml)

7. 유리아미노산 정량

버섯 중의 유리아미노산의 함량은 HPLC (HP series 1100, U.S.)를 이용하여 측정하였다. 동결 건조한 표고버섯 0.5 g에 증류수 10 ml을 넣어 10분 동안 흔들어서, 원심분리(4500 × g, 1 hr)하여 상층액 3 ml에 TCA (25%) 3 ml을 넣어 1시간 동안 보관한 다음 다시 원심분리 (4500 × g, 1 hr)하여 상층액 (3 ml)에 ethyl ether를 가하여 잘 흔들어 수층을 제거하고 난 후 50℃에서 감압농축시켜 Na-citrate 완충액(pH 2.2) 5 ml을 넣어 0.2 μ m membrane filter로 여과하였다. 여액 10 μ l를 건조 시킨 후 methanol : 0.2 N sodium acetate : triethylamine (2 : 2 : 1 v/v)을 섞은 용액 10 μ l 첨가하여 건조하였다. 건조 후 methanol : water : triethylamine : PITC = 7 : 1 : 1 : 1 혼합시약 10 μ l 첨가하여 상온에서 20분간 정치 후 건조하여 methanol 30 μ l를 첨가한 후 교반하여 재 건조하였다. 건조 후 회석액 (part no WAT 088119 Water. Co, U.S.) 100 μ l에 용해한 후 10 μ l를 취하여 HPLC로 분석하였다. 분석 컬럼은 Pico-tag (Waters. Co, U.S)를 사용하였다. 컬럼 온도는 35℃에서 측정하였고 90% buffer A, 10% buffer B를 1 ml/min, detector는 UV detector(254 nm), injection volume 10 μ l로 측정하였다.

8. 통계처리

실험데이터는 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 통계분석은 Student's t-test로 하였으며 유의성은 95% 신뢰성으로 검토했다.

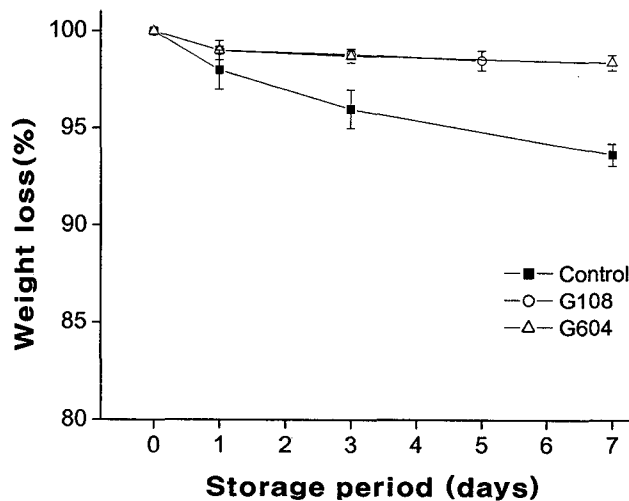
III. 결과 및 고찰

1. 중량 감소율의 변화

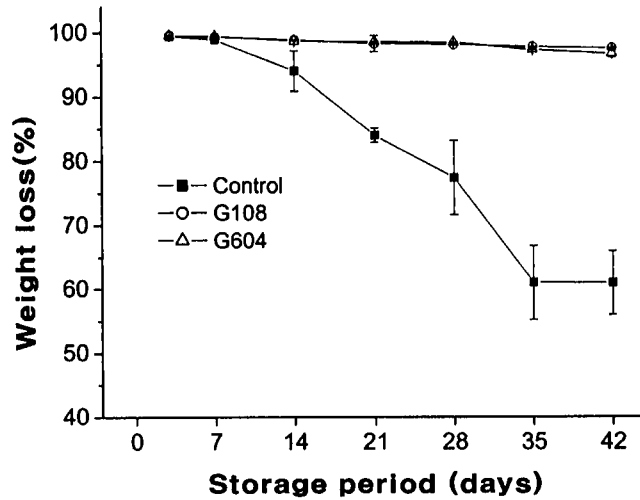
버섯류는 저장 중에 수축으로 인한 외관의 변형 또는 조직 변화가 일어나 상품 가치가

저하되고, 중량 감소로 인한 상품 손실이 주요한 장애가 되고 있다. 대조군과 혼합기체 G108과 G604군을 실온(22℃)과 냉장(4℃) 저장하면서 관찰하였다. 표고버섯의 실온에서의 저장기간 중 버섯의 중량감소율을 조사한 결과는 그림 1과 같다. 대조군은 저장 3일 후 4.0%까지 중량이 감소하는 반면에, G108군은 1.8% 감소하는데 그쳤고, 7일에는 대조군이 중량이 6.3% 감소하는 반면 G108군은 3.0%, G604군은 3.2% 감소하여 기체치환포장군이 중량감소 방지에 효과적임을 알 수 있었다. 저장 중에 버섯의 중량이 감소되는 주요 원인은 버섯 조직의 수분증발, 저장 중 호흡에 의한 탄수화물의 분해 등에 의한 것이다(한대석 등, 1992). 그러나 기체치환포장군이 중량 감소율이 낮은 것은 저장 중 표고버섯의 호흡 억제 효과에 의한 것으로 사료된다.

표고버섯의 냉장에서의 저장기간 중 버섯의 중량변화율은 그림 2와 같다. 실온저장에서 표고버섯이 7일 정도 지나면 6.3%에 이르는데 반해, 냉장저장의 경우 7일까지는 중량변화가 거의 없다가 그 후 감소하기 시작하였다. 또한 그림에서 보는 바와 같이 냉장대조군은 7일부터 중량감소율이 큰 폭으로 증가하여 35일경에는 39%까지 중량이 감소된다. 그러나, 기체치환 포장한 G108과 G604는 실험기간인 6주경까지 중량감소가 거의 일어나지 않았다. 버섯의 저장 중 중량 감소는 판매 가능한 물량의 감소라는 손실 이외에도 수축으로 인한 외관의 변형 또는 조직감 변화에 따른 상품가치 하락과 영양분의 감소 때문에 품질이 열악해지는 원인이 되고 있다(한대석 등, 1992). 그러나 이러한 버섯의 중량 감소율은 포장필름의 종류, 산소투과도, 이산화탄소 투과도와의 상관관계가 있다고 알려져 있다(Barron 등, 2001; 정문철 등, 2001). 표고버섯의 대조군의 실온저장과 냉장저장을 비교해 볼 때 냉장저장 시 7일까지 중량감소가 크게 일어나지 않는 것은 수확 후 과일이나 채소의 품질과 저장성을 늘리는 가장 중요한 요소 중 하나가 온도라는 결과와 일치함을 보여 주고 있다(Beaudry, 1992).



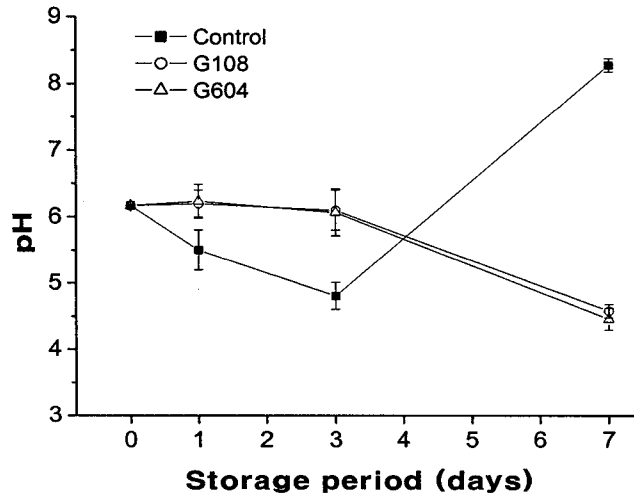
<그림 1> Changes in weight loss of oak mushrooms stored at 22℃. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.



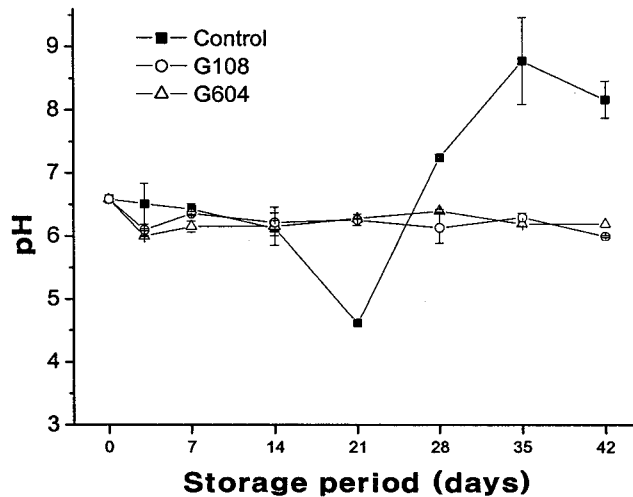
<그림 2> Changes in weight loss of oak mushrooms stored at 4°C. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

2. pH 변화

표고버섯의 실온 (22°C)에서의 저장기간 중 버섯의 pH 변화는 그림 3과 같다. 그림에서 보는바와 같이, 대조군은 pH가 3일 후 급격히 떨어졌다가 다시 올라가는 것을 볼 수 있지만, 기체치환 포장군에서는 pH의 변화가 거의 없다가 3일 후부터 완만히 떨어지는 것을 알 수 있었다. 냉장에서의 저장기간 중 버섯의 pH의 변화는 그림 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 대조군은 실온저장의 경우처럼 pH가 떨어지다가 다시 올라가는 경향을 보여주었다. 즉, 냉장대조군은 pH의 변화가 21일경에는 4.62까지 떨어졌다가 다시 올라갔다. 그러나 냉장저장 시 그 기간이 연장됨을 볼 수 있어 기체치환 포장한 버섯에서는 42일까지 pH의 변화가 거의 일어나지 않았다. 기체치환 포장군에서 pH가 유지되는 것은 신선도 유지 효과와 높은 이산화탄소의 영향으로 사료되는데, G108과 G604가 유사한 결과를 보이는 것은 주로 신선도 유지 효과에 기인한 것으로 사료된다.



<그림 3> Changes in pH of oak mushroom stored at 22°C. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

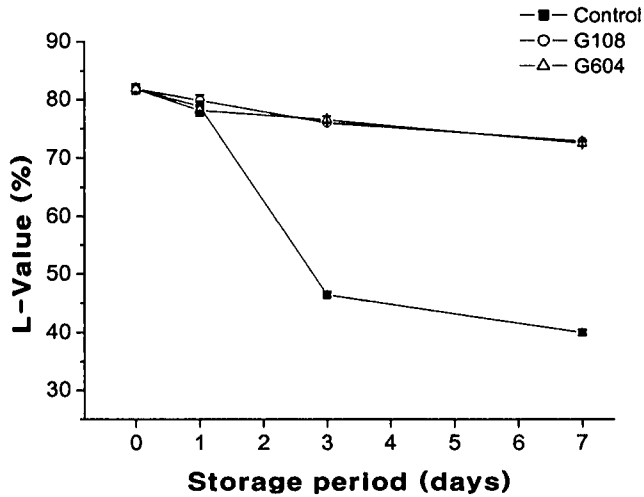


<그림 4> Changes in pH of oak mushrooms stored at 4°C. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

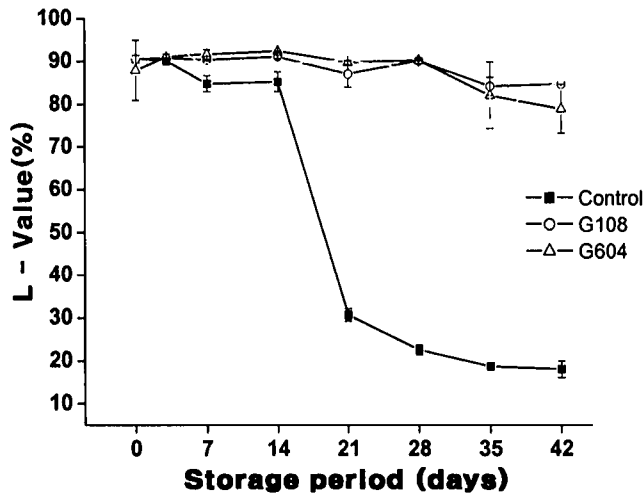
3. 색도의 변화

버섯의 품질을 결정하는 가장 중요한 요인 중의 하나는 색깔이다. 저장기간 중 표고버섯의 색도 변화 결과는 그림 5와 같다. 실온에서 색도의 변화를 보면 대조군은 L값이 급격히 떨어져서 3일 정도에는 L값이 46.4로서 식품으로서 가치가 없을 만큼 떨어졌지만 기체치환 포장군

에서는 G108군의 L값이 76.1, G604군의 L값이 76.6으로 색도 변화가 거의 일어나지 않았다. 그림 6은 42일간 냉장저장(4℃) 중 표고버섯의 색도(L값) 변화를 나타낸 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 대조군은 7일부터 L값이 떨어지기 시작하다가 14일 이후부터는 색도가 크게 떨어지는데 반해 기체치환 포장군에서는 42일까지도 색도의 변화가 거의 없었다.



<그림 5> Changes in L-value of oak mushroom stored at 22℃. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

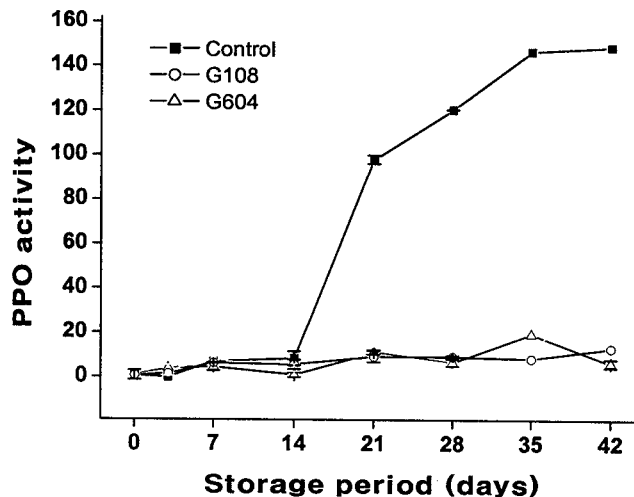


<그림 6> Changes in L-Value of oak mushrooms stored at 4℃. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

4. Polyphenoloxidase (PPO) 활성의 변화

표고버섯은 수확 후 급격한 호흡작용 및 증산작용과 함께 갈변화가 일어남에 따라 품질이 떨어지게 되고, 수확 및 유통 중 버섯에 생기는 상처는 버섯의 갈변을 촉진시키고 갈변은 버섯의 노화 세균감염과 함께 일어나므로 갈변이 진행된 버섯은 품질이 나쁘고 취급 및 저장상태가 불량함을 나타내준다(Burton, 1993). Polyphenol 화합물은 버섯의 가공 및 저장 중에 polyphenol oxidase(E.C. 1. 10. 3. 1 : PPO)에 의해 갈변하여 버섯의 품질에 크게 영향을 미친다. 대부분의 식물은 polyphenol류를 함유하고 있고, polyphenol류는 불안정하여 변화하기 쉬워 공기 중에 노출되었을 때, phenol성 화합물이 polyphenoloxidase(PPO)의 작용으로 갈변이 일어난다. Polyphenol oxidase는 catechol 또는 catechol 유도체들이 공기 중의 산소에 의해서 quinone 또는 quinone 유도체로 산화되는 반응을 촉진시킨다. 이렇게 유도된 quinone 및 quinone 유도체로부터 멜라닌 색소들이 형성되는 과정은 급속도로 진행된다(金東勳, 1998).

그림 7은 표고버섯의 냉장저장(4℃) 중 PPO 활성의 변화를 나타낸 결과이다. PPO 활성은 버섯의 조직에 따라서 그 활성에 차이가 있어 양송이버섯은 상피조직과 갓, 줄기의 접합부에서 강하다고 알려져 있는 반면에 표고버섯의 경우 PPO 활성은 주름부분이 강하다고 알려져 있다. 그림에서 보는 바와 같이 PPO 활성은 14일경까지는 모두 비슷한 경향을 보이다가, 대조군은 14일부터 큰 폭으로 상승하여 21일에는 대조군은 98.15, G108군은 10.3, G604군은 11.3으로서 21일에서는 PPO 활성이 9배 이상 차이가 났고, 35일 경에는 최고치에 이르렀다. 기체치환 포장군에서 PPO 활성이 억제되는 기전으로서 Jang 등(2002)은 저장기간 중에 PPO 활성을 저해하는 물질이 생성되기도 한다고 주장하기도 하였으나, 표고버섯의 신선도 유지효과로 인한 것인지 이에 대한 추후 연구가 필요하다.



<그림 7> Changes in PPO activity of oak mushrooms stored at 4℃. Each data point represents the mean \pm S.D. of triplicate determinations.

5. 유리 아미노산의 함량 변화

홍재식 등(1989)은 표고버섯의 갓 부위에서는 glutamic acid, histidine, aspartic acid 순으로, 자루 부위에서는 phenylalanine, glutamic acid, aspartic acid 순으로 아미노산 함량이 차이난다고 보고하였는데 이번 연구에서도 glutamic acid, histidine, aspartic acid 순으로 함량이 많았다. 표고버섯의 냉장저장 중 aspartic acid, glutamic acid, glycine, histidine의 함량 변화를 표 2에 나타내었다. 표에서 보는 것과 같이 유리아미노산은 저장기간 중 감소하는 경향을 보이고 있으며 대조군은 기체치환 포장군에 비해 큰 폭으로 감소하였다. 즉, aspartic acid의 경우 처음 30.3 mg/100 g이던 것이 저장 21일이 되면 대조군은 3.91 mg/100 g으로 줄어드는 반면에, G108군은 19.9 mg/100 g, G604군은 22.1 mg/100 g이었다. 매우 특기할 결과는 대조군에서 glutamic acid의 함량이 저장기간이 연장됨에 따라 지속적으로 감소하는 반면에, 기체치환 포장군 모두에서는 저장 35일까지 지속적으로 증가한다는 점이다. 표고버섯은 저장 중 단백질 함량 변화가 일어난다고 보고되어 있는데, 저장 중 미생물의 번식 또는 표고버섯의 갓과 주름살의 개열(開裂)에 따른 것이 요인으로 추측되며, 또한 저장 중 버섯 자체 호흡에 의한 탄수화물의 감소에 따른 상대적인 단백질의 함량 증가 현상으로 추측된다(김동만, 1989).

<표 1> Changes of free amino acids content of oak mushroom at 4°C. (mg/100 g)

Free amino acid	Storage period (days)							
	0	7	14	21	28	35	42	
Control	Asp	30.3 ±2.4	23.9±1.3	21.6±2	3.91±1.3	0.70±0.3	1.01±0.2	0.70±0.3
	Glu	116.6±5.2	102.6±7.2	106.8±10.3	70.2±5.1	64.8±8.5	18.7±2.4	11.6±2.2
	Gly	8.00±0.2	6.77±1	7.34±2.1	2.25±0.4	1.10±0.9	1.02±0.8	0.6±0.4
	His	96.0±13.1	97.1±14.1	55.7±2.5	50.9±2.4	49.7±17.1	49.3±2.1	25.5±4.0
G108	Asp	30.3±3.2	23.2±5.4	20.6±4.6	19.9±4.2	20.9±2.5	19.4±5.7	15.3±2.3
	Glu	116.5±10	254.5±21	186.2±14	177.3±9	180.0±21	182.1±10	21.2±9.0
	Gly	7.96±2.2	4.92±1.5	3.33±1.9	3.49±0.9	3.89±1.6	3.16±2.1	2.70±0.9
	His	96.0±5.0	92.6±12.2	59.97±8.0	63.8±13.1	61.1±12.1	48.6±5.5	35.7±11.1
G604	Asp	30.3±4.2	26.2±2.1	23.2±2	22.1±3.4	20.6±2.7	21.3±4.6	16.4±3.4
	Glu	116.5±2.9	254.5±3.5	171.2±2.7	180.7±10.3	181.7±9.7	91.5±4.8	44.6±3.5
	Gly	7.96±2.1	8.06±3.2	11.6±4.5	10.3±6.5	11.9±2.1	2.97±1.4	2.87±3.4
	His	96.0±2.4	88.0±4.3	79.6±2.7	71.2±4.2	62.9±2.3	49.2±3.2	23.9±2.7

이상과 같이 표고버섯을 실온군과 냉장군으로 나누어 저장성과 신선도를 판정하기 위해 크게 중량감소율, pH, 색도(L값), PPO 활성 및 아미노산 함량 변화 등을 측정하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 실온 저장의 경우 대조군은 저장기간이 1일 정도인데 반해, 기체치환포장은 3일까지 연장 가능함을 알 수 있었고, 냉장 저장하는 경우 대조군이 3일경부터 품질 변화가 오는데 반해, 기체치환군의 경우 14일까지 품질의 큰 변화가 없음을 알 수 있었다. 저농도의 산소를 이용하는 G108군과 고농도의 이산화탄소를 이용하는 G604군을 비교해 보면 대체로 저장성이 G108군이 G604군보다 양호한 결과를 보여주었다. 이는 버섯류가 호흡을 유지하는데 필요한 최저 산소농도는 1.0~1.3%를 유지하는 것이 버섯류 저장

에 중요하다는 결과(Kader, 1957)와 일치함을 알 수 있다. 조숙현 등(1998)은 PVC, CPP(cast polypropylene), polyolefin 등의 포장재질에 따른 환경기체조절포장 연구에서 CPP가 가장 저장효과가 뛰어나다는 결과를 발표하였는데, 본 연구의 기체치환방식과 포장재질에 따른 환경기체조절포장을 병용한 포장법을 활용하면 더욱 바람직한 버섯류 저장법이 되리라 기대된다.

참고문헌

1. 김동만, 백형희, 윤혜현, 김길환. 표고버섯의 CA저장 중 탄산가스농도의 효과. *Kor J. Food Sci. Technol* 21, 461-467(1989).
2. 김동훈. 식품화학 탐구당. p 426-433 (1998).
3. 남궁배, 김병삼, 김의웅, 정진웅, 김동철. 진공 예냉처리가 포장 저장 중 표고버섯의 품질에 미치는 영향. *한국농화학회지* 38, 345-352 (1995).
4. 정문철, 남궁배, 이호준, 임정호. 기공필름과 광물질 연입 필름 포장한 표고버섯의 MAP 효과. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8, 47-53 (2001).
5. 조숙현, 이동선, 이상대, 김낙구, 류재산. 팽이버섯의 선도유지를 위한 환경기체조절포장. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27, 1137-1142 (1998).
6. 한대석, 안병학, 신현경. 환경가스조절 저장방법을 이용한 느타리버섯과 표고버섯의 유통기간 연장. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24, 376-381 (1992).
7. 홍재식, 홍재식, 김영희, 김명곤, 김영수, 손희숙. 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성. *Kor J. Food Sci. Technol.* 21, 58-62(1989).
8. Barron, C., Varoquaux, P., Guilbert, S., Gontard, N., and Gouble, B. Modified Atmosphere Packaging of Cultivated Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) with Hydrophilic Films. *J. Food Science.* 66, 251-255(2001).
9. Beaudry, R.M., Cameron, A.C., Shirazi, A. and Lange.D.D. Modified Atmosphere Packaging of Blueberry Fruit : Effect of Temperature on Package Oxygen and Carbene Dioxide. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 117, 436-441(1992).
10. Burton, K. S., Frost, C. E. and Atkey, P. T. Effect of vacuum cooling on mushroom browning. *Int J Food Sci Technol* 22, 599-606 (1987).
11. Gormley, R. Chill storage of mushrooms. *J Sci Food Agric* 26, 401-411 (1975).
12. Herr, B. Overwrap films: More than just a dust cover. *Mushroom News*, 39, 24-26 (1991).
13. Jang, M. S., Sanada, A., Ushio, H., Tanaka, M. and Ohshima, T. Inhibitory Effects of Enokitake Mushroom Extracts on Polyphenol Oxidase and Prevention of Apple Browning. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35, 697-702 (2002).
14. Kader, A. A., Zagory, D. and Kerver, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28, 1-30 (1989).
15. Lopez-Briones, G. L., Varogaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G., Pascat, B. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *International Journal*

- of Food Science and Technology*. 27, 493-505 (1992).
16. Martin, S. T. & Beelman, R. B. Growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* in fresh packaged mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Protection*. 59, 819-826 (1996).
 17. Miklus, M. B. & 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).
 18. Minato, K., Mizuno, M., Terai, H. and Tsuchida, H. Autolysis of Lentinan, antitumor Polysaccharide, During Storage of *Lentinus edodes*, Shiitake Mushroom. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 1530-1532 (1996).
 19. Roy, S., Anantheswaran, R. C. and Beelman, R. B. Fresh mushroom qualities affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, 60, 334-340 (1995).
 20. Salveit, M. E. Is it possible to find an optimal controlled atmosphere. *Postharvest Biology and Technology* 27 3-13 (2003).