

진공 예냉처리가 포장 저장중 표고버섯의 품질에 미치는 영향

남궁배* · 김병삼 · 김의웅 · 정진웅 · 김동철

한국식품개발연구원

초록 : 진공예냉처리에 의한 표고버섯의 변색, PPO활성 및 유리아미노산 함량 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 저장중 예냉처리한 버섯의 경우 예냉처리하지 않은 버섯에 비하여 표면색택의 변화가 억제되어짐을 알 수 있었다. 한편 저장중 Polyphenoloxidase(PPO)의 활성은 증가하였는데 예냉처리한 버섯의 경우 예냉처리하지 않은 버섯에 비하여 PPO 활성이 낮게 나타났고 갈변이 진행되면서 그 활성이 상대적으로 더 증가한 것으로 나타났다. 그리고 포장방법에 있어서는 PVC 랩포장한 경우가 골판지 포장한 표고버섯에 비하여 변색이 억제됨을 알 수 있었고 아울러 PPO 활성도 더 낮게 나타났다. 표고버섯의 유리아미노산 함량은 수확 직후에는 2,501 mg%였으며 그 중 glutamic acid가 가장 많았고, 저장중 유리아미노산 함량은 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 처리구별 차이를 보면 예냉처리한 버섯의 유리아미노산 함량이 예냉처리하지 않은 버섯에 비하여 전반적으로 높게 나타났으며, 저장온도와 포장방법 그리고 기간에 따라서 상당한 변화를 보였다(1995년 6월 9일 접수, 1995년 8월 21일 수리).

서 론

버섯은 영양학적 및 생리적특성에서 우수함^{1,2)}에도 불구하고 조직이 취약하고 호흡작용이 왕성하여 선도 저하가 쉽게 일어나는 문제점이 있다. 유통중인 버섯의 품질은 갓의 개열, 표면색택, 향 및 조직감 등으로 평가되고 있는데 이중 표고버섯은 양송이와는 반대로 갓의 아래부분이 하얀색을 띠고 있어 변색정도에 따라서 선도 저하를 쉽게 인지할 수 있다. 이러한 버섯의 변색은 청과물의 갈변 반응에서 흔히 일어나는 현상으로서 갈변을 일으키는 기질인 tyrosine에 polyphenoloxidase가 작용해서 일어나는 효소적 산화에 의한 결과로 보고되고 있는데 이를 현상은 유통중 진동이나 손상 및 과도한 취급에 의하여 촉진되어진다.^{3,4)} 버섯의 변색을 억제하기 위해서는 항산화제 처리, 포장(prepacking), 방사선조사, 저온조작 등의 방법이 행해지고 있는데 이중 저온조작은 여러가지 방법중에서 가장 두드러진 효과를 나타낸 것으로 보고되고 있다.⁵⁾ 유리아미노산은 핵산관련물질과 함께 버섯의 중요한 영양성분이자 정미성분으로서 생체기능 및 대사에 큰 영향을 미치는데 佐藤 등⁶⁾은 식용버섯에 함유된 31종의 유리아미노산을 분리하였으며, 南出 등⁷⁾은 5종류의 버섯을 저장하면서 유리아미노산 함량의 변화를 조사한 바 있다. 국내에서는 홍 등⁸⁾과 표 등⁹⁾이 국내산 식용버섯류의 유리아미노산에 대하여 분석 비교한 바 있다.

신선 청과물의 선도는 온도, 습도, 가스환경 등에 따라 영향을 받게 되는데 생체 반응의 대부분이 효소반응이며 이는 온도에 가장 큰 영향을 받는 것으로서 선도유지

수단으로서는 온도조작이 가장 많이 이용되고 있다. 완벽한 온도조작은 대개 저온유통체계(cold chain system)로서 대표될 수 있는데 이는 수확 후 바로 예냉하여 저온하에서 전 유통과정이 이루어지는 것으로서 이중 예냉(precooling)은 청과물의 초기 품질 관리에 절대적인 영향을 미치며 특히 진공예냉에 의하면 30여분 정도의 짧은 시간에 품온을 낮출 수 있어 저온유통의 초기 단계에 효과적인 방법으로 사용되고 있다. 또, 이를 생체 반응중 호흡작용이나 산화작용은 산소를 필요로 하는 특성 때문에 주위의 산소농도 즉 가스조성을 조절함으로써 이를 억제할 수가 있다. 따라서 이와 같은 이유 때문에 버섯의 선도유지 수단으로서 예냉처리와 같은 온도조작^{3,5,7,10,11)}과 환경조절 방법^{12~17)} 등 지금까지 많은 연구가 수행되어져 왔다. 그러나 아직까지 국내에서는 버섯류의 선도연장을 위해 예냉조작과 환경조절포장 등을 종합적으로 적용한 연구 사례가 없었기에 본 논문에서는 하절기에 수확되는 버섯류에 대하여 이들 기술을 적용, 실험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

표고버섯(*Lentinus edodes*)은 고온성 품종으로서 1994년 6월 13일 경기도 광주군 광주읍 경안리에서 오전 8~10시경에 수확한 것을 시험에 사용하였다.

전처리

버섯은 연구원으로 옮긴 직후(40분 이내) 골판지 박

찾는말 : vacuum cooling, shiitake mushroom, browning, polyphenoloxidase, free amino acid.

*연락처자

스에 담겨진 상태로 한 batch에 30 kg씩을 진공예냉장치를 이용하여 표면온도 0.5°C까지 예냉한 후 10°C로 조절된 항온실에서 소포장하여 1, 13, 25°C 및 실온에서 저장하였다. 사용된 진공예냉장치의 전공조는 가로 720 mm, 길이 530 mm, 높이 1,050 mm이고 진공펌프의 배기량은 350 l/min, 콜드트랩의 표면온도 -6°C, 냉동능력은 2마력이며 1 batch에 엽채류 30 kg을 처리할 수 있는 규모였다. 포장은 polystyrene tray(가로 18.5 cm × 세로 12.5 cm × 높이 1.5 cm)에 170~180 g씩 담아 PVC 랩(wrap)으로 포장하였고 포장에 따른 차이를 비교하고자 상기 방법과 병행하여 별도로 골판지 박스에 4 kg씩 담아 저장하였다.

표면색택의 측정

버섯의 표면색택은 잣의 아래부분의 색택을 CHROMA METER(CR-200, MINOLTA, JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 이때 백색 표준판의 "L"값은 97.75의 값을 기준으로 하였다.

Polyphenoloxidase의 활성 측정

Zawistowski 등의 법¹⁸⁾으로 표고버섯을 동결건조한 후 잘 마쇄하여 여기에 acetone solution 일정양을 가하여 1시간 동안 교반한 다음 여과지(Whatman No.2)로 여과하여 얻은 잔사 1g에 0.1 M potassium phosphate 완충용액(pH 6.5, 4°C) 20 ml를 가하여 4°C에서 3시간 추출한 후 원심분리(7,500G, 4°C, 40분)하여 상등액을 조효소액으로 취한다. 다음 조효소액 0.2 ml에 0.1 M catechol이 함유된 0.1 M potassium phosphate 완충용액 2.8 ml를 가하여 35°C에서 5분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조구는 효소액 대신에 0.1 M Potassium phosphate를 첨가한다. 효소 1 unit는 동일 온도에서 30초 동안 흡광도 0.01을 증가시키는데 소요된 효소량으로 나타내었다. 즉 1 Unit = ΔAbsorbance 0.02/min/Ml로 나타내어진다.

유리아미노산의 정량

냉동건조한 버섯 5 g에 증류수 50 ml를 가하고 유발에서 마쇄한 후 30분간 원심분리(5,000G)하여 상층액에 25% trichloroacetic acid 동량을 가하여 1시간 동안 냉장고에 둔 다음 다시 30분간 원심분리(5,000G)한다. 상층액에 ethyl eter를 가하여 잘 혼들어서 TCA, 지방, 색소 등을 제거한 수중을 50°C에서 감압 농축시키고 0.2 M Na-citrate 완충액(pH 2.2)으로 총 50 ml되게 조정한 후 이를 0.2 μm membrane filter로 여과하였다. 여액 10 μl를 Waters workstation의 gauge 압력 50~60 mm Torr에서 건조한다. 다음 여기에 methanol : 0.2 N sodium acetate : triethylamine(2 : 2 : 1, V/V) 섞은 용액을 30 μl 첨가해 재건조한다(50 mm Torr). 재 건조된 시료에 유도체 시약(methanol : water : triethylamine : PITC=7 : 1 : 1 : 1, 혼합시약, V/V) 30 μl를 첨가하여 교반한 후 상온에서 10~20분간 정착한 후 감압 건조하고 methanol 30 μl를 첨가해

교반후 재건조한다. 건조물은 시료 회석제(waters Co., P/N 88119) 200 μl에 용해한 후 10 μl를 취하여 아래 조건하에서 HPLC(Waters Associate Model 244)로 분석하였다. 분석 칼럼은 Pico-Tag을 사용하였고 칼럼의 온도는 40°C, eluent solution은 Pico tag Eluent A, B, flow rate은 1.0 ml/min, detector는 UV(254 nm), injection volume은 10 μl 그리고 chart speed는 0.5 cm/min이었다.

결과 및 고찰

표면색택의 변화

버섯의 경우 품질은 잣의 개열, 고유의 향기 그리고 줄기나 잣부분의 색택에 의하여 판단하게 된다. 특히 버섯과 같은 생체 식품의 경우 저장중에는 polyphenol oxidase에 의한 갈변이 품질 저하를 가속시키는 것으로 보고되고 있는데³⁾ 버섯의 경우 수확 당시 표면 색택은 Hunter color로 나타내었을 때 L값이 85~90 이상으로 아주 밝은 색을 나타내었으며 따라서 유통중 표면색택의 변화는 쉽게 품질 저하를 인지할 수 있는 지표가 된다.

Fig.1~3은 저장중 버섯의 표면 색택의 변화를 나타낸 것으로 저장기간중 계속 감소함을 알 수 있다. 그림에서 보면 표고버섯의 경우는 잣의 아랫 부분의 색택을 측정하였는데 예냉 처리한 버섯이 비예냉구에 비하여 L값의 감소가 적었으며 포장 형태에 따라서는 PVC wrapping한 버섯의 경우 골판지 박스에 포장한 경우에 비하여 감소폭이 적음을 알 수 있었다. 표고버섯의 경우는 양송이 버섯과는 달리 잣의 색택이 완전히 하얀 색깔이 아니어서 초기 값이 대략 88정도를 나타내었다. 그럼에서 보면 1°C에 저장한 경우는 저장 기간중 색택의 변화가 완만하여 저장 20일 후까지도 L값이 70 이상을 유지하여 대체로 표면 색택에 있어서는 관능적으로 받아들일 수

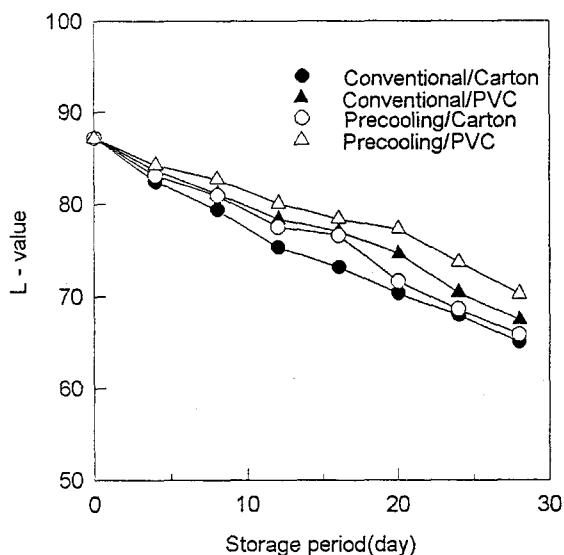


Fig. 1. Change of Hunter L-value of shiitake mushroom during storage at 1°C.

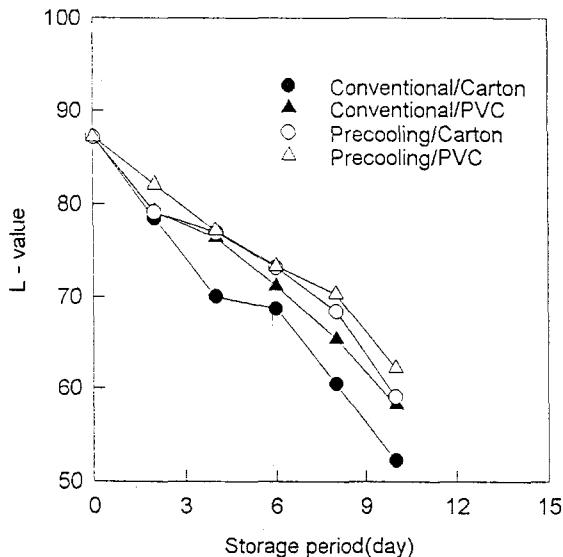


Fig. 2. Change of Hunter L-value of shiitake mushroom during storage at 13°C.

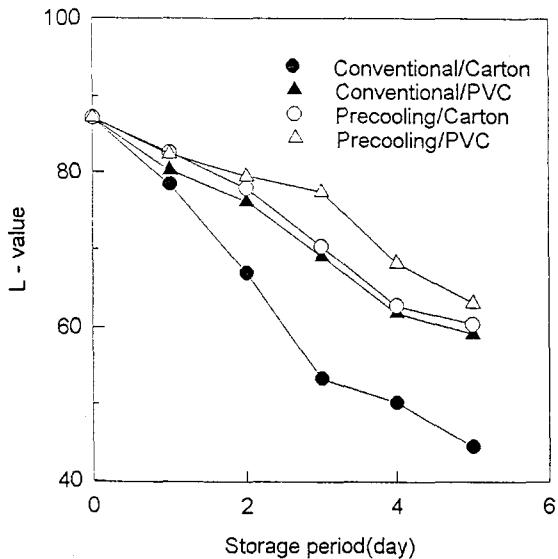


Fig. 3. Change of Hunter L-value of shiitake mushroom during storage at room temperature.

있는 정도였으나 13°C에서는 예냉을 하지 않고 골판지 박스에 보관한 경우는 일주일 만에 70 이하로 저하하였으며 다른 처리구도 8일 후에는 역시 70 이하로 떨어짐을 알 수 있었다. 그리고 실온에 저장한 경우는 예냉처리를 하지 않고 골판지 박스에 저장한 경우는 2 일째에 이미 70 이하를 기록하였으며 다른 처리구들은 3일째까지 70 이상을 유지하였는데 특히 예냉처리를 하여 PVC wrapping한 처리구의 경우는 3일 째까지도 80에 가까운 값을 유지하였으며 그 이후는 급격히 저하함을 알 수 있었다. 이상에서 본 버섯의 표면 색택 변화는 예냉처리에 의하여 전반적으로 억제 효과가 있는 것으로 나타났으며 이러한 결과는 Burton 등¹¹⁾이 양송이에 대해서 실험한 결과와 유사하였다.

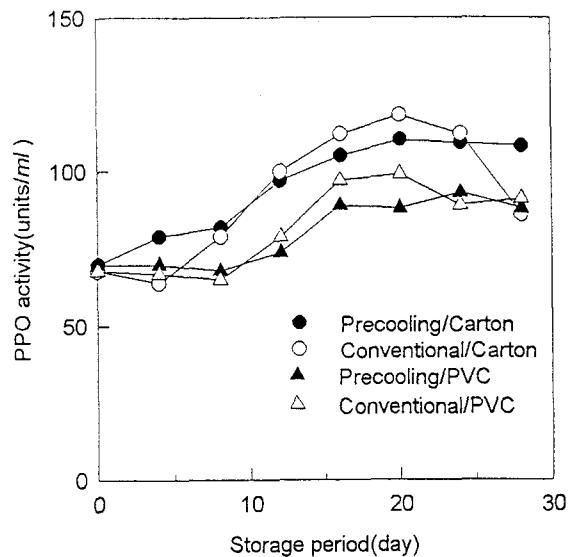


Fig. 4. Change of Polyphenoloxidase(PPO) activity of shiitake mushroom during storage at 1°C.

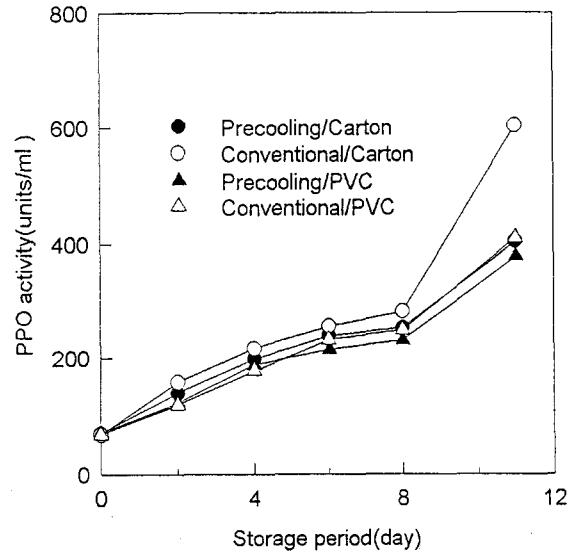


Fig. 5. Change of Polyphenoloxidase(PPO) activity of shiitake mushroom during storage at 13°C.

Polyphenoloxidase(PPO) 활성의 변화

호흡작용이 활발한 버섯의 경우 일반적으로 산화가 일어나기 쉬우며 특히 폐돌 물질의 산화에 의한 갈변이 버섯의 품질 열화와 크게 관계가 되는 것으로 보고되고 있다.^{3,4)} 그리고 버섯의 종류에 따라서는 폐돌 산화효소 (polyphenol oxidase : PPO)가 강한것과 약한 것인 있는데 양송이와 같은 경우는 수확시 암상이나 작은 충격에 의해서도 그 부분이 갈변하게된다. 반면에 표고버섯은 서서히 변화가 나타나며 특히 표고버섯의 PPO는 수확 시점에도 존재하지만 갈변의 발생과 함께 pH 특성이 다른 효소가 활성화된 것으로 알려져 있다.^{3~5)} 또 이들 효소는 조직에 따라서 그 활성에 차이가 있어 표고버섯의 경우 PPO 활성은 주름 부분이 강하지만 양송이

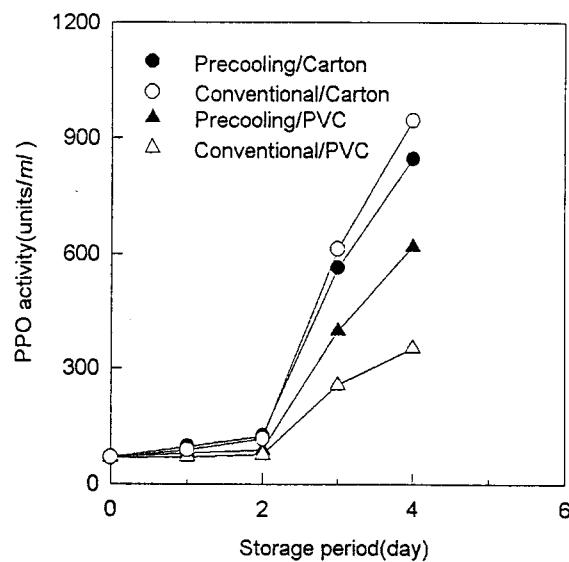


Fig. 6. Change of Hunter L-value of shiitake mushroom during storage at room temperature.

버섯은 갓의 상피 조직과 갓과 줄기의 접합부에서 강하다고 알려지고 있다.⁴⁾ Fig. 4~6은 전처리 및 포장상태별로 표고버섯을 여러 온도에서 저장하면서 PPO 활성의 변화를 조사한 것이다. 저장 기간중 버섯의 PPO 활성의 변화를 보면 1°C에 저장하였을 때 저장 기간이 지남에 따라 초기에 비하여 활성이 증가하는 경향을 보였는데 이는 표면색택의 갈변이 진행됨에 따라 증가하는 것으로 나타났고 저장 20일경에 최고치에 도달하여 그 이후는 활성이 저하하거나 비슷하게 나타남을 알 수

있었다. 처리구간의 차이를 보면 저장 초기에는 크게 차이를 보이지 않다가 저장 10일 후부터는 골판지박스에 포장한 버섯의 경우 PVC 랩포장한 버섯에 비하여 높은 활성을 나타내었으며 예냉처리한 버섯의 경우 예냉처리하지 않은 버섯에 비하여 더 낮은 활성을 나타내었다. 13°C에 저장한 경우는 저장 8일째까지는 완만하게 증가를 하였으나 그 이후는 급격한 증가를 보였으며, 특히 예냉처리를 하지 않고 골판지박스에 저장한 경우 가장 큰 증가를 나타내었다. 그리고 실온에 저장한 경우는 2일째까지는 크게 변화가 없었으나 그 이후 급격한 증가를 보였다. 특히 골판지박스에 포장한 경우 큰 변화를 보여 저장 초기에 PPO 활성이 70 units/ml 이하였으나 저장 4일째에 골판지박스에 포장한 것은 900 units/ml 이상까지 증가하였다. 처리구간의 차이는 골판지박스에 포장한 경우는 예냉처리한 버섯과 예냉처리하지 않은 버섯간에 크게 차이가 없었으나 PVC 랩포장한 버섯의 경우는 다른 저장온도에서와 달리 예냉처리한 버섯이 오히려 높은 활성을 나타내었다. 南出 등⁴⁾은 표고버섯을 1, 6, 20°C에 각각 저장하면서 PPO 활성을 측정하였는데 본 연구에서와 마찬가지로 저장 기간중 표면색택의 변화와 함께 계속 증가하는 경향을 나타내었으며 저장 온도가 높을수록 높은 활성을 나타낸 것으로 보고하였다.

유리아미노산의 함량의 변화

표고버섯의 경우 유리아미노산은 수확 직후 2,401 mg%로 나타났는데 그 중 glutamic acid가 가장 많았으며 다음에는 leucine과 arginine, valine, isoleucine, phenyla-

Table 1. Changes of free amino acid content of shiitake mushroom packed in carton box during storage at 1°C. (unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		4		16	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	17.83	24.94	35.70	26.43
Glutamic acid	338.86	194.74	186.99	60.50	31.94
Serine	136.75	46.54	33.95	72.21	38.98
Glycine	88.90	31.87	23.16	34.37	19.32
Histidine	60.32	62.33	45.74	23.68	15.97
Arginine	227.94	179.58	175.74	148.71	133.19
Threonine	123.22	44.16	36.94	43.98	36.73
Alanine	201.38	113.64	107.54	107.84	101.74
Proline	115.35	18.34	20.15	13.25	18.65
Tyrosin	82.17	197.65	39.88	65.53	20.88
Valine	192.33	22.98	33.67	45.02	22.51
Methionine	44.68	6.81	15.89	7.49	10.24
Cystine	-	-	1.11	-	-
Isoleucine	157.84	15.77	15.82	23.69	10.29
Leucine	284.24	25.92	25.01	46.28	17.94
Phenylalanine	147.64	27.68	21.17	48.31	26.01
Lysine	141.82	54.80	41.60	53.62	34.70
Total AA	2,401.38	1,060.64	849.30	830.18	565.52

Table 2. Changes of free amino acid content of PVC-wrapped shiitake mushroom in polystyrene tray during storage at 1°C.
(unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		4		16	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	15.21	9.61	8.69	5.62
Glutamic acid	338.86	270.33	122.07	123.78	53.09
Serine	136.75	84.74	105.83	47.02	18.40
Glycine	88.90	56.13	28.17	31.98	17.58
Histidine	60.32	69.73	17.10	16.19	13.64
Arginine	227.94	176.63	130.20	60.06	121.60
Threonine	123.22	76.54	37.91	40.40	22.57
Alanine	201.38	134.52	77.78	85.42	57.76
Proline	115.35	43.66	23.35	22.45	12.05
Tyrosin	82.17	61.46	31.14	17.47	16.38
Valine	192.33	54.21	22.55	14.25	5.40
Methionine	44.68	27.13	18.62	4.46	15.22
Cystine	—	—	—	—	—
Isoleucine	157.84	30.30	8.63	15.98	1.15
Leucine	284.24	69.18	12.86	28.90	4.67
Phenylalanine	147.64	55.37	20.58	29.96	7.94
Lysine	141.82	79.55	33.45	47.72	22.26
Total AA	2,401.38	1,304.69	699.85	593.73	395.33

Table 3. Changes of free amino acid content of shiitake mushroom packed in carton box during storage at 13°C. (unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		4		10	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	20.66	43.52	15.86	13.83
Glutamic acid	338.86	400.97	341.67	49.47	39.84
Serine	136.75	182.64	117.00	84.90	79.34
Glycine	88.90	156.45	145.50	75.90	74.24
Histidine	60.32	128.94	116.21	56.09	36.97
Arginine	227.94	514.18	379.43	137.94	142.84
Threonine	123.22	114.17	107.21	83.25	58.24
Alanine	201.38	388.38	175.64	128.96	63.98
Proline	115.35	93.14	41.62	19.34	8.87
Tyrosin	82.17	85.03	21.22	13.87	9.86
Valine	192.33	97.25	101.33	40.64	19.65
Methionine	44.68	57.49	74.50	42.27	35.65
Cystine	—	—	—	—	—
Isoleucine	157.84	44.36	40.88	9.24	5.98
Leucine	284.24	99.31	92.72	15.24	12.97
Phenylalanine	147.64	79.04	68.54	17.43	6.98
Lysine	141.82	135.79	109.16	29.53	23.14
Total AA	2,401.38	2,597.80	1,976.15	819.93	632.38

lanine, serine, proline 순으로 많이 나타났으며 cystine의 경우는 거의 함유되지 않았다. 홍 등⁷⁾은 10월에 채취한 표고버섯의 유리아미노산과 총아미노산을 분석한 결과 갓부위에서는 serine과 glutamic acid가 가장 많이 함유되었고 줄기 부위에는 threonine, glutamic acid, histi-

dine이 많이 함유된 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 사용한 표고버섯은 생산시기가 6월이고 또갓으로부터 1 cm 위치에서 줄기를 절단하였기 때문에 상대적으로 갓의 비율이 높았으며 표고버섯의 숙도나 생산시기, 품종 등에 있어서 차이가 있기 때문에 이러한

Table 4. Changes of free amino acid content of PVC-wrapped shiitake mushroom in polystyrene tray during storage at 13°C.
(unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		4		10	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	66.19	23.46	14.28	5.79
Glutamic acid	338.86	382.13	388.11	37.64	64.02
Serine	136.75	150.23	147.93	70.25	37.60
Glycine	88.90	89.92	123.03	64.91	68.08
Histidine	60.32	66.32	110.63	50.63	31.42
Arginine	227.94	246.55	313.86	158.96	171.93
Threonine	123.22	130.69	117.44	71.17	41.92
Alanine	201.38	227.84	217.77	148.65	37.20
Proline	115.35	127.44	116.00	20.64	6.23
Tyrosin	82.17	91.26	64.13	16.49	9.52
Valine	192.33	238.65	122.96	39.21	18.87
Methionine	44.68	57.75	47.18	88.46	59.72
Cystine	—	—	—	—	—
Isoleucine	157.84	180.89	96.58	10.69	5.67
Leucine	284.24	338.90	189.42	22.74	15.19
Phenylalanine	147.64	166.71	120.05	25.50	5.23
Lysine	141.82	161.43	152.86	42.68	39.54
Total AA	2,401.38	2,722.90	2,351.41	882.90	617.93

Table 5. Changes of free amino acid content of shiitake mushroom packed in carton box during storage at room temperature
(unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		2		4	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	21.87	27.81	79.49	31.59
Glutamic acid	338.86	203.22	130.83	189.24	159.02
Serine	136.75	101.75	104.31	76.14	54.66
Glycine	88.90	63.60	67.78	73.05	63.59
Histidine	60.32	48.23	27.66	45.90	16.80
Arginine	227.94	193.32	176.28	156.38	122.97
Threonine	123.22	74.55	71.85	78.37	55.74
Alanine	201.38	134.22	129.32	83.40	40.75
Proline	115.35	45.47	51.24	33.42	16.84
Tyrosin	82.17	56.69	55.00	16.30	20.22
Valine	192.33	86.89	87.20	68.87	30.47
Methionine	44.68	11.90	17.15	86.00	2.84
Cystine	—	—	—	—	—
Isoleucine	157.84	69.77	74.52	44.86	27.03
Leucine	284.24	120.71	126.48	65.85	33.38
Phenylalanine	147.64	72.97	76.64	45.49	24.54
Lysine	141.82	58.78	72.70	9.20	3.51
Total AA	2,401.38	1,363.95	1,296.77	1,151.96	703.95

결과가 나온 것으로 보였다.

저장기간 중 변화를 살펴보면 1°C에 저장하였을 때 (Table 1,2) 저장기간이 경과함에 따라 계속 감소하는 경향을 보였으며 예냉처리하지 않은 버섯의 경우 예냉

처리 한 버섯에 비하여 더 큰 감소를 나타내었다. 그리고 포장 형태에 따라서는 골판지박스에 포장한 버섯의 경우 PVC 랩포장한 버섯에 비하여 더 높은 값을 나타내었다. 그러나 예냉처리한 버섯의 경우 저장 4일째에 있어서는

Table 6. Changes of free amino acid content of PVC-wrapped shiitake mushroom in polystyrene tray during storage at room temperature
(unit: mg%)

Free amino acid	After harvest	Storage period (day)			
		2		4	
		Precooling	Conventional	Precooling	Conventional
Aspartic acid	57.94	204.7	14.18	19.01	11.42
Glutamic acid	338.86	213.48	127.54	115.02	97.20
Serine	136.75	133.40	61.87	58.16	57.22
Glycine	88.90	124.02	58.16	93.36	49.38
Histidine	60.32	83.45	40.65	52.05	92.96
Arginine	227.94	331.54	216.81	196.86	143.19
Threonine	123.22	121.40	59.82	75.13	43.63
Alanine	201.38	137.05	86.27	75.34	38.31
Proline	115.35	67.01	59.05	48.61	44.42
Tyrosin	82.17	64.62	18.22	39.15	24.16
Valine	192.33	95.83	73.33	40.21	23.55
Methionine	44.68	18.45	47.57	77.41	48.50
Cystine	—	—	—	—	—
Isoleucine	157.84	53.87	32.79	14.58	14.48
Leucine	284.24	100.51	90.30	44.37	24.76
Phenylalanine	147.64	88.19	45.40	28.75	24.86
Lysine	141.82	103.00	56.42	56.13	30.95
Total AA	2,401.38	1,756.29	1,088.38	1,034.14	768.99

PVC 랩포장한 버섯의 경우 오히려 유리아미노산 함량이 더 높게 나타났는데, 이는 시험에 사용한 버섯의 숙도나 개체 차이에 기인하지 않았나 여겨진다. 구성 아미노산 별 변화를 보면 특히 glutamic acid와 leucine의 경우는 arginine이나 alanine에 비하여 감소가 큰 것을 알 수 있었다. 13°C에 저장한 경우(Table 3,4) 예냉처리하지 않은 버섯에 있어서는 1°C에 저장한 경우와 유사하였으나 예냉처리한 버섯의 경우는 저장 4일째까지 증가하다가 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 처리구간 차이를 보면 PVC 랩포장한 버섯의 경우 골판지 박스에 포장한 버섯에 비하여 더 높은 함량을 나타내었다. 한편 실온에 저장한 경우(Table 5,6)는 유리아미노산 함량이 저장 기간중 계속 감소하였다. 처리구간 차이를 보면 예냉처리한 버섯의 경우가 예냉처리하지 않은 버섯에 비하여 전반적으로 더 높은 값을 나타내었으며 포장형태별로 보면, 예냉처리하였을 때는 저장 2일째 까지는 PVC 랩포장한 버섯이 더 높은 값을 나타내다가 그 이후는 오히려 골판지박스에 포장한 버섯이 더 높게 나타났다. 그러나 예냉처리하지 않은 버섯의 경우는 이와 반대의 결과를 나타내었다. 또 저장기간중 유리아미노산 함량은 저장 조건에 따라 생성과 분해에 대한 변화 폭이 다른데 하나 1°C에서 16일 저장하였을 때 395 mg%까지 감소하여 저장 기간이 지남에 따라 유리아노산의 분해가 많이 일어남을 알 수 있었다. 南出 등¹⁹은 여러종류의 버섯을 1~20°C에 저장하였을 때 저장기간중 아미노산 함량은 버섯의 종류에 따라 다르게 변화하였는데, 표고버섯의 경우는 저장기간 동안 계속

증가를 보였고 또, 저장 온도가 높을 수록 그 함량이 높게 나타난 것으로 보고하였다. 그런데 버섯의 유리아미노산 함량은 동일 종인 경우에도 발육 단계, 발생환경, 발생시기 등에 따라 다르고 산지가 다르면 동일 버섯의 경우라도 약간씩 차이가 있으며 재래종과 야생종간에도 차이가 심하다고 보고⁶되고 있다.

참 고 문 헌

- 김준한 (1992) 양송이 버섯의 P.E film 포장저장 및 CA 저장 효과, 경북대학교 석사학위논문.
- 안병학, 신현경 (1991) 버섯류의 유통기간 연장 및 적정 가공 방법에 관한 연구. 과학기술처특정연구사업보고서, 한국식품개발연구원.
- Murr, D. P. and Morris, L. L. (1975) Effect of storage temperature on postharvest changes in mushrooms. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **100**, 16-19.
- 南出隆久 (1989) キノコ, 冷凍. **64**, 247-250.
- Gormley, T. R. (1975) Chill storage of mushrooms. *J. Sci. Food Agric.* **26**, 401-411.
- 佐藤蕙理, 青柳康夫, 管原龍幸 (1985) キノコ類の遊離アミノ酸組成について. 日本食品工業學會誌 **32**, 509-512.
- 홍재식, 김영희, 김명곤, 김영수, 손희숙 (1989) 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전 아미노산 조성. 한국식품과학회지 **21**, 58-62.
- 표명윤, 노일협 (1975) 식용 버섯류의 아미노산에 관한 연구. 한국영양학회지 **8**, 47-59.
- Goodenough, P. W. (1976) How chilled storage affects the physiology of mushrooms, Mushroom Journal **43**, 208-

- 212.
10. Bartlett, D. I. and Farthing, J. G. (1985) Rapid cooling of mushrooms in market containers. *Mushroom J.* **154**, 349-354.
 11. Burton, K. S., Frost, C. E. and Atkey, P. T. (1987) Effect of vacuum cooling on mushroom browning. *Int. J. Food Sci. Tech.* **22**, 599-606.
 12. Pamela, B., and Cook, D. J. (1976) The purchase and domestic storage of prepacked mushroom. *Mushroom J.* **39**, 76-80.
 13. Nicholas, R. and Hammond, J. B. W. (1974) Investigation on storage of pre-packed mushrooms. *Mushroom J.* **24**, 473-479.
 14. Dennis, P. M. and Leonard, L. M. (1975) Effect of storage on postharvest changes in mushrooms. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **100**(1), 16-19.
 15. John, B. W. H. and Nichols, R. (1975) Changes in respiration and soluble carbohydrates during the post-harvest storage of mushrooms. *J. Sci. Fd. Agric.* **26**, 835-842.
 16. Said, O. A., Robert B., Donald B., and Jeng Leun Mau. (1992) Stipe trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms. *J. Food Sci.* **57**(6), 1361-1374.
 17. Beit-Halachmy, I. and Mannheim, C. H. (1992) Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushrooms?, *Lebensm.-Wiss.U.-Technol.* **25**, 426-432.
 18. Zawistowski, J., Blank, G and Murray (1986) E. D. Polyphenol oxidase activity in Jerusalem artichokes. *Can Inst. Food Sci. Technol. J.* **19**, 210.
 19. 南出隆久, 坦生俊夫, 緒方邦安 (1980) 數鍾キノコ類の鮮度におよぼす貯藏温度の影響. 日本食品工業學會誌 **27**(6), 281-287.

Influence of Vacuum Cooling on Browning, PPO activity and Free Amino Acid of Shiitake Mushroom

Bae Nahmgung*, Byeong-Sam Kim, Oui-Woung Kim, Jin-Woung Chung, Dong-Chul Kim (Korea Food Research Institute)

Abstract : The influence of vacuum cooling and modified atmospheric packaging was investigated about browning degree, polyphenoloxidase(PPO) activity and free amino acid of shiitake mushroom. During storage, surface browning was inhibited by precooling. PPO activities of shiitake mushroom was increased during storage. Especially, PPO activity was rapidly increased as surface browning was proceeded. And PVC-wrapped mushroom was lower than carton box-packed mushroom in the changes of surface browning and PPO activity. Total free amino acid contents of shiitake mushroom was 2,510 mg% at harvest, but free amino acid content of shiitake mushroom decreased consistantly during storage. Precooled mushroom had more free amino acid content than non-precooled and their contents were fluctuated by storage temperature, packaging methods and storage periods.

*Corresponding author