

수확시기 및 가공전 보관기간이 신선 편이가공 양송이의 갈변에 미치는 영향

임정호 · 최정희 · 홍석인 · 정문철 · 김동만[†]
한국식품개발연구원

Browning of Minimally Processed Mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) as Affected by Picking Season and Postharvest Holding Time

Jeong-Ho Lim, Jeong-Hee Choi, Seok-In Hong, Moon-Cheol Jeong and Dongman Kim[†]
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

This study was conducted to compare development of browning in minimally processed mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) by picking season and postharvest holding time of the raw material. 'White' type of the mushrooms were harvested and minimally processed immediately after harvest or holding at 2°C for 7 days after picking in 4 seasons. The processed mushrooms were kept at 5°C, and changes in surface color and content of total phenolic compounds of the mushrooms were measured. Respiration rate of the whole mushrooms was ranged from 9.55 to 17.93 mL CO₂/kg · hr, and the rate was low in mushrooms harvested in summer and autumn compared with those picked in spring and winter. Hunter L value of the mushrooms decreased rapidly just after slicing, especially in summer-harvest mushrooms. The mushrooms processed with the raw materials stored at 2°C for 7 days after harvest showed the lowest 'L' value among the sliced mushrooms prepared at different holding time. Consequently, summer-harvest mushrooms and the mushrooms kept at 2°C for more than 7 days after harvest would be unsuitable for minimally processing due to rapid browning.

Key words : *Agaricus bisporus* Sing., picking season, postharvest holding time, minimal process, browning

서 론

양송이(*Agaricus bisporus* Sing.)는 느타리버섯, 팽이버섯 다음으로 많이 생산되는 우리나라의 대표적인 식용버섯으로 2002년도에는 국내 버섯 총생산량의 15%인 2만여 톤이 생산되었다(1). 양송이는 독특한 향과 맛, 조직감 뿐만 아니라 영양소를 고루 함유하고 있고(2) 년 중 생산되어 버섯류 중 식품소재로서 비교적 많이 이용되고 있다. 양송이의 소비형태변화를 보면 종래에는 주로 통조림 등으로 가공된 양송이가 식품소재로서 이용되었으나 최근에는 생산 및 유통기술의 개선과 소비자의 고품질 버섯에 대한 선호 추세에 따라 신선한 버섯의 유통비율이 증가하고 있으며 특히 외식산업의 발전과 더불어 다양한 식품 원료로 사용되고 있어 신선편이 가공품으로서의 수요가 증가하고 있다.

신선편이가공품은 신선 농산물의 한 소비형태로 박피, 절

단, 세척 등의 처리 후 소비자의 수요에 맞는 형태와 크기로 포장하여 냉장 유통, 판매되는 새로운 제품류(3)로 편이성과 경제성 등으로 인하여 1990년 초부터 미국과 유럽을 중심으로 급격히 발전하고 있으며 국내에서도 1990년대 중반 이후부터 이에 대한 수요가 확대되고 있다.

고품질 신선편이식품을 가공, 유통시키기 위해서는 박피, 절단, 세척 등 기본적인 처리기술 이외에 고품질 원료의 안정적 수급을 위한 원료의 저장기술과 편이가공품의 품질을 안정적으로 유지할 수 있는 처리기술 등이 필요하다.

양송이는 신선 농산물 중 수확후 유통중 품질저하가 빠르게 진행되는데 품목으로 이를 억제하기 위한 저장 기술로 MA 저장, CA저장 및 감마선처리 기술 등의 적용에 관한 연구가 시도되었으며 일부 결과에서는 그 효과가 검증된 바 있다(4-6). 양송이의 편이가공 시에는 원형 시료와는 달리 절단면의 공기 노출과 조직손상에 기인된 갈변 발생, 호흡량의 증가와 같이 품질 저하가 신속히 발생한다. 이러한 특성은 편이가공 양송이의 유통기간을 단축시키는 요인으로 작용하는데, 이러한 요인들을 효과적으로 제어하기 위한 첨가물

[†]Corresponding author. E-mail : dnmkim@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9140, Fax : 82-31-780-9144

등의 처리 연구가 일부 수행된 바 있다(7, 8). 한편 가공처리 전 원료의 저장상태, 품종, 품목 및 성숙도 등이 신선 편이 가공품의 품질에 영향을 미칠 수 있는 인자이지만 이에 관한 연구는 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구는 양송이를 신선편이식품으로 가공 시 원료에 따른 가공적성을 비교키 위해 양송이의 수확시기 및 수확 후 가공전 보관기간에 따른 원료 양송이의 품질특성을 조사하였고, 이러한 조건이 신선편이 가공 후 양송이의 표면 색과 총 페놀화합물 함량에 미치는 영향을 평가하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 양송이(*Agaricus bisporus* Sing.)는 백색종으로 충남 부여군 소재 양송이 재배농장에서 각각 1월, 5월, 8월 및 11월에 수확하여 즉시 실험실로 운송 후 2℃에 보관(종이골판지상자, 90% RH)하였다.

절단처리

양송이를 2℃의 저온저장고에서 보관하면서 1일, 4일 및 7일 후 일정량을 취하여 크기, 모양 및 색상이 고른 것만을 선별한 후 예리한 칼로 두께가 일정하게 2mm로 잘라 polypropylene tray에 담아 5℃에 저장(93% RH)하였다.

호흡률 측정

양송이의 호흡률은 밀폐시스템을 이용하여 측정하였다(9). 즉, 시료를 일정부피의 용기에 넣고 밀폐하여 각각 2℃에 일정시간을 방치한 후 head space의 기체 200 μ L를 가스 기밀성 주사기로 취하여 GC(GC-14A, Shimadzu Co, Japan)로 이산화탄소 농도를 분석하여 mLCO₂/kg·hr로 나타내었다. 이때 분석조건으로 컬럼은 CTR 1(Alltech, U.S.A), 컬럼온도는 35℃, 이동상은 헬륨을 사용하였으며, 검출기로는 TCD를 각각 사용하였다.

중량감소율

중량감소율은 보관 직후 초기중량에 대한 보관 후 측정된 중량의 차이를 초기중량에 대한 백분율로 나타내었다.

표면색 측정

양송이의 표면 색도는 표준백판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chromameter (CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 원형시료의 표면색은 갖의 상단 중심부위를, 절단시료의 표면색은 절단면 중 갖의 중심부위를 각

각 10개씩 측정하여 L, a, 및 b 값으로 나타냈으며 초기의 L 값에서 측정시의 L 값의 차이를 ΔL 값으로 나타내었다(10).

총페놀함량

양송이의 총페놀 함량은 Coseteng 등(11)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 생 시료 10 g에 80% 메탄올 50 mL를 가하여 균질화 한 후 상온에서 1시간동안 추출하여 Whatman No. 2 여과지로 여과하고 100 mL로 정용하였다. 이 용액 9 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu 용액 1 mL를 첨가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 1 mL 40% NaCO₃(w/v)를 넣어 상온에 1 시간 동안 방치하였다. 이 용액을 3200 g의 속도로 원심분리하여 상등액을 취한 후 분광분석기(V-530, JASCO Co. Japan)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로서 gallic acid(Sigma, Co., USA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

원료 양송이의 보관 중 호흡률 및 중량 감소율의 변화

양송이를 계절별로 수확하여 2℃에서 각각 보관하면서 호흡률 및 중량 변화를 측정하였다(Table 1). 양송이의 호흡률은 수확시기에 따라 차이를 보였는데 보관초기 여름 및 가을에 각각 수확한 양송이의 호흡률은 9.55~10.47 mL CO₂/kg·hr로 봄철 및 겨울철 양송이의 15.14~17.93 mL CO₂/kg·hr 보다 낮았다. 이러한 범위의 호흡율은 Kader(12)가

Table 1. Effects of picking season and postharvest holding time at 2℃ on respiration rate and weight loss of whole mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.).

Picking season	Holding time (day)	Respiration (mL CO ₂ /kg·hr)	Weight loss (%)
Spring	1	17.93±2.79	-
	4	22.27±2.30	0.78±0.18
	7	21.41±3.44	1.72±0.16
Summer	1	9.55±1.97	-
	4	8.92±1.63	1.91±0.30
	7	9.15±0.98	2.55±0.14
Autumn	1	10.47±0.94	-
	4	8.06±1.19	1.53±0.17
	7	9.28±0.96	3.79±0.12
Winter	1	15.14±0.32	-
	4	19.76±2.58	1.63±0.35
	7	18.63±0.24	2.64±0.45

제시한 5°C에서의 호흡률, 60 mg CO₂/kg · hr 보다 다소 낮았으며 이는 시료 및 측정온도의 차이에 기인된 것으로 판단된다. 또한 수확시기가 다른 양송이를 2°C에서 7일간 단기간 보관하면서 호흡률을 비교하였던 바 보관기간에 따라 약간의 차이를 보였지만 전반적으로 보관초기에 비하여 차이가 뚜렷하지 않았다. 이와 같은 결과는 버섯을 10°C에 저장하였을 때 저장초기에 비해 호흡률이 다소 증가 한 반면 1°C에서 저장한 경우 저장초기에 비하여 큰 차이가 없었던 보고(5)와, 저장 중 포장 및 코팅처리한 양송이를 6일 저장하였던 바 호흡률이 저장초기와 유사하였다는 이(13)의 연구결과와 경향이 유사하였다.

한편 양송이의 수확 후 보관 중 중량변화는 수확시기에 따라 큰 차이를 나타냈다. 2°C에서 4일간 보관한 양송이 중 여름철 버섯이 다른 시기에 수확한 버섯에 비해 높은 1.91%의 중량감소를 보였다. 또한 7일 보관된 버섯의 중량감소를 비교하여 보면 봄에 수확한 양송이의 경우 그 감소율이 1.72%로 4일간 보관한 여름철 양송이의 중량감소를 보다도 낮았다. 이러한 차이는 재배 및 수확시기에 따른 양송이의 성장속도와 조직의 치밀도 등의 차이에 의해 버섯 표면으로부터 수분의 증산속도가 다르기 때문이었을 것으로 사료된다.

원료 양송이의 보관 중 표면색 변화

양송이의 품질과 밀접한 관계가 있는 표면 색의 단기보관 중 변화를 조사하였던 바 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 보관 초기 양송이의 표면색상 중 L값은 93.96~94.56으로 수확시기에 따라서 차이를 보이지 않았지만 보관 시에는 수확

Table 2. Hunter color value of whole mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) as affected by picking season and postharvest holding time at 2°C

Picking season	Holding time (day)	L value	a value	b value
Spring	1	93.98 ± 1.35	-0.46 ± 0.34	9.09 ± 1.24
	4	92.33 ± 2.47	-0.17 ± 0.68	11.05 ± 2.62
	7	92.32 ± 2.18	-0.27 ± 0.38	12.11 ± 1.98
Summer	1	93.90 ± 1.50	-0.65 ± 0.22	9.87 ± 0.92
	4	89.09 ± 4.36	0.79 ± 1.26	16.27 ± 3.78
	7	82.74 ± 5.25	2.78 ± 1.77	19.80 ± 2.65
Autumn	1	94.56 ± 0.70	-0.87 ± 0.16	8.69 ± 0.90
	4	93.62 ± 1.08	-0.81 ± 0.14	10.61 ± 1.23
	7	92.41 ± 1.62	-0.68 ± 0.35	12.35 ± 1.93
Winter	1	93.96 ± 1.84	-0.73 ± 0.07	7.48 ± 0.49
	4	93.50 ± 0.84	-1.01 ± 0.12	11.14 ± 1.15
	7	92.87 ± 0.90	-0.88 ± 0.16	11.61 ± 1.15

시기에 따라 차이를 보여 저장 7일후에는 그 범위가 82.74~92.87로 커졌다. Gormley와 Sullivan(14)은 색상 측면에서 상품성이 있는 버섯의 표면 L값을 80 이상으로 제시한 바 있다. 저온보관 중 양송이의 수확시기별 L 값 변화(ΔL)를 보면 봄에 수확한 양송이가 가장 적었고 여름철 양송이가 가장 컸다. 저온에서 7일 보관한 여름 양송이의 ΔL값은 11.16으로 가을, 겨울 및 봄철에 수확한 양송이와 비교하여 각각 5배 이상 되었다. 또한 L 값 이외 a값과 b값 역시 여름철 수확한 양송이가 다른 철에 수확한 양송이에 비해 보관 중 변화가 컸다.

원료 양송이의 보관 중 총 페놀화합물 함량 변화

한편 양송이의 표면색 변화와 관련하여 양송이에 함유된 총 페놀화합물의 함량 변화를 조사하기 위하여 표면 색의 변화가 심하였던 여름철 수확 양송이를 2°C에서 보관하면서 그 함량을 분석하였다(Fig. 1). 양송이의 총 페놀화합물 함량은 보관직후 0.71 ± 0.09 mg/g이었으며 7일 보관 후에는 0.75 ± 0.09 mg/g로 보관기간에 따라 약간의 증가는 있었지만 그 차이는 유의적이지 않았다. 양송이의 총 페놀화합물 함량은 Beaulieu 등(15)이 보고한 1.1 mg/g보다 35% 정도 낮았는데 이는 품종 등 시료의 차이에 의한 것으로 판단된다. 또한 저장 후 양송이의 총 페놀화합물 함량이 초기치보다 약간 높은 값을 보였는데 류 등(8)은 단기 저장 중 그 함량이 지속적으로 증가하는 것으로 보고하였고, Beaulieu 등(15)은 저장 중 양송이의 총 페놀화합물 함량은 일정한 경향이 없이 변화하였으나 전반적으로 저장 전에 비해 다소 높은 값을 나타내었고 보고한 바 있다.

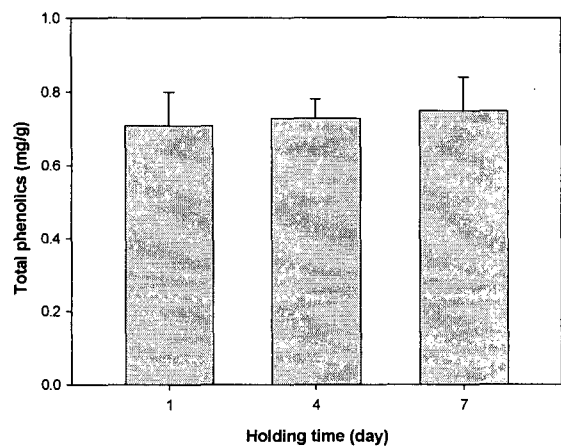


Fig. 1. Total phenolics in whole mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) as affected by postharvest holding time at 2°C.

절단 후 양송이의 표면색 변화

수확시기가 다른 양송이의 보관기간에 따른 신선 편이 가공적성을 색상측면에서 비교키 위해 각각을 절단 처리한 후

갈변이 빠르게 진행되는 초기 일정기간의 표면색을 조사하였으며 그 결과 중 L값은 Fig. 2에 나타내었고, 보관전과 보관후의 갈변진행정도를 비교하기 위한 delta L 값은 Fig. 3에 나타내었다.

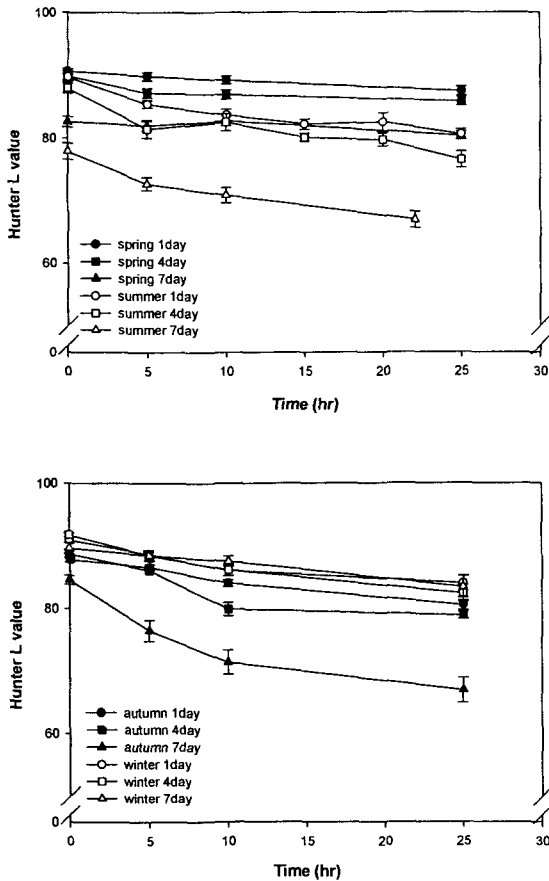


Fig. 2. Hunter L value of sliced mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) at 5°C as affected by picking season and postharvest holding time at 2°C.

절단 직후 양송이의 L값은 원료 양송이에 비해 전반적으로 약간씩 낮았는데 이는 측정부위의 차이에 따른 결과로 판단된다. 한편 양송이를 절단하여 방치시간별로 측정된 L값을 수확시기에 따라 비교하여 보면 여름 및 가을에 수확한 양송이가 봄과 겨울에 각각 수확한 양송이에 비하여 낮았으며, 수확후 보관기간이 길수록 그 값이 낮았다.

또한 절단 양송이의 방치시간에 따른 ΔL 값 변화를 보면 방치시간에 비례하여 전반적으로 증가하는 경향을 보였는데 이러한 경향은 원료 양송이의 수확시기 및 보관기간에 따라 약간의 차이를 보였다. ΔL값 변화를 원료양송이의 수확시기에 따라 비교하면 여름 및 가을철 양송이가 봄철 및 겨울철 양송이에 비해 컸다. 한편 여름철 양송이의 경우 다른 양송이에 비해 ΔL값의 변화가 수확후 보관기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았는데 이는 L값 자체는 수확후 보관기간

에 따라 차이를 보였지만 L값의 변화를 측면에서는 보관기간에 따라 차이가 적음을 의미한다. 전반적으로 수확 직후 절단 처리한 양송이의 경우 표면색은 절단 처리 후 시간이 경과함에 따라 서서히 갈변이 진행되었던 반면 원료상태로 4일 이상 보관하였던 양송이의 경우 절단 즉시부터 절단면이 붉게 변하였으며, 7일 이상 보관하였던 원료상태의 양송이는 표면색 자체가 이미 어느 정도 열화되었거나 절단처리 후 갈변 현상이 신속히 진행되는 것으로 나타나 수확 7일 이후의 양송이는 편이가공용 원료로 사용하기에는 부적합한 것으로 판단되었다.

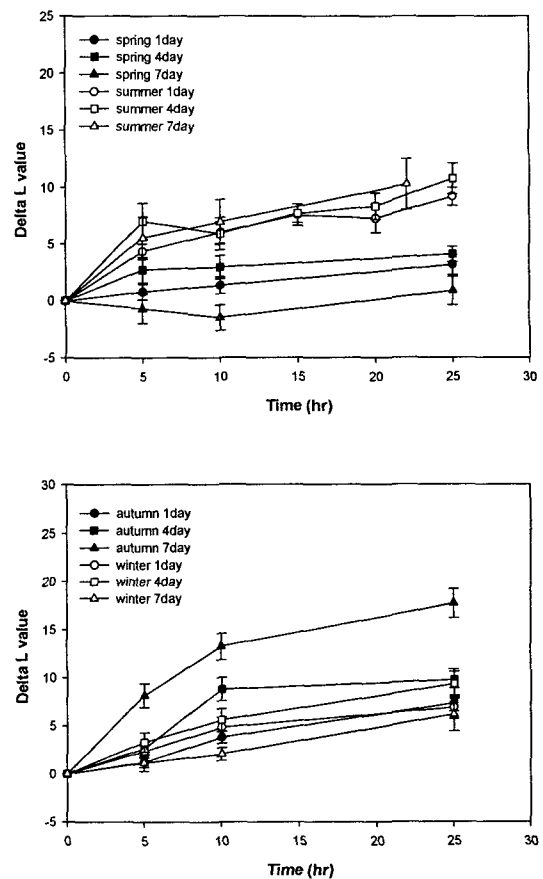


Fig. 3. Delta L value of sliced mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) at 5°C as affected by picking season and postharvest holding time at 2°C.

절단 양송이의 총 페놀화합물함량 변화

편이가공을 위한 절단 처리 시 양송이의 표면색 변화와 양송이에 함유된 총 페놀화합물 함량과의 관계를 조사하기 위하여 갈변이 빠르게 발생한 여름철 양송이를 2°C에서 4일 동안 보관한 후 절단하여 5°C에 보관하면서 총 페놀화합물 함량을 측정하였던 바 그 결과는 Fig. 4와 같다. 절단 처리 직후 양송이의 총 페놀화합물 함량은 0.73±0.05 mg/g으로 원료 양송이와 거의 유사한 수준이었다. 절단처리한 양송이

의 총 페놀화합물 함량은 방치시간별로 큰 차이를 보이지 않았고 25시간후에는 0.68 ± 0.03 mg/g으로 절단처리 직후와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 절단처리한 양송이 표면의 ΔL 은 방치시간이 경과함에 따라 증가하였는데도 불구하고 총 페놀화합물 함량은 거의 변하지 않은 것으로 나타났는데 이는 갈변이 양송이의 표면에서만 주로 진행되었던 반면 총 페놀화합물함량 분석은 양송이 표면을 포함한 육질부 전체를 시료로 사용하였기 때문인 것으로 사료된다.

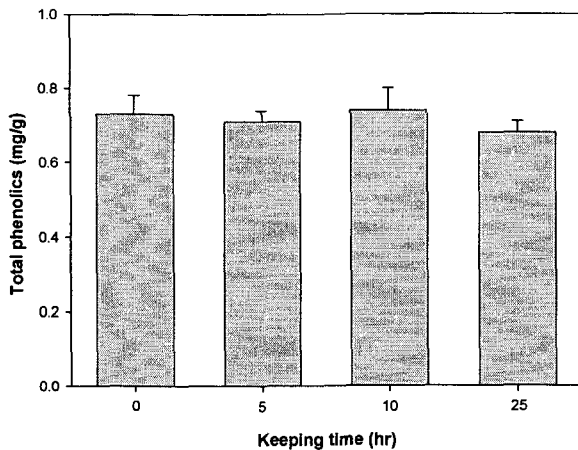


Fig. 4. Total phenolics in sliced summer mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) as affected by keeping time at 5°C.

요 약

원료 양송이의 수확시기 및 보관 기간에 따른 신선편이가공적성을 비교하기 위하여 계절별로 수확한 양송이를 각각 2°C에 보관하면서 주기적으로 일정량씩을 취하여 각각 절단한 후 5°C에 방치하면서 표면의 갈변진행정도와 총 페놀화합물 함량 변화를 조사하였다. 원료 양송이의 호흡률은 여름철 및 가을철에 수확한 것이 9.55~10.47 mLCO₂/kg·hr로 봄철 및 겨울철에 수확한 것에 비해 낮았고, 중량감소율은 봄에 수확한 양송이가 가장 낮았다. 원료상태로 보관한 양송이의 표면색은 여름철 양송이가 가장 빨리 변하였으며, 봄, 가을 및 겨울철에 수확한 양송이는 비슷한 수준을 나타내었다. 절단 처리시 여름철 수확한 양송이가 다른 계절양송이에 비해 표면색 변화가 가장 심하였으며, 7일 이상 보관한 원형 양송이는 절단처리 전 표면색 열화 및 절단처리 후 빠른 갈변으로 인하여 가공적성이 낮았다.

참고문헌

1. 경상남도농업기술원 (2004) 농축산물생산유통정보 [http://www.knrda](http://www.knrda.go.kr/ares/market/m_29.htm)

2. Hong, J.S., Kim, Y.H., Lee, K.R., Kim, M.K., Cho, C.I., Park, K.H., Choi, Y.H. and Lee, J.B. (1988) Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 100-105

3. Huxsoll, C.C. and Bolin, H.R. (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetable. Food Technol., Feb., p.124-128

4. Kim, J.H. and Kim, J.G., Moon, K.D., Sohn, T.W. and Choi, J.U. (1995) Effect of MAP and CA storage on quality of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage. Korean J. Food Preservation, 2, 225-232

5. Villaescusa, R. and Gil, M.I. (2003) Quality improvement of mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. Postharvest Biology and Technology, 28, 169-179

6. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. (1990) Browning and color characteristics in the mushrooms (*Agaricus bisporus*) as influenced by ionizing energy. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 509~513

7. Lee, Y.C. and Lee, K.H. (1988) Effects of blanching, chemical dipping, freezing methods and storage period on quality of frozen mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 536-540

8. Ryu, J.M., Park, Y.J., Choi, S.Y., Hwang, T.Y., Oh, D.H. and Moon, K.D. (2003) Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* Sing) using extracts from natural materials during storage. Korean J. Food Preservation, 10, 11-15

9. Saltveit, Jr. M.E., (1982) Procedure for extraction and analyzing internal gas samples from plant tissues by gas chromatography, HortScience, 17, 878-881

10. Sapers, G.M. and Douglas, F.W. (1987) Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. J. Food Sci., 52., 1258-1262

11. Coseteng, M.Y. and Lee, C.Y. (1987) Change in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. J. Food Sci., 52, 985-989

12. Kader, A.A. (2002) Postharvest biology and technology: An overview, In: Postharvest Technology of Horticultural Crops. Regent of the University of California, CA. USA, p.39-40.

13. Lee, J.S. (1999) Effects of Modified atmosphere packaging on the quality of chitosan and CaCl₂ coated mushroom (*Agaricus bisporus*). Korean. J. Food Sci. Technol., 31, 1308-1314

14. Gormley, T.R. and Sullivan, L.O. (1975) Use of a simple reflectometer to test mushroom quality. Mushroom J., 34,

344-348

15. Beaulieu, M., D'Aprano, G. and Lacroix, M. (2002) Effect of dose rate of gamma irradiation on biochemical quality and browning of mushroom *Agaricus bisporus*. *Radiation Physics and Chemistry*, 63, 311-315

(접수 2004년 8월 17일, 채택 2004년 9월 10일)