

Survey on Packaging Status and Effects of Precooling on the Quality of *Agaricus bisporus*

Min-Sun Chang¹, Da-Uhm Lee¹, Sun-Duk Cho¹, Chang-Sung Jhune²
and Gun-Hee Kim^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

²Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

양송이버섯의 포장실태조사 및 예냉처리가 품질에 미치는 효과

장민선¹ · 이다움¹ · 조순덕¹ · 전창성² · 김건희^{1*}

¹덕성여자대학교 식품영양학과, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

Abstract

This study was carried out to investigate the packaging status of the *Agaricus bisporus* mushrooms and the benefits of storing them after precooling to improve their distribution system using small packages. The packaging status of the *Agaricus bisporus* mushrooms was surveyed at a farm, a department store, a wholesale market, and a supermarket from May to September 2011. The packaging materials that were used were PS, carton, PP, LDPE, PLA, and PVC. The harvested *Agaricus bisporus* mushrooms were precooled at 4°C for three hours and were then stored at 20°C for three days. The weight loss rate of the precooled sample was slightly lower than that of the unprecooled sample; conversely, the L value of the precooled sample was higher than that of the unprecooled sample. The ΔE value was lowest in the precooled sample after packaging. The precooling process effectively prolonged the shelf life and enhanced the quality of the *Agaricus bisporus* mushrooms.

Key words : *Agaricus bisporus*, packaging, precooling, quality

서 론

버섯은 균류 중에서 눈으로 식별할 수 있는 크기의 자실체를 형성하는 무리를 총칭하는 것으로 표고버섯, 느타리버섯, 양송이버섯, 송이버섯 및 팽이버섯 등 우리가 식용으로 하는 대부분의 버섯은 균류 중 담자균류에 속하며 독특한 맛과 질감, 향기 및 약용효과를 지니고 있는 우수한 식품이다(1). 우리나라 버섯의 소비량 추이는 1990년부터 1996년 사이 매년 8.6%씩 증가하였으며(2,3) 수출은 2008년을 기준으로 약 3,145만 달러에 이르고 있다. 그 중 양송이버섯(*Agaricus bisporus*)은 2005년도에 국내 버섯 총생산량의 15%인 2만여 톤이 생산되었으며(4) 수요는 계속 증가되고 있다.

최근 대형유통업체의 국내진출, 대기업의 농산물 유통시

장 참여, 전자상거래와 TV 홈쇼핑 같은 디지털 유통의 도입 등으로 소비자의 농산물 유통환경이 급변하고 있으며, 더욱이 국민소득이 증가됨에 따라 소비자들의 고품질·안전 농산물에 대한 수요가 증가되면서 유통업체들은 일정 등급의 표준규격화 된 신선하고, 안전한 농산물을 공급받기를 희망하고 있다(5). 다른 품목들 중에서 특히 버섯류는 장거리 수송 중 신선도가 크게 저하되기 때문에 장기유통에 적합한 포장방법 개선 등의 노력이 시급한 실정이다.

양송이버섯은 농가에서 수확 직후 저온저장고에 보관하면서 출하 시 expanded polystyrene (EPS) 및 골판지 상자 등에 담아 유통되고, 다시 polypropylene (PP) film bag 및 polyvinyl chloride (PVC) film 그리고 polystyrene (PS) tray 등으로 소포장하여 유통되고 있다(3,6). 유통 중인 양송이버섯의 품질은 갖의 개열, 표면색택, 고유의 향 및 조직감 등으로 평가되며 특히 표면의 변색정도와 갖의 상태를 품질을 평가하는 데 매우 중요한 척도가 된다(7-11). 그러나 활

*Corresponding author. E-mail : ghkim@duksung.ac.kr
Phone : 82-02-901-8496, Fax : 82-02-901-8474

발한 호흡작용과 취약한 조직 등으로 변색 및 미생물에 의한 변패가 쉽게 일어나고, 유통 중 포장재의 눌림 등으로 저장성이 짧아 선도유지에 많은 어려움이 있는 실정이다(12-15). 이러한 문제점을 보완하기 위하여 modified atmosphere (MA) 포장(16-20), 코팅제 처리(3,21), 예냉처리(6,22), 방사선조사(23) 및 저온저장(18,24) 등의 방법이 적용되었다. 그 중 예냉(precooling)은 갓 수확한 농산물을 저장이나 수송하기 직전 포장열(field heat)을 제거함으로써 호흡작용, 효소작용, 추열 및 대사 작용을 지연시키고, 미생물 번식을 억제시키는 등(25-29) 품질 관리에 절대적인 영향을 미치므로 저온유통의 초기 단계에 효과적인 방법으로 사용되고 있다(7).

이에 본 연구에서는 현재 유통 중인 양송이버섯의 포장 실태를 조사하고, 예냉처리를 달리하여 저장 중 품질변화를 분석함으로써 장기유통에 적합한 양송이버섯의 소포장 방법을 개선하고, 선도를 연장시키고자 하였다.

재료 및 방법

포장실태 조사기간 및 조사방법

양송이버섯의 유통 중 포장실태를 조사하기 위하여 2011년 5월~9월까지 양송이버섯 재배농가 4곳, 백화점 3곳, 대형할인마트 3곳 및 슈퍼마켓 2곳 등을 직접 방문하여 포장재질, 포장단위, 작업장 온도 및 예냉방법 등에 대하여 조사하였다.

재 료

본 실험에 사용한 양송이버섯은 백색종으로 경기도 용인시 농가에서 재배되어 8월에 수확하였으며 수확 직후 2 kg EPS 상자에 포장한 상태로 실험실로 운반하여 외관 상태와 모양이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다.

예냉처리 및 저장

양송이버섯은 예냉과 포장의 순서를 달리한 두 가지 방법으로 수행되었으며 첫 번째 방법은 양송이버섯을 실험실로 옮긴 직후 EPS 상자에 담겨진 상태로 4℃ 냉기온도에서 3시간동안 차압예냉을 실시하고, 그 후 포장하였다. 이때 사용한 포장재는 실태조사 시 가장 일반적이며 유통 시 시료 부딪힘 현상이 적은 PS tray를 사용하였으며 양송이버섯을 약 200±10 g씩 담고, PVC film으로 wrapping하였다. 두 번째 방법은 양송이버섯을 첫 번째 방법과 같은 조건으로 먼저 포장을 한 후 예냉하였다. 대조구로서 예냉하지 않은 버섯을 사용하였으며 모든 처리구는 20℃에서 3일간 저장하며 품질변화를 측정하였다.

중량감소를

초기중량과 일정기간 경과 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

표면색도

표면색은 표준백판(L=97.40, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chromameter (CR-400, Minolta Co, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 시료 갓의 상단 중심부위를 10반복으로 Hunter 색차계인 L, a 및 b값을 측정하였다. 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

호흡율

양송이버섯의 호흡율은 시료를 일정부피(1 L)의 용기에 넣고 밀폐하여 20℃에서 일정시간 방치한 후 head space 기체를 가스 기밀성 주사기로 취한 후 Oxygen/Carbon Dioxide Headspace Analyzer (Model 6600, Illinois Instruments, Inc, USA)를 이용하여 분석하여 mg CO₂/kg · hr로 나타내었다.

경 도

저장기간 중 양송이버섯의 경도측정은 Texture Analyser (LLOYD Instrument, Ametek, Inc, UK)를 이용하여 depression limit 10 mm, test speed 50 mm/min, trigger 0.1 N의 조건에서 측정하였다.

결과 및 고찰

포장실태

유통 중인 양송이버섯의 포장실태조사 결과는 Table 1과 같다. 농가의 경우 당일 수확된 양송이버섯을 2 kg씩 EPS 또는 골판지 상자에 포장하여 경매장으로 냉장 운송되고 있었다. 그러나 상온에서 경매가 이루어지는 동안 버섯의 품질이 다소 저하되는 문제점을 보였다. Y 및 B 지역의 농가에서는 품질이 뛰어난 특상품 양송이버섯을 EPS 상자에, 크기가 작거나 약간의 갈변이 진행된 보통~상 정도의 양송이버섯을 골판지 상자에 포장하였으며 G 및 D 지역의 경우는 골판지 상자만 이용하여 포장 후 유통하였다. 조사한 농가 4곳 모두 2 kg의 EPS 또는 골판지 상자에 양송이버섯을 담은 후 출하 전 0~4℃ 저장고에서 예냉처리를 하고 있었으며 예냉시간이 특별히 정해져있지는 않았다.

백화점, 대형할인마트 및 슈퍼마켓 등의 경우 모두 별도로 자체 소포장을 하여 판매되고 있었으며 그 중 백화점에서 유통 중인 양송이버섯의 포장형태는 주로 비닐포장, 용

기+랩포장 그리고 친환경 생분해성 용기로 포장지 라벨에 제조일자와 건넨소 보관 등과 같은 보관방법이 추가로 기재되어 상온에서 판매되고 있었다. 대형할인마트의 경우 주로 비닐포장과 용기+랩포장으로 상온에서 판매되고 있었으며 특히 판매일로부터 1일 후 등과 같이 진열기한이 기재된 경우도 있었다. 또한 소비자가 원하는 만큼의 양송이버섯을 직접 비닐봉지에 담아 판매되는 경우도 있었으나 이는 양송이버섯이 외부조건에 그대로 노출되어있고, 양송이버섯의 표면에 손이 닿으면서 빠른 품질변화를 초래할 가능성이 높은 것으로 조사되었다. 특히 대형할인마트 EM에서는 구이용 양송이버섯을 구분하여 따로 판매하고 있었으며 hole이 2개 있는 PP film bag으로 포장되어 있었다. 슈퍼마켓의 경우 포장형태는 용기+랩포장으로 냉장온도에서 판매되고 있었다.

버섯의 중량감소율의 변화가 적었다. 특히 예냉 후 포장한 처리구보다 포장 후 예냉처리한 양송이버섯의 중량감소율이 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 신선 농산물의 예냉처리는 품온 강하에 의한 호흡 및 증산 등의 대사작용을 억제함으로써 중량감소율을 억제하는 것으로 보고되고 있다(30). Kim 등(6)은 양송이버섯을 예냉 후 EPS 상자에 포장한 결과 예냉처리에 의한 품온강하로 중량감소 억제에 효과적이었다고 보고하였으며 Beik 등(26)은 큰느타리버섯에 대하여 예냉처리한 것이 예냉처리를 하지 않은 것에 비하여 중량감소율이 낮았다고 보고하였다. 또한 Park(31)은 포도에 대하여 예냉처리에 따른 중량감소율을 살펴본 결과 예냉 후 4°C에서 저장한 처리구에서 가장 낮았다고 보고하였으며 Choi 등(32)은 미나리를 이용하여 예냉의 효과를 살펴본 연구에서 예냉처리구의 미나리의 중량감소가 거의 일어나

Table 1. Status of packaging types by different production areas of *Agaricus bisporus*

Production area		Packaging type	Weight	Storage temperature
Farm	Y	EPS ¹⁾ , Carton box		
	G	Carton box	2 kg	Room temperature
	D	Carton box		
	B	EPS, Carton box		
Department store	S	PP ²⁾ film bag		
	H	PP film bag	210 g	
		PLA ³⁾ tray + PVC ⁴⁾ film	170 g	
	L	PLA tray + PVC film	120 g	
Wholesale market	HP	PS ⁵⁾ tray + PP film	150 g	Room temperature
		Film bag	100 g	
	EM	LDPE ⁶⁾ film bag	180 g	
			480 g	
HM	PS tray + PVC film	180 g	150 g	
	PP film bag(2 holes)	150 g		
Supermarket	1	PS tray + PVC film	140 g	Refrigeration temperatures
	2	PS tray + PVC film	170 g	

¹⁾EPS; expanded polystyrene, ²⁾PP: polypropylene, ³⁾PLA; poly lactic acid, ⁴⁾PVC; polyvinyl chloride, ⁵⁾PS; polystyrene, ⁶⁾LDPE; low density polyethylene

농가를 제외한 백화점, 대형할인마트 그리고 슈퍼마켓의 양송이버섯 포장형태는 PP와 low density polyethylene (LDPE) film bag, PS tray+PVC film 그리고 poly lactic acid (PLA) tray+PVC film 등의 소포장 형태로 포장용기 및 재질에 차이를 보였다(Fig. 1). 또한 소비자가 직접 봉지에 담은 경우를 제외한 경우 보통 100~220 g의 양송이가 포장되어 판매되고 있었다. 백화점과 대형할인마트에서는 주로 상온 보관으로 저장기간이 짧고, 소비자의 당일구매가 이루어지지 않을 경우 갈변, 갓 개열 등의 품질변화의 우려가 있었다.

중량감소율

예냉처리에 따른 양송이버섯의 중량감소율의 변화는 Fig. 2와 같다. 저장일이 경과할수록 중량감소율은 전반적으로 증가하였으며 무예냉 처리구보다 예냉처리한 양송이

지 않은 반면, 무처리구의 미나리는 저장기간이 길어질수록 감소율이 현저하였다고 보고하는 등 본 연구결과와 유사하였으며 이는 예냉처리가 저장기간이 경과할수록 중량감소를 낮추는데 효과적인 것으로 판단된다.

표면색도 및 외관의 변화

버섯의 경우 품질은 갓의 개열, 고유의 향기 그리고 줄기나 갓 부분의 색택에 의하여 판단하게 되며 특히 버섯과 같은 생체 식품의 경우 저장 중에는 polyphenol oxidase (PPO)에 의한 갈변으로 품질 저하를 가속시키는 것으로 보고되고 있다(7). 본 연구에서 예냉처리에 따른 양송이버섯의 L값은 저장일이 경과함에 따라 전반적으로 감소하였으며 예냉처리한 양송이버섯이 예냉처리를 하지 않은 양송이보다 더 높은 L값을 나타내었다(Fig. 3). 그리고 예냉과

Farm



Department store



Wholesale market



Supermarket



Fig. 1. Packaging types by different production areas of *Agaricus bisporus*.

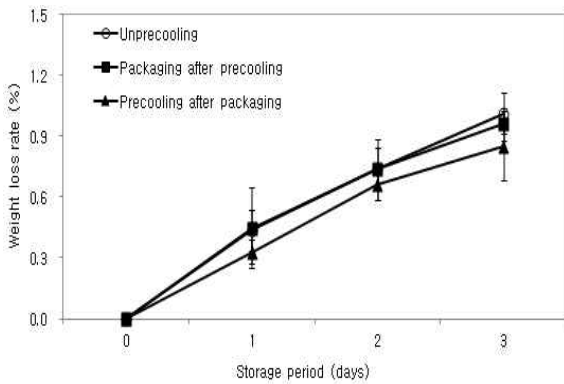


Fig. 2. Changes of the weight loss rate of *Agaricus bisporus* by different precooling process during storage at 20°C.

포장의 순서를 달리한 양송이버섯 중에서 포장 후 예냉처리를 한 양송이버섯의 L값이 저장 3일째 88.69로 예냉 후 포장한 양송이버섯보다 다소 높은 값을 유지하였다. 양송이버섯의 포장실태조사에서 수확 후 골판지 및 EPS 상자에 담은 후에 예냉처리를 하거나 혹은 수확 후 바로 예냉처리한 다음 포장을 하는 경우가 있었는데 본 연구에서 두 가지 방법으로 포장과 예냉의 순서를 달리하여 실험해본 결과 예냉처리로 인한 저장 중 품질유지에 두 경우 모두 효과적이었으나 포장 후에 예냉처리를 한 양송이버섯의 품질이 다소 높은 것으로 조사되었다. 표면색택의 값을 이용하여 ΔE값을 비교한 결과 예냉처리를 하지 않은 양송이버섯의

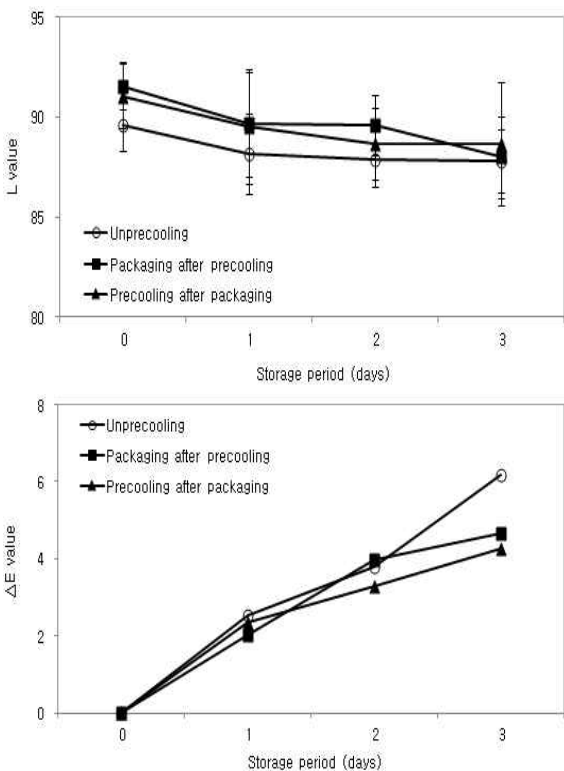


Fig. 3. Changes in the L and ΔE value of *Agaricus bisporus* by different precooling process during storage at 20°C.

경우 저장 3일째 6.18이었던 반면 예냉처리를 한 양송이버섯은 4.27~4.66으로 나타났다. 또한 L값과 마찬가지로 포장 후 예냉처리를 한 양송이버섯의 ΔE값이 4.27로 예냉 후 포장한 양송이버섯의 ΔE값 4.66보다 낮은 값을 나타내어 전반적인 색 변화가 가장 적었다. 이는 예냉처리가 양송이버섯의 색 변화 억제에 효과가 있다고 보고한 Nahmngung 등(7)의 연구와도 일치하였다.

저장 3일째 모든 처리구의 양송이버섯이 갈변되었으나 예냉처리에 따른 외관의 큰 변화는 적었다(Fig. 4). 그러나 개봉 시 무예냉처리한 양송이버섯에서 이취가 발생하였으며 예냉처리를 한 경우는 양송이버섯 특유의 향이 유지되었다.



Fig. 4. Photographs of the appearance of *Agaricus bisporus* by different precooling process after 3 days of storage at 20°C.

호흡율

양송이버섯은 유통과정 중 신선도를 연장시켜 상품성을 유지하기 위하여 품온을 낮추어 호흡속도를 지연시키는 것이 중요하다(6). 본 연구에서 양송이버섯은 예냉하지 않은 경우 저장 3일째에서 167.21 mg CO₂/kg · hr로 예냉처리한 경우보다 높은 호흡율을 나타냈으며(Fig. 5) 이는 양송이버섯을 예냉한 경우 호흡속도가 억제된 연구(7)와 유사하였다. 예냉처리한 양송이버섯의 경우 호흡율이 다소 지연되었으며 특히 포장 후 예냉처리한 양송이버섯의 저장 3일째 호흡율이 137.21 mg CO₂/kg · hr로 예냉처리 후 포장한 경우의 142.57 mg CO₂/kg · hr 보다 다소 낮은 값을 보였다.

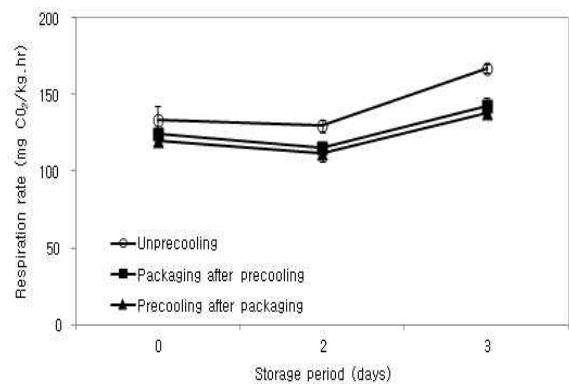


Fig. 5. Changes in the respiration rate of *Agaricus bisporus* by different precooling process during storage at 20°C.

경도

예냉처리에 따른 양송이버섯의 경도변화는 Fig. 6과 같다. 저장일이 경과함에 따라 경도는 전반적으로 감소하였으며 저장 3일째 무예냉처리한 양송이버섯의 경도가 16.44 N였으며 예냉처리 후 포장한 양송이버섯은 14.82 N 그리고 포장 후 예냉처리한 양송이버섯은 14.85 N으로 예냉처리에 따른 뚜렷한 효과는 없는 것으로 나타났다.

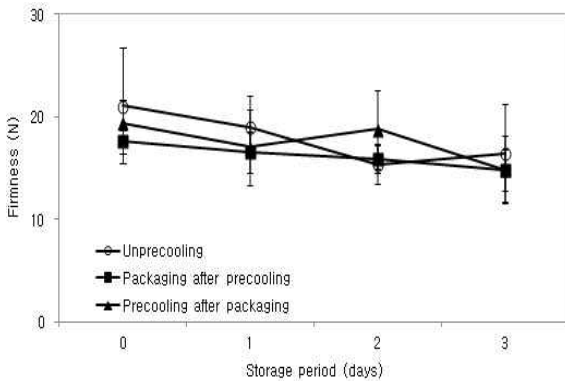


Fig. 6. Changes in the firmness of *Agaricus bisporus* by different precooling process during storage at 20°C.

요약

양송이버섯의 유통 시 문제점 및 포장상태를 파악하기 위하여 2011년 5월~9월에 양송이농가, 백화점, 대형할인마트 및 슈퍼마켓 등을 직접 방문하여 유통 중 포장상태를 조사하였다. 양송이버섯 농가에서는 수확 당일 약 2 kg씩 EPS 및 골판지 상자를 이용하여 유통하였으며 백화점, 대형할인마트 및 슈퍼마켓에서는 필름 및 용기를 사용하여 자체 소포장을 하여 슈퍼마켓을 제외한 곳에서 모두 상온에서 판매되고 있었다. 이러한 실태조사 내용을 참고하여 양송이버섯의 예냉실험을 실시한 결과 예냉처리 하지 않은 경우보다 예냉처리를 한 양송이버섯의 중량감소를 및 색도의 변화가 적었으나 예냉처리에 따른 경도의 차이는 크게 없었다. 예냉처리에 대하여 포장과 예냉의 순서를 달리한 경우 선 포장, 후 예냉처리를 한 양송이버섯에서 품질변화가 더욱 적어 효과적이었으며 앞으로 양송이버섯의 장기 선도유지를 위하여 새로운 소포장기술 등의 연구가 추가로 진행될 필요가 있다고 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업의 연구비 지원(PJ906939042011)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Yim SB, Kim MO, Koo SJ (1991) Determination of dietary fiber contents in mushrooms. Korean J Food Cook Sci, 7, 69-76
2. Kim KP (1998) Kinds of cultivated mushrooms and prospect. Mushroom Sci, 2, 4-11
3. Lee JS (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
4. Ministry of agriculture and forestry (2005) Agriculture and forestry statistical yearbook. Republic of Korea, p 77-93
5. Yun HS, Park HM, Chung H, Lee HD, Kim YG (2007) The effects of washing machine to the quality of grapes. Korean Soc Agri Machinery, 12, 228-232
6. Kim BS, Park SY, Chang MS, Kwon AS (2007) Effect of prolongation by precooling treatment and improved packing of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Korean J Food Preserv, 14, 109-112
7. Nahmgung B, Kim BS, Kim OW, Chung JW, Kim DC (1995) Freshness keeping of Shiitake mushroom by vacuum cooling. Agric Chem and Biotech, 38, 345-352
8. Stefan TM, Beelman RB (1996) Growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* in fresh packaged mushrooms (*Agaricus bisporus*). J Food Protec, 59, 819-826
9. Bartley CE, Beelman RB, Winnett JR (1991) Factors affect colour of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) prior to harvest and during postharvest storage. Mushroom Sci, 13, 689-694
10. McGary A, Burton KS (1994) Mechanical properties of the mushrooms (*Agaricus bisporus*). Mycol Res, 98, 241-245
11. Anantheswaran RC, Beelman RB (1995) Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J Food Sci, 60, 334-340
12. Kader AA (1985) Postharvest biology and technology an overview. In: Postharvest Technology of Horticultural Crops. The regents of the university of California, Division of Agriculture and Natural Resource, CA, USA, p 3-8
13. Warwick MG, Tsureda A (1997) The interaction of the soft rot bacterium *Pseudomonas gladioli* pv. *agaricicola* with Japanese cultivated mushrooms. Can J Microbiol, 43, 639-648

14. Lee CY, Whitaker JR (1995) Enzymatic browning and its prevention. In: Enzymatic browning in fruits. American Chemistry Society, Washington DC, USA, p 9-22
15. Dennis PM, Lenoard NM (1975) Effect of storage temperature on postharvest changes in mushrooms. J American Soc Hort Sci, 100, 16-19
16. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM (2006) Effects of packaging treatment on quality of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) during storage. Korean J Food Preserv, 13, 1-7
17. Kim JH, Kim JK, Moon KD, Shon TH, Choi JU (1995) Effect of MAP and CA storage on quality mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage. Korean J Post-harvest Sci Technol Agri Products, 2, 225-232
18. Gormley TR (1975) Chill storage of mushroom. J Sci Food Agric, 26, 401-411
19. Lopez-Briones G, Varogaux P, Chambroy Y, Bouquant J, Bureau G, Pascat B (1992) Storage of common mushroom under controlled atmospheres. Intl J Food Sci Technol, 27, 493-505
20. Taghizadeh M, Gowen A, Ward P, O'Donnell CP (2010) Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in different packaging films. Innovative Food Science and Emerging Technol, 11, 423-431
21. Hershko V, Nussinovitch A (1998) Relationships between hydrocolloid coating and mushroom structure. J Agric Food Chem, 46, 2988-2997
22. Kim BS (1994) Development of precooling system and its related technology for fruits and vegetables. Korea Food Institute, E1291-0530, p 267
23. Beaulieu M, D'Arano G, Lacroix M (2002) Effect of dose rate of gamma irradiation on biochemical quality and browning of mushrooms *Agaricus bisporus*. Radiation Physics and Chemistry, 63, 311-315
24. Leixuri A, Jesus MF, Catherine BR, Helen G (2008) Assessing the effect of product variability on the management of the quality of mushrooms (*Agaricus bisporus*) Postharvest Biol and Technol 49, 247-254
25. Brosnan T, Sun D (2001) Precooling techniques and applications for horticultural products-a review. Int J Refrigeration, 24, 154-170
26. Beik KY, Lee YK, Kim JW, Park IS, Kim SD (2009) Effects of vacuum precooling on shelf life of *Pleurotus eryngii* during PE packaging storage. Korean J Food Preserv, 16, 166-171
27. Ansari FA, Afaq A (1986) Precooling of cylindrical food products. Int J Refrigeration, 9, 161-163
28. Fikiin AG (1983) Investigating the factors of intensifying fruits and vegetable cooling. Int J Refrigeration, 6, 176-181
29. Jung EC (1995) The precooling and related technology of fruits and vegetables. Korean J Postharvest Sci Technol, 2, 303-313
30. Lee HJ, Seo JA, Choi JH, Lee KD, Jeong MC (2010) Effect of plastic container vent ratio on strawberry quality during precooling and storage. Korean J Food Preserv, 17, 581-585
31. Park S (2003) Storage enhancement of grape through precooling process. Korean J Food Sci Technol, 35, 1093-1097
32. Choi DJ, Kim CB, Lee SH, Yoon JT, Choi BS, Kim HK (2000) Effects of precooling and packaging film materials on quality of water dropwort (*Oenanthe stolonifera* DC.) at low temperature storage. J Kor Soc Hort Sci, 41, 379-382