

진공예냉에 의한 표고버섯의 선도 연장

김병삼 · 남궁배 · 김의웅 · 김동철

한국식품개발연구원

Freshness Keeping of Shiitake Mushroom by Vacuum Cooling

Byeong-Sam Kim, Bae Nahmgung, Oui-Woung Kim and Dong-Chul Kim

Korea Food Research Institute

Abstract

Vacuum cooling were carried out for freshness keeping of shiitake mushroom. Shiitake mushroom was cooled within 30 minutes from 20.5°C to 0.5°C by vacuum cooling, and then temperature drop of 6.6°C per weight loss of 1% was taken place during precooling. Weight loss, surface discoloration and softening were reduced by precooling. Judging from organoleptic properties such as cap opening, discoloration, texture and off-flavor, shelf-life of precooled mushroom was lengthed by 20% than that of non-treated mushrooms. Considering effect of packing material on freshness of shiitake mushroom after precooling, weight retention, hardness and organoleptic properties of mushroom packed with PVC wrap were superior to those packed in carton box.

Key words: vacuum cooling, shiitake mushroom, freshness

서 론

현재 우리나라에서 식용으로 이용하고 있는 버섯은 수십여종에 달하며 이들중 대부분은 야생 상태로 자라며 1965년경부터 정부에서는 농가 소득 향상을 위한 대책 일환으로 느타리버섯, 양송이버섯 및 표고버섯의 인공 재배법이 농가에 널리 보급되면서 식용으로 많이 이용되고 있으며 국내에서 생산되고 있는 주요 버섯은 표고(*Lentius edodes*), 양송이(*Agaricus bisporus*), 느타리(*Pleurotus ostreatus*), 송이(*Trichoma masutake*), 팽이(*Flammulina verutipes*), 짜리(*Ramatia botrytis*), 능이(*Saccodonas paratus*), 영지(*Ganoderma lucidum*) 등이 있다⁽¹⁾.

버섯류의 영양성분은 일반 과채류와 같이 단백질 및 지질의 함량이 낮은 반면 섬유질, 무기질 및 비타민류 등 특수 영양소가 다량 함유되어 있다. 당질은 주로 trehalose 등의 당류와 mannitol 등 당알코올로서 에너지원이 아닌 정미 성분이며 무기질의 조성은 인 함량이 낮고 칼륨의 양이 많아 알칼리성 무기질 조성을 나타내고 있으며 또한 미량의 필수 영양소인 아연의 함량이 높다. 비타민류는 과채류와는 달리 프로비타민 A인 카로틴과 비타민 C가 함유되어 있지 않으나 비타민 B₁, B₂ 및 나이아신이 다량 함유되어 있으며 특히 나이아신은 과

채류의 9배에 달하고 있으며 프로비타민 D인 ergosterol이 다량 함유되어 있다. 최근에는 버섯 성분에 의한 혈청 콜레스테롤 저하작용, 장내세균의 활성화 작용, 면역증강작용에 의한 암세포 억제작용 및 바이러스 억제작용 등 생리적으로 유효한 약리작용이 계속 밝혀지고 있다⁽²⁾.

버섯이 영양학적 특성에 있어서 우수함에도 불구하고 조직이 취약하고 호흡작용이 왕성하여 생체 상태로서는 유통에 많은 제약성을 갖고 있으며 이는 과다 생산시 생산 농가에 있어 큰 문제점으로 지적되고 있으며 소비자로서도 품질 좋은 버섯의 섭취를 제한하고 있다. 특히 하절기와 같은 경우 생체 버섯의 유통 기간은 품종에 따라서 약간의 차이는 있으나 대개 2~3일이면 관능적으로 크게 저하하여 상품으로서의 가치를 상실하게 된다. 특히 버섯의 품질은 갖의 개열, 색깔 및 고유의 향기 등을 중심으로 판별하게 되는데 이들 특성들이 대부분 유통 환경중에서도 온도의 영향을 지배적으로 받게되어 현재와 같이 온도 관리 체계가 미흡한 상태에서 버섯의 신선도 유지는 어려운 실정이다. 현재 버섯의 유통 실태를 보면 생산자가 이른 아침부터 수확하여 PVC 콘테이너 박스 또는 골판지 박스에 소포장하여 그늘에 보관하거나 저온저장고에 보관하다가 저녁에 도매시장에 출하하게 되며 대개 밤 10~11시 사이에 경매가 이루어지게 되며 익일 다시 백화점이나 소매상들에게 재분배되어 판매되는데 백화점에서의 판매는 대부분이 15°C 이하의 저온에서 유통이 되고 있으나 그 외 소매상에서의 유통은 상온하에서 이루어지기 때문에 갈변과

Corresponding author: Byeong-Sam Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-city, Kyeonggi-do, 463-420 Republic of Korea

갓의 개열 등이 심하여 관능적으로 열악한 제품이 판매되고 있다. 한편 부분적으로 백화점등과의 계약에 의하여 오전에 수확하여 바로 백화점에 납품하면 백화점에서는 polystyrene tray에 100~200g 정도 담아 PVC wrapping을 하여 판매하게 된다. 그러나 백화점에서 판매되는 버섯 역시 2~3일 후에 살펴보면 선도가 많이 저하한 것을 볼 수 있는데 이러한 제품들이 그대로 진열대에서 판매되고 있다. 여기서 또 한가지 문제는 일반 소비자가 버섯의 품질을 판단할 수 있는 지식이 부족하고 수확 당시의 버섯 상태에 대해서도 잘 모르기 때문인데 생산자의 보호도 중요하지만 소비자가 신선한 식품을 구매할 수 있는 권리도 보장해주는 것이 필요하며 앞으로 소비자의 구매 수준이 향상될수록 버섯과 같이 취약한 품목은 선도 관리에 크게 주의를 요하게 될 것이다.

지금까지 버섯의 신선도 연장에 대한 연구는 저온저장, MA저장 및 예냉처리 등에 관하여 일부 보고되고 있으나⁽¹⁻¹²⁾ 아직까지 국내에서는 버섯류의 예냉 처리에 따른 선도 연장에 관한 보고가 전혀 없고 특히 외국의 연구 보고는 대부분이 양송이 버섯에 관한 것이 대부분이어서 국내에서 효율적으로 사용하기 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 여름철에 생산되는 표고버섯의 신선도 연장을 위하여 청과물의 선도연장에 효율적으로 사용하고 있는 진공예냉 기술을 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

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

진공예냉 및 전처리

버섯은 실험실로 옮긴 직후(40분 이내) 골판지 박스에 담겨진 상태로 한 batch에 30 kg씩을 진공예냉장치를 이용하여 표면온도 0.5℃까지 냉각한 후 10℃로 조절된 항온실에서 포장하여 1, 13℃ 및 20~25℃부근의 실온에서 저장하였다.

사용된 진공예냉장치의 진공조는 가로 720 mm, 길이 530 mm, 높이 1,050 mm이고 진공펌프의 배기량은 350 l/min, 쿨드트랩의 표면온도 -6℃, 냉동능력은 2마력이며 1 batch에 열채류 30 kg을 처리할 수 있는 규모였다. 또한 포장방법은 현재 유통되고 있는 형태를 반영하여 polystyrene tray(가로 18.5 cm×세로 12.5 cm×높이 1.5 cm)에 170~180g씩 담아 PVC wrap으로 wrapping한 것과 4 kg씩 골판지 포장한 것을 사용하여 포장에 따른 차이를 비교하고자 하였다.

온도의 측정

버섯의 중심부의 온도, 진공조의 온도, 습구 온도의 측정은 데이터로거(Model 1200 series, Grant Instru-

nts Ltd, England)를 이용하여 측정하였으며, 버섯의 표면 온도는 Infrared thermometer(CT-30, 株式会社그스, 日本)를 이용하여 비접촉식으로 측정하였고 중심부는 직경 0.3 mm의 thermocouple(Cu-Con)을 중심부에 삽입한 후 실리콘 접착제로 표면의 접촉 부위를 밀봉하여 외부의 영향을 배제시킨 다음 측정하였다.

호흡량 측정

Couture 등⁽¹³⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉 김 등⁽¹⁴⁾이 행한 바와 같이 별도로 제작한 아크릴 용기에 일정량의 버섯을 담고 일정 간격으로 포집한 가스를 가스크로마토그래프(Shimadzu GC-15A, Japan)을 이용하여 정량분석하였다. 이 때 사용된 칼럼은 Carbosieve S-II(80~100 mesh), carrier gas는 helium, detector는 TCD를 사용하였다. 그리고 injector와 detector의 온도는 각각 230 및 250℃로 조절하였으며 운전은 35℃/6 min-32℃/min-225℃/6 min와 같이 행하였다.

중량변화

일정 간격으로 중량 변화를 측정하여 초기 중량에 대한 감도 정도를 다음과 같이 환산하여 나타내었다.

$$\text{Rate of weight retention(\%)} = \frac{W_t}{W_i} \times 100$$

여기서 W_i 는 저장 초기의 중량, W_t 는 일정 기간 저장한 후의 중량이다.

경도

버섯의 경도는 레오미터(SUN Rheometer, CR-200D, SUN Scientific Co., Ltd, Japan)를 이용하여 측정하였다. 경도 측정용 시료의 조제 및 측정은 먼저 줄기를 자른 다음 갓의 중심부를 중심으로 직경 15 mm의 원형으로 자른 다음 상부에서 압축하여 측정하였다. 측정시 pressure sensor rod는 No. 5(직경 5 mm)를 이용하였으며 이 때 plate의 상향 속도는 50 mm/min, 침입 깊이는 5 mm로 하였다.

관능검사

관능검사는 아래 기준에 의거 갓의 변색, 조직감, 이취, 갓의 개열 등에 대하여 7인의 판넬 요원에 의하여 9점 척도법⁽¹⁵⁾으로 평가하였으며 검사 결과는 SAS program⁽¹⁶⁾을 이용하여 통계학적으로 분석하였다.

9, Excellent, 수확 직후의 신선한 상태, 뒷면 갓이 하얗고 조직이 단단하며 탄력이 좋음, 특별한 흠이 없는 상태임.; 7, Good, 뒷면 갓의 색택이 약간 변색이 시작됨. 전체적으로 보아 초기에 비하여 품질이 차이는 없으나 뒷면 갓이 약간 개열되고 선도가 약간 저하하였으나 판매에는 별 영향이 없음.; 5, Fair, 전체적으로 선도가 많이 저하하였으나 몇개를 골라내면 상품성에 별로 영향이 없음. 뒷면 갓이 상당히 갈색으로 변하였고 조직의

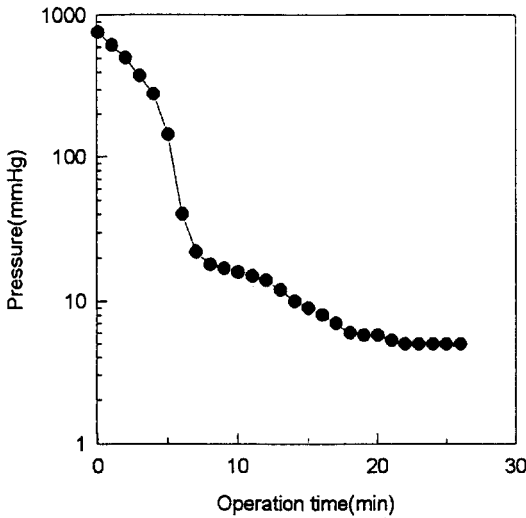


Fig. 1. Change of pressure in vacuum chamber during vacuum cooling of shiitake mushroom

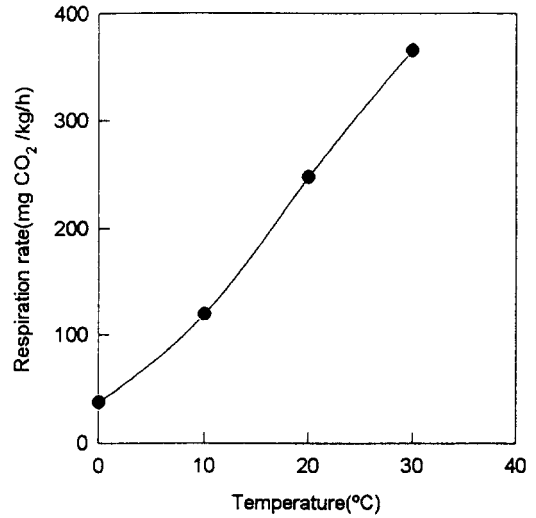


Fig. 3. Change of respiration rate of shiitake mushroom at different temperatures

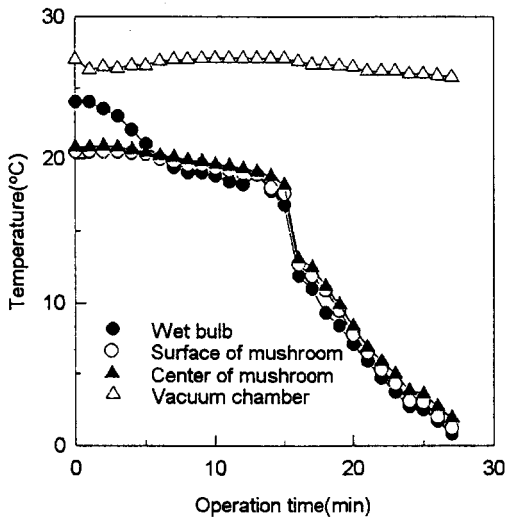


Fig. 2. Cooling curve of shiitake mushroom during vacuum cooling

탄력이 약함. 3; Unsalable, 먹을 수 없는 정도로 조직이 물러지고 뒷면 갖의 변색이 심하다. 판매할 수 없음.; 1, Unusable, 변색, 조직 연화, 이취 등이 아주 심하여 먹을 수 없음.

결과 및 고찰

진공예냉 특성

Fig. 1과 2는 표고버섯의 진공예냉시 진공조의 압력 변화와 버섯의 냉각 과정을 각각 나타낸 그림이다. 그

림에서 보면 진공 예냉 과정중 진공조의 압력 변화는 20 mmHg 부근까지는 급격히 감소하다가 그 이후는 완만히 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 Fig. 2의 냉각 곡선에서 보면 표고버섯의 경우 진공조의 압력이 강하함에 따라 버섯의 온도는 동시에 강하하게 되는데 20 mmHg 부근까지 강하할 때까지는 서서히 강하하다가 그후 점점 강하 속도가 빨라지며 10 mmHg 이하로 내려가면서부터 급격히 강하하게 된다. 표면 온도 20.5°C에서 0.5°C까지 내리는데 소요되는 시간은 28분 정도로 30분 이내에 예냉을 완료할 수 있었다. 또 그림에서 보면 습구 온도는 버섯의 표면 온도에 비하여 0.5°C 정도 더 낮은 온도를 기록하게 되며 버섯의 중심부의 온도는 표면 온도보다 약 0.5°C 정도 더 높게 나타났다. 일반적으로 습구 온도는 표면 온도보다 항상 0.5°C 정도 높게 나타나기 때문에 습구 온도를 측정함으로써 피예냉물의 표면 온도를 추정할 수 있어 피예냉물의 표면 온도를 직접 측정하지 않고도 습구 온도만으로도 피예냉물의 과냉각에 따른 동결을 방지할 수가 있다⁽¹⁷⁾. 보통 열채류를 진공예냉할 경우 습구 온도는 진공조의 압력이 17 mmHg 부근에 도달할 때까지는 하강하다가 재상승후 다시 하강하는 것으로 보고되고 있는데⁽¹⁷⁾, 표고버섯의 경우는 그러한 현상은 관찰되지 않았다. 진공예냉시 청과물의 품온 강하는 수분 증발시 빼앗기는 증발잠열에 상당하는 만큼의 온도강하가 일어나게 되며 주로 표면적이 큰 열채류의 경우 그 효과가 큰 것으로 보고되고 있으며 두께가 두꺼운 청과물의 경우는 심부에서의 온도강하는 표면으로부터의 열의 전도에 의해서만 가능하기 때문에 보통 표면에 비하여 높은 값을 나타내는 것으로 알려져 있다. 그러나 버섯의 경우 두께가 얇고 조직이 상대적으로 치밀하지 않으며 수분 함량이 높기 때문에 표면과

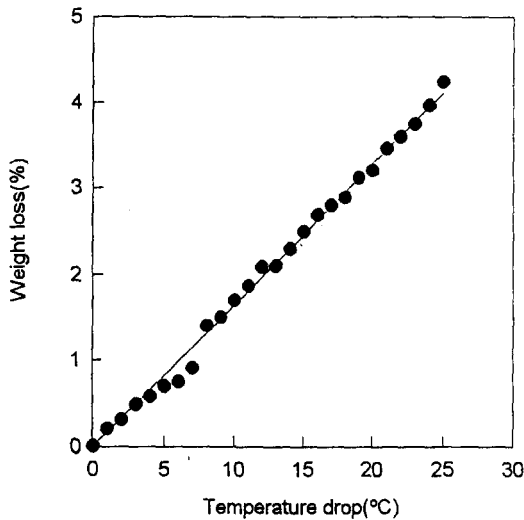


Fig. 4. Relationship between temperature drop and weight loss during vacuum of shiitake mushroom

심부의 온도에 큰 차이가 없었다.

이러한 버섯은 고함수율의 생체 식품으로 수확후의 호흡작용이 왕성하다. 이에따라 산소를 소비하고 탄산가스를 배출하게 된다. 버섯은 호흡량이 엽채류나 딸기 등과 비슷하거나 종류에 따라서는 더 높기도 하여 호흡작용이 왕성한 작물이다. 이 호흡 활성은 보통 온도가 낮으면 억제되어 빙결점 부근에서 거의 최저에 도달한다. 따라서 수확후 품질을 유지하기 위해서는 수확후 가능한 빨리 저온으로 저장하는 것이 중요하다. Fig. 3은 표고버섯의 여러 온도에서의 호흡속도를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 표고버섯의 경우 온도가 증가함에 따라 호흡 속도가 급격히 증가함을 알 수 있으며 Q_{10} 은 1.5~3.0 정도로 나타났다.

예냉처리중의 중량 손실

Fig. 4는 진공예냉과정중 품온 강하에 따른 표고버섯의 중량 감소를 도시한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 표고버섯의 중량감소율과 품온은 직선적인 선형관계로서, 1% 중량감소에 대하여 6.6°C 정도의 품온이 내려가고 있었다. 이와 같은 결과는 앞에서 서술한 바와 같이 진공예냉 과정중의 품온 강하는 수분 증발시 빼앗기는 증발잠열에 상응하여 일어나는 것으로 냉각 과정시 증발된 수분의 양에 상당하는 만큼의 중량 감소가 일어나기 때문이다. 일반적으로 예냉중의 1% 중량 감소에 대한 품온 강하는 5~7°C 정도 일어나는 것으로 보고되고 있다⁽¹⁸⁾.

저장중 중량변화

청과물의 유통중 품질 저하 요인의 하나는 호흡이나 증산작용 그리고 청과물과 환경중의 수증기압차에 기인

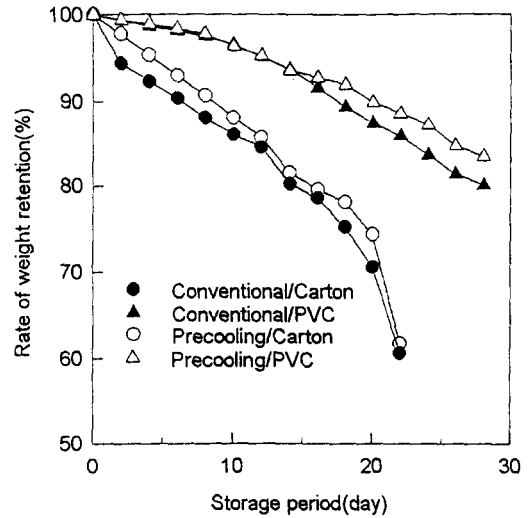


Fig. 5. Change of weight of shiitake mushroom during storage at 1°C

한 표층부의 탈수에 의한 중량 손실을 들 수 있다. Fig. 5에서 보면 표고 버섯을 1°C에 저장한 경우 PVC 랩포장을 한 경우는 저장 기간 동안 완만한 감소를 보인 반면 골판지 박스(4 kg)에 저장한 경우는 중량 감소가 심하였다. 이는 골판지 박스에 저장한 경우는 외부 공기와 접촉이 쉬워 상대습도 차이에 따른 탈수가 심하고 또 산소와의 접촉이 쉬워 호흡 작용이 왕성하기 때문에 여겨지며 PVC 랩포장을 한 경우는 환경조절포장의 효과에 의하여 호흡작용이 상대적으로 억제되고 외부 공기와 직접적인 접촉이 어려워졌기 때문인 것으로 여겨졌다. 예냉 처리에 따른 차이를 보면 PVC wrapping을 한 경우는 14일경까지는 두 처리구간에 거의 차이를 보이지 않다가 그 이후는 점점 변화폭에 차이를 나타내었는데 예냉처리를 하지 않은 경우 중량감소가 2% 이상 더 일어나는 것으로 나타났다. 그러나 골판지 박스에 포장한 경우는 초기부터 두 처리구간에 차이를 보였는데 예냉처리를 한 경우가 중량감소폭이 적은 것으로 나타났으며 PVC 랩포장을 한 경우와는 달리 시간이 경과함에 따라 그 감소량은 비슷해지는 것으로 나타났다. 이는 저장 초기에는 예냉처리에 의해 호흡 작용과 증산 작용에 의한 차이를 보이다가 저장 기간이 지남에 따라 탈수에 의한 감소가 더 지배적으로 작용하여 이렇게 나타나는 것으로 여겨졌다. 13°C에 저장한 경우는 이와는 반대 현상을 나타내었는데 PVC 랩포장한 경우는 초기에는 예냉처리구가 감소폭이 작았으나 10일 이후부터는 거의 차이가 없었는데 이 때는 이미 관능적으로 상품성을 상실한 때였다. 골판지 박스에 포장한 경우는 2일째까지는 두 처리구간에 차이가 없었으나 4일째부터 중량 감소폭에 차이가 더 나타났다(Fig. 6). 한편 실온에 저장한 경우는 저장중 예냉 처리구가 비예냉구에 비하여 감소

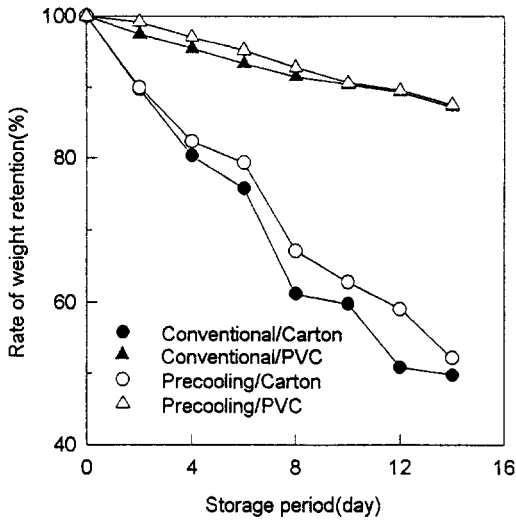


Fig. 6. Change of weight of shiitake mushroom during storage at 13°C

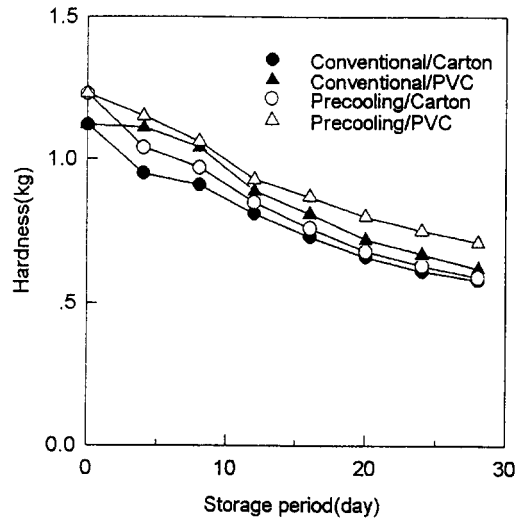


Fig. 8. Change of hardness of shiitake mushroom during storage at 1°C

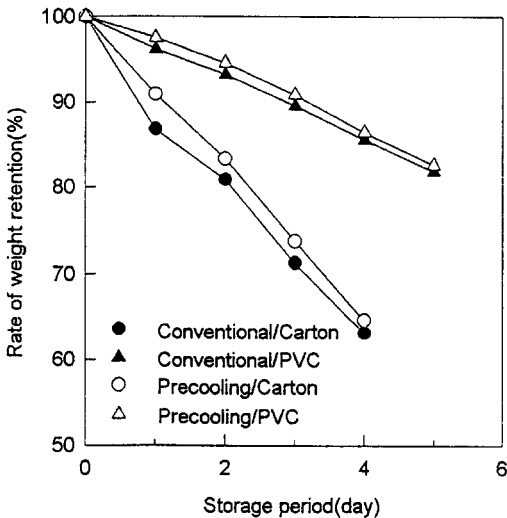


Fig. 7. Change of weight of shiitake mushroom during storage at room temperature

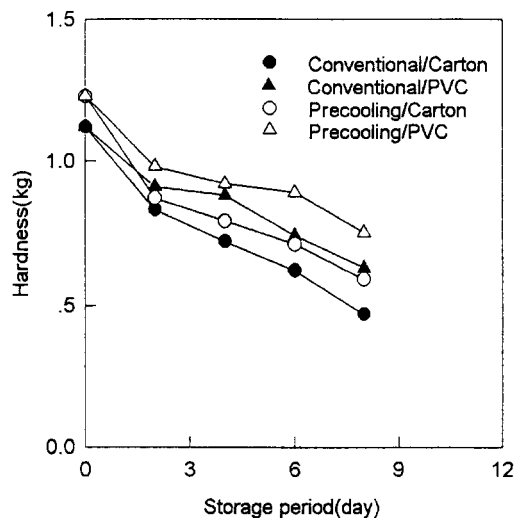


Fig. 9. Change of hardness of shiitake mushroom during storage at 1°C

폭이 더 적은 것을 알 수 있었으며 2~3일 후부터 관능적 특성에서 상품성을 상실하였는데 골판지 박스에 포장한 경우는 2일후에 15% 정도의 감소를 보였다(Fig. 7).

대부분 버섯의 수분 증산은 주름 부분에서 행해지고 갓이 개열된 것이 증산이 활발하나, 표고버섯과 같은 경우는 菌傘, 菌柄으로부터도 증산하게 되고 개열 정도에 영향을 받지 않은 것도 있다. 증산이 진행됨에 따라 버섯은 중량감소가 일어나 외관이 나빠지는데 일반적으로 청과물은 5~10% 수분이 감소하면 시장성이 없는 것으로 보고되고 있는데 표고버섯은 수확후 20°C, 풍량 0m/s

(습도 85~90%)에서 약 2일, 풍속이 5m/s에서는 약 1/2 일만에 중량의 5~10%가 저하하는 것으로 보고되고 있다. 그리고 청과물 특히 열채류에서는 물을 주거나 가습실에 넣으면 소생이 가능하기도 하지만 버섯류는 이러한 처리를 하여도 회복이 되지 않는다. 그러나 90% 이상의 고수분의 표고버섯에서는 豫措수단으로서 風乾하여 3~5% 정도 감량시키는 쪽이 그 후의 선도 유지에 오히려 좋은 결과를 가져오는 것으로 보고되고 있다⁽²¹⁾.

청과물이 수분을 상실하는 것은 세포 사이의 자유수가 손실되는 것으로써 그 결과 팽윤성을 잃게 되어 외관

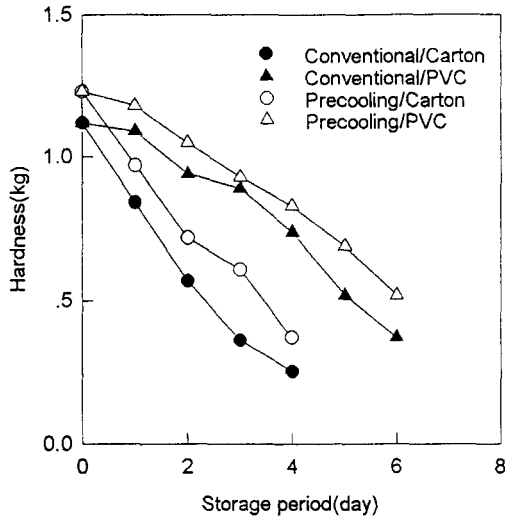


Fig. 10. Change of hardness of shiitake mushroom during storage at room temperature

적으로는 조위 현상(withering)을 보이게 된다. 이러한 현상은 비표면적이 큰 시금치나 상추, 배추와 같은 엽채류에서 특히 심한데 버섯의 경우는 감모율이 5% 이하로 내려가더라도 외관상으로는 엽채류와 같은 심한 조위현상이 나타나지는 않았으나 7% 이하로 내려가면 갖의 가장자리 부분에서 조위 현상이 나타났는데 이러한 현상은 PVC 랩포장한 경우에 비하여 골판지 박스에

포장한 경우에 더욱 심하였으며 특히 저장 온도가 높을수록 그러하였다.

저장중 경도

버섯은 수확 초기에는 조직이 단단하며 탄력이 좋으나 시간이 지남에 따라 수분 감소와 함께 경도와 탄성이 줄어들게 된다. Fig. 8~10은 버섯의 저장중 경도의 변화를 나타내고 있다. Fig. 7은 표고버섯을 1°C에 저장한 경우인데 저장 기간중 경도는 완만한 감소를 보이고 있다. 그림에서 보면 PVC wrapping한 버섯의 경우 골판지 박스에 저장한 버섯에 비하여 경도 변화가 적음을 알 수 있으며 예냉 처리를 한 경우가 그렇지 않은 경우에 비하여 더 높은 경도를 나타내었다. 13°C와 실온에서도 역시 같은 경향으로 변화하고 있는데 그 변화 정도가 온도 상승에 따라 높게 나타남을 알 수 있으며 특히 실온에 저장한 경우는 골판지 박스에 포장한 경우는 2일만에 그 값이 1/2정도로 감소하였다. 이러한 현상은 골판지 박스의 경우 PVC wrapping 처리구에 비하여 호흡 작용, 증산작용 및 외부 공기와의 접촉이 용이하기 때문에 상대적으로 낮은 값을 보인 것으로 여겨졌다. 그리고 예냉처리구는 예냉 과정중 수분 증발에 의한 표층부의 수분 감소로 초기 경도가 오히려 높아짐을 알 수 있었다.

저장중 관능적특성

유통과정중 버섯의 품질은 객관적인 분석 자료에 의하여 비교하기는 어렵기 때문에 주로 관능적 특성에

Table 1. Organoleptic properties of shiitake mushroom during storage at 1°C

Characteristics	Pretreatment	Storage period (day)							
		0	4	8	12	16	20	24	28
Discoloration	Conventional/Carton	9.0	7.1	6.2	5.9	5.4	4.8	4.1	3.8
	Precooling/Carton	9.0	6.5	6.4	6.1	5.5	4.9	4.5	4.0
	Conventional/PVC	9.0	7.8	6.4	6.8	6.2	5.7	5.1	4.6
	Precooling/PVC	9.0	8.0	7.6	6.9	6.5	5.8	5.4	5.1
Texture	Conventional/Carton	9.0	7.3	7.2	6.4	5.5	5.0	4.6	3.9
	Precooling/Carton	9.0	7.5	7.4	6.7	5.7	5.2	4.9	4.2
	Conventional/PVC	9.0	7.6	7.4	7.0	6.7	5.5	4.9	4.9
	Precooling/PVC	9.0	8.0	7.6	7.3	6.9	6.3	6.0	5.4
Off-flavor	Conventional/Carton	9.0	7.4	6.4	6.3	5.3	5.0	4.4	4.0
	Precooling/Carton	9.0	7.0	7.4	6.5	5.5	5.3	4.6	4.4
	Conventional/PVC	9.0	8.3	7.4	7.0	6.4	5.9	5.2	4.6
	Precooling/PVC	9.0	7.8	7.4	7.1	6.7	6.4	5.9	5.2
Cap opening	Conventional/Carton	9.0	6.5	6.3	5.6	5.2	4.7	4.0	3.7
	Precooling/Carton	9.0	6.7	6.3	6.0	5.4	5.0	4.4	4.1
	Conventional/PVC	9.0	7.0	6.5	6.2	5.3	5.1	4.4	3.9
	Precooling/PVC	9.0	7.5	6.6	6.3	5.9	5.5	5.0	4.6
Overall Acceptance	Conventional/Carton	9.0	7.2 ^a	6.4 ^a	6.1 ^a	5.3 ^a	4.9 ^c	4.3 ^d	4.1 ^e
	Precooling/Carton	9.0	7.3 ^b	6.5 ^a	6.1 ^a	5.7 ^b	5.2 ^c	4.7 ^c	4.3 ^{bc}
	Conventional/PVC	9.0	7.5 ^b	7.2 ^b	7.0 ^b	6.5 ^c	5.7 ^b	5.0 ^b	4.6 ^b
	Precooling/PVC	9.0	8.0 ^b	7.6 ^b	7.1 ^b	6.8 ^c	6.1 ^a	5.6 ^a	5.3 ^a

Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another ($p < 0.05$)

Table 2. Organoleptic properties of shiitake mushroom during storage at 13°C

Characteristics	Pretreatment	Storage period (day)					
		0	2	4	6	8	10
Discoloration	Conventional/Carton	9.0	8.0	5.0	4.4	3.8	2.5
	Precooling/Carton	9.0	8.4	7.3	5.1	4.4	2.9
	Conventional/PVC	9.0	8.2	6.3	4.2	3.2	1.2
	Precooling/PVC	9.0	8.4	6.8	4.9	3.6	2.1
Texture	Conventional/Carton	9.0	8.3	4.8	4.4	4.2	1.5
	Precooling/Carton	9.0	8.4	6.0	5.4	4.2	2.3
	Conventional/PVC	9.0	8.3	5.8	4.6	3.8	2.9
	Precooling/PVC	9.0	8.5	6.0	5.5	4.6	3.1
Off-flavor	Conventional/Carton	9.0	8.2	5.0	4.6	3.2	1.3
	Precooling/Carton	9.0	8.4	6.8	5.5	4.6	2.5
	Conventional/PVC	9.0	8.3	6.5	4.8	4.2	2.8
	Precooling/PVC	9.0	8.3	6.5	5.5	4.6	3.1
Cap opening	Conventional/Carton	9.0	7.9	4.3	3.9	3.0	1.2
	Precooling/Carton	9.0	8.1	5.8	5.1	4.0	2.1
	Conventional/PVC	9.0	8.5	6.5	4.4	4.0	3.0
	Precooling/PVC	9.0	8.4	6.5	5.3	4.5	3.2
Overall acceptance	Conventional/Carton	9.0	8.0 ^b	5.0 ^b	4.3 ^b	2.6 ^c	1.3 ^c
	Precooling/Carton	9.0	8.2 ^{ab}	6.5 ^a	5.1 ^a	3.6 ^b	2.2 ^b
	Conventional/PVC	9.0	8.3 ^a	6.3 ^a	4.7 ^{ab}	4.1 ^{ab}	2.8 ^a
	Precooling/PVC	9.0	8.4 ^a	6.7 ^a	5.2 ^a	4.4 ^a	3.1 ^a

Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another(p<0.05)

Table 3. Organoleptic properties of shiitake mushroom during storage at room temperature

Characteristics	Pretreatment	Storage period (day)					
		0	2	4	6	8	10
Discoloration	Conventional/Carton	9.0	7.3	5.7	2.7	1.3	—
	Precooling/Carton	9.0	8.1	7.6	4.4	2.8	—
	Conventional/PVC	9.0	8.1	7.3	5.3	3.5	1.0
	Precooling/PVC	9.0	8.1	8.4	5.8	3.7	1.8
Texture	Conventional/Carton	9.0	8.1	6.6	3.1	1.5	—
	Precooling/Carton	9.0	8.4	7.9	5.3	1.8	—
	Conventional/PVC	9.0	8.9	8.7	4.8	3.0	1.0
	Precooling/PVC	9.0	8.6	8.3	5.8	4.5	2.3
Off-flavor	Conventional/Carton	9.0	8.7	7.9	4.0	1.3	—
	Precooling/Carton	9.0	8.9	8.7	5.7	1.5	—
	Conventional/PVC	9.0	8.7	8.3	5.1	3.3	1.0
	Precooling/PVC	9.0	8.9	8.6	6.0	3.5	2.5
Cap opening	Conventional/Carton	9.0	8.3	7.1	3.7	2.3	—
	Precooling/Carton	9.0	8.6	7.7	4.6	2.0	—
	Conventional/PVC	9.0	8.5	7.9	4.3	3.0	1.8
	Precooling/PVC	9.0	8.7	8.3	6.0	3.5	2.8
Overall acceptance	Conventional/Carton	9.0	7.7 ^b	6.3 ^c	2.4 ^d	1.0 ^d	—
	Precooling/Carton	9.0	8.5 ^a	7.6 ^b	4.3 ^c	1.5 ^c	—
	Conventional/PVC	9.0	8.3 ^a	7.4 ^b	4.9 ^b	2.5 ^b	1.0 ^b
	Precooling/PVC	9.0	8.7 ^a	8.3 ^a	5.8 ^a	3.3 ^a	2.5 ^a

Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another(p<0.05)

의하여 주관적으로 평가하게 된다. 현장에서의 버섯의 관능적 특성은 대개 갓의 개열, 이취, 표면색택, 조직감 등이 주요한 지표로 사용되어진다. 따라서 갓이 개열되지 않고 하얀색을 보이며 이취가 나지 않은 경우 상품으로

평가되는데 Table 1~3은 버섯을 저장하면서 관능적 특성을 평가한 자료들이다. 그 결과를 살펴 보면 예냉 처리를 하여 PVC 랩포장한 경우가 선도 유지에 가장 좋으며 특히, 골판지 박스에 저장한 경우는 선도가 빨리

저하하는 것을 알 수 있었다. 표고버섯의 경우 1°C에 저장한 경우(Table 1) 관능적 특성에 의하면 예냉처리를 하여 PVC wrapping하여 저장하면 1개월 후까지도 상품성이 유지되는 것으로 나타났으며 기존 방식으로 골판지 박스에 담아 보관하게 되면 20일을 저장하기 어려움을 알 수 있었다. 특히 표에서 보면 버섯의 품질은 네가지 특성중 표면 갖의 변색이 가장 빨리 변화하는 것을 알 수 있으며 조직은 상대적으로 서서히 변하는 것을 알 수 있었다. Table 2의 13°C에 저장한 경우는 예냉처리를 하여 PVC wrapping후 저장한 것은 7일정도 저장이 가능하였으며 기존 방식대로 골판지 박스에 그대로 저장한 것은 4일밖에 저장할 수 없었다. 특히 실온에 저장한 경우는 예냉처리를 하여 PVC wrapping한 것은 3일, 예냉처리를 하지 않고 PVC wrapping한 것과 예냉처리를 하여 골판지박스에 저장한 것은 2.5일 그리고 기존 방식대로 골판지 박스에 저장한 것은 2일 정도 저장이 가능하였다. 특히 골판지 박스에 저장한 것은 3일째가 지나면 완전히 조직이 연화되고 이취와 변색이 극심하여 식용으로는 전혀 불가능한 것을 알 수 있었는데 2일후부터 갖의 표면에 붉은 반점이 생기기 시작하며 알콜취가 나기 시작하였다. 그리고 3일째부터는 골판지 포장의 경우 표면 갈변이 심하며 조직이 매우 연약해져 식용이 곤란하게 되고 4일째부터는 완전히 갈색으로 변하며 호흡에 따른 수분 발생으로 조직이 축축하게 젖어 있음을 볼 수 있었다. 그리고 PVC wrapping 한 경우는 하얀 곰팡이가 발생한 경우가 부분적으로 관찰되었다. 13°C에 저장한 경우에 있어서도 4일 후부터는 PVC wrapping한 처리구에 있어서 내부에 결로가 발생하기 시작하였으며 시간이 지날수록 심하게 나타났다. 13°C에 보관한 경우 PVC wrapping을 하면 결로 발생에 의해 수반되는 표면 갈변이 삼하나 골판지박스에 저장한 경우는 탈습이 심하여 상대적으로 표면 변색은 느리게 진행되었다.

문 헌

- 김준한: 양송이 버섯의 PE film 포장저장 및 CA 저장 효과. 경북대학교 석사학위논문 (1982)
- 안병학, 신현경: 버섯류의 유통기간 연장 및 적정 가공 방법에 관한 연구. 과학기술특성영역연구사업보고서, 한국식품개발연구원, (1991)
- Pamela, B. and Cook, D.J.: The purchase and domestic storage of prepacked mushroom. *Mushroom Journal*, **39**, 76 (1976)
- Gormley, R.: Chill storage of mushroom. *J. Sci. Fd. Agric.*, **26**, 401 (1975)
- Nicholas, R. and Hammond, J.B.W.: Investigation on storage of pre-packed mushrooms. *Mushroom Journal*, **24**, 473 (1974)
- Goodenough, P.W.: How chilled storage affects the physiology of mushrooms. *Mushroom Journal*, **43**, 208 (1976)
- Dennis, P.M. and Leonard, L.M.: Effect of storage on postharvest changes in mushrooms. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **100**, 16 (1975)
- John, B.W.H. and Nichols, R.: Changes in respiration and soluble carbohydrates during the post-harvest storage of mushrooms. *J. Sci. Fd. Agric.*, **26**, 835 (1975)
- Said, O.A., Beelman, R.B., Thompson, D.B. and Mau, J.L.: Stipe trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms, *J. Food Sci.*, **57**, 1361 (1992)
- Beit-Halachmy, I. and Mannheim, C.H.: Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushrooms?. *Lebensm. -Wiss.u.-Technol.*, **25**, 426 (1992)
- Bartlett, D.I. and Farthing, J.G.: Rapid cooling of mushrooms in market containers. *Mushroom Journal*, **154**, 349 (1985)
- Burton, K.S., Frost, C.E. and Atkey, P.T.: Effect of vacuum cooling on mushroom browning, *Inter. J. Food Sci. Technol.*, **22**, 599 (1987)
- Couture, R. and Makhlouf, J.: Production of CO₂ and gamma irradiation of strawberry fruit. *J. Food Quality*, **385**, 13 (1990)
- 김동철, 김병삼, 이세은, 정문철, 남궁배, 최문정, 정태연, 정진웅, 김승호: 농산물의 전처리 시스템 개발. 한국식품개발연구원 연차보고서, p.111 (1992)
- 김광옥, 이영춘: 식품의 관능검사. '학연사', p.149, 학연사 (1991)
- SAS: SAS/STAT Guide for Personal Computer, SAS Institute Inc., Cary, NC. (1988)
- Mitsuo, A.: Vacuum cooling system for vegetables. *Refrigeration*, **59**, 677 (1984)
- 岩元睦夫, 河野澄夫, 梅田圭司, 木村進: アスバラガスの真空冷却と冷蔵トラッグによる長距離輸送試験, コールドチェン研究, **5(2)**, 11 (1979)
- 南出隆久, 坦生俊夫, 緒方邦安: 數種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**, 281 (1980)
- 南出隆久: キノコ. 冷凍, **64**, 247 (1989)
- 樽谷隆之, 北川博敏: 園藝食品の流通, 貯藏, 加工, p.14-15, 養賢堂, 東京. (1986)

(1995년 6월 9일 접수)