

CA저장 중 신고 배의 이화학적 및 관능적 품질특성 변화

정헌식 · 김성환 · 장은하 · 윤광섭¹ · 성종환² · 최중욱*

경북대학교 식품생물산업연구소 및 식품공학과
¹대구가톨릭대학교 식품공학과, ²밀양대학교 식품공학과

Changes in Physicochemical and Organoleptic Qualities of 'Niitaka' Pears during Controlled Atmosphere Storage

Hun-Sik Chung, Sung-Hwan Kim, Eun-Ha Chang, Kwang-Sup Youn¹,
Jong-Hwan Seong² and Jong-Uck Choi*

Department of Food Science & Technology, and Food & Bio-industry Research Institute,
Kyungpook National University

¹Department of Food Science & Technology, Catholic University of Daegu

²Department of Food Science, Miryang National University

The effects of storage atmosphere on the physicochemical and organoleptic properties of Asian pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Niitaka) were investigated. The pears were stored at 0°C for up to 8 months under CA conditions (3 kPa O₂+1 kPa CO₂, 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, 1 kPa O₂+1 kPa CO₂) controlled by a static system or air (21 kPa O₂+0 kPa CO₂). CA conditions retarded the loss of weight, flesh firmness, organoleptic properties (appearance, aroma, sweetness, texture), and the development of injuries in the fruits during storage. Low O₂ plus high CO₂ conditions maintained the highest flesh firmness. In addition, low O₂ reduced injuries more than the other conditions. Skin color (lightness, chroma, hue), soluble solids, titratable acidity, pH and vitamin C were unaffected by storage atmosphere.

Key words: Asian pear, controlled atmosphere, low oxygen, quality

서 론

동양 배는 서양 배와는 달리 후숙처리가 불필요하며, 육질이 연하고 과즙이 풍부한 식미특성을 가져 소비자들의 기호도가 높은 과실이며, 현재 국내에서 생산되는 동양 배 품종은 10여종 되지만 신고가 약 70% 정도를 차지하고 있다. 신고 배의 저장성은 강한 편이 아니어서 저장시 품질저하와 부패과 발생으로 인한 막대한 경제적 손실을 겪고 있어 장기간 안정된 품질관리를 위한 효과적인 방법의 개발이 필요한 실정이다⁽¹⁾.

배 과실의 저장성 향상을 위한 연구로서, 동양 배에 대해서는 감마선조사⁽²⁾, 지연저온저장 및 열처리⁽³⁾, 에탄올과 이산화탄소 처리⁽⁴⁾, modified atmosphere(MA) 포장⁽⁵⁾, 그리고 controlled atmosphere(CA) 저장⁽⁶⁻¹⁰⁾ 등의 효과가 보고되었다.

한편, 서양 배에 대해서는 Bartlett⁽¹¹⁾, Anjou⁽¹²⁾, Bosc⁽¹³⁾ 및 Rocha⁽¹⁴⁾ 품종 등의 CA저장에 관한 많은 연구결과가 보고되었다. 이상과 같은 배 과실의 고품질 유지를 위한 여러 방법 중 CA저장이 효능 면에서 우수한 기술로 인정되고 있다.

CA저장이란 온도, 습도, 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 등의 환경조건들을 인위적으로 적절히 조절하면서 저장하는 기술이다. 저장 중 조절되는 환경조건들은 저장 품목에 따라 다르며 동일 품목에서도 품종, 재배조건 및 성숙도 등의 요인들에 의존적으로 관리되어야 한다⁽¹⁵⁾. 저장 온도와 습도가 기본적으로 관리된 상태에서 산소와 이산화탄소 농도 관리가 저장효과를 결정하기 때문에 이들의 관리방법에 따라 static과 dynamic CA로 나눈다⁽¹⁶⁾. Static CA란 저장고 내부의 기체농도를 측정하여 규정농도 범위 내로 유지되도록 산소를 주입하거나 이산화탄소를 제거하는 방법을 말하며, dynamic CA는 저장고 내부를 일정 농도의 산소와 이산화탄소 혼합기체로 연속적으로 치환되게 하는 방법이다. Dynamic CA가 기체농도 조절의 정밀도 면에서는 유리한 것으로 평가되지만 운용비용이 고가이어서 아직까지 소규모의 실험용으로 국한되어 있는 반면 static CA는 대규모의 상업적 저장고에 널리 사용되고 있다⁽¹⁶⁾. 이러한 두 방법간에 저장 중 기체농도

*Corresponding author : Jong-Uck Choi, Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Buk-gu, Daegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-5776
Fax: 82-53-950-6772
E-mail: juchoi@knu.ac.kr

변동의 차이에 대한 피저장물의 반응도 다르게 나타날 것으로 예상할 수 있는데, 앞서 언급한 동양 배에 대한 연구^(6,10)는 모두 dynamic CA의 원리를 적용한 것이다. 따라서 dynamic CA를 사용하여 얻은 실험결과를 static CA를 행하는 상업적 저장에 적용하는 것은 무리가 있다고 판단된다.

본 연구에서는 신고 배의 상업적 CA저장에 효과적인 산소와 이산화탄소 농도를 확인하기 위하여, 배 과실을 static CA방법으로 저장하면서 기체조성비에 따른 이화학적 및 관능적 품질특성들의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험용 배는 2001년 10월 30일에 경북 상주시 소재 과수원에서 '신고' 품종(*Pyrus pyrifolia Nakai* cv. Niitaka)을 수확하여 간이창고에서 14일간 보관한 후 외관이 건전하고 중량이 600 ± 50 g인 과실만 선별하여 저장조건당 80 kg씩 사용하였다.

저장조건 및 관리

배의 저장은 static CA 및 air(저온저장) 방법으로 나누어 $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 8개월 동안 실시하였다. 이때 static CA법의 기체조성비는 $3 \text{ kPa O}_2 + 1 \text{ kPa CO}_2$, $1 \text{ kPa O}_2 + 5 \text{ kPa CO}_2$ 및 $1 \text{ kPa O}_2 + 1 \text{ kPa CO}_2$ 를 각각 적용하였다. Static CA저장을 위한 저장장치로는 상업용 대형저장고와 유사한 기능의 설비를 갖춘 금속제 cabinet($0.8 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$)을 사용하였다. 저장 cabinet 내부의 산소농도는 paramagnetic 분석기(655, Fruit control, Italy)를, 이산화탄소농도는 infrared 분석기(SS305, Fruit control, Italy)를 각각 사용하여 측정하였고, 설정 기체농도 조절은 $\pm 0.3 \text{ kPa}$ 범위를 유지하도록 질소, 이산화탄소 또는 air를 주입하여 행하였다. 한편 air저장은 저장용 cabinet를 밀폐시키지 않고 실시하였다. 저장 중 상대습도는 CA 조건에서 90~95%, air 조건에서 80~85%로 각각 유지되었다.

품질특성 분석

중량감소율은 저장 전 저장조건별로 10개의 시료에 표시하여 저장동안 동일한 시료를 칭량하여 초기 중량에 대한 측정시의 감량률로 나타내었다. 과육경도는 저장조건별로 6개의 시료를 취한 후 과실 적도부위 세지점의 과피를 제거한 후 Effegi penetrometer(FT327, Italy)에 직경 11 mm probe를 부착하여 수직방향으로 8 mm 깊이까지 압축하는데 필요한 힘을 측정하여 N으로 나타내었다. 과실 표면색은 저장 전 10개의 시료 표면에 측정 부위를 표시하여 저장동안 동일한 부위를 계속 측정하였으며, 백색판($L = 97.79$, $a = -0.38$, $b = 2.05$)으로 보정된 chromameter(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 lightness(L), $\text{chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$ 및 $\text{hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$ 를 각각 측정하였다. 가용성 고형물, 적정산도, pH 및 비타민 C 함량은 과육경도 측정용 시료를 사용하여 3회 반복 분석하였다. 가용성 고형물 함량은 과육부를 마쇄, 착즙, 여과한 후 여과액을 취해 디지털 refractometer(PR-101, Atago, Japan)로 측정하였다. 적정산도는 가용성 고형물 측정용 시료액 10 mL 취해 증류수로 10배 희석한 다음 이 액 20 mL를 취해 0.1 N

NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다. 과즙의 pH는 pH meter(725P, Itek, Inc., Korea)로 측정하였다. 비타민 C 함량은 과육부 10 g에 5% metaphosphoric acid 용액을 가하여 마쇄한 다음 여과하고 2,4-dinitrophenylhydrazine 비색법⁽¹⁷⁾으로 분석하였다. 장해과 발생률은 과실의 외관 및 절단면을 육안으로 검사하여 약간의 흑갈색반점 또는 조직괴사가 있는 것을 발생과로 취급하여 전체 조사 과실수에 대한 백분율로 나타내었다. 관능검사는 원은 대학생을 대상으로 배 과실의 관능적 품질특성과 평가에 대한 훈련을 실시한 후 식별력을 갖춘 남녀 각 5명씩 10명을 선발하였다. 관능검사방법은 각 저장조건별로 시료를 취해 20°C 에서 5시간 보관한 후 검사원당 3개의 원형시료를 제시하여 검사원이 직접 절단하면서 과실의 appearance, aroma, sweetness 및 texture에 대하여 9점 채점법(1 = extremely weak or dislike, 9 = extremely strong or like)으로 평가하도록 하였다. 관능검사 결과의 통계처리는 SAS(statistical analysis system) package를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test($P < 0.05$)를 실시하였다.

결과 및 고찰

저장 중 신고 배의 중량은 모든 저장조건에서 경시적으로 감소하는 경향을 보였으나, CA저장 과실이 air저장 과실보다 적은 감소율을 나타내었으며 CA저장 과실간에는 기체조성비에 따른 뚜렷한 감소율의 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1). 이러한 결과로 볼 때 저장방법별 중량감소율의 차이는 일반적인 과실의 중량감소를 일으키는 두 가지 주요한 원인으로 알려져 있는 저장기체조성비에 따른 호흡률보다는 밀폐된 환경으로 인해 생긴 높은 상대습도에 따른 증산작용의 차이에 기인된 것으로 생각된다^(18,19). 또한 이는 신고 배의 MA저장에서 포장재가 두꺼울수록 포장내 높은 상대습도를 유지하여 과실의 중량감소가 억제되었다는 보고⁽⁹⁾와 유사하였다. 따라서 CA조건이 배 과실의 중량변화에 직접적으로 영향을 미치는 것은 아니지만 CA조건의 형성을 위해 필수적으로 요구되는

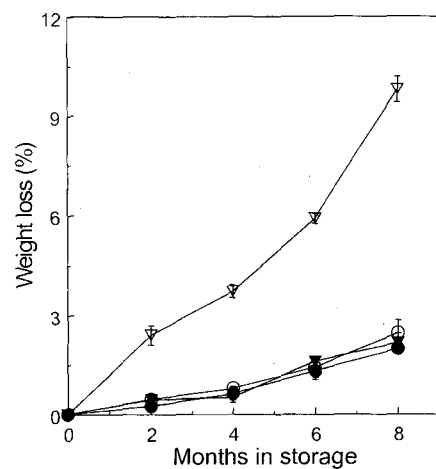


Fig. 1. Changes in weight of 'Niitaka' pears during storage at 0°C .

●: $3 \text{ kPa O}_2 + 1 \text{ kPa CO}_2$, ○: $1 \text{ kPa O}_2 + 5 \text{ kPa CO}_2$, ▲: $1 \text{ kPa O}_2 + 1 \text{ kPa CO}_2$, ▼: air. Vertical bars represent SD of the mean ($n=10$).

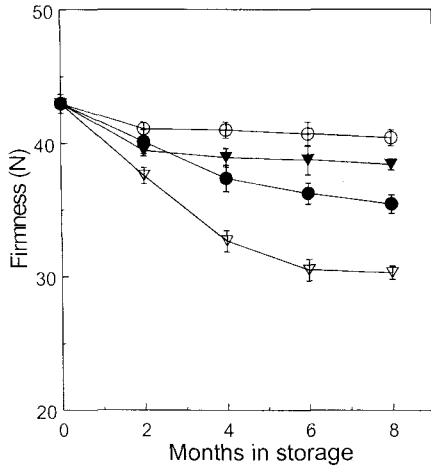


Fig. 2. Changes in firmness of 'Niiitaka' pears during storage at 0°C. ●: 3 kPa O₂+1 kPa CO₂, ○: 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, ▼: 1 kPa O₂+1 kPa CO₂, ▽: air. Vertical bars represent SD of the mean (n=6).

우수한 저장고의 가스밀성으로 인해 인위적인 가습을 행하지 않아도 높은 상대습도를 유지할 수 있어 과실의 중량 감소를 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 여겨진다.

신고 배의 과육경도는 저장기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나 CA저장 과실이 air저장 과실보다 높은 경도를 유지하였고, CA저장 과실간에는 저장 4개월경부터 차이를 보여서 저장말기까지 1 kPa O₂+5 kPa CO₂ 조건 저장 과실이 가장 높은 경도를 유지하였으며 다음으로 1 kPa O₂+1 kPa CO₂, 3 kPa O₂+1 kPa CO₂조건 순 이었다 (Fig. 2). 이로써 신고 배의 과육경도 유지에 환경기체조절장치가 효과적인 방법이라 여겨진다. 이러한 CA저장의 효과가 dynamic CA를 사용한 연구(6,7)에서도 밝혀진 바 있고, 서양 배 품종인 Anjou(12)와 Bosc(13)도 0.5~2 kPa 산소조건에서 과육경도 감소가 억제되었다고 보고된 바 있다. 신고 배의 CA 조건 중에는 1 kPa 산소 조건이 3 kPa 산소 조건 보다 경도 유지에 유리하며 1 kPa 산소는 5 kPa 이산화탄소와 조합되면 경도유지 효과는 더욱 상승하는 것으로 판단된다. 이는 저농도의 산소와 고농도의 이산화탄소가 과실의 과육경도 저하를 유발시키는 세포벽 구성성분의 저분자화에 관련된 효소들을 활성화시키는 에틸렌의 생성과 작용을 저해한 결과로 생각된다(20-22). 한편 신고 배의 저장에서 10~50 kPa 이산화탄소는 에틸렌 발생을 증가시켜 과육경도 감소를 촉진시킨다는 보고도 있다(8).

저장 중 신고 배의 과피색 변화는 lightness, chroma 및 hue를 측정하여 알아보았는데, 세 가지 색 요소 모두 저장조건의 영향을 받지 않는 변화패턴을 나타내었다(Fig. 3). 즉, 모든 저장조건에서 lightness는 저장기간이 경과함에 따라 약간씩 감소하는 경향을, chroma는 저장 6개월경부터 감소하는 경향을, 그리고 hue는 저장기간 동안 거의 일정한 수준을 유지하는 경향을 각각 보였다. 이로써 저장 중 신고 배의 과피색은 경시적으로 어두워지며 저장 말기에는 황색도가 약해지지만 다른 과실류(23,24)와는 달리 환경기체조성비의 영향은 크게 받지 않는 것으로 생각된다. 반면에 신고 배의 저장

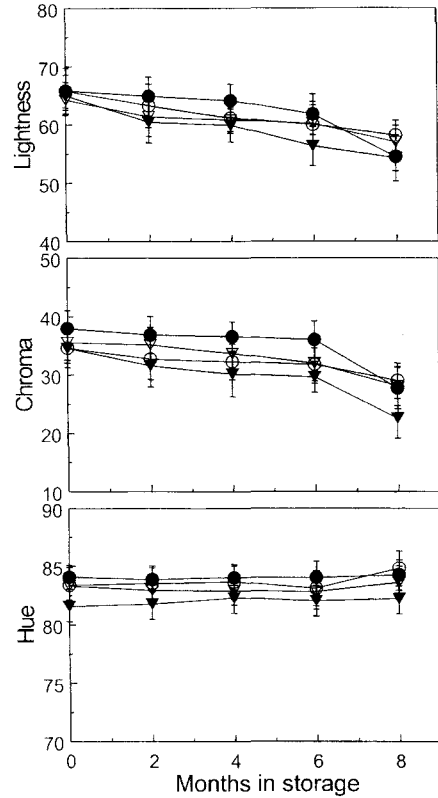


Fig. 3. Changes in skin color of 'Niiitaka' pears during storage at 0°C. ●: 3 kPa O₂+1 kPa CO₂, ○: 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, ▼: 1 kPa O₂+1 kPa CO₂, ▽: air. Vertical bars represent SD of the mean (n=10).

에 dynamic CA를 적용한 경우, 저장 중 lightness가 증가하며 CA저장보다 air저장에서 증가폭이 컸다는 보고(9)와 저장 중 lightness가 감소하지만 20 kPa 산소와 조합된 10~50 kPa 이산화탄소 조건은 급격한 감소를 유발시켰다는 보고(8)도 있다.

저장 전 신고 배의 가용성 고형물 함량은 13.0°Brix이었으며, CA 저장 중에는 뚜렷한 변동양상과 기체조성 조건간에 차이를 보이지 않았고 저장 8개월 후에 12.9~13.2°Brix를 나타내었으나, air 저장 중에는 저장 6개월경부터 약간씩 증가하는 경향을 보여 8개월 후에 15.5°Brix를 나타내었다(data 생략). 이러한 air저장 과실에서 가용성 고형물의 함량이 저장 후반부에 증가한 것은 앞서 언급한 바와 같이 과도한 중량 감소 즉, 수분손실에 따른 농축효과 때문인 것으로 여겨지고, 신고 배의 MA포장(5)에 대한 연구에서도 유사한 결과가 보고된바 있다. 그러나 위의 결과와는 상반되게 dynamic CA를 사용한 연구에서는 저장 중 신고 배의 가용성 고형물 함량은 감소하지만 저장조건의 영향을 받아 CA 조건에서 감소가 억제되었다고 보고한 바 있다(6,7,9).

신고 배의 적정산도는 저장 초반부에 비교적 급격히 감소하는 경향을 보였으며 특히 air저장 과실에서 감소정도가 심하였고, 저장 4개월 이후부터는 CA저장 과실에서는 저장 초반부와 같이 저장기체조성비에 따른 차이가 없이 완만하지만 지속적으로 감소하는 추세를 보였고 air저장 과실에서는 약간 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 4). 이로써 신고 배의 CA 저장에 있어 온도가 0°C일 경우 1~3 kPa O₂ 및 1~5

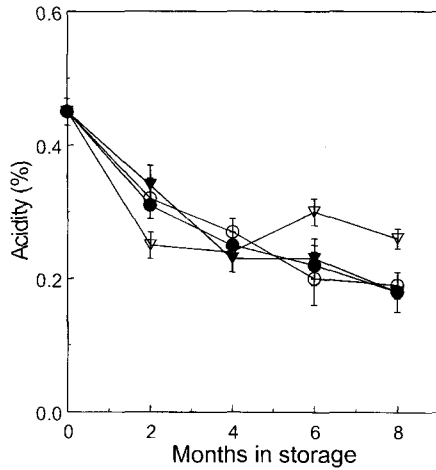


Fig. 4. Changes in acidity of 'Niitaka' pears during storage at 0°C.
 ●: 3 kPa O₂+1 kPa CO₂, ○: 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, ▼: 1 kPa O₂+1 kPa CO₂, ▽: air. Vertical bars represent SD of the mean (n=3).

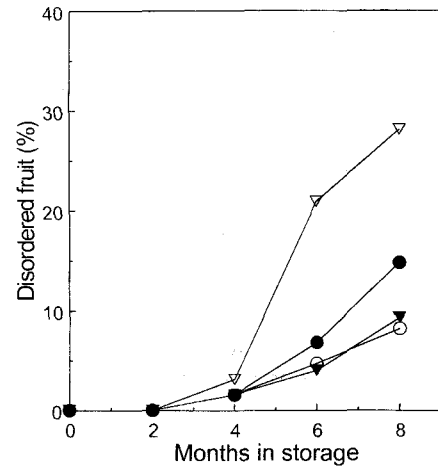


Fig. 5. Changes in disordered fruit of 'Niitaka' pears during storage at 0°C.
 ●: 3 kPa O₂+1 kPa CO₂, ○: 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, ▼: 1 kPa O₂+1 kPa CO₂, ▽: air.

kPa CO₂ 조건은 사과⁽²³⁾와는 달리 적정산도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. Air저장 과실의 적정산도가 저장 후 반부에 증가한 것은 앞서 언급한 가용성 고형물의 경우에서와 같이 수분손실에 따른 농축효과 때문인 것으로 여겨진다. 한편 다른 연구에서는 신고 배의 CA저장에서 산소농도가 낮은 조건일수록 적정산도의 감소를 억제시키지만 10 kPa 이상의 이산화탄소는 오히려 산도의 감소를 촉진시킨다고 하였고^(7,8), 본 실험과 유사하게 저장 중 신고 배의 적정산도는 감소하지만 CA조건의 영향은 받지 않았다는 보고도 있다⁽⁹⁾.

신고 배의 저장 전 pH는 4.3이었으나, 저장 4개월경에 5.3~5.6까지 증가한 후 나머지 기간동안은 일정한 수준으로 유지되는 경향이였으며, 저장조건에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다(data 생략). 이로써 저장 중 pH의 변화도 적정산도의 경우에서와 같이 저장조건의 영향을 거의 받지 않는 것으로 여겨진다.

저장 전 신고 배의 비타민C 함량은 5.0 mg%이었으나 저장 중 저장조건에 따른 차이가 없이 약간씩 감소하는 경향을 보여 저장 8개월 후에 3.6~4.0 mg%를 나타내었다(data 생략). 이러한 결과로 볼 때 신고 배는 0°C에서 저장할 경우 1 kPa 이상의 산소와 5 kPa 이하의 이산화탄소 조성은 비타

민C 함량변화에 무관한 것으로 여겨지고, air저장 과실의 함량이 CA저장 과실의 함량과 동일한 수준을 유지한 것은 수분손실에 따른 농축효과 때문인 것으로 생각된다. 반면에 신고 배의 dynamic CA저장^(7,8)에서는 산소의 농도가 낮을수록 비타민C 함량의 감소가 억제되지만 고농도의 이산화탄소는 오히려 감소를 촉진시킨다고 하였다.

저장 중 신고 배에서 발생된 장해는 과피의 흑변과 과육의 괴사이였으며 과심의 갈변은 발생되지 않았다. 이러한 생리적 장해는 저장 2개월 후부터 발생되기 시작하여 4개월경부터는 저장조건에 따른 차이를 나타내면서 발생률이 증가하였으나 air저장보다는 CA저장 과실에서 장해 발생이 억제되었고, CA조건간에는 1 kPa 산소조건이 3 kPa 산소조건보다도 장해 발생을 더욱 억제하였다(Fig. 5). 이로써 신고 배는 CA저장으로 과피흑변과 조직괴사와 같은 생리적 장해의 발생을 억제할 수 있으며 특히, 1~5 kPa 이산화탄소와는 무관하게 1 kPa 산소조건이 효과적인 것으로 여겨진다. 한편 신고 배의 과심갈변은 dynamic CA저장에 있어 환경기체조성과는 무관하게 0°C에서는 발생되지 않지만 5°C에서는 고농도의 이산화탄소에 기인된 갈변 장해가 발생되었다고 하였다⁽¹⁰⁾. 과피흑변은 0°C 저장에서도 이산화탄소의 농도가 높을

Table 1. Changes in organoleptic properties of 'Niitaka' pears during storage at 0°C

Storage period (months)	Storage atmospheres (kPaO ₂ +kPaCO ₂)	Organoleptic properties			
		Appearance	Aroma	Sweetness	Texture
4	3+1	6.0 ^{bc}	5.3 ^a	6.8 ^a	6.1 ^{ab}
	1+5	7.4 ^{ab}	6.1 ^a	7.5 ^a	7.5 ^a
	1+1	8.0 ^a	6.1 ^a	7.5 ^a	7.1 ^a
	air	5.1 ^c	5.8 ^a	6.9 ^a	5.2 ^b
8	3+1	5.7 ^b	5.5 ^a	6.1 ^a	5.0 ^{bc}
	1+5	7.1 ^a	5.6 ^a	5.0 ^{ab}	6.6 ^a
	1+1	6.1 ^{ab}	5.6 ^a	5.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}
	air	3.2 ^c	4.1 ^b	3.1 ^c	3.9 ^c

^{a-c}Means in each column with different letters are significantly different at the 5% level.

수록 발생이 증가되었다고 하였고⁽⁸⁾, 이는 수확시기가 늦을수록 많이 발생되고 지연 저온저장 또는 저장 전 열처리로 발생을 억제시킬 수 있다고 하였다⁽⁹⁾. 또한 서양 배인 Bartlett 품종에서 내부갈변 장애는 동일한 CA조건에서도 과실의 성숙도에 의존적으로 발생되었다고 하였고⁽¹¹⁾, Anjou 배의 과피장애는 0.5~1.5 kPa 산소조건에서 발생이 억제되었다고 하였다⁽¹²⁾.

신고 배의 저장 4개월과 8개월 후에 저장조건에 따른 과실의 관능적 품질특성인 appearance, aroma, sweetness 및 texture 등을 각각 조사하였다(Table 1). 모든 평가항목에서 평가점수가 저장기간이 경과함에 따라 대체적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. Appearance는 CA저장 과실이 air저장 과실보다 유의적으로 우수하게 평가되었으며, 이는 air저장 과실에서 수분손실이 많아 과피가 위조된데 기인된 것으로 여겨진다. Aroma는 저장 4개월까지는 저장조건간 유의적인 차이를 보이지 않았지만 8개월 후에는 air저장 과실이 유의적으로 나쁘게 평가되었다. 이는 air저장 과실의 과도한 열화에 따른 조직내 이취성분의 생성이 원인으로 생각된다. Sweetness도 저장 4개월까지는 저장조건간 유의적인 차이를 보이지 않았지만 8개월 후에는 air저장 과실이 CA저장 과실보다 나쁘게 평가되었다. Air저장 과실의 가용성 고형물 함량이 CA저장 과실보다 높은 데도 불구하고 이처럼 sweetness가 나쁘게 평가된 것은 다른 관능적 품질특성들이 sweetness 평가에 심리적으로 영향을 미쳤기 때문인 것으로 생각된다. Texture는 저장 4개월 후에 저장조건간 차이를 보였으며, 1 kPa 산소조건 저장 과실이 가장 우수하게 평가되었고 이러한 저장조건의 영향이 저장 8개월 후까지도 지속되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, static CA저장은 신고 배의 중량, 과육경도 및 관능적 품질특성의 유지와 장해과실의 발생 억제에 효과적이며, 특히 저농도의 산소조건은 과육경도 유지와 장해과실 발생억제에 더욱 효과적인 것으로 확인되었다. 그러나 CA저장이 신고 배의 과피색, 가용성 고형물, 적정산도 및 비타민C 등과 같은 품질특성들의 변화에는 영향을 거의 미치지 않는 것으로 나타나, 이를 보다 효과적으로 관리할 수 있는 다양한 기체조성의 적용과 과실의 재배조건과 성숙도 등과 같은 생리적 특성 및 저장고의 scale up에 따른 반응도 등에 대한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

요 약

신고 배의 저장성에 환경기체조성이 미치는 영향을 확인하기 위하여, 배 과실을 0°C의 static CA조건(3 kPa O₂+1 kPa CO₂, 1 kPa O₂+5 kPa CO₂, 1 kPa O₂+1 kPa CO₂)과 air(21 kPa O₂+0 kPa CO₂) 조건에서 8개월간 저장하면서 이화학적 및 관능적 품질특성의 변화를 조사하였다. 저장 중 중량감소는 CA조건에서 상당히 억제되었지만 기체조성비에 따른 차이는 없었다. 과육경도의 감소는 산소농도가 낮고 이산화탄소 농도가 높은 1 kPa O₂+5 kPa CO₂ 조건에서 가장 억제되었다. 과피의 lightness는 경시적으로 점차 감소하였고, chroma는 저장말기에 약간 감소하였으며, hue는 거의 변화지 않는 경향이었으나 저장조건과는 무관하였다. 가용성 고형물 함량은 CA조건에서는 변동이 없었으나 air조건에서는 수분손실

로 인해 저장말기에 증가하는 경향이였다. 적정산도와 pH는 저장초기에 비교적 급격히 감소하고 증가하는 경향이었으나 저장조건의 영향은 크게 받지 않았다. 비타민C 함량은 저장조건에 따른 차이가 없이 경시적으로 극미하게 감소하는 경향이였다. 장해과 발생은 CA조건에서 억제되었으며 1 kPa 산소조건에서 더욱 억제되었다. 관능적 품질특성인 appearance, aroma, sweetness 및 texture는 CA저장 과실이 air 저장 과실보다 우수하게 평가되었으나 CA조건에 따른 유의적인 차이는 없었다.

문 헌

1. KSPSTAP. Handbook of Postharvest Technology for Agricultural Products. The Korean Society of Postharvest Science & Technology of Agricultural Products, Daegu, Korea (1999)
2. Kwon, J.H., Kang, H.J., Jo, D.J., Chung, H.S., Kwon, Y.J., Byun, M.W., Choi, S.J. and Choi, J.U. Effects of gamma radiation and methyl bromide fumigation on quarantine pest and quality of asian pears. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 57-63 (2002)
3. Choi, S.J., Hong, Y.P. and Kim, Y.B. Prestorage treatments to prevent fruit skin blackening during cold storage of Japanese pear 'Shingo'(Niitaka). J. Korean Soc. Hort. Sci. 36: 218-223 (1995)
4. Hong, J.H. and Lee, S.K. Effect of ethanol and carbon dioxide treatment on storage quality of 'Niitaka' pear fruit. J. Korean Soc. Hort. Sci. 38: 246-249 (1997)
5. Kim, Y.M., Han, D.S., Oh, T.K., Park, K.H. and Shin H.K. Modified atmosphere storage of 'Shingo' pears packaged with polyethylene film. Korean J. Food Sci. Technol. 18: 130-136 (1986)
6. Kim, D.M. and Shin, H.K. On the optimum gas composition for CA storage of Shingo pear. J. Korean Soc. Food Nutr. 14: 396-400 (1985)
7. Yang, Y.J. Effect of controlled atmospheres on storage life in 'Niitaka' pear fruit. J. Korean Soc. Hort. Sci. 38: 734-738 (1997)
8. Yang, Y.J. Inhibition of the skin blackening by postharvest factors in 'Niitaka' pear fruit. J. Korean Soc. Hort. Sci. 38: 730-733 (1997)
9. Park, Y.S. Effects of storage temperature and CA conditions on firmness, fruit composition, oxygen consumption and ethylene production of Asian pears during storage. J. Korean Soc. Hort. Sci. 40: 559-562 (1999)
10. Park, Y.S. Carbon dioxide-induced flesh browning development as related to phenolic metabolism in 'Niitaka' pear during storage. J. Korean Soc. Hort. Sci. 40: 567-570 (1999)
11. Claypool, L.L. Further studies on controlled atmosphere storage of 'Bartlett' pears. J. Am. Soc. Hort. Sci. 98: 289-293 (1973)
12. Mellenthin, W.M., Chen, P.M. and Kelly, S.B. Low oxygen effects on dessert quality, scald prevention, and nitrogen metabolism of 'd'Anjou' pear fruit during long-term storage. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105: 522-527 (1980)
13. Chen, P.M. and Borgic, D.M. Changes in water soluble polyuronides in the pulp tissue of ripening 'Bosc' pears following cold storage in air or in 1% oxygen. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110: 667-671 (1985)
14. Barreiro, M.G., Cabral, M.L. and Franco, J. Use of controlled atmosphere storage to extend storage life of 'Rocha' pears. Acta Hort. 379: 537-543 (1995)
15. Kader, A.A. Modified atmospheres during transport and storage, Publication 3311, pp. 85-92. In: Postharvest Technology of Horticultural Crops. Kader, A.A. (ed.). Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, USA (1992)
16. Thompson, A.K. Current use of controlled atmosphere storage for fruit and vegetables, pp. 14-55. In: Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables. Thompson, A.K. (ed.). Cab International, Wallingford, UK (1998)

17. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
18. Kader, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40: 99-104 (1986)
19. Sastry, S.K., Baird, C.D. and Buffington, D.E. Transpiration rates of certain fruits and vegetable. *ASHRAE Transactions* 84: 237-255 (1978)
20. Ben-Arie, R., Kislev, N. and Frenkel, C. Ultrastructural changes in the cell walls of ripening apple and pear fruit. *Plant Physiol.* 64: 197-202 (1979)
21. Fisher, R.B. and Bennett, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann. Rev. Plant Mol. Biol.* 42: 675-703 (1991)
22. Lieberman, M. Biosynthesis and action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 30: 533-536 (1979)
23. Chung, H.S., Chung, S.K. and Choi, J.U. Low oxygen CA storage of 'Fuji' apples. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1275-1282 (1999)
24. Jeong, H.S., Chung, H.S., Lee, H.D., Seong, J.H. and Choi, J.U. Controlled atmosphere storage and modified atmosphere packaging of astringency-removed persimmons. *Food Sci. Biotechnol.* 10: 380-386 (2001)

(2003년 2월 12일 접수; 2003년 8월 18일 채택)