

## 한국산 양다래(*Actinidia chinensis* Planch.)의 CA 저장성에 관한 연구

이세은·김동만·김길환·이 철\*

한국식품개발연구원 식품공학연구소, \*고려대학교 식품공학과

### Effect of CO<sub>2</sub> Concentration of CA Conditions on Quality of Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) during Storage

Sei-Eun Lee, Dong-Man Kim, Kil-Hwan Kim and Chul Rhee\*

Korea Food Research Institute, \*Dept. Food Technol., Korea Univ.

#### Abstract

For the evaluation of storage stability of kiwifruit, the conditions of CA storage were based on the following gas compositions; 2% oxygen and 2,4,6% carbon dioxide, respectively. The results obtained from the experiment were as follows; The flesh softening was considerably reduced at the storage atmospheres of 4% CO<sub>2</sub> plus 2% O<sub>2</sub>, and fruit firmness of 3.0 kg was marked in this CA condition after storage for 180 days. The concentration of CO<sub>2</sub> affected clearly on the respiration rate and organic acid compositions of kiwifruit during CA storage. The respiration rate at the storage condition of 6% CO<sub>2</sub> was lower than those at 2 and 4% CO<sub>2</sub>. Quinic and succinic acid contents were obviously increased in the kiwifruit stored at all the CA conditions studied. In comparison of the developed amounts of off-flavor substances, ethanol and acetaldehyde, depended upon the concentration of CO<sub>2</sub> in the CA conditions, the larger amount were produced in the storage condition of higher concentration of CO<sub>2</sub>. From the results mentioned above, it could be concluded that the optimum atmosphere combination for CA storage of kiwifruit was 4% CO<sub>2</sub> plus 2% O<sub>2</sub>.

Key words: kiwifruit, *Actinidia chinensis* Planch, CA storage, CO<sub>2</sub> effects

#### 서 론

매년 생산량이 증가되고 있는 양다래는<sup>(1-4)</sup> 수확 후 저장 유통 중 급격히 품질이 저하되는 점이 문제로 되어<sup>(5)</sup> 이에 따른 장기저장 및 유통을 위한 적절한 저장 방법의 개발이 절실히 필요로 되고 있다. 미국의 USDA 에서는 양다래의 저장성이 낮기 때문에 품질을 객관적으로 평가하기 위한 표준등급을 설정하였으며<sup>(6)</sup> 유통 중 품질저하를 억제하기 위한 운송조건으로 온도는 0°C, 상대습도는 92~94%를 권장하고 있다<sup>(7,8)</sup>.

과실의 신선도를 장기간 유지시키기 위한 저장방법으로는 CA 저장방법이 있는데 미국 및 유럽등지에서는 이미 이 방법이 실용화 단계에 이르렀으며 사과와 저장에 많이 이용되고, 제한적이거나 양배추와 배 등도 일

부 이 방법에 의해 저장되고 있다<sup>(9)</sup>.

과·채류의 CA 저장을 위한 산소 및 탄산가스의 적정 농도에 관한 자료가 필수적인데 저장과실의 재배조건과 수확된 과실의 숙도 및 품종에 차이가 있지만 과·채류의 대부분의 적정 산소 및 탄산가스 농도는 각각 2~5% 범위이다<sup>(10)</sup>.

양다래의 신선도 연장을 위한 CA 저장에 관한 연구는 매우 미흡한 단계로 Arpaia<sup>(11)</sup>와 Mitchell 등<sup>(12)</sup>이 보고한 CA 저장시 양다래 과실의 중요한 객관적인 품질의 지표인 경도의 변화에 관한 연구사례가 있을 뿐이다.

이에 본 연구에서는 한국산 양다래의 주요 품종 가운데 생산량이 가장 많고 저장성이 비교적 우수한 Hayward 품종의 CA 저장에 의한 신선도 연장을 목적으로 산소농도를 고정시키고 탄산가스 농도를 달리한 CA 조건하에서 저장하면서 품질에 관련된 이화학적 특성 변화를 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

Corresponding author: Kil-Hwan Kim, Food Science & Technology Lab., Korea Food Research Institute, KIST, P.O.Box 131 Cheongryang, Seoul, 136-701

### 재료 및 방법

#### 시료

저장실험에 사용된 양다래는 만생종인 Hayward 로 수확적기인 11월초순 서귀포에서 수확하였다. 수확된 양다래는 공기유통이 용이한 골판지 상자에 10kg 씩 포장한 후 즉시 항공편으로 운송하여 2°C 냉장고에서 5 일간 예냉한 후 저장실험에 사용하였다.

#### 저장처리

예냉이 끝난 시료는 건전과만을 일정량씩 취하여 바구니에 담은 후 100l 용 플라스틱 용기에 넣고 스크류 캡으로 밀폐시켰으며 밀폐용기내의 환경가스 조성은 산소농도를 2%로 고정하고, 탄산가스 농도를 2, 4, 6% 가 되게 혼합한 가스를 이용하여 조절하였다. 또한 대조구로는 건전과를 골판지상자에 담아 CA 저장 실험구와 함께 2°C로 유지되는 저온저장고에 방치시켰다.

#### 실험방법

##### 중량감소율

저장초기중량에 대한 일정 저장기간 경과 후 총 감모중량의 백분율로 나타내었다.

##### 호흡률

CA 저장용기로부터 과실을 꺼낸 즉시 2°C의 저온냉장고에서 Desiccator 법<sup>(13)</sup>을 이용하여 일정시간 동안 시료로부터 발생되는 탄산가스의 양을 측정하였다.

##### pH

와링브랜더로 파쇄한 과육을 원심분리하여 얻은 과즙을 pH 메타(HI8418, Hanna, Italy)를 이용하여 20°C에서 측정하였다.

##### 적정산도

A. O. A. C 방법<sup>(14)</sup>에 의하여 분석하였다.

##### 유리당 및 유기산

원심분리하여 얻은 과즙일정량을 C<sub>18</sub> cartridge filter (Waters Associates, U. S. A.) 및 공경 0.45 μm의 millipore filter (Waters Associates, U. S. A.)로 여과한 후 고속액체크로마토그래프 (Waters model 510)로 분석하였다. 유리당 분석에 적용된 조건으로 이동상은 물과 아세트나이트릴을 15 : 85로 혼합한 용매를, 분리 컬럼은 Lichrosob-NH<sub>2</sub> 형을, 검출기로는 RI를 사용하였다. 유기산의 경우는 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>로 pH를 2.8되게 조절한 0.5% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 용액을 이동상으로 하여 Lichrosob-RP18 컬럼을 통하여 분리된 성분을 UV 214 nm에서 검출하였다.

##### 가용성 고형물

파쇄한 과육을 원심분리하여 얻은 상정액에 함유된 가용성고형물 함량을 Brix 메타(Erma Optical, Japan)을 이용하여 20°C에서 측정하였다.

##### 총당

Somogi 방법<sup>(15)</sup>으로 정량하였다.

##### 에틸알콜과 아세트알데히드

일정크기로 세절한 과육 20g을 50ml 용 용기에 넣고 밀폐하여 55°C의 물중탕에서 20분간 가온한 후 head space의 공기를 5ml 취하여 10% FFAP on 80~100 mesh chromosorb AW가 충전된 3m×3.2 mm (i. d.)의 스테인레스 컬럼에 주입하여 분석하였다. 이 때 사용된 가스크로마토그래프 (Hewlett Packard Model 5890, U. S. A.)의 조건은 Hanchenberg의 방법<sup>(16)</sup>에 준하였다.

한편 에틸알콜과 아세트 알데히드의 양은 저장초기의 시료에서 나타난 각 성분의 크로마토그램 면적값을 기준으로 하여 상대치로 표시하였다.

##### 경도

Instron (Model 1140, Instron LTD, England)를 사용하여 단측면의 관통시험 (Puncture test) 방법에 의하여 측정하였으며 이 때 사용된 plunger의 직경은 7 mm이었다.

### 결과 및 고찰

#### 중량변화

탄산가스 농도차이에 의한 CA 저장구와 대조구의 저장기간에 따른 중량감소율을 조사한 결과를 Fig. 1에

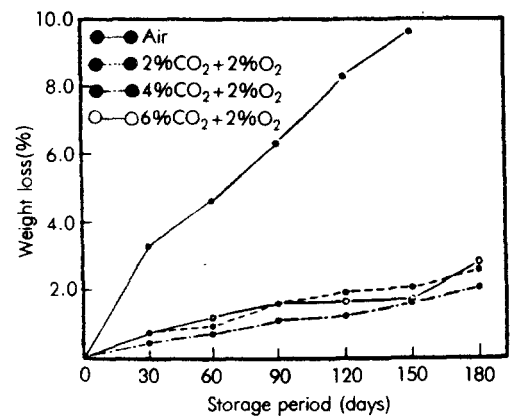


Fig. 1. Changes in weight loss of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditons.

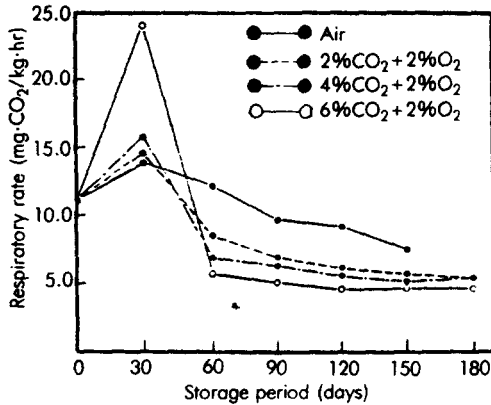


Fig. 2. Changes in respiratory rate of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

나타냈다. 대조구의 경우 저장 60일 후에는 그 값이 4.5%였으며, 저장 120일 경과 후에는 8.3%에 이르렀다. 모든 CA 저장구의 경우에는 저장기간이 경과됨에 따라 대조구에 비하여 중량이 서서히 감소하여 저장 180일 후에는 2.1~2.9% 정도의 감소율을 보였는데 이 중 탄산가스 농도를 4%로 유지하였던 구의 중량감소율은 2.1%로 탄산가스 농도를 2%와 6%로 한 저장구의 2.7% 및 2.9%에 비하여 중량감소율이 낮았다. 한편 대조구로 저장하였던 과실은 저장 150일 후 연화 및 부패가 심하게 발생하여 계속적인 실험을 수행할 필요가 없는 상태로 되었다.

호흡률

양다래의 저장기간 중 호흡률의 변화는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다. 저장직전 양다래의 호흡률은 2°C에서 10.8mg CO<sub>2</sub>/kg, hr이었으며 저장 30일 후에는 대조구 및 CA 저장구에서 모두 초기의 호흡률 보다 다소 높은 값을 보였으나 그 이후부터는 계속 감소하였다. 탄산가스의 농도에 따른 저장구의 호흡률 변화를 살펴 보면 저장 후 30일까지는 CO<sub>2</sub> 농도가 높을수록 호흡량이 증가하는 현상이 나타났으며 저장 60일이 경과된 후부터 비로서 CO<sub>2</sub> 농도의 증가에 따라 호흡의 억제효과가 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 저장초기의 급격한 호흡률 증가는 추숙현상에 의한 것으로 판단되며 Reid 등<sup>(17)</sup>도 이와 유사한 연구결과를 보고한 바 있다.

pH와 적정산도

Fig. 3과 4는 양다래의 저장기간 중 pH와 적정산도의 변화를 나타낸 결과이다. 양다래의 pH는 3.0~3.9

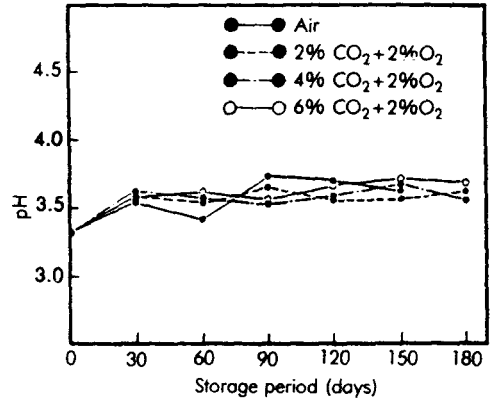


Fig. 3. Change in pH of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

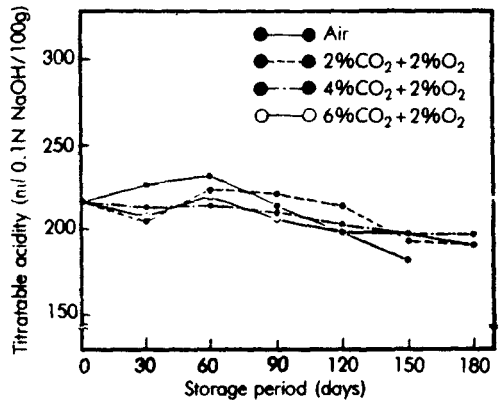


Fig. 4. Changes in titratable acidity of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

범위로 품종 및 산지에 따라 다소 차이를 나타낸다고<sup>(18)</sup> 하는데 본 실험에서의 저장 중 pH 변화는 3.3에서 3.7 사이의 값을 보였다.

한편 저장기간 중 양다래의 pH는 저장구간에 차이를 나타내지 않았고 저장기간이 경과됨에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였다.

적정산도의 경우는 pH의 변화경향과 반대로 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였는데 특히 대조구의 경우는 CA 저장구에 비하여 저장 중 변화의 폭이 큰 것으로 보아 품질 보존성이 낮은 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 양다래의 숙성 중의 pH와 적정산도의 변화에 관한 기존의 연구<sup>(19)</sup>보고와 유사한 경향이였다.

유기산

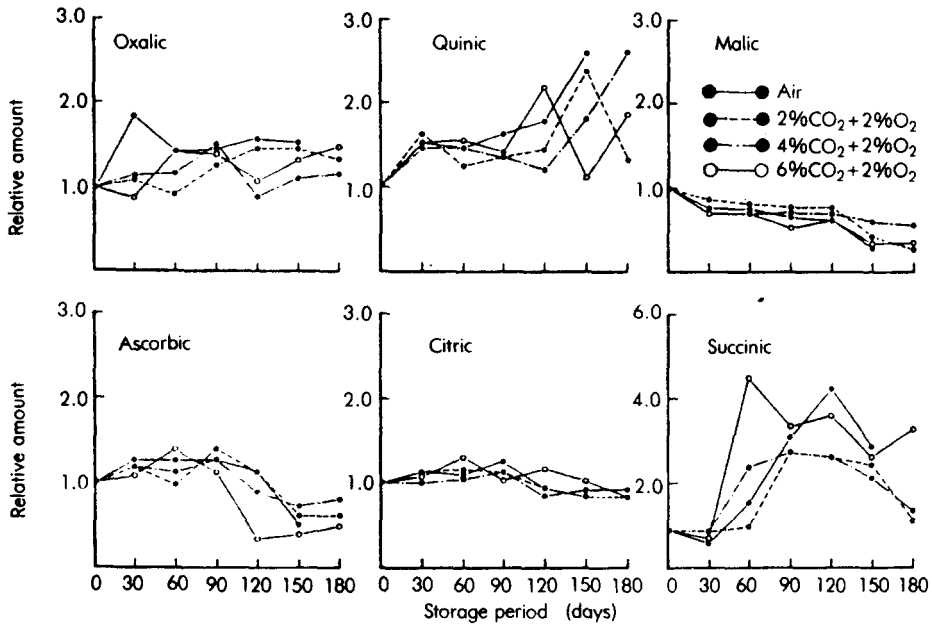


Fig. 5. Changes in typical organic acid in kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions. (unit: relative amount to the initial value)

시트르산, 퀴닌산, 말산이 주된 성분으로 구성되어 있는 양다래 유기산<sup>(20,21)</sup>의 CA 저장 중 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 저장초기의 값을 기준으로 하여 환산한 결과 저장 중 숙신산과 퀴닌산의 함량변화의 폭이 다른 유기산 보다 매우 컸다. 탄산가스 농도를 6%로 유지하였던 구의 숙신산의 함량은 저장 60일까지 급격한 증가를 보였으며, 저장 전기간에 걸쳐 다른 CA 저장구보다 높은 값을 나타냈다. 말산과 아스코르브산은 저장기간이 경과됨에 따라 그 값이 서서히 감소하였는데 특히 아스코르브산의 경우는 감소폭이 컸으며 탄산가스 농도를 6%로 유지시켰던 구가 다른 저장구에 비하여 감소폭이 더욱 컸다. 옥살산과 시트르산의 저장 중 함량변화에 있어 옥살산의 경우 증가하는 경향을 보였으며, 시트르산의 경우는 저장기간에 따른 변화가 매우 적었다.

가용성 고형물

Fig. 6은 양다래에 함유된 가용성 고형물 함량의 저장 중 변화를 나타낸 것이다. 저장초기 가용성 고형물의 함량은 10.80°Brix 이었으나 저장 30일 후에는 각 처리구 공히 13.6~15.1°Brix로 증가한 값을 나타냈다. 특히 대조구의 경우는 15.8°Brix로 CA 저장구에 비해 높은 값을 보였으며 이러한 경향은 저장 90일까지

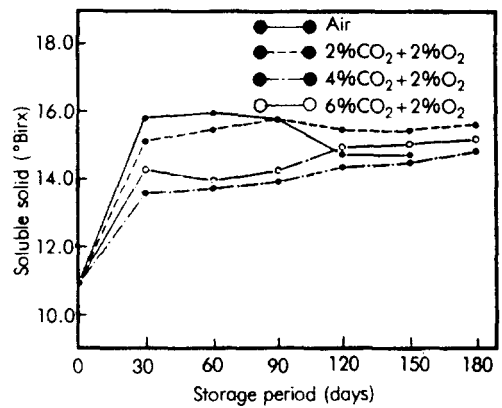


Fig. 6. Changes in soluble solid of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

유지되었다. 이와 같은 대조구의 높은 가용성 고형물 생성은 과육에 함유된 건분 등이 저장 중 CA 저장구에 비하여 빠르게 분해되어 가용성 성분으로 전환되었기 때문인 것<sup>(19,22)</sup>으로 판단된다.

각 CA 저장구의 탄산가스 농도별로 가용성 고형물량을 비교해 보면 저장 180일 후에 4%로 유지하였던 구가 14.1°Brix로서 탄산가스 농도를 6%와 2%로 유지하였던 구의 15.2°Brix와 15.6°Brix에 비하여 낮은 값을 나타냈다.

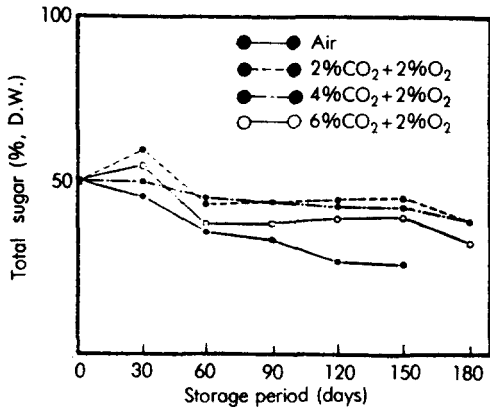


Fig. 7. Changes in total sugar of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

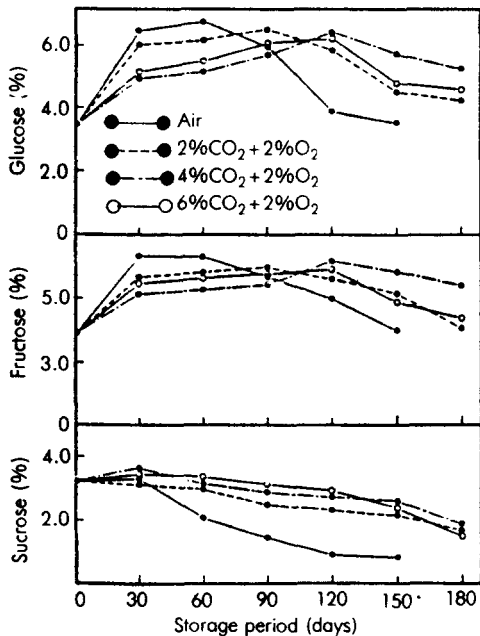


Fig. 8. Changes in the contents of sugars in kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

총당 및 유리당

다량의 전분<sup>(12)</sup>과 프럭토오스, 글루코오스 및 수우크로스<sup>(19,21)</sup>를 함유하는 양다래의 저장기간에 따른 총당 및 유리당의 변화를 조사하였던 바 Fig. 7과 8에 나타낸 것과 같다. 총당은 저장기간이 경과함에 따라 서서히 감소하였는데 대조구의 경우 CA 저장구에 비하여 감소속도가 빨랐다. 각 CA 저장구별로는 탄산가스 농도를 2%와 4%로 유지시켰던 저장구의 양다래가 저장 전기간 동안 탄산가스를 6%로 유지하였던 저장구의 경

우보다 총당함량이 높게 유지되었다.

Fig. 8은 유리당을 프럭토오스, 글루코오스 및 수우크로스 분해하여 저장 중 변화를 조사한 결과이다. 프럭토오스와 글루코오스의 경우 대조구에서는 저장 60일까지, CA 저장구에서는 저장 120일까지 그 함량이 각각 증가한 후 감소하는 경향을 보였으며 CA 저장구에서 이들 성분의 변화폭이 대조구보다 적었다.

한편 CA 저장구 중 이들 함량변화를 비교하면 탄산가스 농도를 4%로 유지하였던 구에서는 거의 감소현상이 나타나지 않았다. 수우크로스 함량은 저장 30일까지는 저장구간에 뚜렷한 차이가 보이지 않았으나 그 이후부터는 CA 저장구에 비하여 대조구가 저장구간에 따라 그 감소율이 컸으며, CA 저장구간에는 뚜렷한 차이가 서서히 감소하였다.

에틸알콜과 아세트알데히드

과실저장 중 생성되며 이취와 관련이 깊은 에틸알콜과 아세트알데히드는 신선한 사과, 배 그리고 일반 과실류에도 대부분 일정함량을 조직내에 갖고 있다<sup>(10)</sup>. 이러한 성분은 과실의 숙성과 변질과정 중 그 함량이 급속히 증가하며 특히 온도와 환경가스 조성에 의해 큰 영향을 받는다<sup>(10)</sup>. Fig. 9은 양다래의 저장기간 중에

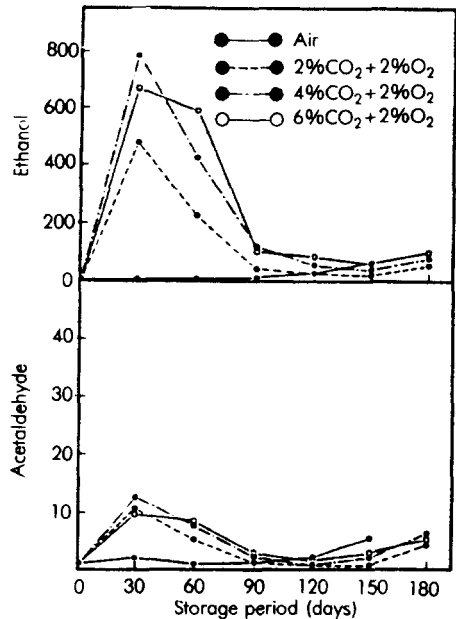


Fig. 9. Changes in the contents of acetaldehyde and ethanol produced by kiwifruit stored at CA conditions (unit: relative amount to the initial value).

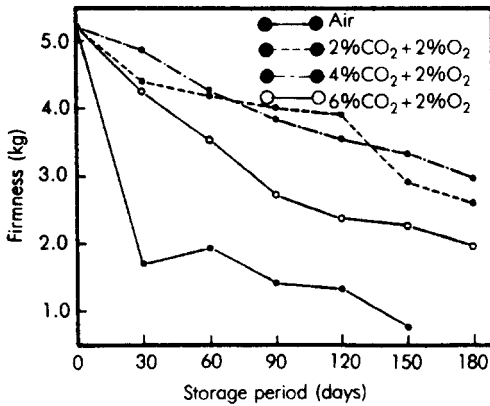


Fig. 10. Changes in firmness of kiwifruit stored at controlled atmosphere conditions.

틸알콜과 아세트알데히드의 생성량 변화를 나타낸 것으로 저장 후 30일까지는 모든 저장구에서 그 함량이 급속히 증가하는 경향을 보였으나 그 후 저장기간이 경과됨에 따라 감소하는 경향을 보였다. 에틸알콜의 함량은 대조구의 경우 저장 90일까지는 CA 저장구에 비하여 낮은 값을 보였으나 그 이후 계속 증가하여 저장 150일 후에는 CA 저장구 보다도 높은 값을 보였다. 한편 저장 중 아세트알데히드는 에틸알콜의 변화양상과 유사한 경향을 보였으나 아세트알데히드의 변화폭이 에틸알콜 보다 적었다.

#### 경도

과육의 경도는 객관적으로 양다래의 품질을 평가할 수 있는 중요한 인자인데<sup>(12)</sup> Fig. 10은 양다래의 CA 저장 중 경도변화를 나타낸 결과이다.

CA 저장한 양다래의 경도는 대조구에 비하여 저장 전 기간에 걸쳐 높은 값을 유지하였다. 대조구의 경우 저장 30일까지는 급격한 경도변화를 나타냈으며 CA 저장구에서는 탄산가스 농도가 2%와 4%이었던 구가 6%구에 비하여 경도유지에 우수한 결과를 보였다.

#### 요 약

양다래의 저장성 향상을 위해서 밀폐저장용기 내의 공기조성 중 산소농도를 2%로 고정하고 탄산가스 농도를 각각 2, 4% 그리고 6%로 조절한 CA 조건에서 양다래를 저장하면서 과실의 품질에 관련된 이화학적 변화를 조사하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

CA 저장 180일 경과 후 과실 품질의 가장 중요한

지표인 경도는 탄산가스 농도를 4%로 유지시켰던 구가 3.0 kg 으로 가장 우수한 연화 억제효과를 보였다.

탄산가스 농도에 따른 양다래의 호흡률 및 유기산 변화에서 저장 60일 이후부터는 탄산가스 농도를 6%로 유지시켰던 구가 2% 및 4% 유지구 보다 낮은 호흡률을 보였으며 유기산 중 퀴닌산과 숙신산의 경우 저장기간이 경과됨에 따라 저장구간에 뚜렷한 차이가 없이 증가하는 경향을 보였다. CA 저장구 중 이취의 원인이 되는 에틸알콜과 아세트알데히드 발생량은 탄산가스의 농도가 증가할수록 생성량이 많았다.

이상과 같은 결과로 한국산 양다래의 CA 저장을 위해서는 산소농도 2%로 고정시 탄산가스 농도를 4%로 유지시키는 것이 적합한 것으로 판단되었다.

#### 문 헌

- Luh, B.S. & Wang, Z.: Kiwifruit, *Advances in Food Research*, **29**, 280 (1984)
- Lodge, N.: Two novel processed products, *Food Technol. N.Z.*, **16**(7), 34-35 (1981)
- Lodge, N., Nguyen, T.T. and McIntyre, D.: Characterization of a crude kiwifruit pectin extract, *J. Food Sci.*, **52**, 1095 (1987)
- Lodge, N., Hogg, M.G. and Fletcher, G.C.: Gamma Irradiation of frozen kiwifruit pulp, *J. Food Sci.*, **50**, 1224 (1985)
- Harvey, J.M. and Harris, C.M.: In-storage softening of kiwifruit: Effect of delayed cooling, *Int. J. Refrig.*, **9**(11), 352 (1986)
- U.S. Department of Agriculture: U.S. standards for grades of kiwifruit, *Fed. Regist.*, **47**, 154 (1982)
- Harris, S.: The refrigerated export chain of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) from New Zealand, *Annexe Bull. Inst. Int. Froid*, **1976-1**, 157 (1976)
- Anon.: Kiwis, their preservation and transport, *International Fruit World*, **38**(3), 194 (1980)
- Thorne, S.: Developments in food preservation, *Applied Sci.*, Publishers, **2**, (1983)
- Metlitskii, L.V., Salkova, E.G. and Volkind, N.L.: Biochemical aspects of fruit preservation in controlled atmosphere, In *Controlled Atmosphere Storage of Fruits*, A.A. Balkema/Rotterdam, p. 37 (1986)
- Arpaia, M.L. Mitchell, F.G., Kader, A.A. and

- Mayer, G.: The ethylene problem in modified atmosphere storage of kiwifruit. *Controlled Atmosphere Res. Conf.* Timber Press, 3rd, 331 (1982)
12. Mitchell, F.G.: Modified-atmosphere storage of kiwifruits (*Actinidia chinensis*), *Symposium Series*, Oregon State University School of Agriculture, 1, 235 (1982)
13. Tarutani, T. and Manebe, M.: Studies on the utilization of persimmon. 3. effect of storage temperature on persimmon, *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, **29**, 114 (1960)
14. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p. 420 (1980)
15. 정동효: 최신 식품분석법, 삼중당, 서울, p. 129(1977)
16. Hanchenberg, H. and Schmidt, A.P.: *Gas Chromatographic Head Space Analysis*, Heyden & Son Ltd., London, p. 19 (1979)
17. Reid, M.S., Heatherbell, D.A., and Prott, H.K.: Seasonal patterns in chemical composition of the fruit of *Actinidia chinensis* cultivar Bruno, *J. Am. Soc. Horit. Sci.*, **107**, 316-319 (1982)
18. Park, E.Y. and Luh, B.S.: Polyphenol oxidase of kiwifruit, *J. Food Sci.*, **50**, 678 (1985)
19. Obara, S.T. and Luh, B.S.: Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening, *J. Food Sci.*, **48**, 607 (1983)
20. Heatherbell, D.A.: Identification and quantitative analysis of sugar and non-volatile organic acids in chinese gooseberry fruit (*Actinidia chinensis* Planch.), *J. Sci. Fd. Agric.*, **26**, 815 (1975)
21. Fuke, Y. and Matsuoka, H.: Changes in contents of sugars, starch organic acids and free amino acids in kiwifruit during growth and after ripening, *Nippon Shokuhin kogyo Gakkaishi*, **29**, 642 (1982)
22. 大垣智昭: サウイの栽培と利用(1), *農業おみび園藝*, **58**, 389(1983)

---

(1989년 9월 9일 접수)