

## 저장온도에 따른 한국산 양다래(*Actinidia deliciosa*)의 화학적 성분의 변화

김정민 · 고영수  
한양대학교 식품영양학과

### Changes in Chemical Components of Korean Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) by Storage Temperature

Jung-Min Kim and Young-Su Ko

Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of storage temperature (0, 5, 20°C) on chemical components of Korean kiwifruits. Moisture content decreased in 0°C-, 5°C-stored samples and slightly increased in 20°C-stored sample. Soluble solid content increased in 0°C-, 5°C-stored samples and decreased in 20°C-stored sample ranging from 11 to 14 °Brix. pH and titratable acidity remained at the level of 3~3.5 and 1~1.5, respectively. The content of malic and quinic acid increased during storage at 0°C and 5°C. In case of citric acid, the content increased up to 6th week and then decreased. Kiwifruits stored at 20°C showed a changing pattern of organic acids similar to those stored at 0 and 5°C. Glucose, fructose and sucrose increased in 0°C-, 5°C-stored samples except fructose at 5°C. In case of 20°C-stored sample, sucrose increased up to 2~3th week and then decreased.

Key words: Korean kiwifruits, *Actinidia deliciosa*, storage temperature, organic acids, free sugars

#### 서 론

양다래(Kiwifruit, *Actinidia deliciosa*)는 다래나무과(Actinidiaceae) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 온대성 낙엽과수로서 그 외관은 타원형에 가깝고 갈색의 짧고 뾰족한 털로 둘러싸여 있는 과일이다<sup>(1)</sup>. 양다래는 Abbott, Allison, Hayward 등 5가지의 품종이 있는데, 현재 우리 나라와 뉴질랜드에서 주로 재배되고 있는 품종은 Hayward 품종으로서 과실의 크기가 크고 저장성이 뛰어나며 맛과 향기가 다른 품종들에 비해서 우수하다<sup>(2,3)</sup>. 우리 나라의 양다래 재배는 남해안 일대와 제주도에서 활발히 이루어지고 있다.

양다래는 후숙 과일이므로 일단 미숙상태로 수확되는데, 최상의 품질을 얻기 위해서는 적절한 고형분 함량을 나타내는 적절한 시기에 수확하여 최적의 온도 조건과 습도 조건에서 숙성시키는 것이 중요하다<sup>(4,5)</sup>.

양다래의 수확적기는 가용성 고형분 함량이 6.5~7.0 °Brix일 때라고 보고된 바 있다<sup>(6)</sup>. Arpaia 등<sup>(7,8)</sup>은 저장 온도 2~5°C와 습도 99~100%에서 숙성시키는 것이 좋다고 보고하였고, 또한 0°C에서 2%의 O<sub>2</sub>와 5%의 CO<sub>2</sub> 조건하에서 저장하면 과실의 경도가 오래 지속되고 저장기간이 연장된다고 하였다.

숙성과정 중에 과실의 호흡량은 증가하여 숙성과정을 촉진시키는 ethylene gas도 발생하게 된다고 알려져 있으며<sup>(9)</sup>, polyethylene bag과 ethylene 흡착제를 이용하여 양다래를 저장하면 숙성 과정이 지연된다고 보고되고 있다<sup>(10)</sup>.

양다래는 선명한 초록색의 과육을 갖는 과실로 숙성이 진행됨에 따라서 과육의 녹색은 진해진다<sup>(11)</sup>. 양다래의 주요 색소는 chlorophyll이며, 이는 숙성이 진행됨에 따라서 점차 감소하는 경향을 보인다고 한다<sup>(12,13)</sup>.

양다래의 유리당인 glucose와 fructose는 과실의 부위에 따라서 함량의 차이를 보이며, sucrose는 invertase에 의해서 분해되면서부터 증가하기 시작한다. 양다래의 주요 유기산으로 알려진 malic acid, citric

Corresponding author: Young-Su Ko, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, 17 Hyongdang-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-791, Korea

acid, quinic acid는 과실의 호흡이 진행됨에 따라서 그 양은 점차 감소한다<sup>(14,16)</sup>.

상업적으로 양다래는 보통 0°C에서 저장되며 유통되고 있고 일반 가정에서는 4~5°C의 냉장온도에서 보관하면서 소비된다. 따라서 본 실험에서는 이러한 저온(0, 5°C)과 실온(20°C)에서 저장하면서 이때 나타나는 양다래의 화학적 성분의 변화를 각각 측정하고 상호 비교함으로써 양다래의 저장온도에 따른 저장학적 특성을 알아보려고 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 사용한 양다래(Kiwifruit, *Actinidia deliciosa*)는 1994년도 전라남도 해남에서 재배된 Hayward 품종으로서 9월 하순경에 수확한 것을 사용하였다.

과실의 평균 무게는  $83.01 \pm 3.01$  g, 평균 폭은  $4.88 \pm 0.04$  cm, 평균길이는  $6.46 \pm 0.23$  cm이었다. 수확한 후 시중에서 구입한 식품 포장용 비닐 지퍼백 (polyethylene, 30×20 cm, 25 μm, Mrs. Kim's Lab 제조)에 5개씩 넣은 뒤 0, 5, 20°C 항온기에서 각각 저장하면서 시료로 사용하였다. 0, 5°C의 시료는 7일 간격으로, 20°C 시료는 4일 간격으로 변화를 조사하였다.

### 시료의 조제

우선 양다래의 털이 있는 껍질 부분을 약 1 mm 정도가 되도록 stainless steel 칼로 제거한 뒤 과육부분을 Waring blender에서 30초 동안 완전히 마쇄하여 본 실험의 시료과즙으로 하였다.

### 수분 및 가용성 고형분의 정량

수분의 함량은 AOAC법<sup>(17)</sup>에 준하여 상압건조법으로 측정하였다. 가용성 고형분(soluble solid content)은 시료인 양다래 과즙을 12000 rpm에서 5분간 원심분리를 한 후 상정액을 취하여 20°C에서 refractometer로 측정하여 °Brix로 표시하였다<sup>(17,18)</sup>.

### pH와 적정산도의 측정

시료액의 pH는 pH meter를 사용하여 측정하였으며, 적정산도는 0.1 N NaOH로 적정한 후 citric acid monohydrate % 함량으로 나타내었다<sup>(17,18)</sup>.

### 유기산 및 유리당의 정량

유기산 및 유리당의 분석은 Senter 등<sup>(9)</sup>의 방법을 사용하여 GC/MS로 각각의 성분을 확인하고 GC로 정량

하였다. 양다래 과즙 5 g을 취하여 에탄올 40 mL을 가한 뒤 80°C water bath에서 1시간 동안 교반하고 여지(Whatman 41)로 여과한 후 최종용량이 45 mL이 되도록 하였다. 이 용액 1 mL을 취하여 N<sub>2</sub> 가스로 건조시킨 후 STOX<sup>®</sup> 시약을 0.5 mL 가하고 75°C heating block에서 30분간 반응시켜 추출액중 유리당을 oximation하였다. 뒤이어 1% TMCS가 함유된 BSTFA를 0.5 mL을 첨가하여 다시 75°C heating block에서 20분간 반응시켜서 oxime화된 glucose와 fructose, sucrose 그리고 유기산을 trimethylsilylation하였다. 그리고 무수 sodium sulfate를 가하여 반응액중에 잔존하는 수분을 제거한 뒤 분석시료로 사용하였다.

GC 분석은 SPB-1 fused silica capillary column (0.25 mm i.d.×30 m, 0.25 μm thickness)이 장착된 Hewlett Packard 5890 II를 사용하였다. 컬럼온도는 160°C에서 3분간 유지시킨 후 200°C까지 분당 3°C씩 승온시켰고 280°C까지 분당 6°C씩 승온시켰다. GC/MS 분석은 위에서와 동일한 컬럼이 장착된 영국 FISON Instrument사의 MD-800을 사용하였는데, 컬럼온도는 140°C에서 4분간 유지시킨 후 200°C까지 분당 6°C씩 승온시켰고 280°C까지 분당 6°C씩 승온시켰다. 질량 분석은 70 eV에서 Electron Impact (EI) 방식으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 양다래의 수분 및 가용성 고형분의 함량 변화

양다래를 0, 5, 20°C에서 7주간 저장하면서 수분 및 가용성 고형분 함량변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 0°C와 5°C 저장 시료에서는 저장 초기의 수분함량  $85.89 \pm 0.54\%$ 로부터 미세한 감소를 보이나, 단기간의 숙성과정이 진행된 20°C 저장 시료의 경우 수분함량이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 숙성과정이 진행됨에 따라 과실의 수분이 많아진다고 보고한 Robertson<sup>(20)</sup>의 결과와 일치하는 것이다. 0°C와 5°C의 시료에서 수분함량의 변화가 적은 것은 7주의 저장기간 동안에 성분의 변화가 크지 않았기 때문이라고 판단되며, 이에 비해서 20°C 저장 양다래는 단시간에 숙성이 빨리 진행되었으므로 수분함량이 다른 온도에서 저장한 시료에 비해 빨리 증가한 것이라고 사료된다.

가용성 고형분의 함량은 0°C와 5°C 저장 시료의 경우 저장기간에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으나, 20°C 저장 시료는 반대로 감소하는 추세를 보여 수분의 함량 변화와 반비례적인 관계를 보였다 (Fig. 1). Warrington 등<sup>(1)</sup>, 권 등<sup>(2)</sup>, Crisosto 등<sup>(6)</sup>에 의하면 숙성

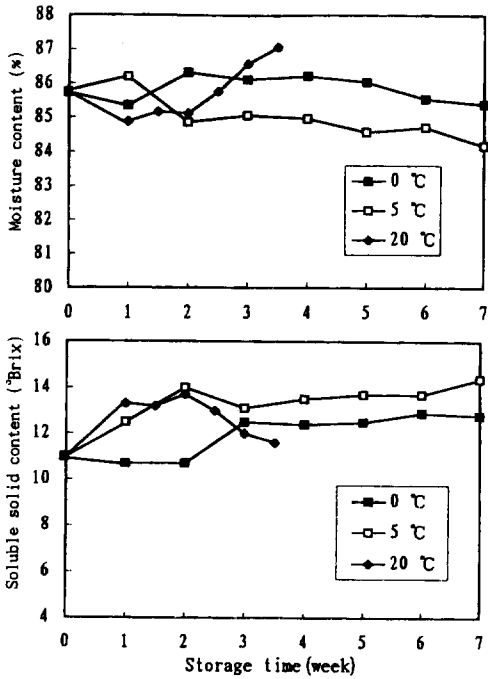


Fig. 1. Changes in moisture and soluble solid contents of Korean kiwifruit during storage at various temperatures.

이 진행됨에 따라서 가용성 고형분의 함량이 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와는 차이가 있음을 알 수 있었다. 특히 15°C에서 저장을 했을 때 급격하게 고형분의 함량이 증가하였다는 권 등<sup>(2)</sup>의 보고와는 다소 상이한 결과를 나타냈다.

**pH와 적정산도의 변화**

저장온도에 따른 양다래의 pH 및 적정산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 저장 초기의 pH는 3.23이었는데, 이 값은 Matsumoto 등<sup>(1)</sup>이 보고한 pH 3.26과는 유사하나 Warrington 등<sup>(1)</sup>이 보고한 pH 3.5~3.6과는 다소 차이를 나타내었다. Castaldo 등<sup>(2)</sup>이 보고한 이태리 여러 지방의 양다래의 pH는 3.11~3.47으로서 지역에 따라서 pH의 변화가 다소 있음을 보여 주었다. 양다래의 pH는 저장기간이 증가함에 따라 저장온도에 관계없이 pH 3.1~3.2의 값을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 한국산 양다래를 시료로 사용하여 저장하는 동안 pH는 큰 차이를 나타내지 않았다고 보고한 권 등<sup>(2)</sup>의 연구와 일치하는 경향이다. 다만 pH 값에 있어서 권 등<sup>(2)</sup>이 보고한 3.5와는 차이를 보였다.

적정산도에 있어서도 Fig. 2와 같이 저장온도에 관계없이 저장기간 동안 1.2~1.4 (citric acid monohydrate

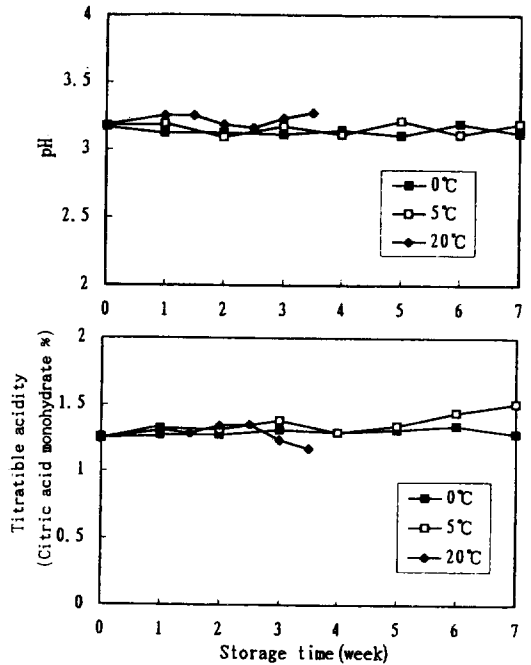


Fig. 2. Changes in pH and titratable acidity of Korean kiwifruit during storage at various temperatures

%)의 값을 유지하면서 거의 변화가 없었다. Warrington 등<sup>(1)</sup>은 1.0~1.6, Matsumoto 등<sup>(1)</sup>은 1.46이라고 보고하여 본 실험의 결과와는 거의 차이가 없었다. 위의 결과를 통해서 볼 때, pH와 적정산도는 숙성 전과 숙성 후 큰 변화를 나타내지 않음을 알 수 있었다.

**유기산의 함량 변화**

양다래의 저장온도에 따른 유기산의 변화는 Fig. 3과 같다. 저장 초기에 malic acid, citric acid, quinic acid의 함량은 각각 2.08, 5.96, 9.76 mg/g kiwifruit juice 이었는데, 저장기간에 따라 malic acid는 다소 증가하는 경향을 보였으며, citric acid는 급격하게 증가하였다가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그리고 quinic acid는 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 citric acid는 저장기간 동안 큰 변화를 보였다. 저장기간 동안 각각의 유기산의 온도별 함량 변화는 유사한 패턴을 보였다. 특히 malic acid의 경우 20°C 저장 시료의 변화패턴은 0, 5°C의 저장시료와 비슷한 형태를 보여 주었다.

이 등<sup>(3)</sup>과 Reid 등<sup>(4)</sup>은 양다래의 숙성에 따라 유기산 각각의 함량에 변화가 일어난다고 보고하였는데, 특히 이 등<sup>(3)</sup>은 oxalic acid, quinic acid, malic acid, citric acid, fumaric acid, succinic acid, ascorbic acid 등의 변

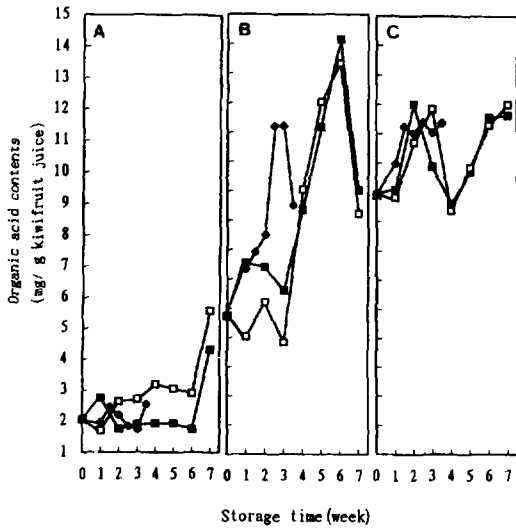


Fig. 3. Changes in organic acids of Korean kiwifruit during storage at various temperatures. A: Malic acid, B: Citric acid, C: Quinic acid. ■—■: 0°C storage, □—□: 5°C storage, ◆—◆: 20°C storage.

화는 각각 상이하게 나타난다고 보고하였다. 그 중 malic acid와 citric acid의 경우 숙성이 진행됨에 따라서 그 함량이 다소 감소하는 경향을 보였고, 다른 유기산의 경우 약간 증가하는 경향을 보였다고 보고하여, 본 실험의 citric acid, quinic acid 변화와 일치하였다. Malic acid의 경우 MacRae 등<sup>(22)</sup>과 Reid 등<sup>(16)</sup>은 수확 후 숙성이 진행됨에 따라서 크게 변화하지는 않으나 저온저장을 하는 경우(특히 4°C에서 저장을 하는 경우) 그 함량이 약간 증가한다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사함을 보였다.

유리당의 함량 변화

저장온도에 따른 유리당의 변화는 Fig. 4와 같다. 0, 5°C 저장 양다래의 경우 저장 초기의 유리당 함량이 glucose는 22.30, fructose는 28.61, sucrose는 4.90 mg/g kiwifruit juice이었는데, 5°C 저장시료의 fructose를 제외하고는 저장기간에 따라 모두 증가하는 추세를 보였다. sucrose도 저온저장(0, 5°C)한 과실의 경우 숙성에 따라 증가하였다.

20°C 저장 양다래의 경우 glucose와 fructose는 증가 경향을 보였으나 sucrose의 경우 숙성이 진행됨에 따라서 증가하는 경향을 보이다가 저장 16일이 경과하자 감소하기 시작하였다. 이러한 sucrose의 감소는 숙성과정 중에 나타나는 과육내의 invertase의 작용으로 glucose와 fructose로 전환되기 때문이라고 사료된다<sup>(3)</sup>. 저온저장의 경우 서서히 숙성이 진행되므로 fructose

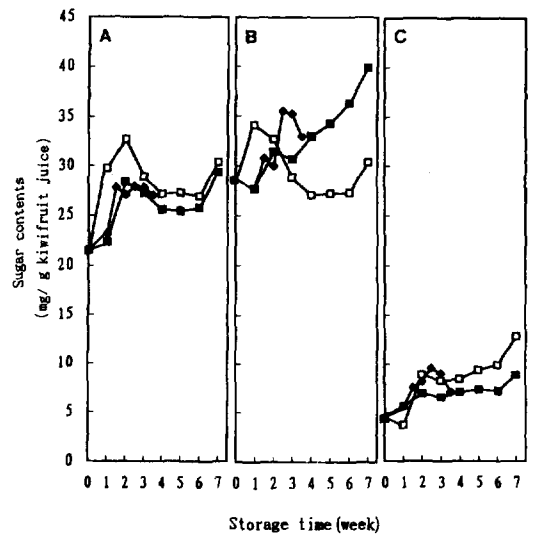


Fig. 4. Changes in free sugars of Korean kiwifruit during storage at various temperatures. A: Glucose, B: Fructose, C: Sucrose. ■—■: 0°C storage, □—□: 5°C storage, ◆—◆: 20°C storage.

와 glucose의 함량이 상온 저장에 비해서 많았다.

Reid 등<sup>(16)</sup>은 과실이 호흡작용을 유지하기 위해서 1주일에 100 g fruit당 0.2 g의 carbohydrate를 소비하므로 전체적인 유리당의 함량은 저장기간에 따라 감소추세를 나타낸다고 보고하였다. 특히 본 실험의 시료 중 20°C 저장 양다래의 유리당 함량 감소는 숙성이 빨리 진행됨에 따라서 호흡이 더욱 활발하게 일어나게 되어 많은 양의 carbohydrate를 소비함으로써 전체 유리당의 함량이 감소하는 것이라고 사료된다.

요 약

한국산 양다래를 시료로 하여 수확 후 저장 온도를 각각 0°C, 5°C, 20°C로 하여 7주 동안 저장하면서 이에 따른 양다래의 화학성분의 변화를 알아 보았다. 0, 5°C 시료의 경우 수분의 함량은 85~86% 정도의 수준을 유지하면서 다소 감소하는 경향이었고, 20°C 시료의 경우 함량의 증가를 보였다. 가용성 고형분의 함량은 0°C, 5°C 시료는 증가하였고, 20°C 시료는 감소하는 경향을 나타냈으며 이들의 함량은 11~14 °Brix를 유지하였다. pH와 적정산도는 0°C, 5°C 시료와 20°C 시료에서 모두 일정하게 유지되었다. pH의 경우 3~3.5의 값을 나타냈으며, 적정산도는 1~1.5 사이의 측정치를 나타냈다. 유기산의 함량변화는 malic acid, quinic acid의 경우 모든 저장시료에서 증가하였으며, citric acid는 6주동안 급격하게 상승하였다가 6주가 경과하

자 급격히 함량이 감소하였다. 20°C에서 저장한 시료의 경우는 0°C와 5°C 저장시료와 그 변화의 패턴이 일치하였다. 유리당의 함량은 0°C와 5°C 저장시료의 경우 glucose, fructose 그리고 sucrose는 대부분 시료에서 증가하였으며, 20°C 저장 시료는 glucose와 fructose는 증가경향을 보였으나 sucrose의 경우 저장기간에 따라 증가하였다가 감소하였다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 핵심전문 연구비 과제번호 (951-0602-032-1)의 지원으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

### 문헌

1. Warrington, I.J. and Weston, G.C.: *Kiwifruit, Science and Management*. Ray Richards Publisher in the association with the New Zealand Society for Horticultural Science. (1990)
2. 권귀주, 이승구 : 양다래의 저장중 내부성분의 변화. 한국원예학회지, **34**, 378 (1993)
3. 이세은, 김동만, 김길환, 이철 : 한국산 양다래(*Actinidia chinensis* Planch.)의 품종 및 숙도에 따른 이화학적 특성에 관하여. 한국식품과학회지, **21**, 863 (1989)
4. Hopkirk, G., Snelgar, W.P., Horne, S.F. and Manson, P. J.: Effect of increased preharvest temperature on fruit quality of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Hort. Sci.*, **64**, 227 (1989)
5. Sjulín, T.M. and Robbins, J.: Effects of maturity, harvest date, and storage time on postharvest quality of red Raspberry fruit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **112**, 481 (1987)
6. Crisosto, G.U., Mitchell, F.G., Arpaia, M.L. and Mayer, G.: The effect of growing location and harvest maturity on the storage performance and quality of 'Hayward' Kiwifruit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **109**, 584 (1984)
7. Arpaia, M.L., Labavitch, J.M., Greve, C. and Kader, A. A.: Effects of delay in establishing controlled atmospheres on Kiwifruit softening during and following storage. *J. Am. Sci. Hort. Sci.*, **109**, 768 (1984)
8. Arpaia, M.L., Michell, F.G., Kader, A.A. and Mayer, G.: Effects of 2% O<sub>2</sub> and varying concentrations of CO<sub>2</sub> with or without C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> on the storage performance of Kiwifruit. *J. Am. Sci. Hort. Sci.*, **110**, 200 (1985)
9. Arpaia, M.L., Michell, F.G., Kader, A.A. and Mayer, G.: Ethylene and temperature effects on softening and white core inclusion of Kiwifruit stored in air or controlled atmospheres. *J. Am. Sci. Hort. Sci.*, **111**, 149 (1986)
10. Scott, K.J., Giugni, J. and Bailey, W.M.: The use of polyethylene bags and ethylene absorbent to extend the life of Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) during cool storage. *J. Hort. Sci.*, **59**, 563 (1984)
11. Matsumoto, S., Obara, T. and Luh, B.S.: Changes in chemical constituents of Kiwifruit during post-harvest ripening. *J. Food Sci.*, **48**, 607 (1983)
12. Cano, M.P.: HPLC separation of chlorophyll and carotenoid pigments of four Kiwifruit cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1786 (1991)
13. Cano, M.P. and Marin, M.A.: Pigment composition and color of frozen and canned Kiwifruit slices. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 2141 (1992)
14. Cotter, R.L., Macrae, E.A., Ferguson, A.R., McMath, K. L. and Brennan, C.J.: A comparison of ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of Kiwifruit. *J. Hort. Sci.*, **66**, 291 (1991)
15. Okuse, I. and Ryugo, K.: Compositional changes in the developing 'Hayward' Kiwifruit in California. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **106**, 73 (1981)
16. Reid, M.S., Heatherbell, D.A. and Pratt, H.K.: Seasonal patterns in chemical composition of the fruit of *Actinidia chinensis*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **107**, 316 (1982)
17. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemistry (1990)
18. Mencarelli, F. and Saltveit, M.E., Jr.: Ripening of mature-green Tomato fruit slices. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **113**, 742 (1988)
19. Senter, S.D., Chapman, G.W., Forbus, W.R., Jr. and Payne, J.A.: Sugars and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation. *J. Food Sci.*, **56**, 989 (1991)
20. Robertson, G.L. and Swinburne, D.: Changes in chlorophyll and pectin after storage and canning of Kiwifruit. *J. Food Sci.*, **46**, 1557 (1981)
21. Castaldo, D., Voi, A.L., Trifiro, A. and Gherardi, S.: Composition of Italian Kiwi (*Actinidia chinensis*) Puree. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 594 (1992)
22. MacRae, E.A., Lallu, N., Searle, A.N. and Bowen, J.H.: Changes in the softening and composition of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *J. Sci. Food Agric.*, **49**, 413 (1989)

(1996년 9월 20일 접수)