

출하 전 전해산화수 세척에 의한 하우스감귤의 선도유지 효과

송은영 · 최영훈 · 김승화 · 고정삼*

제주농업시험장, *제주대학교 원예생명과학부

Effect of Washing Treatment of Electrolyzed Acid Water on Shelf-life of Greenhouse Mandarin Fruits during Marketing

Eun-Young Song*, Young-Hun Choi*, Seung-Hwa Kim* and Jeong-Sam Koh**

*Jeju Agriculture Experiment Station, RDA, Jeju 699-800, Korea

**Faculty of Horticultural and Life Science., Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract

This study was carried out to extend a marketing shelf-life of the Jeju greenhouse mandarin fruits. Total soluble solids were not showed any significant differences by the temperatures and pre-treatments during the marketing period. Acid content and firmness of the fruits were gradually decreased, which were better in cold than in room temperature treatment. The fruits washed in electrolyzed acid water(pH 2.4~2.7) maintained freshness higher than those of control. Internal CO₂ concentration of those was 1.0% more or less in the beginning marketing stage, but increased along the marketing period in room temperature. Especially Internal CO₂ concentration of wax-coated fruits rapidly increased more than any other, whereas it was a little decreased in cold treatment. After 10 days in room temperature, decay ratio of the fruits was below 4.0% in electrolyzed acid water washing, compared to 10.4% in control. After 30 days in cold temperature, decay ratio was only 3.7% in electrolyzed acid water washing compared to 4.4% of wax-coated treatment and 7.4% of control. The weight loss among the pre-treatments in room temperature had no significant differences and was higher than in cold one.

Key words : satsuma mandarin, marketing, washing, electrolyzed acid water, wax-coating

서 론

감귤생산량의 증가로 점차 수출을 늘리고 있는 실정이다 (1). 2001년산 감귤은 7,200톤 이상 수출되었고, 이 중에서 하우스감귤의 일본에 대한 수출은 1996년 28톤에서 2001년 930톤으로 급속히 증가하였다(2). 하우스감귤은 유통기간을 단축시키기 위하여 항공수송을 하고 있으나, 출하시기가 고온임에 따라 과실의 품온 상승으로 선도유지에 불리하여 유통 중에 선도저하 및 부패발생의 원인이 되기도 한다(3). 따라서, 소비지에 출하되어 유통되고 있는 하우스감귤의 선도유지 및 부패과 발생을 경감시킬 수 있는 연구가 요구되고 있다.

최근에는 과일과 채소의 선도에 영향을 미치지 않고 인체에 무해한 살균효과를 가지는 다양한 세정기술이 연구되고 있다(4-5). 이 중에서도 식품가공 및 식물재배 등에 대한 전해산화수의 광범위한 적용이 시도되고 있다. 전해산화수는 물에 소량의 NaCl을 첨가하여 전기분해에 의해 얻어지는 것

으로, 그 살균기작에 대해서는 명확히 밝혀져 있지는 않다. 그러나 차아염소산(hypochlorous acid, HOCl)이 주요한 역할을 하며, 이외에도 전기분해로 생성된 hydroxy radical 및 H₂O₂, 높은 산화환원전위, 용존산소 및 염소 등이 관여한다. 또한, 세균에 대한 살균력 이외에도 항진균 및 항바이러스 효과도 알려져 있고, 안전성에서도 광범위한 in vitro test 및 동물시험 결과 독성이 없는 것으로 밝혀져, 일본에서는 농작물재배, 의료 및 식품공업의 현장 위생관리 등에 널리 활용되고 있다(6-11).

본 연구에서는 강한 살균·소독작용을 한다고 알려진 강산성 전해산화수를 선과기의 세척수로 사용하여 하우스 감귤의 유통 중에 품질변화 및 부패억제 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 하우스 감귤은 9월 상순에 남제주군 표선면 소재 감귤농가에서 수확된 궁천조생 온주밀감(Citrus

Corresponding author : Jeong-Sam Koh, Faculty of Horticultural and Life Science., Cheju National University, Jeju 690-756, Korea e-mail : jskoh@cheju.ac.kr

unshiu Marc. var. *miyakawa*)을 재료로 하였다. 감귤시료는 착색이 80% 이상이고 상품성이 큰 직경이 60~65 mm인 것을 가능한 물리적인 손상이 없도록 수확하였다.

유통 전처리

수확한 하우스 감귤은 감귤선과장(제주농업시험장)에서 선과기(평화인더스트리)를 이용하여 전해산화수로 세척 후 건조 및 선별과정을 거친 후 시중에 유통되고 있는 5 kg들이 포장상자에 포장하였다. 과실의 선도를 측정하기 위하여 공시재료를 상온 및 저온(4±1℃) 유통구로 나누어서 5일 간격으로 과실의 품질변화를 조사하였다. 전해산화수는 상업적으로 생산되고 있는 전해산화수 생성기(GTB-2000, (주)경우테크, 한국)로 제조한 산화환원전위가 1,150~1,200 mV, pH 2.4~2.7인 것을 사용하였다. 이때 왁스코팅 처리는 시료를 물로 세척한 후 Prowax-F(코실, 한국)로 사용하였고, 대조구는 물만을 사용하여 세척한 시료를 동일 조건으로 포장하여 실험에 사용하였다.

분석방법

감귤의 상품성에 영향을 주는 가용성고형물, 산 함량, 경도 등을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 과즙의 가용성고형물은 과즙을 Abbe 굴절당도계(Attago PR-100, 일본)를 사용하여 측정하였으며, 착즙한 과즙의 산 함량 측정은 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 정량한 다음 구연산으로 환산하였다. 감귤의 경도는 직경이 3 mm(No. 17) probe가 부착된 texture analyzer(Model TA-XT2, 영국)를 사용하여 측정하였다.

과실 내 CO₂의 분석은 감귤 꼭지부의 중앙에 주사바늘(16 gauge)을 꼽아 1 ml를 채취하여 GC(5890 Series II, Hewlett Packard, 미국)에서 TCD로 분석하였다. column은 80 mesh charcoal로 충전된 column(SUS, ϕ 2.4 mm, Length 2.0 mm)을 사용하였으며, carrier gas는 He을 유속 30 ml/min, 오븐온도는 110℃로 설정하여 분석하였다. 과실의 중량감소는 포장 후 초기값에서 측정시 중량을 뺀 백분율(w/w%)로 나타내었다. 부패율은 조사과실의 포장단위별 전체 과실수 중 부패된 과실의 비율을 조사하였다.

결과 및 고찰

성분변화

유통기간 중 하우스감귤의 가용성고형물과 산 함량의 변화를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 유통전 처리에 의한 가용성고형물은 온도조건이나 처리방법에 따라 큰 변화를 보이지 않고 거의 일정하게 유지되는 경향이였다. 산 함량의 변화는 Fig. 2와 같이 유통초기에 비해 전체적으로 감소되는

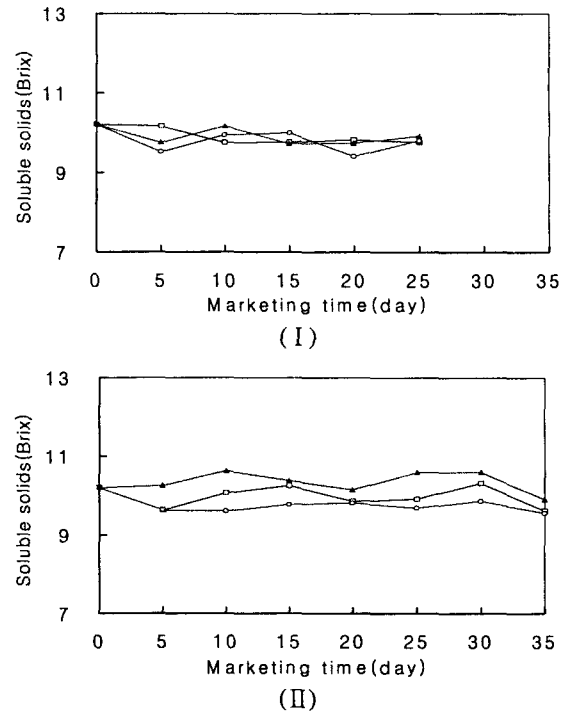


Fig. 1. Changes in soluble solids of greenhouse mandarin fruits during marketing.

(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

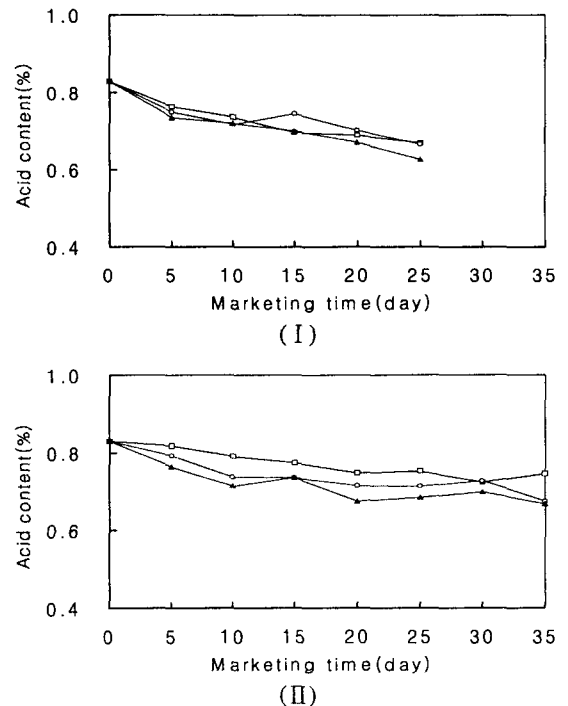


Fig. 2. Changes in acid content of greenhouse mandarin fruits during marketing.

(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

경향이었고, 저온유통 처리구가 상온유통 처리구에 비해 높게 유지되었다.

久本와 萩沼에 의하면 감귤은 수확 후에도 계속되는 호흡작용으로 내용성분의 변화 및 과피로부터 수분증발이 일어난다고 하였다. 총당의 경우 과육으로부터 과피로 수분이동에 의한 증량감을 유발하여 내용성분의 농축효과로 인하여 변화의 폭이 크지 않는데 비하여, 유기산은 호흡작용의 기질로 사용되어 감소한다고 보고한 결과와 일치하였다(12-13). 岩崎 등은 소비자의 기호적 식미를 조사한 결과 산함량이 0.7~0.8%인 상태에서 소비자의 기호성이 높으며, 0.7% 이하에서는 당 함량이 많더라도 기호성이 낮다고 하였다(14). 상온유통 15일 후 산 함량은 0.63~0.70%로 감소하여 맛이 담백해지고 풍미가 감소되는 경향이였다. 그러나 상온이나 저온유통 조건 모두 전해산화수 및 왁스코팅처리가 대조구보다 높게 유지되었다.

물리적 특성의 변화

하우스감귤의 유통 중 경도변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 처리구간에는 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았고, 유통기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 상온이나 저온유통 조건에서는 산화전해수 및 왁스코팅처리구가 대조구에 비해 경도가 약간 높게 유지되는 경향이였다.

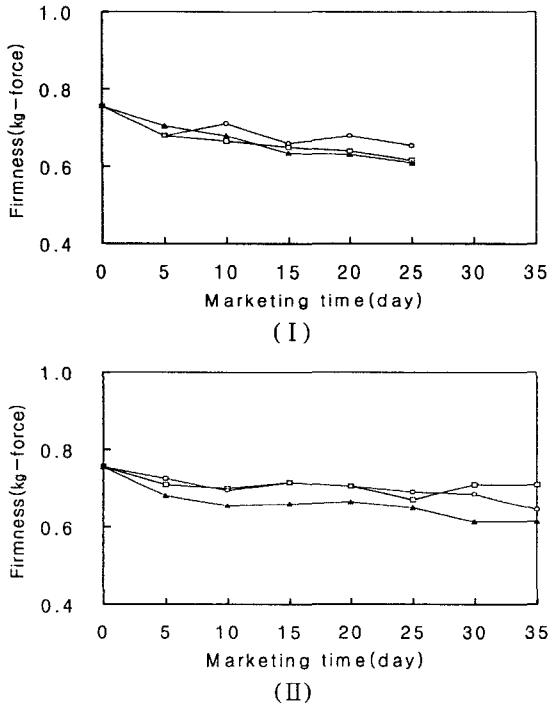


Fig. 3. Changes in the firmness of greenhouse mandarin fruits during marketing.

(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

유통 중 과실 내의 CO₂ 발생량을 조사한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 하우스감귤 과실 내부의 초기 CO₂ 발생량은 1% 내외였지만, 상온유통인 경우 유통기간이 경과됨에 따라 증가되는 양상을 보였고 저온유통에 비해 CO₂ 발생량이 많았다. 과실의 CO₂ 발생은 호흡량의 증가와 연결되어 과실의 에너지 소모를 증가시켜 저장력의 감소를 일으켰으며(15), 과실 내부의 품질도 급속히 저하시켜 2가 알코올의 생성과 함께 과실내부에 이취 발생을 초래한다(16)고 하였다. 특히 왁스코팅처리구는 다른 처리구에 비해 상온유통 15일에서는 3%까지 급속히 증가되었고, 그 발생량이 많아 유통전 처리제로서의 사용에 고려되어야 할 것이다.

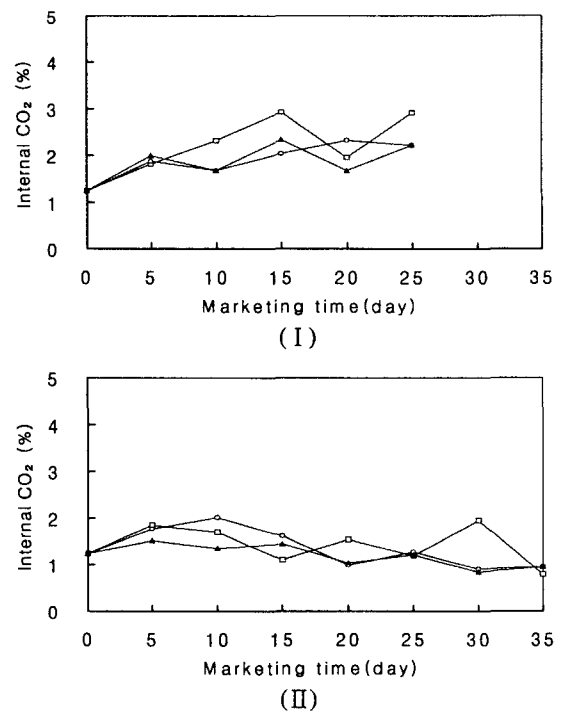


Fig. 4. Changes in Internal CO₂ of greenhouse mandarin fruits during marketing.

(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

중량감소 및 부패율의 변화

과실의 선도유지에는 중량감소와 부패발생 정도가 중요한 영향을 미친다. Fig. 5에서는 상온과 저온유통 중에 과실의 중량감소를 비교하여 나타내었다. 유통전 처리방법에 따른 중량감소는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나, 상온유통에서 알맞은 유통기간을 10일로 기준하였을 때 전해산화수처리구가 중량감소가 1.8%인데 비하여 대조구는 2.0%로 나타났다. 저온유통이 상온유통에 비해 중량감소율의 폭이 적었으며 하우스감귤의 출하에서는 저온유통이 효과가 더욱 더 컸다.

유통 중 부패율은 Fig. 6에 보는 바와 같다. 부패과의 발

생원인으로는 수확할 때의 상처과, 미생물에 오염된 감귤이나 유통전 처리과정 중에 물리적인 충격에 의한 영향 등이 주요 요인으로 볼 수 있다. 부패율은 상온유통조건에서는 대조구가 유통 10일 이후 급속히 부패과 발생이 증가한 반면 전해산화수 처리구가 4.0%로 대조구 10.4%에 비해 부패율이 매우 적었다. 저온유통에서도 유통 30일까지 전해산화수 처리구가 3.7%로서, 왁스코팅처리 4.4%와 대조구 7.4%에 비해 부패발생이 적었다. 전체적인 경향을 볼 때 하우스감귤의 상온유통조건에서는 유통시기가 고온이라는 점에서 부패미생물의 증식을 촉진시킬 뿐만 아니라 부패감귤에 생성된 미생물이 인접된 감귤로의 전이를 일으키는 것으로 여겨졌다.

내용성분 및 물리적 특성을 기준으로 한 하우스감귤의 상온유통의 경우 유통환경이 좋은 경우 15일까지도 가능할 것으로 판단된다. 그러나 신선한 과실을 선호하는 소비자 구매성향의 변화를 고려한다면 유통기간 10일 이내에 이루어져야 한다. 그러나 하우스감귤의 출하시기가 고온이라는 점을 고려해 볼 때 상온유통은 선도유지에 불리한 환경을 초래하여 좋지 않은 것으로 나타났다. 고품질 감귤생산 지향의 생산체계에 저온유통체계를 도입하는 일이 상품성 향상 및 유통기간 연장을 위해 바람직한 방법으로 여겨진다.

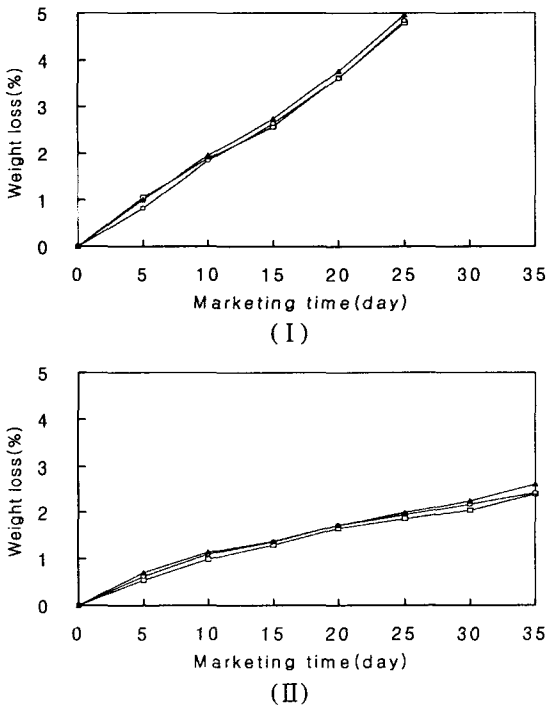


Fig. 5. Changes in weight loss of greenhouse mandarin fruits during marketing.
(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

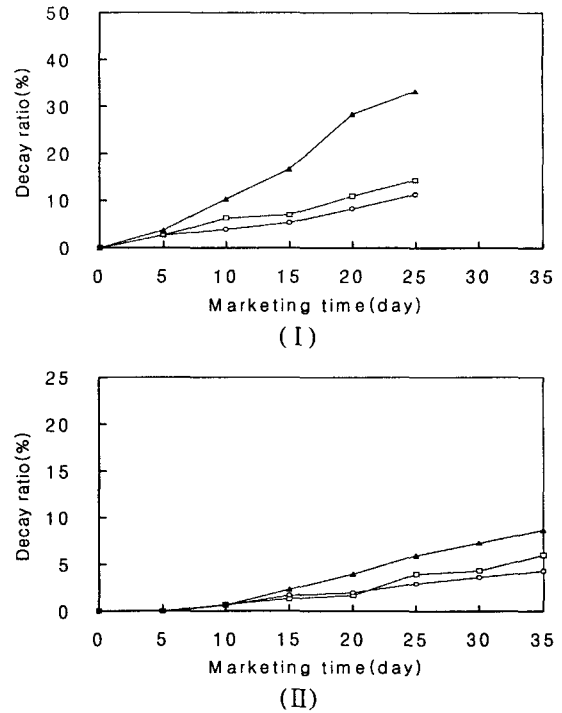


Fig. 6. Changes in decay ratio of greenhouse mandarin fruits during marketing.
(I) marketed at room temperature, (II) marketed at 4°C. ▲-▲ non treatment, □-□ wax coating, ○-○ electrolyzed acid water treatment.

요 약

제주산 하우스 감귤의 유통전 처리에 따른 선도변화를 분석한 결과, 유통 중 가용성고형물은 온도조건이나 처리방법에 따라 큰 차이가 없이 거의 일정하게 유지되었다. 산 함량 및 경도는 유통초기에 비해 전체적으로 감소되었으나 저온유통처리구가 상온유통 처리구에 비해 높게 유지되었고 상온과 저온유통 조건에서 모두 전해산화수 및 왁스코팅 처리가 대조구보다 높게 유지되었다. 과실 내부의 초기 CO₂ 발생량은 1% 내외였지만 상온유통조건에서는 기간이 경과됨에 따라 증가되는 양상을 보였다. 특히 왁스코팅처리구가 다른 처리구에 비해 CO₂ 발생이 급속히 증가하였으나, 저온유통에는 CO₂ 발생이 감소되는 경향이였다. 상온유통조건에서는 대조구가 유통 10일 이후 급속히 부패발생이 증가한 반면 전해산화수 처리구가 4.0%로 대조구 10.4%에 비해 부패율이 적었다. 저온유통에서도 유통 30일까지 전해산화수 처리구가 3.7%로 왁스코팅처리 4.4%와 대조구 7.4%에 비해 부패발생이 적었다. 유통전 처리방법에 따른 중량감소는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 상온유통의 알맞은 유통기간을 10일로 기준하였을 때 전해산화수 처리구가 중량감소가 1.8%인데 비하여 대조구에는 2.0%로 적었다. 저온유통이 상온유통에 비해 중량 감소율의 폭이 적었으며 하우스감귤의

출하에서는 저온유통이 효과가 더 컸다.

참고문헌

1. 전창곤 (1999) 감귤수출증대방안연구. 감귤산업발전을 위한 연구보고서. 감귤협동 조합, 9-19
2. 제주농협지역본부 · 제주감귤협의회 (2002), 감귤유통처리실태분석. 8-33
3. 김민 (1998) 제주산 홍진조생 온주밀감의 유통중 선도에 관한 연구. 농산물저장유통학회지, 5, 339-341
4. 조성환, 서일원, 이근희 (1993) 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구. 한국농화학회지, 36, 265-270
5. 조성환, 김기옥, 이근희 (1994) 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구. 한국농산물저장유통학회, 1, 1-7
6. 정승원, 정진웅 (1999) 저온처리 전해산화수로 세정한 썩갯과 케일의 저장중 품질 변화. 한국농산물저장유통학회지, 6, 417-423
7. 정승원, 정진웅, 박기제 (1999) 전해산화수에 의한 상처의 세척방법별 제균효과와 저장중 품질변화. 한국식품과학회지, 31, 1511-1517
8. 정승원, 정진웅 (2002) 식품첨가제를 첨가한 전해산화수의 세정효과. 한국식품저장유통학회지, 9, 240-247
9. Kunimoto, H. (1997) Acidic electrolyzed saline solution: Its antimicrobial activity and factors, and practical application. Korea Univ. 3-9
10. Komiyama, K. (1998) Toxicological studies of electrolyzed-oxidizing water, Food Processing, 33, 8-9
11. Sakai, S. (1995) Application and development of electrolyzed-oxidizing water. Food Industry, 4, 35-41
12. Kader, A.A. (1992) Postharvest Technology of Horticultural Crops. California Univ. 85-92
13. 久本直哉, 萩沼之孝 (1980) ウンシュウミカンの品質及び成分に及ぼす貯藏條件の影響. 日本園藝學會雜誌, 49, 260-268
14. Iwasaki, N., Oogaki, C., Iwamasa, M. and Ishihata, K. (1986) Adatability of citrus species based on the relationships between climatic parameters and fruit quality characteristics, J. Japan. Soc. Hort. Sci., 55, 153-168
15. 伊庭慶昭, 福田博之 (1985) 果實の成熟と貯藏. 養賢堂, 250-252
16. 樽谷隆之, 北川博敏 (1990) 園藝食品の流通・貯藏・加工. 養賢堂, 82-110

(접수 2002년 12월 4일, 채택 2002년 12월 20일)