

저장방법에 따른 '세토카' 감귤의 품질변화

이지현[†] · 안현주 · 이선이 · 최영훈 · 임병선¹ · 강영주²

국립원예특작과학원 감귤시험장, ¹국립원예특작과학원 과수과, ²제주대학교 식품공학과

Changes in Quality Characteristics of 'Setoka' (*Citrus spp.*) Using Different Storage Methods

Ji-Hyun Lee[†], Hyun-Joo An, Sun-Yi Lee, Young-Hun Choi, Byoung-Seon Lim¹
and Yeung-Joo Kang²

Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Seogwipo 697-943, Korea

¹*Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea*

²*Department of Food Bioengineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea*

Abstract

We investigated quality changes in Setoka (*[Citrus unshiu*×*Citrus sinensis]*×*Citrus reticulata*)×*[Citrus reticulata*×*Citrus sinensis]*) wrapped in 30-μm pore size low-density polyethylene film (LDPE) and stored at different temperatures. LDPE wrapping effectively inhibited weight loss, and fruits seemed fresh even after room temperature storage. The decay rate was higher at room temperature and with LDPE wrapping. The respiration rate of LDPE-wrapped fruits was somewhat higher than that of control samples. Thus, no modified atmosphere packaging (MAP) effect was observed when 'Setoka' citrus was studied. Acidity decreased at a constant but different rate with each storage method used, and these rates were correlated with respiration rates. Soluble solid content (SSC), however, increased during 45 days of storage a subsequent rapid decrease was then observed.

Key words : Setoka, citrus, storage

서 론

세토카(*[Citrus unshiu*×*Citrus sinensis]*×*[Citrus reticulata]*×*[Citrus reticulata*×*Citrus sinensis]*)는 일본 과수연구소에서 청견(Kiyomi)과 앙코르(Encore No. 2)의 교잡 과실에 머코트(Murcott)를 교배하여 육성한 감귤류 품종(1)으로즙이 많고 독특한 맛과 향을 지니고 있어 일본에서 유명한 품종이다. 2001년부터 한국에 본격적으로 도입되면서 2003년 52 ha이던 재배면적이 매년 꾸준히 증가하여 2007년에는 94.7 ha가 되었다. 그러나 세토카는 만감류 중에서도 비교적 짧은 저장력을 가지고 있어 주 수확기인 3월경 홍수 출하가 되는 문제점이 있고, 저장과 유통기간의 연장에 있어서도 어려움이 있다. 따라서 세토카를 신선하게 유지하

여 출하기간을 연장할 수 있다면 감귤시장의 가격형성에 도움이 될 것이다.

과실과 같은 농산물은 살아있는 조직으로 수확 후에도 계속하여 호흡 등의 생명활동을 지속하며 생리 화학적으로 끊임없이 변화한다(2). 감귤류는 대표적인 non-climacteric 과실로서 수확 후 급격한 호흡 증가 현상이 없어(3), 과실 내부의 대사물질 또한 서서히 변화한다. 현재 세토카는 출하하기 전까지 신문지로 포장되어 상온저장고에서 보관되는데 세토카가 수확되어 저장되는 시기인 2월 하순부터는 온도가 급격히 증가하는 시기이다. 따라서 이 시기의 감귤은 수확 후 급격한 생리 활성으로 내용성분의 감소, 부패의 발생과 중량감소가 증가되어 품질유지에 어려움이 있다(4).

현재까지 감귤의 신선도를 유지하기 위한 저장 방법으로 저온저장(5,6), controlled atmosphere (CA) 저장(7), modified atmosphere packaging (MAP) 저장(4,8) 등이 연구되었다. 그 중에서도 MAP 저장은 포장 내 공기 조성을 조절하여

[†]Corresponding author. E-mail : leejh80@rda.go.kr,
Phone : 82-64-730-4152, Fax : 82-64-730-4111

과채류의 호흡을 억제(9)시켜 저호흡 상태를 만들어 품질변화를 억제하는 효과가 있으며, PE 필름 등의 간단한 포장으로도 효과를 볼 수 있다(10).

따라서 본 연구는 세토카의 수확 후 선도유지를 위한 기술개발에 앞서 품질변화 특성을 구명하고자 수행되었으며, 저장 방법과 저장 기간에 따른 품질변화에 대해 분석하였다. 특히 본 실험에서는 기존의 방법과 신선도를 유지할 수 있는 방법인 저온저장과 MAP저장을 비교하여 분석하였다.

재료 및 방법

감귤시료

세토카는 서귀포시 남원읍 토평동에 위치한 농가 과수원에서 6년생 묘목으로부터 2008년에 생산된 과실을 시험재료로 이용하였으며, 완전 착색이 된 2월 하순에 수확하였다. 가능한 균일한 샘플을 채취하기 위하여 나무를 상·중·하부와 내·외부로 나누어 중·외부에서만 수확하였다. 수확한 세토카는 저장고에 들어가기 전 중량의 3%가 감소될 때까지 30℃에서 예조처리를 실시하였다.

저장방법 및 조건

세토카의 저장에 있어서 film의 효과를 확인하기 위해 30 µm low density polyethylene film(LDPE)으로 날개 포장하였고, 포장하지 않은 과실을 대조구로 두었다. 각각의 과실을 내부용량이 24 L 되는 플라스틱 저장용기에 두 층으로 담고, 일반 상온저장고와 저온저장고(온도 4±1℃, 습도 85±5%)에 보관하였다. 상온저장고의 시기별 온·습도변화는 Table 1과 같다. 각 처리당 저장 용기의 배치방법은 저장고의 상·중·하와 저장고 문의 위치를 고려하여 라틴방각법을 활용하여 배치하였다. 과실분석은 15일마다 실시하였고, 각 처리당 배치된 저장용기에서 골고루 과실을 선택하여 10과씩 분석하였다. 저장기간은 상품의 가치가 있다고 판단되는 한계기간까지 저장하였다.

Table 1. Changes of temperature(°C) and humidity(%) during room storage

Temperature or Humidity	Storage days							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Mean ¹⁾	11.3	12.7	13.8	15.5	17.3	17.7	19.4	20.1
Temperature								
Lowest	9.0	11.4	11.8	14.5	16.0	16.0	18.7	19.0
Highest	13.3	13.7	15.2	16.4	19.0	19.8	20.2	21.0
Humidity								
Mean	64.4	66.0	67.2	65.4	66.7	69.9	76.4	83.7
Lowest	37.6	43.1	40.1	35.6	34.1	44.1	50.3	51.8
Highest	90.6	85.9	83.2	84.1	86.3	87.6	89.8	95.7

¹⁾Mean of previous 15 days. Lowest and highest values during previous 15 days.

호흡량 및 과실 특성 분석

호흡량은 closed system하에서 온도별로 측정하였는데, 부피 1 L의 밀봉이 가능한 용기에 과실을 넣어 1시간 보관 후 용기 내부의 공기를 채취하여 GC(HP 5890, USA)에 주입하여 분석하였다. 과실의 내부 이산화탄소 농도는 과실 배꼽부위 정중앙에 주사바늘을 꽂아 과실내부의 공기를 채취하여 GC로 분석하였다. Detector는 TCD, column은 80 mesh charcoal이 충전된 packed column(SUS, ϕ 2.45 mm, length 2.0 m)을 사용하였으며, oven온도 120℃, detector 온도는 180℃에서 분석하였다. 과실의 가용성 고형물은 착즙한 과즙으로 굴질 당도계(ATAGO, Japan)로 측정하였고, 적정산 함량은 과즙 5 mL을 채취하여 페놀프탈레인을 2~3방울 떨어뜨린 후 0.1N NaOH로 적정하여 정량한 다음 구연산으로 환산하였다. 과즙의 유리당, 유기산 분석은 착즙한 과즙을 0.45 µm filter로 여과하여 1,000배로 희석한 뒤 IC(ICS-3000, Dionex, USA)에 주입하였고, Detector는 electrochemical detector와 conductivity를 사용하였다. 과즙 중의 유리당은 sucrose, fructose 및 glucose를 유기산은 citric acid, oxalic acid 및 malic acid를 측정하였는데 스탠다드(Sigma, USA)를 증류수에 녹인 다음, 과즙의 농도범위를 포함하는 여러 농도로 검량선을 그려 정량하였다.

결과 및 고찰

세토카 감귤의 저장방법별 저장기간에 따른 감모율의 변화는 Fig. 1과 같다. 상온+무포장 처리구는 다른 처리구에 비해 감모율이 현저하게 높았다. 그에 반해 LDPE포장은 모든 온도조건에서 감모율이 낮게 유지되었다. 상온+LDPE 포장 처리구는 저온에서 무포장 처리를 한 것과 같은 효과를 나타내었고, 저온과 LDPE포장을 병행했을 시, 5개월이 지나도 감모율이 1%이하로 유지됨을 확인할 수 있었다. 과실의 증산작용에 의한 중량감소는 호흡으로 발생하는 증량감소보다 10배 정도 크다고 하였고(11), 증산작용은 같은 온도일 때 습도의 영향을 가장 크게 받는다. LDPE 필름 내의 상대습도는 거의 98%이상으로 유지되는데, 이렇게 높은 습도 환경이 감모를 억제하는 원인인 것으로 판단된다. 이러한 필름의 증량감소 효과는 저장기간이 경과될수록 더욱 뚜렷하였으며, Fig. 2에서 보는 바와 같이 외관상 상품가치와 과실의 신선도에 큰 영향을 미쳤다. 상온저장에서 무포장의 경우 위조(wilting)현상이 나타나는데 반해 필름 포장은 저장 3개월이 경과하여도 수확한 날과 같은 외관상의 품질을 유지하는 것을 확인하였다.

세토카의 부패율은 전반적으로 10% 미만의 낮은 수치를 보였는데(Fig. 3), 이는 세토카 감귤의 특징이라기보다는 재배환경, 수확 시의 환경, 수확방법 및 수확 후 전처리 등의 요인에 기인한 것으로 사료된다. 저장방법별 부패율

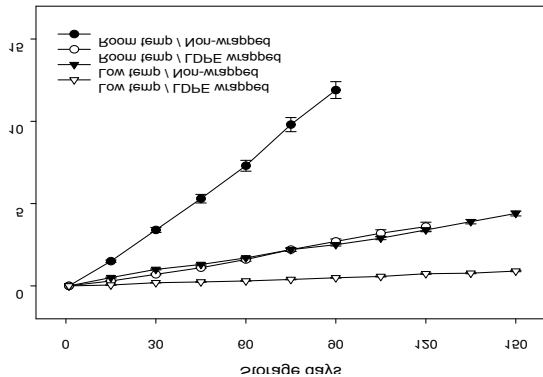


Fig. 1. Weight loss of 'Setoka' citrus in different temperature and wrapping methods.

Storage temperature is room temperature (Refer to Table 1) and low temperature ($4\pm 1^\circ\text{C}$). LDPE means 30 μm low density polyethylene film. Vertical bars represent standard error (n=10).

을 비교해보면 저온보다는 상온에서, 무포장 처리구보다는 LDPE포장 처리구에서 높게 나타났다. Kim 등(12)은 부패 미생물에 의한 부패과 발생이 저장 60일 후에 나타나기 시작하여 이후 빠르게 진행하고, 저장고 내의 온습도 편차가 적은 저장고에서 낮은 부패율을 보였다고 하였고, Koh 등(5)은 저장습도 90%이상에서 온주밀감의 부패율이 높아진다고 보고하였다. 본 실험에서도 이와 마찬가지로 온습도의 편차가 큰 상온에서, 그리고 습도가 항상 높게 유지된 LDPE포장 처리구에서 높은 부패율이 관찰되었다.

세토카의 호흡량을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 온도별로 호흡량을 살펴보면 온도 5, 10, 20°C에서 각각 2.1, 4.4, 11.9 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ 로서 Biale 등(13)의 실험에서 보고한 다른 품종들 즉, W. Navel orange의 8 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ (20°C), Valencia orange의 8 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ (25°C), lemon의 6 $\text{mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ (25°C)보다 다소 높은 경향이였다. 저장방법별로 측정된 결과, 모든

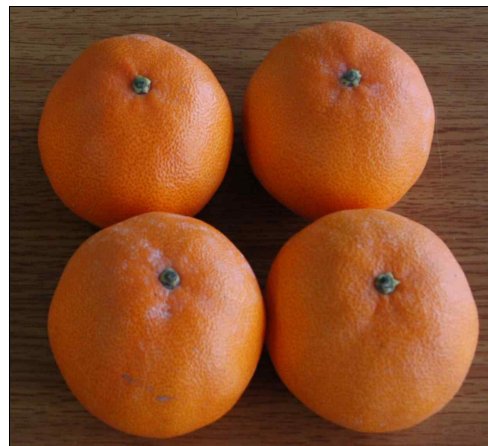
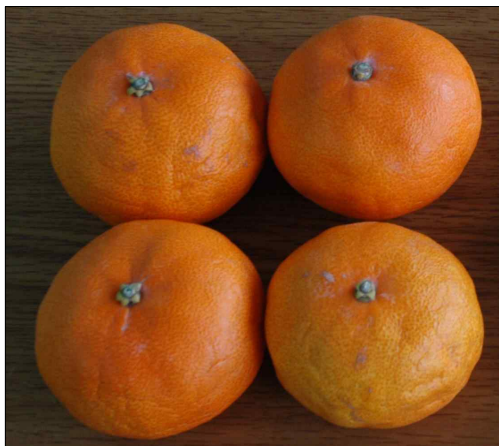


Fig. 2. Non-wrapped fruit (left) and 30 μm LDPE wrapped fruit (right) of 'Setoka' citrus after 3months of room temperature storage.

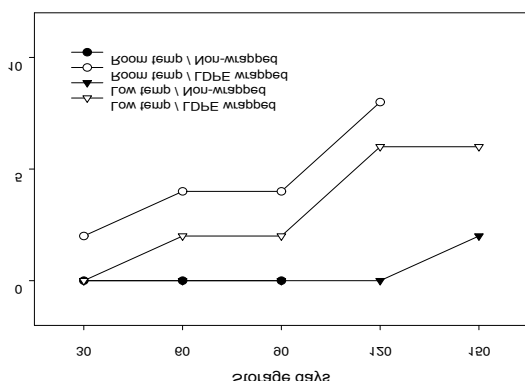


Fig. 3. Decay ratio of 'Setoka' citrus in different temperature and wrapping methods.

Storage temperature is room temperature (Refer to Table 1) and low temperature ($4\pm 1^\circ\text{C}$). LDPE means 30 μm low density polyethylene film.

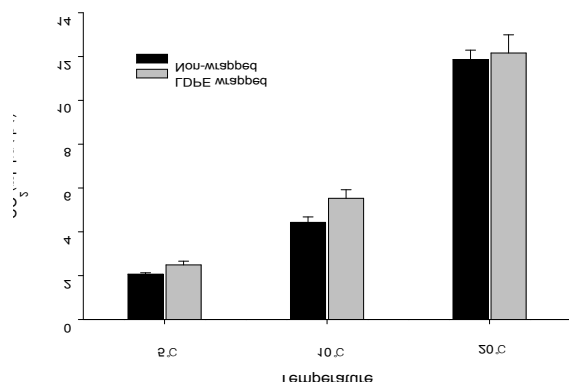


Fig. 4. The respiration rate of 'Setoka' citrus in different temperature and wrapping methods.

LDPE means 30 μm low density polyethylene film. Vertical bars represent standard error (n=14).

온도조건에서 LDPE포장 처리구가 무포장 처리구에 비해 호흡률이 차이가 나지 않거나 다소 높게 유지되었는데 이는 저온저장 시 필름포장을 한 Nagpur mandarin의 호흡률이 낮았다고 보고한 Sonkar와 Ladaniya(14)의 실험과 상반된 결과였다. 세토카의 저장 중 30 μm LDPE 필름 내의 높은 CO₂ 농도(Fig. 5)는 과실의 호흡에 영향을 미치지 않거나 다소 높이는 결과를 보였으며, MAP로 인한 과실의 호흡 억제 효과는 관찰되지 않았다.

과실 내부의 이산화탄소 농도는 Table 2와 같다. 상온저장에서는 저장기간이 경과함에 따라 과실 내부의 CO₂ 농도가 꾸준히 증가하였고, 저온저장에서는 큰 변동을 보이지 않았다. 이는 상온에서는 시간이 경과함에 따라 저장 온도가 높아져 호흡률이 점점 증가하게 되고 저온에서는 일정하게 낮은 온도로 유지되어 호흡률이 낮게 유지되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 무포장 처리구보다 필름포장 처리구에서 과실 내부 CO₂ 농도가 유의하게 높게 유지되었는데, 이는 포장 내부의 CO₂가 높은 농도로 평형을 이루었기 때문인 것으로 사료된다.

과실의 맛에 있어서 가장 큰 영향을 주는 요인은 가용성 고형물과 산 함량이다. 세토카의 저장 중 산 함량은 저장기간이 경과함에 따라 꾸준히 감소하였고 저온보다 상온에

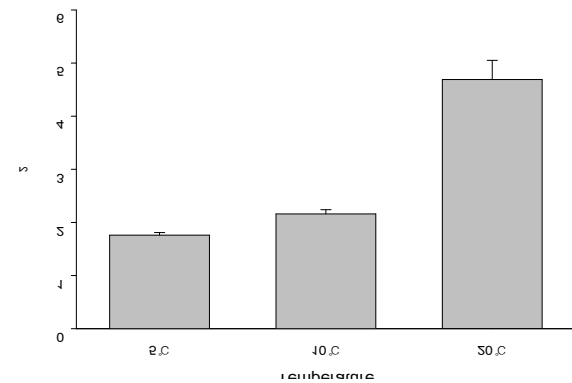


Fig. 5. In-package concentration of carbon dioxide. Vertical bars represent standard error (n=6).

Table 2. Internal CO₂(%) of ‘Setoka’ citrus in different temperature and wrapping methods

Temperature ¹⁾	Wrapping ²⁾	Storage days					
		1	30	60	90	120	150
Room temp	Non	0.60a ³⁾	0.66b	1.30a	1.07b	-	-
	LDPE	0.60a	1.48a	1.49a	2.01a	1.42a	-
Low temp	Paper	0.60a	0.34c	0.22b	0.39d	0.34c	0.39b
	LDPE	0.60a	0.83b	0.52b	0.78c	0.90b	1.02a

¹⁾Room temp : refer to Table 1, Low temp : 4±1°C.

²⁾Non : Non-wrapped fruit, LDPE : 30 μm low density polyethylene film wrapped fruit.

³⁾Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at P=0.05.

서, 무포장보다 LDPE포장 처리구에서 감소 정도가 빠른 경향을 보였다(Fig. 6). Citric acid는 호흡의 기질로서 사용된다고 보고되었는데(15) 본 실험에서도 산 함량 감소의 정도가 호흡량과 비례해서 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 LDPE포장 처리구가 무포장 처리구보다 항상 낮은 함량을 유지하는 것은 낮은 감모율로 인한 과즙의 희석 효과도 부분적으로 기여하는 것으로 판단된다. D’Aquino 등(16)의 실험에서도 필름포장을 한 처리구가 항상 산과 가용성고형물 함량이 대조구보다 낮게 유지되었으며, 포장 내의 높은 CO₂와 낮은 O₂ 농도가 전반적으로 산 함량의 감소를 빠르게 하는 경향이 있었다고 보고하였는데 본 실험에서도 유사한 결과가 관찰되었다.

과실의 가용성고형물 함량 변화는 Fig. 7과 같다. 세토카의 수확 후 저장 초기인 45일 이내에는 모든 처리구에서 가용성고형물의 함량이 증가하였다. 저장 초기의 이러한

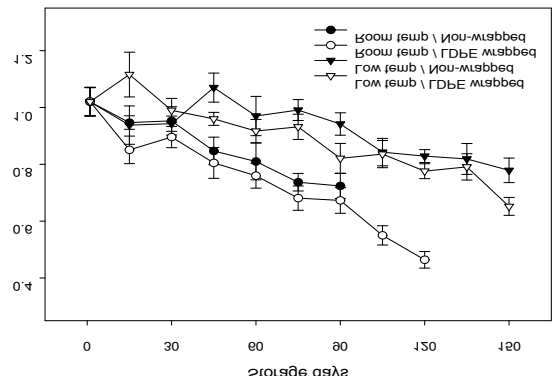


Fig. 6. Changes in acidity of ‘Setoka’ citrus stored in different temperature and wrapping methods.

Storage temperature is room temperature (Refer to Table 1) and low temperature (4±1°C). LDPE means 30 μm low density polyethylene film. Vertical bars represent standard error (n=10).

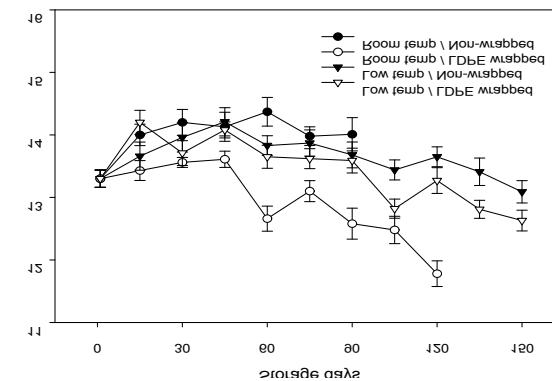


Fig. 7. Changes in soluble solids content of ‘Setoka’ citrus stored in different temperature and wrapping methods.

Storage temperature is room temperature (Refer to Table 1) and low temperature (4±1°C). LDPE means 30 μm low density polyethylene film. Vertical bars represent standard error (n=10).

당도 증가 현상은 다른 감귤류에서도 관찰되는데(17-19), Shibata(20)는 저장 중 감도가 일어나면서 당의 농축효과로 당도가 증가한다고 하였다. 그러나, 감도가 거의 일어나지 않은 LDPE포장 처리구에서도 역시 당이 증가하였고, D'Aquino 등(16)의 실험에서도 필름포장을 한 과실에서 당이 증가하는 결과가 관찰되었으므로, 당의 농축효과로 인한 당도증가는 부분적인 것으로 판단된다. 저장 중기에는 모든 처리구에서 가용성고형물 함량의 감소가 관찰되었다. 상온+LDPE포장 처리구와 저온+LDPE포장 처리구는 각각 45일과 90일 경에 당도가 급격히 감소하였고, 저온+무포장 처리구는 서서히 감소하여 저장 150일 동안 약 1 °Brix가 감소하였다. 총 유리당 함량의 감소 패턴도 가용성고형물 함량의 변화와 유사하였다(Table 3). 이렇게 세토카의 저장 중 어느 시점이 되어 급격히 당도가 감소하는 현상은 당 대사 효소와 관련이 있을 수 있다. 당 대사 효소 중 phosphofructokinase(PFK, EC 2.7.1.11)는 조절효소로 알려져 있는데, 이 효소의 활성은 pH, citrate 함량 등의 영향을 받는다. Echeveria와 Valich(21)는 citrate의 농도와 PFK의 활성 정도에 관한 실험을 하였는데, citrate의 농도가 25 mM일 때, PFK는 활성을 전혀 보이지 않다가 농도를 낮출수록 활성이 급격히 증가하였다. 세토카의 급격한 당도 감소 현상은 공통적으로 산 함량이 0.8% 정도에 도달했을 때 나타났는데, 저장 초기에는 높은 citrate 함량이 효소의 활성

을 억제하다가, citrate가 호흡의 기질로 사용되어 농도가 점점 낮아지면서 PFK의 활성이 높아져 당 대사가 활발해졌을 것으로 사료된다.

결론적으로 세토카 감귤의 선도유지를 목적으로 30 µm LDPE 필름 포장을 이용하여 저장하면 중량감소를 억제하여 외관상의 품질유지에 있어서 상온저장에서도 저온저장과 같은 효과를 볼 수 있다. 그러나 필름 내의 높은 CO₂ 농도로 인한 과실의 호흡 억제 효과가 없고 호흡량이 같거나 오히려 다소 증가하여 과실의 내부품질 변화는 대조구보다 빠른 경향을 보였다. 따라서 세토카의 외부품질과 함께 내부품질도 유지하기 위해서는, 기체와 수증기의 투과율을 고려하여 세토카 감귤에 적합한 필름을 선정하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

감귤의 유망품종인 세토카의 저장 중 품질변화 양상을 구명하고자 관행인 무포장과 30 µm LDPE로 포장하여 상온(16±4°C)과 저온(4±1°C)에서 저장기간에 따른 품질요소를 분석하였다. 감모율은 상온+무포장 처리구에서 현저하게 높았으나 LDPE포장 처리구는 중량감소 억제 효과가 뛰어나 상온저장도 외부적인 품질 유지에 효과적이었다. 부패율은 온도의 편차가 큰 상온에서, 그리고 습도가 항상 높게 유지된 LDPE포장 처리구에서 높았다. 호흡량은 다른 감귤류의 품종보다 다소 높은 경향이었고, 저장방법별로 측정된 결과 모든 온도조건에서 LDPE포장 처리구가 무포장 처리구에 비해 차이가 나지 않거나 다소 높게 유지되어 MAP에 의한 과실의 호흡 억제 효과는 관찰되지 않았다. 과실 내부의 CO₂ 농도는 저온보다는 상온에서, 무포장 처리구보다는 필름 처리구에서 유의하게 높게 유지되었다. 산 함량은 저장기간 동안 꾸준히 감소하였으며 저온보다 상온에서 감산이 빠른 경향을 보였고 필름 처리구가 무포장 처리구보다 항상 낮은 농도를 유지하였다. 가용성고형물 함량은 저장 초기에 증가하고 저장 중기부터 감소하였는데, 어느 시점에서 급격히 감소하는 경향을 보였다.

참고문헌

- Rypji, M., Masashi, Y., Takeshi, K., Terutaka, Y., Nobuhito, M., Naomi, O., Yoshio, Y., Kensuke, A., Hidikazu, I., Katsuichi, Y., Shigeru, U., Iwao, O. and Hirono, M. (2003) New citrus cultivar 'Setoka'. B. Natl. I. Fruit Tree Sci., 2, 25-31
- Kader, A.A. (1992) Postharvest technology of horticultural crops. University of California., p.15

Table 3. Changes in free sugar contents(%) of 'Setoka' citrus in different temperature and wrapping methods

Temperature ¹⁾	Wrapping ²⁾	Free sugar	Storage days								
			1	30	60	90	120	150			
Room temp	Non	Glucose	1.85	2.14	2.40	2.41					
		Fructose	1.95	2.37	2.61	2.59					
		Sucrose	7.71	7.06	7.09	7.16					
		Total	11.51	11.57	12.10	12.16					
	LDPE	Glucose	1.85	2.26	1.97	2.15	1.44				
		Fructose	1.95	2.43	2.27	2.44	1.80				
		Sucrose	7.71	7.05	6.74	6.50	6.52				
		Total	11.51	11.74	10.98	11.09	9.76				
		Non	Glucose	1.85	2.12	2.39	1.93	2.03	1.78		
			Fructose	1.95	2.13	2.26	2.13	2.20	1.95		
Sucrose	7.71		7.20	7.12	7.21	7.20	7.96				
Total	11.51		11.45	11.77	11.27	11.43	11.69				
LDPE	Glucose	1.85	2.22	2.20	1.99	1.86	1.55				
	Fructose	1.95	2.11	2.36	2.26	2.10	1.71				
	Sucrose	7.71	6.96	7.00	7.15	7.20	7.80				
	Total	11.51	11.29	11.56	11.40	11.16	11.06				

¹⁾Room temp : refer to Table 1, Low temp : 4±1°C.

²⁾Non : Non-wrapped fruit, LDPE : 30 µm low density polyethylene film wrapped fruit.

3. Eaks, I.L. (1970) Respiratory response, ethylene production and response to ethylene of citrus fruits during ontogeny. *Plant Physiol.*, 45, 334-338
4. Koh, J.S., Kim, J.Y., Kang, M.J. and Choi, J.U. (1998) Effects on storage life of satsuma mandarin as affected by wax-coating, paper packaging and film packaging. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 141-146
5. Koh, J.S., Yang, Y.T., Song, S.C., Kim, S.H. and Kim, J.Y. (1997) Cold storage characteristics of early variety of citrus unshiu produced in Cheju with various treatments. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 40, 117-122
6. Kim, J.H., Lim, J.H. and Koh, J.S. (2002) Quality changes of satsuma mandarin during storage by storage warehouse. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 131-136
7. Yang, Y.J. (2001) Postharvest quality of satsuma mandarin fruit affected by controlled atmosphere. *Korean J. Hort. Sci. Technol.*, 19, 145-148
8. Choi, Y.H., Ko, S.U., Kim, S.H., Kim, Y.H., Kang S.K. and Lee, C.H. (2002) Influence of modified atmosphere packaging on fruit quality of 'Tsunokaori' tangor during cold storage. *Korean J. Hort. Sci. Technol.*, 20, 340-344
9. Danyang, K. and Saltveit, M.E. (1989) Carbon dioxide-induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 114, 789-794
10. Ding, C.K., Kazuo, C., Yoshinori, U., Yoshihiro, I. and Chien, Y.W. (2002) Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 24, 341-348
11. Lee, S.K. (1997) Postharvest physiology of horticultural crops. Seonggyun Press., p.53
12. Kim, S.H., Lim, J.H. and Koh, J.S. (2002) Quality changes of satsuma mandarin during storage by storage warehouse. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 131-136
13. Biale, J.B., Young, R.E. and Olmstead, A.J. (1954) Fruit respiration and ethylene production. *Plant Physiol.*, 29, 168-174
14. Sonkar, R.K. and Ladaniya, M.S. (1999) Individual film wrapping of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata blanco*) with heat-shrinkable and stretch-cling film for refrigerated storage. *J. Food Sci. Technol.*, 36, 273-276
15. Murata, T. (1977) Studies on the postharvest physiology and storage of citrus fruit. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 46, 283-287
16. D'Aquino, S., Piga, A. Agabbio, M. and McCollum, T.G. (1998) Film wrapping delays ageing of 'Minneola' tangelos under shelf-life conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 107-116
17. Echeverria, E. and Ismail, M. (1987) Changes in sugars and acids of citrus fruits during storage. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 100, 50-52
18. Martin, W.E., Hilgeman, R.H. and Smith, J.G. (1939) Grapefruit storage studies in Arizona. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 37, 529-534
19. Davis, P.L., Roe, B. and Bruemmer, J.H. (1973) Biochemical changes in citrus fruits during controlled atmosphere storage. *J. Food Sci.*, 38, 225-229
20. Shibata, Y. (1990) Fundamental studies on properties of medium and late ripening citrus cultivars as materials of fruit juice. *Bull. Sega Fruit Tree Exp. Stn.*, 10, 1-66
21. Echeverria, E. and Valich, J. (1989) Enzymes of sugar and acid metabolism in stored 'Valencia' oranges. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114, 445-449

(접수 2009년 4월 9일, 채택 2009년 7월 24일)