

선과 공정에서 건조방식과 저장용기 따른 감귤의 저장 중 품질 변화

임 상 빈*

Changes in Quality of *Citrus unshiu* during Storage with Drying Methods and Storage Containers in Line Processes of Packinghouse

Sang-bin Lim*

ABSTRACT

Effects of drying methods and storage containers in a packinghouse line on quality of *Citrus unshiu* were investigated in terms of acidity, pH, soluble solid, vitamin C, flesh ratio and decay ratio. Hot air drying system showed lower acidity of citrus juice than hot water circulation-air drying system during storage. Acidity of citrus fruit in carton box was low compared with that in plastic container. pH increased with the storage period. pH of citrus fruit was higher in carton box than plastic container. Not much changes in soluble solid contents were found. Degradation of vitamin C was accelerated by 34% in the fruit packed in carton box after hot air drying. Decay ratio of the fruit during storage of 15 days was higher in carton box treated with hot air than in plastic container. Therefore in order to maintain the original quality of the fruit during distribution of the citrus fruit, hot air drying system should be replaced by hot water circulation-air drying system, and the structure of the carton box should be modified for better air circulation between inside and outside of the box.

Key Words : Packinghouse, *Citrus unshiu*, Quality, drying method, packing

1. 서 론

감귤산업은 제주지역의 주요산업으로 단일품목으로

* 제주대학교 식품공학과, 첨단기술연구소
Dept. of Food Bioengineering, Cheju Nat'l Univ., Res. Inst. Adv. Tech.

는 지역경제에서 차지하는 비중이 단연 최고를 차지하고 있다. 제주 지역의 감귤산업은 재배면적의 꾸준한 증가에 의한 지속적인 과잉생산에 따른 홍수 출하와 WTO 협상에 의한 오렌지류의 수입자유화, 그리고 품질위주로 변화하고 있는 시장패턴에 대한 대응책이 미흡하여 가격의 폭락으로 감귤농가에 어려움을 주고 있다. 최근에는 한계지 과원의 폐원, 강제착색

금지, 광택제 사용금지, 비상품 감귤의 적과, 산지 폐기 등을 통하여 감귤가격의 보장을 유지하려는 노력을 하고 있다.

일반적으로 감귤은 수확 후 선과장에서 후숙 처리, 선과기 투입, 수선별, 물세척, 물기제거(송풍식), 왁스코팅, 건조, 2차선별(불량과 제거), 크기선별, 계량, 포장과 같은 공정을 거친 다음 출하 유통된다. 그러나 온주밀감은 선과 처리 공정을 거침에 따라 저장 중 부패과의 발생이 증가하는 것으로 알려져 있다[1]. 선과 과정중의 낙하 충격에 의하여 감귤 과피의 유포는 파괴되고 균열되며[2], 낙하처리에 의하여 사냥막이 파괴되어 식미가 급속히 변화되며[3], 낙하 충격의 횟수가 증가할수록 호흡량이 증가 하여 과실의 호흡대사가 활성화 된다고 알려져 있다[1]. 한편 감귤을 왁스 처리하면 호흡을 억제, 과즙의 손실 방지, 파괴유포 증진 등의 효과가 있지만[4], 과피의 가스 투과성이 감소되므로 과피와 과육 내에 발생하는 이산화탄소의 배출이 곤란하게 되고, 과육 내 산소 농도의 급속한 저하로 과실 호흡 대사에 이상을 유발하게 되어, 포장 상자 내에서 호흡에 의한 발열로 과실에 상해를 일으키는 원인이 된다[1].

지금까지 왁스코팅 된 감귤의 표면을 건조시키기 위하여 지금까지 대부분 화염 열풍식 건조방식을 택하고 있다. 그런데 이 방식은 감귤에 과도한 열처리 효과를 부여하게 되므로 유통 중에 감귤의 품질 저하 요인으로 지적되고 있다. 또한 유통 중 감귤의 부패 요인은 선과 후 감귤의 포장용기의 구조에도 기인하는 것으로 추정 된다.

따라서 본 연구에서는 화염열풍식 건조방식과 온수열풍식 건조방식으로 선과장에서 선과 공정별로 처리된 감귤을 기준에 유통시 사용되고 있는 골판지 상자와 감귤 운반용 컨테이너에 저장하면서 품질을 측정하여 건조방식과 포장용기에 따른 감귤의 품질특성을 측정하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 재료

화염열풍식 건조방식과 온수열풍식 건조방식의 선

과장에서 선과된 2001년산 온주 밀감의 5, 6, 7번과를 일정비율로 채취하여 시료로 사용하였다.

2.2. 저장 조건

감귤 포장용 골판지 상자와 감귤 운반용 컨테이너에 선과 처리된 감귤을 각각 15 kg씩 담아 상온에서 15일 동안 저장하면서 5일 간격으로 품질을 측정하였다.

2.3. 과즙제조

감귤의 과즙은 온주밀감의 껍질을 벗긴 후 압착기로 착즙한 후 40 mesh체를 통과시켜 제조하였다.

2.4. pH

pH는 pH meter(model 220, Corning, USA)로 상온에서 반복 측정하였다.

2.5. 당도

당도(soluble solid, °Brix)는 당도계(hand refractometer, model N1, range: 0~32%, Atago, Japan)를 이용하여 상온에서 측정하였다.

2.6. 적정산도

적정산도는 시료 1 mL를 9 mL 증류수와 혼합한 후 1% phenolphthalein 용액을 3방울 가한 후 0.1 N NaOH로 적정하여 다음 식에 의하여 구연산으로 환산하였다[5].

$$\text{Titrate acidity (wt/vol\%)} = \text{mL NaOH} \times \text{Normality of NaOH} \times 0.064 \times 100$$

2.7. 비타민 C 함량

Indophenol 적정법에 의하였다[5]. 염색 용액은

sodium 2,6-dichloro-indophenol 0.050 g를 증류수 200 mL에 가하고, 여기에 sodium bicarbonate 100 mg을 가한 후 용액을 여과하고 갈색용기에 봉해서 사용할 때까지 냉장고에 저장하였다. 산 용액은 meta-phosphoric acid 10 g를 산이 잘 녹으려고 하지 않을 때까지 연속적으로 나누어서 따뜻한 증류수(60℃)에 가한 후, 500 mL 용량플라스크에 옮겨서 상온으로 냉각시키고, 빙초산 40 mL를 가한 후 증류수로 표전까지 채웠다. 비타민 C 함량은 산용액 10 mL에 주스 10 mL를 가한 후, 핑크색이 10초 동안 지속될 때까지 염색 용액으로 즉시 적정한 후 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{Vitamin C (mg/100 mL)} = \frac{\text{Conc. of dye (mg/mL)} \times \text{Titrant (mL)}}{\text{Sample (mL)}} \times 100$$

2.8 부패율

저장하는 동안 부패율은 감귤 표면에 미생물이 오염되거나 표면조직의 연부증상 등 품질 열화현상으로 상품가치가 떨어진 시료의 무게를 측정하여 전체 감귤무게에 대한 백분율로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

3.1 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 감귤 과즙의 산도 변화

화염열풍식 건조방식과 온수열풍식 건조방식으로 선과한 감귤을 저장용기로 각각 감귤운반용 컨테이너와 감귤 포장용 골판지 상자에 저장하면서 저장기간에 따라 감귤 과즙의 산도 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같았다. 저장기간에 따라 모든 처리구의 산도는 감소하였으며 건조방법에서는 화염열풍식 건조방식이 온수열풍식 건조방식에 비하여 낮은 값을 나타내었다. 저장용기에 따른 산도의 변화는 건조방식에 관계없이 컨테이너에 저장한 감귤보다 골판지 상자에 저장한 감귤과즙의 산도가 낮은 값을 나타내

었다. 따라서 선과한 후 감귤을 골판지 상자에 포장하여 유통시켰을 때 저장 기간에 따라 감귤의 품질 저하가 촉진되고 있음을 알 수 있었는데, 그 이유는 감귤을 컨테이너에서 저장하는 경우는 용기의 많은 구멍으로 인하여 선과공정에서 건조 후 감귤 품온의 저하가 촉진되고 감귤의 가스 투과성이 원활한 반면, 골판지 상자에 포장하는 경우에는 왁스코팅한 감귤을 건조시킨 후 품온이 높은 상태에서 골판지 상자에 포장하게 되므로 밀폐된 골판지 상자에서 열 방출이 억제되어 품질저하가 촉진되는 것으로 추정되었다. 식물체의 열처리 직후 호흡률 증가는 표면 또는 내부의 손상 부위를 회복시키기 위한 대사작용에 기인하거나 또는 유기산 대사가 증진되기 때문으로 알려져 있다[6]. 또한 이 등[9]의 보고에서도 열처리 직후 감귤의 호흡계수(RQ)는 1.1 이상이었으나 3주간의 저온 저장 후 0.88~0.94로 감소하였고 열처리에 따른 호흡률 증가는 과실의 산도 저하를 야기할 수 있다고 보고하고 있다.

Table 1. Changes in titratable acidity(%) of citrus juice in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers during storage

Drying and storage method	Raw fruit	Storage period(day)				
		0	5	10	15	
Hot air drying system	Plastic container	0.961 (100)	0.725 (75.4)	0.648 (67.4)	0.592 (61.6)	0.545 (56.7)
	Carton box	0.961 (100)	0.733 (76.2)	0.657 (68.3)	0.592 (61.6)	0.484 (50.3)
Hot water circulation -air drying system	Plastic container	0.873 (100)	0.789 (90.3)	0.709 (81.2)	0.627 (71.8)	0.597 (68.3)
	Carton box	0.873 (100)	0.790 (90.4)	0.686 (78.5)	0.601 (68.8)	0.537 (61.5)

3.2 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 감귤 과즙의 pH 변화

Table 2는 감귤을 화염열풍 건조방식과 열수온풍 건조방식으로 선과처리 후 감귤의 저장용기를 골판지 상자와 컨테이너로 달리하여 저장하면서 저장기간에 따라 감귤 과즙의 pH 변화를 나타내었다. 화염열풍식 건조방식에서는 저장기간에 따라 pH가 증가하는

현상을 보였으며, 저장 15일에는 골판지 상자에 저장한 감귤 과즙의 pH가 더 높았다. 온수열풍식 건조방식에서도 저장기간에 따라 pH가 서서히 증가하였으며, 골판지 상자에 저장한 감귤 과즙의 pH 증가폭이 더욱 높았다. 따라서 저장기간 중 산도 변화와 마찬가지로 골판지 상자에 저장하는 경우 상자내의 초기 잔열에 의한 호흡률 증가 때문에 품질 저하가 촉진되고 식물체가 고온에 노출되었을 때 유기산 대사가 촉진된다는 보고[6]와 밀접한 관계가 있다고 추정된다.

Table 2. Changes in pH of citrus juice in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers during storage

Drying and storage method		Raw fruit	Storage period(day)			
			0	5	10	15
Hot air drying system	Plastic container	3.33 (100)	3.63 (109.0)	3.71 (111.4)	3.77 (113.2)	3.86 (115.9)
	Carton box	3.33 (100)	3.60 (108.1)	3.67 (110.2)	3.75 (112.6)	3.91 (117.4)
Hot water circulation -air drying system	Plastic container	3.43 (100)	3.53 (102.9)	3.62 (105.5)	3.73 (108.7)	3.82 (111.3)
	Carton box	3.43 (100)	3.56 (103.7)	3.68 (107.2)	3.77 (109.9)	3.91 (113.9)

3.3. 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 감귤 과즙의 당도 변화

감귤 선과 공정 중 왁스코팅 후 건조 방법으로 화염열풍식과 온수열풍식을 사용하여 처리한 감귤을, 저장용기로 각각 감귤운반용 컨테이너와 감귤포장용 골판지 상자에 저장하면서 저장기간에 따라 감귤 당도의 측정결과는 Table 3과 같았다. 감귤의 선과처리 시 건조방법과 저장용기를 달리 하여 저장한 감귤의 당도 변화는 건조방식이나 저장용기에 관계없이 저장기간 동안 약간의 증가와 감소를 보였으나 거의 변화가 없었으며, 저장 중 약간의 감소는 이 등[7]의 결과에서와 같이 호흡대사의 증대로 당 소모가 촉진되었기 때문으로 추정된다.

Table 3. Changes in soluble solid(°Brix) of citrus juice in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers

during storage

Drying and storage method		Raw fruit	Storage period(day)			
			0	5	10	15
Hot air drying system	Plastic container	9.8	10.2	10.0	10.4	10.4
	Carton box	9.8	10.3	10.0	10.2	10.3
Hot water circulation -air drying system	Plastic container	10.8	10.4	10.7	11.0	10.4
	Carton box	10.8	10.4	10.7	10.8	10.8

3.4. 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 과즙의 비타민 C 함량

Table 4. Changes in vitamin C(mg%) of citrus juice in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers during storage

Drying and storage method		Raw fruit	Storage period(day)			
			0	5	10	15
Hot air drying system	Plastic container	29.0 (100)	26.0 (89.6)	24.3 (83.7)	21.7 (74.8)	21.6 (74.4)
	Carton box	29.0 (100)	28.1 (96.8)	24.0 (82.7)	20.8 (71.7)	19.2 (66.2)
Hot water circulation -air drying system	Plastic container	32.3 (100)	31.3 (96.9)	28.5 (88.2)	26.6 (82.3)	25.0 (77.3)
	Carton box	32.3 (100)	30.2 (93.4)	27.7 (85.7)	24.5 (75.8)	23.7 (73.3)

Table 4는 선과 공정에서 건조방법을 달리하여 처리한 감귤을 저장용기로 각각 감귤 운반용 컨테이너와 감귤 포장용 골판지 상자에 저장하면서 저장기간에 따라 감귤 과즙의 비타민 C의 변화를 나타내었다. 저장기간 동안 비타민 C의 함량은 큰 폭으로 감소하였다. 특히 화염열풍식으로 건조한 후 골판지 상자에 포장하여 저장하는 경우 저장 15일 후에는 감귤과즙의 비타민 C 함량이 약 34% 이상 감소하였다. 이로부터 화염열풍식 건조방식으로 건조한 후 감귤의 품온이 높은 상태에서 골판지 상자에 포장하여 유통시키게 됨에 따라 감귤 품질이 저하됨을 알 수 있다. 따라서 감귤의 저장 유통 중 품질 저하를 방지하기

위해서는 화염열풍식 건조방식에 의한 선과공정을 개선하든지, 아니면 통풍이 잘 되도록 현행 골판지 감귤포장 상자의 구조를 바꾸는 것이 바람직하다고 생각한다.

3.5. 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 감귤 과육 무게의 변화

Table 5는 선과 공정에서 건조방식을 다르게 하여 처리한 감귤을 감귤 운반용 컨테이너와 감귤 포장용 골판지 상자에 저장하면서 감귤 과육 무게의 변화를 측정된 결과로, 화염열풍 건조방식이 온수열풍 건조방식보다 감소폭이 훨씬 높았다. 또한 모든 건조방법에서 감귤 포장용 골판지 상자에 저장한 감귤의 과육 무게의 감소율은 감귤 운반용 컨테이너에 저장한 감귤의 과육무게 감소율에 비하여 더 컸다. 일반적으로 농산물은 수확 후에도 호흡작용, 증산작용을 계속하는데 이는 농산물의 유통과정 중 신선도 저하와 중량감소의 요인이 되며, 특히 수분 손실은 직접적인 양적손실을 가져올 뿐 아니라 위조현상과 조직감의 저하로 주요한 품질저하를 가져오며, 특히 증산작용에 의한 수분손실로 인한 중량감소는 호흡으로 발생하는 중량감소의 10배 정도 큰 것으로 보고 되고 있다[8].

Table 5. Changes in flesh weight of citrus in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers during storage

Drying and storage method		Raw fruit	Storage period(day)			
			0	5	10	15
Hot air drying system	Plastic container	81.8 (100)	79.4 (97.0)	80.8 (98.7)	80.2 (98.0)	71.6 (87.5)
	Carton box	81.8 (100)	79.3 (96.9)	80.4 (98.2)	79.6 (97.3)	64.4 (78.7)
Hot water circulation-air drying system	Plastic container	79.8 (100)	81.0 (101.5)	82.4 (103.2)	81.2 (101.7)	75.6 (94.7)
	Carton box	79.8 (100)	80.6 (101.0)	80.8 (101.2)	79.2 (99.2)	68.0 (85.2)

감귤과육의 중량감소도 이런 호흡과 증산작용에 의한 수분손실에 의한 것으로 추정되며, 김 등[9]의 보고에서와 같이 과일류의 증산작용 결과 방출되는 수분량은 박스의 압축강도에 큰 영향을 미칠 수 있으므로

로, 감귤의 골판지 상자에서 발생하는 수분의 외부로 쉽게 방출될 수 있도록 적절한 통기공을 설치하여 할 필요가 있다고 판단된다.

3.6. 건조방식 및 저장용기에 따른 저장기간별 감귤의 부패율

선과공정에서 건조방법에 따른 감귤의 부패율은 저장기간이 길어질수록 화염열풍 건조방식이 온수열풍 건조방식보다 높았다(Table 6). 저장 용기에 따른 감귤의 부패율은 골판지 상자 저장이 컨테이너 저장보다 훨씬 높았는데, 이는 감귤 포장용 골판지 상자가 방수가공 처리되어 밀폐에 가깝기 때문에, 온도는 높아지며 상자내의 습도가 90% 이상이 되어 저장 중에 감귤의 부패가 일어나기 쉬운 것으로 판단되어 진다.

따라서 감귤 원과의 품질을 유지하기 위해서는 선과장의 건조방식은 화염열풍 방식 대신 온수열풍 방식으로 대체하고, 골판지 상자의 구조 변경에 따라 통기성을 높여 유통 중 감귤의 부패율을 감소시킬 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다고 판단된다.

Table 6. Changes in decay ratio(%) of citrus in line processes of packinghouse with different drying methods and storage containers during storage

Drying and storage method		Storage period(day)			
		0	5	10	15
Hot air drying system	Plastic container	0	0.67	4.55	11.87
	Carton box	0	1.18	7.94	21.32
Hot water circulation-air drying system	Plastic container	0	1.87	6.66	9.04
	Carton box	0	0.59	9.60	17.48

IV. 요약

선과장에서 왁스처리 후 화염열풍식과 온수열풍식으로 건조한 감귤을 골판지 상자와 감귤 운반용 컨테이너에 저장하면서 건조방식과 포장용기에 따른 감귤의 품질특성을 측정하였다. 감귤의 산도는 저장기간

에 따라 감소하였으며 화염열풍식이 온수열풍식보다 더 낮은 값을 나타내었다. 저장 용기에 따른 산도의 변화는 건조방식에 관계없이 컨테이너에 저장한 감귤보다 골판지 상자에 저장한 감귤 과즙의 산도가 낮은 값을 나타내었다. 감귤 과즙의 pH는 건조 방식에 관계없이 저장기간에 따라 증가하는 현상을 보였으며, 골판지 상자에 저장한 감귤 과즙의 pH가 더 높았다. 당도는 건조방식이나 저장용기에 관계없이 저장기간 동안 거의 변화가 없었다. 비타민 C의 함량은 큰 폭으로 감소하였는데, 화염열풍으로 건조한 후 골판지 상자에 저장하는 경우 저장 15일에는 34% 이상 감소하였다. 감귤 과육 무게의 감소율은 건조방법에 관계없이 골판지 상자에 저장한 경우 더 컸다. 감귤의 부패율은 저장기간에 따라 화염열풍식이 높았으며, 골판지 상자 저장이 컨테이너 저장보다 훨씬 높았다. 따라서 감귤 유통 중 부패율을 감소시키기 위해서는 선과 공정에서 건조방식은 화염열풍식 대신 온수열풍식으로 대체하고, 골판지 상자의 구조 변경에 따라 통기성을 높여줄 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

참고문헌

- 1) M. Iwamoto, T. Shiga and Y. Chuma, 1976, Effects of dropping and waxing practices in the packinghouse line on the quality of *Satsuma Mandarin*, J. Japan Soc.Hort. Sci., Vol. 45, No. 2, pp. 203-209.
- 2) S. Yamashita, Y. Kitano, S. Hatta, T. Wad and H. Uda, 1979. Factors causing mechanical injuries of Satsuma Mandarin fruit in the line processes of packing house and preventive measures I. Peel rupture and breakdown of juice sacs, J. Japan Soc. Hort. Sci., Vol. 48, No. 2, pp. 231-241.
- 3) S. Yamashita, T. Wada, Y. Kitano, S. Hatta and H. Uda, 1979. Factors causing mechanical injuries of Satsuma Mandarin fruit in the line processes of packing house and preventive

- measures II. Effect of line processes and physical properties of fruit tissues on the breakdown of juice sacs, J. Japan Soc. Hort. Sci., Vol. 48, No. 2, pp. 242-247.
- 4) 中馬豊, 1979, 감귤류의 입하에서 선별가공까지, 일본농업기계학회지, Vol. 41, No. 4, pp. 663-669.
- 5) 한국식품영양과학회, 2000, 식품영양실험핸드북, 효일출판사, 서울.
- 6) S. Lurie and J.D. Klein, 1990, Heat treatment of ripening apples: Differential effects on physiology and biochemistry. *Physiol Plant* Vol 78, No. pp.181-186.
- 7) 이현희, 홍석인, 손석민, 김동만, 2004, 열풍처리에 따른 조생 온주감귤의 저장 중 품질 특성변화, 한국식품저장유통학회지, 11권, 3호, pp 304-312.
- 8) Adel A. Kader, 2002, Postharvest technology of horticultural corps, University of California, 3rd Ed, pp. 39-41.
- 9) 김병삼, 이호준, 박형우, 차환수, 2003, 과실류의 호흡 및 증산작용이 중량손실에 미치는 영향, 한국식품저장유통학회지, 10권 2호, pp 142-146.