The Journal of Natural Science,
Pai Chai University, Korea
Vol.8 No2: 175~179, 1996

배 장십랑품종 과실의 수확 후 생리적 변화와 과실부위별 무기성분함량[1)]

李洲連, 崔鍾升, 安永直
배재대학교 원예학과

Studies on the Physiological Change of Fruit during Storage and Mineral Content in 'Chojuro' Pear

Ju-Youn Lee, Jong-Seung Choi, Young-Jik Ahn
Dept.. of Horticulture, Pai Chai University

수확 후 '長十郎'과실의 糖度와 酸含量은 저장기간이 경과할수록 과실의 크기와는 관계없이 감소되었으며, 과실硬度도 감소되었는데 小果보다 大果의 減少率이 컸다. 과실의 에틸렌발생은 저장기간 중 증가되었고 呼吸量은 수확 후 2週와 6週에 두번의 上昇이 있었다. 과실의 칼슘과 마그네슘함량은 果皮부분이 가장 높고 果心이 그 다음이며 果肉이 가장 낮았으며, 특히 칼슘함량은 外部의 과육이 內部의 과육보다 낮았고 마그네슘은 중간부위의 과육이 낮았다. Ca/Mg 율은 과심주위의 과육이 높았고 K/Ca 율은 외부과육이 높았다.

The fruit soluble solids and acidity decreased during storage regardless of fruit size, fruit firmness decreased also, and the decreasing rate of the firmness in large fruit was higher than small. The ethylene production of fruit was increased during storage, and there was the peak of fruit respiration rate at 2 and 6 weeks after harvest. The calcium and magnesium content was the highest in peel, the lowest in flesh, and intermediate in core. Especially, the calcium content in the outer flesh was lower than in the inner flesh, and the magnesium content in the middle part of flesh was lower than in the other parts. The Ca/Mg ratio in the inner flesh and the K/Ca ratio in the outer flesh were higher than in the other parts.

Key words : Oriental pear, Fruit firmness, Ca, Mg, Ca/Mg, K/Ca, Respiration rate, Ethylene production

1. 서 언

과실은 주로 生果로 소비되기 때문에 과실 고유의 맛과 향기가 보존된 신선한 상태로 상당기간 저장되어야 한다. 그러나 과실은 수분함량이 특히 많아 수확 후에 과실의 新鮮度 유지가 매우 어려운 특성이 있다. 일반적으로 과실은 수확한 후에도 호흡에 의하여 영양분의 소실과 각종 효소의 작용으로 세포벽이 분해되어 과실의 연화가 진행된다. 과실의 부위에 따라 무기성분의 분포비율이 달라 칼슘결핍에 기인된 생리장해는 과실의 특정부위에서 발생되는 것이 일반적이며, 또

1) 이 논문은 1990년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 지방대육성학술연구조성비에 의하여 연구된 것의 일부임.

한 Ca/Mg나 K/Ca 율에 따라서도 발생정도에 차이가 있다. 따라서 동양배 과실의 저장력을 증진시키기 위한 기초자료를 얻기 위하여 '장십랑'과실의 수확 후 생리현상과 과실부위별 무기성분의 함량을 조사하고 자 본 연구를 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

適熟期보다 5-7일 정도 일찍 수확된 장십랑품종의 과실을 小果(300-400g)와 大果(400-500g)로 구분하여 수확 후의 생리적 변화를 조사하였다. 供試과실을 5개씩 0.5mm두께의 PE필름 봉지에 넣고 저온 저장고에 저장하면서 저장 후 2주, 4주, 6주, 8주에 과실의 호흡량, 에틸렌 발생량, 糖度, 酸含量 및 硬度를 조사하였고 저장 중에 발생되는 생리장해를 관찰하였다. 과실의 호흡량과 에틸렌 발생량은 프라스틱容器(3800ml)에 5果씩 3반복으로 넣어 密閉한 다음 14.5시간 실온에 방치한 후 주사기로 용기속의 공기를 채취하여 gas chromatograph로 측정하였다. 과실당도는 屈折糖度計로 과즙의 가용성고형물을 측정하여 당도로 표시하였고 산함량은 果汁을 0.1N-NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 표시하였다. 과실경도는 과피를 제거한 후 과육의 경도를 과실경도계(Universal hardness meter)로 측정하였다. 과실부위별 무기성분(K, Ca, Mg)을 분석하기 위하여 수확된 과실을 果皮, 果肉, 果心으로 분리한 다음 과육을 과피로부터 0-5, 5-12, 12-20 그리고 20mm 이상의 깊이로 분리하여 시료를 채취한 후 분석용 試料로 이용하였다. 성분분석은 각 부위별 生體를 Ternary solution(HNO_3:H_2SO_4:$HClO_4$ = 10:1:4의 비율)으로 加熱板에서 分解한 다음 원자흡광분광광도계(Perkin Elmer 2380)로 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

과실 수확 후 당도의 변화(표 1)는 과실크기에 無關하게 수확 직후부터 수확 후 4주까지 증가되다가 그 이후는 점차 감소되었다. 그러나 산함량(표 1)은 저장기간 중 계속하여 감소하는 경향을 보였다. 저장 初期에 당도의 증가는 공시된 과실이 약간 未熟된 과실이었기 때문에 수확 후 저온에서도 서서히 성숙이 진행된 결과로 생각되며 그 이후는 과실의 呼吸源으로 이용되었기 때문이고 역시 호흡원으로 유기산이 이용되었기 때문에 산함량이 감소되었다고 생각되었다.

Table 1. Changes in the soluble solids and acidity of 'Chojuro' pear fruits during low temperature(4-7°C) storage.

Weeks after harvesting date	Soluble solids(°Brix)		Acidity(%)	
	Small fruit[z]	Large fruit	Small fruit	Large fruit
0	11.6	12.2	0.12	0.14
2	11.9	12.7	0.10	0.11
4	12.1	13.0	0.12	0.12
6	11.7	11.9	0.11	0.11
8	11.0	11.4	0.11	0.10

[z] The weight of small fruit was 300-400g and large fruit was 400-500g.

저장 중 과실 당함량과 산함량의 감소는 사과의 후지품종(辛 등, 1983), 배의 금촌추와 만삼길 품종(손 등, 1982)에서 이미 확인된 결과와 같았다. 그러나 양(1990)은 배의 품종별 당함량의 감소는 신고품종이 장십랑, 만삼길 및 금촌추품종보다 그 감소폭이 적어 품종간 차이가 있음을 보고하였다.

저장기간 중 과실경도(그림 1)는 수확 후부터 감소되었는데 저장 후 2주까지는 소과보다 대과가 경도의 저하가 심하였고 그 이후의 減少率은 대과와 소과가 비슷하였다. 과실경도의 저하는 저장기간이 경과할수록 과실의 細胞壁이 分解되기 때문인데 작은 과실일수록 세포크기가 작고 細胞間隙이 적기 때문에 큰 과실보다 작은 과실의 과육연화가 지연되고 있다고 생각되었다.

저장 중 과실의 과육연화는 세포벽 구성성분의 변화에 기인한다. 일반적으로 세포벽은 cellulose, hemicellulose, pectin 및 phenolics 등으로 구성되어 있으며(Brett와 Waldron, 1990) 이들의 분해로 세포벽이 붕괴되어 연화가 진행된다. 이들 성분의 변화는 효소적 또는 비효소적으로 일어나기 때문에 저온저장, CA저장(Eaves, 1980) 및 PE film 포장저장(朴 등, 1970) 등 저장방법의 개선과 저장전칼슘처리(Bangerth 등, 1972; Conway와 Sams, 1987; Johnson, 1979; Mason 등, 1975)로 과실연화를 억제할 수 있다.

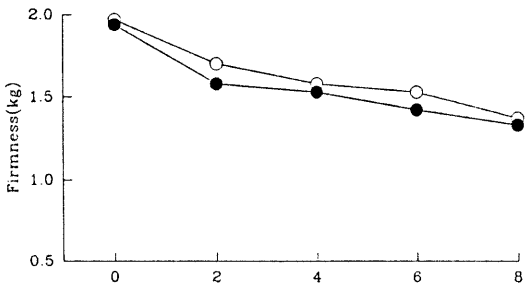

Fig. 1. Changes in the fruit firmness of 'Chojuro' pear during low temperature(4-7°C) storage. ○, small fruit; ●, large fruit.

저장 중 과실의 에틸렌발생량을 보면(표 2) 수확 후에는 전혀 檢出되지 않았고 저장 2주 후에는 대과와 소과 모두 극미량이 측정되었으며 4주 후에도 매우 적어서 저장기간별 차이를 정확히 비교하기가 곤란하였다. 그러나 저장 후 4주에는 대과가 0.508, 소과가 0.591 μl/kg/hr 발생되었고 6주에는 약간 감소하다가 8주에는 급격히 상승하였다. 과실크기별 에틸렌발생량은 저장 후 6주까지는 統計的인 有意性은 없으나 소과가 대과보다 적은 경향을 보였다.

과실은 성숙이 진행되면서 에틸렌발생이 많아지고(Burns와 Pressey, 1987; Ferguson, 1984) 연화의 진행이 많이 되었을 때에는 점차 감소하게 된다. 최(1989)의 사과 후지품종에서 저장 후 5주에 138 μl/kg/hr인 것에 비하여 본 연구의 배 장십랑품종에서는 저장기간 중 에틸렌은 매우 적은 양이 발생되어 저장기간에 따라 또는 과실크기에 따라 그 변화를 판단하기에는 곤란하였다.

Table 2. Ethylene production(μl/kg/hr) of 'Chojuro' pear fruits during low temperature(4-7°C) storage.

Fruit size[z]	Weeks after harvesting date				
	0	2	4	6	8
Small fruit	-	traces	0.51	0.47	0.96
Large fruit	-	traces	0.59	0.51	0.87

[z] The weight of small fruit was 300-400g and large fruit was 400-500g.

Table 3. Respiration rate (CO_2 mg/kg/hr) of 'Chojuro' pear fruits during low temperature (4-7°C) storage.

Fruit size[z]	Weeks after harvesting date				
	0	2	4	6	8
Small fruit	10.27	18.58	7.31	18.90	15.88
Large fruit	10.87	19.00	5.80	19.85	16.92

[z] The weight of small fruit was 300-400g and large fruit was 400-500g.

과실의 호흡(표 3)은 저장 후 2주까지 上昇되다가 저장 후 4주까지는 다시 급격히 감소되었고 저장 후 6주에는 급격히 상승된 후 서서히 감소되었다. 소과가 대과보다 호흡량은 약간 감소되는 傾向을 보였다. 과실호흡량은 수확 후에 一時的인 상승을 보이는 climacteric rise型 과실에서 climacteric maximum에 도달된 후 호흡량은 감소하는 것이 일반적인 현상이나 본 시험에 공시된 '장십랑'과실은 호흡의 상승 후에 수확 후 4주까지 감소되었다가 그 이후에 다시 상승되는 樣相을 보이고 있는 것이 特異하였다. 이와 같은 현상은 약간 미숙된 과실을 실험재료로 이용한 결과 때문이라 생각되지만 추후 재검토하여 확인할 필요가 있다고 생각되었다. 그리고 저장기간 중에 可視的인 과실생리장해는 발생되지 않았다.

수확된 과실을 부위별로 무기성분의 함량과 Ca/Mg 율과 K/Ca 율을 조사한 결과는 표 4, 5와 같다. 소과의 칼리함량은 과피와 내부과육이 많은 경향이었으며 과심과 외부과육이 적은 경향이었으나 대과에서는 과심부위의 함량이 높은 경향이었다. 칼슘함량은 과피가 가장 많았고 과육에서는 외부에서 과심쪽으로 깊어질수록 많았으며 과심은 과피와 과육의 중간 정도였다. 마그네슘함량도 과피가 가장 많았고 과육의 깊이별로는 일정한 경향이 없었으나 과피로부터 12-20mm 부위의 과육이 다른 부위보다 낮은 경향이었다.

Faust 등(1967)과 崔(1989)는 사과에서 과피내 칼슘농도가 과육보다 현저히 높고 Lewis와 Martin(1973)과 崔(1989)는 과육 내에서도 과피직하의 칼슘농도가 가장 낮고 내부로 갈수록 높아진다고 보고한 결과와 본 시험에서 공시된 '장십랑'과실과 類似하였다. 따라서 사과과실의 저장중에 발생하는 칼슘缺乏에 起因된 생리장해는 과피직하 과육부분의 칼슘함량이 낮기 때문에 발생

하는 것이 대부분이므로(福田, 1976) 배에 있어서도 사과와 같은 칼슘결핍에 기인된 생리장해의 발생은 칼슘함량이 낮은 부분인 과피 직하부위에서 발생될 가능성이 있음을 示唆하고 있다.

Ca/Mg 율은 부위별로 큰 차이를 보여 제일 깊은 부위의 과육이 가장 높았고 과피직하 과육이 가장 낮았다. K/Ca 율은 Ca/Mg 율보다 과실부위별로 큰 차이가 있는데 과피에서 가장 낮았고 과피로부터 5-12mm와 0-5mm 부위의 과육이 높았다. 사과에서 칼슘결핍에 기인된 생리장해는 낮은 칼슘함량에 의하여 유기되지만 Ca/Mg 율과 K/Ca 율에 따라서도 영향을 받게 되는 바, 특히 K/Ca 율이 높을수록 장해가 쉽게 발생된다. 따라서 본 시험의 장십랑배에서도 칼슘결핍에 의한 장해발생은 칼슘함량이 낮으며 K/Ca 율이 높은 외부과육에서 나타날 가능성이 높다고 생각되었다.

Table 4. The contents and ratios of mineral elements in 'Chojuro' pear fruit(300-400g) tissues.

Fruit part	Content(ppm fresh wt)			Ratio of elements	
	K	Ca	Mg	Ca/Mg	K/Ca
Peel	1650	105	160	0.66	15.7
Flesh 0-5[z]	1493	29	55	0.53	51.5
5-12	1753	28	52	0.54	62.6
12-20	1670	36	48	0.75	46.4
> 20	1643	53	52	1.02	31.0
Core	1327	63	70	0.90	21.1

[z] Depth(mm) from peel.

Table 5. The contents and ratios of mineral elements in 'Chojuro' pear fruit(400-500g) tissues.

Fruit part	Content(ppm fresh wt)			Ratio of elements	
	K	Ca	Mg	Ca/Mg	K/Ca
Peel	1607	106	162	0.65	15.2
Flesh 0-5[z]	1437	25	50	0.50	57.5
5-12	1727	25	49	0.51	69.1
12-20	1540	28	41	0.68	55.0
> 20	1577	42	46	0.91	37.5
Core	1770	35	67	0.52	50.6

[z] Depth(mm) from peel.

참 고 문 헌

1. Bangerth, F., D.R. Dilley, and D.H. Dewey. 1972. Effect postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:679-682.
2. Brett, C. and K. Waldron. 1990. Cell-wall structure and the skeletal functions of the wall. In: Physiology and biochemistry of plant cell walls p.4-57. Unwin Hyman Ltd., London.
3. Burns, J.K. and R. Pressey. 1987. Ca^{+2} in cell walls of ripening tomato and peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:783-787.
4. 崔鍾升. 1989. 사과 果實 內 칼슘蓄積에 미치는 要因에 關한 硏究. 忠南大學校 大學院 博士學位論文.
5. Conway, W.S. and C.E. Sams. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in pples. J Amer. Soc. Hort. Sci. 112:300-303.
6. Eaves, C.A. 1980. A modified-atmosphere system for packages of stored fruit. J. Hort. Sci. 35:110
7. Faust, M., C.B. Shear, and C.B. Smith. 1968. Investigation of corking disorders of apples. I. Mineral element gradients in 'York Imperial' apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:69-72.
8. Ferguson, I.B. 1984. Ca^{2+} in plant senecence and fruit ripening. Plant Cell Env. 7:477-489.
9. 福田博之. 1976. リンゴのにん點性 生理障害の發生機構と 分類. 農業および園藝 51:1221-1224.
10. Johnson, D.S. 1979. New techniques in the post-harvest treatment of apple fruits with calcium salts. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 10:373-382.
11. Lewis, T.L. 1980. The rate of uptake and longitudinal distribution of potassium, calcium and magnesium in the flesh of

developing apple fruits of nine cultivars. J. Horticultural Science 55:57-63.

12. Lewis, T.L. and D. Martin. 1973. Logitudinal distribution of applied calcium and naturally occurring calcium, magnesium, and potassium in Merton apple fruits. Aust. J. Agri. 24:363-371.
13. Mason, J.L., J.J. Jasmin, and R.L. Granger. 1975. Softening of 'McIntosh' apples reduced by a postharvest dip in calcium chloride solution plus thickener. HortScience 10:524-525.
14. 朴魯豊, 崔彦浩, 李玉徽. 1970. 배 저장에 관한 연구(II). 배의 저장에 미치는 polyethylene film 포장과 CO_2 shock의 효과. 한원지 7:21-25.
15. 辛建哲, 文鍾烈, 崔鍾升, 金聖奉. 1983. 염화칼슘처리가 사과저장에 미치는 영향. 농시연보 25(원예편):76-81.
16. 손영구, 윤인화, 한판주, 정대성. 1982. 배 저장시험. 농기연연구보고서(화학부편) p. 907-916.