

수확후 예냉처리가 쓰가루사과의 저장중 품질에 미치는 영향

김병삼 · 현남익 · 남궁배
한국식품개발연구원

Effect of Pressure Cooling for Quality of 'Tsugaru' Apple during Storage at different Temperatures

Byeong-Sam Kim, Nam-Ug Hyun and Bae Nahmgoong
Korea Food Research Institute

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of precooling on the quality of Tsugaru apple. Tsugaru apple, filled in plastic container and carton, was pre-cooled by pressure cooler and stored at 1°C and 25°C. At 25°C, Hunter a-value was not shown the difference significantly and Hunter b-value was increased more than a-value during 1 month. However, Hunter a and b-value was not increased so much at 1°C. Hardness and total acidity was decreased during storage and pre-cooled apple was less decreased than non pre-cooled. Free sugars in Tsugaru apple consisted of 7.07% fructose, 2.85% glucose, and 2.53% sucrose. Free sugars were decreased during storage at 25°C and 1°C, also, the pre-cooling inhibited those decomposition.

Key words : apple, pressure cooling, precooling

서 론

국내의 사과생산량 증가추세를 보면, 1985년 53.3만톤에서 1990년 62.9만톤, 1995년 71.6만톤으로 각각 13.7%, 34.3% 증가하였고, 1996년 전체 과실류 생산량중 약 31.1%의 높은 비중을 차지하고 있다(1).

사과는 무기물 함량이 높은 알칼리성 식품이며, 식물 섬유소 및 비타민 C의 함량이 높다. 사과의 주요 성분은 수분이 85~90%, 펙틴과 섬유질 1%, 사과산(malic acid) 0.5% 내외를 함유하는 외에 회분, 단백질 등을 소량 함유하고 있고, 과육(果肉) 100g당 비타민 함유량은 A, B1, C, E를 각각 60mg(β 카로틴으로서), 0.01mg, 3~8mg, 0.03mg 내외 함유하고 있다. 사과의

국내 소비동향을 보면, 국민 1인당 1일 사과소비량은 30g 내외로 전체 과실류 소비량 153g의 약 20%를 차지하고 있다(2).

그러나 국내 사과 생산현황을 보면 8월중순부터 9월초순 사이에 쓰가루사과가 생산되면서 홍월등 일부 사과가 생산되기는 하나 후지사과가 생산되기 이전까지 적절한 품종이 많지 않은 실정이다. 따라서 본 논문에서는 전보(3)에서처럼 8월중순 이후에 생산되는 쓰가루사과를 가능한한 후지사과가 생산되기 이전까지 저장함으로써 국내 사과의 원활한 유통을 기하고자 하였으며 아울러 저장전 예냉처리를 통하여 초기 신선도 유지를 통해 저장성을 연장시키고자 하였다. 예냉처리후 저장은 1°C와 실온에 가까운 25°C에 저장하면서 품질특성 중 사과의 상품성과 관련이 되는 표면색택, 경도, 유리당, 산도 등이 조사, 분석되었다.

Corresponding author : Byeong-Sam Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun, Bundang, Sungnam, Kyonggi, 463-420, Korea

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 사과(Tsugaru)는 충북 증원군 가금면 창동리에서 1996년 8월 30일 오전 8~10시경에 수확한 것을 바로 한국식품개발연구원 예냉실로 옮겨 시험에 사용하였다.

예냉 및 저장

전보(3)에서처럼 사과는 실험실로 옮긴 직후(2시간 이내) 예냉구와 비예냉구로 나누어 처리하였다. 예냉구는 특별히 제작된 골판지 상자와 플라스틱 콘테이너 박스에 담아 차압예냉장치를 이용하여 1°C까지 냉각을 행하였다. 예냉을 마친 사과는 1°C와 상온(25°C)에서 저장을 행하였다. 비예냉구의 경우는 예냉구의 예냉 처리가 끝난 후 통기공이 없는 골판지 박스와 플라스틱 콘테이너 박스에 담아 1°C와 상온(25°C)에서 저장하였다.

표면색택

사과의 표면색택은 과피의 색택을 색도계(Chroma meter, CR-200, MINOLTA, Camera Co., Osaka, JAPAN)를 이용하여 매 사과당 상부, 중간, 하부 측면의 지점에서 3회 반복 측정하여 Hunter L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)로 표시하였으며, 이 때 calibration plate의 L = 97.75, a = -0.49, b = +1.96이었다.

총산도

과즙 10mL에 증류수 40mL를 가하고 여기에 phenolphthalein 0.5mL를 가하여 0.1N NaOH로써 분홍색이 나타날 때까지 적정하여 적정치를 구한 후 사과산(malic acid)으로 환산하여 나타내었다.

경도

사과의 경도는 레오미터(SUN RHEOMETER, CR-200D, SUN SCIENTIFIC CO., LTD, JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 이 때 시료는 중방향으로 2등분한 다음 절단면을 plate와 밀착시켜 상부에서 압축하여 측정하였다. 측정시 pressure sensor rod는 No. 5를 이용하였으며, 이 때 plate의 상향 속도는 50mm/min, 침입 깊이는 5mm로 하였다.

유리당

사과의 유리당 측정은 시료를 전기착즙기를 이용하여 착즙한 주스를 0.2 μ m의 membrane filter로 여과한 후 HPLC를 이용하여 분석하였다.

Table 2. Instrumental conditions for free sugars analysis by HPLC

HPLC	Waters associate HPLC
Column	μ -Bondapak carbohydrate column
Detector	RI
Mobil phase	CH ₃ CN : H ₂ O(80+20)
Flow rate	1.0mL/min
Chart speed	0.5cm/min
Injection volume	10 μ L
Attenuation	32

결과 및 고찰

표면색택

과실은 성숙과정이 진행됨에 따라 과색이 변하여 고유의 빛깔로 착색되게 되며 이러한 과실의 빛깔은 향기나 미각과 함께 과실의 품질을 결정하는 주요한 요인이 된다. 쓰가루 품종의 경우 외피의 색택은 잘 익게되면 표면 색택이 붉은 색을 띠게 되나 저장성이 약한 관계로 녹색의 덜익은 상태로 수확하여 유통되고 있다. 쓰가루 사과를 예냉처리하여 처리구별로 저장하면서 표면 색택의 변화를 본 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 실온에 저장한 경우 사과의 표면 색택은 저장 기간 중 적색도를 나타내는 a 값은 초기에 약간 증가하다가 이후 거의 변화가 없었으며 황색도를 나타내는 b 값은 저장기간중 노화가 진행되면서 증가하였다. 한편 밝은 색의 정도를 나타내는 L 값은 초기에 약간 증가하다가 그 이후 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 저장 말기에 약간 값이 저하하는 것을 관찰할 수 있었다. 처리구간에 차이를 보면 L 값의 경우는 예냉처리구가 더 높으며, a 값의 경우는 예냉처리구가 더 낮은 값을 나타내었으나 b 값의 경우는 거의 비슷하였다. 한편 Fig. 2와 같이 1°C에서 골판지박스에 저장한 경우는 저장 1개월후까지도 거의 차이를 보이지 않았으며, a값과 b값 모두 비예냉구가 높은 값을 나타내었다. 비예냉구의 경우 노화가 더 진행되어 황색도 및 적색도가 높은 것으로 여겨졌다.

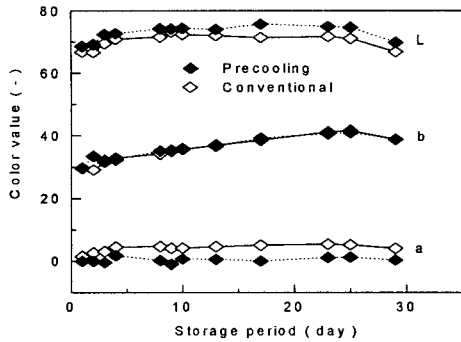


Fig. 1. Changes in Hunter L, a and b-values of Tsugaru apple packed in carton during storage at room temperature.

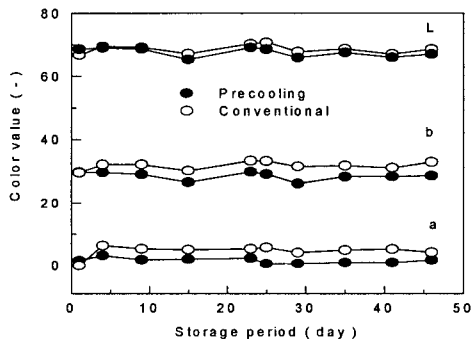


Fig. 2. Changes in Hunter L, a and b-values of Tsugaru apple packed in carton during storage at 1°C.

총산도

사과에는 유기산이 약 0.4~0.6% 정도 함유되어 있는데, 그 중 malic acid가 100~900mg% 정도로 가장 많으며, maleic acid가 13~23mg%, fumaric acid는 2.3~4.8mg% 함유되어 있다고 한다(4). 저장기간중 총산도의 변화를 보면 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. Fig. 3에서 보면 실온에 저장한 경우 총산도는 큰 변화를 보이는데 수확 직후에는 280mg% 정도였으나 2주일 후에 기존 방법으로 골판지박스에 저장한 경우는 185mg%, 예냉처리한 경우는 200mg%로 예냉처리한 사과의 경우 더 낮은 감소를 보였다. 처리구간 산도의 변화는 저장 초기에는 큰 차이를 보이지 않았으나 일주일 후부터 그 차이가 점점 증가하는 것으로 나타났다. 특히 malic acid를 포함한 유기산은 사과 고유의 풍미를 나타내는데 기여하며 아울러 호흡기 질로서 작용하여 호흡량이 증가하면 그 양도 감소한다. 특히 malic acid의 분해와 관련된 malic acid decarboxylase는 고온에서 활성이 증가하여 온도에 의

한 영향이 큰 것으로 보고되고 있다(5). 따라서 예냉처리한 사과의 경우 초기 품온이 낮게 유지되어 관련 효소들의 작용이 억제됨으로서 저장중 산도의 변화가 적어 유기산의 분해정도가 낮게 나타나는 것으로 여겨졌으며 이는 저장 기간이 길어질수록 대조구에 비하여 그 효과가 두드러진 것을 알 수 있었다. Fig. 4에 나타낸 바와 같이 1°C에 저장한 경우는 그 변화가 적었으나 저장 기간이 길어짐에 따라 처리구간에 차이가 남을 알 수 있었다. Fig. 4에서 보면 저장 기간중 예냉처리하여 골판지박스에 저장한 경우 총산도의 변화가 가장 적었으며 다음은 예냉처리하여 플라스틱 콘테이너에 저장한 경우이고 예냉처리를 하지 않고 골판지박스에 그대로 저장한 사과의 경우 산도의 변화가 가장 심하였다. 이는 예냉처리를 하지 않고 골판지박스에 담아 저장한 경우 사과의 품온이 높게 유지되어 분해가 많이 일어난 것으로 여겨졌다.

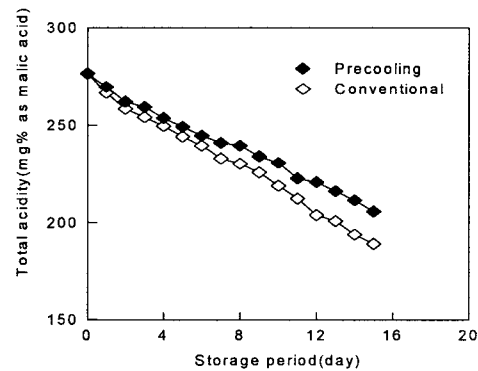


Fig. 3. Changes in total acidity of Tsugaru apple during storage at room temperature.

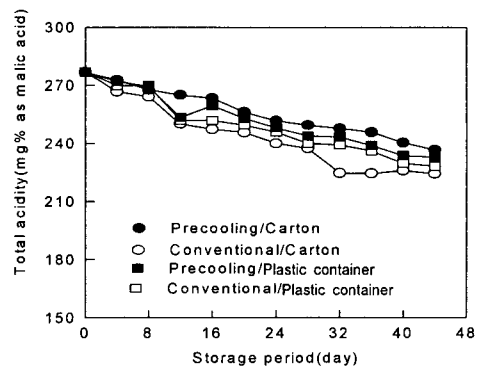


Fig. 4. Changes in total acidity of Tsugaru apple during storage at 1°C.

경도

저장기간중 쓰가루 사과의 경도의 변화는 Fig.5 및 Fig. 6과 같다. Fig. 5에서 보면 실온에 저장한 경우 경도는 저장 기간중 점점 감소하는 것을 알 수 있는데 일주일경까지는 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 그 이후는 점점 차이가 증가함을 알 수 있었는데 전반적으로 예냉처리한 사과가 경도의 변화가 적음을 알 수 있었다. Fig. 6의 1℃에 저장한 경우는 1개월 후까지도 경도가 1.0kgf로 높게 유지되어 수확 직후와 비슷한 조직감을 나타내었다. 처리구간 차이를 보면 1℃에서는 처리구간에는 크게 차이를 보이지는 않았으나 예냉처리한 경우가 비예냉구에 비해 약간 높은 값을 나타내었으며 예냉처리하여 골판지 박스에 저장한 경우가 가장 높은 값을 유지하였고 예냉처리를 하지 않고 골판지박스에 저장한 사과가 가장 낮은 값을 나타내었다.

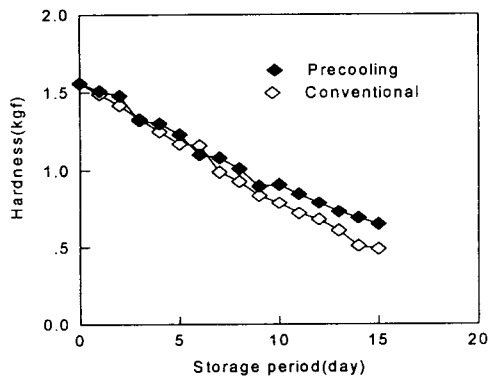


Fig. 5. Changes in hardness of Tsugaru apple during storage at room temperature.

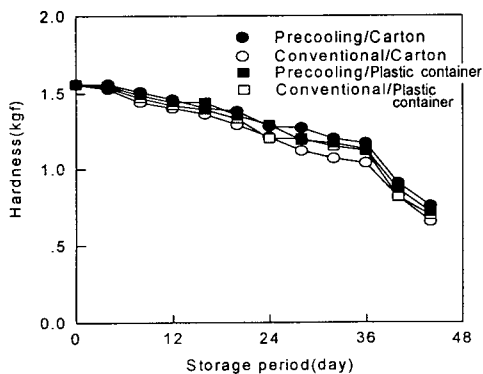


Fig. 6. Changes in hardness of Tsugaru apple during storage at 1°C.

저장중에 일어나는 경도 저하의 주 요인은 사과의 수확후 계속되는 호흡작용에 의한 세포벽 분해효소인 polygalacturonase의 작용과 β -galactosidase의 분해에 따른 세포벽 구성성분들의 변화와 세포벽의 파괴에 따른 것이다(6,7). β -galactosidase의 활성은 펙틴질의 galactan을 분해한다고 하며(8), 성숙과 저장기간동안 지속적으로 증가하고 '조나골드'나 '후지'에 비해 특히 '쓰가루'에서 활성이 높다고 보고되고 있다(9). Polygalacturonase의 활성은 특히 climacteric peak가 지난후에 급격히 증가되는 것으로 알려지고 있는데 본 연구에서는 수확 후 바로 예냉처리를 함으로서 이들 효소의 작용이 억제되어 그 결과 경도 변화가 적은 것으로 여겨졌다.

유리당

과실속에 함유되어있는 탄수화물의 대부분은 단당류로서, 주로 fructose, glucose, sucrose로 구성되어 있으며 그 외에 xylose가 미량 존재한다. 미숙과에 존재하는 전분은 과실의 성숙에 따라 분해되어 당화되고, 따라서 숙성시 당함량이 증가하게 되며 저장중에는 호흡기질로서 소비되어 감소하게 된다(10).

본 실험에서의 저장중 쓰가루 사과의 유리당의 변화는 Table 3~5와 같다. 쓰가루에 있어서 유리당의 구성은 표에서 보는 바와 같이 fructose가 7.07%로 가장 많으며 다음은 glucose가 2.85%, sucrose가 2.53% 순으로 나타났다. 이들 구성비는 수확 시기에 따라 차이를 보일 수 있는데 본 연구에서 시료로 사용한 사과는 거의 완숙과에 가까운 상태의 과실이었는데, Table 3에서 보는 바와 같이 실온에 저장한 경우 저장기간중 대체로 모두 감소하는 경향을 보였으며 특히 fructose의 경우 감소가 상대적으로 크게 나타났다.

Table 2. Changes in free sugars in Tsugaru apple during storage at room temperature

Treatment	Free Sugar	Storage period(day)					
		0	3	6	9	12	15
Precooling	Fructose	7.07	6.92	6.34	5.92	5.75	5.98
	Glucose	2.85	2.92	2.62	2.89	2.50	2.24
	Sucrose	2.53	2.44	2.45	2.43	2.17	2.08
Conventional	Fructose	7.07	6.80	6.04	5.45	4.93	4.52
	Glucose	2.85	2.76	2.89	2.65	2.51	2.05
	Sucrose	2.53	2.49	2.37	2.21	2.17	2.06

Table 3. Changes in free sugars in Tsugaru apple packed in carton during storage at 1°C (unit : %)

Treatment	Free Sugar	Storage period(day)					
		0	7	14	21	28	35
Precooling	Fructose	7.07	6.74	6.48	6.29	6.26	6.23
	Glucose	2.85	2.72	2.69	2.56	2.56	2.51
	Sucrose	2.53	2.49	2.55	2.58	2.89	2.76
Conventional	Fructose	7.07	6.84	6.67	6.45	6.60	5.79
	Glucose	2.85	2.67	2.39	2.46	2.34	2.55
	Sucrose	2.53	2.59	2.57	2.65	2.64	2.70

그러나 Table 4와 5에서와 같이 1°C에 저장한 경우는 fructose와 glucose는 계속 감소한 반면 sucrose는 약간 증가하였다. 처리구별로는 저장온도에 관계없이 유리당 함량변화는 예냉처리한 사과가 그 변화가 적게 나타났다. 유리당의 종류별로는 fructose와 glucose는 저장기간중 온도에 상관없이 계속 감소하였다. 그러나 sucrose는 25°C에서는 저장기간중 계속 감소한 반면 1°C에서는 증가현상을 나타내었다.

Table 5. Changes in free sugars in Tsugaru apple packed in plastic container during storage at 1°C (%)

Treatment	Free Sugar	Storage period(day)					
		0	7	14	21	28	35
Precooling	Fructose	7.07	6.63	6.51	6.51	6.28	6.18
	Glucose	2.85	2.71	2.57	2.62	2.58	2.54
	Sucrose	2.53	2.52	2.49	2.59	2.67	2.72
Conventional	Fructose	7.07	6.67	5.94	5.93	5.93	5.34
	Glucose	2.85	2.83	2.51	2.54	2.56	2.42
	Sucrose	2.53	2.49	2.45	2.94	2.91	3.09

요 약

쓰가루사과를 차압예냉처리하여 1°C와 25°C에 저장한 경우 표면색택의 변화는 예냉처리구가 변화가 적게 나타났다. 25°C에 저장하였을 경우 a값은 저장기간중 거의 차이를 보이지 않았고 b값은 저장기간중 크게 증가하였으나 1°C에서는 a, b값 모두 저장 1개월후까지도 거의 차이를 보이지 않았다. 경도 및 총산도는 저장기간이 경과할수록 감소하였으며 예냉구의 경우가 총산도의 감소가 적게 나타났는데 무예냉구의 경우 저장기간이 길어질수록 변화폭이 크게 나타났다. 쓰가루 사과의 유리당의 구성은 fructose가 7.07%로 가장 많으며 다음은 glucose가 2.85%, sucrose가 2.53% 순으로 나타났다. 25°C에 저장한 경우 유리

당의 변화는 저장기간중 모두 감소하였으나 1°C에 저장한 경우는 fructose와 glucose는 계속 감소한 반면 sucrose는 약간 증가하였다. 한편 예냉처리한 사과의 경우 유리당 함량의 변화가 무예냉구에 비하여 낮게 나타났다.

참고문헌

1. 한국식품연감 (1996) 농수축산신문, p.160-161
2. 사과재배 (1992) 농촌진흥청, p177
3. 김병삼, 김의웅, 김동철 (1999) 차압예냉처리가 쓰가루 사과의 선도유지에 미치는 효과. 농산물저장유통학회지, 6(4), p365-370
4. 조영숙, 박석규, 이홍렬 (1991) 비파의 유리당, 유기산 및 유리아미노산의 조성. 한국영양식량학회지, 20(1), 89-93
5. Klein, J. D. and Lurie, S. (1990) Prestorage heat treatment as a mean of improving poststorage quality of Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115(2), 265-269
6. Ruth, B.A. and Kislev, N. (1979) Ultrastructural changes in the cell walls of ripening apple and pear fruit. *Plant Physiol.*, 64, 197-202
7. Wallner, S.J. (1978) Apple fruit β -galactosidase and softening in storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 103(3), 364-366
8. Bartley, I.M. (1974) β -Galactosidase activity in ripening apples. *Phytochemistry*, 13(2), 107-2111.
9. 이재창 (1974) 과실 피막제(TAG)가 사과 고올든 딜리셔스, 스타킹딜리셔스 및 후지의 저장에 미치는 영향. 한국원예학회지, 15(2), 106-109
10. 麻生清, 紫崎一雄 (1951) リンゴの加工に関する研究(4). 醱酵工學會誌, 29, 167-172

(1999년 9월 25일 접수)