

저장중 신고 배 생리장해 억제를 위한 수확후 처리

홍세진

(강릉대학교 생명과학대학 식물응용학과)

Effect of Postharvest Treatments on Physiological Disorders during Storage of 'Niitaka' Pear

Hong, Se-Jin

Dept. of Applied Plant Science, Coll. of Life Science, Kangnung National Univ., Gangneung 201-702, Korea

적 요

본 연구는 '신고' 배의 과피 변색 방지를 위한 수확후 처리가 과피흑변, 부패과 발생, 그리고 이화학적 성분 등 과실품질 변화에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 배의 과피흑변과는 모든 수확후처리구에서 거의 발생하지 않았으며, 수확후 즉시 무처리·무포장구에서 4개가 나타났다. 과피흑변이 발생되지 않은 원인은 수확시 고온·건조한 북서풍과 해풍의 영향으로 봉지내 통풍이 잘되어 과피가 생육중 자연건조됨에 따라 과피흑변과가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 과피색도는 Hunter L값은 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 과실의 밝기가 점차 감소하였고, Hunter a값은 모든 처리구에서 3~6정도로 차이가 없었으나 에탄올처리후 5주 저장한 배에서 다른 처리구보다 1~3정도 증가되었다. Hunter b값은 저장기간이 길어질수록 모든 처리구에서 감소하였다. 생체중 변화는 모든 처리구에서 저장 5주까지 일정하였으며 이후부터는 점차 감소하였다. 건물중은 저장기간이 길어질수록 모든 처리구에서 감소하였다.

경도는 모든 처리구에서 저장 5주까지는 다소 높게 유지되었으나 저장 5주 이후부터는 경도가 낮아졌다. 가용성고형물함량과 pH는 모든 처리구에서 변화가 적었다. Sorbitol, fructose, glucose, 그리고 sucrose 함량 변화에서 sorbitol은 모든 처리구에서 변화폭이 크지는 않았으나 저장기간이 길수록 감소하였다. Fructose는 모든 처리구에서 변화가 없었으며, glucose는 저장초기에 에탄올처리구를 제외한 모든 처리구에서 증가하며 저장후기에 다소 감소하였다. Sucrose는 저장초기에 급격히 감소하며, 에탄올처리구는 처리 직후에 함량감소가 심하였다.

I. 서론

배는 동양계종 남방형인 동양배(*Pyrus pyrifolia*), 북방형인 중국배(*Pyrus ussuriensis*) 및 유럽계인 서양배(*Pyrus communis*) 등으로 구분되며, 사과, 복숭아, 포도, 감귤과 함께 우리나라의 대표적인 5대 과수종 하나이다. 우리나라에서 재배되고 있는 배는 동양배이며 재배면적은 2000년 현재 26,206ha로 10년전보다 약

3배 증가하였고 '신고' 품종이 전체의 75%인 20,624ha로 가장 많이 재배되고 있다. '신고'는 '천지천'에 '금춘추'를 교배하여 육성한 품종으로 재배가 용이하고 수량이 많으며 과실이 크고 품질이 특히 우수하여 재배면적과 생산량이 증가하고 있는 실정이다. 또한 내수시장은 물론 동남아시아와 미국, 캐나다, 유럽의 국제시장에서도 수출배로서 호평을 받고 있어 농산물 수입개방에 대해 경제성 있는 작물로 각광을 받고 있다. '신고'는 다른 배 품종에 비해 저

장성이 비교적 강하며 PE(polyethylene) film을 이용하여 저온저장을 하면 비교적 장기간 저장이 가능하다. 그러나 저온저장 또는 장기수송중에 발생하는 생리장해인 과피흑변으로 인해 외관이 손상되어 배의 품질 및 상품성이 저하되는 원인으로 지적되어 왔다. 저장중 발생하는 과실의 변색은 동양배 뿐만 아니라 서양배, 단감, 그리고 사과 등에서도 발생되어 상품성을 떨어뜨리는 주요한 요인이며, 특히 동양배는 '신고', '추황', '영산배' 등 '금춘추' 계통으로부터 육성된 품종에서 두드러지게 나타난다. 이러한 과피흑변현상은 저장초기에 대부분이 발생하며 유전적 요인 외에 강우량 등 기후적조건, 여러 가지 재배적조건, 그리고 특히 수확후 관리조건이 관여하는 것으로 알려져 있다.

과피흑변현상은 저장초기에 대부분 발생하는데 과실 표면에 흑갈색의 색소물질이 얇게 분포하는 증상을 일으키며 심하면 과실 표면 전체로 확산되기도 한다. 흑변발생 초기에는 흑변을 일으킨 표피의 바로 아래 내부과육은 정상적인 조직과 큰 차이를 나타내지 않고 식미 또한 떨어지지 않지만 표피 변색에 의한 외관이 손상됨으로써 상품가치가 크게 저하된다. 일반적으로 과실의 갈변현상이 유기되는 원인은 과실에 함유되어있는 polyphenol oxidase(PPO)의 작용을 받아 산화된 quinone 화합물 또는 그 유도체가 형성되고 이것이 다시 비효소적 산화에 의해 짙은 갈색의 색소 물질이 축적되어 발생하는 것으로 알려져 있다. 이러한 변색현상은 과실의 상품성 하락의 원인이 되며 수출용 과실의 경우 종종 판매불가와 소송이 제기되고 있어 이에 대한 확실한 방지대책이 요구되고 있다. 과피흑변은 배 상품성에 매우 중요하며 흑변방지를 위한 수확후관리 기술이 보고되고 있다. 이중에는 에탄올처리, 이산화탄소처리, 항산화제처리, 그리고 열처리 등이 있으며 과피흑변 방지에 상당한 효과를 보여주고 있다. 그러나 이러한 수확후처리기술은 실험실내에서 정확한 처리농도와 기술에 의한 처리효과구명에 관한 것이 대부분이다. 따라서 실제 생산지에서 활용할 수 있는 기술의 보급이 필요하며 이에 대한 현장실증 실험이 요구되고 있다. 본 연구에서는 신고배의 수확즉시, 농가에서 처리가 가능한

수확후처리기술인 관행예건 10일, 열처리, 그리고 에탄올처리의 과피흑변 방지 효과를 조사하고, 각각의 처리가 과실의 품질에 미치는 영향을 조사하여 배의 흑변발생과 과실품질에 미치는 영향을 알아보고, 실용화가 가능한 수확후처리법을 제시하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구는 1999년 10월에 강원도 양양군 양양읍 과수재배농가에서 수확한 '신고' 배 품종을 공시재료로 이용하였다. 배는 수확 즉시 이중 노르지 봉지를 제거한 후 상처가 나지 않게 스티로폼망으로 포장한 후, 처리구별로 무포장구와 바늘로 10개의 구멍을 낸 0.05mm PE film 포장구로 나누어 과실을 48개씩 담아 plastic container에 저장하였다. 각 처리구별 과실의 갯수는 3반복으로 하여 총 144개의 과실로 하였으며 1-3°C에서 관행저장하였다. 저장 5주, 10주, 15주 및 19주 동안 기간별로 흑변발생, 부패과 발생, 경도, 당도, 산도, 중량, 그리고 가용당당 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

가. 저장전 처리

수확직후 무처리 및 무포장 저장한 배를 대조구로 하여, 관행예건처리구는 수확직후 통풍이 잘되는 음지에서 10일간 야적한 후 무포장한 것과 0.05mm PE film으로 포장하여 각각 저장하였다. 수확 즉시 '신고' 배를 건조기에 48°C에서 3시간 동안 건열처리 후 과실의 온도가 상온과 비슷해질 때까지 풍온을 낮추어서 무포장한 것과 0.05mm PE film으로 포장하여 저장한 배를 열처리구로 하였다(Kang, 1996). 에탄올 처리는 수확 즉시 배를 4 l -Jar안에 과실무게 1kg당 순수 에탄올 0.5ppm 농도가 되도록 흡수시킨 직경 10cm의 Whatman, NO. 1 여과지와 함께 넣고 Jar를 5시간 동안 밀폐시켜 에탄올의 기화와 증발에 의한 처리효과를 보았다(Hong과 Lee, 1997).

나. 조사내용 및 방법

모든 분석 및 조사는 5반복을 원칙으로 하였다. 저장기간중 수확후 처리구 및 포장조건별로 과피흑변과와 부패과 발생정도를 조사하였다. 수확후 저장중 과피색의 변화는 색차계(Minolta Colorimeter, CR-300)를 이용하여 Hunter값인 L(밝기), a(녹색-적색), 그리고 b(파란색-노란색)로 표시하였다. 배 과실의 생체중 변화는 수확시 무게에서 처리 및 저장중 무게변화를 측정하여 백분율로, 건물함량은 과중 10g을 건조기에서 60°C로 7일간 건조 후 측정하여 생체에 대한 건물의 비로 각각 나타내었다. 과실의 경도는 시료의 적도 부분을 $\phi 2\text{mm}$ 의 probe를 장착한 물성분석기(EZ Test, Shimadzu)로 한 과실당 3회씩 측정하였다. 과육을 분쇄하여 얻은 과즙으로 가용성 고형물은 refractometer로 pH는 pH meter로 각각 측정하였다.

각각의 가용성당은 HPLC를 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 분석시료는 과육시료 5g을 double distilled deionized water 20ml에 넣고 균질화, Whatman No. 2 여과지로 여과, 그리고 0.45 μm syringe membrane filter로 여과·정제하여 준비하였다. 당 분석에 이용된 HPLC의 조건은 column은 Alltech 700CH carbohydrate column, column temperature는 75°C, mobile phase는 삼차 증류수, flow rate은 0.5ml/min, 그리고 detector는 RI detector를 각각 이용하였다(Hong 등, 1998).

III. 결과 및 고찰

1. 과피흑변 및 부패과 발생

모든 처리구에서 흑변과는 거의 없었으며(Table 1), 2000년도 2차 실험에서도 동일한 경향을 보였다. 처리구별로 수확후 무처리·무포장구에서 4개, 수확후 무처리·포장구에서 1개, 예건처리·포장구에서 1개, 그리고 에탄올처리·포장구에서 1개의 흑변과가 발생하였다. 무처리구에서 과피 흑변과의 발생이 적은 원인은 수확시 고온·건조한 바람으로 인하여 과피가 수확기에 이미 자연예건이 되어 과피흑변과 발생이 억제되어진 것으로 판단된다. 저장중 부패과의

발생은 각 처리구별로 3~8개가 발생하였으며, 큰 차이는 없으나 열처리구가 가장 적고 에탄올처리구가 가장 많으며 무포장구보다는 포장구에서 많이 발생하였다.

2. 생체중과 건물중 변화

배 신고 품종의 생체중은 무포장구에서 저장 5주에 약 3% 전후까지 감소하였다(Fig. 1). 관행예건처리구의 배가 생체중 감소가 가장 심하여 저장 후기에 4%까지 감소하였으며, 대조구와 다른 처리구는 생체중이 저장 5주 이후에 변화가 없었다. 포장한 배 과실은 저장 초기인 5주에 생체중의 약 1%까지 감소하였으나, 저장 후기에는 에탄올처리구를 제외한 수확후처리구에서 생체중 감소가 거의 억제되었다. 단, 에탄올처리구는 저장후기에 1.5%까지 생체중 감소가 진행되어 수확후처리로 적절치 못하였으며, 이는 처리농도 또는 처리시간에 문제가 있었던 것으로 판단된다. 배 과실의 건물량은 수확시 생체중의 약 11.3%이며 저장 5주에 약간 감소후 저장후기까지 일정하게 유지되어 10%전후로 나타났다. 포장과 무포장에 따른 저장중 배 과실의 건물량의 변화는 동일하였으며 처리간 유의차는 없었다(Fig. 2).

3. 경도 변화

수확시 신고 배의 경도는 12.5N 이며 처리구간 경도의 차이는 인정되지 않았고, 관행예건처리를 제외한 다른 처리구의 무포장 저장 5주까지는 경도 변화가 없었다. 신고 배의 경도는 저장 10주후에 1-2N이 감소한 후 저장 19주까지 일정하게 유지되었다. 포장 저장구의 배 과실의 경도도 무포장 저장구의 배와 동일한 경향의 경도 변화를 보였다(Fig. 3).

4. 과피 색도 조사

배 과피의 밝기를 알아보기 위해 수확후처리 직후 및 저장중 Hunter L값을 조사하였다(Fig. 4). 신고 배의 수확기에 Hunter L값은 60 정도이며 저장중 일정

한 비율로 감소하여 모든 처리구의 배에서 55이하로 낮아졌다. L값은 무포장 저장구에서는 대조구가 가장 낮았고, 포장 저장한 배는 처리구간 차이가 없었다. 수확후 처리는 L값을 감소시키며, 에탄올처리구의 배가 가장 심하였다.

과실의 착색과정중 붉은색을 나타내는 Hunter a 값은 신고 배 과실의 모든 처리구에서 3~6정도로 저장초기 열처리구를 제외하고는 저장중 별차이가 없었으나 에탄올처리시 포장구와 무포장구에서 저장 5주후에 배 과실은 다른 처리구보다 1~3정도 증가되었다(Fig. 5). 착색과정중 노란색을 나타내는 Hunter b 값을 조사하여 배 과피의 착색도를 조사하였다(Fig. 6). 수확시 배의 b값은 27.5 정도이며 저장중 대조구의 b값은 약간 증가하고, 관행예건과 열처리는 b값을 약간 감소시켰다. 무포장 저장한 배의 b값은 대조구의 배에서 가장 높은 값을, 열처리구에서 가장 낮은 값을 보였다. 저장 초기 예건과 열처리구의 배는 b값에 차이가 없이 24 전후로 낮아지며 저장후기까지 일정하게 유지되었다. 저장중 각 처리별 포장구의 Hunter b값은 무포장구의 b값과 동일한 변화 경향을 보였다.

5. 가용성고형물 함량 및 pH 변화

수확시 배 신고 품종의 가용성고형물 함량은 12.2로 무포장구에서 무처리 대조구와 에탄올처리구를 제외한 수확후 처리구에서 다소 증가하며, 저장 후기로 갈수록 감소하여 저장 19주에 모든 처리구에서 11.8 정도로 수확시보다 약간 감소하였다. 포장한 배의 가용성고형물 함량도 저장직후부터 점차 감소하나 처리구별 통계적 유의차는 없었다(Fig. 7). 신고 품종 배 과실의 수확시 pH는 약 4.9이며, 수확후처리 직후 약간 감소하는 경향을 보였으나, 저장중 포장구와 무포장구간의 차이가 없이 일정한 수준을 유지하였다(Fig. 8).

6. 가용성당 함량 변화

배 신고 품종의 수확시 sucrose 함량은 12mg/gFW

정도이며 관행예건은 10mg/gFW, 열처리는 11mg/gFW, 그리고 에탄올처리는 6mg/gFW로 감소하였다(Fig. 9). 무포장구 배의 sucrose 함량은 수확후처리 종류에 관계없이 2mg/gFW 이하로 감소하였으며, 저장 19주후에는 모든 실험처리구에서 1mg/gFW 이하로 감소하였다. 수확후처리후 포장한 배의 sucrose 함량변화도 무포장구의 배보다는 함량이 낮으나 무포장구의 변화 결과와 유사하게 감소하는 경향을 보였다. 수확 직후 신고 배의 단맛 감소는 sucrose 함량변화에 의한 것으로 판단되며, 수확후처리 종류와 포장의 유·무가 당의 감소를 효과적으로 지연시키지는 못하였다. 배의 glucose 함량은 Fig. 10에서와 같이 수확시 19mg/gFW이었으며 관행예건과 열처리시 각각 25mg/gFW와 27mg/gFW로 증가하였다. 무포장구의 배는 저장중 glucose 함량이 무처리구에서는 저장 10주에 증가후 감소하였다. 관행예건한 배의 glucose 함량은 처리직후부터 저장 19주까지 일정하게 유지되었으며, 열처리구는 저장 10주 이후에 22mg/gFW까지 점차 감소하였다. 에탄올처리구의 배는 저장 초기에는 glucose 함량의 변화가 없으며 저장 15주후에 다소 증가하였다. 포장처리구의 배 과실 glucose 함량은 각 처리구에서 저장 10주까지는 증가하며 그 이후 감소하는 경향을 보였으며 대조구가 가장 크게 감소하였다. 수확후처리와 저장시 포장 유·무는 fructose 함량에 영향을 주지 못하였으며 수확시 45mg/gFW의 함량을 저장기간 중 일정하게 유지하였다. 각처리별 포장구 비교에서 저장 19주에 열처리구의 fructose 함량이 유의차는 적으나 다른 처리구에 비해 많았다(Fig. 11).

신고 배의 sorbitol 함량은 Fig. 12와 같다. 무포장구에서는 열처리 직후 sorbitol의 함량은 수확시의 17mg/gFW에서 23mg/gFW으로 증가하나 저장 10주후에는 다른 처리구와 비슷한 함량으로 감소하였다. 저장 19주에 각 처리구 배의 sorbitol 함량은 11~13mg/gFW로 처리구별 차이가 인정되지 않았다. 대조구와 에탄올처리구는 저장 10주까지 변화가 없으며 그 이후에는 점차 함량이 감소하는 경향을 나타냈다. 각 처리후 PE film 포장저장한 배의 sorbitol 함량 변화는 무포장구의 결과와 동일하였다. 저장중 sorbitol 함량은

수확시에 비해 점차 감소하는 경향을 보였으나 처리구별 함량은 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

Sucrose, glucose, fructose, 그리고 sorbitol을 합한 가용성당 함량은 수확시 93mg/gFW이며 관행예건시 99mg/gFW, 열처리시 110mg/gFW, 그리고 에탄올처리시 90mg/gFW로 각각 변화하였다(Fig. 13). 저장중 가용성당 함량은 무포장구에서 저장 10주까지 대조구는 수확시의 수준을 유지하였으며, 모든 처리구에서 점차 감소하였으며, 특히 열처리한 배에서 감소가 심하였

다. 저장 19주까지 당 함량은 점차 감소하여 76~83 mg/gFW을 함유하였으며, 처리구별 당함량은 유의성 없이 열처리구의 배가 다소 적고 나머지는 비슷하였다. PE film 포장구도 무포장구와 동일한 함량변화를 보였으며, 무처리구의 당 함량이 저장 19주후에 급격히 감소한 것은 fructose 함량변화와 동일한 결과였다. 수확후처리에 따른 가용성당 함량의 변화는 무처리구와 차이가 없는 것으로 판단된다.

Table 1. Occurrence of skin blackening and decay on fruit 'Nittaka' pear cultivar after postharvest treatment and during storage.

	Treatments Packaging	Control(%)		Predryingz(%)		Heatingy(%)		Ethanolx(%)	
		without	with	without	with	without	with	without	with
Blackening		2.8	2.7	0	0.7	0	0	0	0.7
Decay		2.8	4.2	4.9	2.8	2.1	2.8	4.2	6.3

^z Conventional predrying for 10 days in shaded place.

^y 48°C for 3hrs.

^x applied at 0.5ppm for 5 hrs by vapor.

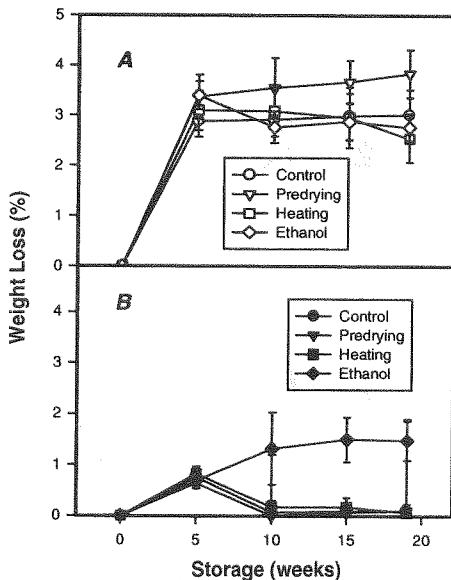


Fig. 1. Weight loss of 'Nittaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

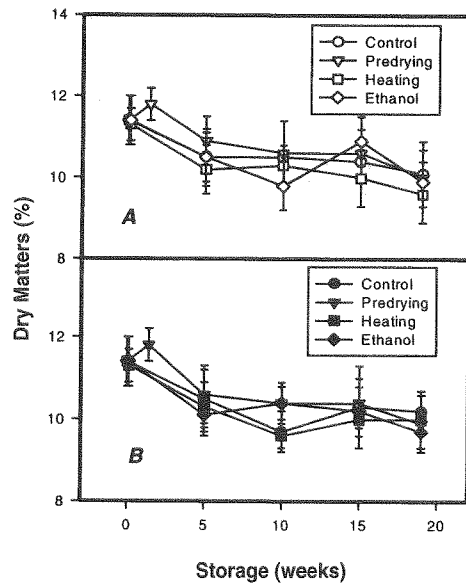


Fig. 2. Dry matter contents of 'Nittaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10Days, Heating at 4°C, or ethanol after harvest.

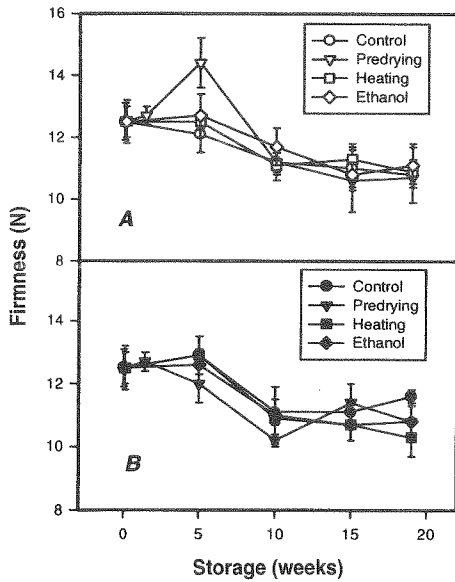


Fig. 3. Firmness of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

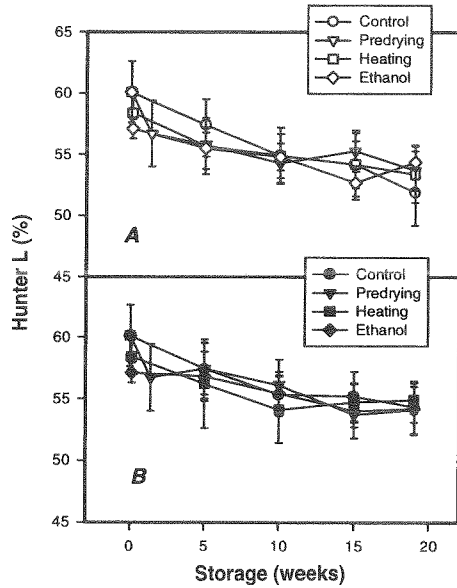


Fig. 4. Hunter L value of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

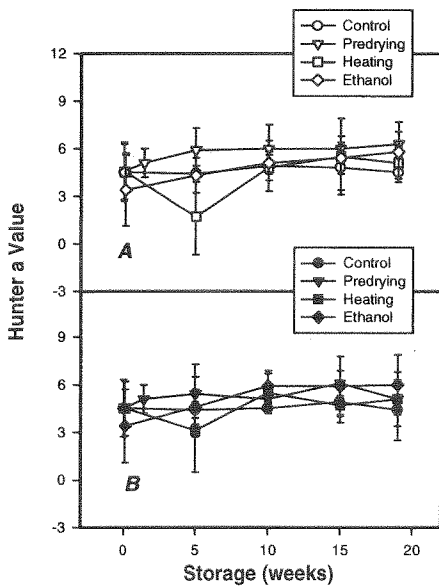


Fig. 5. Hunter a value of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

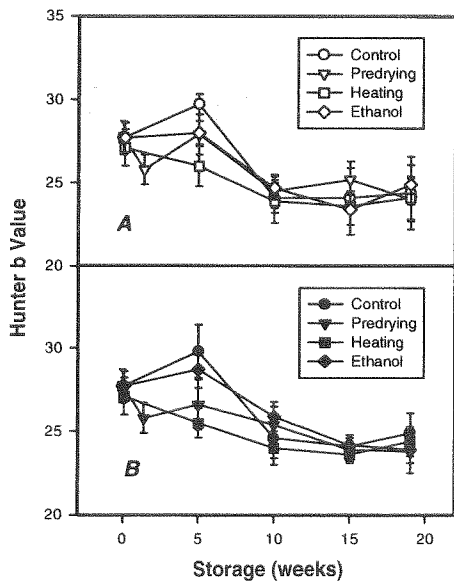


Fig. 6. Hunter b value of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

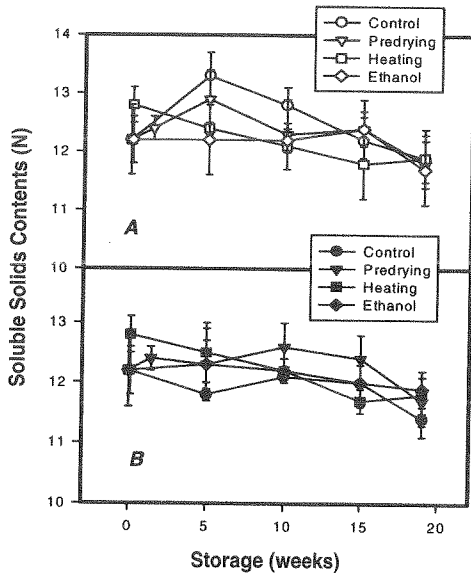


Fig. 7. Soluble solid contents of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

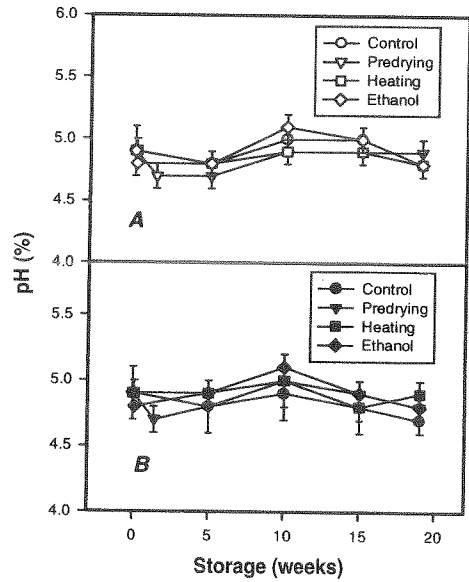


Fig. 8. pH of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

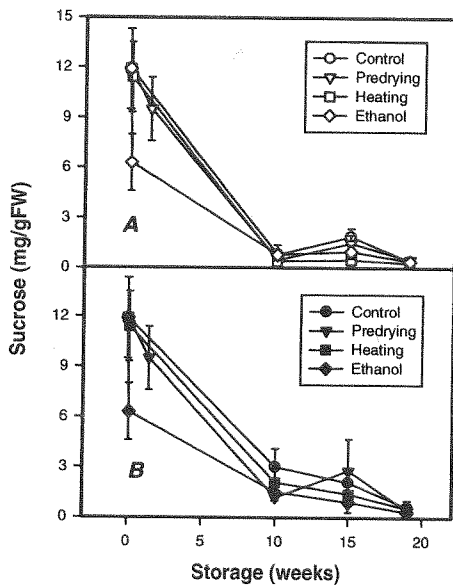


Fig. 9. Sucrose contents of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

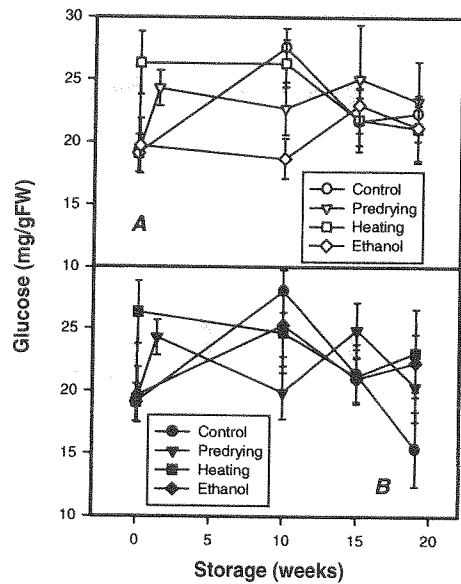


Fig. 10. Glucose contents of 'Niitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

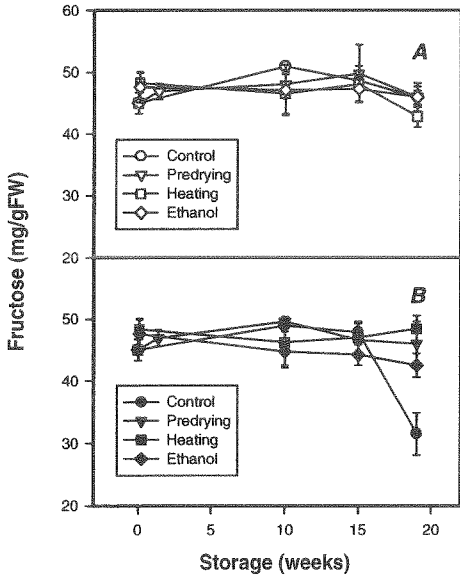


Fig. 11. Fructose contents of 'Niiitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

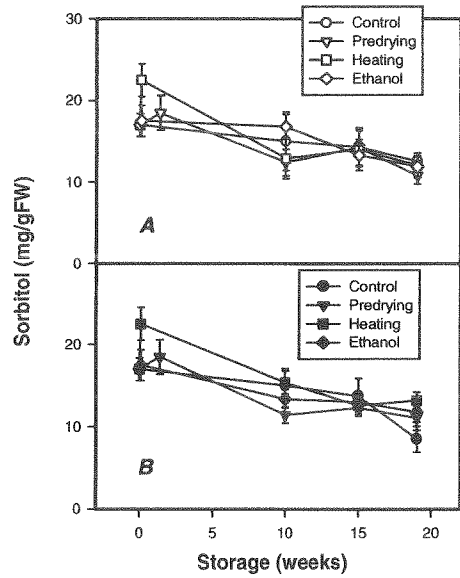


Fig. 12. Sorbitol contents of 'Niiitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

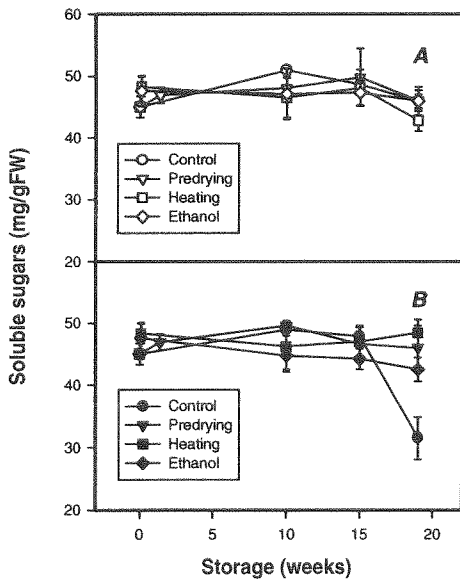


Fig. 13. Soluble sugar contents of 'Niiitaka' pear fruits without(A) or with(B) package during storage at 1~3°C. The fruits were treated with predrying for 10days, Heating at 48°C, or ethanol after harvest.

IV. 결론

배의 과피흑변과는 모든 수확후 처리구에서 거의 발생하지 않았으며, 수확후 즉시 무처리·무포장구에서 4개가 나타났다. 과피흑변이 발생되지 않은 원인은 수확시 고온·건조한 복서풍과 해풍의 영향으로 봉지내 통풍이 잘되어 과피가 생육중 자연건조됨에 따라 과피흑변과가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 과피색도는 Hunter L값은 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 과실의 밝기가 점차 감소하였고, Hunter a값은 모든 처리구에서 3~6정도로 차가 없었으나 에탄올 처리후 5주 저장한 배에서 다른 처리구보다 1~3정도 증가되었다. Hunter b값은 저장기간이 길어질수록 모든 처리구에서 감소하였다. 생체중 변화는 모든 처리구에서 저장 5주까지 일정하였으며 이후부터는 점차 감소하였다. 건물중은 저장기간이 길어질수록 모든 처리구에서 감소하였다. 경도는 모든 처리구에서 저장 5주까지는 다소 높게 유지되었

으나 저장 5주 이후부터는 경도가 낮아졌다. 가용성 고형물함량과 pH는 모든 처리구에서 변화가 적었다. Sorbitol, fructose, glucose, 그리고 sucrose 함량 변화에서 sorbitol은 모든 처리구에서 변화폭이 크지는 않았으나 저장기간이 길수록 감소하였다. Fructose는 모든 처리구에서 변화가 없었으며, glucose는 저장초기에 에탄올처리구를 제외한 모든 처리구에서 증가하며 저장후기에 다소 감소하였다. Sucrose는 저장초기에 급격히 감소하며, 에탄올 처리구는 처리 직후에 함량 감소가 심하였다.

과피혹변 방지를 위한 관행예건, 열처리, 그리고 에탄올처리 등의 수확후처리는 무처리구와 비교한 배 신고 품종의 과실 품질에 큰 차이를 보여주지 못하였다. 무포장한 저장구의 배는 관행예건처리구에서 포장한 저장구의 배는 에탄올 처리구에서 생체중 감소가 심하였다. 배 저장은 PE film 저장이 유용하였으나 에탄올 처리구는 실용적인 처리 방법을 찾기 위해서는 처리농도와 처리시간 구명에 대한 보다 자세한 연구가 필요하다.

인용 문헌

1. Choi JH, Hong KH, Kim JK, Han JH. (1993), Study on inhibition of pear skin blackening, The Fruit Tree Research Institute, Experiment and Research Report, p. 713~718.
2. Choi SJ, Lee JS. (1992), Study on inhibition of pear skin blackening, The Fruit Tree Research Institute, Experiment and Research Report, p. 371~373.
3. Choi SJ, Hong YP, Lee JS. (1993), Research for physiological mechanism of skin blackening and inhibition the occurrence of blackening, The Fruit Tree Research Institute, Experiment and Research Report, p. 363~365.
4. Choi SJ, Hong YP, Kim YB. (1995), Prestorage treatments to prevent fruit skin blackening during cold storage of Japanese pear 'Shingo' ('Niiitaka'), J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:218~223.
5. Hong JH, Lee SK. (1996), Effect of ethanol treatment on the ripening of tomato fruit, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:193~196.
6. Hong JH, Lee SK. (1997), Effect of ethanol and carbon dioxide treatment on storage quality of 'Niiitaka' pear fruit, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 246~249.
7. Hong JH, Lee SK. (1997), Effect of postharvest heat on fruit quality and the incidence of skin blackening during cold storage of 'Niiitaka' pear, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:506~509.
8. Hong SJ, Kim MS, Park SW, Shin IS. (1998), Changes in contents of soluble sugars, organic acid, and the fruit taste of early season pear cultivars during maturation, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:408~411.
9. Kang HK. (1996), Inhibition of skin blackening in 'Niiitaka' pear, Thesis for Degree of Master, Seoul National University.
10. Kim JH. (1974), Studies on the Causal Factors of Skin Browning During Storage and its Control Method in Imamura-Aki Pear(*Pyrus Serotina* Rehder), J. Kor. Soc. Hort. Sci. 16:1~25.
11. Kim JH, Kim MS, Lee HC, Shin GC. (1992), Study on inhibition of physiological disorder in fruit for export, National Horticultural Research Institute, Experiment and Research Report, Fruit Tree, p. 366~370.
12. Kim WS, Lee HC, Kim SB, Kim JH, Kim MS, Shin GC, Yim YJ. (1993), Study on inhibition of physiological disorder in pear for export, The Fruit Tree Research Institute, Experiment and Research Report, p. 159~165.
13. Kim YM, Han DS, Oh TK, Park GH, Shin HJ. (1986), 폴리에틸렌 필름을 사용한 '신고' 배의 Modified atmosphere 저장, Korean J. Food Sci. Technol. 18:130-136.
14. Lattanzio V, Cardinali A, Venere DD, Linsalata V, Palmieri S. (1994), Browning phenomena in

- stored artichoke heads: enzymic of chemical reactions, Food Chemistry 50:1~7.
15. Lee HC, Choi IM, Moon JS, Yoon CJ, Kim SB. (1996), Study on occurrence mechanism of skin blackening on pear fruit, National Horticultural Research Institute, Experiment and Research Report. Fruit Tree, p. 311~317.
 16. Lee JC, Hwang YS. (1992), 배 수출모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구. 제5장 흑변발생에 따른 조직의 생화학적 변화와 그 발생 요인, 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구, 과기처 특정 연구 개발 사업 보고서, p. 88~99.
 17. Lee JC, Hwang YS, Kim KY, Chun JP, Seo JH, Shim KH. (1992), 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구, 과기처 특정연구개발사업 보고서.
 18. Lee SP, Chen PM, Chen THH, Varga DM, Mielke EA. (1990), Differences of biochemical components between the skin tissues of normal and black-specked 'd' Anjou' pears after prolonged low oxygen storage, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:784~788.
 19. Lurie S, Klein JD. (1990), Heat treatment of ripening apples: Differential effects on physiology and biochemistry, Physiol. Plant 78:181~186.
 20. Lurie S, Klein JD, Arie RB. (1990), Postharvest heat treatment as a possible means of reducing superficial scald of apple, J. Hort. Sci. 65:503-509.
 21. Lurie S, Othman S, Borochoy A. (1990), Effects of heat treatment on plasma membrane of apple fruit, Postharvest Biol. and Technol, 5:29~38
 22. Mathooko FM, Kubo Y, Inaba A, Nakamura R. (1993), Regulation by carbon dioxide of wound induced ethylene biosynthesis in tomato pericarp and winter squash mesocarp tissues, Postharvest Biol. and Technol, 3:27~38.
 23. Paz O, Janes HW, Prevost BA, Frenkel C. (1981), Enhancement of fruit sensory quality by postharvest applications of acetaldehyde and ethanol, J. Food Sci. 47:44~49.
 24. Shin IS. (1993), Improvement of storability of 'Fuyu' persimmon fruit. Thesis for Degree of Master, Seoul National University.
 25. Siddiq M, Cash JN, Sinha NK, Akhter P. (1994), Characterization and inhibition of polyphenol oxidase from pear (*Pyrus communis* L. cv. Bosc and Red), J. Food Biochem. 17:327~337.
 26. Zhou HW, Feng X. (1991), Polyphenol oxidase from Yali pear (*Pyrus bretshneideri*), J. Sci. Food Agric. 57:307-313.