

‘신고’ 배의 과피흑변 방지를 위한 점진적 저온처리방식 개발

박윤문* · 권기용**

(*안동대학교 생명자원과학부 교수 · **안동대학교 생명자원과학부 대학원생)

Step-Wise Cooling down to Reduce the Incidence of Surface Blackening in ‘Shingo’ Pears

Youn-Moon Park* · Ki-Yong Kwon**

School of Bioresource Sciences, Andong National Univ. Andong 760-749, Korea

적 요

과수원 포장에서의 예조기간, 저온 저장고 입고후 온도저하 처리방식 및 예조기간중 온도와 습도에 따른 ‘신고’ 배의 저장중 과피흑변 발생률 및 품질 변화를 조사하여 흑변 방지를 위한 효과적인 예조처리방법을 검토하였다. 한편 예조기간 및 과피흑변 발생시 조직의 변화를 관찰함으로써 흑변 발생기작을 밝히고자 하였다. 과피흑변은 수확직후 저온 저장시에만 26.4% 발생하였고 5일 이상 예조처리+점진적 온도저하시에는 흑변발생이 나타나지 않았다. 예조처리 기간별 중량 감소율은 저장 90일까지는 수확직후 0°C 저장시 낮게 유지되었으나 이후 급격한 증가를 보여 저장 150일에는 가장 높은 감소율을 보였다. 10일의 예조기간중 온,습도가 중량감소에 미치는 영향을 보면 30°C+95%와 10°C+95% 처리에서 높게, 20°C+95% 혹은 20°C+85% 처리구에서는 낮은 경향이었고 예조후 나타난 감소율의 차이는 저장후기까지 지속되었다. 당함량은 모든 처리에서 예조기간중에는 큰 변화를 보이지 않다가 저장중 증가하는 경향을 보였는데 이는 수분손실 및 저온에서의 당화 현상에 의한 것으로 추정되었다. 과실의 경도는 예조처리가 끝나는 시기까지 증가한 후 저장기간에 따라 감소하였다. 예조기간중 과피조직은 비후화하는 경향을 보였고 저장중 흑변발생 부위의 아표피조직 아래 과육세포의 붕괴, 세포벽의 비대화 및 변색과정을 거치는 것으로 관찰되었다. 예조기간과 흑변발생시 이러한 조직의 변화에 의하면 예조에 의한 표피 비후화가 저온저장중 과육세포의 붕괴와 보호층 형성에 영향을 주는 것으로 추정되었다.

1. 서론

‘신고’ 배는 저장성이 약하여 수확한 이듬해에 출하하는 배는 대부분 저온저장을 하여 품질을 유지한다. 그러나 ‘신고’ 배는 수확후 바로 저온저장을 하거나 과습한 상태로 저장할 경우 과실의 표피조직이 까맣게 변하는 ‘흑변현상’을 일으킨다²⁾. 저장중 일어

나는 이러한 과피변색 현상은 동양배 뿐만 아니라 서양배에서도 나타나며 동양배에서는 ‘신고’, ‘추황’ 등 금춘추 계통에서 육성한 품종에서 심하게 발생한다^{1,2,6)}.

생리적 장애현상으로 분류되는 ‘신고’ 배의 과피흑변 현상은 지역간, 과수원간, 연간 변이가 심하고⁵⁾, 수확전후의 습도조건, 저장고내 가스농도 등에 따라 발생이 다르게 나타난다⁴⁾. 또한 생화학적으로는 과실내

페놀산화효소인 polyphenol oxidase(PPO)의 활성증가에 따른 phenol 물질의 산화와 관련이 있는 것으로 추정되고 있으나⁶⁾, 직접적인 장해발생 요인에 대해서는 연구자에 따라 각기 다른 견해를 보이고 있다.

과피흑변은 수확직후 저온 저장고에 입고할 경우 극심하게 나타나며 수확한 과실을 과수원 포장에 적재하여 예조(또는 야적)기간을 두거나 열처리에 의해 방지가 가능한 것으로 보고되고 있다²⁾. 그러나 수확후 포장에서 10~15일 방치하는 예조처리는 상품성의 저하는 물론 관리 소홀로 인한 손실의 우려가 크고 동물의 피해가 발생한다. 인위적인 열 처리는 부가적인 처리시설과 공간의 확보가 필요한데다 실질적으로 품질의 저하없이 대량의 과일을 적재한 후 일정한 고온을 처리하는 것은 위험 부담이 크다.

따라서 기존의 저온 저장시설을 이용하여 품질의 저하를 방지하면서 안전한 예조처리가 이루어질 수

있는 저장고내 환경설정 program이 필요하다. 본 연구는 '신고' 배의 수확후 포장내 예조처리를 대체할 수 있는 저장고내 점진적 온도 저하방식을 개발하고, 대체기술 적용시 흑변발생을 및 과실의 품질을 비교하였다. 또한 온도저하 예조처리와 온도 및 습도 예조처리 기간 중에 과실 표피조직에 보호층이 형성되어 흑변발생을 경감시킬 것이라는 가정하에 조직학적 조사를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시과일

경기도 안성지역에서 재배한 '신고' 배를 장기간 저장용 과일의 수확시기로 추정되는 10월 4일 (1977년)에 수확하여 실험에 사용하였다.

가. 예조기간 및 점진적 온도저하 처리

처 리	처 리 내 용
T1	- 15일 상온예조 후 10°C Chamber에 입고, 1일 2°C씩 온도저하, 수확 20일후 설정온도(0°C) 도달
T2	- 10일 상온예조 후 10°C Chamber에 입고, 1일 2°C씩 온도저하, 수확 15일후 설정온도(0°C) 도달
T3	- 5일 상온예조 후 10°C Chamber에 입고, 5일간 10°C Chamber에 처리 이후 1일 2°C씩 온도저하, 수확 15일후 설정온도(0°C) 도달
T4	- 수확 당일 바로 저온저장(0°C)

나. 온도 및 습도별 예조처리

처 리	처 리 내 용
T5	- 수확당일 30°C Chamber에 입고, 95% 상대습도 유지 10일간 처리후 저온 저장(0°C)
T6	- 수확당일 20°C Chamber에 입고, 95% 상대습도 유지 10일간 처리후 저온 저장(0°C)
T7	- 수확당일 20°C Chamber에 입고, 80-85% 상대습도 유지 10일간 처리후 저온 저장(0°C)
T8	- 수확당일 10°C Chamber에 입고, 95% 상대습도 유지 10일간 처리후 저온 저장(0°C)

2. 실험처리

수확한 과일을 실험실로 옮겨와 상온에서 일반적인 예조 및 일정한 온, 습도하에서 예조처리를 실시하였다. 과수원 포장에서의 자연적인 예조처리효과는 수확한 과일을 바람이 잘 통하는 그늘진 실내에 적재해 둠으로써 대체하였고 온, 습도별 예조처리는 항온 항습기를 이용하였다.

다. 습도 조절

예조기간중 습도조절은 처리 과실을 비닐이나 종이로 밀봉하고 매일 습도를 측정하여 보정하였다.

3. 저장환경 설정

예조기간 및 점진적 온도저하 처리 과일은 자체 제작한 소형 저온 저장용 Chamber (80×60×80cm)에 저장하였고 온습도별 예조처리 과일은 4단 대형 냉장고에 저장하였다. 소형 저장 chamber내에는 fan을 부착한 cooling unit를 장착하고 하루에 1~2회 제상을 실시하여 상용 저장고의 환경을 최대한 반영하였다. 반면 4단 대형 냉장고는 완전 밀폐형 냉장시스템으로 습도가 소형 저장 chamber에 비해서는 상대습도가 높게 유지되었다.

4. 품질조사

가. 감모율

감모율 조사는 저장전 중량을 기준으로 저장시기별로 측정된 중량감소분을 백분율로 환산하여 나타내었다.

나. 당도

과육을 분쇄하여 얻은 과즙으로 당도는 refractometer로 측정하였다.

다. 경도

과실의 경도는 시료의 적도 부분의 과피를 제거한 후 직경 7mm의 Probe를 사용하여 texture analyzer로

한 과실당 2회씩 측정하였다.

라. 흑변발생율

'신고' 배 과피의 흑변발생 유무를 조사하여 각 처리별로 흑변된 과실수를 조사된 전체 과실수에 대한 백분율로 흑변발생율을 나타내었다.

5. 조직 관찰

저장기간에 따른 과피조직의 차이를 관찰하기 위하여 5×5mm 크기로 채취한 Sample을 CRAF fixtative(Navashin's solution)에 고정하였다. 그후 흐르는 물에 16시간동안 수세하여 TBA series로 탈수하고, paraffin으로 매장하여 15 μ m 두께로 절단하였으며, 표피조직을 관찰하기 위해 70% Sudan III로 염색하여 400 배에서 광학현미경으로 관찰하였다.

6. 실험결과 분석

완전임의배치법 3반복으로 측정된 data를 SAS를 이용하여 Duncan의 다중비교법 (5% 유의 수준)으로 처리평균간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 예조방식에 따른 저장중 흑변발생율

과피흑변 현상은 수확후 바로 0°C에 저온저장한 처리에서만 발생하였고 5일, 10일, 15일 상온 예조후 점진적인 온도저하 방식이나 10일간 온, 습도를 달리하여 예조처리후 저온저장한 처리에서는 흑변현상이 관찰되지 않았다(표 1). 과피흑변은 저장 1개월후 13.3%, 저장 60일후 4.8%, 저장 90일후 8.3%가 발생하여 저장 3개월까지 총 26.4%의 과일이 흑변현상을 보였고 이후에는 발생되지 않았다. 시기별 발생양상을 보면 저장 1개월에 전체 흑변발생의 50% 이상이 발생하여 '신고' 배의 흑변현상의 발현시기는 대부분이 저장 초기에 발생했다는 연구결과⁶⁾와 일치하였다.

'신고' 배는 10~15일간 포장에 야적한 후 저온저

Table 1. Effects of postharvest curing on the % occurrence of skin blackening in 'Shingo' pears during storage at 0°C.

Treatment	Days after Harvest			Total
	30	60	90 ^z	
T1, T2, T3		Not occurred		
T4	13.3	4.8	8.3	26.4
T5~T8		Not occurred		

$$z\% \text{ occurrence} = \frac{\text{No. of skin blackening fruits}}{\text{No. of investigated fruits}} \times 100$$

T1 : 15 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.

T2 : 10 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.

T3 : 5 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.

T4 : Refrigerated storage at 0°C immediately after harvest without curing.

T5 : 10 day curing treatment at 30°C under 95%RH.

T6 : 10 day curing treatment at 20°C under 95%RH.

T7 : 10 day curing treatment at 20°C under 80~85%RH.

T8 : 10 day curing treatment at 10°C under 95%RH.

장함으로써 과피흑변 발생을 10%로 감소시킬 수 있으며 수확 직후 저온 저장구는 약 60%, 5일간 과수원 포장 예조한 과일은 40%의 흑변발생율을 보였다(보고²⁾와는 다소 상이하게 본 실험에서는 수확 직후 바로 저온저장한 과일을 제외한 5, 10, 15일 예조 및 이후의 점진적 온도저하 처리구에서 흑변이 발생하지 않았다. 본 연구에서 관찰된 이러한 흑변 발생 방지효과는 5일 이상의 예조 및 이후의 점진적 온도저하가 흑변 발생 방지에 효과적임을 시사하고 있으나 수확시기나 연도에 따라 흑변발생율이 다르므로 완전한 흑변 현상의 방지를 위한 예조프로그램의 설정을 위해서는 반복적인 실험이 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

한편 온도 및 습도별 예조처리시 모든 처리에서 흑변증상이 나타나지 않아 처리간 효과는 검증되지 않았는데 이러한 결과는 실험이 수행된 1997년 과일의 경우 수확 후 10일간의 예조 처리 자체로써 흑변 현상의 완전 방지효과에 기인한 것으로 풀이된다.

2. 예조처리별 저장기간중 중량감소율

상온예조 및 점진적 온도저하 처리구에서 저장기간에 따른 중량감소율의 변화는 저장 90일까지는 수확 직후 바로 저온저장한 과일에서 가장 낮게 나타났으나 그 이후 급격히 증가하였다(그림 1A). 15일, 10일, 5일간 예조 처리후 점진적인 온도 저하를 통해 저온저장한 과일(T1, T2, T3)은 저장 초기에는 수확 직후 저온저장한 과일에 비해 다소 높은 중량감소율을 보였으나 저장중 급격한 증가는 없어 저장 90일 이후에는 오히려 수확 직후 저온저장 과일보다 낮은 중량감소율을 보였다. 저온저장 기간이 경과하면서 나타나는 처리간 중량 감소율의 차이는 예조에 의한 표피조직의 변화, 특히 표피층의 비후화에 의한 수분 손실 억제효과에서 기인하는 것으로 풀이되었다.

온도 및 습도별 예조처리 과일의 경우, 20°C+95%RH와 20°C+80~85%RH에서 10일간 예조처리한 과일에 비해 예조 후와 저장중 지속적으로 낮은 중량감소율을 보였다(그림 1B). 30°C+95%RH 예조처리

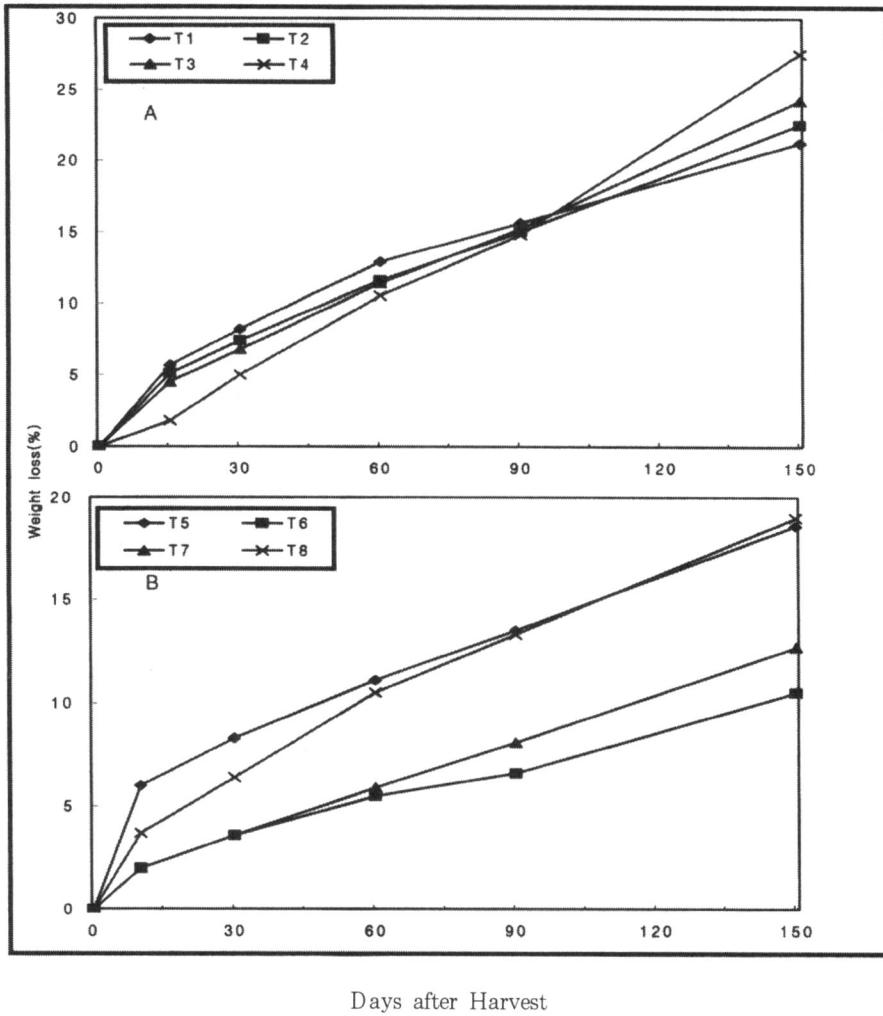


Fig. 1. Changes in weight loss during curing and storage at 0°C as influenced by postharvest curing treatments.

- T1 : 15 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down,
- T2 : 10 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down,
- T3 : 5 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down,
- T4 : Refrigerated storage at 0°C immediately after harvest without curing,
- T5 : 10 day curing treatment at 30°C under 95%RH,
- T6 : 10 day curing treatment at 20°C under 95%RH,
- T7 : 10 day curing treatment at 20°C under 80~85%RH,
- T8 : 10 day curing treatment at 10°C under 95%RH,

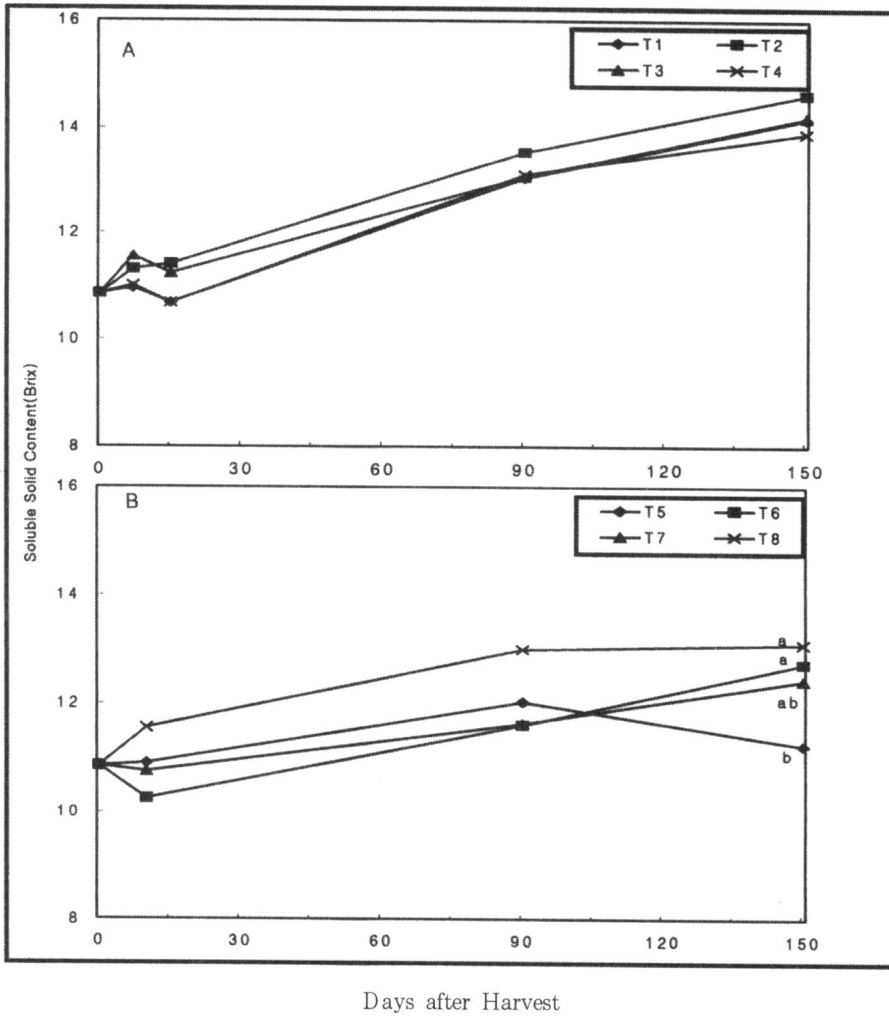


Fig. 2. Changes in soluble solid contents during curing and storage at 0°C as influenced by postharvest curing treatments.

- T1 : 15 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T2 : 10 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T3 : 5 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T4 : Refrigerated storage at 0°C immediately after harvest without curing.
- T5 : 10 day curing treatment at 30°C under 95%RH.
- T6 : 10 day curing treatment at 20°C under 95%RH.
- T7 : 10 day curing treatment at 20°C under 80~85%RH.
- T8 : 10 day curing treatment at 10°C under 95%RH.

*Letters on the picture indicate statistical significance on the same dates by Duncan's multiple range test at 5% level.

는 상대적으로 높은 온도로 인해 동일한 상대습도 혹은 낮은 상대습도에서 20°C에서 예조한 과일에 비해 많은 수분손실이 일어난 것으로 추정되었다. 반면 10°C 예조처리 과일에서 나타난 높은 중량감소율은 항온기내 냉장기기의 작동으로 인한 수분탈취가 그 원인인 것으로 보인다. 저장 150일후 과실 외관은 온도 및 습도 예조처리구의 과실이 온도저하 예조처리구에 비해 좋았으며 (실험결과 제시 생략), 온도저하 예조처리구에서는 약간의 위조현상을 나타내었다.

본 실험에서 조사된 10%~25%에 이르는 중량감소율은 0°C에서 210일 저장후에 2.3%의 감모율이 발생했다는 보고와¹²⁾ 0°C, 50%RH 에서 60일 저장한 '신고' 배에서도 3.1% 정도의 감모율밖에 보이지 않았다는¹³⁾ 기존의 보고에 비해 상당히 높게 나타나고 있다. 또한 PE film을 이용한 MA저장시 무포장구에서는 저장 5개월에 4.1%의 중량감소로 위조현상을 나타내었고, PE film 포장구의 배 과일은 1%의 중량감소가 나타나 좋은 품질을 유지하였다⁸⁾는 보고와도 일치하지 않는다. T1~T4 처리 과일은 cooling unit가 장착된, 상업적 저장고 유형의 저온 chamber에 저장한 과일으로써 완전 밀폐형 대형 냉장고에 저장한 과일 (T5~T8)에 비해 높은 중량 감소를 보인 점을 고려할 때 본 실험에서 조사된 높은 중량감소율은 자체 제작한 저장 chamber의 환경요인에 많은 영향을 받았던 것으로 사료된다. 일반 상업적 저온저장고에 저장한 과일이 특별한 가습장치와⁹⁾ 포장처리가 없는 한 매달 1~2%의 중량감소를 보이는 사실은 본 실험에서 나타난 중량감소가 저장 chamber의 기능에서 비롯된 것임을 시사하고 있다.

3. 과일품질 변화

가. 당도변화

상온 예조기간 및 점진적 온도 저하기간중 당도는 5일, 10일 예조처리 과일에서는 다소 증가한 반면 15일 예조 및 수확 직후 저온저장 과일에서는 다소 감소하였고 이후 저온저장중에는 모든 처리 과일에서 뚜렷한 증가 경향을 보였다. 저장기간중 예조처리간 당도는 10일 상온예조 처리한 과일에서 높았고 수확

후 바로 저온저장한 과일에서 낮게 나타났으나 유의성은 없는 것으로 조사되었다(그림 2A). 온,습도별 10일간 예조처리한 과일의 당도는 10°C+95%RH 처리 과일에서 예조후와 저장기간을 통해 높게 유지되는 경향을 보였고 기타 처리 과일은 예조중 다소 감소하였다가 30°C+95%RH 처리 과일을 제외하고는 상온 예조과일과 마찬가지로 저장기간중 꾸준히 증가하는 경향을 보였다(그림 2B). 저장 기간중 과일 당도의 증가는 수분 손실에 의한 과실의 건조 효과나⁹⁾ 저온에서의 당화현상(low temperature sweetening)에 의한 것으로 추정되었다. 온, 습도별 예조기간중 10°C+95% 예조처리 과일에서만 당도의 증가가 나타난 것은 배에 있어서도 저온 당화현상이 일어나고 있음을 시사한다고 할 수 있다.

나. 경도 변화

상온 예조기간 및 점진적 온도 처리 과일은 예조 초기 혹은 예조기간 중 대체로 경도가 증가하였고 저장기간에는 감소하는 경향을 보였다(그림 3A). 그러나 10일, 15일 상온예조처리한 과일에서는 저장 90일 이후 다시 증가하여 5일 예조한 과일이나 수확 직후 저장한 과일에 비해 높은 경도를 보였다. 온,습도별 예조처리구에서는 10°C+95%RH 예조처리 과일을 제외하고는 예조가 끝나는 10일까지 급격한 경도의 증가를 보였으며 저장중에는 감소하는 경향을 나타내었다(그림 3B). 10°C+95%RH 예조처리 과일의 경우 예조기간과 저장기간중 변화가 없어서 저장후 150일에는 오히려 다른 처리 과일보다 높은 경도를 보였다. 일반적으로 배 과일의 저장시 가습 처리가 무처리구에 비해 경도유지에 효과적인 것으로 알려져 있으나⁹⁾, 본 실험의 예조기간중 관찰된 과일 경도의 증가는 일시적인 수분 손실에 따라 외층 과육조직이 질겨지는 toughening 현상으로 풀이되며 배에서 관찰되는 수확시와 저장후 경도의 미미한 차이는 이러한 현상의 연장선에서 해석이 가능할 것으로 풀이된다.

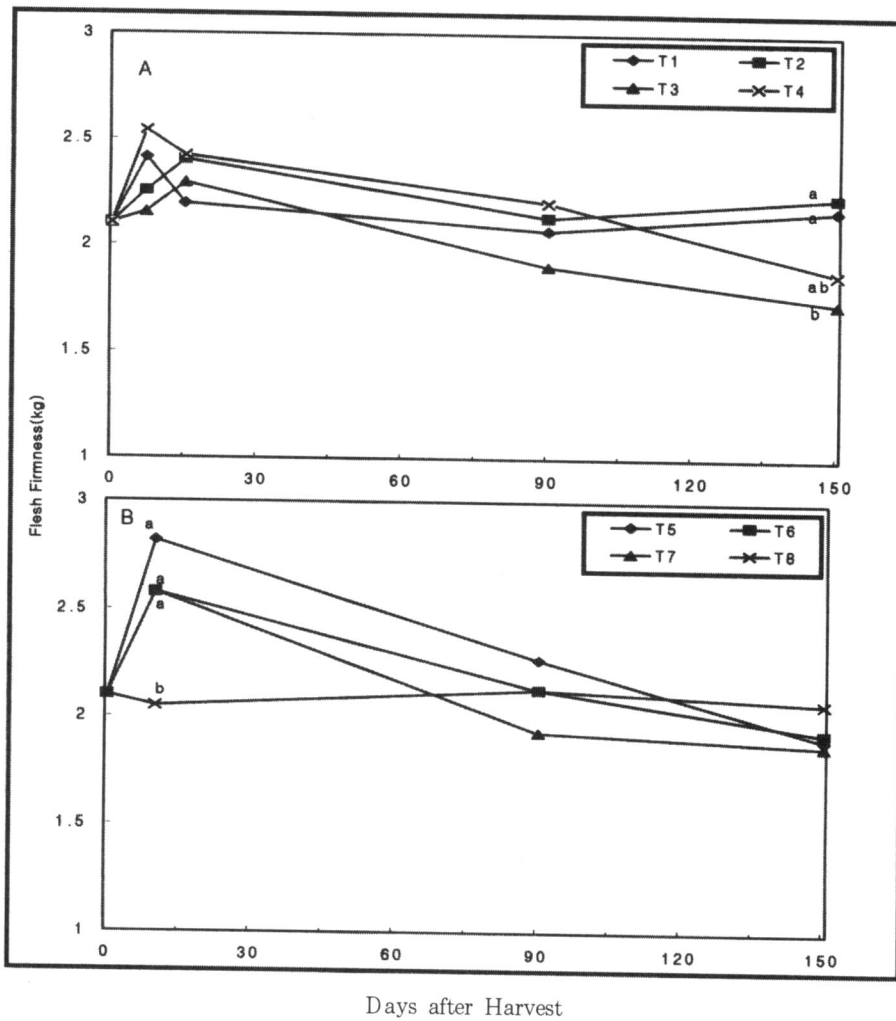


Fig. 3. Changes in flesh firmness during curing and storage at 0°C as influenced by postharvest curing treatments.

- T1 : 15 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T2 : 10 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T3 : 5 day curing treatment at ambient temperature + step-wise cooling down.
- T4 : Refrigerated storage at 0°C immediately after harvest without curing.
- T5 : 10 day curing treatment at 30°C under 95%RH.
- T6 : 10 day curing treatment at 20°C under 95%RH.
- T7 : 10 day curing treatment at 20°C under 80~85%RH.
- T8 : 10 day curing treatment at 10°C under 95%RH.

*Letters on the picture indicate statistical significance on the same dates by Duncan's multiple range test at 5% level.

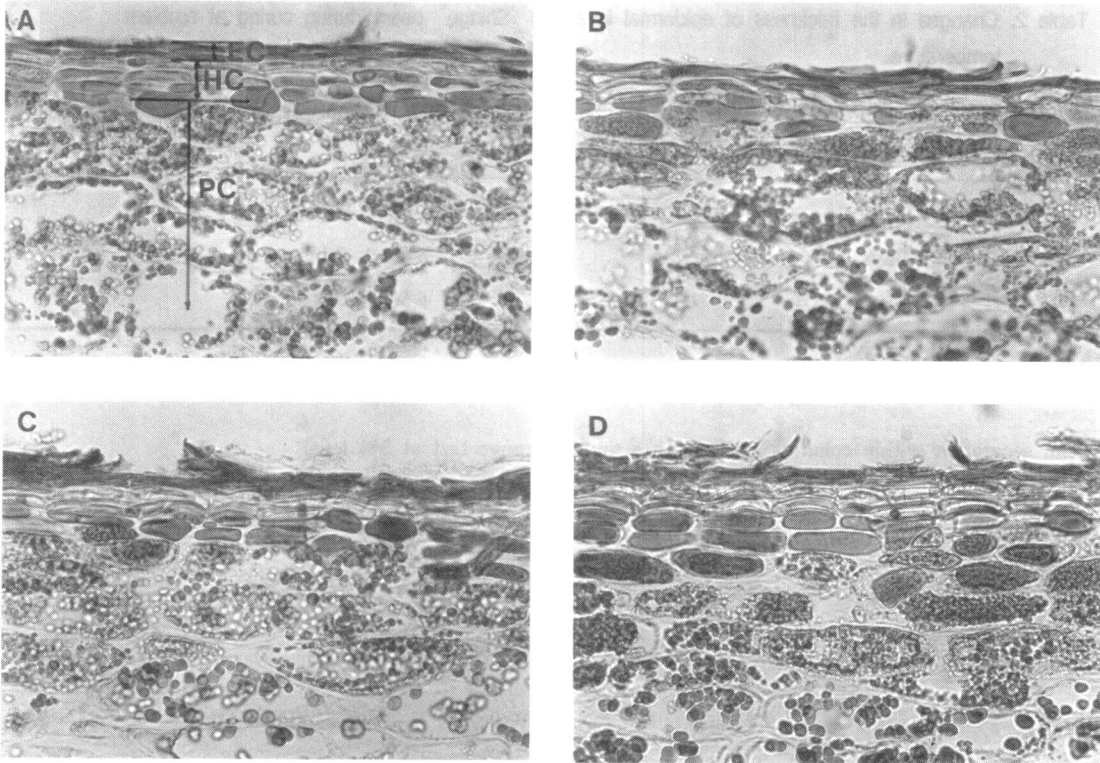


Fig. 4. Anatomical changes of fruit tissues (400X) of 'Shingo' pears during curing periods and storage at 0°C.

A: At harvest

B: After 7 day curing

C: After 15 day curing

D: After 15 day curing followed by 15 day storage.

*Abbreviations on the picture, EC, HC, and PC indicate epidermal cells, hypodermal layer cells, and parenchyma cells in the flesh, respectively.

4. 과피조직의 해부학적 변화

가. 예조과정 중 과피조직의 해부학적 변화

배 과일의 조직은 표피층(epidermis), 아표피층(hypodermis)과 과육세포(parenchyma cells)층으로 확연히 구분되었다(그림 4). 예조과정 및 초기 저장중 아표피층 세포의 목질화가 진행되면서 표피층이 두터워지는 비후화가 진행되는 현상이 관찰되었다(그림 4, 표 2).

나. 흑변발생 조직의 해부학적 변화

정상과의 조직은 표피층 3-4열의 세포들이 고르게 분포하며 표피층(epidermis)과 아표피층(hypodermis) 사이 간극이 적고 아표피층 세포가 치밀하게 분포하는 양상을 보였다. 하부표피층 조직은 과육조직(parenchyma tissue)이 밀착되어 있으며 과육세포는 일정한 형태를 유지하였다(그림 5A). 이에 비해 흑변과의 과피조직은 아표피층의 세포 간극이 크고 표피층 세포군들은 부정형의 불규칙한 분포를 나타내고 있다(그림 5B-D).

Table 2. Changes in the thickness of epidermal layers in 'Shingo' pears during curing at ambient temperature.

Time of observation (days after harvest)	Thickness of epidermal layers ^z (mm)
0 (at harvest)	4.80 ± 0.27a ^y
7 Days	5.80 ± 0.45b
15 Days	6.50 ± 0.50c

^zPictures were taken at 400x and the thickness was measured after printing on 8,8x12,6cm developing papers.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

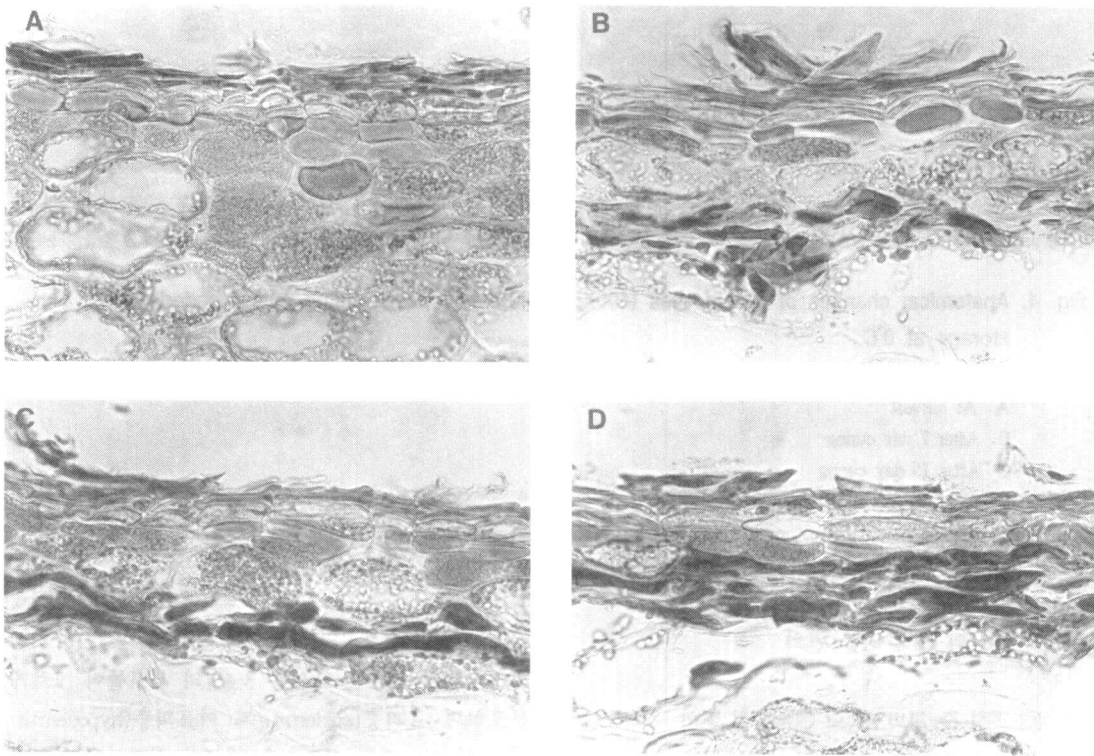


Fig. 5. Typical anatomy of healthy and blackening fruit tissues (400X) of 'Shingo' pears after 60 day storage at 0°C.

A: healthy tissue

B: tissue at the early stage of blackening development

C and D: tissues at the developing stage and after the development of skin blackening

흑변현상의 초기단계 과일의 조직을 보면(그림 5B) 아표피층 바로 아래 과육세포는 정상적인 형태를 유지하는데 비해 그 아래층에서 크기가 작고 부정형이며 변색된 세포군이 관찰되었다. 이 세포군은 마치 표피층 세포와 유사한 길고 가름한 목질세포와 유사한 형태를 보였다. 흑변의 진전에 따라 부정형 변색 세포는 긴 띠 형태의 세포층을 형성해 나가며 아세포층쪽으로 확산되면서 흑색물질의 축적이 증가하는 것으로 확인되었다(그림 5C, D). 흑색물질의 증가는 세포 붕괴로 인해 세포내 물질들이 산화되기 쉬운 상태에 놓이게 됨으로써 유기되는 것으로 추정되었다.

예조기간과 흑변발생시 보여지는 조직의 변화를 관찰한 결과, 예조에 의한 표피 비후화가 저온저장 중 과육세포의 붕괴와 변색을 억제하는 것으로 보여진다. 배 과일의 흑변은 궁극적으로 과피조직 세포의 붕괴와 세포 물질의 산화에 의한 변색반응으로 보고된 바 있다. 김⁶⁾에 의하면 '금춘추' 또는 '신고' 배의 흑변과실 또는 흑변부위는 정상부위에 비하여 Polyphenol oxidase(PPO)의 활성이 높을 뿐만 아니라 페놀화합물의 함량이 낮으며 부위별 PPO의 활성은 과피부의 활성이 과육부에 비하여 월등히 강한 것으로 나타나 있다. 이러한 결과로 미루어 보아 흑변이 과피에 나타나는 것은 polyphenol과 PPO가 과피부위에 집중되어 있기 때문이라 하였다.

그러나 기존의 보고나 일반적인 개념과는 달리, 과피 흑변은 과피조직(표피층+아표피층: epidermis and hypodermis)의 붕괴 및 변색에 의한 것이 아니고 실제로는 아표피로부터 2~3층 하부의 과육세포들이 붕괴 및 목질화되는 과정에서 변색되며 이것이 결과적으로 흑변현상으로 표출되는 것으로 보였다. 이러한 과육세포층의 변화는 예조되지 않은 과일이 저온과조우하면서 받는 스트레스에 아표피층세포나 과피면과 밀접한 과육세포가 반응하면서 제2의 보호층을 형성하는 과정인 것으로 해석할 수 있으며 이 과정에서 세포의 붕괴와 목질화 및 산화에 의해 육안으로는 과피흑변이라는 생리 장애로 표출되는 추정을 가능케 하였다. 아표피조직의 2-3층 아래 과육세포에서 보여지는 목전화(suberization) 세포군의 출현이

기존의 과육세포의 변형에서 비롯된 것인지 아니면 세포분열에 의한 새로운 세포층의 형성인지에 대해서는 조직 발생학적인 관점에서의 좀더 정밀한 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

1997년 수확하여 저온저장 '신고' 배에서는 수확 직후 저온저장 과일에서만 흑변 현상이 발생하였으며 5~15일의 예조 및 이후 점진적 온도 저하에 의한 저온저장에서는 과피 흑변이 발생하지 않았다. 예조기간이나 온도가 다를 경우 예조 직후에는 다소의 품질 차이가 나타나지만 중량감소 요인을 제외한 다른 품질요인의 경우 저장기간이 경과하면서 그 효과가 지속되지 않는 것으로 나타나 당함량, 과육경도 등 과일 품질은 예조기간보다는 이후의 저온 저장환경에 의해 영향을 받는 것으로 사료되었다. 따라서 흑변발생이 심할 것으로 우려되는 해에는 예조기간을 단축하기보다는 1주일 이상 상온에서 예조를 거친 후 점진적인 온도 저하 방식에 의해 저장하는 것이 안전한 것으로 판정된다. 그러나 과수원 포장에서의 동물에 의한 피해를 줄이거나 포장에서의 작업여건이 좋지 않는 등 수확직후 입고가 관리상 편리할 때는 수확후 바로 저장고에 입고시킨 후 냉장기기를 가동치 않고 상온에서 5일 이상 예조기간을 설정한 후 점진적으로 온도를 낮추면서 저온저장을 시작하는 것이 좋은 방법으로 사료된다.

과일의 조직관찰 결과에 의하면 과피 흑변은 과피조직(표피층+아표피층: epidermis and hypodermis)의 붕괴 및 변색에 의한 것이 아니고 실제로는 아표피로부터 2~3층 하부의 과육세포들이 붕괴 및 목질화되는 과정에서 변색되며 이것이 결과적으로 흑변현상으로 표출되는 것으로 관찰되었다.

인용문헌

- 1) Chi, K.S., 1968, Pear growing, Songwon-Munhwasa, Seoul, pp.238-239.
- 2) 최성진, 홍운표, 김영배, 1995, 신고배의 저온저장

장 증 과피흑변의 발생방지를 위한 저장 전처리, 한원지, 36, pp.218-223.

- 4) 홍지훈, 이승구, 1997, 수확 후 열처리가 '신고' 배의 저장성 및 흑변에 미치는 영향, 한원지, 38(5), pp.506-509.
- 4) 홍세진, 손동수, 박세원, 1997, 배 과실의 생육중 품질변화와 수확적기 설정, 한국원에 학회 논문발표요지, 15(1), pp.319-320.
- 5) Kim, J. H., 1967, Research on inducing factors of skin browning during storage of Kumchonchu pear, Research report of Hort, Exp. Sta., O. R. D., Pomology prat, pp.502-508
- 6) 김정호, 1974, 동양배 금촌추 품종의 저장중에 발생하는 과피 흑변 현상의 유기요인 및 그 방지에 관한 연구, 한원지, 16, pp.1-25.
- 7) 강호경, 1996, 저온저장중 '신고' 배의 과피흑변 방지에 관한 연구, 서울대학교석사논문.
- 8) 김영명, 한대석, 오태광, 박관화, 신현경, 1986, 폴리에틸렌 필름을 사용한 '신고' 배의 Modified atmosphere 저장, Korean J. Food Sci., Techno, 18, pp.130-136.
- 9) 임병선, 최선태, 이종석, 김영배, 장세인, 1997, 저온저장고내 습도조건이 배 '신고' 품종의 저장중 품질에 미치는 영향, 한국원예학회 논문발표요지, 15(1), pp.635-636.
- 10) 이재창, 황용수, 1992, 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구, 제5장, 흑변 발생에 따른 조직의 생화학적 변화와 그 발생 요인, 과기처 특정 연구개발 사업보고서, pp.88-89.
- 11) Nakabayashi, T., 1968, Studies on tannin of fruits and vegetables, Prat I, Tannin of fruit of Rosaceous fruit trees, Jour. Jap. Food Sci., Tech, 15, pp.73-78.
- 12) 양용준, 1997, CA 저장이 신고배의 저장성에 미치는 효과, 한원지, 38(6), pp.734-738.
- 13) 양용준, 1997, 신고배의 과피흑변에 미치는 수확후 요인의 효과, 한원지, 38(6), pp.730-733.

참고문헌

1. 변재균, 허진수, 장경호, 강인규, 1993, 사과 과실 성숙과 펙틴질 및 세포벽 분해효소의 변화, 한원지 34(1), pp.46-53.
2. Bryan, G. Bowes, 1996, A Colour of Plant Structure, Manson Publishing Ltd, London.
3. 최성진, 1997, '후지' 사과 과실의 과육 갈변과 관련된 생리적 특성, 한원지 37(3), pp.250-254.
4. 황해성, 김휘천, 1991, 수출용 배 과피 흑변 방지 시험, 과수연구소 시험 연구 보고서, pp.138-142.
5. 홍지훈, 이승구, 1997, 에탄올 및 이산화탄소 처리가 '신고' 배의 저장성에 미치는 영향, 한원지 37(3), pp.246-249.
6. 홍지훈, 이승구, 1997, '신고' 배의 유대재배과와 무대재배과의 수확후 품질 변화, 한원지 38(4), pp.396-398.
7. 홍세진, 김명수, 박세원, 신일섭, 1997, 배 과실이 성숙되는 동안 식미를 결정하는 당·산 함량의 변화, 한국원예학회 논문발표요지 15(1), pp.317-318.
8. 황용수, 1994, 우리나라 배의 수출전망과 수출력 증진을 위한 방안, 원예저장유통연구회지 제3호, pp.1-6.
9. James. D. Mauseth, 1988, Plant Anatomy, Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California.
10. 김정호, 김몽섭, 이한찬, 신건철, 1992, 수출 과실의 생리 장애 방지에 관한 연구, 과수연구소 시험 연구 보고서, pp.186-190.
11. 김태춘, 신용억, 홍경희, 김용석, 1991, 배 新育成品種 黃金배, 秋黃배, 榮山배의 成熟 生理와 貯藏性에 關한 研究, 농시논문집 33(3), pp.46-57.
12. 김태춘, 신용억, 홍경희, 김용석, 1992, 배 新育成品種 黃金배, 秋黃배, 榮山배의 成熟 生理와 貯藏性에 關한 研究, 농시논문집 34(1), pp.42-50.
13. 김월수, 이한찬, 1993, 수출 배 생리 장애 방지에 관한 연구, 과수연구소 시험 연구 보고서

pp.159-169.

14. 김용석, 정상복, 손동수, 이경국, 이운직, 1989, 단감 貯藏中 發生하는 果皮黑變現象의 發生原因과 그 防止에 關한 研究, 농시논문집(원예편) 31(3), pp.62-72.
15. 이승구, 1996, 원예작물의 수확후 생리, 성균사, 수원, pp.185-210.
16. 박홍섭, 임형택, 박윤문, 1994, ‘쓰가루’ 사과의 貯藏力 增進을 위한 收穫適期 決定 및 流通中 品質管理를 위한 研究1, 한원지 35(6), pp.593-598.
17. 박유미, 김종기, 1997, 펙틴 분해효소에 의한 배 과실 세포벽의 분해특성과 이의 과육착즙에의 활용, 한원지 37(3), pp.255-262.
18. 박윤문, 1991, ‘旭’ 사과 과실의 발육단계별 Gas 확산도의 변화와 과점 구조의 발달, 한원지 32(3), pp.329-334.
19. 박윤문, 이승구, 1997, 원예 생산물 저장, 수확 후 관리기술의 실제, 농민신문사, 서울.
20. 신일섭, 이승구, 박윤문, 1994, ‘부유’ 단감 과실의 변색에 관여하는 요인, 한원지 35(2), pp.155-164.