

조생종 ‘한아름’ 배 모의유통 전 예건처리 온도가 품질에 미치는 영향

이옥용¹ · 오광석² · 황용수² · 임병선³ · 안영직⁴ · 천종필^{2*}

¹국립원예특작과학원 배연구소, ²충남대학교 원예학과, ³농촌진흥청 국립원예특작과학원, ⁴배재대학교 산학협력단

Effect of Temperature Pre-conditioning on Fruit Quality of Early-season ‘Hanareum’ Pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai) during Simulated Marketing

Ug-Yong Lee¹, Kwang-Suk Oh², Yong-Soo Hwang², Byung-Sun Lim³, Young-Jik Ahn⁴, and Jong-Pil Chun^{2*}

¹Pear Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Naju 520-821, Korea

²Dept. of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeonbuk 565-852, Korea

⁴Industry-academic Corp. Foundation, PaiChai University, Daejeon 302-735, Korea

*Corresponding author: jpchun@cnu.ac.kr

Abstract

The purpose of this study was to establish postharvest management techniques including a temperature pre-conditioning protocol for maintaining fruit quality in newly developed early-season Korean pear cultivar ‘Hanareum’ (*Pyrus pyrifolia* Nakai). The fruits were treated with three different pre-conditioning temperatures (21, 25, or 29°C) for 4 days according to the harvest time (103 or 110 days after full bloom, DAFB). The percent weight loss was relatively low in the fruits subjected to low pre-conditioning temperature regardless of harvest time. The firmness of the fruits treated with pre-conditioning at 21°C remained high during 20 days of simulated marketing at 25°C, although all treated fruits showed a general decline of firmness with extended time of simulated marketing. These fruits also showed higher appearance and a lower incidence of mealiness disorder symptoms. During the experimental periods, the production of ethylene was lower in the fruits pre-conditioned at 21°C in comparison with those of treated at 25 and 29°C. High respiration rates were obvious in the fruits pre-conditioned at high temperature (29°C), especially in the optimum-harvested fruits, where respiration was approximately two times higher than that of fruits exposed to 21°C during pre-conditioning. However, the respiration rate was similar during simulated marketing at 25°C regardless of harvest time. These results demonstrated that temperature pre-conditioning at 21°C is a simple and effective postharvest technique for summer harvested Korean pear cultivars including ‘Hanareum’.

Additional key words: appearance, core-browning, ethylene, mealiness, respiration rate

Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(1):94-101, 2016
<http://dx.doi.org/10.12972/kjhst.20160003>

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

Received: May 19, 2015

Revised: June 16, 2015

Accepted: June 22, 2015

Copyright©2016 Korean Society for Horticultural Science.

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(PJ00689401)의 지원으로 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

서 언

'한아름' 배는 국립원예특작과학원에서 1988년 '신고'에 '추황배'를 교배하여 지역적응성시험을 거쳐 선발된 조생종 품종으로 숙기는 수원지방 기준으로 8월 중순이다. 과중이 480g 전후로 조생종으로는 대과이며, 당도가 13.8°Brix로 높고, 산미가 적어 식미가 우수하나, 상온저장력이 10일 정도로 수확 후 품질 저하가 급격히 일어나는 문제점이 있다(Kim, 2002).

'한아름' 배의 재배면적 증가 및 유통물량 증대를 위해서는 고품질 과실의 생산 및 유통에 전제조건이 되는 적절한 수확시기의 확립 및 수확 후 상온저장기간 연장을 위한 기술개발이 필수적으로 진행되어야 한다. 원예작물에 있어 수확 후 품질변화에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 온도이며(Brosnan and Sun, 2001), 이에 따른 호흡, 증산, 에틸렌 생합성과 같은 생리적 변화는 작물의 호흡형의 차이 그리고 에틸렌, 산소나 이산화탄소와 같은 환경적 요소들에 의해 영향을 받는다(Kader, 1980; Kader et al., 1989). 이러한 생리학적 변화 이외에도 화학적, 효소적 변화는 조직의 연화, 색소의 감소 등과 같은 과실 품질 악화의 원인으로 알려져 있다(Dennis, 1984).

한편, 수확 후 과실의 품질 저하는 수확된 과실의 호흡량과 밀접한 관련이 있고, 호흡은 온도에 의해 영향을 받는데(Eaks, 1978), 품온이 높은 상태에서 수확된 과실의 경우 이를 신속히 제거함으로써 수확 후 과실의 유통이나 저장 중 상품성 유지에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Bachmann and Earles, 2000).

동양배의 경우에도 수송 및 유통 중 과실품질의 저하를 늦추기 위해서는 저온조건에서 과실의 호흡량을 낮추는 조치가 유통 중 과실품질 유지에 효과적인 것으로 보고된 바 있다(Oh et al., 2010). 또한 과실의 저장 전 온도처리에 의해 과실의 저장 후 품질이 달라질 수 있는데, 동양배 '신고' 과실에서는 10°C에서 10일간 경과 후 1°C에 저온 저장한 경우 과피흑변을 줄일 수 있었고(Lim et al., 2005), 사과에서는 수확 즉시 저온 저장하는 것보다는 지연냉각을 실시한 경우, 장기저장 후 생리장해 경감에 효과적이었다고 보고되었다(DeLong et al., 2004).

이에 본 실험에서는 저온저장이 불필요한 조생종 '한아름' 배의 단기 상온유통 중 품질보전을 위한 기술을 개발하고자 속도별 예건처리 온도의 차이가 상온모의유통 과정 중 발생하는 품질변화 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 비교함으로써 국내육성 조생종 배의 보급확대를 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험 재료

시험재료는 전라남도 나주시에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장 시험포장에서 2014년 V 자 수형으로 재배된 수세가 균일한 8년생 '한아름' 배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)를 이용하였다. 과실은 만개 후 103일과 110일에 각각 수확하여 조기수확과 및 적숙과로 간주하여 실험에 사용하였다. 수확 후 즉시 충남대학교 원예학과 실험실로 수송하여 21, 25, 및 29°C 생장상에서 예건처리를 실시하였다. 과실의 감모율은 처리 전 측정된 과중과 처리 중 측정 한 과중의 차이를 백분율로 나타내었다. 이후 25°C 처리구의 감모율이 3%에 도달한 4일 후 과실을 꺼내어 5kg 수출용 종이박스에 포장한 후 25°C에서 20일간 모의유통하면서 5일 간격으로 품질 및 생리장해 발생을 조사하였다.

품질조사

과실의 경도는 물성측정기(TMS-Pro, Food technology corp., USA)로 직경8mm 측정봉을 이용하여 과피를 제거한 과실의 적도면에 수직으로 5mm sample move, 100mm · min⁻¹의 조건으로 최대압력을 측정하였다. 가용성 고형물은 과실 적도면의 동일부분을 1cm 두께로 잘라 4겹의 cheese cloth를 이용하여 착즙한 후 digital refractometer(PR-32 α, ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였다. 산 함량은 동일한 방법으로 착즙한 과즙 5mL를 증류수 35mL에 희석하여 0.1N NaOH를 이용하여 pH 8.3

까지 중화 적정한 후 사과산으로 환산하였다. 전분함량은 과육에서 착즙한 과실 1mL를 증류수 4mL로 희석 후 진단시약(KI 5%+I 1%)으로 발색하여 spectrophotometer (UV-1240, Shimadzu, Japan)를 이용하여 640nm에서 측정하였다. 과피색 측정에는 chroma meter(CR-410, Minolta, Japan)를 이용하여 각 개체의 모든 과실의 적도면을 측정하여 L*, a*, b*를 구하고 Hue 값을 계산하였다. 과실의 에틸렌 발생량 및 호흡량 측정은 각 처리구에서 무작위로 6과를 선택하여 3반복으로 3.4L 용기에 2과씩 넣어 밀폐하고 25°C에서 2시간 방치 후 밀폐된 용기내부의 기체를 주사기로 1mL 포집한 후 FID 및 TCD가 장착된 Gas chromatograph(YL 6100-GC, Yonglin, Korea)로 측정 후 계산하였다(Tamura et al., 2003). 과피갈변은 과피면적을 기준으로 과피 변색정도가 건전과 0, 20% 미만은 1, 40% 미만은 2, 60% 미만은 3, 80% 미만은 4, 80% 이상은 5로 구분하여 평가하였다. 과육 및 과심에 발생하는 생리장해 발생을 조사하기 위하여 과실 중앙부를 절단하여 절단면에서 장해발생 여부를 육안으로 관찰하여 판단하였다. 과육에 발생하는 분질현상은 건전과는 0, 과육면적의 20%미만은 1, 40%미만은 2, 60%미만은 3, 80%미만은 4, 80%이상은 5로 구분 하였으며 과심에 발생하는 갈변은 과심면적을 기준으로 건전한 것은 0, 20% 미만은 1, 60%미만은 3, 80%미만은 4, 80%이상은 5로 구분하여 장해지수를 측정하여 생리장해 발생 정도를 측정하였다. 과실의 부패는 과실 내·외부에 발생한 부패를 육안으로 관찰하여 발생여부를 백분율로 표시하였다.

통계는 SPSS statistics(version 21.0, IBM Corp., USA)를 사용 하였다. 분산분석(ANOVA)은 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 실행되었으며, 평균은 t검정 및 던컨의 다중범위 검정을 사용하여 차이를 확인하였다.

결과 및 고찰

수확기 과실의 무게는 수확시기에 따른 차이는 크지 않았고 경도는 조기수확과 46.2N, 적숙과 39.4N으로 조사되어, 조기수확과에 비해 적숙과가 과실의 경도가 다소 낮은 것으로 조사되었다. 과즙의 전분함량은 경도와 마찬가지로 조기수확과에 비해 적숙과에서 더 낮게 나타났으며, 이와 반대로 가용성 고형물 함량의 경우 조기수확과에 비해 적숙과에서 더 높은 것으로 조사되었다(Table 1). 과피색을 측정한 결과 적색도를 나타내는 a*값의 경우 적숙과가 조기수확과에 비해 다소 높은 값을 보였고 H°도 낮아 적숙과가 조기수확과에 비해 착색이 더 진행된 것으로 나타났다(Table 1). 이러한 결과를 토대로 '한아름' 배에서 조기수확과와 적숙과 간의 과실의 품질차이는 과중이나 과피색 같은 외적품질 보다는 경도, 가용성 고형물 함량, 전분 함량 등의 내적품질의 차이가 큰 것으로 조사되었다.

수확시기별 4일간의 예건처리 기간 동안의 과실의 감모율을 조사한 결과, 기간이 늘어나고 온도가 높을수록 감모율이 더 큰 것으로 조사되었다(Fig. 1). 즉, 예건처리 4일차의 감모율은 만개 후 103일에 수확한 조기수확과의 경우 21, 25, 29°C 처리구에서 각각 2.4, 3.0, 3.3%로 나타났으며, 만개 후 110일에 수확한 적숙과의 경우에는 각각 2.4, 3.1, 3.6%로 조기수확과에 비해 다소 높게 조사되었다(Fig. 1). 결과적으로, 21°C 처리구의 경우 수확시기에 따른 감모율의 차이는 것이 없는 것으로 나타났지만, 25와 29°C 처리의 경우 조기수확과에 비해 적숙과의 경우 수확 후 예건기간 중 감모가 더 큰 경향을 보였으며, 특히 29°C의 경

Table 1. Comparison of fruit quality indices and skin color difference between the fruits harvested at 103 and 110 days after full bloom in 'Hanareum' pears.

| Harvest (DAFB) ^z | Fruit quality indices | | | | | Skin color difference | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------------|-------------|-----------------------|------|------|
| | Weight (g) | Firmness (N) | Starch (O.D. 640nm) | Soluble solids (°Brix) | Acidity (%) | Lightness | a* | H° |
| 103 | 458.6 | 46.2 | 0.97 | 11.7 | 0.11 | 64.3 | 4.45 | 83.5 |
| 110 | 465.6 | 39.4 | 0.65 | 12.2 | 0.10 | 65.1 | 5.91 | 81.4 |
| t-test ^y | NS | ** | ** | *** | NS | * | NS | NS |

^zDAFB = days after full bloom

^yNS, *, **, *** non-significant, significant at $p < 0.05$, 0.01 or 0.001 by t-test

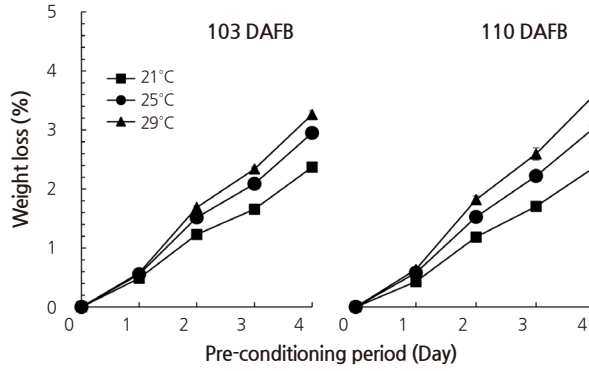


Fig. 1. Weight loss during pre-conditioning period at various temperatures in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB. Bars represent the SE of the mean (n = 10). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

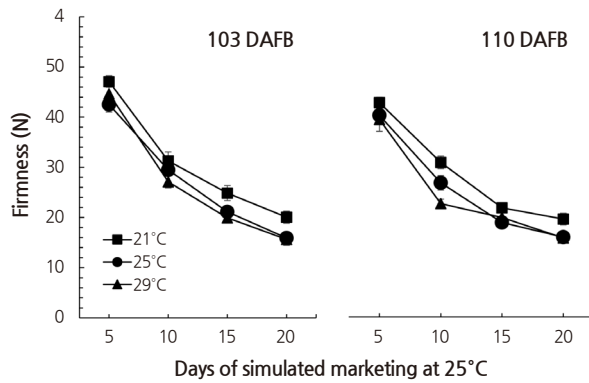


Fig. 2. Effect of pre-conditioning temperatures on flesh firmness during simulated marketing in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB. Bars represent the SE of the mean (n = 10). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

우 그 차이가 다른 처리온도에 비해 큰 것으로 나타났다(Fig. 1).

상온유통 중 발생하는 과실 중량의 감소는 과실의 저장·유통 중 발생하는 증산과 호흡 등의 대사 작용으로 인하여 조직 내 수분이 손실되기 때문인데 두 수확시기 모두 21°C에서 4일간 예건처리한 경우 상온유통 중 과실의 중량 감소가 가장 적은 것으로 나타났으며, 온도가 높을수록 감모율도 더 큰 경향을 보였다. 그러나 상온유통 중 감모율의 변화는 예건 중 변화와는 다르게 과실의 수확시기에 따른 큰 차이는 없는 것으로 조사되었다(자료 미제시). 즉, 상온모의유통 중 과실의 감모율은 수확시기 보다는 수확 후 예건처리의 유무 혹은 포장 전 과실에 노출되는 온도에 따른 차이가 깊은 관련이 있는 것으로 생각된다.

과실의 상온유통 중 과실의 경도변화를 조사한 결과, 조기수확과와 적숙과 모두 상온유통 기간이 증가함에 따라 감소하는 경향이었는데, 조기 수확과에 있어서는 21, 25, 29°C 각각의 예건처리 온도에 따른 유통 5일 후의 과육 경도는 각각 47.1, 42.5, 44.7N으로 조사되었으며, 이후 경도는 감소하기 시작하여 유통 15일에는 각각 24.9, 21.2, 19.9N으로 조사되어 21°C 예건처리구를 제외한 두 온도처리구는 20N 이하로 가식품질을 상실하였는데 이러한 경향은 적숙기 수확 과실에서도 유사하게 나타났다(Fig. 2).

이러한 결과는 토마토 과실에 있어 수확시기에 따른 예냉처리 효과는 미숙과가 적숙과에 비해 경도유지에 효과적이었다는 보고(Rab et al., 2013)와 유사한 것으로 본 실험에서도 적숙과 보다는 조기수확과가 동일한 온도로 예건처리를 하더라도 유통 15일까지 과실의 경도유지에 더 효과적인 것으로 나타났으며 유통 20일에는 수확시기에 따른 경도의 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서, '한아름' 배를 대상으로 수확 후 예건처리를 21°C에서 행한 경우, 25°C 유통 중 경도유지에 효과적인 것

으로 판단되었는데 본 연구에서 설정하였던 21°C는 2014년 두 수확시기의 수확시점 기온인 32.1°C와 29.8°C 보다 약 9–11°C 정도 낮은 온도였다. 한편, 상온유통 기간 동안 과실의 가용성 고형물 및 산 함량의 변화 차이는 처리구간 유의하지 않은 것으로 조사되었다(자료 미제시).

결과적으로 저온저장이 불필요한 조생종 배의 경우에는 수확 후 과실을 음지에 보관하여 품온을 낮추는 조치를 통해 상온유통 중 정도 유지 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

상온유통 중 과실의 상품가치 유지를 위해서는 외관을 고유의 상태로 유지시키는 것이 무엇보다 중요한 요소인데 ‘한아름’ 배의 경우, 장기저장 후 서양배의 superficial scald와 유사한 증상의 과피갈변 현상이 발생하는 문제점이 보고되었다(Lee et al., 2014). 사과와 달리, 상온유통 전 20°C에서 지연냉각을 실시 할 경우 장해발생 억제에 효과적이었다는 보고(Delong et al., 2004)를 바탕으로 본 실험에서는 수확 후 예건처리 효과를 검토하였다.

수확시기별 보관온도에 따른 상온모의유통 중 과실의 외관품질을 평가한 결과, 조기수확과와 달리 21°C 처리구에서 모의유통 20일에 외관점수가 3.9로 비교적 높게 조사된 반면 25 및 29°C 처리는 상온유통 10일 이후 외관품질이 급격히 하락하기 시작하여 유통 20일에는 외관점수가 각각 2.2, 2.0으로 외관품질을 상실하였다. 적숙과와 달리 25°C 처리의 경우 모의유통 15일까지 외관점수가 높게 유지된 점을 제외하고 조기수확과와 유사한 결과를 보였다(Fig. 3).

상온유통 기간 중 ‘한아름’ 배 과실내부에 발생하는 생리장해를 조사한 결과, 기존의 보고(Lee et al., 2014)와 동일하게 과심갈변과 분질장해가 관찰되었다. 과심갈변의 경우, 조기수확과는 상온유통 15일까지 과심갈변이 발생하지 않았으며, 상온유통 20일에 25 및 29°C 처리에서 아주 낮은 수준에서 관찰되었다. 반면에 적숙과에서는 상온유통 15일부터 29°C 처리에서 관찰되었으며 이후 급격히 증가하는 경향을 보였다. 21 및 25°C 처리의 경우 상온유통 20일에만 관찰되었으며 발생 정도는 29°C 예건처리에 비해 낮은 경향을 보였다(Fig. 4). 이와 같은 결과는 동양배 ‘원황’에서 미숙한 과실보다 적숙기에 수확한 과실에서 과심갈변이 더욱 빨리 나타난다는 보고(Lee et al., 2002)와 유사한 결과였다.

모의유통 기간 중 과육의 분질장해는 조기수확과와 달리 상온유통 15일, 적숙과는 상온유통 10일에 관찰되었으며, 조기수확과 및 적숙과 모두 수확 후 보관온도가 높아질수록 유통 중 분질발생 지수도 더불어 증가하는 경향을 보였으며, 두 수확시기 모두 21°C 처리구에서 모의유통기간 동안 분질과 발생을 효과적으로 억제한 것으로 나타났다(Fig. 5). 상온유통 중 수확시기 및 예건온도에 따른 분질발생 지수의 증가 경향은 외관점수의 감소경향과 유사한 패턴을 보이고 있어 상온유통 중 두 요인 간에 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되었다.

이상의 ‘한아름’ 배에 대한 수확 후 예건처리 온도에 따른 상온모의유통 기간 중 품질저하도 및 생리장해 발생의 차이는 과실

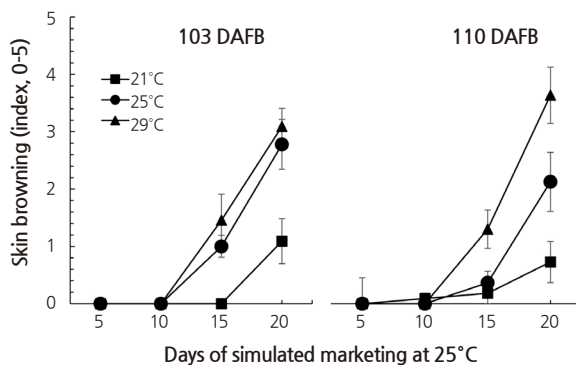


Fig. 3. Effect of pre-conditioning temperatures on the fruit appearance index during simulated marketing in ‘Hanareum’ pears harvested at 103 and 110 DAFB. Disorder indexes are ranked on a scale of 0 to 5, with 0 being none, 1 slight (< 20%), 3 moderate (< 60%), and 5 severe (> 80%) disorder. Bars represent the SE of the mean (n = 10). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

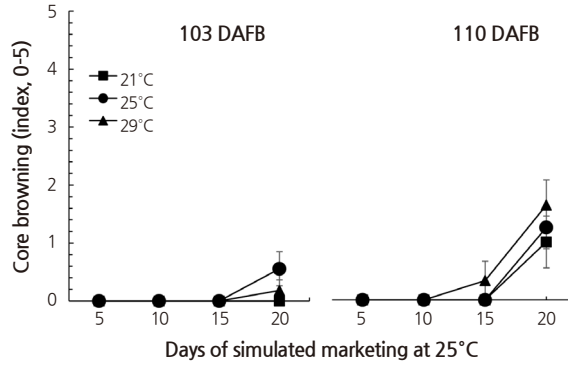


Fig. 4. Effect of pre-conditioning temperatures on the incidence of core browning during simulated marketing in ‘Hanareum’ pears harvested at 103 and 110 DAFB. Disorder indexes are ranked on a scale of 0 to 5, with 0 being none, 1 slight (< 20%), 3 moderate (< 60%), and 5 severe (> 80%) disorder. Bars represent the SE of the mean (n = 10). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

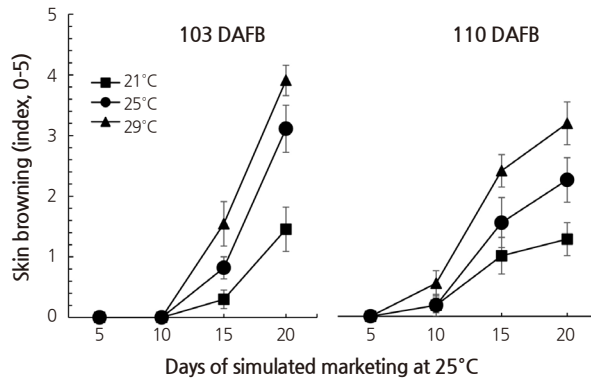


Fig. 5. Effect of pre-conditioning temperatures on the incidence of mealiness disorder during simulated marketing in ‘Hanareum’ pears harvested at 103 and 110 DAFB. Disorder indexes are ranked on a scale of 0 to 5, with 0 being none, 1 slight (< 20%), 3 moderate (< 60%), and 5 severe (> 80%) disorder. Bars represent the SE of the mean (n = 10). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

의 에틸렌 발생과 호흡률 제어와 관련이 있는 것으로 나타났다. 과실의 에틸렌 발생량을 조사한 결과, 수확 후 보관기간 중 온도별 에틸렌 발생량은 조기수확과의 경우 예건처리 4일 후 21, 25, 29°C 처리구에서 각각 0.23, 0.18, 0.16 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 조사되어 처리 온도에 따른 에틸렌발생량의 차이는 없는 것으로 나타난 반면 적숙과의 경우에는 처리 2일부터 에틸렌 발생량 차이가 나타나기 시작하여 예건처리 4일 후 21, 25, 29°C 처리구에서 각각 0.28, 0.48, 0.72 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 조사되어 조기수확과에 비해 2-3배 높았다(Fig. 6). 이러한 결과는 동양배에 있어 수확 시 과실의 숙기와 온도환경이 호흡 및 에틸렌 발생에 영향을 미쳤다는 보고(Kitamura et al., 1981)와 일치하는 것이었다.

모의유통 중 에틸렌 발생량은 수확시기에 관계없이 급격히 증가하는 경향을 보였는데 조기수확과의 경우에는 수확 후 19일째인 모의유통 15일에 25와 29°C 처리구에서 각각 1.52, 1.68 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 약간의 차이를 두고 비슷한 높이에서 에틸렌 피크를 보였으며, 21°C의 경우에는 뚜렷한 발생 피크 없이 다른 온도처리들에 비해 동일 기간 에틸렌 발생량이 유의하게 낮은 것으로 나타났다(Fig. 6). 한편 적숙과의 경우에는 조기수확과와 유사하게 예건처리 이후 에틸렌 발생량이 급격히 증가하기 시작하지만 조기수확과보다 에틸렌 피크가 5일 앞서 나타나 상운유통 10일에 21, 25, 29°C 각각의 처리 온도별로 각각 0.90, 1.43, 1.83 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 뚜렷한 에틸렌피크가 나타났으며 이후 감소하는 경향을 보였다. 따라서 조생종 ‘한아름’ 배에 있어 적숙

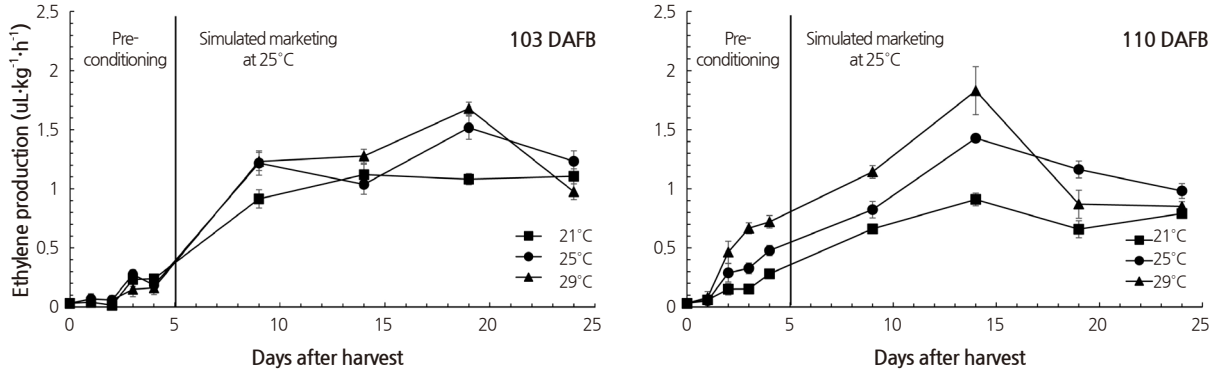


Fig. 6. Effect of pre-conditioning temperatures on ethylene production during pre-conditioning period and simulated marketing in 'Hanareum' pears harvested at different times. Bars represent the SE of the mean (n = 4). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

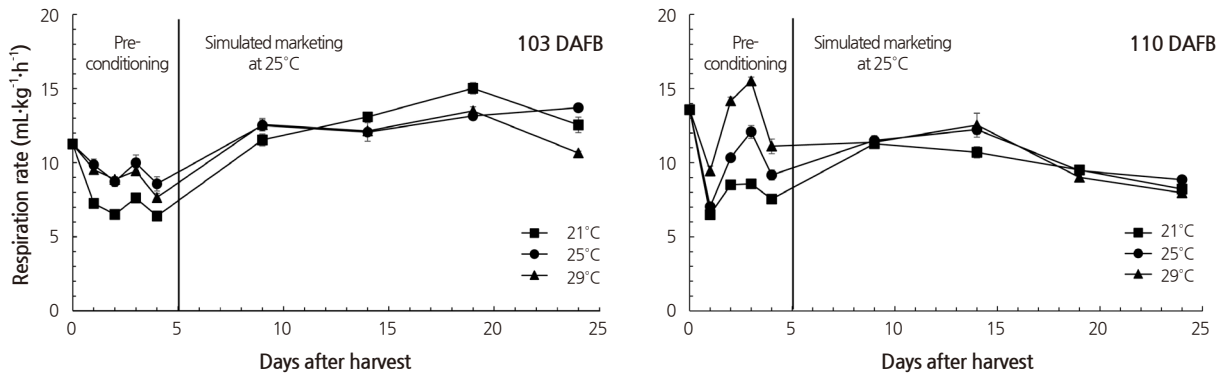


Fig. 7. Effect of pre-conditioning temperatures on respiration rates during pre-conditioning period and simulated marketing in 'Hanareum' pears harvested at different times. Bars represent the SE of the mean (n = 4). Abbreviations: DAFB, days after full bloom.

과와 조기수확과 모두 수확 후 21°C에서 4일간 예건처리를 해준 경우 에틸렌 발생량을 낮출 수 있었으며 처리 온도에 대한 반응성은 조기수확과에 비해 적숙과가 더 크다는 것을 유추할 수 있는 결과였다(Fig. 6).

과실의 호흡량은 4일간의 예건처리 기간 중 호흡량은 21°C 처리가 가장 낮게 나타났다. 즉, 조기수확과의 경우 처리 2일에 21, 25, 29°C 처리구에서 각각 6.5, 8.7, 8.9 mL·kg⁻¹·h⁻¹로 조사되었으며 이후 다시 증가하는 경향을 보여 예건 3일에 7.6, 10.0, 9.4 mL·kg⁻¹·h⁻¹로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 적숙과의 경우에도 조기수확과와 유사한 경향을 보였는데 처리 3일에 8.6, 12.1, 15.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 7).

조기수확과 및 적숙과 모두 상온유통 시작 이후 호흡량이 증가하는 경향을 보였는데 조기수확과의 경우 예건처리 온도에 따른 호흡량은 차이는 없는 것으로 나타났다. 적숙과는 호흡률의 차이가 처리간 크지 않았고 조기수확과에 비해 낮은 호흡률을 보였는데 이는 예건처리 기간 중 이미 클라이막터릭 최대치를 보였기 때문으로 생각되었다(Fig. 7).

일반적으로 과실에 대한 예냉처리는 성숙을 지연시키고(Getinet et al., 2008), 에틸렌 발생과 호흡량을 낮추는데 효과가 있는 것으로 알려져 있는데(Reina et al., 1995), 본 연구에서도 상온유통기간 중의 에틸렌 발생량 감소(Fig. 6)와 호흡률 저하 효과(Fig. 7)가 확인되었다. 또한 조생종 '한아름' 배에 있어 예건처리 기간 중 온도에 대한 반응은 조기수확과 보다는 적숙과에서 더 큰 것으로 생각되며, 상온유통 중 과실의 품질변화는 상온유통 중 과실의 호흡량이나 에틸렌 발생량보다는 예건처리 기간 동안의 에틸렌 발생량 및 호흡량과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되었다.

초 록

본 연구에서는 수확 후 예건처리를 통해 '한아름' 배 과실의 상온유통 중 품질 유지를 위한 수확관리 기술을 정립하기 위해 실시하였다. 과실은 만개 후 103일과 110일에 각각 수확하여 세 그룹의 처리 온도(21, 25, 29°C)에서 4일간 예건처리를 실시하였다. 과실의 감모율은 수확시기에 관계없이 예건온도가 낮을수록 낮은 경향을 나타내었다. 과실의 경도는 상온 유통기간이 증가함에 따라 모든 처리에서 경도가 감소하는 경향을 보였고 두 수확시기 모두 21°C 처리구가 경도유지에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 21°C에서 예건한 경우, 상온유통 중 외관 품질이 높게 유지되었고 분질장해 등 생리장해의 발생은 낮게 조사되었다. 상온유통 중 에틸렌 발생량은 조기수확과 및 적숙과 모두 비슷한 수준을 보였고 두 수확시기 모두 예건온도가 21°C 인 경우가 25 및 29°C에 비해 에틸렌 발생량이 적은 것으로 나타났다. 과실의 호흡량은 예건처리 기간 중에는 온도가 높을수록 호흡률이 높아 29°C 처리는 21°C 처리에 비해 호흡률이 2배 이상 높았고 조기수확과에 비해 적숙과가 호흡률이 높은 것으로 나타났는데 상온 유통기간 중에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 종합하면 한아름에 수확되는 조생종 '한아름' 배에 있어 수확 후 21°C 예건처리는 상온유통 중 과실의 품질 유지를 위한 바람직한 수확 후 처리방법의 하나로 추천할 수 있을 것으로 판단되었다.

추가주요어: 외관, 과심갈변, 에틸렌, 분질과, 호흡률

Literature Cited

- Bachmann, J. and R. Earles. 2000. Postharvest handling of fruits and vegetables. p. 2-4. ATTRA. Arkansas, USA.
- Brosnan T. and D.W. Sun 2001. Precooling techniques and applications for horticultural products: A review. *Int. J. Refrig.* 24:154-170.
- DeLong J.M., R.K. Prange, and P.A. Harrison 2004. The influence of pre-storage delayed cooling on quality and disorder incidence in 'Honeycrisp' apple fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 33:175-180.
- Dennis C.E. 1984. Effect of storage and distribution conditions on the quality of vegetables. *Acta Hortic.* 163:85-104.
- Eaks J.L., 1978. Ripening, respiration, and ethylene production of 'Hass' Avocado fruits at 20°C to 40°C. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103:576-578.
- Getinet H., T. Seyoum, and K. Woldetsadik. 2008. The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes. *J. Food Eng.* 87:467-478.
- Kader, A.A. 1980. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmosphere. *Food Technol.* 34:51-54.
- Kader, A.A., D. Zagory, E.L. Kerbel, and C.Y. Wang. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28:1-30.
- Kim, J.H. 2002. Recent pear cultivation. p. 266-267. Osung books, Seoul, Korea.
- Kitamura, T., T. Iwata, T. Fukusima, Y. Furukawa, and T. Ishiguro. 1981. Studies of the maturation-physiology and storage of fruits and vegetables. II. Respiration and ethylene production in reference to species and cultivars of pear fruit. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 49:608-616.
- Lee, S.J., S.M. Park, C.S. Jeong, B.X. Ngo, and J.H. Kim. 2002. Changes of fruit quality by storage temperature for marketing during off-season in 'Wonhwang' pear. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:716-720
- Lee, U.Y., K.S. Oh, B.S. Lim, M.H. Wang, Y.S. Hwang, and J.P. Chun. 2014. Response of early-season Asian pear 'Hanareum' treated with GA4+7 to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 32:645-654.
- Lim, B.S., J.K. Kim, K.C. Gross, Y.S. Hwang, and J.H. Kim. 2005. Gradual Postharvest Cooling Reduces Blackening Disorder in 'Naitaka' Pear (*Pyrus pyrifolia*) Fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46:311-316.
- Oh, K.Y., U.Y. Lee, S.J. Moon, Y.O. Kim, H.S. Yook, Y.S. Hwang, and J.P. Chun. 2010. Transportation and distribution temperatures affect fruit quality and physiological disorders in 'Wonhwang' pears. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 28:434-441.
- Rab, A., H. Rehman, I. Haq, M. Sajid, K. Nawab, and K. Ali. 2013. Harvest stages and pre-cooling influence the quality and storage life of tomato fruit. *J. Anim. Plant Sci.* 23:1347-1352.
- Reina, L.D., H.P. Fleming, and E.G. Humphries. 1995. Microbial control of cucumber hydro-cooling water with chlorine dioxide. *J. Food Prot.* 58:541-546.
- Tamura, F., J.P. Chun, K. Tanabe, M. Morimoto, and A. Itai. 2003. Effect of summer-pruning and gibberellin on the watercore development in Japanese pear 'Akibae' fruit. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 72:372-377.