

## 수송 및 유통온도에 따른 ‘원황’ 배 품질 및 생리장애 발생

오경영<sup>1</sup> · 이육용<sup>1</sup> · 문승주<sup>2</sup> · 김영옥<sup>3</sup> · 육홍선<sup>4</sup> · 황용수<sup>1</sup> · 천종필<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식물자원학부 원예학전공, <sup>2</sup>대전시농업기술센터, <sup>3</sup>전남농업기술원, <sup>4</sup>충남대학교 식품영양학과

### Transportation and Distribution Temperatures Affect Fruit Quality and Physiological Disorders in ‘Wonhwang’ Pears

Kyoung-Young Oh<sup>1</sup>, Ug-Yong Lee<sup>1</sup>, Seung-Joo Moon<sup>2</sup>, Young-Ok Kim<sup>3</sup>,  
Hong-Sun Yook<sup>4</sup>, Yong-Soo Hwang<sup>1</sup>, and Jong-Pil Chun<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Daejeon Agricultural Technology Center, Daejeon 302-779, Korea

<sup>3</sup>Jeonnam Agricultural Research and Extension Service, Naju 520-715, Korea

<sup>4</sup>Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**Abstract.** ‘Wonhwang’ pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) often showed physiological disorder and quality deterioration during long-term storage and shelf life although this cultivar has the advantage of a good appearance and better taste for overseas exportation. This study was conducted to investigate the effect of temperature during transportation and continuing market temperature on fruit quality, and the occurrence of physiological disorder to set up the appropriate transportation and distribution temperatures in the fruits harvested at different times. Unripe fruits harvested 120 days after full bloom maintained higher firmness until 21 days of shelf life at both 18 and 25°C than late harvested ones. Otherwise, ripe fruits harvested 130 days after full bloom showed high incidence of mealiness breakdown of flesh tissues in 21 days of shelf-life at 25°C of market temperature, but not in the fruits stored at 18°C. Late harvested fruits showed much severe physiological disorders when compared with early harvested ones that showed relatively lower respiration rates. Fruit quality parameters were more highly affected by market temperature than transportation temperature. Results showed that unripe fruits harvested at 120 days after full bloom maintains high marketability until 21 days of shelf-life, while the maximum shelf-life of ripe fruits harvested 130 days after full bloom will be considered at within 7 days.

**Additional key words:** core breakdown, firmness, mealiness, pithiness, *Pyrus pyrifolia* Nakai

## 서 언

원예연구소에서 1994년 ‘조생적’에 ‘만삼길’을 교배하여 육성한 ‘원황’은 수확 시기가 8월 중순부터 9월초로 추석 전에 수확하는 중생종 품종으로 2003년 기준으로 미국 수출량이 점차 증가하는 추세이다(Oh 등, 2009). 그러나 ‘원황’과 같은 조생종 품종은 저장성이 매우 약하여 단기간의 저온저장에서도 과실이 연화되기도 하며 저장 후 유통온도가 높거나 유통기간이 길어지면 과실의 신선도가 현저히 저하되어(Park, 1994) 상품성을 잃게 되는 경우도 있어 ‘원황’ 수출에

서 과육수침 및 과심갈변을 비롯한 생리장애 및 품질저하가 발생되어 물량의 손실은 물론 배상청구가 발생하는 등의 문제점이 있다(Lim 등, 2007).

수확 후 과실은 시간이 지남에 따라 과육이 연화되고 신선도가 떨어지는데 이러한 저장성은 온도, 습도, 대기조성, 품종, 수확시기 등의 영향을 받는다(Wills 등, 1998). 특히 저장기간 중 온도는 매우 중요한 요인으로 보고되고 있는데 실온에 보관된 과실보다 저온에 저장된 과실이 약 3배나 낮은 호흡량을 나타내며 이러한 호흡량의 변화는 호흡속도 및 에틸렌 발생에 영향을 준다(Blanpied와 Hansen, 1968). 이

\*Corresponding author: jpchun@cnu.ac.kr

※ Received 22 December 2009; Accepted 14 March 2010. 본 연구는 농촌진흥청 특화작목연구개발 과제인 ‘수요확대 창출 저장이용 기술개발’에 의해 이루어진 것임.

러한 수확 후 과실의 호흡량의 증가는 대사작용의 활성화와 식물노화호르몬인 에틸렌 발생의 증가로 인한 과실의 노화 촉진 및 이산화탄소 축적에 의한 생리장해 발생에 영향을 준다(Kader, 1989). 또한 Lee 등(2002)의 보고에 의하면 미숙한 과실보다 적숙기에 수확한 과실에서 과심갈변이 더욱 빨리 나타나는 것으로 보고하였으며, Hong 등(2004)은 동양배 ‘화산’ 품종에서 미숙기에 수확한 과실이 적숙기에 비하여 상온에서 10일, 저온 및 CA저장에서는 20-40일 정도 더 오래 저장이 가능하다는 결과를 보고하였다.

‘원황’ 배의 수출 및 유통과정에서 가장 문제가 되는 것은 생리장해 발생으로 인한 품질저하로 생리장해는 과실의 외관으로는 정확히 판별하기 힘들어 더욱 문제가 된다. 생리장해는 과육 또는 과심의 갈변, 과육 붕괴에 의한 공동화 현상 등이 대표적으로(Franck 등, 2007; Hwang 등, 2003; Lim 등, 2007; Moon 등, 2008) 과실의 생리장해 발생은 이산화탄소 축적 또는 과실의 노화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Kader, 1989; Larrigaudière 등, 2004). Larrigaudière 등(2004)은 서양배에서 발생하는 과육 또는 과심갈변현상을 core breakdown과 brown heart로 나누었고 두 장해는 저장기간, 이산화탄소 농도 및 발효와 산화대사에 관여하는 효소의 활성화와 관계가 있다고 보고한 바 있다.

생리장해 발생은 저장 온도와 수확시기에 의해 조절될 수 있다. 기존의 보고에 의하면 서양배에서는 수확시기가 늦을수록 과심갈변이 쉽게 나타나지만 이른 시기에 수확한 과실에서 저온저장은 과심갈변을 촉진시키는 것으로 보고(Wang 등, 1971)되었으나 ‘원황’ 배에서는 저온장해가 아닌 수확 후 누적된 온도가 높을수록 발생률이 높은 결과를 보였다(Lim 등, 2007). 그러나 Lee 등(2002)는 0°C의 저온 저장한 과실에서 수침상이 발생하였고 이를 저온에 의한 피해로 간주하였다.

본 실험은 ‘원황’ 배의 수출 및 유통단계에서 발생하는 품질 저하와 생리장해 발생의 문제점을 개선하기 위하여 과실의 적정 수송온도 조건 및 유통조건을 알아내고 과실의 수확시기를 달리하여 숙도에 따른 반응을 검정하여 수출현지의 유통과정 중의 품질 변화와 생리장해 발생을 조사하여 품질적 클레임을 최소화하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 과실 재료

실험 재료는 대전광역시 서구 흑석동에 위치한 농가에서 수세가 균일한 10년생 ‘원황’ 배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)을 공시하였다. 2009년 8월 18일(만개 후 120일)과 09년 8월

28일(만개 후 130일)에 수확하여 각각 조기수확과 및 적기수확과로 구분하였다. 수확 후 과실을 그늘에서 1일간 예조한 후 부패 및 기형과를 선과하고 수출과정에서 관행적으로 이루어지는 내지포장 및 그물망을 씌운 후 수출용 5kg 종이 박스에 10과씩 포장한 후 실험을 수행하였다.

### 수출 과정 중 수송 온도와 유통과정 중의 온도 설정

본 실험에서는 8월과 9월의 전체 수출량 중 50%이상을 차지하는 미국을 수출 대상으로 설정하고 모의유통과정을 설계하였다. 모의수송 온도는 Lim 등(2007)과 Lee 등(2002)의 결과를 토대로 최저온도인 1 및 5°C로 설정하였고 관행적인 수송수단인 선박을 이용하는 경우의 28일로 수송기간을 설정하여 저온저장고에 저장하였다. 저장후 유통과정에서의 온도환경은 상대적 저온 및 상온 유통환경을 고려한 18과 25°C로 나누어 설정하였다.

### 품질 조사

품질 조사는 유통 온도별로 21일간 7일 간격으로 3회 실시하였으며, 각각 설정된 온도조건에서 무작위로 2box를 선택하여 분석하였다. 유통중 과실 감모율은 수확후 측정된 과중과 저온수송 및 유통후 측정된 과중의 차이를 백분율로 나타내었다. 과피 색은 색도계(CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 CIELAB model의 L\*, a\*, b\* 값을 측정하였고 L\*값은 명도를 나타내며, 색은 a\*값과 Hue angle을 계산하였다. 과육 경도는 과피를 제거한 다음 적도부위에서 8mm flat-tipped probe를 사용 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific, Japan)로 경도를 측정하고 N으로 표시하였다. 가용성고형물 함량은 굴절당도계(PR-1, Atago, Japan)로 측정하였고, 산함량은 과즙을 희석 후 0.1N NaOH로 적정한 후 사과산 함량을 기준으로 계산하였다.

### 과실 호흡 및 에틸렌 발생량 측정

과실의 에틸렌 발생량 및 호흡 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 각각 FID 및 TCD가 장착된 gas chromatograph(Shimadzu, Japan)로 측정 후 계산하였다(Tamura 등, 2003).

### 생리장해 평가

생리장해는 과실 중앙부를 절단하여 절단면에서 장해발생 여부를 육안으로 관찰하여 판단하였다. 과육에 발생하는 갈변, 바람둥이, 수침증상은 건전과는 0, 과육면적의 20%미

만은 1, 40%미만은 2, 60%미만은 3, 80%이상은 5로 구분하였으며 flesh spot decay(FSD)는 건전한 경우 0, 붕괴가 1-2개는 1, 4-5개는 3, 8개 이상은 5로 구분하였다. 과실에 발생하는 갈변은 과심면적을 기준으로 건전한 것은 0, 20%미만은 1, 60%미만은 3, 80%이상은 5로 구분하여 장해지수를 측정 후 생리장해 항목별로 총합을 과실수로 나누어 지표와 발생유무에 따른 발생률을 산출하였다.

## 통계

본 실험에서는 SPSS 프로그램(version 14.0, SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA)을 사용하였다. 분산분석(ANOVA)은  $P < 0.05$ 의 유의수준에서 실행되었으며, 평균은 던킨의 다중범위 검정을 사용하여 차이를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

조기수확과를 대상으로 유통 후 품질조건을 비교한 결과, 유통온도와 관계없이 수송온도가 5°C로 설정되었던 과실의

감모율이 1°C에 비해 다소 높은 것으로 조사되었다. 그러나 유통온도가 25°C인 경우에는 18°C에 유통되는 경우보다 유의하게 높은 감모율을 보여 저온수송온도조건보다는 수송 이후에 조우하게 되는 상온유통 온도가 과실의 감모율에 더 큰 영향을 미치는 것으로 조사되어 현지유통온도관리의 중요성이 부각되었다(Table 1). 과실경도는 현지유통 중 14일간에는 처리에 관계없이 37.5-39.2N을 유지하여 비교적 높은 물성을 유지하였으나 유통 21일에는 5°C수송 및 25°C유통구의 경우 19.4N으로 하락되어 상품성을 완전히 상실하였다. 이 경우에도 상온유통의 온도가 18°C인 경우에는 37.9N을 유지하였는데 유통온도가 25°C인 경우의 경도 저하가 뚜렷하였다(Table 1). 적기수확과의 경우 조기 수확과와 마찬가지로 과실의 감모율은 수송온도가 5°C에서 유통온도가 25°C로 높았던 경우 유의하게 높은 감모율을 보였다(Table 2).

한편 과실경도는 조기수확과에 비하여 상온유통 중 상대적으로 낮은 경향을 보였는데 현지유통 7일간에는 최대 34.6N-최소 31.5N으로 나타났고 유통 14일 후에는 25.1N으

**Table 1.** Effects of transport and distribution temperatures on fruit quality indices during shelf life in early-harvested 'Wonhwang' pears.

Temp (°C) during		Shelf life (days)	Weight loss (%)	Firmness (N, 8 mm $\phi$ )	SSC (°Brix)	TA (%)
transport <sup>z</sup>	distribution					
-	-	-	-	40.5	10.7	0.19
1	18	7	4.0 c <sup>y</sup>	39.6 ab	11.8 a	0.19 a
	25		5.5 a	37.1 c	11.6 a	0.19 a
5	18		4.6 b	37.3 bc	11.6 a	0.20 a
	25		5.8 a	39.8 a	11.7 a	0.20 a
1	18	14	4.2 d	39.2 a	11.8 ab	0.20 ab
	25		6.7 b	37.5 a	11.5 bc	0.21 a
5	18		5.0 c	37.8 a	11.5 c	0.19 ab
	25		8.0 a	38.9 a	12.0 a	0.19 b
1	18	21	5.5 c	39.7 a	11.6 b	0.19 a
	25		9.0 b	28.5 b	12.3 a	0.20 a
5	18		5.9 c	37.9 a	12.3 a	0.19 a
	25		10.0 a	19.4 c	12.1 a	0.20 a
ANOVA <sup>x</sup>						
Distribution temp. (A)			***	***	NS	NS
Shelf life (B)			***	***	***	NS
(A) x (B)			***	***	***	NS

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 120 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at  $P < 0.001$ .

로 떨어져 경도유지가 조기 수확과에 비하여 상대적으로 어려운 것으로 조사되었다. 적기 수확 과실의 경우 조기 수확 과실에 비하여 유통온도가 25°C로 높았던 경우의 경도하락이 유의하게 단기간에 나타났으며 유통 21일 후에 과육이 분질되는 등(Table 6) 상품성을 상실하여 수출을 위한 과실 속도선별의 중요성이 크게 부각되는 결과라고 판단된다. 이는 유통 21일 후에 정상조직과 분질조직을 비교하여 경도를 조사하였던 결과, 정상조직의 경도는 27.0N으로 분질조직은 12.8N으로 분질조직의 경도가 유의하게 낮았던 점을 고려하고 유통 21일 후에 전체 과실을 대상으로 경도를 측정하였을 때 17N 이하의 경도를 보인 과실이 대부분 분질과로 나타났고 20N 이하로 떨어졌던 경우에는 식감이 떨어지는 것으로 조사되어(자료미제시) ‘원황’ 배의 상품성유지 기준 경도는 20N으로 추정되었다.

당도의 경우에는 만개 120일 후 수확하였던 조기수확 ‘원황’의 경우, 수확기의 당도가 10.7°Brix로 조사되었는데 28일의 수송기간과 21일간의 유통기간을 거치면서 최소 11.5에서 최대 12.3°Brix로 증가되어 과실을 일찍 수확하더라도

다소의 가용성고형물 증가가 목격되어 수출현지 유통에는 큰 문제가 없을 것으로 사료되었다(Table 1). 만개후 130일 수확과에서는 수확기의 당도가 12.4°Brix로 조사되었는데 28일의 수송기간과 21일간의 유통기간을 거치면서 최소 12.6에서 최대 13.4°Brix로 증가되었다(Table 2).

과실의 호흡량을 측정된 결과에서는 수송온도와 관계없이 18°C보다 25°C 유통온도에서 호흡률이 높았다. 에틸렌 발생량 측정결과 18°C에서는 에틸렌이 측정되지 않은 반면 25°C에서는 에틸렌이 측정되어 호흡에서 나타난 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 과피색을 측정된 결과 속도와 관계없이 명도를 나타내는 L\*값은 온도 및 유통기간에 따른 유의성은 없었으며, a\*값과 hue angle은 수송 및 유통온도에 따라 차이를 보여 5°C 수송과 25°C 유통온도에서 과피색이 짙게 조사되어 신선도가 상대적으로 떨어지는 것으로 평가되었는데 이는 상대적으로 고온에서 과실이 유통되었으므로 에틸렌 발생 및 호흡 증가의 영향으로 18°C 유통온도에 비하여 노화가 빠르게 진행된 결과로 추정된다(Table 3, 4).

공시하였던 ‘원황’ 배의 속도별 수송온도 및 유통온도에

**Table 2.** Effects of transportation and distribution temperatures on fruit quality indices during shelf life in ‘Wonhwang’ pears harvested at optimum maturity.

Temp (°C) during		Shelf life (days)	Weight loss (%)	Firmness (N, 8 mmφ)	SSC (°Brix)	TA (%)
transport <sup>z</sup>	distribution					
-	-	-	-	37.7	12.4	0.17
1	18	7	3.5 c <sup>y</sup>	34.0 a	12.7 a	0.17 a
	25		4.7 b	33.8 a	13.0 a	0.18 a
5	18		3.7 c	34.6 a	13.0 a	0.18 a
	25		5.4 a	31.5 b	12.9 a	0.17 a
1	18	14	4.0 c	32.5 a	12.6 c	0.17 ab
	25		7.2 a	25.1 c	13.4 a	0.15 b
5	18		4.5 b	32.4 a	12.8 bc	0.18 a
	25		7.7 a	28.7 b	13.1 ab	0.17 a
1	18	21	4.7 c	29.5 a	12.8 a	0.16 a
	25		9.3 c	15.1 b	12.7 a	0.17 a
5	18		5.2 b	31.7 a	12.8 a	0.18 a
	25		10.5 a	17.8 b	12.8 a	0.18 a
ANOVA <sup>x</sup>						
Distribution temp. (A)			***	***	*	NS
Shelf life (B)			***	***	***	NS
(A) x (B)			***	***	*	NS

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 130 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at P<0.05 or P<0.001, respectively.

**Table 3.** Effects of transportation and distribution temperatures on skin color difference, ethylene and respiration rate during shelf life in early-harvested 'Wonhwang' pears.

Temp (°C) during		Shelf life (days)	L*	a*	Hue angle	Ethylene ( $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ )	Respiration ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ )
transport <sup>z</sup>	distribution						
-	-	-	60.9	-0.5	90.8	0.00	2.16
1	18	7	61.9 b <sup>y</sup>	6.9 b	80.7 a	0.00 a	1.15 a
	25		61.4 b	6.1 b	81.7 a	0.00 a	1.27 b
5	18	7	63.0 a	8.1 a	79.1 b	0.00 a	0.93 d
	25		62.2 ab	8.8 a	78.3 b	0.00 a	1.49 a
1	18	14	61.5 b	6.8 d	80.7 a	0.01 b	1.62 b
	25		61.6 b	8.3 c	78.9 b	0.09 a	2.29 a
5	18	14	62.9 a	10.2 b	76.8 c	0.00 b	1.52 b
	25		62.8 a	11.6 a	74.8 d	0.12 a	2.34 a
1	18	21	62.9 b	8.9 c	78.1 a	0.00 c	1.32 b
	25		62.0 c	11.7 b	74.6 b	0.17 a	2.06 a
5	18	21	63.6 a	12.2 b	74.3 b	0.00 c	1.04 c
	25		62.6 bc	13.4 a	72.7 c	0.14 b	2.11 a
ANOVA <sup>x</sup>							
Distribution temp. (A)			***	***	***	***	***
Shelf life (B)			***	***	***	***	***
(A) x (B)			NS	***	***	***	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 120 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*\*\*, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at P<0.001.

**Table 4.** Effects of transportation and distribution temperatures on skin color difference, ethylene and respiration rate during shelf life in 'Wonhwang' pears harvested at optimum maturity.

Temp (°C) during		Shelf life (days)	L*	a*	Hue angle	Ethylene ( $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ )	Respiration ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ )
transport <sup>z</sup>	distribution						
-	-	-	62.5	4.6	83.6	0.18	1.10
1	18	7	63.9 a <sup>y</sup>	9.4 bc	77.8 a	0.00 a	1.44 c
	25		62.5 b	8.9 c	78.3 a	0.00 a	2.55 a
5	18	7	63.4 a	10.8 ab	76.0 b	0.00 a	1.22 d
	25		63.1 ab	11.7 a	74.8 b	0.00 a	2.31 b
1	18	14	63.1 a	9.8 b	77.0 a	0.00 c	1.46 b
	25		62.8 a	13.6 a	72.8 a	0.23 a	1.75 a
5	18	14	63.4 a	10.8 b	76.0 b	0.00 c	1.39 b
	25		63.3 a	13.3 a	72.9 b	0.14 b	1.77 a
1	18	21	63.5 a	12.7 ab	73.7 ab	0.00 c	1.45 c
	25		63.0 a	13.8 a	72.2 a	0.18 a	2.16 a
5	18	21	64.2 a	12.1 b	74.4 b	0.00 c	1.30 d
	25		63.5 a	13.7 a	72.4 b	0.13 b	1.83 b
ANOVA <sup>x</sup>							
Distribution temp. (A)			NS	***	***	***	***
Shelf life (B)			**	***	***	***	***
(A) x (B)			NS	***	***	***	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 130 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*\*, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at P<0.01 or P<0.001, respectively.

다른 생리장해의 발생을 검토한 결과 만개 후 120일에 수확하여 공시한 조기수확 과실의 경우, 만개 후 130일에 수확하여 공시한 적기수확 과실에 비해 생리장해의 발생이 유의하게 낮은 경향을 보였다(Table 5). 즉 ‘원황’배의 유통중 발생하는 가장 큰 문제점인 수침과의 발생이 유통 21일간 전혀 없었다. 이는 기존에 보고되었던 0°C 저장에서 저온피해에 의한 수침과 발생때문에 15°C에 저장하여 유통하는 것이 바람직하다는 보고와는 상이한 결과(Lee 등, 2002)를 보였다. FSD의 발생은 수송 및 저장온도와는 관계없이 상온유통기간 연장과 함께 유의하게 증가하였고 조기수확과보다 적기수확과에서 발생률과 증상이 심하게 나타나 수확시기 또한 FSD 발생과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 바람들이 및 과심갈변은 이산화탄소 축적 및 노화에 의한 장애로 보고되고 있고(Larrigaudière 등, 2004; Shim 등, 2007) 과육연화는 특정 세포벽 물질의 분해에 의한 것으로 알려져 있다(Murayama, 2002; Yoo 등, 2002). 본 실험의 결과 바람들이 및 과심갈변 발생은 유통기간의 연장 및 25°C 유통온도에서 발생지수가 높았고 조기수확과 보다 적기수확과에서 증상이

심하게 나타났다(Table 5, 6). 증상이 심하게 발생한 처리구에서는 에틸렌 발생 및 호흡의 증가를 보였으며, 다른 처리구에 비해 경도의 감소와 성숙이 촉진되어 노화 및 과육 연화 때문으로 사료된다. 전체적인 생리장해 발생은 적기수확과의 경우에는 조기수확과에 비해 유의하게 빠르게 진행되어 유통 7일에 최소 63.3%의 바람들이 발생 및 최소 53.3%의 FSD 발생을 보였다(Table 6). 또한 과실의 생리장해 발생의 경중을 조사한 결과에서도 만개후 130일에 수확한 적기수확과의 경우에는 만개후 120일에 수확한 조기수확과에 비해 2배 이상의 심도를 보였다(자료미제시).

따라서 본 실험 결과를 종합적으로 검토할 때 수출용 ‘원황’의 경우 만개후 120일에 수확하는 것이 수송과 현지 유통기간을 거치면서 나타나는 품질요인의 악화를 방지하는데 유리하다고 판단된다. 즉 다소 미숙한 상태의 ‘원황’ 배는 수확 당일에는 당도가 낮고 착색도가 떨어지는 것으로 보이더라도 저온장기수송 및 유통기간 중 상대적 고온에 의하여 당도가 최소 11.6°Brix까지 증가하였고 경도가 일정 수준으로 유지되어 식미가 우수하였다. 또한 상온유통기간 중

**Table 5.** Effects of transportation and distribution temperatures on the occurrence of physiological disorders during shelf life in early-harvested ‘Wonhwang’ pears.

Temp (°C) during		Shelf life (days)	Mealiness (%)	Water soaking (%)	Flesh spot decay (%)	Pithiness (%)	Core breakdown (%)
transport <sup>z</sup>	distribution						
-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	18	7	0.0	0.0	15.0 c <sup>y</sup>	40.0 a	0.0 a
	25		0.0	0.0	65.0 a	60.0 a	0.0 a
5	18		0.0	0.0	50.0 ab	0.0 b	0.0 a
	25		0.0	0.0	35.0 bc	45.0 a	0.0 a
1	18	14	0.0	0.0	40.0 a	50.0 b	0.0 b
	25		0.0	0.0	45.0 a	95.0 a	5.0 b
5	18		0.0	0.0	50.0 a	70.0 ab	0.0 b
	25		0.0	0.0	45.0 a	90.0 a	45.0 a
1	18	21	0.0	0.0	53.3 a	70.0 b	6.7 c
	25		0.0	0.0	56.7 a	83.3 ab	60.0 b
5	18		0.0	0.0	58.6 a	100.0 a	10.0 c
	25		0.0	0.0	46.7 a	83.3 ab	90.0 a
ANOVA <sup>x</sup>							
Distribution temp. (A)			-	-	NS	***	***
Shelf life (B)			-	-	***	***	***
(A) x (B)			-	-	NS	***	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 120 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at P<0.001.

**Table 6.** Effects of transportation and distribution temperatures on the occurrence of physiological disorders during shelf life in 'Wonhwang' pears harvested at optimum maturity.

Temp (°C) during transport <sup>z</sup>		Shelf life (days)	Mealiness (%)	Water soaking (%)	Flesh spot decay (%)	Pithiness (%)	Core breakdown (%)
	distribution						
-	-	-	0.0	0.0	25.0	5.0	5.0
1	18	7	0.0 a <sup>y</sup>	3.3 a	53.3 b	63.3 a	0.0 a
	25		0.0 a	3.3 a	73.3 ab	86.7 a	0.0 a
5	18		0.0 a	3.3 a	86.7 a	86.7 a	0.0 a
	25		0.0 a	3.3 a	60.0 b	76.7 ab	0.0 a
1	18	14	0.0 a	0.0 a	86.7 a	73.3 b	10.0 b
	25		0.0 a	3.4 a	72.4 a	89.7 ab	31.0 a
5	18		0.0 a	3.3 a	86.7 a	86.7 ab	0.0 b
	25		0.0 a	0.0 a	83.3 a	93.3 a	36.7 a
1	18	21	0.0 b	5.0 a	70.0 a	90.0 a	15.0 b
	25		55.0 a	0.0 a	27.8 b	100.0 a	94.4 a
5	18		0.0 b	0.0 a	94.7 a	100.0 a	0.0 b
	25		45.0 a	10.0 a	70.0 a	95.0 a	100.0 a

ANOVA<sup>x</sup>

Distribution temp. (A)

\*\*\*

NS

\*\*

\*

\*\*\*

Shelf life (B)

\*\*\*

NS

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

(A) x (B)

\*\*\*

NS

\*\*

NS

\*\*\*

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 130 days after full bloom and transported for 28 days as a simulated exportation at two temperature regimes.

<sup>y</sup>Different letters represent statistical significance within each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup>NS, \*, \*\*, \*\*\* indicate non-significant and significant differences at P<0.05 or P<0.01, P<0.001, respectively.

문제가 되는 생리장해가 성숙과보다 낮은 것은 매우 바람직한 것으로 판단된다. 반면, 만개후 130일에 수확한 과실의 경우 당도 및 과중이 높아 상품적 가치는 높았지만 현지 유통기간 중에 과육의 분질 및 생리장해 발생이 심하여 상품성을 상실함은 물론 한국배의 이미지를 떨어뜨릴 수 있는 위험요소가 높은 것으로 판단되므로 수출배의 수확기 결정에 주의해야 할 것으로 사료된다.

생리장해 발생을 고려한 만개 후 120일 수확 '원황'의 상온 유통판매기간은 1°C로 수송되어 18°C로 유통되는 경우에는 21일간 품위 유지가 가능하지만 25°C에서 유통되는 경우에는 14일 이내가 한계유통기간으로 보이며 또한 만개 후 130일 수확과의 경우에는 상온유통 후 7일 이내로 보여 지므로 추후 '원황' 수출량을 늘리기 위해서는 생리장해 발생의 원인으로 생각되는 에틸렌과 호흡량 증가에 따른 이산화탄소 축적 억제 및 과육 붕괴현상인 FSD에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 초 록

본 실험은 만개후 120일, 130일에 수확 후 과실의 속도별 적정수송온도 및 유통온도의 설정을 위하여 유통기간 중 과실의 품질과 생리장해 발생을 조사하여 상온보구력을 측정하였다. 미숙과는 유통 21일까지 처리구에서 경도를 유지하였으나 적숙과는 25°C 유통온도에서 과육이 분질되어 상품성을 상실하였다. 생리장해 발생은 적기수확과가 조기수확과에 비해 장해발생이 심하였고 이는 호흡과 밀접한 관계가 있었다. 유통기간 중 수송온도 보다 유통온도가 상온보구력에 큰 영향을 주었고 수송온도 또한 낮은 온도가 유리하였다. 과실의 품질과 생리장해 발생을 고려한 결과 조기수확과는 유통 21일까지 상품성을 유지하였으나 적기수확과는 7일 이내로 판단되었다.

**추가 주요어 :** 과심갈변, 경도, 과육 분질, 바람들이, *Pyrus pyrifolia* Nakai

## 인용문헌

- Blanpied, G.D. and E. Hansen. 1968. The effect of oxygen, carbon dioxide and ethylene on the ripening of pears at ambient temperatures. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 93:813-816.
- Franck, C., J. Lammertyn, Q.T. Ho, P. Verboven, B. Verlinden, and B.M. Nicolaï. 2007. Browning disorders in pear fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 43:1-13.
- Hong, S.S., Y.P. Hong, B.S. Im, D.S. Jeong, and I.S. Shin. 2004. Influence of picking stage and storage type on the fruit respiration change and panel test in 'Wonhwang', 'Hwasan', and 'Mansoo' pear. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22:55-62.
- Hwang, Y.S., I.Y. Park, and J.C. Lee, 2003. Potential factors associated with skin discoloration and core browning disorder in stored 'Niitaka' pears. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 44:57-61.
- Kader, A.A. 1989. Mode of action of oxygen and carbon dioxide on postharvest physiology of 'Bartlett' pears. *Acta Hort.* 258: 161-167.
- Larrigaudière, C., I. Lenthéric, J. Puy, E. Pintó. 2004. Biochemical characterisation of core browning and brown heart disorders in pear by multivariate analysis. *Postharvest Biol. Technol.* 31:29-39.
- 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.
- Lim, B.S., Y.S. Hwang, J.P. Chun, and H.W. Jung. 2007. Effect of storage temperature on the core breakdown of 'Wonhwang' and 'Niitaka' pear fruits. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25: 212-216.
- Moon, S.J., C.H. Han, B.S. Lim, C.H. Lee, M.S. Kim, and Y.S. Hwang. 2008. Effect of storage temperature and 1-MCP treatment on the incidence of flesh browning disorder in 'Wonhwang' pears. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:144-148.
- Murayama, H., T. Katsumata, O. Horiuchi, and T. Fukushima. 2002. Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods. *Postharvest Biol. Technol.* 26:15-21.
- Oh, S.W., H.Y. Kim, and D.O. Ko. 2009. Statistics of export and import in agricultural products. Information of Trade for Agricultural Products. KATI. Korea.
- Park, H.S., H.T. Lim, and Y.M. Park. 1994. Effect of fruit maturity on the quality of 'Tsugaru' apples during cold storage and simulated marketing. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 35:593-598.
- Shim, H.K., J.H. Seo, S.J. Moon, C.H. Han, K. Matsumoto, Y.S. Hwang, and J.P. Chun. 2007. Cell wall characteristics of pithiness tissues in 'Niitaka' pears during storage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:223-229.
- 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. Hort. Sci.* 72:372-377.
- Wang, C.Y., W.M. Mellenthin, and E. Hansan. 1971. Effect of temperature in development of premature ripening in Bartlett pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:122-126.
- Wills, R., B. Mcglasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. *Postharvest 4th edition.* University of New South Wales Press, Sydney.
- Yoo, W.J., D.H. Kim, D.H. Lee, and J.K. Byun. 2002. Changes in respiration rates, cell wall components and their hydrolase activities during the ripening of 'Whangkumbae' pear fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:43-46.