

## 수확시기에 따른 ‘원황’ 배 과실의 품질과 과심갈변에 미치는 영향\*

최진호\*\*\* · 임순희\*\*\* · 김성종\*\*\* · 이한찬\*\*\* ·  
권용희\*\*\* · 박용서\*\*\*\* · 정석규\*\*\*\*\* · 최현석\*\*

### Effect of Harvest Date on Fruit Quality and Core Breakdown of ‘Wonhwang’ Pears

Choi, Jin-Ho · Yim, Sun-Hee · Kim, Sung-Jong · Lee, Han-Chan ·  
Kwon, Yong-Hee · Park, Yong-Seo · Jung, Seok-Kyu · Choi, Hyun-Sug

This study was conducted on how the harvest time affect fruit quality, core breakdown, and taste of GA-pasted ‘Wonhwang’ pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit in order to verify the optimum harvest time. Harvest time included 110, 115, 120, 125, 130 days after full bloom (DAFB). Delayed fruit harvest increased fruit weight and content of soluble solids but decreased firmness, titratable acidity, and starch content. Harvest at 130 DAFB severely reduced fruit firmness and increased fruit core breakdown for 21 days at room storage, while harvest at 115 DAFB showed the opposite result of the fruit firmness and breakdown. Delayed fruit harvest reduced fruit taste, regardless of GA pasting on fruit. GA-pasted fruit showed reduced taste in advance compared to those of non GA-pasted fruit, regardless of the harvest time. Harvest at 120 DAFB would be suitable to maintain fruit quality and reduce core breakdown.

Key words : *fruit quality, GA, harvest time, room storage, wonhwang*

---

\* 본 연구는 국립원예특작과학원의 배 주요 신품종 숙기관정 기준 설정 개발과제(과제번호 : PJ009228)에 의하여 수행되었으며 대구가톨릭대학교의 지원에 의하여 이루어진 것임.

\*\* Corresponding author, 대구가톨릭대학교 원예학과(hchoiuark@gmail.com)

\*\*\* 국립원예특작과학원 배연구소

\*\*\*\* 목포대학교 원예과학과

\*\*\*\*\* 대구가톨릭대학교 원예학과

## I. 서 론

국내 배 재배면적은 만생종인 ‘신고’ 배가 약 80% 이상을 차지하는 지나친 편중 재배로 시기별 균형적인 과실의 공급물량에 문제가 되고 있다. 이에 수확출하 시기를 앞당기기 위하여 근래에 새로운 조생종 신품종들이 육성되어왔다. 1994년에 ‘조생적’과 ‘만삼길’을 교배하여 최종 선발 명명된 ‘원황’ 배는 8월 말에 수확되는 조생종의 중대과(566 g) 품종으로 과실의 성숙을 촉진시키기 위하여 지베렐린(GA) 등의 합성호르몬제를 처리하여 왔다(Kim et al., 1995). 하지만 ‘원황’ 배는 고온기인 여름철에 수확되므로 내생에틸렌의 발생과 GA 도포제 처리로 인한 과실당도와 보구력 저하 및 과심갈변이 유도되었다고 하였다(Kim et al., 1995). 이러한 상품성 감소는 미국과 대만 등의 배 수출시장에서 중국배와 품질 및 가격경쟁력 약화로 이어져 국내 배의 수출시장이 잠식될 우려가 되고 있다.

동양배는 같은 이과(pome fruit)인 사과(*Malus × domestica* Borkh.)와 달리 성숙시기에 다양한 호흡패턴을 보이고 있으며(Kitamura et al., 1981), ‘원황’ 배는 에틸렌 함량이 적지만 완만하게 증가하는 전형적인 호흡급등형(climacteric type) 과실로 알려져 있다(Hong et al., 2004). Lee 등(2012)은 완숙과(만개 후 135일)인 ‘원황’ 배를 수확 후에 1.0 ppm의 1-MCP 처리로 호흡량을 억제하여 과실경도를 2배 이상 증가시켰다고 하였다. 또한 ‘원황’을 예냉(10 °C, 1일) 처리 후 상온 유통하면 7~10일 정도의 상온 유통 연장효과가 있었다고 하였다. 농가에서는 햇배 출하를 앞당기고 과실비대 촉진을 목적으로 GA를 정량보다 많은 양으로 사용하고 있는 실정이다. 하지만 GA로 처리된 ‘원황’ 배의 상온 보관 기간이 장기화 되면서 과심갈변과 발생과 품질저하 등의 문제가 심화되고 있으며, 이에 적숙기 보다 5~10일 정도 조기 수확하여 상품성 유지를 연장시키는 방법이 권고되고 있다(Lee et al., 2012; Lim et al., 2007; Oh et al., 2010). ‘신고’ 배의 경우 농가에서 과다하게 사용하고 있는 GA(75 mg) 보다 적은 양으로 살포하여도 과실경도를 유지하면서 크기를 증가시켰다고 하였다(Choi et al., 2013). 현재 조생종 배 농가에서 많이 사용하고 있는 GA제를 배제하고 과실의 크기를 증가시킬 수 있는 재배기술에는 현실적인 한계에 부딪히고 있는 실정이다. 따라서 조생종인 ‘원황’ 배에 GA 도포량을 관행 보다 감소시키면서 수확시기를 조절하여 보다 친환경적인 과실을 생산해야 하는 것이 현실적인 접근 방법일 것으로 판단된다. 이에 본 시험은 GA 처리된 ‘원황’ 배 과실을 수확시기를 달리하였을 때 과실의 품질과 상온유통 기간 동안 과육의 연화와 과심갈변 그리고 기호도가 어떻게 변화 되는 지를 조사하고자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험재료 및 처리내용

국립원예특작과학원 배연구소에 소재한 시험포장에서 14년생 '원황' 배나무를 이용하여 2013년에 수행하였다. 재식거리는 6.0 m × 3.0 m(556 주/ha)의 Y자 수형으로 재배되는 포장이었다. 배나무의 뿌리가 주로 분포되어 있는 0~30 cm 깊이의 토성은 양토가 다소 섞여 있었으나 대부분 사양토로 구성되어 배수가 양호한 토양이었다. 배나무의 만개기는 2013년 4월 21일에 관측되었다. 만개 45일 후인 유과기 때 성장조절제인 GA를 주 당 50 mg으로 과대에 도포하여 관행에서 사용되는 것보다 적은 양을 투입하였다. 배나무 재배는 자연초생을 이용하여 녹비로 투입하는 친환경적으로 재배되는 과원이었으며, 퇴비를 이용하여 매년 부족한 양분량을 보완하였다. 병충해 약제도 관행에서 살포되는 횟수보다 적게 살포하였다.

시험처리는 수확일수를 달리한 것으로, 만개 후 110, 115, 120, 125, 130일(110, 115, 120, 125, 130 DAFB)에 총 3주(tree)에 착과되어 있는 과실을 수확하는 것을 포함하였다. 이후 수확한 과실의 품질 변화와 과심갈변율, 그리고 기호도를 조사하였다.

### 2. 조사방법

각 수확시기에 한 주당 병해충이 없는 건강한 10과를 무작위로 선택하여 과실의 신선중(g)을 전자저울로 측정하였다. 이후에 과피의 양쪽 중앙부위의 껍질을 얇게 제거하여 과실의 가용성고형물 함량(soluble solids contents, SSC; °Bx)을 디지털 굴절당도계(Refractrometer, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 과실경도는 probe가 장착된(8 mm 직경, 11.1 mm 길이) 경도계(FT 327, Facchini SRL, Alfonsine, Italy)로 관찰하였다.

과실의 산도는 10 ml의 착즙된 과즙으로 0.3 M NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 함량(%)을 구하였다. 과실의 전분은 요오드시험(iodine test)으로 조사하였는데, 반으로 절단한 과육 표면에 요오드용액을 충분히 도포하여 과육이 흑색으로 잔존해 있으면 9점(미숙과)으로 흑색이 남아 있지 않으면 1점(완숙과)으로 수치를 부여하여 전분지수(starch index)로 표현하였다(Fig. 1).

상온 유통 경과 일수에 따른 과실의 경도, 과심갈변, 기호도를 측정하기 위하여 상온(20 ± 5°C)에서 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21일째에 조사하였다. 각 경과일수에 무작위로 3과씩 꺼내어 조사하였다. 수확시기가 가장 빨랐던 만개 후 110일에 수확한 과실은 미숙과의 특성이 뚜렷하여 상온 유통 경과일수에 따른 조사 대상에서 제외하였다. 과실의 기호도는 3명의 인원을 선정하여 과실을 시식한 후에 과육이 아삭아삭하고 신선감이 있으면 +++, 신선감은 약간 떨어지지만 이취감이 없으면 ++, 그리고 과육의 분질화 및 이취감이 심하면 +를 부여

하였다. GA가 처리되지 않은 과실도 무작위로 추출하여 수확시기별(120, 125, 130, 135 DAFB)로 기호도를 조사하였다.

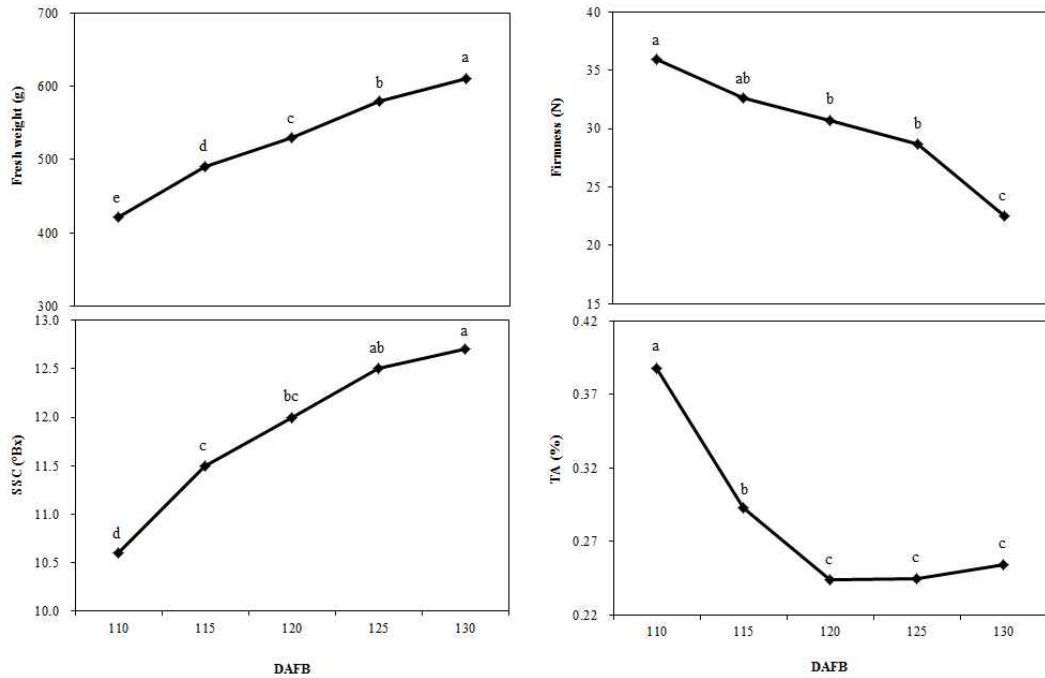


Fig. 1. Fruit characteristics of GA-pasted 'Wonhwang' pear trees as affected by harvesting at days after full bloom (DAFB) in 2013. Different lower-case letters on each datum point at each hours after harvesting indicate significant differences as determined by Duncan's multiple range test at  $P < 0.05$  ( $n = 3$ ).

### 3. 자료분석

수확시기에 따른 과실품질 조사와 상온유통 기간 동안의 과실조사(경도, 과심갈변, 기호도)는 처리 당 한 주에 각각 10과와 3과를 무작위로 선택하여 평균을 내어 1반복으로 계산하였고, 완전임의 배치법 3반복(3주)으로 구성하였다. 조사 자료의 유의성 분석은 평균간 분산분석으로 SAS 프로그램(SAS version 8/2, Cary, USA, 2001)으로 95% 수준에서 Duncan's new range test로 수행하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 수확시기에 따른 과실특성 조사

수확시기가 지연될수록 내생호르몬인 에틸렌의 증가로 과실의 완숙이 진전되는 현상이 '감천', '추황배', '한아름', '만풍배', '신고' 배에서 보고되었고(Hwang et al., 2001; Kim et al., 2013; Oanh et al., 2012), 본 시험에서도 이러한 후숙 현상이 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 1). 수확시기가 늦어지면 과중이 증가하는 경향이 유의성 있게 나타나서 동양배의 단일 S 자형 성장곡선의 전형적인 유형을 보였다( $R^2=0.981$ ). 만개 후 130일(130 DAFB)에 수확된 과실의 평균과중은 610 g으로 110일에 수확된 과실보다 약 190 g 정도 비중이 높았다. 과실의 당도도 과중과 비슷하게 수확시기가 지연될수록 증가하는 경향을 보였다( $R^2=0.948$ ). 특히 만개 후 120일 이전에 수확된 과실의 당도는  $12.0^\circ\text{Bx}$ 로 배 고유의 단맛을 나타내는 성숙도에 미흡 되는 수준을 보였다. 과실의 경도는 수확시기가 늦어질수록 크게 감소하는 경향이 관찰되었다( $R^2=0.945$ ). 수확시기의 지연은 과실의 조직을 붕괴시키고 호흡과 내생에틸렌 발생량이 증가하여 과실의 연화가 진전 된다고 하였는데(Watkins et al., 1989), 본 시험에서도 그러한 결과가 확인되었다. 과실의 산도는 당도가 증가하면서 감소하는 전형적인 과실완숙 과정을 보였다. 만개 후 120일까지 감소하다가 그 이후에 수확된 과실산도의 함량감소는 더 이상 관찰되지 않았다. 과실의 전분지수 또한 수확시기가 늦어질수록 감소하였고( $R^2=0.921$ ) 만개 후 125일 이후에 수확된 과실(125 DAFB, 130 DAFB)의 전분지수는 비슷하였다(Fig. 2). GA가 처리되지 않은 '원황' 배의 에틸렌 함량과 호흡량은 만개 후 130일에 수확하였을 때 상온 유통 시 크게 증가하였다고 하였다(Lee et al., 2012). 본 시험에서 GA 처리된 과실의 경우 만개 후 125일 이후에 과실품질이 급속히 감소되는 경향을 보여서 적정 수확 시기는 120~125일 사이일 것으로 예측되었다.



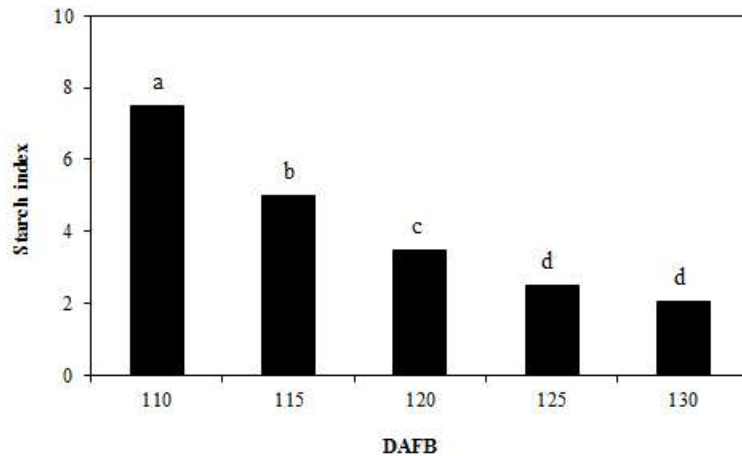


Fig. 2. Starch index of GA-pasted 'Wonhwang' pear fruit as affected by harvesting at days after full bloom (DAFB) in 2013. Different letters above bars indicate significant difference between treatments as determined by Duncan's multiple range test at  $P < 0.05$  ( $n = 3$ ).

## 2. 상온유통 경과일수에 따른 과실경도와 과심갈변 및 기호도 변화

GA 처리는 과실의 세포신장을 증가시키는 한편 세포벽 구성물질인 알코올 불용성고체와 세포벽의 펙틴을 결합하는 칼슘함량이 감소되어 세포벽의 붕괴를 가져와서 과육연화를 촉진시킨다고 알려져 왔다(Choi et al., 2013; Fry, 2004; Manganaris et al., 2006; Yoo et al., 2002). 본 시험에서도 상온 유통기간이 경과할수록 GA 처리된 과실의 경도는 수확시기에 상관없이 급속히 감소되었다( $R^2=0.995$ ; Fig. 3). 특히 만개 후 130일에 수확한 과실의 경도는 상온 21일 동안 100% 이상 감소되어 과실의 상품성 저하가 확연하게 관찰되었다. Oh 등 (2010)은 '원황' 배 과실의 경도가 20 N 이하로 떨어졌을 경우 과육의 분질화(부패화)가 진전되어 가식수준의 기준 경도를 20 N으로 제시하였다. 본 시험에서 상온 21일 동안 만개 후 115일과 120일에 수확된 과실의 경도는 20 N 이상으로 관찰되어 '원황' 배 고유의 상품성을 유지한 것으로 판단된다. 이와는 반대로 만개 후 130일에 수확된 과실은 상온유통 3일째 되던 날부터 20 N 이하의 과육경도를 보여서 식미감이 크게 저하된 것으로 나타났다.

호흡급등형 과실로 분류되는 '원황' 배는 수확시기가 지연될수록 호흡량과 에틸렌함량이 증가하여 폴리페놀의 산화 등의 원인이 되어 과육의 연화 및 과심갈변 증상이 더욱 심화된다고 하였다(Hong et al., 2004). 본 시험에서도 GA 처리된 과실의 과심갈변과 현상은 상온 유통기간이 지속될수록 수확시기에 관계없이 크게 증가하였다( $R^2=0.928$ ; Fig. 4). 만개 후 130일에 수확하였을 때에는 과심갈변과 발생이 9일째 되던 날에 처음 관찰되었고, 21일이 경과하였을 때에는 약 35.7%로 가장 높은 발생율을 보였다. 반대로 가장 빨리 수확되었던

만개 후 115일 수확과는 15일이 경과한 후에 과심갈변과가 2.3%로 관찰되었다. 적정 수확 시기로 판단되는 만개 후 120일과 125일의 과심갈변과 비교에서는 만개 후 120일에 수확된 과실이 유통기간 동안 갈변율이 낮아서 과실품질과 함께 적정 수확시기로 판단되었다.

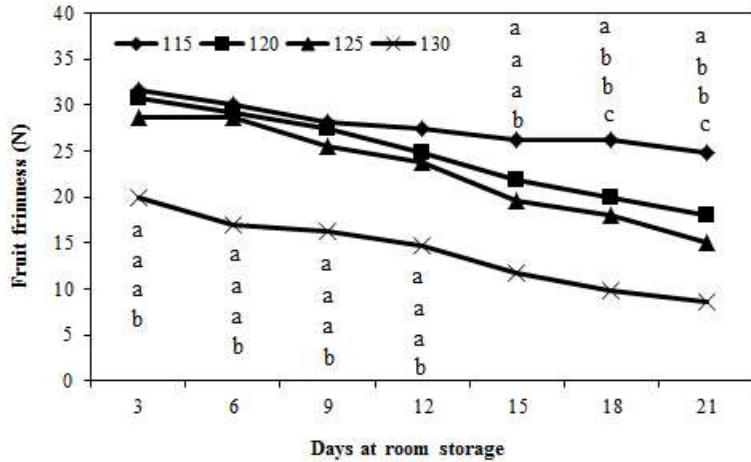


Fig. 3. Fruit firmness of GA-pasted ‘Wonhwang’ pear trees as affected by harvesting at days after full bloom (DAFB) in 2013. Different lower-case letters on each datum point at each days after harvesting indicate significant differences as determined by Duncan’s multiple range test at  $P < 0.05$  ( $n = 3$ ).

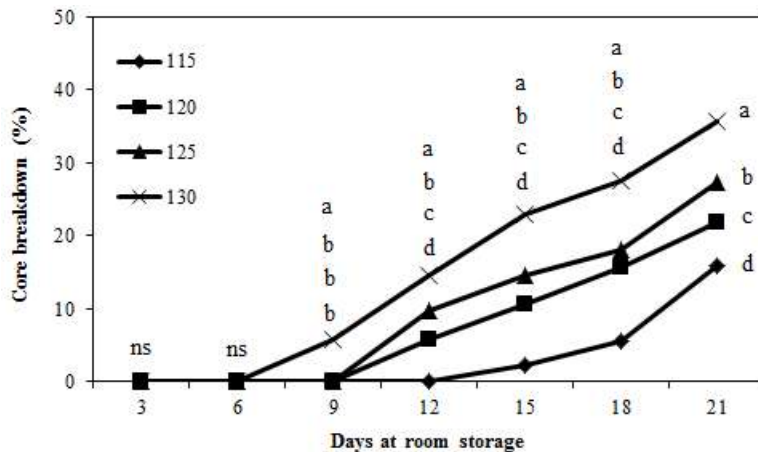


Fig. 4. Fruit core breakdown of GA-pasted ‘Wonhwang’ pear trees as affected by harvesting at days after full bloom (DAFB) in 2013. Different lower-case letters on each datum point at each days after harvesting indicate significant differences as determined by Duncan’s multiple range test at  $P < 0.05$  ( $n = 3$ ). NS, no significant difference.

비호흡급등형 과실인 ‘신고’ 배를 GA 처리하였을 때 상온 보관 30일 후에 과육분질화는 GA 무처리 과실과 비교하여 10.2% 증가하였다(Choi et al., 2013). 본 시험에서 과실의 기호도는 상온 유통 경과 6일 동안에는 GA 처리과와 무처리 과에서 수확 시기에 따른 차이가 없었고, 그 이후에는 식미감의 감소가 관찰되어 호흡량의 급등이 미미한 ‘신고’ 보다 분질화가 빠르게 진행되는 것이 확인되었다(Table 1). GA 처리과에서 만개 후 120~130일에 수확된 과실은 식미감이 다소 떨어지는 경향(++)이 GA 무처리 과실 보다 6~9일 정도 일찍 관찰되었다. Lee 등 (2012)은 GA가 처리되지 않은 ‘원황’ 배를 만개 후 130일에 수확하였을 때 과육경도는 상온 유통 14일 동안 크게 감소하지는 않았지만 21일이 경과한 후에는 1/4 수준이하로 감소하였다고 하였다. 본 시험에서도 만개 후 130일에 수확된 GA 무처리 과실에서는 식미감이 우수한 상태(+++)가 유통 경과 15일 동안 유지되었던 반면에, GA 처리과에서는 이를 유지하기 위해서는 만개 후 115일 이전으로 수확시기를 앞당겨야 할 것으로 판단되었다. ‘원황’ 배의 과심갈변 현상은 저장 및 유통온도가 높을수록 그 발생량이 심함으로 선과 및 수출작업 후에는 가능한 낮은 온도로 보관하여 수출시장 확보에 주력하여야 한다(Hong et al., 2004). 또한 저온저장에 의한 장해보다는 수확 후에 온도누적이 증가할수록 호흡량의 증가로 과심갈변이 심하게 발생되므로 유통과 판매과정에서 과실의 온도관리가 중요하다(Lim et al., 2007). 하지만 GA를 처리한 적숙과와 완숙과에서는 그러한 과심갈변 억제에 대한 저장효과가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이에 따라 GA로 처리된 과실은 만개 후 120일에 수확과 동시에 예냉과 저온저장을 병행하여야 과실의 식미감(12°Bx 이상)과 상품성을 상온유통 시 장기간 연장시킬 수 있을 것으로 사료된다. GA 처리된 ‘원황’ 과실을 저온저장과 수확 후 1-MCP 등을 처리하였을 때 품질 변화와 호흡량을 조사하는 것이 추후 연구에서 필요할 것으로 생각된다. 또한 만개 후 120일에 수확한 과실을 이용하여 GA 도포량을 달리하여 GA의 과량사용을 막을 수 있는 친환경적인 과실의 안정생산에 기여할 수 있는 연구가 논의되어야 할 것으로 판단된다.

Table 1. Panel tasting of GA- and non-GA-pasted ‘Wonhwang’ pear fruits on 3, 6, 9, 12, 15, 18, and 21 days at room temperature and harvest days after full bloom (DAFB)

Pasting	DAFB	Days at room storage						
		3	6	9	12	15	18	21
GA	115	+++*	+++	+++	+++	++	++	++
	120	+++	+++	+++	++	++	+	+
	125	+++	+++	+++	++	++	+	+
	130	+++	+++	++	++	+	+	+
Non-GA	120	+++	+++	+++	+++	+++	++	++
	125	+++	+++	+++	+++	+++	++	++
	130	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
	135	+++	+++	+++	++	+		

\* +++, ++, and + indicated for excellent, good, and poor taste of the fruit, respectively.



## IV. 적 요

본 시험은 GA로 처리된 '원황' 배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)를 수확시기를 달리하였을 때 과실품질, 과심갈변, 그리고 기호도가 어떠한 영향을 받는지와 이에 적절한 수확시기를 규명하고자 수행되었다. 시험 처리는 만개 후 110, 115, 120, 125, 130일에 수확한 것을 포함하였다. 수확시기가 지연될수록 과중과 당도는 증가한 반면에 과육경도와 산도 그리고 전분함량은 감소하였다. 상온보관 21일 동안 만개 후 130일에 수확된 과실의 과육경도는 크게 감소하였고 과심갈변 증상은 심화된 반면에 115일에 수확된 과실의 경도와 과심갈변의 감소는 천천히 진행되었다. 수확시기의 지연은 GA 처리와 상관없이 과실의 기호도를 감소시켰다. GA 처리과의 기호도 감소는 수확시기에 관계없이 GA 무처리 과실 보다 일찍 관찰되었다. 만개 후 120일에 수확을 하는 것이 GA로 처리된 과실의 품질 유지와 과심갈변 억제에 위하여 효과적인 수확시기로 판단된다.

[Submitted, November. 4, 2014 ; Revised, November. 17, 2014 ; Accepted, January. 5, 2015]

## Reference

1. Choi, J. J., J. H. Choi, J. H. Han, H. S. Choi, and S. K. Jung. 2013. Postharvest behavior of 'Nuitaka' pear fruit as affected by GA pasting. *J. Food Agric. Environ.* 11: 530-533.
2. Fry, S. C. 2004. Primary cell wall metabolism: Tracking the careers of wall polymers in living plant cells. *New Phytol.* 161: 641-675.
3. Hong, S. S., Y. P. Hong, B. S. Im, D. S. Jung, 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.
4. Hwang, Y. S., J. P. Chun, J. C. Lee, and J. H. Seo. 2001. Storage response of 'Kamchun' and 'Chuhwang' pears by harvest dates. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19: 48-53.
5. Kim, W. C., H. S. Hwang, Y. U. Shin, D. K. Lee, S. J. Kang, I. S. Shin, B. D. Cheon, J. Y. Moon, J. H. Kim, and S. B. Kim. 1995. "Wonwhang", sweet and large sized pear cultivar with bright yellowish brown skin. *Horticulture Abstract for Korean Soc. Hortic. Sci.* 13(Supplement I): 174-175.
6. Kim, Y. K., S. S. Kang, K. S. Cho, J. H. Song, R. Sherzod, and H. S. Choi. 2013. Shelf-life comparison of 'Manpungbae' fruit between harvest time and fruit size under 20°C.

- Kor. J. Intl. Agri. 25: 68-72.
7. Kitamura, T., T. Iwata, T. Fukushima, Y. Furukawa, and T. Ishiguro. 1981. Studies on 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.
  8. Lee, U. Y., K. Y. Oh, S. J. Moon, Y. S. Hwang, and J. P. Chun. 2012. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruit quality and occurrence of physiological disorders of Asian pear (*Pyrus pyrifolia*), 'Wonhwang' and 'Whasan', during shelf-life. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30: 534-542.
  9. 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 'Naitaka' pear fruits. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25: 212-216.
  10. Manganaris, G. A., M. Vasilakakis, G. Diamantidis, and I. Mignani. 2006. Effect of in-season calcium applications on cell wall physicochemical properties of nectarine fruit (*Prunus persica* var. nectarine Ait. Maxim) after harvest of cold storage. J. Sci. Food Agric. 86: 2597-2602.
  11. Oanh, V. T. K., U. Y. Lee, J.H. Choi, H. C. Lee, and J. P. Chun. 2012. Changes of fruit characteristics and cell wall component during maturation and ripening in Asian pear 'Hanareum', 'Manpungbae', and 'Naitaka' (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30: 345-356.
  12. 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. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28: 434-441.
  13. Watkins, C. B., J. H. Brown, and V. J. Walker. 1989. Assessment of ethylene production by apple cultivars in relation to commercial harvest dates. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 17: 327-333.
  14. 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.