

배 신품종 '창조'의 성숙 중 품질 요인 변화 및 수송온도 환경에 따른 반응성

이육용¹ · 최진호¹ · 안영직² · 천종필^{3*}

¹국립원예특작과학원 배연구소, ²배재대학교 산학협력단, ³충남대학교 원예학과

Evaluation of the Fruit Quality Indices during Maturation and Ripening and the Influence of Short-term Temperature Management on Shelf-life during Simulated Exportation in 'Changjo' Pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai)

Ug-Yong Lee¹, Jin-Ho Choi¹, Young-Jik Ahn², and Jong-Pil Chun^{3*}

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

²Industry-academic Corp. Foundation, PaiChai University, Daejeon 302-735, Korea

³Dept. of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. In this study, we evaluated the changes of fruit quality indices during fruit development and ripening in Korean new pear cultivar 'Changjo', developed from a cross between 'Tama' and '81-1-27' ('Danbae' × 'Okusankichi') in 1995 and named in 2009, to determine appropriate harvest time and to enhance the market quality and broaden the cultivation area. The fruits of 'Changjo' pears harvested from 132 days after full bloom (DAFB) to 160 DAFB. Fruit growth and quality indices were monitored at 1 week interval by measuring fruit weight, length, diameter, firmness, and taste related quality indices. The calculated fruit fresh weight increased continuously with fruit development and reached to an average of 594g on Sep. 20 (160 DAFB). The ratio of length to diameter declines as fruit maturation progress, resulting in 0.898 for ripe fruit stage as a round oblate shape. Flesh firmness of 'Changjo' pears showed over 30N until 153 DAFB and then decreased abruptly with fruit ripening, reaching a final level of about 26.44N on 160 DAFB. Starch content of fruit sap was also decreased abruptly after 146 DAFB which decreased almost half of the fruits harvested at 139 DAFB. In parallel with the decrease of flesh firmness, ethanol insoluble solids (EIS) content decreased sharply with fruit ripens, only 50% of EIS was detected on the fruits harvested on 160 DAFB when compared to that of the fruits harvested on 139 DAFB (Aug. 30). The maximum value of soluble solids contents was observed in the fruits harvested on 153 DAFB, resulting in 14.2°Brix. The changes of skin color difference a* which means loss of green color occurred only after 139 DAFB, coincide with the decrease of SPAD value of the fruit skin. The sugars of the 80% ethanol soluble fraction consisted mainly of fructose, sorbitol, glucose and sucrose, also increased during maturation and ripening. Fructose and sucrose contents were larger than those of glucose and sorbitol in flesh tissues. These results were explained that stored starch is converted to soluble sugars during fruit maturation, mainly in fructose and sucrose increasing the sweetness of this cultivar. Total polyphenols were increased up to middle of fruit maturation (146 DAFB) and then decreased continuously until the end of fruit maturation. Consequently, our results suggested that the commercial harvest time of 'Changjo' pears should not be passed 153 DAFB and late harvest of this cultivar would not good for quality maintenance during shelf-life. As a result of the post-harvest low-temperature acclimation experiment during the short-term transportation period, fruits harvested at 146 DAFB tended to maintain higher firmness after 14 days of simulated marketing at 25°C compared to fruits harvested at 153 DAFB regardless of temperature set. And, the slower the rate of decrease to the final transport temperature of 5°C, the higher the incidence of internal browning and ethylene production. Therefore, in order to suppress the physiological disorder and to maintain the fruit quality when exporting to Southeast Asia in the 'Chanjo' pears, it is desirable to lower the temperature of the fruits within a short time after harvest and to set the harvest time before 146 days after full bloom.

Additional key words : ethylene, firmness, respiration, ripening, soluble solids

*Corresponding author: jpchun@cnu.ac.kr

Received June 02, 2017; Revised September 13, 2017;

Accepted October 12, 2017

서 론

배 ‘창조’는 국립원예특작과학원에서 1995년 ‘수진조생’에 ‘81-1-27’을 교배하여 2009년에 최종 선발한 품종으로 검은무늬병에 저항성이며 성숙과의 과중은 700g 내외, 당도는 13°Brix로 식미가 매우 우수하다. 평균 숙기는 10월 2일(수원지방 기준)로 ‘신고’ 보다 10일 정도 빨라 추석이 조기에 도래할 때 유통이 가능하다는 점에서 유망 품종으로 대두되고 있다(Shin 등, 2011).

과실의 성숙시기 즉 수확 시기는 유통 중 품질유지 및 생리장해 발생에 결정적인 영향을 미친다. Jeong 등(1998)과 Hong 등(2004)은 품종과 과실의 성숙도에 따라 호흡 특성이 달라지고 호흡 특성과 관계없이 미숙기에 수확한 과실이 상온에서 보관된 것보다 저온 및 CA 조건에서 더 오래 저장되므로 각 품종별 수확시기 및 보관방법을 결정하는 것이 매우 중요하다고 하였다(Kim 등, 2002; Kim 등, 2003; Kim 등, 2007). 배 과실의 수확시기 결정 요인에는 과피색의 변화, 과육 경도, 호흡량 등의 지표표를 이용할 수 있으며 적절한 시기에 수확한 과실은 상온, 또는 고온 유통 중 급격한 품질 악화를 줄일 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Lee와 Chun, 2011; Lee 등, 2011; Oanh 등, 2012). 그러나, 최근 농가에 보급 중인 ‘창조’ 품종은 성숙생리 및 수확 후 생리 변화에 대한 보고가 없다.

온도는 원예산물의 수확 후 품질변화를 좌우하는 주요 요인이다(Brosnan과 Sun, 2001), 즉, 온도는 수확 후 과실의 품질 변화 항목 중 과실의 호흡량과 밀접한 관련이 있다. 품온이 높은 상태에서 수확된 과실의 온도관리는 상품성 유지에 매우 중요한 요소이다(Bachmann과 Earles, 2000). 사과에 있어서는 지연냉각을 통해서 장기 저장한 사과의 생리장해 경감 효과가 보고된 바 있다(DeLong 등, 2004). 동양배에 있어서도 유통 온도에 따른 호흡량 및 에틸렌 생합성과 같은 생리적 변화가 다르게 나타나므로(Lee 등, 2017), 과실품질의 변화를 늦추기 위해서는 수확 이후 저온조건에서 과실의 호흡량을 낮추는 조치가 필요하다(Oh 등, 2010).

이에 본 실험은 ‘창조’ (‘수진조생’ × ‘81-1-27’) 배의 성숙 및 연화생리를 이해하는 기초자료로 제공하고 단기 수확과정에서의 과실 품질 변화를 지연시킬 수 있는 수송온도 설정 방법을 연구하여 고품질 국내 육성 배의 생산 및 수출물량 확대에 기여하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 과실 재료 및 온도 처리

공시재료는 경기도 농업기술원 포장에서 2016년 4월

13일 만개 후 지베렐린 도포제 및 기타 생장조절제 처리를 하지 않은 과실을 대상으로 ‘창조’ 과실을 사용하였다. 성숙단계별 품질조사를 통한 수확시기를 판단하기 위하여 2016년 8월 23일(만개 후 132일)을 기준으로 하여 7일 간격으로 10개씩의 과실을 무작위로 채취하여 품질조사를 실시하였다. 모의수송온도 설정 실험용 과실은 만개 후 146일 및 만개 후 153일에 각각 50개씩의 과실을 사용하여 온도 처리를 실시하였다. 모의수송온도 반응성 실험은 과실을 5kg 들이 수출용 박스에 넣어 5일간 저온 인큐베이터에서 온도강하를 3가지로 실시하였다. 처리구는 25°C에서 1일간 경과 후 즉시 5°C로 강하한 후 4일간 저장한 구, 25°C에서 1일간 경과 후 15°C에서 1일간, 5°C로 3일간 저장한 구, 25°C에서 1일간 경과 후 20°C에서 1일, 15°C에서 1일, 10°C에서 1일, 5°C에서 1일 저장한 구 등 3가지 처리를 설정하였다. 이후 종이박스를 열고 대만지역 설정온도인 25°C(80% 상대습도)에서 14일간 보관한 후 과실의 품질을 아래와 같은 방법으로 분석하였다.

2. 과실 품질조사

과실발육 조사는 각 시기별로 수확된 과실을 과경을 제거한 후 저울로 과중을 측정하였고 과고 및 과폭은 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하였다. 수확된 과실은 25°C 상온에 1일 방치한 후 품질 조사를 실시하였다. 과실의 경도는 물성분석기(rheometer TMS-Pro, Food Technology Corp., USA)로 직경 8mm 측정봉을 이용하여 절단한 과실의 적도면에 수직으로 깊이 5mm까지 100mm/min의 속도로 최대압력을 측정하였다. 가용성 고형물(total soluble solids)은 각 개체를 무작위로 3그룹으로 나누어 과실 적도면의 동일부분을 잘라 4겹의 cheese cloth를 이용하여 착즙한 후 digital refractometer (PR-32 α , ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였다. 산함량은 과즙을 증류수로 40배 희석한 후 0.1N NaOH로 pH 8.3까지 적정하고 사과산 함량을 기준으로 계산하였다. 전분 함량은 착즙한 과즙 1mL를 증류수 4mL에 희석한 후 진단시약(KI 5%+ I 1% + 증류수)으로 발색하여 spectrophotometer를 이용하여 640nm에서 측정하였다. 과피색은 색도차계(CR-400, Minolta, Japan)을 이용하여 L*, a*, b* 값을 조사하였으며 이를 다시 arc-tan b*/a*로 hue angle(h*)를 환산하여 표기하였다. 과피의 클로로필 함량은 과피를 1mm 두께로 채취하여 SPAD(Minolta, Japan)로 측정하였다. 총폴리페놀은 20g의 과육을 80% 에탄올 200mL로 가열추출한 후 감압농축한 후 Folin-Dennis법(1912)으로 gallic acid를 표준물질로 정량하였다. 당분석은 에탄올추출액을 감압농축하여 membrane filter(0.45 μ m, Whatman)로 여과한 후 100% acetonitrile로 4배 희석하여

75% 혼합액을 만들고 NH2P-50 컬럼(Shodex, Japan)을 이용하여 RI detector (RID 10A, Shimadzu, Japan)를 장착한 HPLC (Younglin Instrument, Korea)로 분석하였다 (Chun 등, 2003). 알콜불용성 분획(EIS)의 추출은 조직에 에탄올을 넣고 80% 에탄올상태로 마쇄한 후 -20°C로 보관한 후 Huber(1984)의 방법으로 조제하였다. EIS 추출은 80% 에탄올 마쇄액을 취하여 20분간 가열한 후 miracloth (Calbiochem, USA)로 걸러 잔사를 취하고 chloroform:methanol 1:1액으로 수세한 후 80% 에탄올과 아세톤으로 세척하고 37°C에서 건조 후 사용하였다.

과실의 에틸렌 발생량 및 호흡량 측정은 각 처리구에서 무작위로 6과를 선택하여 3반복으로 3.4L용기에 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 등, 2003). 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 CoStat (CoHort Software, USA)를 사용 하였다. 평균치는 던컨의 다중범위 검정(5% level)을 사용하여 차이를 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 성숙에 따른 과실 생장 및 품질 인자의 변화

본 시험에 공시한 '창조'의 과실비대를 만개 후 132일부터 7일 간격으로 과실비대를 조사한 결과 생육기간

중 지속적으로 성장하는 패턴을 보였다. 착과 이후 생육일수가 증가함에 따라 과중은 증가하여 만개 후 153일에 503.9g, 만개 후 160일에 594.2g까지 성장하였다. 같은 기간에 조사하였던 과과와 과폭을 바탕으로 하는 과형비(L/D율)를 볼 때 과형은 0.9 수준으로 편원형으로 성장하는 패턴을 보였다(Table 1).

생육기간 중 과육의 경도는 감소하는 경향이였다. 경도는 생육일수가 증가함에 따라 급격하게 감소하였는데 만개 후 132일의 경도는 38.92N으로 매우 단단하였고 만개 후 139일에 37.08N, 만개 후 146일에는 34.09N, 만개 후 153일에는 32.58N으로 모두 30N 이상의 경도를 보였으나 만개 후 160일에는 26.44N으로 급격하게 낮아지면서 조직의 경도가 떨어지는 것으로 조사되어 시기는 생리적 성숙기가 경과된 완숙기로 판단되었다 (Table 1). 또한 '창조'의 경우 과육 경도는 만개 후 160일에는 급속히 경도가 감소하였으므로 과실의 수확시기가 늦을 경우에는 유통 중 품위유지가 매우 어려운 품종으로 생각되었다. 가용성고형물함량의 변화를 보면 만개 후 132일인 8월 23일에 이미 12.6°Brix까지 증가되었고 만개 후 153일에 최대치인 14.2°Brix로 조사되어 타 품종에 비해 조기에 가용성고형물이 축적되는 생리적 장점을 가진 품종이라 생각되었다. 이와 같은 양상은 산함량 조사 결과에서도 유사하게 나타났는데 과실 성숙기간 중 산도가 0.13-0.14% 정도로 균일하게 유지되는 등 산함량의 변화가 거의 없는 품질특성을 보였다(Table 1).

과실의 식감과 관련하여 세포벽함량을 조사하였던 결과, 과실비대가 증가하고 성숙기에 근접할수록 알코올불용성물질(ethanol insoluble substance, EIS)의 함량은 낮아지는 경향이었는데 만개 후 139일까지는 25.40mg·g FW⁻¹으로 높게 유지하다가 만개 후 146일부터 급격하게 감소하기 시작하여 만개 후 160일에 12.27mg·g FW⁻¹으로 절반 수준으로 떨어지는 결과를 보였다(Table 2). 이는 생육일수가 127일로 짧은 조생종 '한아름'에 비해서는 2배 정도 높은 수치였고, 완숙기 '만풍배'의 12.72 및 '신고'의 12.75mg·g FW⁻¹과 유사한 결과였다(Oanh

Table 1. Changes of fruit growth and quality indices during fruit maturation and ripening in 'Changjo' pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai).

Harvest date (DAFB)	Weight	Length	Diameter	Fruit shape	Firmness	Soluble solids	Titrateable acidity
	(g)	(L, mm)	(D, mm)	(L/D)	(N)	(°Brix)	(%)
132	305.3 d ^a	77.7 d	85.8 d	0.91 a	38.92 a	12.6 b	0.13 a
139	389.9 c	84.5 c	92.7 c	0.91 a	37.08 ab	13.5 a	0.13 a
146	472.3 b	88.8 bc	99.1 b	0.90 a	34.09 bc	13.9 a	0.14 a
153	503.9 b	93.8 ab	99.7 b	0.92 a	32.58 c	14.2 a	0.13 a
160	594.2 a	97.1 a	108.3 a	0.90 a	26.44 d	13.7 a	0.14 a

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

Table 2. Changes of quality indexes related to fruit texture and taste during fruit maturation and ripening in ‘Changjo’ pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai).

Harvest date (DAFB)	EIS	Starch	Monomeric sugars (ug·g FW ⁻¹)				Phenolics
	(mg·g FW ⁻¹)	(OD 540nm)	Fructose	Sorbitol	Glucose	Sucrose	(ug·g FW ⁻¹)
132	25.21 a	1.903 a	45.37 b	16.42 b	12.29 b	13.91 e	47.04 c
139	25.40 a	1.803 a	43.37 b	19.16 a	10.41 c	23.01 d	58.24 ab
146	16.98 b	1.161 b	44.32 b	15.77 b	7.34 d	45.23 b	62.32 a
153	14.57 bc	0.737 bc	54.16 a	18.81 a	11.08 bc	58.13 a	61.39 ab
160	12.27 c	0.451 c	55.98 a	9.39 c	19.09 a	27.84 c	56.39 b

^aMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

등, 2012).

과실의 식감과 식미를 결정하는 요인으로 과실의 전분 함량은 중요한 요인인데 미숙과실의 경우 텁텁한 녹말 맛이 많이 나므로 상품성이 저하되는 요인으로 작용한다. 본 실험에서 생육기간별 전분을 측정하였는데 과즙을 채취하여 전분 진단시약을 제조하여 발색하였을 때 요오드 반응에 의해 보라색을 나타내는데 ‘창조’의 경우, 만개 후 139일(8월 30일)에는 1.803으로 매우 높았고 만개 후 153일에 0.737, 만개 후 160일에 0.451로 낮아졌다 (Table 2).

성숙기간 중 과육 내에 축적되는 가용성당의 성분을 분석하기 위해 알코올가용성 당을 추출, 농축하여 HPLC를 이용하여 분석한 결과, 과실비대기 이후 성숙기로 근접할수록 가용성당 함량이 증가하여 만개 후 153일에 최대치를 보이다가 만개 후 160일에는 다소 감소하는 결과를 보여 과즙에서 측정된 가용성 고형물의 변화와 같은 경향으로 조사되었다(Table 2). ‘창조’ 배의 경우, 전 생육시기에 걸쳐 전체 당 성분 중 과당이 우점하고 있었고, 과실성숙기에 근접할수록 자당의 비율이 유의하게 증가하는 경향이었는데 9월 13일(만개 후 153일)에 수확한 과실에서는 자당이 58.13mg·g FW⁻¹로 과당 54.16mg·g FW⁻¹을 넘어서 우점하였다. 이와 같은 자당 함량 및 비율은 ‘한아름’ 배에서 성숙기에 조사하였던 55.13mg·g FW⁻¹과 유사한 수준으로 동 시기의 ‘만풍배’ 및 ‘신고’에 비하여 2-3배 이상 높은 것이었다(Oanh 등, 2012). 동양배에 있어서는 품종에 따라 생육시기별로 당축적 패턴이 다르게 나타나는 것으로 보고되고 있는데(Oanh 등, 2012), 일본에서 ‘풍수’와 ‘추영’ 배에서 과실 성숙기에 자당의 과다 축적과 생리장해가 관련이 있다는 보고(Chun 등, 2003)를 고려할 때 조생종 배에서 상대적으로 심하게 발생하는 생리장해(Lee 등, 2011)와 품종별 자당 축적 정도 간의 연관성을 있음을 추정할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 조사한 결과를 종합할 때, 자당이 우점하여 축적되었던 만개 후 153일 이전에

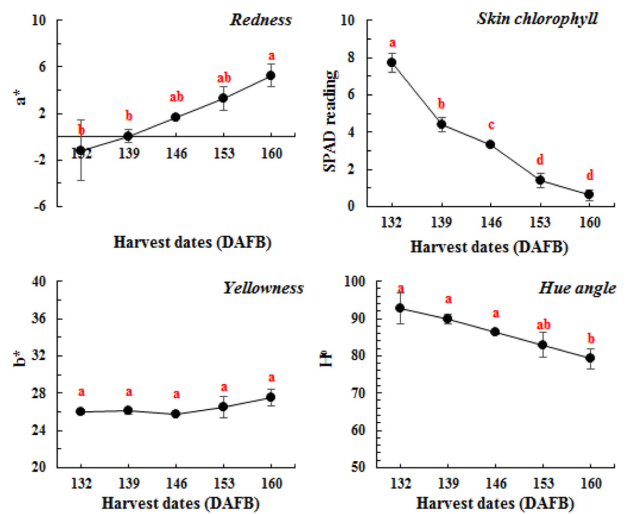


Fig. 1. Changes of skin color difference and SPAD value during fruit maturation and ripening in ‘Changjo’ pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai).

과실을 수확하는 것이 유통 중 과실의 급격한 품질 저하문제를 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

한편 과육 내 총폴리페놀 함량을 측정된 결과, 성숙과 더불어 증가하여 만개 후 146일인 9월 6일에 62.32ug·g FW⁻¹로 가장 높았다가 이후 다소 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 따라서, 전분함량을 제외하고 가용성 고형물과 산 함량 두가지 요인만을 고려한다면 과실의 수확 시기 폭이 비교적 넓은 품종이라고 생각되었다.

과실류에서 적색도(a*), 황색도(b*) 및 hue angle은 성숙 및 연화의 지표로 활용되고 있는데(Camelo와 Gomez, 2004, Oh 등, 2010) 동양배에서는 과실의 유통 중 연화과정이 진행되면서 색차에 변화가 생겨 a*값은 증가하고 Hue angle은 감소하였다고 보고된 바 있다(Lee와 Chun, 2011). 본 실험에서 ‘창조’의 경우 생육과정 중 a*값은 만개 후 132일에는 -1.21로 음의 값을 보여 녹색을 띄고 있었고 이후 지속적으로 증가하여 만개

Table 3. Comparison the fruit quality indices after 14 days of simulated marketing at 25°C in ‘Changjo’ pears treated with different temperature acclimation step for 5 days.

Cooling step ^z for 5 days	Harvest date (DAFB)	Weight loss (g)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)
25-5-5-5-5°C	146	6.1 a ^y	18.56 a	13.5 a	0.18 a
	153	5.3 a	15.50 b	14.0 a	0.11 b
25-15-5-5-5°C	146	6.0 a	18.49 a	13.7 a	0.17 a
	153	6.0 a	18.37 a	13.4 a	0.11 b
25-20-15-10-5°C	146	5.2 a	19.15 a	14.0 a	0.15 a
	153	5.6 a	16.83 b	14.2 a	0.13 ab

^zFruits were treated with temperature acclimation at each temperature step through 5 days of simulated short-term transportation and then fruits were distributed on 25°C with 80% RH for 14 days.

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

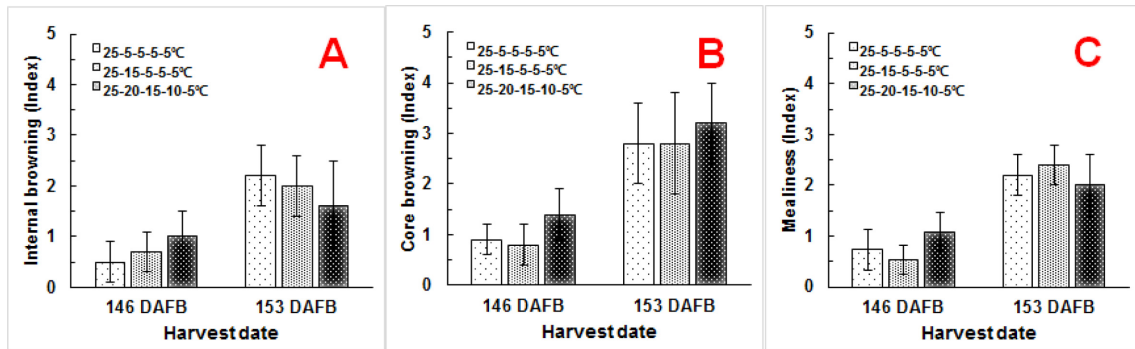


Fig. 2. Comparison the incidence of internal browning (A), core browning (B) and mealiness (C) disorders after 14 days of simulated marketing at 25°C in ‘Changjo’ pears treated with different temperature acclimation step for 5 days. DAFB: days after full bloom.

후 160일에는 5.27로 a*값이 크게 증가하였다. SPAD로 과피엽록소 함량을 측정된 결과에서도 동일하게 엽록소의 감소를 확인할 수 있었다(Fig. 4). Hue angle은 성숙과 연화기간 중 유의하게 감소하는 경향을 보여 만개 후 160일에 79.16을 보였는데 이는 본 실험실에서 연구 하였던 ‘원황’ 품종의 유통 중 조사결과와 유사한 수치였다(미발표). 한편 과피의 b*값 역시 성숙의 진행과 더불어 지속적으로 증가하는 양상을 보였지만 그 변화량은 a*값에 비해 크지 않은 것으로 나타나 동양배에서의 과피색 변화는 녹색의 소실과 적색도 증가를 의미하는 a*값의 증가 및 hue angle의 감소가 성숙도 판별 인자로 작용하고 있음을 확인하였다(Fig. 1).

2. 단기수송온도 강하속도에 따른 모의수출 후 유통 기간 중 과신품질의 변화

상온유통 중 발생하는 과실 중량의 감소는 증산과 호흡 등에 의해 수분이 상실되기 때문인데 유통 14일 후 감모율은 5.2-6.1% 수준으로 수확시기 및 온도강하 속도

에 관계없는 것으로 조사되었다(Table 3). 이러한 결과는 조생종 ‘한이름’ 배에 있어 상온 모의유통 중 과실의 감모율은 수확시기 보다는 수확 후 과실에 노출되는 온도에 따라 차이가 있었다는 보고(Lee 등, 2016)와는 다소 상이한 것이었다. 과실의 경도 및 산함량을 조사한 결과, 만개 후 146일 수확과가 만개 후 153일 수확과실에 비하여 높은 경향이었는데 산함량의 경우, 수확 후 25°C에서 보관한 후 5°C로 온도를 낮추는 속도를 빨리한 처리구일수록 높게 유지되는 경향을 보였다. 가용성 고형물 함량은 처리 및 수확시기에 따른 차이를 보이지 않았다(Table 3).

14일간 상온유통 후 과실내부에 발생하는 생리장해를 조사한 결과, 과육갈변, 과심갈변 및 분질장해가 주요 장애로 관찰되었다. 이들 장애의 발생은 만개 후 153일 수확과가 만개 후 146일 수확과실에 비하여 현저히 높은 경향으로 나타나 ‘원황’ 및 ‘화산’ 배에서 상대적으로 수확시기가 빨랐던 과실에서 과심갈변 등 생리장해 발생률이 낮았다는 보고와 일치하는 경향이 있었다(Hong 등, 2004; Lee 등, 2002). 한편, 만개 후 146일 수확과실의 경우 최

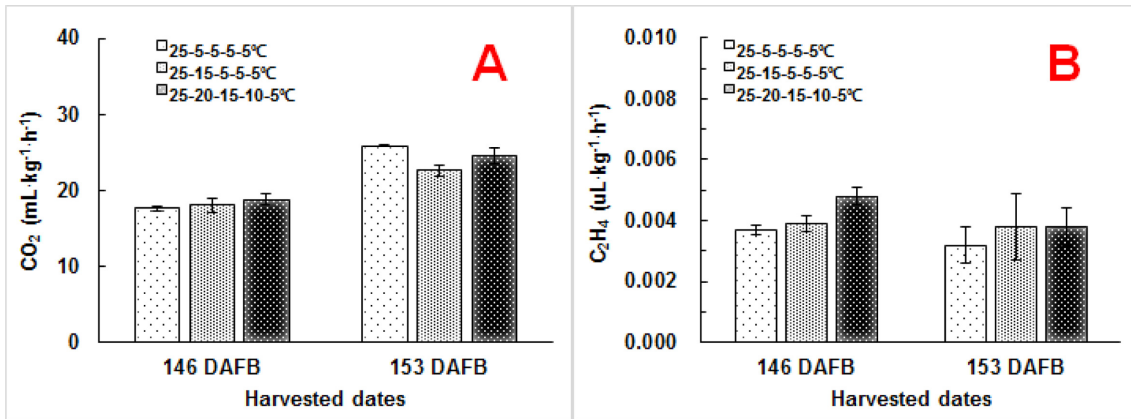


Fig. 3. Comparison the respiration rate (A) and ethylene evolution (B) after 14 days of simulated marketing at 25°C in ‘Changjo’ pears treated with different temperature acclimation step for 5 days. DAFB: days after full bloom.

중 수송 목표 온도인 5°C로 저하되는 속도가 느릴수록 3 가지 장애의 발생심도가 증가하는 경향을 보인 반면, 상대적으로 과실의 속도가 높았던 만개 후 153일 수확 과실구에서는 일정한 경향을 찾아볼 수 없었다(Fig. 2).

동양배에 있어 호흡량 및 에틸렌 발생량의 차이는 과실의 숙기와 온도가 영향을 미치는데(Kitamura 등, 1981), 수확시기에 따라 호흡량의 차이를 확인할 수 있었고 에틸렌 발생량의 차이는 나타나지 않은 결과를 보였다(Fig. 3). 그러나, 저온저장 강하속도 차이에 따라 만개후 146일 수확 과실에서 수송 목표 온도인 5°C로 저하되는 속도가 느릴수록 증가하는 경향을 보여 상온모의유통 후 생리장애 발생 심도의 차이와 일치하는 결과를 보이는 등 에틸렌이 ‘창조’ 품종에서 과실의 숙도에 따라서는 생리장애 발생 심도에 영향을 미칠 수 있다는 것을 추정할 수 있었다. 그러나, 에틸렌 발생량 수준은 0.005μL·kg⁻¹·h⁻¹ 수준으로 조생종 배 ‘한아름’ 품종에서 상온유통 중 발생하는 0.2-0.7μL·kg⁻¹·h⁻¹에 비해서는 현저하게 낮은 수준이었다(Lee 등, 2016).

예냉처리는 과실의 성숙지연, 에틸렌 및 호흡량 저하에 효과적인 방법인데(Getinet 등, 2008; Reina 등, 1995), 동양배 ‘신고’에 있어서는 저온강하 속도에 따른 생리장애 경감효과가 보고(Lim 등, 2005)된 바 있다. 본 연구에서 과실의 숙도의 차이에 따라 저온 강하 속도에 따른 생리장애 발생패턴이 다르게 나타난 것에 대해서는 추후 재검토할 필요가 있다고 판단되는데, 이는 ‘원황’ 배에 있어 저장 중 조직갈변 장애의 발생은 해에 따라 일정하지 않으며 과실 품질에 따른 차이가 저장온도(0-10°C) 보다 는 장애 발생에 크게 영향하는 등 수확기의 과실의 성숙 상태가 주요 요인으로 작용한다는 Moon 등(2008)의 보고를 감안하면 ‘창조’에 있어서 온도처리의 영향은 수확 시기에 따라 다르게 나타난다는 것을 추정할 수 있었다.

적 요

국내에서 육성된 중생종 동양배 품종인 ‘창조’는 성숙 기간 중 지속적으로 과실이 비대하여 600g대의 편원형 과실로 발달하였다. 성숙기간 중 경도는 경시적으로 저하되어 만개 후 153일인 9월 13일에 32.58N으로 조사되었고 만개 후 160일에는 26.44N으로 급격히 경도가 저하되었다. 식감과 관련된 품질요인 중 과실의 전분함량은 만개 후 153일에 0.737, 만개 후 160일에 0.451로 전분함량이 급속히 감소하였고, 과육의 세포벽함량을 조사하였던 결과, 과실비대가 증가하고 과실성숙의 진행과 더불어 알코올불용성물질 함량은 낮아지는 경향을 보였다. 과피색차 중 적색도(a*)는 만개 후 139일 이후 양의 값을 보여 외관상의 과피녹색 발현이 소실되었는데 과피의 SPAD 값을 조사한 결과에서도 동일하게 엽록소의 감소를 확인할 수 있었다. Hue angle 역시 성숙과 연화 기간 중 유의하게 감소하는 경향을 보여 수확시기의 지표로 활용 가능하다고 판단되었다. 성숙기간 중 과육 내에 축적되는 당 성분을 분석한 결과, 만개 후 153일에 총량이 최대치를 보였는데 전 생육시기에 걸쳐 전체 당 성분 중 과당이 우점하고 있었고, 과실성숙도가 높아질수록 자당의 비율이 유의하게 증가하여 만개 후 160일에 수확한 과실에서는 자당이 과당을 넘어 우점하여 과속단계로 생각되었다. 따라서, 배 신품종 ‘창조’의 적정 수확시기는 만개 후 153일인 9월 13일 이전으로 평가되었고 수확시기를 놓친 경우에는 경도 등 과실의 품질이 급격하게 하락하는 것으로 사료되었다. 다만 지역 수출을 모의하여 단기수송온도 설정을 위한 수확 후 저온순화 실험을 실시한 결과, 만개 후 146일에 수확한 과실이 만개 후 153일에 수확한 과실에 비하여 25°C 유통 후 높은 경도를 유지하는 경향을 보였고 최종 수송 목표

온도인 5°C로 저하되는 속도가 느릴수록 과육장해의 발생심도 및 에틸렌발생량이 높은 경향을 보였으므로 ‘창조’ 품종에 있어 동남아 지역 수출 시 생리장해 및 과실 품질 유지를 위해서는 수확시기를 만개 후 146일 이전에 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 본 연구 결과를 바탕으로 ‘창조’ 배의 목적별 수확시기 결정 및 과실의 선별 기술에 일조하고 수출 시장에서의 한국산 배의 신인도 확보에 기여할 것으로 기대된다.

추가 주요어 : 에틸렌, 경도, 호흡, 연화, 가용성고형물

사 사

본 연구는 2016년도 농촌진흥청 지원 연구비(PJ01190803)에 의하여 수행된 결과임

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. Refrigeration*. 24:154-170.
- Camelo, A.F.L. and P.A. Gomez, 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Hortic. Bras.* 22:534-537.
- Chun, J.P., F. Tamura, K. Tanabe, A. Itai, and T. Tabuchi. 2003. Cell wall degradation and structural changes of GA-induced watercored tissues in Japanese pear ‘Akibae’ and ‘Housui’. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72:488-496.
- 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.
- Folin O. and W. Dennis. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12:239-243.
- 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.
- 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 (in Korean).
- Huber, D.J. 1984. Strawberry fruit softening: The potential roles of polyuronides and hemicelluloses. *J. Food Sci.* 49:1310-1315.
- Jeong, S.T., J.G. Kim, S.S. Hong, H.S. Jang and Y.B. Kim. 1998. Influence of maturity and storage temperature on the respiration rate and ethylene production in ‘Kosui’, ‘Chojuro’ and ‘Niitaka’ pears. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:446-448 (in Korean).
- Kim, M.S., K.S. Choi, and S.J. Hong. 2003. Determination of optimum harvest time of ‘Geumchonjosaeng’ pear (*Pyrus pyrifolia*) and its shelf life at ambient temperature. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21:120-123 (in Korean).
- Kim, J.B., S.J. Kang, D.S. Son, H.S. Seo, K.S. Cho, J.J. Choi, J.H. Choi, J.H. Han, S.S. Kang and I.S. Shin. 2002. Selection guide for pear cultivar. Naesaranguribae. Korea (in Korean).
- Kim, Y.K., S.S. Kang, K.S. Cho, M.S. Kim, S.B. Jeong, and D.S. Son. 2007. Determination of optimum harvest time for ‘Hwasan’ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) on the premise of the shelf life at ambient temperature. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:360-363 (in Korean).
- 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 UY, Choi JH, Kim YK, Oh KS, Kim SJ, Chun JP. 2017. Comparison of fruit marketability at various temperature environment in asian pear ‘Jinhwang’ treated with 1-methylcyclopropene. *Protected Horticulture and Plant Factory* 26:19-26 (in Korean).
- Lee, U.Y. and J.P. Chun. 2011. Evaluation of quality indices during fruit development and ripening in ‘Wonhwang’ and ‘Whasan’ pears. *CNU J. Agri. Sci.* 38:405-411 (in Korean).
- Lee, U.Y., K.Y. Oh, J.H. Choi, Y.S. Hwang, J.M. Choi, and J.P. Chun. 2011. Evaluation of fruit quality during shelf-life at high temperature environment in ‘Wonhwang’ and ‘Whasan’ pears. *J. Bio-Environ. Cont.* 20:233-240 (in Korean).
- Lee, U.Y., K.S. Oh, Y.S. Hwang, B.S. Lim, Y.J. Ahn, and J.P. Chun. 2016. Effect of temperature pre-conditioning on fruit quality of early-season ‘Hanareum’ Pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai) during simulated marketing. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:360-363 (in Korean).
- 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., J.K. Kim, K.C. Gross, Y.S. Hwang, and J.H. Kim. 2005. Gradual postharvest cooling reduces blackening disorder in ‘Niitaka’ Pear (*Pyrus pyrifolia*) Fruits. *J. Kor. Hort. Sci.* 46:311-316 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- 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 compo-

- ment during maturation and ripening in Asian pear 'Hana-reum', 'Manpungbae' and 'Naitaka' (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30:345-356.
- 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 (in Korean).
- Reina, L.D., H.P. Fleming, and E.G. Humphries. 1995. Microbial control of cucumber hydro-cooling water with chlorine dioxide. J. Food Protect. 58:541-546.
- Shin, I.S., S.S. Kang, Y.K. Kim, K.H. Kim, H.S. Hwang, Y.U. Shin, K.H. Cho, J.H. Kim, and H.R. Kim. 2011. 'Changjo' pear. J. Amer. Pom. Soc. 65:167-169.
- 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.