

# 국내 육성 조생종 ‘한아름’ 배의 유통기간 연장을 위한 수확 후 1-Methylcyclopropene 처리 효과

오광석<sup>1</sup> · 이육용<sup>2</sup> · 배태민<sup>1</sup> · 김진국<sup>3</sup> · 천종필<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 농업생명과학대학 원예학과, <sup>2</sup>국립원예특작과학원 배연구소

<sup>3</sup>경상대학교 농업생명과학대학 원예학과(농업생명과학연구원)

접수일(2015년 5월 7일), 수정일(2015년 8월 25일), 게재확정일(2015년 10월 10일)

## Effects of 1-Methylcyclopropene on Fruit Quality Change during Shelf-life in Early-season ‘Hanareum’ Pears(*Pyrus pyrifolia* Nakai)

Kwang-Suk Oh<sup>1</sup> · Ug-Yong Lee<sup>2</sup> · Tae-Min Bae<sup>1</sup> · Jin-Gook Kim<sup>3</sup> · Jong-Pil Chun<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Horticulture, Chungnam National Univ., Daejeon, 34134, Korea

<sup>2</sup>Pear Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Naju 58216, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Horticulture, Gyeongsang National Univ.(Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju 52828, Korea

Received: MAY. 7. 2015, Revised: AUG. 25. 2015, Accepted: OCT. 10. 2015

### 초록

본 연구는 수확시기에 따른 수확 후 1-methylcyclopropene(1-MCP) 처리가 조생종 배 ‘한아름’의 상온유통 중 과실품질 변화와 생리장해발생에 미치는 영향을 조사하였다. 과실경도의 경우 무처리구는 상온유통 시작 이후 경도가 지속적으로 감소하는 경향을 보여 상온유통 20일에 후 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실에서 각각 20.3N과 18.6N으로 떨어져 상품성을 상실하였다. 반면에 1-MCP처리의 경우 동일일에 유통기간에 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실에서 각각 40.9N과 34.5N으로 경도 유지 효과가 탁월한 것으로 조사되었다. 외관품질 유지에도 1-MCP처리가 효과적인 것으로 나타났는데 과피색의 경우 1-MCP를 처리한 과실은 수확시기에 관계없이 상온유통기간 동안 L\*, b\* 및 hue angle 유지에 탁월한 효과를 보였고, 외관지수 또한 거의 변하지 않은 것으로 조사되었다. 1-MCP처리하는 ‘한아름’ 배의 상온유통 중 발생하는 생리장해를 유의하게 경감하였는데 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우, 과심갈변은 상온유통 25일간, 분질장해는 20일간 완벽하게 그 발생을 억제한 것으로 조사되었으며, 과피장해 발생 및 과실부패 경감에도 효과가 있는 것으로 나타났다. 수확시기별 1-MCP처리에 따른 상온유통 중 에틸렌발생량은 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며, 호흡량의 경우 두 수확시기 모두 1-MCP처리가 무처리에 비해 상온유통 기간 동안 호흡량이 낮은 것으로 나타났는데 그 효과는 만개 후 103일에 수확한 과실에서 그 정도가 크게 나타났다.

검색어 - 경도, 과심갈변, 과피색차, 분질과, 호흡량

### ABSTRACT

We tested the effect of 1-methylcyclopropene(1-MCP) on the fruit quality changes in early-season Korean pear cultivar ‘Hanareum’ which harvested at different maturity. The flesh firmness decreased continuously in all untreated fruits as the shelf-life extended, it showed 20.3 and 18.6N at 20days after shelf-life in 103days after full-bloom(DAFB) harvested and 110 DAFB harvest fruits, respectively. Whereas, the firmness of 1-MCP-treated fruits remained high(40.9 and 34.5N in 103 DAFB and 110 DAFB harvest fruits, respectively) during 20days of shelf-life. The L-values (lightness), b-value (yellowness) and hue angle of 1-MCP treated fruits were higher than those of 1-MCP-untreated controls during entire shelf-life, and 1-MCP treated fruits showed better outer appearance index regardless of harvest time. 1-MCP treatment

\*Corresponding author: Jong-Pil Chun

Tel: +82-42-821-5733

Fax: +82-42-823-1382

E-mail: jpchun@cnu.ac.kr

influenced the severity of physiological disorders including core browning, mealiness and skin browning as well as fruit decay. 1-MCP treatment completely blocked the incidence of mealiness disorder and core browning during 20 and 25 days of shelf-life in 103 DAFB harvested fruits, respectively. 1-MCP treatment did not decrease the level of ethylene evolution during shelf-life regardless of fruit harvest time in early-season pear 'Hanareum'. On the other hand, 1-MCP treatment decreased the respiration rate significantly during shelf-life especially in the 103 DAFB harvested fruits.

**Key words** - Core-browning, Firmness, Mealiness, Respiration, Skin color difference

## 서론

1-Methylcyclopropene(1-MCP)은 에틸렌 작용을 억제하는 물질로 과실의 에틸렌 수용체와 1-MCP가 비가역적으로 결합하여 식물조직에서 에틸렌의 작용을 억제(Sisler & Serek, 1997)함으로써 과실의 호흡량을 감소시키거나 호흡급등을 지연시켜(Blankenship & Dole, 2003) 과실의 품질을 유지하는 물질로 사과, 아보카도, 바나나, 키위 등 climacteric형 과실의 유통 중 품질유지에 많이 사용되고 있으며 non-climacteric형 과실에서도 노화억제에 긍정적 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Watkins & Miller, 2003; Watkins, 2006).

한편 동양배는 non-climacteric형 과실로 알려져 있지만 '황금배'의 경우 에틸렌에 의해 촉진되는 다양한 대사경로를 억제하여 조직의 노화억제에 긍정적 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Moon et al., 2008). 즉, 동양배에서도 수확 후 배 과실에서 나타나는 품질의 변화에 에틸렌이 일정 부분 관여하고 있는 것으로 볼 수 있는데 기존의 연구결과, '한아름' 배 보다 수확시기가 약간 늦은 조생종 배인 '원황'은 다른 배에 비하여 비교적 에틸렌생합성이 높고(Lee & Chun, 2011; Lee et al., 2011), 수확 직후 빠른 품질 변화를 보이는데 이를 효과적으로 제어하기 위한 에틸렌작용억제제의 효과가 입증된 바 있다(Lee et al., 2012). 또한 기존의 보고에서 '원황' 및 '화산' 배 품종의 경우, 수확시기가

늦어질수록 상온유통 중 과심갈변 등 생리장해의 발생이 급격히 발생하는 것으로 보고 되었고(Oh et al., 2010), '원황' 및 '화산' 배의 수확시기에 따른 1-MCP처리가 상온유통 중 과실품질에 미치는 영향에 관한 연구가 일부 진행되어 왔으나(Lee et al., 2012) 본 시험에서 이용한 '한아름' 배에 있어 생육시기에 따른 수확 후 에틸렌제어 기술에 관한 연구는 이루어진 바 없다.

이에 본 실험에서는 '한아름' 배의 수확시기에 따른 1-MCP처리가 상온유통 과정 중 발생하는 품질저하와 생리장해 발생에 미치는 영향을 비교함으로써 '한아름' 배의 유통 중 품질유지 기간 연장을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

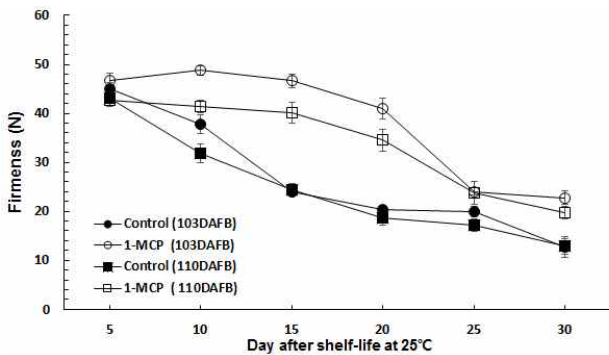
## 재료 및 방법

### 1 과실 재료

실험의 재료는 전라남도 나주시에 위치한 국립원예특작과학원 배시험장 시험포장에서 2014년 Y자 수형으로 재배된 수세가 균일한 8년생 '한아름' 배 (*Pyrus pyrifolia* Nakai)를 공시하여 만개 후 103일과 110일인 8월 5일, 12일에 각각 수확하여 실험에 사용하였다.

### 2 1-MCP 처리

1-methylcyclopropene(1-MCP, SmartFresh™,



**Fig. 1.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on flesh firmness during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

AgroFresh Inc., USA) 처리는 20kg 플라스틱 컨테이너에 과실을 채우고 0.08mm PE film을 이용하여 플라스틱 컨테이너를 밀폐시킨 후 powder를 기화시켜  $1.0\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  농도로 25°C에서 12시간 처리하였다 (Fig. 1). Film 내에는 소형팬을 설치하여 처리 중 공기를 순환시켰다(Choi & Bae, 2007). 처리한 과실은 5kg 수출용 종이박스에 포장하여 상온(25°C)에서 30일간 보관하며 5일에 간격으로 과신품질을 조사하였다(Fig. 1).

### 3 과실 품질 조사

유통과정 중 과실 감모율은 수확 후 측정된 과중과 유통 후 측정된 과중의 차이를 백분율로 나타내었다. 과피색은 색차계(CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 CIELAB model의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 측정하고 Hue angle(McGuire, 1992)을 계산하였다. 과육 경도는 8mm flat-tipped probe를 사용하여 Rheometer(TMS-Pro, Food Tech. Corp., USA)로 과피를 제거한 과육의 적도부위의 경도를 측정하고 N으로 표시하였다. 가용성고형물 함량은 굴절당도계(PR-32α, Atago, Japan)로 측정하였고, 산함량은 과즙을 희석 후 0.1N NaOH로 pH 8.3까지 적정 후 사과산 함량을 기준으로 계산하였다. 과실내의 전분함량은 과육에서 착즙한 과실 1mL에 증류수 4mL로 희석 후 진단시약(KI 5% + I 1%)으로 발색하여 spectrophotometer(UV-1240, Shimadzu,

Japan)를 이용하여 640nm에서 측정하였다.

### 4 과실 호흡 및 에틸렌 발생량 측정

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 et al., 2003).

### 5 과실외관 평가

과실외관은 과피면적을 기준으로 과피 변색정도가 건전과 5, 20% 미만은 4, 40% 미만은 3, 60% 미만은 2, 80% 미만은 1, 80% 이상은 0로 구분하여 평가하였다.

### 6 생리장해 및 부패 평가

과육 및 과심에 발생하는 생리장해 발생을 조사하기 위하여 과실 중앙부를 절단하여 절단면에서 장해 발생 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, 40%미만은 2, 60%미만은 3, 80%미만은 4, 80%이상은 5로 구분하여 장해지수를 측정하여 생리장해 발생 정도를 측정하였다(Lee et al., 2014b). 과실의 부패는 과실 내·외부에 발생한 부패를 육안으로 관찰하여 발생여부를 백분율로 표시하였다.

### 7 통계분석

본 실험에서는 SPSS statistics(version 21.0, IBM Corp., USA)를 사용 하였다. 분산분석(ANOVA)은  $P < 0.05$ 의 유의수준에서 실행되었으며, 평균은 t 검정 및 던컨의 다중범위 검정을 사용하여 차이를 확인하였다.

**Table 1.** Comparison of fruit quality indices between the fruits harvested at 103 and 110 days after full-bloom(DAFB) in 'Hanareum' pears.

Harvest (DAFB)	Fruit quality indices				
	Weight (g)	Firmness (N)	Starch (O.D. 640nm)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)
103	418.7	47.15	0.72	12.28	0.10
110	438.4	43.30	0.61	12.63	0.09
t-test <sup>z</sup>	NS	*	NS	NS	*

<sup>z</sup>ns, \*, non-significant, significant at  $P < 0.05$  by t-test

## 결과 및 고찰

### 1 수확시기에 따른 과신품질 비교

Y자 수형으로 재배된 '한아름' 배를 만개 후 103, 110일에 각각 수확하여 조사한 결과, 과실의 무게는 만개 후 103일에 수확한 과실이 418.8g, 만개 후 110일에 수확한 과실이 438.5g으로 조사되어 늦게 수확한 과실이 조금 더 큰 것으로 조사되었으며, 과육의 경도는 만개 후 103일에 수확한 과실은 47.2N, 만개 후 110일에 수확한 과실은 43.3N으로 조사되어 과육 경도는 늦게 수확한 과실이 낮은 것으로 나타났다. 과즙의 전분함량은 경도와 마찬가지로 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 만개 후 110일에 수확한 과실이 더 적은 경향을 보였으며, 이와 반대로 가용성고형물함량의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 만개 후 110일에 수확한 과실에서 더 높은 경향을 보였

다(Table 1).

수확시기에 따른 과피색의 경우 CIELAB 중 음수는 녹색을 양수는 빨간색을 나타내는 a\*값을 사용하여 과실의 착색을 나타내는 지수로 사용하였는데 만개 후 110일에 수확한 과실이 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 a\*값이 높은 것으로 조사되었으며, 황색도를 나타내는 b\*값 역시 높은 것으로 조사되었다. 이는 만개 후 110일에 수확한 과실이 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 착색이 더 진행 된 것으로 생각되며, L\*값과 C\*값 또한 만개 후 110일에 수확한 과실에서 더 높은 것으로 나타났다(Table 2). 위의 결과를 토대로 Y자 수형에서 재배된 '한아름' 배의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 간의 과실의 품질차이는 가용성고형물함량, 전분함량 같은 과실의 내적품질보다는, 과피색 같은 외적품질에서 차이가 큰 것으로 조사되었다(Table 1).

**Table 2.** Comparison of skin color difference between the fruits harvested at 103 and 110 DAFB in 'Hanareum' pears.

Harvest (DAFB)	Skin color difference				
	L-value	a-value	b-value	Chroma	Hue angle
103	61.5	6.15	37.9	38.4	80.7
110	64.5	7.45	39.2	40.0	79.2
t-test <sup>z</sup>	**	*	**	***	NS

<sup>z</sup>ns, \*, \*\*, \*\*\* non-significant, significant at  $P < 0.05$ , 0.01 or 0.001 by t-test.

**Table 3.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on fruit quality indices during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

Shelf-life (days)	Harvest <sup>z</sup> (DAFB)	1-MCP <sup>y</sup>	Fruit quality indices		
			Weight loss (%)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)
5	103	-	2.25 a <sup>x</sup>	12.70 b	0.09 ab
		+	2.18 a	12.48 b	0.10 a
10	110	-	2.24 a	13.18 a	0.08 b
		+	2.20 a	13.15 a	0.08 b
	103	-	3.81 a	12.70 a	0.08 b
		+	3.70 a	12.68 a	0.09 ab
15	110	-	3.46 a	12.93 a	0.09 ab
		+	3.07 b	13.13 a	0.10 a
	103	-	4.90 a	12.88 b	0.09 b
		+	4.46 b	13.05 b	0.09 b
20	110	-	4.64 ab	13.33 a	0.10 a
		+	4.78 ab	12.83 b	0.09 b
	103	-	6.23 a	12.53 b	0.10 a
		+	5.88 a	12.93 a	0.09 b
25	110	-	6.00 a	12.48 b	0.07 c
		+	6.18 a	12.88 a	0.07 c
	103	-	7.32 a	12.35 c	0.09 a
		+	7.27 a	12.48 c	0.07 c
30	110	-	7.19 a	13.10 b	0.09 b
		+	6.99 a	13.68 a	0.08 b
	103	-	9.43 a	13.03 ab	0.08 b
		+	9.29 a	13.05 ab	0.08 b
110	-	9.45 a	12.78 b	0.10 a	
	+	9.52 a	13.35 a	0.10 a	
ANOVA <sup>w</sup>					
Harvest (A)			NS	***	NS
Shelf-life (B)			***	***	***
1-MCP (C)			NS	**	NS
(A) × (B)			NS	***	***
(A) × (C)			NS	NS	NS
(B) × (C)			NS	***	***
(A) × (B) × (C)			NS	**	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 103 or 110 days after full bloom(DAFB) and stored for 30 days at 25°C. All fruits were pre-conditioned at 25°C for 1 days before 1-MCP treatment.

<sup>y</sup>1-MCP was treated at the level of 1.0 μL L<sup>-1</sup> for 12 hr at 25°C.

<sup>x</sup>Different letter represent statistical significance with in each shelf-life by Duncan's multiple range test at 5% level.

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

## 2 상온유통 기간 중의 과신품질 비교

수확시기를 달리한 과실을 대상으로 1-MCP를 처리한 후, 30일간의 상온유통기간 동안 과실의 품질을 조사하였다. 감모율은 유통기간이 지남에 따라 증가하는 일반적인 경향을 보였고, 수확시기 및 1-MCP처리 처리 유무가 감모율에 미치는 영향은 없었다(Table 3). 가용성고형물함량에 미치는 영향을 조사한 결과, 조기에 수확한 과실에 있어 무처리의 경우 12.4~13.0° Brix로 조사되었고, 1-MCP 처리구는 12.5~13.1° Brix로 처리 간 큰 차이는 보이지 않았다. 반면에 만개 후 110일에 수확한 과실에 있어서는 무처리구는 12.5~13.3° Brix, 1-MCP 처리구는 12.8~13.7° Brix로 1-MCP처리구가 상온유통 중 가용성고형물함량이 높게 유지되었는데, 이는 GA<sub>4+7</sub>을 처리한 배 과실에 대한 1-MCP처리가 상온유통 중 가용성고형물함량이 GA<sub>4+7</sub>을 처리하지 않은 과실에 비해 더 높다는 연구결과(Lee et al., 2014<sup>a</sup>)와 유사하였으며, 수확당시 과실의 성숙도가 1-MCP처리에 따른 상온유통 중 과실의 가용성고형물함량의 변화와 관련이 있는 것으로 생각된다(Table 3). 반면, 산함량은 유통기간의 연장에 따른 함량 감소는 거의 나타나지 않은 것으로 조사되었으며, 또한 수확시기 및 1-MCP처리에 따른 유의한 차이는 나타나지는 않았다(Table 3).

유통기간 중 처리 간 과육의 경도 변화를 조사한 결과, 조기에 수확한 과실에 1-MCP를 처리하지 않은 과실에서는 유통 10일에는 37.8N으로 경도를 높게 유지하고 있었으나 이후 유통 20일에 20.3N으로 경도가 급격히 하락하여 상품성을 상실하였다. 반면 1-MCP를 처리한 과실의 경우 상온유통 20일에도 40.9N으로 매우 높게 조사되었으며, 이후 상온유통 25일에는 24.1N으로 급격히 감소하였지만 만개 후 103일에 수확한 과실에 대한 1-MCP 처리는 경도 유지 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다(Fig. 1). 만개 후 110일에 수확한 과실에 있어 무처리구의 경우 유통 10일까지는 31.8N으로 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 낮지만 상대적으로 경도를 높게 유지하고 있었고 이후 유통

20일에 18.6N으로 경도가 급격히 하락하여 상품성을 상실하였으나 1-MCP처리구의 경우 상온유통 20일에도 34.5N으로 높게 조사되었으며, 이후 상온유통 25일에는 23.8N으로 감소하여 경도유지에 효과적인 것으로 나타났다(Fig. 1). 그러나 만개 후 110일에 수확한 과실에 대한 1-MCP 처리효과는 만개 후 103일에 수확한 과실에 대한 처리 보다는 경도 유지 효과가 상대적으로 떨어지는 것으로 나타났다. 전반적으로 1-MCP 처리는 상온유통 기간 중의 과육경도 유지에 효과적이었는데 특히, 조기에 수확하여 1-MCP를 처리한 과실의 경우 상온유통 20일 까지 40N이상으로 경도가 유지되는 등 매우 효과적이라고 생각된다. 한편, 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 모두 무처리 과실의 경우 상온유통 15일에 경도가 갑자기 낮아지는 점을 볼 때 '한아름' 배에 있어 1-MCP 처리는 상온유통 중 가식물성을 약 10일 정도 연장할 수 있을 것으로 판단되었다.

## 3 상온유통 기간 중의 외부적 품질 비교

상온유통 기간 중 과피의 색택을 조사한 결과, 밝기(L\*)는 1-MCP 처리에 의해 수확시기와는 관계없이 상온유통 20일간 거의 변하지 않아 밝은 과피색을 유지하고 있었다. 그러나 1-MCP를 처리하지 않은 과실의 경우에는 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 모두 유통 10일 이후부터 L\*이 저하하기 시작하여 상온유통 30일에는 만개 후 103일에 수확한 과실은 51, 만개 후 110일에 수확한 과실은 48로 과피색이 어두워졌다. 또한 상온유통 20일까지는 만개 후 103일에 수확한 과실이 만개 후 110일에 수확한 과실에 비해 L\*이 높게 유지 되었으며, 이후에는 만개 후 110일에 수확한 과실이 더 높은 것으로 나타났는데 이는 만개 후 110일에 수확한 과실의 경우 부패과를 제외하고 측정했기 때문으로 생각된다.

과피색차의 변화 중 성숙에 따른 변화가 유의한 적색도(a\*)는 동양배의 숙도를 가름하는 중요한 요인(Oh et al., 2010; Kim et al., 2010)으로 유통

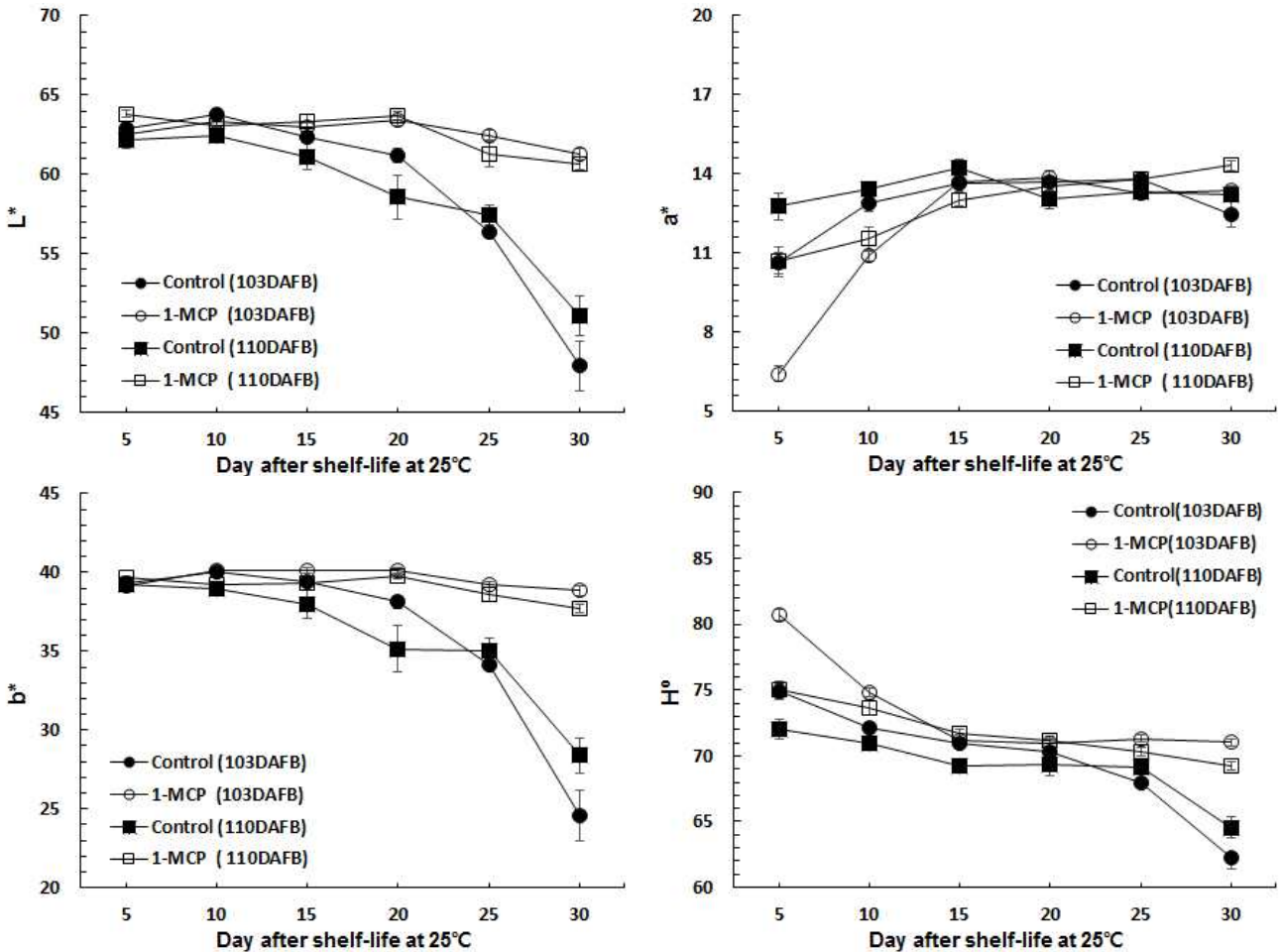


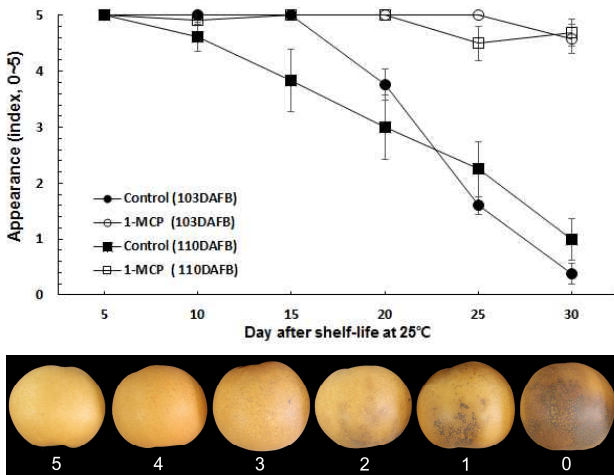
Fig. 2. Effect of 1-methylcyclopropene treatment on skin color difference during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

과정 중 연화과정이 진행 되면서 녹색의 소실과 더불어 적색도가 증가하는 것으로 보고되었는데 (Lee & Chun, 2011), 1-MCP처리는 과피 적색도의 증가를 늦추는 효과를 보였는데 수확시기에 관계없이 상온유통 10일간 억제 효과를 보였으며, a\*의 급증시점은 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 5일 이후, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 시작이후로 나타났으며, a\*의 급증시점이 만개 후 110일에 수확한 과실이 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 5일정도 늦은 것으로 조사되었다. 이후 상온유통 15일 이후에는 무처리와 유사한 경향을 보여 1-MCP처리에 의한 과피적색 발현 억제효과는 상온유통 중 10일 정도라고 평가

되었다(Fig. 2).

적색도와 반대로 황색도(b\*)의 경우 무처리의 경우 수확시기와 관계없이 상온유통 기간이 길어짐에 따라 감소하였으며, L\*과 유사한 감소 경향을 보였다. 또한 1-MCP처리를 처리한 과실의 경우에도 L\*과 유사하게 상온유통 기간 동안 높게 조사되어 '한아름' 배의 과피색인 황색을 유지하는데 효과적으로 작용했음을 알 수 있었다. Hue angle은 수확시기 및 1-MCP처리 유무와 관계없이 상온유통 기간이 경과됨에 따라 감소하는 경향을 보였고 1-MCP 처리는 다소간 감소를 억제하는 효과를 보였다(Fig. 2).

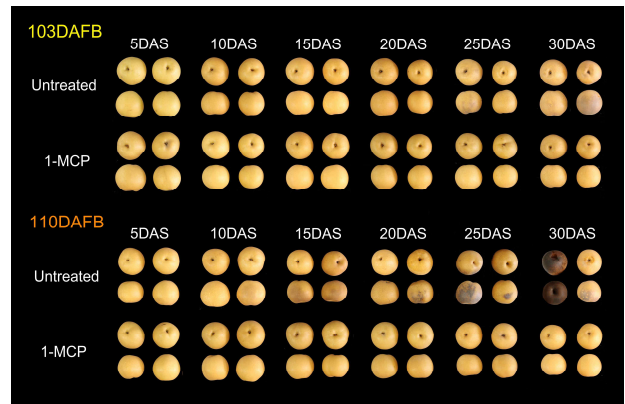
상온유통 중 '한아름' 배 과실의 외관품질을 5~0



**Fig. 3.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on fruit appearance index during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

의 점수로 평가한 결과, 1-MCP를 처리한 과실의 경우 수확시기와 관계없이 상온유통 기간동안 외관품질이 거의 변하지 않은 것으로 조사된 반면 무처리의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우 상온유통 15일까지 외관품질이 유지되었으며, 이후 떨어지기 시작하여 20일 이후에는 외관점수가 3.5 이하로 상품성이 심하게 저하되었다. 만개 후 110일에 수확한 과실에 있어 무처리의 경우 상온유통 5일에 이후 외관품질이 감소하기 시작하여 상온유통 15일에 이후에 외관점수가 3.5 이하로 낮아져 상품성을 상실한 것으로 조사되었다. 이러한 외관품질의 하락은 과피나 과점부위가 검게 변색되어 과피의 밝기 및 고유의 과피색을 잃었기 때문인데 1-MCP처리하는 과피 및 과점의 변색을 효과적으로 억제하는 효과를 보여 과실의 외적품질 유지에 매우 효과적인 것으로 나타났다(Fig. 3).

'한아름' 배의 상온유통 기간 연장을 위해서는 외적품질 유지가 필수적으로 필요한데 조기에 수확한 과실(만개 후 103일)이 상온유통 중 외적품질 유지에 효과적인 것으로 조사되었으며, 특히 1-MCP처리하는 수확시기에 관계없이 상온유통 중 과실의 외적품질을 10일에 정도 연장하는 매우 효과적인 것으로 평가되었다(Fig. 4).



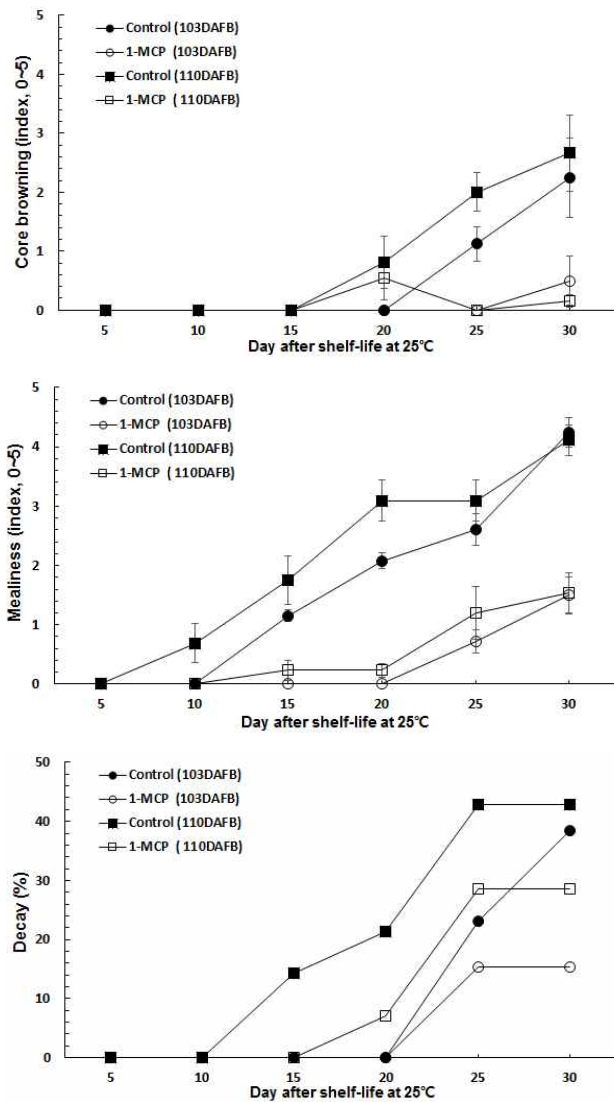
**Fig. 4.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on visual appearance during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

**4 상온유통 기간 중의 내부 생리장해 발생 비교**

상온유통 기간 동안 과실내부에 발생하는 생리장해를 조사한 결과, '한아름' 배에서는 상온유통 중 과심갈변과 분질장애 두 종류의 내부생리장해가 발생하였다. 과심갈변의 경우, 1-MCP를 처리하지 않은 과실의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 20일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 15일에 이후에 과심갈변이 발생되기 시작하였는데 이후 꾸준히 증가하는 경향을 보였으며, 만개 후 103일에 수확한 과실이 만개 후 110일에 수확한 과실에 비해 과심갈변 발생이 적은 것으로 나타났다. 반면 1-MCP를 처리한 과실의 경우 수확시기에 관계없이 상온유통 기간 동안 과심갈변이 거의 발생하지 않은 것으로 조사되었으며, 특히 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우 상온유통 20일간 과심갈변을 완전히 방지한 것으로 나타났다(Fig. 5).

과육의 분질현상은 무처리 과실의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 5일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 15일에 부터 관찰되었으며, 1-MCP처리 과실의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 25일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 15일에서부터 분질현상이 관찰되었다. 1-MCP를 처리한 과실의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 20일까지 과육





**Fig. 5.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on the incidence of core browning, mealiness and decay rate during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

분질을 효과적으로 방지하였으며, 만개 후 110일에 수확한 과실의 경우에도 과육분질을 유의하게 억제하는 결과를 보였다(Fig. 5).

상온유통 기간 동안 부패 과실 발생률을 조사한 결과 상온유통 10일부터 부패가 발생하였고 수확 시기 및 1-MCP처리 유무에 따라 그 발생률에 차이를 보였다. 조기에 수확한 과실은 1-MCP처리 유무에 관계없이 상온유통 25일에 이후에 부패가 발생한

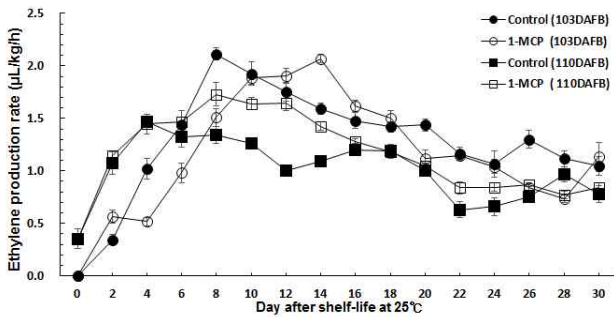
반면 만개 후 110일에 수확한 과실의 경우 무처리인 상온유통 15일에, 1-MCP처리인 상온유통 20일에 부패가 발생하였는데 전체적으로 조기에 수확한 과실이 부패발생이 적었고, 수확시기가 같을 경우 1-MCP를 처리한 과실이 부패발생이 적은 경향을 보였다(Fig. 5).

따라서, '한아름' 배의 저온 시스템을 갖추지 못하고 유통시킬 시, 부패경감과 과심갈변과 분질장애 같은 생리 장애 경감을 위해서 만개 후 110일에 수확한 과실(만개 후 110일에)을 수확하는 것 보다는 조기 수확(만개 후 103일에)이 효과적인 것으로 나타났으며, 1-MCP처리인 수확시기와 관계없이 '한아름' 배의 상온유통 중 발생하는 생리장애 및 부패경감에 효과적으로 작용하는 것으로 평가되었다.

### 5 상온유통 기간 중의 에틸렌 및 호흡량 비교

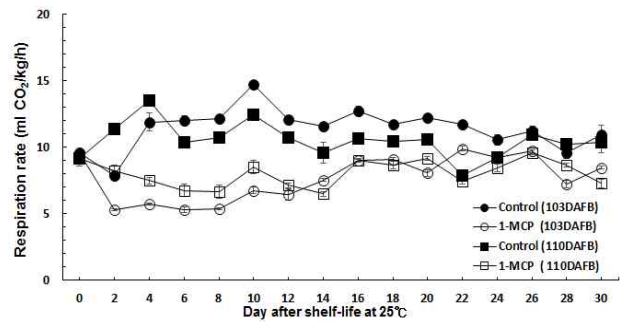
이상과 같은 1-MCP 처리 효과의 작용메커니즘을 구명하기 위해 처리 후 과실로부터 발생하는 에틸렌 및 호흡량을 측정하여 비교하였다. 그 결과, 상온유통 전 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우에는 에틸렌이 검출되지 않았으며, 만개 후 110일에 수확한 과실의 경우  $0.35\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 Oanh et al.(2012)이 보고한 '한아름' 배의 적숙기 에틸렌 발생량과 유사한 결과를 보였다. 1-MCP를 처리하지 않은 과실의 경우 상온유통 중 에틸렌발생량은 상온유통 시작 이후 증가하여 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 8일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 4일에 각각  $2.12, 1.45\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 최대피크를 보인 후 감소하는 경향을 보였다. 1-MCP 처리구의 경우는 에틸렌발생량 최고피크는 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 14일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 상온유통 8일에 각각  $2.07, 1.73\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 조사되어 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 모두 무처리와 유사한 수준의 에틸렌 발생피크를 보였지만 최대피크의 발생시점은 수확시기에 관계없이 1-MCP 처리에서 더 늦게 나타났다(Fig. 6).

1-MCP 처리는 수확시기와 관계없이 전형적인 클



**Fig. 6.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on ethylene production during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

라이맥터릭형 과실에서 나타나는 에틸렌발생량을 경감시키는 효과(Fan et al., 2002; Watkins et al., 2000)가 나타나지 않았는데, 이는 본 연구에서 이용한 '한아름' 배는 비클라이맥터릭형 과실로 1-MCP 처리에 의한 에틸렌발생 억제효과가 극히 제한적으로 나타난다는 것을 의미한다. 즉, 비클라이맥터릭형 과실인 파인애플에 대해 1-MCP를 처리한 경우, 유통 2주간 에틸렌발생량이 무처리구에 비해 높은 수준을 유지하였다는 보고(Selvarajah et al., 2001) 및 동양배 'Akemizu'에 대한 1-MCP 처리는 유통 중 에틸렌발생 피크가 나타나는 시기만 다를 뿐 생성량의 차이가 없었다는 보고(Li & Wang, 2009)와 유사한 결과였다. 이는 비클라이맥터릭 과실인 grapefruit에 1-MCP를 처리한 경우, 에틸렌의 binding site가 없어져 이후 정상적인 에틸렌대사과정을 조절할 수 없으므로 결국에는 에틸렌생성량이 증가한다는 보고(Mullins et al., 2000)를 감안하면 본 연구에서 1-MCP 처리구의 에틸렌발생량이 무처리구에 비해 다소 높은 경향을 보였던 이유를 설명할 수 있다. 또한 Lee et al.(2012)이 '원황' 과 '화산' 배에서 1-MCP를 처리하였을 때 수확시기와 관계없이 상온유통 중 발생하는 에틸렌 수준 감소는 나타나지 않았다는 보고를 감안하면 동양배에 대한 1-MCP처리효과는 직접적으로 에틸렌발생을 억제하여 나타나는 현상이 아닌 것으로 판단된다.



**Fig. 7.** Effect of 1-methylcyclopropene treatment on respiration rate during shelf-life in 'Hanareum' pears harvested at 103 and 110 DAFB.

'한아름' 배 과실의 상온유통 중 과실의 호흡률을 조사한 결과, 전체적으로 1-MCP처리를 처리한 과실은 수확시기에 관계없이 처리하지 않은 과실보다 호흡억제 효과가 크게 나타났다. 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실의 상온유통 전 호흡률은 각각 9.56 및 9.17mL·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>으로 수확시기에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 이후 무처리의 경우 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 모두 호흡이 증가하기 시작하여 만개 후 103일에 수확한 과실은 상온유통 4일에 만개 후 110일에 수확한 과실은 13.6mL·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>로 최대치를 보인 후 감소하는 경향을 보인 반면, 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우 상온유통 10일에 14.7mL·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>로 호흡률의 최대치를 보인 이후 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 7).

이는 동양배에 있어 호흡형은 품종에 따라 다르게 나타나 '장십량'은 호흡급등형을, '신고'는 호흡비급등형을 보인다는 기존의 보고(Jeong et al., 1998)와 유사한 것으로 본 실험에 공시한 조생종 '한아름' 배는 호흡급등형 과실로 분류될 가능성을 지닌 것으로 평가할 수 있다. 1-MCP를 처리한 과실의 호흡량은 만개 후 103일에 수확한 과실과 만개 후 110일에 수확한 과실 모두 1-MCP처리 후 호흡량이 감소하였으며, 상온유통 10일까지 만개 후 103일에 수확한 과실이 만개 후 110일에 수확한 과실에 비해 낮은 호흡률이 낮은 것으로 나타났으며, 상온유통 12일에 부터는 1-MCP처리과에서 수확시기에 따른

호흡률 차이는 보이지 않았다. 만개 후 103일에 수확한 과실의 경우 상온유통 2일에 호흡량이  $5.30 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 급감하여 상온유통 8일에 까지  $6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  이하의 수준을 유지하다 이후 서서히 증가하는 경향을 보였다. 만개 후 110일에 수확한 과실의 경우에는 이와는 다르게 1-MCP처리 이후 호흡률이 서서히 감소하기 시작하여 상온유통 8일에 호흡률은  $6.68 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 조사되었고 이후 증가하는 경향을 보여 만개 후 103일에 수확한 과실과는 약간 다른 경향을 보였으며, 만개 후 103일에 수확한 과실은 유통 22일에, 만개 후 110일에 수확한 과실은 유통 16일에 이후에 무처리와 1-MCP 처리간 호흡률이 차이가  $2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  이하로 좁아진 것으로 조사되었는데 이는 1-MCP 처리효과가 만개 후 110일에 수확한 과실 보다는 미숙과에서 더 오래 유지된 것으로 평가된다(Fig. 7).

기존의 연구 결과, 1-MCP 처리는 비클라이매틱형 호흡패턴을 보이는 동양배에서 호흡률을 낮추는 효과가 보고되었으며(Moon et al., 2008), 비클라이매틱형 호흡형을 보이는 딸기에 대한 1-MCP 처리는 호흡률의 변화에는 영향을 미치지 않으나 외부적으로 에틸렌을 처리하는 경우에는 조기에 수확한 과실에서만 에틸렌 리셉터와 관련되어 호흡률의 증가가 나타난다는 보고(Tian et al., 2000) 등을 고려해 볼 때 1-MCP처리에 대한 과실의 반응은 과종 및 과실성숙도에 따라 반응이 달라지는 것으로 생각된다. 본 연구에서도 1-MCP 처리는 '한아름' 배의 호흡률을 10~15일에 이상 낮추는 효과를 보였고, 만개 후 110일에 수확한 과실에서 그 효과가 만개 후 103일에 수확한 과실에 비해 낮은 점을 감안하면 과실의 성숙도에 따른 1-MCP 처리반응이 달라지는 것으로 생각된다.

한편, 본 실험에서 공시한 '한아름'의 호흡률은 '원황' 및 '화산' (Lee et al., 2012)과 '황금배' (Moon et al., 2008) 등 주요 국내 육성 조·중생종 배에 비해 수배 높은 것이었으며(Fig. 7), 1-MCP 처리에 의한 호흡억제 효과 또한 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 원인으로는 '한아름' 배의

숙기가 8월 18일로 '원황'의 9월 1일보다도 수확 시기가 약 2주 정도 빠르고 상온저장력이 10일에 정도로 상온저장력이 약한 조생종 품종으로서의 유전적 특성(Hwang et al., 2005)에 기인하는 것으로 생각되었다.

## 감사의 글

본 연구는 충남대학교 자체연구비(과제번호:2014-1210-01)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Blankenship SM and Dole JM. 2003. 1-methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 1-25.
- Choi ST and Bae RN. 2007. Extending the postharvest quality of tomato fruit by 1-methylcyclopropene application. *J. Kor. Hort. Sci. Technol.* 25: 6-11.
- Fan X, Argenta L and Mattheis JP. 2002. Interactive effects of 1-MCP and temperature on 'Elberta' peach quality. *HortScience* 37: 134-138.
- Hwang HS, Shin IS, Cheon WC, Shin YU, Hwang JH and Hong SS. 2005. Breeding of a good quality, large size, and early summer season pear cultivar 'Hanareum'(*Pyrus pyrifolia* Nakai). *J. Kor. Hort. Sci. Technol.* 23: 60-63.
- Jeong ST, Kim JG, Hong SS, Jang HS and Kim YB. 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.
- Kim YK, Kang SS, Cho KS and Jeong SB. 2010. Effects of bagging with different pear paper bags on the color of fruit skin and qualities in

- 'Manpungbae'. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 20: 36-40.
- Lee UY and Chun JP. 2011. Evaluation of quality indices during fruit development and ripening in 'Wonhwang' and 'Whasan' pears. CNU J. Agri. Sci. 38: 405-411.
- Lee UY, Oh KY, Choi J.H, Hwang YS, Choi JM and Chun JP. 2011. Evaluation of fruit quality during shelf-life at high temperature environment in 'Wonhwang' and 'Whasan' pears. J. Bio-Environ. Cont. 20: 233-240.
- Lee UY, Oh KY, Moon SJ, Hwang YS and Chun JP. 2012. Effects of 1-methylcyclopropene(1-MCP) on fruit quality and occurrence of physiological disorders of Asia pear(*Pyrus pyrifolia* Nakai), 'Wonhwang' and 'Whasan' during shelf-life. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 30: 534-542.
- Lee UY, Oh KS, Lim BS, Wang MH, Hwang YS and Chun JP. 2014. Response of early-season Asian pear 'Hanareum' treated with GA<sub>4+7</sub> to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP). J. Kor. Hort. Sci. Technol. 32: 645-654<sup>a</sup>.
- Lee UY, Oh KS, Choi JH, Ahn YJ and Chun JP. 2014. Changes of fruit quality and reduction of physiological disorders during shelf-life in early-season pear(*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruits treated with aminoethoxyvinylglycine. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 32: 193-201<sup>b</sup>.
- Li ZQ and Wang LJ. 2009. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening and superficial scald of Japanese pear(*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Akemizu) fruit at two temperatures. Food Sci. Technol. Res. 15: 483-490.
- McGuire RG. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience. 27: 1254-1255.
- Moon SJ, Lee SH, Han JH, Hwang YS and Chun JP. 2008. Effects of 1-MCP and storage condition on fruit quality of 'Whangkeumbae' pear during storage and simulated marketing. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 26: 380-386.
- Mullins ED, McCollum TG and McDonald RE. 2000. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. Postharvest Biol. Technol. 19: 155-164.
- Oanh VTK, Lee UY, Choi JH, Lee HC and Chun JP. 2012. Changes of fruit characteristics and cell wall component during maturation and ripening in Asian pear 'Hanareum', 'Manpungbae' and 'Niitaka'(*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Kor. Hort. Sci. Technol. 30: 345-356.
- Oh KY, Lee UY, Moon SJ, Kim YO, Yook HS, Hwang YS and Chun JP. 2010. Transportation and distribution temperatures affect fruit quality and physiological disorders in 'Wonhwang' pears. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 28: 434-441.
- Selvarajah S, Bauchot AD and John P. 2001. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. Postharvest Biol. Technol. 23: 167-170.
- Sisler EC and Serek M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. Physiol. Plant. 100: 577-582.
- Tamura F, Chun JP, Tanabe K, Morimoto M and Itai A. 2003. Effect of summer-pruning and gibberellin on the watercore development in Japanese pear 'Akibae' fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 372-377.
- Tian MS, Prakash S, Elgar HJ, Young H, Burmeister DM and Ross GS. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene(1-MCP) and ethylene. J. Plant Growth Regul. 32: 83-90.
- Watkins CB. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnol. Adv. 24:389-409.
- Watkins CB and Miller WB, 2003. Implications of

1-methylcyclopropene registration for use on horticultural products, pp.385-390. In: M. Vendrell, H. Klee, J.C. Pech, and F. Romojoro(eds.). Biology and biotechnology of the plant hormone ethylene III. IOS Press, Amsterdam, Netherlands.

Watkins CB, Nock JF and Whitaker BD. 2000.

Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene(1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Postharvest Biol. Technol. 19: 17-32.