

## Research Report

## Aminoethoxyvinylglycine 처리에 따른 조생종 배 유통기간 중 품질변화 및 생리장애 경감

이옥용<sup>1</sup>, 오광석<sup>1</sup>, 최진호<sup>2</sup>, 안영직<sup>3</sup>, 천종필<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 원예학과

<sup>2</sup>국립원예특작과학원 배시험장

<sup>3</sup>배재대학교 산학협력단

### Changes of Fruit Quality and Reduction of Physiological Disorders during Shelf-life in Early-season Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) Fruits Treated with Aminoethoxyvinylglycine

Ug-Yong Lee<sup>1</sup>, Kwang-Suk Oh<sup>1</sup>, Jin-Ho Choi<sup>2</sup>, Young-Jik Ahn<sup>3</sup>, and Jong-Pil Chun<sup>1\*</sup>

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

<sup>2</sup>Pear Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Naju 520-821, Korea

<sup>3</sup>Foundation of University-Industry Research Collaboration, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

**Abstract:** We investigated the effect of preharvest spray of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on the fruit quality and incidence of physiological disorders during shelf-life of 'Hanareum' and 'Wonhwang' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). AVG applications (0, 75, 150 and 300 mg·L<sup>-1</sup>) made 30 days before anticipated harvest of respective cultivar. AVG did not influence the fruit development and quality parameters including starch content, soluble solids and acidity at harvest time in two pear cultivars although the flesh firmness of the fruits treated with 300 mg·L<sup>-1</sup> AVG were higher than that of control in 'Hanareum' pear. Among the three AVG concentrations, only 300 mg·L<sup>-1</sup> AVG showed effectiveness on maintaining flesh firmness in 'Hanareum' pear during shelf-life. Meanwhile, competitive high flesh firmness was attained in 'Wonhwang' pear treated with 150 mg·L<sup>-1</sup> AVG (27.7 N) and 300 mg·L<sup>-1</sup> AVG (28.2 N) when compared with untreated control (17.8 N) during 21 days of shelf-life at 25°C. AVG did not cause any significant difference at skin color development relative to control in two pear cultivars. AVG decreased ethylene production and respiration rate at 300 mg·L<sup>-1</sup> level in two pear cultivars during the entire shelf-life. During shelf-life, low incidence of physiological disorders including internal and core browning and mealiness were attained in the fruits treated at 300 mg·L<sup>-1</sup> AVG in two cultivars when we compared with the untreated control.

**Additional key words:** core browning, ethylene, firmness, mealiness, respiration rate

## 서 언

최근 내수시장의 포화로 인한 수출 등 새로운 배의 수요처 확대가 절실한 상황에서 주요 수출 대상국인 대만과 미국 이외에 새로운 지역으로의 수요확대를 창출하고 수출물

량의 증대를 위해서는 기존의 '신고' 위주 수출전략에서 벗어나 보다 새로운 맛을 가진 국내 신육성 품종의 수출확대가 절실한 상황이다. '한아름'과 '원황' 배는 조생종으로 중생종인 '신고'에 과도하게 집중되어 있는 우리나라 배 산업의 미래를 짊어질 품질이 우수한 국내 신육성 품종이다

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

※ Received 21 August 2013; Revised 17 September 2013; Accepted 19 November 2013. 본 논문은 농촌진흥청 지역전략작목산학연협력사업 (PJ007883022014)의 결과물로 지원에 감사드립니다.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

(Kim, 2002).

그러나 ‘신고’에 비하여 수확 후 단기간 내 품질인자가 낮아지는 단점이 있고(Oh et al., 2010) 아직까지 상세한 품질보전에 대한 연구가 미흡한 실정으로 추후 내수시장은 물론 수출시장에 대규모 물량을 담당하게 하기 위해서는 이들 품종의 성숙조절 및 상온에서의 유통력 증진기술 개발이 무엇보다 중요하다. 일부 신육성 배 품종의 경우, 조생종을 중심으로 수확 후에 급격한 경도저하와 저장, 유통과정에서 수침과, 조직갈변 및 바람들이 등 각종 생리장해가 흔히 발생하는 것으로 보고(Kim et al., 2011; Oh et al., 2010)되고 있는데 이러한 장해는 수확시기(Lee et al., 2011) 및 유통 중 온도 조건(Lee et al., 2011; Moon et al., 2008) 등이 발생 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있어 수확 당시의 과실의 속도와 유통기간 중의 환경적 스트레스가 과실의 품질 악화에 복합적으로 작용하고 있다.

에틸렌은 과실의 성숙과 노화에 관련된 식물호르몬으로 동양배에 있어 과실의 속도와 품종의 조만성에 따라 발생량에 차이가 나며(Oanh et al., 2012), 동양배의 에틸렌생합성과 관련하여 ACC synthase gene에 따른 품종별 분류가 보고된 바 있다(Itai et al., 1999). 기존의 연구결과, 사과와 배 등 인과류 과실에서 저장 유통 중 에틸렌제거(Kim et al., 2006) 및 1-methylcyclopropene(1-MCP) 처리에 따른 호흡률 및 에틸렌 작용억제를 통한 과실 품질 유지 기간 연장 등 긍정적인 결과가 보고된 바 있으나(Gamrasni et al., 2010; Jiang and Joyce, 2002; Moon et al., 2008), 수확 전에 직접적으로 에틸렌 생합성을 억제하는 제제의 처리 효과를 구명하는 연구는 매우 한정적이다. 즉 복숭아, 사과 등 클라이맥터릭형 과실을 제외하고는 동양배와 같은 호흡급등 현상이 불분명하고 에틸렌발생 또한 상대적으로 낮아서 비클라이맥터릭형으로 분류되는 과실에 대해서는 적용된 바가 거의 없는 실정이다.

Aminoethoxyvinylglycine(AVG)은 에틸렌 전구물질인 ACC synthase의 활성억제를 통한 에틸렌생성억제제로(Boller et al., 1979), 복숭아의 성숙제어에 효과가 있음이 보고(Bregoli et al., 2002; Byers, 1997)되었고, 사과에 수확 전에 처리한 경우 에틸렌 발생의 억제를 통한 과실경도 감소 억제 및 전분 분해 지연 효과(Yildiz et al., 2012)를 보인다. 이러한 AVG의 효과는 동양배에서도 일부 인정되어 ‘풍수’와 ‘행수’에서 수확 전 2-4주에  $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리로 과실 경도를 증가시켰다고 보고된 바 있어(Khan et al., 2002) 에틸렌 생성억제제 처리가 에틸렌발생량이 사과나 복숭아에 비해 매우 낮은 동양

배에 대한 AVG 처리의 효용성을 기대하게 되었다.

이에 본 연구에서는 에틸렌 생합성 억제제인 AVG의 국내 육성 조생종 배 과실에의 적용 가능성을 타진하고자 ‘한아름’ 및 ‘원황’ 배를 이용하여 적정 처리농도를 구명하고 조직의 노화 및 생리적 장애의 발생을 경감하여 수출과정에서 발생하는 상온유통 중 품질 저하 방지를 위한 배 수확 전·후 관리시스템 구축의 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 과실 재료

실험재료는 충남 천안시의 개인농가에서 8년생 ‘한아름’ 및 충남 연기군의 개인농가에 재식되어 있는 14년생 ‘원황’을 이용하였다. 약제처리는 수확 전 30일에 AVG(Retain, 15% a.i., Valent BioScience, USA)에 전착제 Siloxane(Dongbu Chemical, Korea)을  $0.05\%$  가용하여 0, 75, 150,  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  농도로 수관 살포하였다.

‘한아름’ 배 과실은 만개 후 115일에 ‘원황’ 배는 만개 후 125일에 각각 수확하였다. 과실은 수확 후 상온에서 1일간 예건 후 수출용 5kg 종이상자에 넣어  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 모의유통하면서 7일 간격으로 ‘한아름’ 배는 21일간, ‘원황’ 배는 28일간 각각 과실의 품질을 분석하고 생리장해 발생을 비교하였다.

### 품질 조사

수확일에 각각 100개씩의 과실을 수확한 후 과실의 무게를 저울로 측정하여 평균 과중으로 표시하였다. 과실의 경도는 rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific Co., Japan)로 직경 8mm probe를 이용하여 과피를 제거한 과실의 적도면에 수직으로 5mm 깊이,  $100\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$ 의 속도로 최대압력을 측정하였다. 가용성 고형물은 과실 적도면의 동일부분을 1cm 두께로 잘라 4겹의 cheese cloth를 이용하여 착즙한 후 digital refractometer(PR-32a, ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였다. 산 함량은 동일한 방법으로 착즙한 과즙 5mL를 증류수 35mL에 희석하여 0.1N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 중화 적정한 후 사과산으로 환산하였다.

전분함량은 착즙한 과즙 1mL를 증류수 4mL에 희석한 후 진단시약(KI 5%+ I 1% + 증류수)으로 발색하여 spectrophotometer(2120 UV, Optizen, Korea)를 이용하여 640nm에서 측정하였다. 과피색 측정은 chroma meter(CR-410, Minolta, Japan)를 이용하여 각 개체의 모든 과실의 적도면을 측정하여  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 를 구하고 Hue angle을 계산하였다. 과실의 에틸렌 발

생량 및 호흡 측정은 각 처리구에서 무작위로 6과를 선택하여 3반복으로 3.4L 용기에 2과씩 넣어 밀폐하고 25°C에서 2시간 방치 후 밀폐된 용기내부의 기체를 주사기로 1mL를 포집한 후 각각 FID 및 TCD가 장착된 gas chromatograph (Shimadzu, Japan)로 측정 후 계산하였다(Tamura et al., 2003).

### 생리장해의 측정

생리장해는 과실 중앙부를 절단하여 절단면에서 장해발생 여부를 육안으로 관찰하여 판단하였다. 과육에 발생하는 갈변 및 분질과 발생율은 건전과는 0, 과육면적의 20% 미만은 1, 40% 미만은 2, 60% 미만은 3, 80% 이상은 5로 구분하였으며 과심갈변은 과심면적을 기준으로 건전한 것은 0, 20% 미만은 1, 60% 미만은 3, 80% 이상은 5로 구분하여 장해지수를 측정한 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 Duncan's multiple range test로 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 수확기 과실 품질

AVG 처리에 따른 수확기 과실중은 ‘한아름’은, 무처리구 419.7g, AVG 75mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 434.7g, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 418.7g, 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 440.3g이었다. ‘원황’은 무처리구가 552.6g으로 AVG 처리구의 504.3g-525.0g에 비해 다소 높았으나 통계적인 유의차가 없어 에틸렌생합성억제제인 AVG처리는 과실비대에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다(Table 1).

과실의 식미를 결정하고 장기저장성 여부를 판단하는 요인으로 과실의 전분함량은 중요한 요인인데 미숙과실의 경우 텁텁한 녹말 맛이 많이 나므로 상품성이 저하되는 요인으로 작용한다. 본 실험에서 품종별 AVG 처리에 따른 수확기 전분함량을 측정하였는데 ‘한아름’의 경우, 무처리구는 0.269, AVG 75mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 0.245, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 0.259, 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 0.275로 AVG 150mg·L<sup>-1</sup> 이하 농도 처리구에서 다소 낮았으나 처리 간 유의한 차이를 볼 수 없었다. ‘원황’의 경우, 무처리구는 1.037, AVG 75mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 0.985, 150mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 1.046, 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 0.836으로 AVG 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구를 제외하고 무처리구와 큰 차이를 볼 수 없었다. ‘원황’의 전분함량은 ‘한아름’에 비해 높

**Table 1.** Comparison of fruit quality at harvest time in early-season pear cultivar ‘Hanareum’ and ‘Wonhwang’ pears sprayed with various concentrations of aminoethoxyvinylglycine.

Treatment <sup>z</sup> (mg·L <sup>-1</sup> )	Quality indices								
	Fresh weight (g)	Starch (O.D. 640 nm)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Color difference			
						L*	a*	b*	H°
‘Hanareum’									
Untreated	419.7 a <sup>y</sup>	0.269 a	28.5 b	11.8 a	0.12 b	65.3 a	12.5 ab	39.4 a	72.4 a
AVG 75	434.7 a	0.245 a	31.4 ab	11.8 a	0.15 a	65.0 a	12.9 ab	38.8 ab	71.7 ab
AVG 150	418.7 a	0.259 a	32.0 ab	11.2 b	0.15 a	65.0 a	13.0 a	39.0 ab	71.6 b
AVG 300	440.3 a	0.275 a	34.3 a	11.1 b	0.15 a	64.9 a	12.1 b	38.6 b	72.6 a
‘Wonhwang’									
Untreated	552.6 a	1.037 a	36.6 a	12.0 a	0.19 a	65.1 ab	6.3 a	41.5 a	81.5 a
AVG 75	525.0 a	0.985 ab	37.8 a	12.0 ab	0.18 a	64.5 b	6.7 a	41.5 a	80.9 a
AVG 150	504.3 a	1.046 a	37.8 a	11.5 c	0.16 b	66.6 a	6.9 a	41.8 a	80.6 a
AVG 300	520.2 a	0.836 b	36.7 a	11.8 b	0.17 b	65.4 ab	7.0 a	41.4 a	80.4 a

<sup>z</sup>Trees were sprayed with aminoethoxyvinylglycine of 4 L volume at 30 days before harvest time. Fruits were harvested at 115 and 125 days after full bloom in ‘Hanareum’ and ‘Wonhwang’, respectively.

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

았는데 이는 ‘원황’ 배에 있어 수출기간 중의 생리장해 발생을 고려한 적정 수확시기로 제시(Oh et al., 2010)된 수확기인 만개 후 125일에 수확하였기 때문으로 생각된다. 과육경도는 ‘한아름’의 경우 무처리구 28.5N이었고, AVG 처리구는 살포농도가 증가함에 따라 증가하여 75, 150, 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 각각 31.4, 32.0, 34.3N으로 나타났는데 ‘원황’의 경우에는 AVG 처리에 의한 유의한 경도 증가는 보이지 않았다 (Table 1). 한편 가용성고형물 함량은 두 품종 모두 AVG 처리 농도가 증가할수록 다소 낮아지는 경향을 보였고 산함량은 ‘한아름’에서 AVG 처리구가 0.15%로 다소 높은 경향을 보였다. 과피색택 중 엷록소의 소실과 붉은 색의 증가를 의미하는 a\*은 처리구간 차이가 없었고 Hue angle도 처리구간 차이가 없는 것으로 조사되어 에틸렌생합성 억제제 처리에 의한 과피색택 발현 지연은 나타나지 않는 것으로 조사되었다 (Table 1).

**상온유통 중 과실 품질**

유통 중 과실의 수분이 감소하여 과실중이 줄어드는 요인인 과실의 감모율을 비교한 결과, 조사한 두 품종 모두에서 상온유통 기간이 경과함에 따라 감모율이 증가하였는데 ‘한아름’은 유통 21일에 무처리구 5.9%, AVG 처리구 6.4-8.2% 수준으로 나타났다 (Table 2). ‘원황’은 동일 유통기간 중 감모율이 ‘한아름’에 비해 다소 낮아 유통 21일에 무처리구 4.7%, AVG 처리구 4.2-4.6% 수준으로 나타났으며 유통 28일에는 6.2-7.0%의 감모율을 보여 유통기간 경과에 따른 과실 감모율의 증가가 뚜렷하였다 (Tables 2 and 3). 한편 AVG 처리 농도에 따른 감모율의 차이가 ‘한아름’에서는 나타나지 않았으나 ‘원황’에 있어서는 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 28일간의 상온유통 중 유의하게 감모율이 낮게 조사되어 상대적으로 과실의 수분상실 억제 효과가 크게 나타났다 (Table 3).

과육경도는 과실의 신선도를 좌우하는 가장 중요한 요인으로 물리적 견고함을 바탕으로 압축경도를 측정하기 때문

**Table 2.** Comparison of fruit quality during shelf-life in ‘Hanareum’ pears sprayed with various concentrations of aminoethoxyvinylglycine.

Shelf-life <sup>z</sup> (Days)	Treatment <sup>y</sup> (mg·L <sup>-1</sup> )	Quality indices							
		Weight loss (%)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Color difference			
						L*	a*	b*	H°
7	Untreated	2.5 ab <sup>x</sup>	25.7 b	11.4 ab	0.10 b	64.38 a	12.69 b	39.37 a	72.09 a
	AVG 75	2.8 a	26.5 b	11.6 a	0.14 a	64.35 a	13.84 a	39.06 a	70.48 b
	AVG 150	2.8 a	24.9 b	11.5 ab	0.13 a	64.49 a	13.60 a	39.22 a	70.88 b
	AVG 300	2.4 b	30.0 a	11.3 b	0.15 a	63.77 a	13.83 a	38.78 a	70.38 b
14	Untreated	4.8 a	20.2 a	11.9 a	0.08 b	63.22 a	12.74 b	38.32 a	71.55 a
	AVG 75	4.9 a	19.0 a	11.1 b	0.12 a	62.73 a	13.43 a	37.14 b	70.12 ab
	AVG 150	5.2 a	19.9 a	11.0 b	0.12 a	63.09 a	13.16 ab	37.35 b	70.58 b
	AVG 300	5.0 a	21.6 a	11.0 b	0.13 a	62.14 a	13.51 a	36.96 b	69.90 c
21	Untreated	5.9 b	16.1 ab	11.8 a	0.11 c	60.94 a	13.26 a	36.81 a	70.12 ab
	AVG 75	8.2 a	13.2 b	10.0 b	0.16 a	59.61 a	12.55 a	33.77 a	69.61 ab
	AVG 150	6.4 b	13.7 b	9.4 b	0.13 b	62.03 a	12.67 a	35.93 a	70.58 a
	AVG 300	6.4 b	19.5 a	10.6 b	0.12 c	60.21 a	13.42 a	35.21 a	69.10 b
Anova									
Shelf life (A)		***	***	***	***	***	**	***	***
Treatment (B)		***	***	***	***	*	***	***	***
A × B		***	NS	***	***	NS	*	NS	NS

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 115 days after full bloom and stored at 25°C for three weeks.

<sup>y</sup>Trees were sprayed with aminoethoxyvinylglycine of 4 L volume at 30 days before harvest time.

<sup>x</sup>Different letters represent statistical significance within each cultivar by Duncan’s multiple range test at 5% level.

NS,\*,\*\*\* Indicate none significant, significant difference at P < 0.01, P < 0.05 or P < 0.001, respectively.

에 식감과 밀접하게 관련되어 있다. 동양배에서도 과실의 성숙이 진행되면서 경도치는 하락하게 되며 이를 바탕으로 과실의 속도 및 연화정도를 가늠할 수 있는 중요 요인으로 작용한다(Oanh et al., 2012). 에틸렌은 ‘원황’ 배 과실에서 성숙 후반에 증가하여 과실경도의 감소와 상관이 있는 것으로 보고(Lee and Chun, 2011)되고 있는데 본 연구에서 에틸렌생합성 억제제인 AVG를 처리한 결과 상온유통 중 배 과실의 경도 유지에 긍정적인 효과가 있다는 결과를 도출하였다. 과육경도는 공시한 두 품종 배에서 기본 경도수준 및 유통 중 감소패턴이 다소 상이하게 조사되었다. ‘한아름’의 경도는 수확 당시 무처리구가 28.5N에서 유통 21일 후 16.1N으로 낮아져 약 44%의 감소가 나타났다. ‘원황’의 경우에는

무처리구가 수확 당시 36.6N으로 비교적 높았고 상온유통 14일까지 34.3N으로 그 수준을 유지하고 있었으나 유통 21일에 17.8N, 28일에 14.5N으로 급속히 경도가 떨어지는 것으로 조사되어 배 품종별 속기가 경도 하락 속도에 밀접하게 관련되어 있고 성숙기가 빠를수록 동일 유통기간 중 경도하락이 빠르게 진행되는 것을 확인할 수 있었다(Tables 2 and 3). 한편 AVG 처리효과를 보면 ‘한아름’의 경우에는  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구를 제외하고는 유통 21일간 경도유지 효과가 미미하였으나 ‘원황’에 있어서는 150 및  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구의 경우 상온유통 21일에 각각 27.7N 및 28.2N으로 무처리구 17.8N 대비 각각 50% 및 58% 높게 유지(Tables 2 and 3)되는 등 AVG 처리효과는 ‘원황’에서 뚜렷하게 나타

**Table 3.** Comparison of fruit quality during shelf-life in ‘Wonhwang’ pears sprayed with various concentrations of aminoethoxyvinylglycine.

Shelf-life <sup>z</sup> (Days)	Treatment <sup>y</sup> ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Quality indices							
		Weight loss (%)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Color difference			
						L*	a*	b*	H°
7	Untreated	2.5 a <sup>x</sup>	36.6 b	12.4 b	0.19 a	66.33 a	9.94 b	42.48 a	76.87 a
	AVG75	2.2 ab	39.2 a	12.5 ab	0.17 b	65.29 b	9.74 b	42.27 a	77.07 a
	AVG150	2.0 b	38.3 a	12.7 a	0.17 b	65.54 b	10.95 a	42.36 a	75.56 b
	AVG300	2.2 ab	38.4 a	12.0 c	0.16 b	65.07 b	9.29 b	42.08 a	77.58 a
14	Untreated	3.3 bc	34.2 b	12.0 b	0.17 a	65.93 a	12.43 c	42.65 a	73.77 a
	AVG75	3.7 a	33.5 b	12.4 a	0.17 a	65.77 a	13.05 b	42.77 a	73.04 b
	AVG150	3.5 b	32.6 b	12.5 a	0.15 b	65.70 a	13.63 a	42.86 a	72.37 c
	AVG300	3.1 c	39.2 a	12.2 b	0.17 a	65.49 a	12.65 bc	42.65 a	73.50 ab
21	Untreated	4.7 a	17.8 b	12.1 ab	0.20 a	65.76 a	13.35 b	42.33 b	72.50 a
	AVG75	4.6 a	18.4 b	12.7 a	0.17 b	65.98 b	14.53 a	42.63 ab	71.19 b
	AVG150	4.2 b	27.7 a	11.9 b	0.15 b	65.49 ab	13.67 b	42.28 b	72.10 a
	AVG300	4.3 b	28.2 a	12.4 ab	0.16 b	65.53 ab	13.75 b	42.75 a	72.17 a
28	Untreated	6.6 ab	14.5 b	11.9 b	0.18 a	64.47 b	14.18 b	41.98 a	71.34 a
	AVG75	7.0 a	14.8 ab	11.8 b	0.18 a	63.86 b	14.86 a	41.71 a	70.39 b
	AVG150	6.5 ab	18.6 a	11.9 b	0.17 b	65.13 a	14.16 b	42.01 a	71.38 a
	AVG300	6.2 b	19.8 a	12.1 a	0.15 b	64.33 b	14.46 ab	42.00 a	71.01 a
Anova									
Shelf life (A)		***	***	***	NS	***	***	***	***
Treatment (B)		***	***	*	***	***	***	NS	***
A × B		*	***	***	*	**	***	NS	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 125 days after full bloom and stored at 25°C for four weeks.

<sup>y</sup>Trees were sprayed with aminoethoxyvinylglycine of 4L volume at 30 days before harvest time.

<sup>x</sup>Different letters represent statistical significance within each cultivar by Duncan’s multiple range test at 5% level.

NS,\*,\*\*\* Indicate none significant, significant difference at  $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$  or  $P < 0.001$ , respectively.

났다. 이러한 결과를 바탕으로 경도를 고려할 때 AVG 적정 처리 농도는 ‘한아름’의 경우  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이며 ‘원황’의 경우에는  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  수준이라고 판단되었다.

가용성고형물함량은 ‘한아름’의 경우 무처리구는 유통 21일 간  $11.4\text{--}11.9^\circ\text{Brix}$ 로 수확 당시의  $11.8^\circ\text{Brix}$ 에 비해 큰 변화가 없었으나 AVG 처리구는 유통기간이 증가함에 따라 다소간 감소하는 경향을 보여 유통 21일에는  $9.4\text{--}10.6^\circ\text{Brix}$ 로 수확 당시  $11.1\text{--}11.8^\circ\text{Brix}$ 에 비해 점진적으로 감소하였다 (Table 2). ‘원황’의 경우에는 수확 당일에 비해 상온유통 중 증가하는 경향을 보였는데 AVG 처리에 따른 함량 차이는 보이지 않았다 (Table 3). 산함량은 가용성고형물 변화와는 다르게 품종 간 함량 차이가 뚜렷하였는데 ‘한아름’에 비해 ‘원황’의 산함량이 유의하게 높게 나타났는데 ‘한아름’에서의 산함량의 변화는 처리 간 뚜렷한 차이가 없었으나 ‘원황’에서는  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  이상 농도의 AVG 처리구에서 수확 당시 (Table 1)와 동일하게 산함량이 낮게 유지되는 것으로 조사되었다 (Tables 2 and 3).

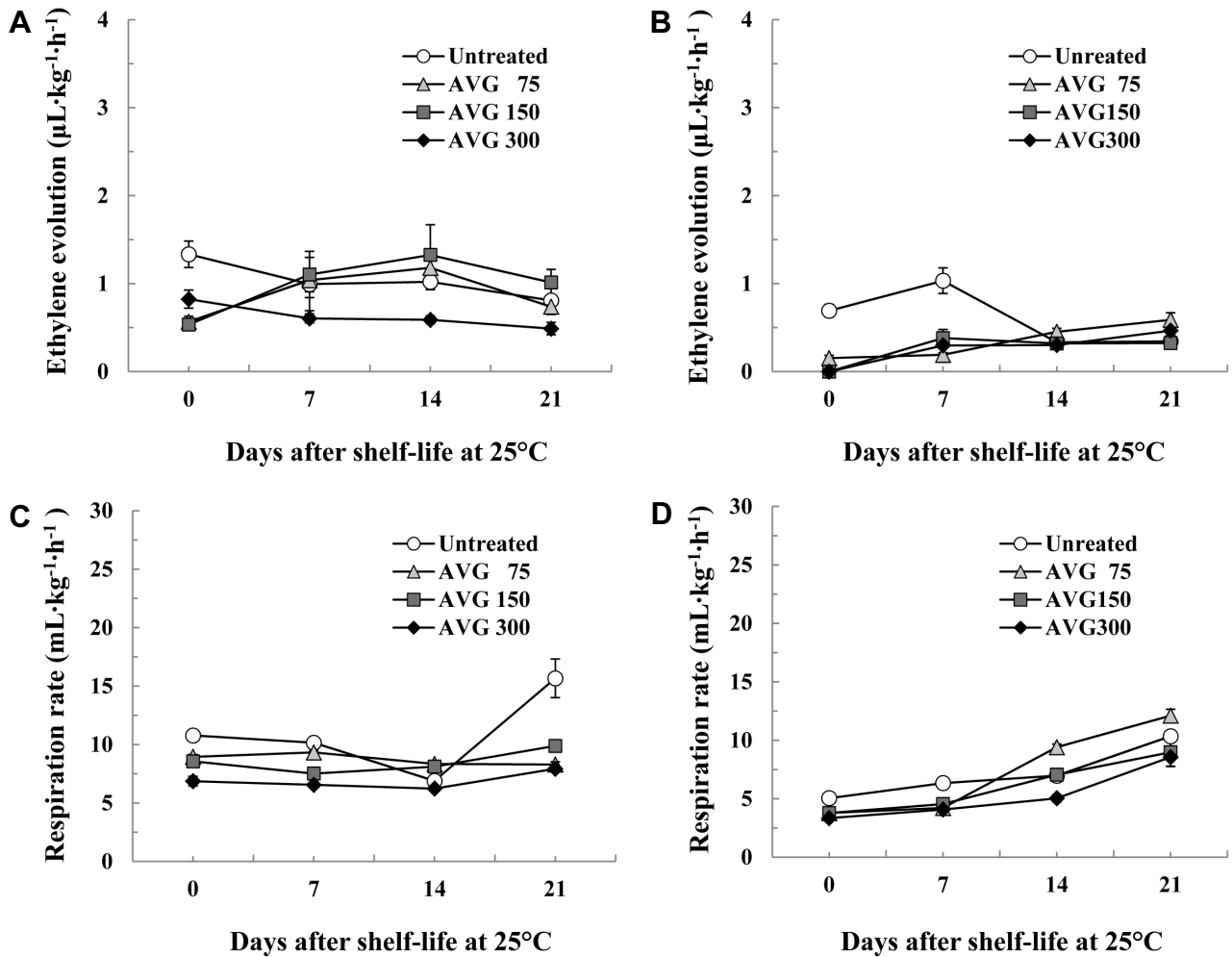
AVG 처리가 상온유통 중 과피 색택에 미치는 영향을 조사한 결과, 과피의 밝기를 의미하는  $L^*$ 에는 큰 영향을 주지 않았는데 ‘한아름’에 있어서 AVG 처리구의  $L^*$ 이 다소 높게 유지되어 과피가 다소 밝은 경향을 보였다. 과피색차의 변화 중 가장 성숙과 연화에 따른 변화가 유의한  $a^*$ 값은 품종 및 AVG 처리에 관계없이 상온유통기간이 연장됨에 따라 증가하는 경향을 보였으며 변화의 폭은 ‘원황’에서 가장 뚜렷하여 수확 당시에 비해 유통 28일 후 약 2배 증가하여 과피 적색의 발현이 빠르게 진행되는 특성을 보였다 (Table 3). ‘한아름’에 있어서도 AVG 처리구는 무처리구에 비하여  $a^*$ 이 낮게 유지되는 경향을 보여 조생종 배에 대한 AVG 처리는 과피의 적색도 증가에 소폭 영향을 미치는 것으로 생각되었다 (Table 2). AVG 처리는 과피의 황색도( $b^*$ ) 증가에는 영향을 미치지 않았다. Hue angle은 기존의 연구에서 배의 성숙과 연화과정이 진행되면서 점진적으로 감소하는 경향을 보이므로 배 과실의 성숙 및 노화지표로 활용할 수 있는데 (Kim et al., 2011; Oh et al., 2010), 본 실험에서 Hue angle의 변화는 ‘원황’에서 가장 급격하게 감소하였고 상대적으로 ‘한아름’에서는 완만하게 감소하는 경향을 보여 과피색차의 변화 정도가 품종에 따라서 현저하게 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다 (Tables 2 and 3).

### 상온유통 중 에틸렌발생 및 호흡률

AVG 처리에 따른 ‘한아름’, ‘원황’ 배의 수확 후 상온유

통 기간 중의 에틸렌 발생량을 조사하였다. 일본에서 육성된 배 대부분의 재배 품종은 ACC synthase(ACS) 활성이 낮아 에틸렌 생합성량이 극히 적은데 (Itai et al., 1999), 본 연구에서 국내 신육성 품종의 에틸렌발생량은 상대적으로 수확 시기가 빠른 ‘한아름’이 ‘원황’에 비하여 다소 높은 수준으로 발생하였고 최대발생량은  $1.4\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 측정되었다. AVG 처리과실의 경우 AVG 75 및  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리과실에서는  $25^\circ\text{C}$  유통과정 중 무처리구와 유사한 발생 패턴을 보였고  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구에서는 상온유통 21일간  $0.6\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  정도로 무처리구의 60% 수준으로 나타나는 등 ‘한아름’에 있어 에틸렌발생을 제어할 수 있는 수준의 AVG 처리 농도는  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  이었다 (Fig. 1A). ‘원황’에 있어서 에틸렌발생량은 유통 7일 후에 최대  $1.1\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 무처리구 과실에서 측정되었으며 AVG 처리구는 농도에 관계없이  $0.5\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  이하로 측정되어 에틸렌발생을 단기간 내에 유의하게 억제하였으나 유통 14일 이후에는 무처리구와 차이가 없는 것으로 조사되었다 (Fig. 1B).

유통기간 중 AVG 처리에 따른 과실의 호흡률을 비교한 결과, 유통기간이 연장됨에 따라 다소간 증가하는 경향을 보였다. 품종별 호흡률은 조생종인 ‘한아름’이 가장 높은 수준으로 무처리구의 경우, 수확일에  $11\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  수준으로 나타났고 이후 완만히 감소하다가 유통 21일에  $16\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 증가하는 패턴을 보였다. AVG 처리구는 무처리구와 비교하여 상대적으로 낮은 수준으로 나타나 전 유통기간 중  $10\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  이하로 유지되었는데 AVG  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구에서는 상온유통 21일간 무처리구의 70% 수준으로 유지되어 에틸렌발생의 억제와 더불어 호흡률 감소 효과가 뚜렷하게 나타났다 (Fig. 1C). ‘원황’에 있어 호흡률은 상온유통 7일까지는 무처리구의 호흡률이 높았고 유통기간 중 지속적으로 증가하는 경향을 보였는데 수확일 및 유통 7일까지는  $6\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  수준이었으나 유통 14일부터 급격히 증가하여 유통 21일에는  $10\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  수준으로 나타났다. AVG  $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구의 호흡률은 무처리구와 유사하거나 다소 높은 수준으로 조사되었고 AVG  $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  이상의 처리구의 경우 무처리구보다 낮았는데 특히  $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  처리구의 경우 유통 14일에도  $5\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  수준으로 호흡률이 매우 낮게 유지된 결과를 보였다 (Fig. 1D). 이상의 결과를 종합할 때, 선행 실험에서 에틸렌작용억제제인 1-MCP를 ‘원황’배 과실에 처리한 경우, 상온유통 중 약 2주간 무처리구 대비 42-44% 수준으로 호흡량이 감소되었다는 결과 (Oh et al., 2010)를 감안하면 AVG 처리가 호흡률에 미치는 효과는 1-MCP에



**Fig. 1.** Changes of ethylene evolution (A, B) and respiration rate (C, D) during 21 days of shelf-life at 25°C in 'Hanareum' (A, C) and 'Wonhwang' (B, D) pears treated with aminoethoxyvinylglycine at 30 days before harvest.

비해서는 다소 떨어지지만 기존의 보고에서 배 'Bayuehong' 품종에 있어 1-MCP 처리에 의한 호흡을 저감에 의한 품질 유지 효과(Li et al., 2008)와 '황금배'에 있어 상온유통기간 경과에 따른 호흡률 저감효과(Moon et al., 2008)를 감안하면 처리약제의 종류는 다르지만 호흡의 억제를 통한 과실연화 과정의 지연은 분명한 것으로 생각되었다. 결국 본 실험에서 보여지는 동양배에 대한 AVG 처리효과는 직접적으로 에틸렌생합성을 억제(Fig. 1)하는 동시에 호흡률 감소를 유발하여 얻어진 결과이며 기존의 1-MCP 처리 효과는 에틸렌생합성과는 관계없이 호흡률 감소를 통한 과실품질요인의 저하를 지연하는 간접적인 효과(Moon et al., 2008)에 기인한다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 상온유통 중 생리장해 발생

AVG 처리에 따른 상온유통 중 생리장해 발생을 비교 검토 하였다. 과실 내부에 발생하는 과육갈변(internal browning)에 미치는 영향을 살펴본 결과, '한아름'에서는 무처리구는 유통 21일에 급격히 발생이 증가하였는데 AVG 처리구는 농도에 관계없이 유의하게 발생을 억제하였다. '원황'에서는 유통 28일간 무처리구에 비해 AVG 75mg·L<sup>-1</sup> 처리는 억제 효과가 없었고 150 및 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 발생이 억제되는 경향을 보였다(Table 4). 분질과는 '한아름'과 '원황'에서 유통기간의 연장과 더불어 경시적으로 증가하는 증상이었는데, '한아름'의 경우에는 유통 7일 이후에 분질현상이 빠르게 나타났고 '원황'은 상온유통 14일 이후에 발생되었다. '한아름'에 있어 AVG 75 및 150mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서는 경감효과가 없었고, AVG 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서는 전혀 발

**Table 4.** Comparison the incidence of physiological disorders during shelf-life in 'Hanareum' and 'Wonhwang' pears sprayed with various concentrations of aminoethoxyvinylglycine.

Shelf-life <sup>z</sup> (Days)	Treatment <sup>y</sup> (mg·L <sup>-1</sup> )	Physiological disorders (Index, 0-5) <sup>x</sup>					
		Internal browning		Core browning		Mealiness	
		'Hanareum'	'Wonhwang'	'Hanareum'	'Wonhwang'	'Hanareum'	'Wonhwang'
7	Untreated	0.15 a <sup>w</sup>	0.04 a	0.85 a	0.08 a	0.00 a	0.00 a
	AVG75	0.00 a	0.04 a	0.07 ab	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	AVG150	0.06 a	0.04 a	0.00 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	AVG300	0.13 a	0.00 a	0.00 b	0.17 a	0.00 a	0.00 a
14	Untreated	1.24 a	0.21 a	1.86 a	0.36 a	0.52 a	0.00 a
	AVG75	0.56 b	0.06 ab	0.67 b	0.34 a	0.56 a	0.03 a
	AVG150	0.00 b	0.04 ab	0.33 b	0.38 a	0.22 a	0.09 a
	AVG300	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.19 a	0.00 a	0.00 a
21	Untreated	1.24 a	0.40 ab	2.57 a	2.32 a	0.52 a	1.76 a
	AVG75	0.00 b	0.63 a	3.40 a	2.04 ab	0.80 a	1.68 a
	AVG150	0.00 b	0.13 ab	3.00 a	1.19 bc	0.75 a	0.45 b
	AVG300	0.00 b	0.00 b	2.43 a	0.94 c	0.00 a	0.53 b
28	Untreated	-	0.80 a	-	3.32 a	-	1.96 a
	AVG75	-	0.63 a	-	3.21 ab	-	1.71 ab
	AVG150	-	0.52 a	-	2.59 bc	-	1.14 b
	AVG300	-	0.30 a	-	2.28 c	-	0.53 c
Anova							
Shelf life (A)		NS	***	***	***	***	***
Treatment (B)		***	*	*	***	*	***
A × B		NS	NS	NS	***	NS	***

<sup>z</sup>Fruits were harvested at 115 or 125 days after full bloom and stored at 25°C for three or four weeks in 'Hanareum' and 'Wonhwang' pears, respectively.

<sup>y</sup>Trees were sprayed with aminoethoxyvinylglycine of 4 L volume at 30 days before harvest time.

<sup>x</sup>Index of physiological disorders listed on materials and methods.

<sup>w</sup>Different letters represent statistical significance within each cultivar by Duncan's multiple range test at 5% level.

NS,\*,\*\*\* Indicate none significant, significant difference at  $P < 0.01$  or  $P < 0.001$ , respectively.

생하지 않아 매우 효과적이었다. 이러한 경향은 '원황'에서도 유사하게 나타났는데 '원황'에 대한 AVG 150mg·L<sup>-1</sup> 처리는 분질과 경감 효과를 유통 21일간 유지하는 것으로 조사되었다(Table 4). 두 품종의 과실에서 공통적으로 발견된 과심갈변 현상은 동양배에 있어 저장 온도와 수확시기에 따라 발생이 다르게 나타나는데 '원황' 배에서는 저온장해가 아닌 수확 후 누적된 온도가 높을수록 과심갈변과의 발생률이 높은 결과를 보인 바 있다(Lim et al., 2007). 본 실험 결과, '한아름'에서는 무처리의 경우 상온유통 기간이 지남에 따라 발생이 급속히 증가하였으나 AVG 처리는 처리농도에 관계없이 유통 7일간 발생을 억제하였고 유통 14일에도 AVG 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서는 전혀 발생하지 않아 매우 효과적

이었다. 그러나 상온유통 21일에는 AVG 75-150mg·L<sup>-1</sup> 처리에서는 과심갈변 억제 효과를 볼 수 없었다(Table 4). '원황'의 경우에는 상온유통 14일간 과심갈변 발생에 있어 처리 간 차이를 보이지 않았으나 유통 21일에는 AVG 처리농도가 증가할수록 과심갈변 억제효과가 컸다. 이러한 효과는 유통 28일에도 같은 경향을 보였다(Table 4).

종합적으로 AVG를 처리한 과실의 경우, 노화와 관련된 지표인 과심갈변을 포함한 생리장해 발생 유형을 고려할 때 '한아름'의 최대 상온유통기한은 14일, '원황'은 21일이며 처리 농도는 '한아름'은 300mg·L<sup>-1</sup>, '원황'은 150mg·L<sup>-1</sup> 처리가 적절할 것으로 판단되었다.



## 초 록

조생종 배 ‘한아름’ 및 ‘원황’의 상온유통 중 품질유지 및 생리장해 경감을 목적으로 aminoethoxyvinylglycine(AVG)를 0, 75, 150, 300mg·L<sup>-1</sup> 농도로 수확 전 30일에 살포 처리하였다. AVG 처리는 농도에 관계없이 수확기 과실중에 영향을 미치지 않았고 전분함량, 가용성고형물, 산함량 등 수확기 품질요인에 큰 영향을 미치지 않았는데 ‘한아름’에 있어 300mg·L<sup>-1</sup> AVG 처리는 수확기 경도가 다소 높게 조사되었다. ‘한아름’에 있어 상온유통 중 과실 경도의 유지효과는 300mg·L<sup>-1</sup> 농도에서만 나타났고 ‘원황’의 경우에는 상온유통 21일에 AVG 150mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 27.7N, 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 28.2N으로 무처리구의 17.8N에 비하여 유의하게 경도가 높게 유지되었다. AVG 처리에 따른 상온유통 기간 중 과피색택 차이는 두 품종 모두 나타나지 않았다. AVG 처리는 300mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 상온유통 중 에틸렌발생 및 호흡률을 유의하게 낮추었으며 동 처리농도에서 과육갈변, 과심갈변, 분질현상 등 과실의 생리장해 발생을 유의하게 경감하는 효과를 보였다.

**추가 주요어 :** 과심갈변, 에틸렌, 경도, 분질과, 호흡률

## 인용문헌

- Boller, T., R.C. Hemer, and H. Kende. 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Planta* 145:293-303.
- Bregoli, A.M., S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi, and P. Torrigiani. 2002. Peach (*Prunus persica*) fruit ripening: Aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. *Physiol. Plant.* 114:472-481.
- Byers, R.E. 1997. Peach and nectarine fruit softening following aminoethoxyvinylglycine sprays and dips. *HortScience* 32:86-88.
- Gamrasni, D., R. Ben-Arie, and M. Goldway. 2010. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) application to Spadona pears at different stages of ripening to maximize fruit quality after storage. *Postharvest Biol. Technol.* 58:104-112.
- Itai, A., T. Kawata, K. Tanabe, F. Tamura, M. Uchiyama, M. Tomomitsu, and N. Shiraiwa. 1999. Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase genes controlling the ethylene level of ripening fruit in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). *Mol. Gen. Genet.* 261:42-49.
- Jiang, Y.M. and D.C. Joyce. 2002. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 77:19-21.
- Khan, Z.U., H. Ohara, K. Ohkawa, and H. Matsui. 2002. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on ethylene evolution and fruit quality of Japanese pears at harvest stage. *Acta Hort.* 587:533-537.
- Kim, J.H. 2002. Recent pear cultivation. Osung books, Seoul, Korea. p. 266-267.
- Kim, J.G., K.Y. Oh, U.Y. Lee, K.B. Ma, Y.S. Hwang, J.M. Choi, and J.P. Chun. 2011. Changes of the fruit quality according to temperature environment and marketing period during simulated exportation in ‘Whasan’ pears. *J. Bio-Environ. Cont.* 20:399-405.
- Kim, H.C., K.S. Bae, J.H. Bae, K.S. Jeon, and J.U. Hong. 2006. Effect of ethylene removal on fruit quality of oriental pear during storage. *J. Bio-Environ. Control* 15:61-66.
- 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.
- 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.
- Li, J., X. Sun, Z. Wang, and P. Zhang. 2008. Effect of 1-MCP on postharvest physiology and quality of ‘Bayuehong’ pears during storage. *Acta Hort.* 768:117-124.
- 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 ‘Nittaka’ 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 IMCP treatment on the incidence of flesh browning disorder in ‘Wonhwang’ pears. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:144-148.
- 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 ‘Nittaka’ (*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.
- 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. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72:372-377.
- Yildiz, K., B. Ozturk, and Y. Ozkan. 2012. Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of ‘Red Chief’ apple. *Sci. Hort.* 144:121-124.