

시기별 적엽이 저농약 '원황'배의 과실품질과 삽수의 기내 재생장에 미치는 영향*

김병삼*** · 조경철*** · 마경철*** · 윤봉기*** · 정석규**** · 한점화***** · 최현석**

Fruit Quality of 'Wonhwang' Pear Trees with Low-pesticides and *In Vitro* Regrowth of Stem Cuttings as Affected by Time of Defoliation

Kim, Byeong-Sam · Cho, Kyung-Chul · Ma, Kyung-Chul · Yun, Bong-Ki ·
Jung, Seok-Kyu · Han, Jeom-Hwa · Choi, Hyun-Sug

The study was conducted on the effects of time of defoliation on fruit quality of pear (*Pyrus pyrifolia Nakai*) trees, managing with low-pesticides, and regrowth of stem cuttings *in vitro*. Treatments included for 40% of uniform defoliation at early-August, end-August, and early-September, as well as control (no defoliation). Defoliation at early-September and control increased growth of water sprouts as well as concentrations of carbohydrates, total nitrogen, and free sugar in one-year old shoots. Defoliation at early-September and control increased fruit yield and mean fruit weight, with high soluble solids content and fruit surface color of a* observed for both defoliation at end-August and early-September. Defoliation at early-August increased rates of electrolyte leakage in stem cuttings at -18°C *in vitro*. There were no significantly different for germination rates of the cuttings between the treatments at -18 and -21°C *in vitro*, with the highest germination of the cuttings observed for defoliation at early-September and control at -27°C. Therefore, orchard management should be performed to be minimized for defoliation of the spur leaves until end-August, causing from precipitation and pests.

Key words : *cuttings, defoliation, nutrients, pear, in vitro*

* 본 연구는 전남농업기술원의 기후변화 대응 과수 안전재배지대 설정 연구(PJ008224)를 위한 시
험사업으로 수행되었으며, 대구가톨릭대학교 원예학과의 지원에 의하여 이루어진 것임.

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

*** 전남농업기술원

**** 대구가톨릭대학교 원예학과

***** 원예특작과학원 과수과

I. 서 론

‘원황’ 배나무는 ‘조생적’에 ‘만삼길’을 교배하여 1994년에 최종 선발되어 명명된 9월 상순에 수확되는 조생종 품종이다(Hong et al., 2004). ‘원황’배는 다소 이른 조생종으로 향기가 짙으며 당도는 높으면서 산미가 적어서 추석이 다소 빠른 해에는 고품질 배 과실로서 소비자들에게 인기가 높아지고 있는 과실이다(Kim et al., 1995). ‘원황’은 수세가 강하고 꽃눈형성이 좋으나 3년생 이상의 가지에서는 단과지 발생이 빈약하므로 예비지를 미리 확보해야 생산량의 감소를 막을 수 있다. 배나무는 낙엽과수인 영년생 작물로서 낙엽 전에 엽내 무기성분과 탄수화물은 수체로 이동하여 저장되며 이듬해 개화와 초기에 영양생장을 위한 에너지로 이용되는 중요한 급원으로 작용하고 있다(Faust, 1989; Millard and Thomson, 1989; Titus and Kang, 1982). 따라서 수확 전인 늦여름에 태풍이나 강한 비바람은 조기낙엽에 의한 수체로의 저장양분을 감소시켜서 단과지 생장이 약화될 수 있으므로 시험조사를 통한 이에 대한 대책이 요구되고 있다. 최근 소비자의 친환경과실류에 대한 선호도가 급속도로 증가하면서, 농가에서 사용되는 친환경자재는 병해충이 완벽하게 방제되지 않아 조기낙엽의 또 다른 원인을 제공하고 있다.

배나무는 성숙기에 장기간 건조나 과습이 지속되면 이동성이 느린 칼슘 등의 무기성분의 흡수가 감소되어 과실의 생리장해 발생에 주요한 원인이 되고 있다(Faust, 1989). 최근 기후의 급속한 변화로 잎이 조기 낙엽이 되면 과실의 생리장해 뿐만 아니라 배 과실의 당도와 착색에 중요한 영향을 끼칠 수 있어서 시기별 낙엽이 과실품질에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 조사가 필요하다. 단감나무의 경우 적엽수준이 증가할수록 과실품질과 수체내의 저장양분이 감소하였고(Choi et al., 2002; Park, 2002), 적엽시기가 늦어질수록 복숭아나무의 이듬해 개화의 지연이나 포도나무의 수량감소(Kliewer, 1970; Lloyd and Firth, 1990)에 영향을 주었다고 보고하였다. 하지만 배나무에 있어서 적엽수준을 동일시하면서 적엽시기에 따른 수체영양생리와 내한성 평가에 관한 연구는 미미한 실정이다. 국내 수목의 내한성 평가는 전해질 용출법과 뿌리의 TTC용액을 이용한 환원법, 그리고 발아율 등이 이용되어 왔다(Kim et al., 2010). 이러한 내한성 평가 방법을 이용하면 적엽시기가 수체내의 저장양분과 발아율에 미치는 영향을 간접적으로 예측해 볼 수 있어서 낙엽시기에 대한 동해발생 대책을 준비할 수 있을 것으로 생각된다.

본 시험은 저농약 수준으로 관리된 ‘원황’ 배나무를 시기별로 적엽하였을 때 수체의 과실품질과 기내에서 삽수의 재 생장에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 처리방법

시험 장소는 전남 농업기술원의 저농약 시험포장에서 2013년과 2014년에 수행하였다. 6년생의 '원황' 배나무를 이용하여 수체생장과 과실품질을 조사하였고 이듬해인 2014년 2월에 저온처리에 의한 적엽 수준별 전해질 누출률과 발아율을 관찰하였다. 배나무의 재식거리는 6.0 m×3.0 m(670 주/ha)로 Y자 수형을 구성하였다. 토양 0~10 cm와 10~30 cm 깊이에서 화학성 조사결과가 Table 1에 제시되었다. 유기물함량과 토양 pH 그리고 기타 양분함량은 배나무가 성장하는데 적합한 토양수준을 나타내었다(RDA, 2010). 토성은 대부분 미사질 양토로 덕평통으로 배수가 양호하였다. 시비량은 6년생 배나무의 허용시비량(RDA, 2010)에 준하여 축분퇴비(0.9%(w/w) N, 1.2%(w/w) P, 1.1%(w/w) K)를 ha당 20,000 kg으로 연간 기비로 투입하였다. 수체주위의 잡초는 방임초생으로 관리하였으며 연간 2~3차례 예초하여 토양에 환원시켜서 과원의 유기물함량을 유지하도록 유도하였다. 병충해발생은 생육기에 관행재배 배과수원에서 이용되는 살충제와 살균제로 저농약 수준으로 10회 방제하였다. 동계기간에는 유기병해충자재인 석회유황합제와 기계유유제를 2월 상순과 3월 상순에 각각 1회 살포하였다.

Table 1. Soil chemical properties at depths of 0~10 and 10~30 cm in a 'Wonhwang' pear orchard

Soil depth (cm)	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	T-N (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cation (cmol kg ⁻¹)			CEC (cmol kg ⁻¹)	EC (dS m ⁻¹)
					K	Ca	Mg		
0-10	6.8	25	1.4	201	0.57	6.1	1.57	8.8	0.39
10-30	6.8	23	1.3	196	0.52	6.3	1.61	9.1	0.36

2013년 시험포장 지역의 월간 평균 강수량은 재배기간 동안인 4, 5, 6, 7, 8, 9월에 각각 54.9, 86.5, 83.7, 349.1, 293.2, 88.5 mm이었고 지난 30년간 평균값은 각각 80.7, 96.6, 181.5, 308.9, 297.8, 150.5 mm로 기록되었다(KMA, 2013). 시험포장 지역의 월간 평균 온도는 11.4, 19.1, 23.9, 27.1, 28.4, 22.6°C 이었고 지난 30년간 평균은 각각 13.2, 18.3, 22.4, 25.6, 26.2, 21.9°C 이었다(KMA, 2013). 재배기간 동안 건조하였을 때 스프링클러를 이용하여 관수를 해주었다.

시험처리는 8월 상순(8월 10일), 8월 하순(8월 25일), 그리고 9월 상순(9월 10일)에 무작위로 인력으로 적엽하였고, 적엽하지 않은 대조구를 포함하였다. 전체가지(도장지, 측지, 결과

지 등)를 대상으로 각 가지의 40%의 잎을 균일하게 적엽처리 하였다. 적엽처리는 감나무에서 전체 착생된 잎의 약 50% 적엽처리가 과실생장과 저장탄수화물의 함량을 가장 향상시켰다는 보고(Choi et al., 2002)를 참고하여 감나무와 비슷한 수준인 약 40%를 적엽처리 하였다.

2. 조사내용

토양무기성분 분석은 2013년 5월에 조사대상 지역의 토양을 0~10 cm와 10~30 cm로 분류하여 무작위로 3반복으로 채취하여 농촌진흥청의 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 의거하여 수행하였다. 토양시료를 2 mm체로 거른 후에 풍건하여서 토양 pH와 염류농도(EC; electrical conductivity)는 1:5(시료: 증류수)법으로 조사하였다. 유기물은 Tyurin 법을 이용하였고, 전탄소와 전질소는 CN분석기(Variomax CN, Elemental Co., Hanau, Germany)로 측정하였다. 토양의 유효인산은 Lancaster법으로 조사하였고, 치환성 양이온함량은 ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Pye-unicam PU 9000, Pye Unicam Co., Cambridge, England)로 측정하였다.

가지 생장이 정지되었던 2013년 7월 30일에 도장지(웃자란가지) 수와 길이 및 직경을 조사하였고 측지는 길이와 직경을 측정하였다. 직경은 디지털캘리퍼(블루버드)를 이용하여 가장 두꺼운 기부를 측정하였다.

비슷한 직경의 1년생 측지를 무작위로 선정하여 탄소와 무기성분 그리고 유리당 농도를 농촌진흥청의 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 의거하여 측정하였다. 측지를 분쇄하여 황산으로 분해한 후 Kjeldahl법으로 전질소를 분석하였고, ammonium vanadate법으로 인산을 분석하였다. 양이온인 칼륨과 칼슘 그리고 마그네슘은 Mehlich-3 방법을 이용하여 ICP (Pye-unicam PU 9000, Pye Unicam Co., Cambridge, England)로 측정하였다. 유리당 측정은 시료를 원심분리 한 후 HPLC(Spectra Physics 4000, Newport Co., Santa Clara, USA)를 이용하였다.

과실수량은 2013년 9월 10일에 수확한 후 확인하였고, 과중은 전자저울을 이용하여 생체중(g)으로 표시하였다. 이후 주 당 처리 별로 병충해나 생리장해가 없는 20개의 과실을 무작위로 선택하여 과실품질을 관찰하였다. 과실크기인 길이(중경)와 직경(횡경)은 캘리퍼(mm)로 조사하였다. 과실의 중앙부위의 과피를 얇게 제거하여 5 mm의 probe가 장착된 경도계(TA-XT2, Texture technologies Co., Scarsdale, USA)로 과육경도(N)를 관찰하였다. 이 후 과실의 과즙을 착즙하여 굴절당도계(Refractrometer, Atago, Tokyo, Japan)로 가용성고형물 함량(°Bx)과 산도계(GMK-835F, G-Won Hitech Co., Seoul, Korea)로 유기산(%)을 측정하였다. 과피색 조사는 색차계(CR-200, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하였고, 관찰된 L*, a*, b*의 수치가 높을수록 각각 명도, 적색, 그리고 푸른색의 착색의 정도가 진전되었음을 나타

내었다.

포장에서 시험 수행한 이듬해인 2014년 2월에 직경이 비슷한 1년생 가지를 처리구의 나무에서 채취하여 30 cm 간격으로 절단하였다. 절단된 삼수를 기내에 넣어 상온에서 시간당 약 3°C의 하강을 목표로 하여 -18, -21, -24, -27°C로 설정하였고 약 9시간 동안 저온을 유지시켰다. 이후 실온에서 삼목상에 수삼한 후 삼수의 전해질 누출률과 발아율(재생율)을 조사하였다. 전해질 누출량은 실온(20±2°C)에서 삼목한 가지를 15시간 동안 증류수에 침지한 후에 EC측정기로 전해질량을 조사하였고, 각각의 저온에서 처리한 삼수를 95°C에서 30분 동안 증류수에 침지한 후에 전해질량을 조사하였다. 전해질 누출률은 실온에서의 전해질량에서 각각의 저온에서 관찰된 전해질량을 제한 것의 비율로 나타낸 값으로 표시하였다. 삼수의 발아율은 각각의 저온처리 후 상온에서 수삼하여 육안으로 관찰하여 가지의 싹이 발아가 된 상태면 모두 100%로 계산하였다. 적엽처리 당 총 30가지의 삼수가 반복구로 이용되었다.

3. 통계처리

3주를 한 구로 하여 처리 당 3구를 무작위로 배치하였다. 가지의 성장량과 과실의 품질 조사는 한 주에 처리 당 10가지와 20과를 무작위로 선택하여 평균 3반복(3주)으로 계산하였다. 자료의 통계분석은 SAS 프로그램(SAS version 8/2, Cary, USA, 2001)을 이용하여 평균 간 분산분석으로 수행하였고, 95% 수준에서 Duncan's New Multiple Range Test로 유의성 정도를 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 가지생장과 저장양분 비교

도장지의 수와 길이, 그리고 직경은 모두 적엽시기가 빨라질수록 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 적엽시기에 따라서 측지직경은 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었지만 8월 상순(Early-Aug.) 처리가 8월 하순(End-Aug.)이나 9월 상순(Early-Sep.) 또는 대조구(Control) 보다 측지의 길이가 짧고 두께가 얇은 경향이 관찰되었다. 도장지는 측지 보다 일반적으로 영양생장이 활발하여 적엽처리에 따른 효과가 상대적으로 크게 나타난 것으로 생각된다.

Table 2. Growth of water sprout and lateral shoots of a 'Wonhwang' pear tree as affected by time of defoliation in 2013

Timing of fallen leaves	Water sprout			Lateral shoot	
	Number	Length (cm)	Diameter (mm)	Length (cm)	Diameter (mm)
Early-Aug.	33.4 ^c	114 ^d	11.3 ^d	109 ^c	10.1 ^{ns}
End-Aug.	36.1 ^{bc}	141 ^c	13.0 ^c	115 ^b	10.5 ^{ns}
Early-Sep.	38.8 ^b	148 ^b	13.8 ^b	111 ^{bc}	10.7 ^{ns}
Control	49.2 ^a	168 ^a	14.8 ^a	128 ^a	11.2 ^{ns}

¹⁾ Mean values (n = 3) within each column and year separated by Duncan's New Multiple Range Test (P = 0.05).

1년생 가지의 탄수화물과 전질소 및 유리당 농도는 9월 상순 적엽처리와 대조구에서 가장 높게 나타났다(Table 3). 따라서 엽내 질소와 탄수화물, 그리고 유리당성분이 가지내로 이동하는 시기가 8월 하순 까지는 활발하게 이루어 졌을 것으로 풀이된다. 적엽시기가 빨랐던 8월 상순 처리에서 1년생 가지의 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등의 무기성분 함량이 높은 수준을 보였다. 이는 8월 상순 적엽처리가 측지와 도장지 생장을 감소시켜서 상대적으로 양분농도의 희석효과(dilution effect)가 작용된 것으로 추정되며(Faust, 1989), 복숭아나무에서도 적엽수준에 따른 무기성분의 희석효과가 확인되었다(Choi et al., 2002). 하지만 가지 내의 붕소 농도는 대조구에서 통계적으로 유의성 있게 높게 나타났다. 붕소는 정단분열조직이 있는 측지 엽이 전개되는 곳에서 많이 축적되며(Faust, 1989), 적엽처리로 엽과 1년생 가지의 붕소 함량이 감소된 것으로 생각된다.

Table 3. Nutrient concentrations in one-year old shoot of 'Wonhwang' pear trees as affected by time of defoliation in 2013

Timing of fallen leaves	Macro-nutrients (%)							B (mg kg ⁻¹)	Free sugar (μg g ⁻¹)
	T-C	T-N	C/N	P	K	Ca	Mg		
Early-Aug.	23.0 ^c	0.58 ^{bc}	39.6 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1.29 ^a	1.42 ^a	0.39 ^a	16.9 ^b	40.1 ^c
End-Aug.	23.0 ^c	0.54 ^c	42.6 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.25 ^a	1.25 ^b	0.31 ^b	18.3 ^b	48.7 ^b
Early-Sep.	24.7 ^b	0.61 ^b	40.5 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.13 ^b	1.22 ^b	0.31 ^b	18.3 ^b	49.8 ^{ab}
Control	25.9 ^a	0.68 ^a	38.1 ^{ns}	0.25 ^{ns}	1.15 ^b	1.37 ^a	0.33 ^b	23.0 ^a	52.3 ^a

¹⁾ Mean values (n = 3) within each column and year separated by Duncan's New Multiple Range Test (P = 0.05).

2. 과실수량 및 품질 비교

적엽시기가 늦은 9월 처리구와 대조구에서 ha당 각각 약 32톤과 34톤의 과실수량으로 8월 적엽처리구의 29~30톤 보다 통계적으로 유의성 있게 높았다(Table 4). 평균과중 또한 9월 적엽처리와 대조구에서 각각 539 g과 561 g으로 높은 수준을 보였다. 과실크기는 처리 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 관찰되지 않았다. 이른 시기의 적엽은 엽내의 무기성 분이나 탄수화물 또는 단백질과 같은 성장촉진 물질들을 공급하는 source가 제거 되어 과실수량이나 평균과중이 감소되었을 것으로 생각되며, 이는 포도나무의 조기적엽으로 수량이 감소되었다는 기존 보고(Kliewer, 1970)와 비슷한 맥락이었다. 과실당도는 적엽처리가 빨랐던 8월 상순 처리에서 12.5 °Bx로 가장 낮았으며 이는 ‘원황’배 고유의 평균 당도인 13.4 °Bx 보다 낮은 수준이었다(Kim et al., 1995). 이른 시기의 적엽은 포도 과실내로의 탄수화물 유입량이 적어져서 단맛을 나타내는 포도당이나 과당의 합성이 감소되어 과실 당도를 떨어뜨리는 주요한 원인이었다(Kliewer, 1970). 산도는 처리 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다. 과실경도는 8월 상순의 적엽처리가 36.7 N으로 8월 하순(31.0 N)과 9월 상순(32.6 N) 처리, 그리고 대조구(33.5 N) 보다 단단한 과실을 생산하였다. 과실경도는 세포벽의 주요 구성물질인 칼슘함량과 정의 상관관계가 있는 것으로 알려졌는데(Bangerth, 1979; Casero et al., 2010; Ferguson et al., 1999), 8월 상순의 적엽처리로 유도된 높은 칼슘 함량(Table 3)은 과육경도를 증가시키는데 일조한 것으로 판단된다. 또한 주 당 과실수량과 평균과중의 감소는 과육경도를 증가시키는데 일부 기여한 것으로 생각된다.

Table 4. Fruit yield and quality of ‘Wonhwang’ pear trees as affected by time of defoliation in 2013

Timing of fallen leaves	Yield (ton ha ⁻¹)	Avg. wt. (FW., g)	Fruit size			SSC (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (N)	Color parameter		
			Length	Diameter	L:D ratio				L*	a*	b*
Early-Aug.	29.1 ^b	486 ^b	85.9 ^{ns}	98.2 ^{ns}	0.88 ^{ns}	12.5 ^b	0.20 ^{ns}	36.7 ^a	65.5 ^{ns}	2.59 ^b	46.6 ^{ns}
End-Aug.	30.0 ^b	500 ^b	82.4 ^{ns}	100.0 ^{ns}	0.82 ^{ns}	13.2 ^a	0.19 ^{ns}	31.0 ^b	64.7 ^{ns}	6.64 ^a	46.0 ^{ns}
Early-Sep.	32.3 ^a	539 ^a	84.2 ^{ns}	105.5 ^{ns}	0.80 ^{ns}	13.5 ^a	0.21 ^{ns}	32.6 ^b	64.3 ^{ns}	5.32 ^a	46.0 ^{ns}
Control	33.6 ^a	561 ^a	88.5 ^{ns}	106.0 ^{ns}	0.83 ^{ns}	13.5 ^a	0.19 ^{ns}	33.5 ^b	64.0 ^{ns}	3.07 ^b	45.4 ^{ns}

¹⁾ Mean values (n = 3) within each column and year separated by Duncan’s New Multiple Range Test (P = 0.05).

과피색 L*과 b*는 처리 간에 별다른 차이가 없었지만 과피의 적색을 나타내는 a*는 8월 상순 적엽처리에서 2.59로 가장 낮아서 ‘원황’배 고유의 황갈색이 제대로 착색되지 않았던

것으로 판단된다. 과실숙성의 하나의 지표인 과피색은 잎에서의 탄수화물 공급이 제대로 되지 않았던 8월 상순 적엽처리구에서 과피의 색소체 형성이 불량하여 착색 수준이 낮았을 것으로 생각된다.

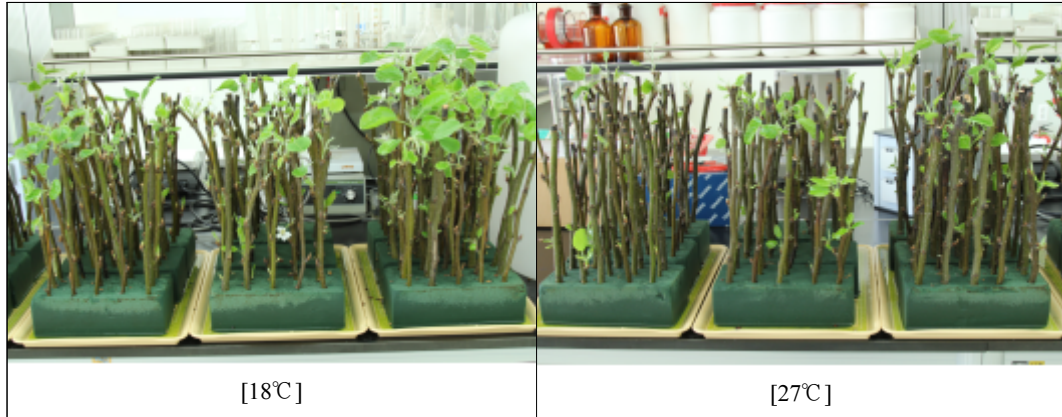


Fig. 1. Germination of stem cuttings in 'Wonhwang' pear trees treated with cold temperature in 2014.

3. 기내조건에서 삽수의 내한성

-18°C의 기내조건의 삽목상에서 삽수의 전해질 누출률은 8월 상순 처리가 18% 정도로 가장 높았다(Fig. 2). 이는 8월 상순의 적엽처리가 동해조건에서 1년생 삽수의 세포막의 파괴를 유도하여 양분의 유출이 심해진 것으로 생각된다. 하지만 -21~-27°C의 기내 조건하에서는 적엽 처리 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 나타나지 않았으며, 대조구에서는 삽수의 전해질 누출이 적었다. 저온에 따른 삽수의 전해질 누출률의 감소는 크게 관찰되지 않았고 온도가 낮아질수록 누출율은 오히려 경감되는 현상이 보이기도 하였다. 이는 목본류의 새 가지 보다 잎에서 저온 증가에 따른 누출률의 증가가 뚜렷하여 잎을 내한성 평가를 위한 표본조직으로 이용하는 것이 신뢰성을 높일 수 있다고 하였다(Kim et al., 2014) 보고로 유추해 볼 수 있다. 삽수의 발아율은 저온수준이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났다(Fig. 3). -18~-21°C까지의 기내조건에서는 처리 간에 유의성 있는 차이가 없었고, -27°C에서는 9월 적엽처리와 대조구에서 90%에 가까운 삽수의 발아율이 유지된 반면에, 8월 적엽처리에서는 70% 전후의 발아율이 관찰되었다. 복숭아나무에서 이른 시기의 적엽은 휴면의 길이가 연장되어 이듬해 봄의 발아와 개화가 지연되었다고 하였다(Lloyd and Firth, 1990). 저장 탄수화물은 수체의 내한성뿐만 아니라 이듬해 초기생장에 필요한 에너지를 제공하여 전체 건물 중의 25~50% 정도를 기여하는 것으로 알려져(Kandiah, 1979; Priestley,

1981), 저온에 따른 저장탄수화물과 전질소의 함량 조사가 향후 필요할 것으로 판단된다. 전해질 용출법은 단기간에 저온에 대한 수체의 피해를 예측할 수 있는 방법이지만 실험상 오차가 자주 발생하는데 반하여, 발아율측정과 같은 재생법(regrowth)은 다소 기간이 오래 소요되지만 실험방법의 오차를 줄일 수 있었다고 하였다(Kim et al., 2014).

최근 지구온난화와 같은 기후 이상으로 인하여 개화기의 저온장해와 수확 전 과실 낙과로 과수 재배적지의 변화와 경쟁력 약화를 가져와서 안정적인 과실생산 기반을 확충하기 위한 시험조사가 요구되어 왔다. 본 시험을 통하여 이른 시기의 낙엽은 가지 내의 양분축적이 크게 감소되어 수체생장과 과실 상품성 저하에 영향을 미치며 이듬해 삼수의 재생장을 감소시켜 개화와 착과율 감소에도 중요한 영향을 끼치는 요인으로 판단되었다. 이를 통하여 8월 하순까지는 비바람과 강력한 태풍 또는 친환경재배로 증가하는 병충해에 의한 과충엽이 낙엽 되지 않도록 철저한 과원 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 하지만 과실특성은 1년간의 조사만 이루어져서 적엽처리가 이듬해 과실품질이나 수량에 어떠한 영향을 끼치는지에 대한 앞으로의 시험이 요구된다.

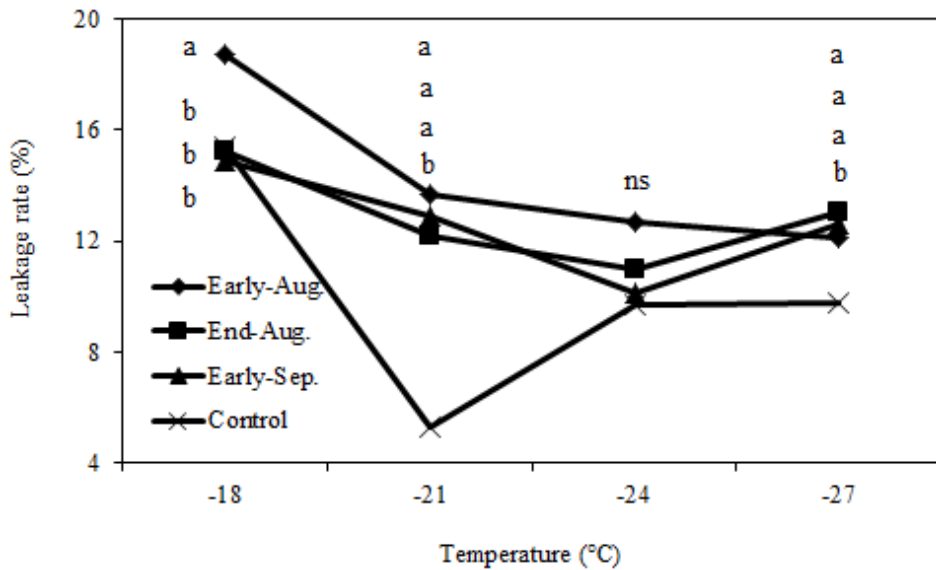


Fig. 2. Rate of electrolyte leakage of stem cuttings in a 'Wonhwang' pear trees as affected by time of defoliation in 2014.

Different lower-case letters on each datum point indicate significant differences as determined by Duncan's New Multiple Range Test (P = 0.05).

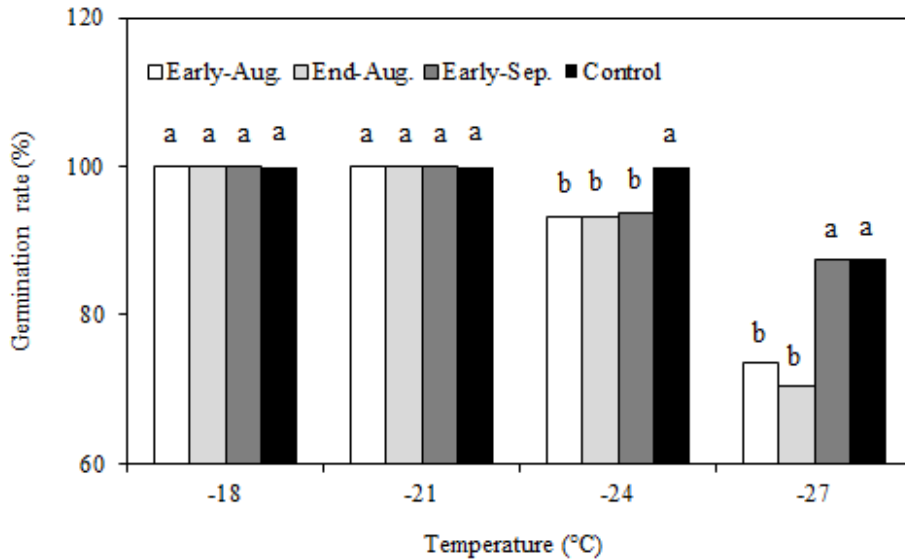


Fig. 3. Germination of stem cuttings in a 'Wonhwang' pear trees as affected by time of defoliation in 2014.

Different letters above bars indicate significant difference between treatments as determined by Duncan's New Multiple Range Test ($P=0.05$).

IV. 적 요

본 연구는 저농약 수준으로 관리된 '원황'배(*Pyrus pyrifolia Nakai*)나무의 시기별 적엽처리가 과실품질과 기내조건에서 삼수의 재생장에 어떠한 영향을 미치는 지를 조사하기 위하여 실시되었다. 시기별 적엽처리는 8월 상순, 8월 하순, 9월 상순 처리와 대조구(무처리)를 포함하였고, 전체 잎에서 40%를 균일하게 적엽처리 하였다. 9월 상순 적엽처리와 대조구에서 도장지 생장이 증가되었고 1년생 가지의 탄수화물과 전질소 그리고 유리당 함량이 가장 높게 관찰되었다. 위의 두 가지 처리에서 과실수량과 평균과중이 가장 높았고, 과실당도와 과피색 a^* 는 8월 하순과 9월 상순 적엽처리에서 가장 높았다. 8월 상순 적엽처리는 -18°C 의 기내조건에서 삼수의 전해질 누출률이 가장 높았다. 삼수의 발아율은 -18°C 와 -21°C 의 기내조건에서 적엽처리 간에 차이가 없었고, -27°C 에서는 9월 상순 적엽처리와 대조구에서 삼수의 발아율이 가장 높았다. 이에 따라 강우와 병충해에 의한 과충엽의 낙엽이 8월 하순까지는 최소화 되도록 과원 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Reference

1. Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17: 97-122.
2. Casero, T., A. L. Benavides, and I. Recasens. 2010. Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on ‘Golden Smoothie’ apple quality. *J. Plant Nutr.* 33: 27-37.
3. Choi, S. T., S. M. Kang, D. S. Park, W. D. Song, and K. K. Seo. 2002. Thinning effect on fruit characteristics and reserve accumulation of persimmon trees defoliated in early Autumn. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43: 660-665.
4. Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees.* A Wiley-Interscience Publication, Beltsville, USA. pp. 53-132.
5. Ferguson, I., R. Volz, and A. Woolf. 1999. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 15: 255-262.
6. 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.
7. Kandiah, S. 1979. Turnover of carbohydrates in relation to growth in apple trees. I. Seasonal variation of growth and carbohydrate reserves. *Ann. Bot.* 44: 175-183.
8. Kim, I. H., K. Y. Huh, and M. R. Huh. 2010. Cold tolerance assessment of *Sedum* species for shallow-extensive green roof system. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28: 22-30.
9. Kim, I. H., K. Y. Huh, H. J. Jung, S. M. Choi, and J. H. Park. 2014. Modeling methodology for cold tolerance assessment of *Pittosporum tobira*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 32: 241-251.
10. 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. ‘Wonhwang’, sweet and large sized pear cultivar with bright yellowish brown skin. *Horticulture Abstract for Korean Soc. Hort. Sci.* 13 (Supplement I): 174-175.
11. Kliewer, W. M. 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of ‘Thompson Seedless’ grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 21: 37-47.
12. KMA. 2013. Annual climatological report. Korea Meteorological Administration, Seoul, Korea. (http://www.kma.go.kr/repository/sfc/pdf/sfc_ann_2013.pdf).
13. Lloyd, J. and D. Firth. 1990. Effect of defoliation time on depth of dormancy and bloom time for low chill peaches. *HortScience* 25: 1575-1578.
14. Millard, P. and C. M. Thomson. 1989. The effect of the autumn senescence of leaves on the

- internal cycling of nitrogen for the spring growth of apple trees. *J. Exp. Bot.* 40: 1285-1289.
15. Park, S. J. 2002. Effect of different degrees of defoliation on fruit quality, reserve accumulation and early growth of young Fuyu persimmon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20: 110-113.
 16. Priestley, C. A. 1981. Perennation in woody fruit plants and its relationship to carbohydrate turnover. *Ann. Appl. Biol.* 98: 548-552.
 17. RDA. 2010. Criteria of fertilizer application in crops. Rural Development Administration, Sanglock Press, Suwon, Korea. pp. 1-291.
 18. RDA. 2012. Standard analysis method of soil and plant. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea.
 19. Titus, J. S. and S. M. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4: 204-246.