

시기별 Wiring 처리가 ‘신고’ 배의 과실품질 및 수체 내 탄수화물과 무기성분에 미치는 영향*

서인호** · 송장훈*** · 서호진****

Effects of Seasonal Wiring Treatments on Fruit Quality, Carbohydrates, and Mineral Nutrients of ‘Niitaka’ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) Pear Trees

Seo, In-Ho · Song, Jang-Hoon · Seo, Ho-Jin

This study was initiated to find possibility of substitute of gibberellin acid and to prevent negative girdling effect such as slow growth of ‘Niitaka’ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) trees, a major pear cultivar, at harvest and at 60-, 90-, and 120-d after storage. Seasonal wiring with 3.0-mm-diameter were applied on the main branch at 70, 80, 90, 110, and 130 days after full bloom (DAF) to compare the fruit quality and storability. Fruit weight and sugar contents were the greatly increased by the wiring treatment at 110 DAF, with the lowest values observed for the wiring at 70 DAF. All the wiring treatments reduced fruit acidity but did not affect fruit firmness. a-value on fruit skin was the highest for wiring at 110 DAF and 130 DAF, advancing fruit ripening. The lowest fruit weight loss was occurred at wiring at 110 DAF. a-value on fruit skin was the highest for wiring at 90 DAF and 110 DAF. Wiring at 80 DAF the most increased floral bud diameter, resulting in the lowest L:D ratio of 1.74 observed. As for the mineral nutrients concentrations of floral buds, the concentration of K (0.63%) and Mg (0.31%) were the highest after 80 DAF wiring treatment, whereas Ca and P concentrations did not differ among treatment plots. The leaf K concentrations was the highest in the 130-day wiring treatment (0.76%) and in the control plot (0.78%), whereas there was no significant difference in the concentrations of either Ca or P among treatment plots. Short periods of wiring increased foliar Mg concentrations. In floral buds, carbohy-

* 본 연구는 국립원예특작과학원 배연구소(과제번호: PJ014484)의 지원에 의해서 수행되었으며, 또한 전남대학교 원예학과 지원에도 감사드립니다.

** (주)경농 미래농업센터

*** 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소

**** Corresponding author, 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소(shj2992@korea.kr)

drates showed a tendency for accumulating at a lower concentrations (7.75%) after 70 DAF wiring treatment, which was a relatively short treatment period. On the other hand, the carbohydrate concentrations in leaves showed a tendency for accumulating at lower concentrations after 130 DAF wiring treatment (2.51%), which is a long treatment period, and in the control plot (2.43%). Wiring increased the size and sugar content of fruits, and influenced fruit storability. For the wiring treatment period was delayed, the carbohydrate concentration in flower buds showed curvilinear correlation and the negative correlation with the carbohydrate in leaf tissue.

Key words : *girding, skin color, sugar content, weight loss*

I. 서 론

고품질 과실의 기준은 크기, 모양, 색깔 등의 외형적 특성과 당도, 육질, 과즙, 향기 및 영양가 등의 내부품질(Harada et al., 2005)이 우수하면서 농약이나 토양 및 수질오염 등으로부터 안전하게 생산된 것이라고 할 수 있다. 국내에서 재배되고 있는 배 품종으로는 ‘신고’, ‘원황’, ‘황금배’, ‘추황배’, ‘화산’ 등이 있는데, 2017년 현재 신고 품종이 주 품종이다(KREI, 2018). ‘신고’는 단과지 착생과 유지성이 좋아 재배 관리가 쉽고 단위수량 증대의 용이성과 양호한 상온 보구력 및 저장성 등의 장점을 가지고 있다.

과수에서 환상박피를 하면 광합성 산물의 이동이 차단되어 지상부로 축적되고 과실이 이용 할 수 있는 양분의 양을 일시적으로 많이 하여 과실의 비대와 당함량 및 착색이 증진되어 수확시기에 영향을 미친다고 하였다(Fujishima et al., 2005; Yamane and Shibayama, 2006; Steyn et al., 2008). 반면에 뿌리의 신장을 정지시킬 수 있으며(Yamane and Shibayama, 2006) 건물중 감소와 탄수화물과 무기원소의 함량을 감소시킬 수 있어 영양원소 불균형을 유발할 수 있다고 하였다(Choi et al., 2009; Chen et al., 2011). 또한 처리시기에 따라 신초 성장에 영향을 미쳐 엽면적 및 신초장의 감소가 나타난다고 하였으며(Pretorius et al., 2004), 유과의 발육에도 영향을 미친다고 보고 하였다(Byun et al., 1997). 국내에서의 환상박피에 관한 주요 연구로는 포도나무의 수확시기 결정, 동해 피해(Park et al., 2009; Kwon et al., 2011)와 감나무에서의 저장양분 변화(Choi et al., 2009), 사과나무에서의 과실품질, 조기낙과에 미치는 영향(Choi and Kim, 2000; Sagong and Yoon, 2010) 등에 관하여 주로 연구되었으나 배에 대한 연구 결과는 거의 없는 실정이다.

Wiring은 전통적인 환상박피기술과는 다른 방법으로, 목질부에 상처를 입히지 않고 철사로 압박하여 광합성산물이 공급 부위로부터 처리부 하부의 수용 부위로 이동하는 것을 차단하여 처리상부에 축적되는 양분을 많이 함으로써 과실 비대를 증가시키고, 환상박피 처리시보다 겨울철 동해피해를 예방할 수 있으며 과실 수확 후에는 wiring 처리를 쉽게 제거

할 수 있어 수체의 스트레스를 감소시킬 수 있는 장점이 있다(Goren et al., 2004). 국내에서 포도나무를 대상으로 Wiring, 환상박피, Ethephon를 각각 처리한 후 과실품질을 조사한 결과 Wiring 처리시 과립비대효과가 가장 크게 나타났다고 보고하였다(Kim and Chung, 2000).

국내에서 배는 주로 추석 전 판매를 목적으로 재배되고 있는데 추석이 빠른 해는 미숙과를 수확해야 하는 문제가 발생할 수 있어 농가에서는 착색과 과실의 비대를 촉진하기 위해 개화 후 30~40일경에 과경에 식물생장조절제인 지베렐린을 도포하고 있다. 그러나 이러한 식물생장조절제 사용은 과실의 경도를 낮추고 열과, 밀증상 등의 역효과를 나타내고 저장기간 중 상품성을 하락시키는 문제점을 가지고 있다(Hwang et al., 2003). 본 연구에서는 지베렐린 처리로 인하여 발생하는 과실의 품질 저하 문제를 보완하고자 수체 내 인위적 상처를 최소화하는 wiring을 시기별로 처리하여 수확 후 저장기간 동안 발생하는 과실의 생리 반응에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 처리내용

본 실험은 전라남도 나주시 봉황면에 위치한 Y자 수형 배 과원에서 12년생 ‘신고’ 배를 대상으로 수행하였다. 철사는 ϕ 3.0 mm로 잘 휘어지는 성질을 가지고 있는 것을 사용하였



Fig. 1. Procedures of branch wiring of ‘Niitaka’ Pear trees. First, one end of the wire (3.0 mm) was fixed with a pliers, and the other end was tightened with a torque wrench. The wire was fully tightened until the wire entered the pear tree bark and the rotation was stopped when the wire was stuck. Note the wire include tightly into the bark.

다. 시험처리는 Y자형 수형에서 한 주지를 선택하여 기부 20~30 cm 부위에서 펜치를 사용하여 철사의 한쪽 끝을 고정시킨 후 반대쪽에서 토크렌치(30 kgf.cm)를 이용하여 철사가 수피에 들어가면서 마감 부분의 철사가 끊어 질 때까지 회전시켰다. 적절한 처리 시기를 구명하기 위하여 배나무 신초생장 정지시기인 만개 후 70일 이후부터 처리하였다. 시험구 배치는 만개 후 무처리, 70, 80, 90, 110, 130일에 1주를 1구로 한 완전임의 5반복으로 수행하였다(Fig. 1). 과실은 wiring 처리한 주지에서 만개 후 150일에 모두 수확하여 각각의 품질을 조사하였고 통풍이 양호한 곳에서 5일간 예건 처리 후, 저온저장고(0.5~1°C)에 60, 90, 120일간 저장하면서 각각 무작위로 15개씩을 선정하여 3반복으로 과실품질을 조사하였다.

2. 과실 품질 및 꽃눈특성

과피색은 수확된 과실을 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 색의 특성을 수치 값으로 정량화하여 Hunter value L, a, b값으로 나타내었다. L값은 과피의 밝기 정도를 나타내며 a와 b값은 색상과 채도를 각각 의미한다. 과중은 전자저울(EK-4100i, Kbiz Co., Korea)을 이용하여 측정하였다. 과실의 경도는 과실의 중앙부분의 과피를 제거 후 종합물성시험기(CR500DX-S, Sun scientific, Japan)를 이용하여 ϕ 5 mm probe를 사용하여 측정하였다. 당함량은 착즙한 과즙을 굴절당도계(Atago 100, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실의 산도는 과즙을 희석 후 0.1N NaOH로 적정 후 사과산 함량을 기준으로 계산하였다.

만개 후 150일에 처리시기별로 꽃눈을 100개를 채취하여 vernier calipers로 종경과 횡경을 측정하고, 무게는 전자저울(AND EK4100i, Korea)로 측정하여 평균하였다.

3. 무기성분 및 탄수화물 함량 분석

잎과 꽃눈의 무기성분 함량 조사를 위해 잎은 만개 150일에 1주당 20개씩 5반복으로, 꽃눈은 처리별로 100개씩 채취하여 70°C에서 완전히 건조시킨 후 분쇄하였다. 분쇄된 시료 0.5 g을 200 mL 분해용 플라스크에 넣고 H₂SO₄ 5 mL를 가하여 서서히 가열 후 180~250°C로 높여 가열 분해시켰다. 분해액이 백색으로 투명하게 될 때까지 H₂O₂를 첨가하면서 가열하였다. 분해액은 Whatman NO. 6 여과지로 여과한 후 3차 증류를 이용하여 100 mL로 정용하였다. 여과된 분해액을 이용하여 무기이온인 K, Ca, Mg, P는 High Dispersion ICP (Leeman abs. inc., prodigy spec, USA)로 측정하였다(NIAST, 2000).

탄수화물은 분쇄한 시료를 0.5 g으로 평량하여 0.7N HCl 20 mL에 첨가하여, 100°C의 항온수조에서 2시간 30분간 boiling한 다음 분해용액을 여과지로 여과하여 100 mL 증류수로 적정하였다. 분해액 3 mL를 넣고 dinitrosalicylic (DNS) 5 mL를 첨가한 후 10분간 boiling한 후 다시 증류수 50 mL로 적정한 다음 1시간 20분 이상 발색시킨 뒤 UV/VIS spectrophotometer

(Shimazu, Japan)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다(Winkler and Howell, 1986).

4. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 PASW Statistics 18 (SPSS Inc., USA) 프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정을 실시하여 유의성을 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 과실 품질 및 숙기에 미치는 영향

Wiring 처리 시기에 따른 과실 품질 특성은 Table 1과 같다. 처리 후 평균 과중을 조사한 결과 처리시기에 따라 통계적으로 유의성 있는 차이가 관찰되었는데 만개 후 110일 처리구에서 750.7 g으로 가장 무거웠으며, 반면에 만개 후 70일 처리구에서는 659.8 g으로 무처리구보다 다소 가벼웠다. 환상박피 처리를 할 경우 사과나무에서 과중이 증가(Schechter et al., 1994; Wargo et al., 2004) 한다는 보고와 반대로 과중에 변화가 없다는 보고가 있는데(Sagong and Yoon, 2010), 본 연구에서는 wiring 처리가 과중에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 1. Effects of seasonal wiring treatments on quality and skin color of ‘Naitaka’ pear fruit

Treatments time (°DAF)	Fresh Weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)	Firmness (kg/Ø5 mm)	Hunter value ^y		
					L	a	b
70	659.8 c ^x	10.8 d	0.12 bc	1.47 a	62.7 ab	7.86 bc	39.0 a
80	700.5b	11.6 c	0.13 b	1.48 a	63.4 a	8.68 b	40.0 a
90	708.1 b	12.3 a	0.12 bc	1.54 a	62.7 ab	8.34 b	39.5 a
110	750.7 a	12.2 ab	0.11 cd	1.53 a	63.0 ab	10.2 a	38.6 a
130	711.7 b	11.9 bc	0.10 d	1.52 a	63.3 a	9.84 a	40.2 a
Control	719.8 b	11.5 c	0.14 a	1.47 a	62.2 b	7.00 c	40.2 a

^z Days after full bloom.

^y L, lightness; a, redness (+ red, - green); and b, yellowness (+ yellow, - blue).

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

Yamane and Shibayama (2007)는 환상박피 처리시기가 당함량에 영향을 미친다고 보고하였는데 본 연구에서도 처리시기에 따라 당함량에 차이가 있음을 알 수 있었다. 만개 후 90일, 110일 처리에서 각각 12.3 °Brix와 12.2 °Brix로 다른 처리구보다 높은 경향을 보였고, 상대적으로 처리시기가 빠른 만개 후 70일에 처리시에는 10.8 °Brix로 무처리구보다 낮은 당함량을 나타내었다. 이는 배나무의 과실비대 시기인 만개 후 90일, 110일에 wiring 처리로 인해 앞에서 동화된 광합성 산물이 하부 이동 억제와 더불어 지속적인 동화산물 생성으로 과실로의 축적량이 다른 처리구에 비해 높아 과중과 당도증가에 일부 영향을 끼친 것으로 사료되었다. 사과산은 무처리구보다 모든 wiring 처리구에서 유의적으로 낮은 수준이었고, 과실경도는 처리구간 차이가 관찰되지 않았다.

Yamane and Shibayama (2006)는 ‘Aki Queen’ 포도나무에 환상박피 처리시 과피의 착색이 향상되었다고 하였는데, 과실의 밝기에 영향을 주는 L값은 만개 후 80일과 130일에 wiring 처리로 높은 수준이 관찰되었다. 과실의 성숙상태를 나타내는 지표(Oh et al., 2010)로 사용되고 있는 a값은 무처리구에서는 7.0인데 반해, 만개 후 110일과 130일 wiring 처리에서는 10.0 전후로 유의성 있게 높게 나타났다. 이는 wiring 처리로 인해 신초상의 앞에서 동화된 광합성산물이 다른 부위로 전이되지 못하고 주로 과실로 전이되어져 과실의 성숙이 촉진된 것으로 생각되었다. 과실의 황색의 발현을 나타내는 b값에서는 처리구간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 배에서 wiring 처리가 과중, 당함량, 산함량 및 과피의 착색에 영향을 미쳐 숙기 촉진 효과가 있는 것으로 생각되었다.

2. 과실 저장력에 미치는 영향

저온저장 중 생체 중 변화의 결과는 Table 2와 같다. 저장 60일 후 과중의 감모율을 조사한 결과 만개 후 110일 wiring 처리구에서 2.39%로 다른 처리구와 비교해서 유의적으로 가장 적게 줄어들었다. 저장 60일과 90일된 과실에서도 만개 후 110일 wiring 처리에서 감모율이 가장 낮았고 저장 120일에서는 처리 간에 유의성 있는 차이가 관찰되지 않았다. 저장 90일과 120일 동안 과실의 당함량은 만개 후 70일 wiring 처리에서 가장 낮았다. 그러한 이유는 만개 후 70일은 배나무 신초가 아직 정지되기 이전으로 wiring 처리에 의한 동화산물이 과실보다는 가지로의 이동이 많기 때문으로 생각된다. 저장기간에 따른 당도증가의 원인은 과실 내 수분의 증발로 인해 증가된 것으로 판단된다. 저장 후 사과산함량의 변화를 조사한 결과 무처리구가 wiring 처리시보다 높은 경향을 보였다. 경도는 저장 기간이 지날수록 과실이 숙성이 되면서 떨어지는 경향을 나타내었고, 저장 60, 90일 후의 처리구간의 유의적인 차이는 없었으나 저장 120일차에는 만개 후 70일 wiring 처리에서 경도가 유의적으로 높았다. 이는 처리시기가 과실의 경도에 영향을 미친다고 판단되었다. 저장 60, 90, 120일차의 과피의 밝기를 나타내는 L값과 과실의 성숙도를 나타내는 a값은 만개 후 90일과

110일 wiring 처리에서 가장 높았다. 과피의 황색 발현을 나타내는 b값은 저장 90일과 120일차에 처리 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 관찰되지 않았다(Table 3). Samad (1998)은 사과나무에 환상박피를 처리 후 저장 40일, 60일 후 과실의 특성을 조사한 결과 과중은 줄어들었으나, 경도와 당함량은 높아졌다고 보고하였다. 반면에 M9을 대목으로 한 사과나무에서는 오히려 과피 색상, 당함량과 경도를 유의적으로 감소시켰다고 보고하였다.

Table 2. Effects of seasonal wiring treatments on quality of ‘Niiitaka’ pear fruit during cold storage

Treatments time (zDAF)	Fruit weight loss (%)			Soluble solids (°Brix)			Titratable acidity (%)			Firmness (kg/Ø5 mm)		
	60 ^y	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120
70	3.29 ab ^z	4.47 ab	6.16 a	10.90 a	10.36 b	11.06 b	0.11 bc	0.13 ab	0.11 b	1.38 a	1.29 a	1.25 a
80	3.14 bc	4.24 ab	4.91 a	11.26 a	11.58 ab	12.06 ab	0.12 ab	0.13 ab	0.12 b	1.43 a	1.35 a	1.19 ab
90	4.07 a	4.84 a	5.23 a	12.06 a	12.48 a	12.56 a	0.11 bc	0.12 bc	0.10 b	1.42 a	1.34 a	1.20 ab
110	2.39 c	3.75 b	5.89 a	12.22 a	12.42 a	12.22 a	0.10 c	0.11 bc	0.11 b	1.41 a	1.35 a	1.13 b
130	3.41 ab	4.14 ab	5.78 a	11.32 a	11.68 a	12.18 a	0.10 c	0.10 c	0.08 c	1.29 a	1.29 a	1.17 b
Control	2.96 bc	3.82 b	6.18 a	11.44 a	11.24 ab	11.92 ab	0.13 a	0.14 a	0.14 a	1.37 a	1.28 a	1.15 b

^z Days after full bloom.

^y days after storage.

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

Table 3. Effects of seasonal wiring treatments on skin color of ‘Niiitaka’ pear fruit during cold storage

Treatments time (zDAF)	Hunter value ^x								
	60 ^y			90			120		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
70	62.51 ab ^w	8.00 b	38.19 b	63.07 a	7.95 b	42.65 a	61.80 a	8.90 bc	37.13 a
80	62.48 ab	7.91 b	38.83 b	62.65 ab	9.33 a	42.41 a	62.72 a	10.23 ab	38.29 a
90	62.47 ab	10.84 a	38.20 b	63.19 a	10.82 a	41.01 a	62.49 a	11.11 a	37.47 a
110	64.04 a	10.32 a	41.57 a	62.98 a	10.64 a	41.18 a	62.07 a	10.37 ab	39.53 a
130	60.08 b	7.31 b	39.38 b	61.62 b	7.02 b	42.23 a	61.67 a	7.57 c	37.76 a
Control	62.64 ab	6.91 b	42.05 a	62.37 ab	7.85 b	42.95 a	61.37 a	7.91 c	37.55 a

^z Days after full bloom.

^y days after storage.

^x L, lightness; a, redness (+ red, - green); and b, yellowness (+ yellow, - blue).

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

3. 수체 특성에 미치는 영향

Wiring 처리시기에 따른 꽃눈 무게와 종경은 처리구간 유의적인 차이는 미미하였으나 횡경은 처리시기가 빠를수록 유의적으로 더 큰 것으로 나타났다. 과실의 형태를 결정하는 L/D ratio에 있어서는 무처리구에서 1.90으로 높은 경향을 보였고, 상대적으로 만개 후 80일 처리에서 1.74로 낮은 경향을 보였다(Table 4). 이와 같은 꽃눈의 외형적인 특성은 과실의 채와부들출과 발생에 영향을 미칠 수 있다(Choi et al., 2007)

Table 4. Effects of seasonal wiring treatments on Fresh floral bud features of 'Niitaka' pear trees

Treatments time (^y DAF)	Floral bud weight. (mg)	Length (L) (mm)	Diameter (D) (mm)	LD ratio (Length/Diameter)
70	1.55 a ^x	8.16 a	4.47 ab	1.83 abc
80	1.80 a	7.91 a	4.54 a	1.74 c
90	1.82 a	7.98 a	4.43 ab	1.80 abc
110	1.69 a	7.86 a	4.41 ab	1.78 bc
130	1.67 a	7.87 a	4.21 b	1.87 ab
Control	1.77 a	8.34 a	4.39 ab	1.90 a

^y Days after full bloom.

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

Choi 등(2009)은 감나무에 환상박피를 처리시 인, 칼륨 및 마그네슘 함량이 유의적으로 적었다고 보고하였고, 반면에 Glenna and Campostrini (2011)은 사과나무에 환상박피 처리시 잎내 탄수화물 함량에 변화가 없었다고 보고 하였다.

본 실험에서 wiring 처리시기에 따라 꽃눈과 잎의 무기성분 함량의 결과는 Table 5와 같다. 탄수화물 함량은 처리시기에 따라 꽃눈의 탄수화물 함량은 곡선형의 상관관계가, 잎의 탄수화물 함량은 부의상관관계를 보였다(Fig. 2). 이는 wiring 및 환상박피 처리로 인해 잎에서 만들어진 광합성 동화산물의 지하부 이동을 억제하여 수체 내의 탄수화물 함량에 영향을 미친다는 결과와 비슷하였다(Goldschmidt et al., 1985; Yamanishi et al., 1993). 리치나무에서 환상박피 및 wiring 처리로 수체 내 무기성분 및 탄수화물 함량에 영향을 끼치며 저장양분이 지나치게 감소하면 이듬해 꽃눈분화 및 착과량을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Pretorius et al., 2004). 본 시험에서 꽃눈과 잎의 칼륨과 마그네슘농도는 처리에 따른 유의성 있는 차이가 관찰되었고, 인산은 무처리구의 꽃눈에서 가장 높게 나타났다. 하지만 전체적으로 wiring과 수체 내 무기성분과의 관계를 보았을 때 처리시기에 따른 일관성 있는 결

과가 관찰되지 않았는데, 이는 12년생 배나무를 대상으로 실험하였기 때문에 농도의 희석 효과 등에 기인한 것으로 추정되지만 이에 대한 장기간의 시험이 요구되었다. 본 연구의 결과를 종합적으로 분석하면 만개 후 110일에 wiring 처리시 과실의 크기가 가장 컸으며, 당함량 또한 다른 처리구와 비교하여 높은 것을 알 수 있었다. 저장 시 과중의 감모율 또한 가장 낮은 것을 알 수 있었다. 반면에 wiring 처리시기가 빠를수록 그 영향력이 적어져 무처리구와 비교하여 과실의 품질이 저하되는 것을 확인할 수 있었다. 위 결과로 보아 농가에서 과실비대 성장조절제인 지베렐린을 대신하여 wiring 처리를 통하여 과실 비대를 얻고자 할 경우 처리시기가 매우 중요할 것으로 판단된다.

Table 5. Effects of seasonal wiring treatments on the carbohydrates and mineral nutrients in buds and leaves of ‘Niitaka’ pear trees

Treatments time (°DAF)	K (%)		Ca (%)		Mg (%)		P (%)		Total carbohydrate concentrations (%)	
	Bud	Leaf	Bud	Leaf	Bud	Leaf	Bud	Leaf	Bud	Leaf
70	0.57 bc ^x	1.61 ab	2.81 a	2.42 a	0.26 d	0.46 a	0.13 b	0.11 a	7.75 b	2.79 a
80	0.63 a	1.27 b	1.24 a	4.00 a	0.31 a	0.36 b	0.14 b	0.12 a	8.19 a	2.75 a
90	0.55 c	1.74 a	1.56 a	4.63 a	0.25 d	0.36 b	0.15 ab	0.14 a	8.40 a	2.76 a
110	0.60 ab	1.48 ab	2.15 a	2.94 a	0.28 b	0.31 d	0.15 ab	0.13 a	8.42 a	2.75 a
130	0.58 bc	0.76 c	3.78 a	1.04 a	0.27 c	0.32 c	0.13 b	0.13 a	8.34 a	2.51 b
Control	0.58 bc	0.78 c	2.64 a	1.01 a	0.29 b	0.28 e	0.18 a	0.13 a	8.11 a	2.43 b

^y Days after full bloom.

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

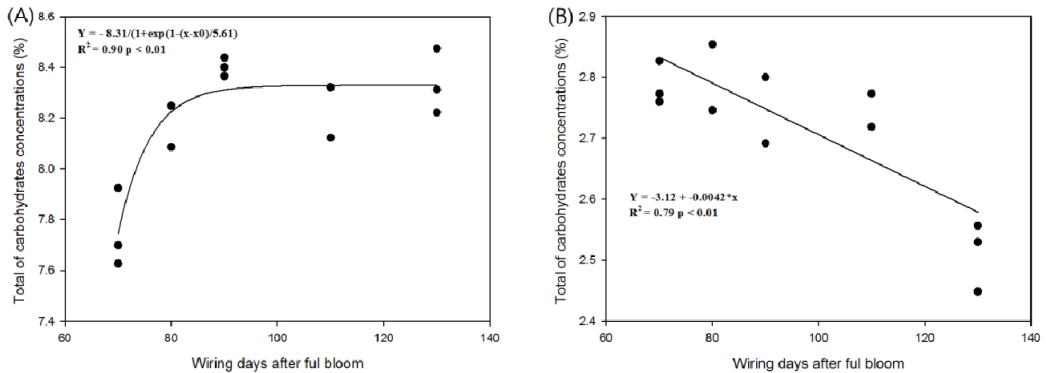


Fig. 2. Correlations of seasonal wiring treatments on carbohydrates in bud (A) and leaves (B) of ‘Niitaka’ pear trees.

IV. 적 요

본 연구는 배 주요재배 품종인 신고를 이용하여 성장조절제인 지베렐린과 환상박피 효과를 대체 할 수 있는 재배기술을 개발하고자 수행하였다. ϕ 3.0 mm인 철사를 사용하여 시기별로 만개 후 70, 80, 90, 110, 130일에 주간에 wiring 처리 후 과실품질 및 수확 후 저장성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 과실의 과중과 당함량을 조사한 결과 처리시기가 늦은 만개 후 110일 처리구가 다른 처리구와 비교해서 높은 증진 효과를 나타냈으며 처리시기가 빠를수록 낮은 결과를 나타냈다. 산함량은 wiring 처리구가 무처리구보다 낮은 함량을 보였고, 경도는 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 과피 착색은 무처리구에서 가장 낮은 L값을 보였으나 처리 간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 만개 후 110일과 130일 처리구에서 a값이 가장 높게 나타났는데 이는 wiring 처리가 과실의 숙기에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 수확 후 저장 60일, 90일 후 과중 변화는 만개 후 110일 처리구에서 가장 낮은 감모율을 보였으며, 당함량과 산함량, 경도는 처리구간 유의적인 차이가 없었다. 저장 기간 중 과실의 밝기를 나타내는 L값은 모든 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 a값을 조사한 결과 90, 110일 처리구가 다른 처리구보다 높게 조사되어 처리시기에 따라 a값이 다르게 나타났다. 꽃눈의 생체중과 크기는 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 꽃눈의 무기성분 함량은 만개 후 80일 처리구에서 K (0.63%)과 Mg (0.31%) 함량이 가장 높았고, Ca과 P의 함량은 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 잎 내 K 함량은 만개 130일 처리구(0.76%)와 무처리구에서 (0.78%) 함량이 낮았고, Ca과 P의 함량은 처리구간 유의적인 차이는 없었다. wiring 처리시기가 늦어짐에 따라 꽃눈의 탄수화물 함량은 곡선형의 상관관계를 보였고 잎의 탄수화물과는 부의 상관관계가 관찰되었다.

[Submitted, June. 4, 2018; Revised, July. 31, 2018; Accepted, February. 20, 2019]

References

1. Byun, J. K., I. K. Kang, and K. H. Jang. 1997. The nature of early drop of 'Sekaiichi' apple fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38: 234-237.
2. Chen, M. C., T. C. Hsiung, T. L. Chang, C. L. Lee, I. Z. Chen, and S. F. Roan. 2011. Effects of girdling and strangulation on root growth and nutrient concentrations of 'Haak Yip' litchi leaves and roots. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.* 57: 231-242.
3. Choi, J. J., J. H. Han, J. H. Choi, K. H. Hong, S. B. Jeong, W. S. Kim, and H. S. Lee.

2007. Effect of flower bud type on calyx perpetual fruit production in ‘Niitaka’ pear. *Kor. J. Hort. Technol.* 25: 119-124.
4. Choi, S. T., W. D. Song, D. S. Park, and S. M. Kang. 2009. Effect of girdling dates on dry matter increase and reserve accumulations in permanent parts of ‘Nishimurawase’ persimmon trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 218-225.
 5. Choi, S. W. and K. R. Kim. 2000. Effects of girdling and pinching on the june drop of ‘Sekaiichi’ apple. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18: 391-394.
 6. Fujishima, H., M. Shiraishi, S. Shimomura, and Y. Horie. 2005. Effect of girdling on berry quality of ‘Pione’ grapevine. *Hortic Res (in Japan)* 4: 313-318.
 7. Glenna, D. M. and E. Campostrini. 2011. Girdling and summer pruning in apple increase soil respiration. *Sci. Hort.* 129: 889-893.
 8. Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Hort. Rev.* 30: 1-36.
 9. Goldschmidt, E. E., N. Aschkenazi, Y. Herzano, A. A. Schaffer, and S. P. Monselise. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Sci. Hort.* 26: 159-166.
 10. Harada, T., W. Kurahashi, M. Yanai, Y. Wakasa, and T. Satoh. 2005. Involvement of cell proliferation and cell enlargement in increasing the fruit size of *Malus* species. *Sci. Hort.* 105: 447-456.
 11. Hwang, Y. S., I. Y. Park, and J. C. Lee. 2003. Potential factors associated with skin discoloration and core browning disorder in stored ‘Niitaka’ pears. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 44: 57-61.
 12. Kim, W. S. and S. J. Chung. 2000. Effect of ga₃, ethephon, girdling and wiring treatment on the berry enlargement and maturity of ‘Himrod’ grape. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41: 75-77.
 13. Korea Rural Economic Institute (KREI). 20185. Agricultural out-look KREI, Seoul, Korea.
 14. Kwon, Y. H., B. H. N. A. Lee, S. B. Shim, K. H. Shin, K. H. Chung, I. M. Choi, and H. S. Park. 2011. Fruit quality and freezing damage of ‘Kyoho’ grapes by girdling. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 81-86.
 15. National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 2000. Analytical methods of soil and plant. NIAST. Rural Development Administration. Suwon. Korea.
 16. 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.
 17. Park, S. J., S. M. Cheong, S. H. Kim, M. S. Ryou, H. C. Lee, and S. T. Jeong. 2009. Establishment of minimum harvesting time for the girdled ‘Campbell Early’ grape. *J. Bio-*

- Environment. Control. 18: 502-507.
18. Pretorius, J. J. B., S. J. E. Wand, and K. I. Theron. 2004. Fruit and shoot growth following combined girdling and thinning of 'Royal Gala' apple trees. *Acta Hort.* 636: 401-407.
 19. Samad, A. 1998. Effect of girdling and bridge grafting on apple tree growth, yield, apple quality and biochemical composition for apple trees growing under moderate and ultra high density conditions. PhD Diss., Lincoln Univ.
 20. Sagong, D. H. and T. M. Yoon. 2010. Effects of ringing time on vegetative growth, fruit quality, and return bloom of 'Fuji'/M.9 apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28: 31-35.
 21. Schechter, I., J. T. A. Proctor, and D. C. Elfving. 1994. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119: 157-162.
 22. Steyn, W. J., S. F. Ungerer, and K. I. Theron. 2008. Scoring and girdling, but not GA3, increase yield without decreasing return bloom in 'Triumph' persimmon. *HortSci.* 43: 2022-2026.
 23. Wargo, J. M., I. A. Merwin, and C. B. Watkins. 2004. Nitrogen fertilization, midsummer trunk girdling, and AVG treatments affect maturity and quality of 'Jonagold' apples. *Hort-Science* 39: 493-500.
 24. Winkler, J. A. and G. S. Howell. 1986. Effect of nitrogen interruption on cold acclimation of potted 'Concord' grapevines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:16-20.
 25. Yamanishi, O. K., Y. Nakajima, and K. Hasegawa. 1993. Effect of late season trunk strangulation on fruit quality, return bloom and fruiting in pummelo tree grown in plastic house. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 62: 337-343.
 26. Yamane, T. and K. Shibayam. 2006. Effect of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevines. *J. Japv. Soc. Hort. Sci.* 75: 439-444.
 27. Yamane T. and K. Shibayama. 2007. Effects of treatment date, width of girdling, and berry number of girdled shoot on the coloration of grape berries. *Hort. Res.* 6: 233-239.