

환상박피처리에 의한 ‘거봉’ 포도의 과실 품질 및 동해 피해

권용희¹ · 이별하나¹ · 심성보¹ · 신경희¹ · 정규환¹ · 최인명² · 박희승^{1*}

¹중앙대학교 원예과학과, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원

Fruit Quality and Freezing Damage of ‘Kyoho’ Grapes by Girdling

Yong Hee Kwon¹, Byul Ha Na Lee¹, Sung-Bo Shim¹, Kyoung-Hee Shin¹, Kyu Hwan Chung¹, In-Myung Choi², and Hee-Seung Park^{1*}

¹Department of Horticultural Science, Chung Ang University, Anseong 456-756, Korea

²National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

Abstract. The effects of girdling on fruit quality and cold resistance of ‘Kyoho’ grapes were investigated. Girdling treatment was conducted on the trunk at 10 cm above ground with 1 cm width and grapes were harvested at 90 and 110 days after full bloom to compare the fruit quality. First harvesting rate in girdling treatment was higher than that in non-girdling treatment and coloration was also higher in girdled vines at the final harvest. In other words, coloring process of grape was promoted and enhanced by girdling, but this effect of coloring improvement was decreased after successive girdling treatment. Fruit quality showed no difference between the treated and non-treated berries, but fruit cracking rate was lower in girdled treated berries. Girdled trees were weakened and suffered from freezing damage. Especially, most grapevines withered up after being girdled for three consecutive years. Although girdling had effect on improving the berry coloring significantly, the effect wore off with continuous girdling. And it was possible that consecutive girdling led to wither and growth suppression especially in grapevines. These adverse effects may make the continuous girdling technique unsuitable in practice for ‘Kyoho’ grape.

Additional key words: coloring, cracking, thermal analysis, withering

서 언

국내 포도재배에 있어 환상박피는 주로 착색 및 숙기를 촉진시키기 위해 처리하고 있으나 싹이 강해져 품질이 낮은 과실이 생산되는 문제점이 발생하고 있다(Park et al., 2003a). 과수에 있어 환상박피의 효과에 대해서는 국내외에서 활발하게 연구되어 왔으며, 외국에서는 포도나무의 착과량 향상(Caspari et al., 1998), 과립의 비대촉진(Harrell and Williams, 1987; Jensen et al., 1975) 및 착색증진(Brar et al., 2008; Peacock et al., 1977; Yamane and Shibayama, 2006) 등에 대한 효과가 보고되었다. 반면에 국내에서는 ‘Himrod’ 포도의 과립비대 및 숙기촉진 효과(Kim and Chung, 2000)와 ‘캠벨얼리’ 포도의 품질(Park et al., 2003a) 및 수확기준 설정(Park et al., 2003b)에 관한 극히 일부 연구만이 시도되었을 뿐 ‘거봉’ 품종에 대해서는 전혀 연구된 바가 없다. 특

히 환상박피에 관한 연구는 오히려 사과나무(Kim et al., 2003, 2004; Yoon and Sagong, 2005), 감나무(Choi et al., 2005) 및 배나무(Cho et al., 2003)에서 주로 연구되었다.

환상박피를 하면 동화산물의 전류가 차단되어 지상부로 축적되고(Monselise et al., 1972), 뿌리신장이 정지되며(Yamane and Shibayama, 2006) 지상부와 뿌리의 건물중이 감소하는 경향을 나타내어(Choi et al., 2005), 다음해 지상부 생장에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로(Yang and Hori, 1980) 보고되고 있다. 특히 환상박피 처리시 동해의 위험이 큰 것으로 알려져 있지만(Embree, 1984; Siminovitch and Briggs, 1953; Westwood, 1978) 환상박피를 다년간 처리하였을 때 발생하는 변화에 대해서는 전혀 보고된 바가 없어 환상박피 처리 후에 나타나는 과실 품질과 더불어 수체 내한성에 관한 연구가 필요한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 ‘거봉’ 포도에 환상박피를 처리한

*Corresponding author: koussa@cau.ac.kr

※ Received 23 April 2010; Accepted 28 January 2011. 이 논문은 농림수산식품부 지정 포도연구사업단의 연구비 지원에 의해 연구되었음

후 과실의 품질과 수체의 내한성 변화를 조사하여 연속적인 환상박피 처리에 의해 나타나는 누적효과에 대해 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

경기도 안성시 서운면에 위치한 포도원에서 재식거리 4 × 1.5m, 덕식수형으로 구성된 8년생 ‘거봉’ 포도를 과방수기를 통해 시험수당 40송이로 착과량을 조절하였으며, 환상박피 처리구와 무처리구는 처리별로 반복당 1주로 4반복 처리하였다. 환상박피에 의한 과실품질 변화 비교 실험은 2006년과 2007년 2년 동안 수행되었으며, 환상박피를 누적 처리하였을 경우 나무의 동해 피해도를 추적하기 위하여 동일한 나무에 2008년까지 3년간 환상박피를 계속한 후 2009년까지 매년 포장에서 고사율을 조사하였다. 환상박피 처리는 만개 3주 후에 환상박피용 칼을 이용하여 지상부 10cm 상단의 주간에 1cm 너비로 실시하였다.

만개 후 90일과 110일에 2회로 나누어 과실을 수확하였으며 1차 수확은 ‘거봉’ 포도 숙기판정용 칼라차트(농촌진흥청 원예연구소)를 이용하여 착색등급 8이상의 과실을 선별하여 수확하였고, 2차 수확은 착색 정도에 상관없이 나머지를 모두 수확하여, 칼라차트를 이용해 착색 정도(1-10등급)를 조사하여 비교하였다.

과실 품질 분석은 과립의 종경, 횡경, 과립중 및 과방중을 측정하여 과실의 크기 변화를 비교하였으며, 가용성 고형물은 과방내 과립 전체에 압력을 가하여 얻어진 과즙을 굴절당도계(ATAGO Corp., PR-32, Japan)를 이용하여 측정하였고, 산함량은 pH미터(Suntex Corp., SP-2200, Japan)를 이용하여 pH 8.1이 될 때까지 0.1 N NaOH를 첨가한 후 첨가량을 주석

산으로 환산하였다. 열과율은 변색기 이후 열과가 발생한 과방수를 조사하여 전체 과방 중 열과 발생 비율로 환산하였다.

환상박피를 처리하였을 때의 내한성 변화를 알아보기 위해 3년간 환상박피를 계속 처리한 나무의 가지와 눈을 2009년 1월 30일과 2월 14일에 수집하여 LTE(low temperature exotherm) 측정을 이용해 내한성을 비교하였다. LTE 측정은 Mills 등(2006)의 실험방법을 이용하여 thermistor(44212; YSI, USA)와 thermoelectric modules(TEMs, CP1.4-127-045L, Melcor corporation, USA)이 설치된 chamber(T2RC, Thermal product solution, USA)에 시료를 넣은 후 온도를 -40°C까지 일정한 속도로 내린 후 chamber에 연결된 data acquisition system(DAS, Keithley instruments, USA)을 통해 voltage output을 수집하였다.

기상데이터는 시험지역인 안성시 서운면과 가까운 기상 관측소인 천안기상대의 평균기온, 조사시간과 강우일수를 기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr>)에서 다운로드 받아 이용하였으며, 통계분석은 수집된 데이터를 PASW Statistics 18(SPSS Inc., USA) 프로그램으로 T-검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

과실 품질 및 과피 착색

환상박피 처리 후 만개 90일에 착색도 8 이상의 과실을 선별하여 1차 수확한 결과, 2006년에는 환상박피 처리구와 무처리구에서 각각 43.8%와 24.4%의 과실을 수확하였고, 2007년에는 환상박피 처리구에서는 33.3%의 과실을 수확하였으나 무처리구는 전혀 수확이 불가능하였다(Table 1). 따라서 환상박피 처리시 착색이 촉진되어 무처리구에 비하여 조기수확이 가능하였으나, 2006년과 비교하여 만개후 90

Table 1. First harvesting rate and fruit quality of ‘Kyoho’ grapes treated with girdling in 2006 and 2007.

Treatment	First harvest rate (%)	SSC ^z (°Brix)	Acidity (%)	SSC /acidity
2006				
Non-girdling	24.4	15.4	0.41	37.6
Girdling	43.8	16.7	0.50	33.4
Significance		ns	ns	ns
2007				
Non-girdling	0	-	-	-
Girdling	33.3	17.8	0.53	35.6
Significance		-	-	-

Girdling treatment was conducted at 21 days after full bloom in year of 2006 and 2007 and fruits were harvested at 90 days after full bloom in each year.

^{ns}Non-significant.

^zSoluble solid content.

일에 2007년 무처리구의 수확이 불가능하였던 것은 1차 수확 직전인 8월의 잦은 강우로 일조시간이 부족하고(Fig. 1) 최고기온에서는 큰 차이가 없었으나 최저기온이 높게 유지되어 과피 착색이 2006년에 비해 불리하였기 때문인 것으로 생각된다(Fig. 2).

만개 후 90일에 1차 수확한 과실의 품질을 비교한 결과(Table 1), 2006년에 조사한 과실의 당도와 산도는 환상박피

처리구가 더 높은 경향이었고, 당산비도 환상박피 처리구가 더 낮은 경향이었으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 2007년에는 무처리구의 과실은 착색불량으로 인해 수확을 전혀 하지 못해 처리간 직접적인 품질 비교가 불가능하였다. Park et al.(2003a)은 ‘캠벨얼리’ 포도에서 환상박피 처리시 당도 증가 및 착색이 빨리 진행되는 것에 반하여 산도는 빨리 낮아지지 않기 때문에 산도가 높은 과실이 수확될 우려가

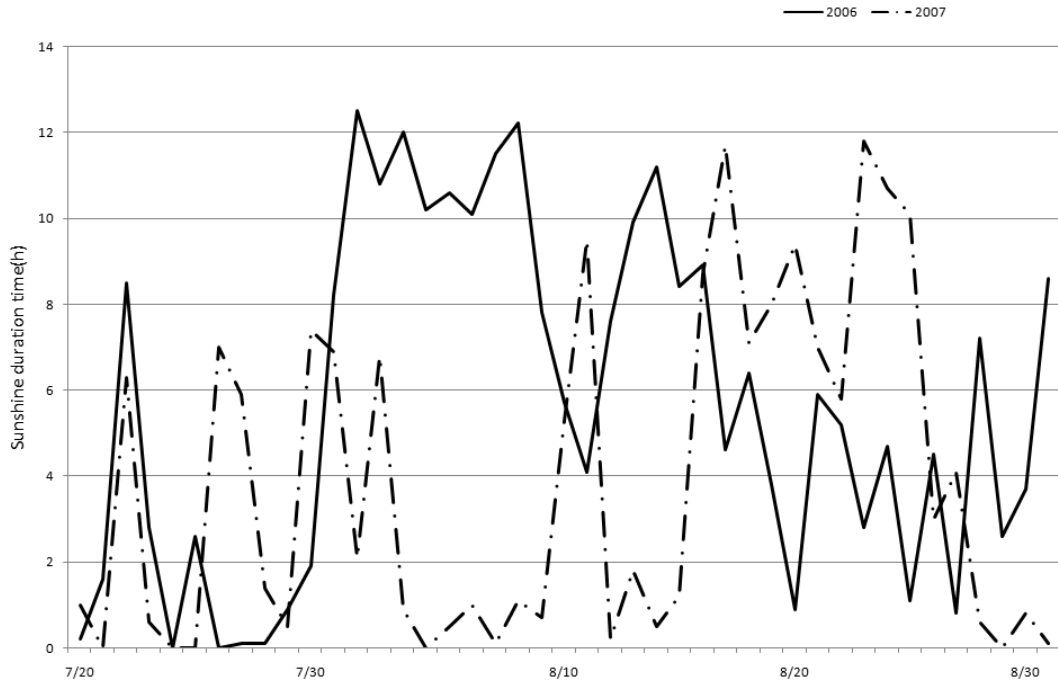


Fig. 1. Meteorological data of daily sunshine duration gathered at Cheonan regional meteorological office.

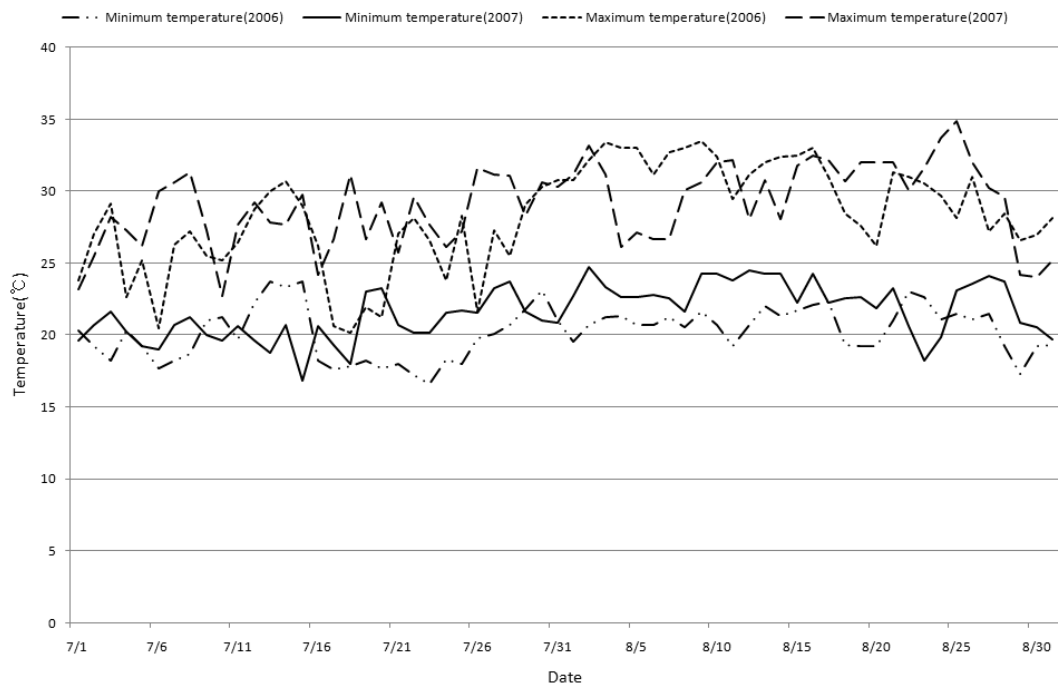


Fig. 2. Meteorological data of daily maximum and minimum temperature gathered at Cheonan regional meteorological office.

Table 2. Fruit quality at final harvest of 'Kyoho' grapes treated with girdling in 2006 and 2007.

Treatment	Berry weight (g)	Berry length (mm)	Berry diameter (mm)	SSC ^z (°Brix)	Acidity (%)	SSC /acidity	Coloring rate
2006							
Non-girdling	10.6	26.64	24.62	15.8	0.37	42.7	6.5
Girdling	11.3	26.68	25.07	16.9	0.38	44.5	8.2
Significance	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
2007							
Non-girdling	11.1	26.20	23.87	16.6	0.42	39.2	7.7
Girdling	10.8	26.44	24.30	17.0	0.47	39.1	8.2
Significance	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Girdling treatment was conducted at 21 days after full bloom in year of 2006 and 2007 and fruits were harvested at 110 days after full bloom in each year.

^{*,ns}Respectively $P \leq 0.05$ and non-significant.

^zSoluble solid content.

있다고 보고하였으나, Kim and Chung(2000)은 'Himrod' 포도에서 환상박피를 처리한 과실이 무처리 과실보다 오히려 산도가 낮았다고 보고하였다. 따라서 'Himrod'와 '거봉'처럼 품종 특성상 산도가 낮은 품종은 '캠벨얼리'와 같이 산도가 높은 품종에 비해 환상박피 처리에 의해 산도가 높은 과실이 생산될 위험성이 상대적으로 적은 것으로 생각되었다.

2006년과 2007년 최종 수확한 과실의 품질을 비교한 결과, 당도, 산도, 당산비에서 환상박피 처리에 따른 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 반면에 2006년에 최종 수확한 과실의 착색도는 무처리구 6.5, 환상박피 처리구 8.2로 환상박피 처리로 인해 착색의 진행이 촉진될 뿐만 아니라 증진되는 효과를 나타내었다. 2007년에는 처리간 착색도가 각각 7.7과 8.2로 처리간 차이를 보이지 않았으며, 이는 환상박피 처리구의 나무 중 일부에서 2006년 동일 기간에 비해 착색이 더디게 진행되었기 때문이다. 즉 환상박피를 처리한 첫 해에는 모든 나무에서 착색이 빠르게 진행되는 효과를 나타내었으나 환상박피를 연속적으로 처리한 이듬해에는 일부 나무에서 착색촉진 효과가 저하되는 경우가 발생하였다.

따라서, 2년간의 환상박피 처리결과 당도와 산도는 '캠벨얼리' 품종과 달리 '거봉' 포도에서는 환상박피 처리가 미치는 영향은 제한적인 것으로 생각되었으며, 착색촉진 및 증진 효과는 환상박피를 2년간 누적해서 처리하는 경우 그 효과가 감소하는 것을 관찰하였다. 추후 지속적인 연구를 통해 다년간 연속으로 환상박피를 처리했을 때 과피 착색에 미치는 효과가 감소하는 현상에 관한 직접적인 원인을 구명해야 할 것으로 생각된다.

열과

2006년과 2007년에 환상박피에 따른 열과발생을 비교한

Table 3. Comparison of the cluster rate with skin cracking between control and girdling treatment in 'Kyoho' grapes.

Treatment	2006	2007
Non-girdling	86.6%	56.8%
Girdling	53.6%	28.5%
Significance	*	**

Girdling treatment was conducted at 21 days after full bloom in year of 2006 and 2007.

^{*,**}Respectively $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$.

결과(Table 3), 2006년 무처리구와 환상박피 처리구 과실의 열과발생은 각각 86.6%, 53.6%였고 2007년에는 56.8%, 28.5%로 환상박피 처리시 열과가 감소하는 경향이였다. Yu and Kim(1989)은 포도의 열과는 재배적인 조건에 따라 발생이 크게 다르다고 하였고, Domec and Pruyn(2008)은 환상박피 처리시 환상박피를 처리한 윗부분에 동화산물이 충분히 축적되고 이는 부가적으로 과피의 발달을 유도하여 열과율을 감소시킨다고 하였으며 본 실험에서도 동일한 결과를 얻었다.

내한성 변화 및 고사발생

연속적인 환상박피 처리시 포장에서의 동해피해 정도와 LTE(low temperature exotherm) 측정을 통한 가지와 눈의 내한성을 조사한 결과, 환상박피를 3년간 계속 처리한 나무 중 75%의 나무가 고사하였으며 고사하지 않은 나무도 신초 발생이 불량하고 나무 전체의 생육이 저하된 반면에 무처리구는 25%의 나무가 고사하였으나 생존한 나무의 생육상태는 정상이었다(Table 4). 반면에 LTE 측정 결과 1월 30일의 가지와 눈에서 LTE가 발생한 온도는 무처리구 -21.2°C와 -20.5°C였으며 환상박피 처리구 -21.2°C, -21.0°C에서 시작

Table 4. Cumulative withering rate of 'Kyoho' grapevines as affected by girdling at every spring.

Treatment	1-year	2-year	3-year	4-year
Non-girdling	0%	25%	25%	25%
Girdling	0%	25%	25%	75%

Table 5. Low temperature exotherm of vines during dormant season of the following year in 'Kyoho' grapes treated with successive girdling for three years.

Treatment	1/30		2/14	
	cane	bud	cane	bud
Non-girdling	-21.2°C	-20.5°C	-20.8°C	-20.9°C
Girdling	-21.2°C	-21.0°C	-21.0°C	-21.0°C
Significance	ns	ns	ns	ns

Trees were girdled three times (2006, 2007, and 2008) and investigated at the next year (2009).

^{ns}Non-significant.

되었으나 모두 그 차이가 크지 않아 처리 간 차이는 없는 것으로 조사되었으며 2월 14일 조사에서도 동일한 결과를 나타내었다(Table 5). 즉, 포도 나무 주간의 환상박피 처리는 가지와 눈의 내한성에 직접적인 영향을 미치지 않아 지상부의 내한성의 변화는 나타나지 않았다. 따라서 환상박피를 계속 처리한 나무가 이듬해 봄에 완전히 고사하여 전혀 발아가 되지 않거나 또는 발아하더라도 신초의 생육부진 등 동해 증상을 보인 것은 뿌리의 생육이 불량하여 뿌리 부위에 저온 피해가 발생하였기 때문인 것으로 생각된다. Embree and Crowe(1985)는 환상박피와 동일하게 작용하는 scoring은 체관부를 통한 물질의 이동을 방해하여 처리된 아래 부위의 저온피해가 더 많이 발생했고 처리의 너비와 상처의 회복 정도와 저온피해는 밀접한 관련이 있다고 하였으며, Siminovitch et al.(1967)은 7월에 환상박피를 처리하는 경우 저온의 피해가 발생하였다고 보고하였다. 즉, 환상박피 처리시 지하부의 저온에 대한 내한성이 약해져 저온 피해가 발생하게 되며, 특히 본 실험의 결과와 같이 환상박피를 연속적으로 처리하는 경우에는 뿌리 발달이 계속적으로 저해되고 동해가 발생하는 것으로 추정되었다. 또한 이는 환상박피 처리가 당해 뿐만 아니라 이듬해까지 영향을 미친다는 Domec and Prunyn(2008)의 연구 결과와도 일치하였다.

환상박피 처리에 의한 가지와 눈의 내한성이 차이가 없는 것은 내한성이 수체내 동화산물 축적과 관련이 있어(Miller et al., 1988; Stergios and Howell, 1977) 환상박피에 의해 동화산물이나 호르몬과 같은 물질이 환상박피 윗부분에 축적되기 때문에(Goren and Monselise, 1971) 지상부 조직이 내한성이 약해져서 발생하는 동해 피해보다는 일시적으로 뿌리신장이 정지되고 뿌리가 정상적으로 발달하지 못하기

때문에(Choi et al., 2009; Yamane and Shibayama, 2006) 저온에 의한 뿌리의 피해가 발생한 것으로 생각되었다.

따라서 '거봉' 포도와 같이 내한성이 약한 품종에서의 환상박피는 착색과 열과 방지에는 일부 효과가 있으나 연속될 경우 처리 효과가 저하되며, 특히 겨울철 동해피해를 받기 쉬워 피해야 할 방법으로 생각된다.

초 록

'거봉' 포도에 환상박피를 처리한 후 과실 품질과 내한성의 변화를 조사하였다. 환상박피는 지상 10cm 상단의 주간에 너비 1cm로 처리하였으며 만개후 90일과 110일에 수확하여 과실 품질을 비교하였다. 환상박피를 처리한 경우 착색이 빠르게 진행되어 1차 수확율이 무처리보다 높았으며 또한 최종 수확시 착색도도 무처리구보다 높아 착색촉진 및 증진 효과를 확인할 수 있었으나 2차년도에는 착색증진 효과가 저하되는 것으로 조사되었다. 품질면에서는 처리구와 무처리구 간에 차이를 보이지 않았으나 열과 발생은 환상박피 처리구에서 감소하는 효과가 나타났다. 반면에 환상박피 처리시 수세가 떨어지고 겨울철 동해피해를 심하게 받는 것으로 조사되었으며 3년간 연속으로 처리한 후에는 대부분이 고사하였다. 착색을 증진시킬 목적으로 환상박피를 처리하는 경우 첫해에는 효과가 나타나지만 이듬해의 연속된 처리에는 착색증진 효과도 점점 낮아지며 특히 계속될 경우 생육부진 또는 고사 등이 진행될 수 있기 때문에 '거봉'에서의 연속적인 환상박피는 피해야 할 재배방법으로 확인되었다.

추가 주요어 : 착색도, 열과, 열분석, 고사

인용문헌

- Brar, H.S., Z. Singh, E. Swinny, and I. Cameron. 2008. Girdling and grapevine leafroll associated viruses affect berry weight, colour development and accumulation of anthocyanins in 'Crimson seedless' grapes during maturation and ripening. *Plant Science* 175:885-897.
- Caspari, H.W., A. Lang, and P. Alspach. 1998. Effects of girdling and leaf removal on fruit set and vegetative growth in grape. *Am. J. Enol. Vitic.* 49:359-366.
- Cho, K.S., S.S. Kang, D.S. Son, and M.S. Kim. 2003. Reduction of juvenile period by bending and girdling treatment in pear hybrid seedlings (*P. Pyrifolia* Naika). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(Suppl. 1):72. (Abstr.)
- Choi, S.T., D.S. Park, G.H. Ahn, W.D. Song, and S.M. Kang. 2005. Effect of ringing date on carbohydrate accumulation in different parts of 'Nishimurawase' persimmon tree. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(Suppl. 1):97. (Abstr.)

- 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.
- Domec, J.-C. and M.L. Pruyn. 2008. Bole girdling affects metabolic properties and root, trunk and branch hydraulics of young ponderosa pine trees. *Tree Physiology* 28:1493-1504.
- Embree, C.G. 1984. An assessment and illustration of winter injury to selected apple cultivars in Nova Scotia, 1980-81. *Fruit Varieties J.* 38:8-13.
- Embree, C.G. and A.D. Crowe. 1985. Winter injury to gravenstein apple strains as influenced by trunk scoring. *Can. J. Plant Sci.* 65:981-984.
- Goren, R. and S.P. Monselise. 1971. Effects of ringing on yields of low-bearing orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *J. Hort. Sci.* 46:435-441.
- Harrell, D.C. and L.E. Williams. 1987. The influence of girdling and gibberellic acid application at fruitset on Ruby seedless and Thompson seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 38(2):83-88.
- Jensen, F., F. Swanson, W. Peacock, and G. Leavitt. 1975. The effect of width of cane and trunk girdles on berry weight and soluble solids in table 'Thompson Seedless' vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 26:90-91.
- Kim, S.H., F. Bangerth, S.K. Kim, J.K. Kim, and Y.U. Shin. 2003. Endogenous cytokinin and auxin content changes of shoot tip, leaf and xylem sap on girdling in 'Golden Delicious' Apple seedling. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(Suppl. II):72. (Abstr.)
- Kim, S.H., S.K. Kim, F. Bangerth, and S.J. Kang. 2004. Hormonal changes of shoot tips on girdling in mature apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22(Suppl. II):51. (Abstr.)
- 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.
- Miller, D.P., G.S. Howell, and R.K. Striegler. 1988. Cane and bud hardiness of own-rooted white riesling and scions of white riesling and chardonnay grafted to selected rootstocks. *Am. J. Enol. Vitic.* 39:60-66.
- Mills, L.J., J.C. Ferguson, and M. Keller. 2006. Cold-hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *Am. J. Enol. Vitic.* 57:194-200.
- Monselise, S.P., R. Goren, and I. Wallerstein. 1972. Girdling effect on orange fruit set and young fruit abscission. *HortScience* 7:514-515.
- Park, S.J., H.K. Jang, H.H. Seo, and Y.U. Shin. 2003a. Establishment of harvesting standard after girdling in grape 'Campbell Early'. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(Suppl. II):73. (Abstr.)
- Park, S.J., G.C. Song, M.K. Park, M.S. Ryou, and Y.U. Shin. 2003b. Effect of girdling on the component and quality of grape 'Campbell Early'. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(Suppl. II):73. (Abstr.)
- Peacock, W.L., F. Jensen, J. Else, and G. Leavitt. 1977. The effects of girdling and ethephon treatments on fruit characteristics of red Malaga. *Am. J. Enol. Vitic.* 28:228-230.
- Siminovitch, D. and D.R. Briggs. 1953. Studies on the chemistry of the living bark of the black locust in relation to its frost hardiness. IV. Effects of ringing on translocation protein synthesis and the development of hardiness. *Plant Physiol.* 28:177-200.
- Siminovitch, D., F. Gfeller, and B. Rheume. 1967. The multiple character of the biochemical mechanism of freezing resistance of plant cells. p93-118 in E. Ashina, ed. Cellular injury and resistance in freezing organisms. *Inst. Low Temp. Sci. Hokkaido Univ., Sapporo, Japan.*
- Stergios, B.G. and G.S. Howell. 1977. Effects of defoliation trellis height, and cropping stress on the cold hardiness of concord grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 28:34-42.
- Westwood, M.N. 1978. Temperate zone pomology. W.H. Freeman & San Francisco. P.124.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevines. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75:439-444.
- Yang, Y.S. and Y. Hori. 1980. Studies on the retranslocation of accumulated assimilates in 'Delaware' grapevines. III. Early growth of new shoots as dependent on accumulated and current year reserves. *Tohoku J. Agri. Res.* 31:120-129.
- Yoon, T.M. and D.H. Sagang. 2005. Effects of girdling and prohexadione-calcium on vegetative growth and flowering of 'Fuji'/M.9 apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(Suppl. II):25. (Abstr.)
- Yu, Y.S. and J.B. Kim. 1989. Study on the resistance to berry splitting and development of the dermal system in grapes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 30:38-44.