

Prohexadion-Calcium이 체리 ‘좌등금’의 신초생장 억제에 미치는 영향

이세욱¹ · 남은영¹ · 윤석규¹ · 신용익¹ · 정재훈² · 강희경² · 윤익구^{1*}
¹국립원예특작과학원 과수과, ²공주대학교 원예학과

Effect on Shoot Growth Inhibition by Prohexadion-Calcium in ‘Sato Nishiki’ Sweet Cherry

Se Uk Lee¹, Eun Young Nam¹, Seok Kyu Yun¹, Yong Uk Shin¹,
Jae Hoon Jung², Hee Kyong Kang², and Ik Koo Yoon^{1*}

¹National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea
²Department of Horticulture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

Abstract. This research was conducted to get the basic information for improving production amount as well as fruit quality by using Prohexadion-Calcium (Pro-Ca) used as 'Sato Nishiki', cherry cultivar, which is most frequently cultivated in Korea. In fruiting trees, we used Pro-ca and concentration of treatment selected 150, 200 and 250 mg · L⁻¹. When treating Pro-Ca 200 mg · L⁻¹, we could get the highest effect on inhibition of shoot growth. All treatments of Pro-Ca were increased chlorophyll a and b, respectively compared with control. Although treatments of Pro-Ca treatment showed the decreased effect on leaf area and there was no difference in fruit quality among treatments. Also, Pro-Ca 250 mg · L⁻¹, sprayed 3 times, and pclobutrazol (PP₃₃₃) 500 and 1,000 mg · L⁻¹, applicated soil, were treated to 1 year old plnted pot. Pro-Ca and PP₃₃₃ showed inhibition of shoot growth, especially, Pro-Ca showed the more effect than pp₃₃₃ on growth inhibition. Soil applications of pp₃₃₃ showed less effect to enlargement of tree trunk compared to Pro-Ca and control. Pro-Ca and pp₃₃₃ were not difference in number of inter-nodes when comparing to control, but they on decreased leaf area and increased chlorophyll.

Key words : inhibition, Prohexadion-Calcium, shoot growth, sweet cherry

서 론

최근 소비자의 소득수준 향상에 따른 식품 소비의 고급화로 인해서 체리 소비가 급격히 증가하였고 그에 따른 국내 재배 면적도 점차 늘어나고 있으며 주요 과수작목의 재배면적을 비롯한 구조조정이 불가피한 상황에서 체리는 대체작목으로 관심이 높아지고 있다 (Kang, 2008). 체리의 재배상 특징은 나무가 크게 자라 노력소요가 많은 것인데 특히 가지를 절단하면 선단부에서만 몇 개의 신초가 발생하고 그 이하에서는

거의 신초가 발생하지 않아 수고가 높게 되고 수형의 안정감이 떨어지고 수체의 체적에 비하여 생산성이 떨어지며, 과도한 신초 생장은 수관 내부로 광선투과를 불량하게 하여 꽃눈형성을 억제하며, 과실품질에 부정적인 영향을 미치고 병충해 방제와 전정에 많은 노력을 필요하게 된다. 오늘날 세계적인 과수 재배의 추세는 생산성을 증가시키기 위한 고밀식 재배가 점점 증가하고 있다. 수세조절을 하는 방법으로는 단근, 환상박피, 신초 유인, 시비량 감량, 전정 등의 수단과 더불어 오래전부터 성장조정제가 이용되어 왔는데, 본 연구는 경제성장과 더불어 우리나라에서도 소비 및 재배수요가 증가할 것으로 기대되는 체리에 대해 지나친 신초생장을 억제하고, 생산성을 높이기 위한 기초 자료를

*Corresponding author: yik@korea.kr
Received November 10, 2010; Revised November 18, 2010;
Accepted December 1, 2010

연구자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 Nishiki(좌등금)/Colt를 이용하여 경기도 수원시 이목동에 위치한 국립원예특작과학원 시험포장에서 노지와, pot시험을 하였다.

결과수에 대한 Prohexadion-Calcium(Pro-ca)의 신초생장 억제에 미치는 효과를 알아보기로 5년생에 만개 후 10일에 육안상 생육정도가 비슷한 주지를 선택하여 150, 200, 250mg · L⁻¹로 농도별 3반복 처리하고 시기별 신초신장의 경사적 변화량, 엽발달 및 엽록소 함량 및 과실품질 등을 비교하였다.

Pot에 재식된 1년생 묘목을 대상으로 Pro-Ca 수관 살포와 Paclobutrazol(PP₃₃₃) 토양관주 처리가 묘목생장에 미치는 영향을 알아보기로 Pro-Ca는 250mg · L⁻¹ 농도로 6월 4일, 6월 10일, 6월 17일에 총 3회 수관 전면살포 하였고, PP₃₃₃은 6월4일에 1000mg · L⁻¹과 500mg · L⁻¹를 각각 1회 토양관주 처리하고 신초 신장량과 간주비대의 경사적변화, 성장점의 상태, 신초의 절간마디 상태와 엽발달 상태를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 성숙에 대한 Prohexadion-Calcium(Pro-Ca)의 농도별 처리효과

모든 Pro-Ca 처리구에서 무처리에 비하여 신초 생장억제 효과를 보였고, 200mg · L⁻¹에서 처리 직후로부터 가장 높은 신초생장 억제효과를 보였다(Fig. 1). 이러한 결과는 Choi(2003)와 Green(2008)에 의해 사과와 신초생장이 Pro-Ca 처리에 의해 억제되었다는 결과와 일치하였다. 200mg · L⁻¹ 처리보다 고농도인

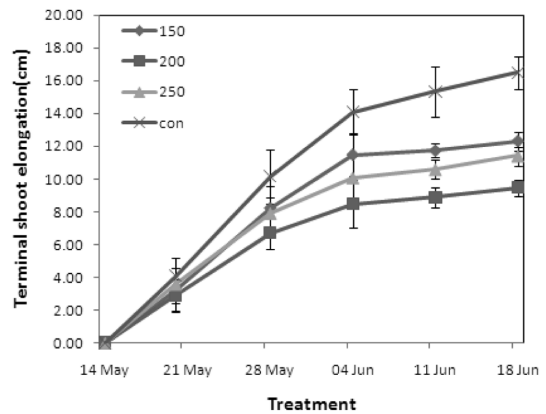


Fig. 1. Effects of Prohexadione-Calcium treatment on elongation of shoots in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry.

250mg · L⁻¹에서 억제효과가 높았던 것은 두 처리간 처리 4주 후까지 초기생장 차이가 큰 반면에 그 이후 두 처리 모두 신초생장이 매우 완만하게 진행된 것으로 보아 처리당시의 신초의 발육상태가 처리 후 초기 신초 성장량에 크게 영향을 미친 것으로 생각되었다. Pro-Ca가 체리의 신초생장을 억제하는 효과가 인정된 만큼 나무의 수세조절 및 전정 등 작업노력 절감을 위해 실용적으로 이용할 수 있을 것으로 사료되며 수관 형성 및 조기결실성 유도에 유리할 것으로 판단되었다.

Pro-Ca 처리에 의해 엽록소 a와 b가 모두 증가하였거나 증가하는 경향을 보였다. 엽록소 a의 경우 무처리 비해서 11.2~24% 증가하였고 농도간에는 유의차는 인정되지 않았지만 고농도인 250mg · L⁻¹에서 가장 높았다. 엽록소 b의 경우 Pro-Ca 농도별 처리에서 무처리에 비해 12.3~23.2% 증가하였으며, 처리농도 및 처리간 유의성은 엽록소 a와 같은 결과를 보였다. 처리 8주 후 엽장 엽폭 및 엽면적을 조사한 결과 모든 Pro-Ca 처리구에서 무처리에 비해 엽의 생장이 억제되

Table 1. Effects of Prohexadione-Calcium treatment on chlorophyll contents of leaves and length, width and area of leaves in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry.

Treatment (mg · L ⁻¹)	Chl a (µg · cm ⁻²)	Chl b (µg · cm ⁻²)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Leaf area (cm ²)
150	17.25 ab ²	12.73 ab	133.6 ab	57.1 a	54.2 a
200	16.59 ab	12.37 ab	125.6 bc	55.6 ab	50.2 ab
250	19.37 a	14.12 a	120.7 c	53.7 b	46.1 b
con	14.73 b	10.85 b	137.0 a	56.4 a	55.6 a

²Means separation within columns by Duncan’s multiple range test, P = 0.05.

Table 2. Effects of Prohexadione-Calcium treatment fruit characteristics of ‘Sato Nishiki’ sweet cherry.

Treatment (mg · L ⁻¹)	Fruit weight (g)	fruit length (mm)	fruit diameter (mm)	Soluble solids (°Bx)	Titration acidity (%)	Firmness (N)
150	6.62 ^z ns	20.28 ns	22.73 ns	18.75 ns	0.23 ns	1.09 ns
200	6.57	20.28	22.72	17.62	0.21	1.37
250	6.46	20.23	22.70	18.96	0.23	1.11
Control	6.46	19.91	22.69	18.78	0.23	1.14

^zMeans separation within columns by Duncan’s multiple range test, P = 0.05.

었는데, 특히, 고농도인 250mg · L⁻¹ 처리구에서 엽의 양적 생장이 두드러지게 억제되었다(Table 1).

Steffeus 등(1983)과 Yoon(1987)은 사과에서 항지베렐린계인 PP₃₃₃을 처리한 결과 엽면적이 줄어들며 엽록소 함량은 증가되었다고 하였는데, Pro-Ca 역시 항지베렐린계로서 지베렐린의 세포신장 및 비대작용을 억제하여 엽육세포 배열을 밀착시켜 엽면적이 작고 엽록소 함량이 증가된 것으로 생각되었다.

과실크기(과중, 종경, 횡경), 당도, 산 함량 및 경도 등 과실특성은 처리 간 차이가 없었으며(Table 2), 수확된 과실의 착색정도를 육안 관찰한 결과 처리 간 차이는 없었다.

Pro-Ca가 과실품질에 미치는 영향은 보고에 따라 차이가 있는데. 본 연구의 결과는 Prive 등(2004)과 Sagong(2006) 등이 사과 ‘Empire’와 ‘Narita Fuji’에서 과중, 당도, 산도, 경도의 차이가 없다는 보고와 대체로 일치하는 결과를 보였으며, Choi(2007)가 체리 ‘Satonishiki’에서 당도, 산도, 과경, 과중 등이 약간 낮아지고 경도가 약간 증가하였다는 보고와는 다소 다른 결과를 보였는데, 이처럼 연구결과에 따라 과실품질에 차이가 있는 것은 Pro-Ca가 과실생장에 직접적으로 영향을 미치는 것이 아니고 영양생장을 제어하는데 따른 이차적 결과로 과실생장에 관여하기 때문인 것으로 추측된다.

2. 어린묘목에 대한 Pro-Ca와 PP₃₃₃의 신초생장 억제효과

처리 직후부터 처리 42일 후까지 신초생장량은 Pro-Ca 250mg · L⁻¹ 3회 수관살포 처리에서 억제 효과가 가장 높았고, PP₃₃₃ 500 및 1000mg · L⁻¹ 1회 토양관주처리는 무처리구에 비해 억제 효과는 높은 것으로 나타났으나 농도 간에는 차이가 없었다(Fig. 2). Pro-Ca와 PP₃₃₃ 간의 영양생장 억제효과는 약제처리 2

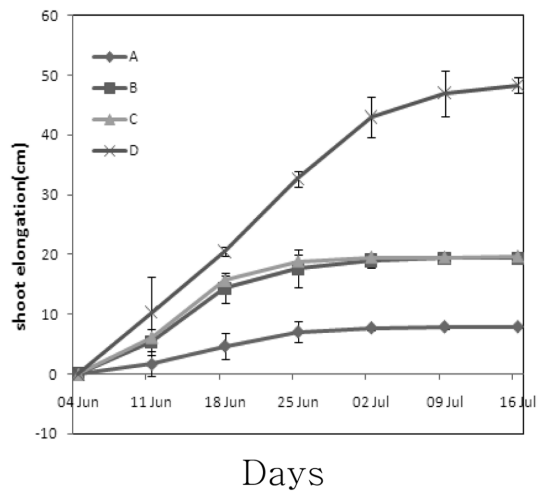


Fig. 2. Effects of Prohexadione-Calcium and Paclobutrazol treatment on elongation of shoots in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry. A; Prohexadione-Calcium 250 mg · L⁻¹, B; Paclobutrazol 1000 mg · L⁻¹, C; Paclobutrazol 500 mg · L⁻¹, D; Control.

주 후인 6월4일까지 초기 신초 생장량에서 차이가 컸고, 그 후 신초생장 증가 기울기는 두 약제 간 차이를 보이지 않았는데 이러한 결과는 Quinlan(1985)이 PP₃₃₃은 목질부를 통해서 상향이동(acropetal movement) 하며, Lever 등(1982)은 이동속도가 매우 느리다고 한 것으로 비추어 토양처리에 의해 뿌리에서 흡수된 약제 성분이 생장점까지 느리게 상향이동 하여 약효 발현이 지연되었을 것으로 추측되므로 PP₃₃₃의 토양관주시기를 일찍 하였다면 본 시험결과 보다 신초생장 억제효과가 높았을 것으로 생각되었다.

처리 14일 후 각 처리별 신초 정단부 상태를 관찰한 결과 Pro-Ca 처리는 다른 처리구에 비해서 정단부가 무디고(dom형태) 줄기가 두꺼웠다(Fig. 3). Pro-Ca 250mg · L⁻¹와 무처리구의 간주 비대율은 각각 23.4, 21.9%이었던 것에 비해서 PP₃₃₃ 1000mg · L⁻¹와 500mg ·

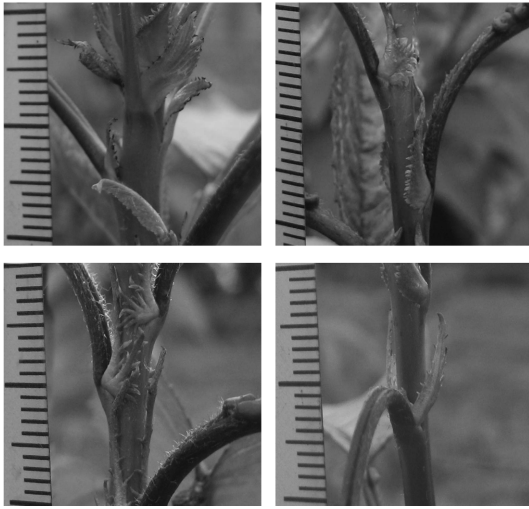


Fig. 3. Effects of Prohexadione-Calcium and Paclobutrazol treatment on shoot apex in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry. Upper: Pro-Ca 250 mg · L⁻¹ (left), PP₃₃₃ 1000 mg · L⁻¹ (right), Below; PP₃₃₃ 500 mg · L⁻¹ (left), Control (right).

Table 3. Change patterns of the trunk growth in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry treated by Prohexadione-Calcium and Paclobutrazol.

Treatment	0DT ^y (cm)	14DT (cm)	28DT (cm)	42DT (cm)	Incrementrate (%)
A ^z	4.57	4.80	5.20	5.64	23.4 a ^x
B	4.20	4.57	4.73	4.83	15.0 b
C	4.30	4.65	4.70	4.80	11.6 b
D	4.37	4.57	5.00	5.33	21.9 a

^zA; Pro-Ca 250 mg · L⁻¹, B; PP₃₃₃ 1000 mg · L⁻¹, C; PP₃₃₃ 500 mg · L⁻¹, D; Control.

^yDay after treatment.

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P = 0.05.

L⁻¹에서는 15.0, 11.6%로 간주생장이 유의하게 억제되었다(Table 3). 이와 같은 결과는 George 등(2008)이 고수풀에 Pro-Ca 처리에 의해 줄기의 직경이 증가하는 효과가 있으며 도관 수와 후각조직 부피의 증가로 줄기가 치밀해지고 강해진다는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

PP₃₃₃ 처리구의 간주비대 억제효과는 처리 후 14일까지는 무처리 및 Pro-Ca 와 비대량에서 큰 차이를 보이지 않았으나 처리 후 28일부터 차이가 크게 나는 것으로 보아 수관처리를 한 Pro-Ca와 달리 토양처리에 지상부로 이동이 느리고 토양내 잔류성이 높아 약

Table 4. The relationship between growth shoot and leaf area according to use of Prohexadione-Calcium and Paclobutrazol in sweet cherry.

Treatment	Length of shoots (cm)	Number of internodes (ea)	Length of internodes (cm)	Leaf area (cm ²)
A ^z	37.3 b ^y	20.9 ns	1.80 bc	38.4 c
B	42.3 b	21.8	1.96 b	49.7 b
C	35.1 b	24.0	1.47 c	46.0 bc
D	62.9 a	23.0	2.77 a	63.7 a

^zA; Pro-Ca 250 mg · L⁻¹, B; PP₃₃₃ 1000 mg · L⁻¹, C; PP₃₃₃ 500 mg · L⁻¹, D; Control.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P = 0.05.

Table 5. Effects of Prohexadione-Calcium and Paclobutrazol treatment on chlorophyll contents and thickness of leaves in ‘Sato Nishiki’ sweet cherry.

Treatment	Chl a (µg · cm ⁻²)	Chl b (µg · cm ⁻²)	Thickness of leave (µm)
A ^z	16.21 a ^y	11.98 a	100.6 a
B	11.26 ab	8.13 ab	91.2 b
C	13.06 ab	9.46 ab	90.4 b
D	10.84 b	7.88 b	71.5 c

^zA; Prohexadione-Calcium 250 mg · L⁻¹, B; Paclobutrazol 1000 mg · L⁻¹, C; Paclobutrazol 500 mg · L⁻¹, D; Control.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P = 0.05.

효가 지속적으로 작용되었기 때문으로 생각된다.

Pro-Ca와 PP₃₃₃은 신초장이 무처리에 비해 55.8~67.2%로 억제되었으나, 절간수는 차이가 없었으며 절간길이는 짧았다 엽면적에서는 무처리 대비 Pro-Ca 처리구는 60.3%, PP₃₃₃ 1000, 500mg · L⁻¹ 처리구는 78.0, 72.2%로 엽면적이 작은 것으로 나타났다(Table 4).

Pro-Ca와 PP₃₃₃ 모두 지베렐린에 대한 역작용의 결과로 절간장을 단축시켜 신초 성장량을 억제하는 효과가 있었던 것으로 생각되며 또한 잎의 크기도 억제하였는데 이러한 결과는 Table 1의 결과와도 일치하였다.

Pro-Ca과 PP₃₃₃을 처리하고 신초생장이 90% 이상 정지된 시기에 엽내 엽록소 함량과 엽육두께를 보면 Pro-Ca 처리구에서 엽록소 함량이 많았고 잎의 두께가 두꺼웠다(Table 5). Shibles 등(1987)은 잎의 면적이 적고 두꺼운 품종은 엽록소 함량이 많고 광합성 효율이 좋다고 하였는데 Pro-Ca 처리구에서 유의하게 잎

이 두껍고 엽록소 함량이 많아 광합성 효율이 다른 처리보다 높을 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있는 체리 ‘좌등금’ 품종에 항지베렐린계 생장억제제인 Prohexadione-Calcium과 Paclobutrazol을 이용하여 체리의 신초생장을 억제하여 효율적인 생산성을 높이고 과실품질 향상을 위한 기초 자료를 얻고자 시험을 한 결과를 요약하면 다음과 같다.

결실수에 대한 Prohexadione-Calcium을 150, 200 및 250mg·L⁻¹ 농도로 각각 정단부에 처리 후 신초의 생장량을 측정된 결과 모든 처리구에서 무처리에 비해 신초 생장이 억제 되었으며, 처리 간에는 200mg·L⁻¹에서 억제효과가 가장 높았다. 또한 처리구 모두 엽록소 a와 b 함량이 증가되었거나 증가되는 경향을 보였다. 그러나 과실의 특성(과실크기, 당도, 산함량 및 경도)은 무처리와 차이가 없었다.

유목에 대한 Prohexadione-Calcium 수관살포(3회)와 Paclobutrazol 토양관주(1회) 처리한 후 신초 성장반응은 두 처리 모두 무처리에 비하여 높은 신초생장 억제를 보였고 약제간에는 Prohexadione-Calcium의 신초생장 억제효과가 더 높았으며 Paclobutrazol 토양관주 처리에서는 간주 생장이 억제되는 경향을 보였다. 또한 Prohexadione-Calcium과 Paclobutrazol 처리 모두 절간 수의 차이가 없었으며, 무처리에 비하여 엽면적이 억제 되었고, 엽록소 a 와 b의 함량 모두 높은 결과를 보였으며 특히 Prohexadione-Calcium 처리구에서 엽록소 함량이 더욱 높고 잎의 두께가 두꺼웠다.

주제어 : 신초생장, 억제, 체리, 프로헥사디온칼슘

인 용 문 헌

1. Choi, G.S. 2007. Studied on the effective terminal

shoot growth control and quality improvement of *Prunus avium* (佐藤錦 Satonishiki) fruit with prohexadion-calcium and silicic acid. M.S. Diss., Kyungpook National Univ.

2. Choi, S.Y. 2003. Influence of Root Pruning, Trunk Scoring, and Prohexadione-Ca Applications on Growth and Fruit Quality of High Density Apple Tree. M.S. Diss., Andong National Univ.

3. George, K., G. Anastasia, and F.I. Ilias. 2008. Growth, anatomy and chlorophyll fluorescence of coriander plant (*Coriandrum sativum* L.) treated with Prohexadione-Calcium and Daminozide. ACTA BIOLOGICA CRACOVIENSIA Series Botanica. 50(2):55-62.

4. Green, D.W. 2008. The Effect of Repeat Annual Applications of Prohexadione-calcium on Fruit Set, Return Bloom, and Fruit Size of Apples. HortScience. 43(2):376-379.

5. Kang, J.K. and G.R. Cho. 2007. Production situation and demand estimates of cherry (*Prunus avium* L.) in Korea. Korean J. Intl. Agri. 19(3):214-223.

6. Lever, B.G., S.J. Shearing, and J.J. Batch. 1982. PP333-a new broad-spectrum growth retardant. Proceedings 1982 British Crop Protection Conference-Weed. 1:3-10.

7. Prive, J.P., E. Fava, J. Cline, M. Byl, C. Embree, and D. Nichols. 2004. Preliminary results on the efficacy of apple trees treated with the growth retardant Prohexadione-Calcium in estern Canada. Acta Hort. 636: 137-144.

8. Sagong, D.H. 2006. Productivity, Growth Control and Fruit Quality Improve ment in High Density Apple Orchards. Ph. D. Diss. Kyungpook National Univ.

9. Shibles, R., J. Secor, and D.M. Ford. 1987. Carbon assimilation and metabolism. In J.R. Wilcox ed., Soybeans: Improvement, production and uses. 2nd ed. Agronomy 16:535-588.

10. Steffens, G.L., S.Y. Wang, and T. Brennen. 1983. Influence of Paclofuteazol (PP₃₃₃) on apple seeding growth and physiology. In proceeding, Tenth Annual Meeting. Proc. Plant Growth Regulator Soxamer. 10:195-206.

11. Yoon, I.K. 1987. Effect of Paclobutrazol on the tree growth and development of Sege-il and Fuji cultivar of apple. M.S. Diss., Kon-Kuk Univ.