

수산화칼슘 엽면살포가 ‘대월’ 복숭아의 신초 생육 및 과실 품질에 미치는 영향

박지영[†] · 손인창[†] · 김대일^{*}

충북대학교 원예과학과
(2010년 1월 27일 접수, 2010년 6월 2일 수리)

Effects of Foliar Spray of Calcium Hydroxide on Shoot Growth and Fruit Quality in ‘Daewol’ Peach (*Prunus persica* <L.> Batsch)

Ji-Young Park[†], In-Chang Son[†] and Daeil Kim^{*}(Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea)

The effects of foliar spray of calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) during fruit growth period was investigated by changes of the shoot growth and fruit quality in ‘Daewol’ peach (*Prunus persica*). Since foliar spray of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1, 2, 5, and $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ at 7 day-intervals after fruit thinning, shoot growth was remarkably decreased compared with control group. An average SPAD value of fifth leaf from proximal part of the shoot was higher as 42.1 specific color difference sensor value (SCDSV) of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spraying treatments than 40.9 SCDSV of control group. Photosynthesis rates were also significantly increased by treating $\text{Ca}(\text{OH})_2$ of higher concentration. Among fruit characteristics affecting quality, fruit weight was increased depending on concentration of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ treatment. The soluble solids content was lowest in control group (8.78 °Brix) compare with higher concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spraying treatment in each 9.17, 9.22, 9.71, 10.58 °Brix. The acidity and anthocyanin contents were no significant differences among treatment, but firmness of pericarp and flesh of fruits was significantly increased by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray treatment. As a results of morphological observation of leaf, thickness of palisade parenchyma was thinner in control group ($63.5 \mu\text{m}$) than those of each 86.5, 87.5, 93.6, $107.4 \mu\text{m}$ in $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spraying treatment. Higher $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray also increased the thickness of cell wall of epidermis and hypodermis in ‘Daewol’ fruit.

Key Words: Calcium hydroxide, Cell wall, Chlorophyll, Fruit quality, Shoot growth

서 론

식물 세포의 기능을 유지하고 조절하는데 필수적인 칼슘은 식물조직에 중요한 구성요소로(Elad and Kirshner, 1992; Elmer *et al.*, 2007), 엽령이 높아짐에 따라 세포막이 붕괴되어 발생하는 잎의 노화를 억제하여(Cheour *et al.*, 1992) 식물체의 건전한 생육을 유지시킬 뿐 아니라, 과실의 당 함량 증가 및 과피 착색 촉진 등 과실 품질을 향상시키는 역할을 한다(Kim *et al.*, 2001; Park, 1999; Song *et al.*, 2006). 또한, 수체 내 칼슘의 함량이 증가되면 세포벽 성분인

펙틴사슬과 칼슘이 이온결합 함으로써 중층이 강화되어 과실을 비롯한 식물조직의 구조적 강도 증가와(Kwak *et al.*, 2004) 잿빛곰팡이 등과 같은 병원균에 대한 저항성 역시 증가한다고 알려져 있다(Volpin and Elad, 1991).

이와 같이 칼슘은 과실 생산에 있어 중요한 무기성분이나, 실제 재배 시 수체에서의 이동성이 낮아 과실로의 흡수량이 적어지기 때문에(Adams and Ho, 1993; Bukovac and Wittwer, 1957; Cho *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2006) 과실의 구조적 강도 및 저장력 감소 등의 문제를 일으키고 있다(Drake *et al.*, 1979). 따라서 칼슘제제를 엽면살포 함으로써 과실 내 칼슘 함량을 증대시켜 과실의 구조적 강화 및 내병성 증대를 도모하고 있다(Metha and Jindal, 1986).

하지만 칼슘제제를 이용한 과실의 저장력 및 내병성 증대에 대한 연구는 사과와 같은 몇몇 작물에만 국한되어 있고, 주로 수확 후 과실의 품질변화에 초점이 맞추어져 있기 때문

*연락처자:

Tel: +82-043-261-2527 Fax: +82-43-271-0414

E-mail: dkpomo@chungbuk.ac.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

에 다른 과종에서의 적용이나 수확 전 수체의 생리적 변화에 대해서 조사할 필요가 있다. 특히 복숭아의 경우 수확 후 과실의 연화가 빨라 구조적으로 약화되기 쉽고, 내병성 및 저장력에 취약한 과종으로 알려져 있으나(Kim *et al.*, 2006) 칼슘제재를 이용한 연구가 상당히 미미한 실정이며, 칼슘 엽면살포에 의한 수체 생육에 관한 연구는 이루어져 있지 않고 있다.

따라서 본 연구는 복숭아 '대월' 품종을 공시하여 엽면살포 시 과피 및 과육의 구조적 강도 증가에 직·간접적으로 영향을 미치고(Brown, 1995; Son *et al.*, 2010), 잎의 생리적 활성을 증가시키는(Son and Lee, 2008) 수산화칼슘을 농도별로 엽면살포함으로써 수체 생육, 과실 품질 및 과실의 구조적 강도 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

수산화칼슘의 엽면살포 효과를 조사하기 위해 충북 청주시 소재 복숭아 재배농가의 5년생 '대월' 품종을 공시하여 수행되었다. 처리구 당 수세가 균일한 5주를 선정하고 적과 완료 후 5월 29일부터 7월 간격으로 총 5회에 걸쳐 1 L당 수산화칼슘 1, 2, 5, 10 g을 희석한 수용액을 1주당 4 L씩 교환하여 살포하였으며 대조구는 증류수를 1주당 4 L를 분무 처리하였다.

신초장은 세력과 생육정도가 비슷한 신초를 처리구 당 20 개씩 선정하여 수산화칼슘 1차 살포 이후부터 일주일 간격으로 성장량을 측정하였다. 엽색도는 수산화칼슘 최종살포 1주일 후(7월 10일)에 신초 기부로부터 5번째 잎 20매를 선정하여 엽색도 측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용해 측정하였다. 광합성 측정은 휴대용 광합성 측정기(LCpro⁺, ADC Bio Scientific LTD, Hoddesdon, Herts, UK)를 이용하였으며 측정 조건은 PPF(photosynthetic photon flux density)를 $0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ - $1200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위에서 LED광원을 순차적으로 높였으며, 측정블럭의 온도는 상온과 동일하게 설정하여 신초 기부로부터 5번째 잎을 선정하여 측정하였다.

각 처리구별 과실 특성을 조사하기 위해 만개 13주 후인 7월 21일에 채취하여 과중을 측정하였다. 처리구 당 20개의 과실을 선정하여 경도침($\text{Ø}5 \text{ mm}$)이 부착된 경도계(FHM-5, Fujihara, Japan)로 과실 적도면의 과피 및 과육의 경도를 측정하였고, 과실의 적도부에서 채취한 과육을 파쇄, 착즙한 후 굴절당도계(PR-101, Atago, Japan)를 이용해 당 함량을 측정하였다. 산도는 여과한 과즙 5 mL에 증류수 20 mL를 가한 후 0.1N NaOH로 적정하면서 변색점을 종말점으로 소요된 NaOH량을 malic acid량으로 환산하였다. 과실의 착색도는 과피에서 추출한 안토시아닌 함량을 530 nm의 UV/Visible Spectrophotometer(Ultraspac 4000, Pharmacia

Biotech, Sweden)를 이용해 측정하였다.

잎과 과실의 해부학적 관찰을 위해 수산화칼슘 최종살포 1주일 후에 채취한 신초의 기부로부터 5번째 잎을 채취하여 동일한 부위의 조직을 $5 \times 3 \text{ mm}$ 의 크기로 잘라 이용하였으며, 과실은 수확 후(7월 21일) 각 처리구별 적도부위의 조직을 $5 \times 3 \times 5 \text{ mm}$ 크기로 채취한 후 Son과 Lee(2008)의 방법에 따라 채취한 조직의 고정을 위해 2.5% glutaraldehyde (0.05M Phosphate buffer, pH6.8)와 1.6% paraformaldehyde를 혼합한 고정액에 48시간 고정시킨 후, 30, 50, 70, 90, 100%의 에탄올에 순차적으로 침지함으로써 조직을 탈수시켰다. 탈수된 조직의 내부에 Technoviz 7100(Harhaus Kluzer, Germany)을 침투시켜 embedding한 후 microtome (RM-2165, Leica, Nussloch, Germany)을 이용하여 $0.4 \mu\text{m}$ 의 두께로 절편을 만들어 슬라이드 글라스에 증착하였다. Toluidine-Blue O(TBO)용액으로 염색한 후 광학현미경(Nikon ECLIPSE 80i, Japan)으로 관찰하였으며, 캡처프로그램(NIS-Elements AR 2.30)을 이용해 잎의 두께와 책상조직의 두께, 표피층에서의 세포의 크기 및 세포벽 두께 등을 측정하였고, 과실에서는 표피와 하피의 세포벽 두께를 측정하였다(Son and Lee, 2008).

결과 및 고찰

수산화칼슘 농도별 엽면살포에 따른 복숭아 '대월' 품종의 신초장의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조구의 신초장은 조사기간 동안 일정하게 증가한 반면, 수산화칼슘 처리구에서는 초기에 완만한 성장량을 보이다가 엽면살포 4주 후부터 생장이 정지하였고, $2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 엽면살포구를 제외하고 수산화칼슘을 고농도로 처리할수록 신초 생장이 대체로 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 일부 과수 재배농가 및 채소 관련 연구에서 액상 수산화칼슘 등의 칼슘제재를 엽면살포하여 신초의 도장을 억제하고 수세를 안정시키고 있는데(Jeong *et al.*, 2006), 복숭아 '대월' 품종에서

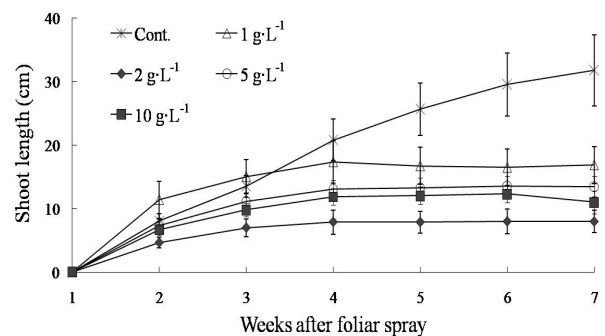


Fig. 1. Changes of shoot length according to different concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray in 'Daewol' peach. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

도 수산화칼슘의 엽면살포로 인해 신초 도장 효과가 있었다고 생각되었다.

수산화칼슘 최종살포 1주일 후인 7월 10일에 신초의 기부로부터 5번째 잎의 엽색도를 측정한 결과(Fig. 2), 대조구는 40.9 SCDSV로 처리구 중 가장 낮은 수치를 나타냈으며, 수산화칼슘 처리구간 유의성은 없었으나 대조구에 비해 엽색도가 전반적으로 높았다.

수산화칼슘의 엽면살포에 따른 엽육조직의 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 대조구의 엽두께는 $126.6 \mu\text{m}$ 로 낮은 수치를 보였으며, 수산화칼슘 처리구는 147.7, 154.8, 171.6, 187.1 μm 로 고농도로 처리할수록 잎이 두꺼웠다. 총 3층으로 이루어진 책상조직의 두께는 대조구가 $63.5 \mu\text{m}$ 로 가장 얇았고 수산화칼슘 처리구는 86.5, 87.5, 93.6, 107.4 μm 로 고농도의 칼슘을 처리할수록 두꺼운 것을 확인할 수 있었다. 이 같은 결과는 Fig. 3과 같이 대조구를 비롯한 저농도의 수산화칼슘 처리구에서 책상조직이 부분적으로 붕괴되었기 때문이라고 생각되었다. 엽령이 높아짐에 따라 지질이 분해되어 세포막이 붕괴되는 노화현상을 나타내는데(Cheour *et al.*, 1992; Fobel *et al.*, 1987), Ferguson(1984)은 칼슘 처리에 의해 흡수된 칼슘이 세포막의 인지질과 결합해 세포막이 보

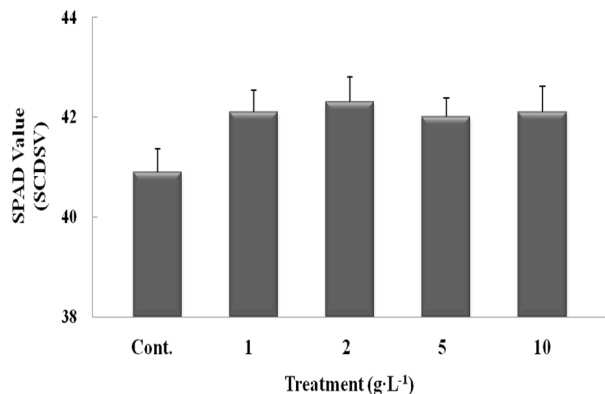


Fig. 2. Effect of different concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray on SPAD value in 'Daewol' peach after a week from the final foliar spray. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

호 및 보존되기 때문에 수산화칼슘 처리구의 책상조직이 건전하게 유지되었으며, 특히 세포 붕괴정도를 감안했을 때 고농도 처리구에서 잎의 노화가 뚜렷하게 억제되었음을 확인할 수 있었다.

수산화칼슘 최종살포 1주일 후에 잎의 광합성률을 측정한 결과(Fig. 4), 대조구와 $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 수산화칼슘 처리구에서는 낮은 광합성률을 보였으나, $2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상의 고농도로 처리할수록 광합성률이 현저히 증가하였다. 특히 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 다른 처리구에 비해 낮은 광도에서 광포화점에 도달하여 효율적인 광합성 양상을 나타냈다. 이 같은 결과는 수산화칼슘에 의해 잎의 노화 억제 및 엽록소 함량의 척도인 엽색도 증가 등 잎의 생리적 활성이 높았기 때문에(Jeong *et al.*, 2006; Poovaiah and Leopold, 1973) 광합성률이 증가되었다고 생각된다.

수산화칼슘의 농도별 엽면살포가 '대월' 복숭아의 과실 품질에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 과중은 대조구가 242.0 g 으로 가장 낮았으며 5, $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 279.3, 278.4 g 으로 처리구 중 가장 높은 수치를 보였다. 과실의 당도 역시 대조구에서 8.78 °Brix로 낮게 나타난 반면, 수산화칼슘 처리구에서는 9.17, 9.22, 9.71, 10.58 °Brix로 고농도로 처리할수록 증가하는 경향을 보였다. 이 같은 결과는 칼슘 엽면살포 시 엽록소 함량 및 광합성률 증가로 보다 많은 동화산물이 생성되었을 뿐 아니라(Jeong *et al.*, 2006), 상대적인 신초의 생장억제로 인해 과실의 sink 활성이 높아졌기 때문에 저장 양분이 과실로 집중되어 과중 및 당 함량이 증가하였다고 생각되었다. 처리구간 산도는 모든 처리구 간에 유의성이 인정되지 않았고, 안토시아닌 함량 역시 수산화칼슘 $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구를 제외하고는 유의성이 없었다.

처리구별 과피와 과육의 경도 및 표피, 하피조직의 세포벽 두께를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 과피 및 과육의 경도는 대조구에서 $2.38, 1.26 \text{ kg} \cdot \text{Ø}5 \text{ mm}^{-1}$ 로 수산화칼슘 처리구에 비해 낮은 수치를 보인 반면, 고농도로 처리할수록 증가하는 경향을 보였다. 이 같은 결과는 고농도의 칼슘제제의 엽면살포가 단감(Moon *et al.*, 2002a)과 배(Moon *et al.*, 2002b; Rosen and Kader, 1989), 사과(Conway and Sams, 1984; Park *et al.*, 2005; Poovaiah, 1986), 복숭아

Table 1. Characteristics of leaves affected by different concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray in 'Daewol' peach.

Ca(OH) ₂ Treatment (g·L ⁻¹)	Thickness of leaf (μm)	Thickness of palisade parenchyma (μm)			Thickness of spongy parenchyma (μm)
		1st	2nd	3rd	
Cont.	126.6±1.55 ^z	23.8±0.72	20.7±0.70	19.0±0.78	42.1±1.67
1	147.7±7.02	34.4±1.16	32.2±1.04	19.9±0.95	41.0±2.01
2	154.8±5.67	33.5±0.83	29.3±1.14	24.7±0.89	40.5±1.79
5	171.6±5.67	34.0±0.88	34.3±1.48	25.3±0.77	43.9±1.79
10	187.1±8.44	41.9±1.14	36.4±1.41	29.1±1.39	57.6±4.30

^z Means value ± S.E (n=30).

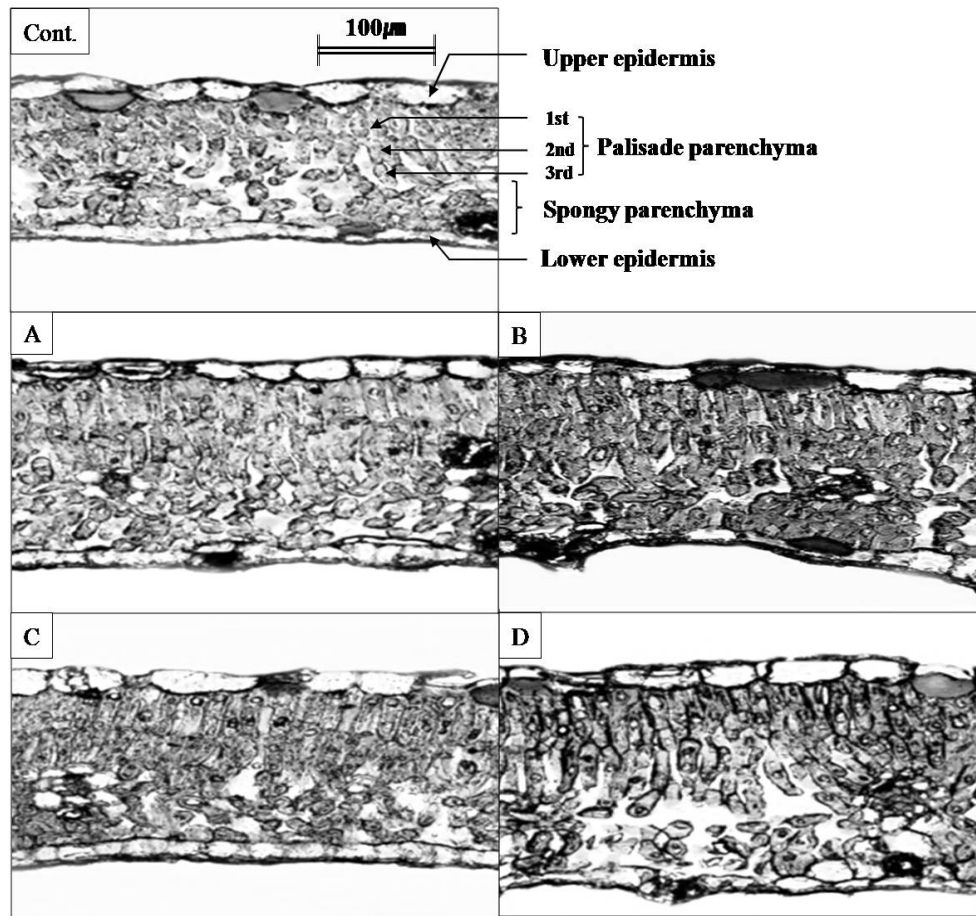


Fig. 3. Transverse section of leaves affected by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray in 'Daewol' peach at the harvest. Cont., water foliar spray; A, $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray; B, $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray; C, $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray; D, $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray.

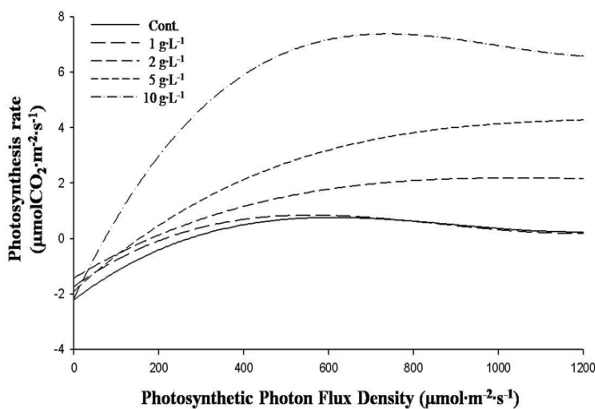


Fig. 4. Effect of different concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foliar spray on photosynthesis rate in 'Daewol' peach.

(Kim *et al.*, 2006)의 과실 경도 증가에 효과적이었다는 연구 결과와 일치하였다.

수확한 과실의 표피와 하피조직의 세포벽 두께를 측정된 결과(Fig. 5), 고농도의 수산화칼슘을 처리할수록 증가하였다.

이는 앞에서 언급한 경도의 변화와 동일한 경향을 보여 세포벽 두께와 경도가 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같이 과실의 세포벽이 두꺼운 이유는 수산화칼슘 엽면살포에 의해 과실 내로 흡수된 칼슘이 세포벽 중층의 펙틴과 교차결합하여 세포벽을 보다 두껍고 치밀하게 유지하였기 때문이라고 생각되었다(Moon *et al.*, 1999; Shiraiishi *et al.*, 1999).

복숭아 '대월' 품종에 대한 수산화칼슘 엽면살포는 신초의 도장을 효과적으로 억제시켰으며, 엽록소 함량의 적도인 엽색도와 엽육조직 등 잎의 생리적 활성을 증가시켜 과중 및 당 함량과 같은 과실 품질을 향상시켰다. 또한 고농도로 처리했을 때 과실의 표피 및 하피 세포의 세포벽의 두께가 증가하는 등 과실이 구조적으로 강화되었다. 따라서 복숭아 '대월' 품종의 과실 비대기 중 $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 수산화칼슘 엽면살포 시 과실의 발달뿐 아니라, 세포벽을 건전히 유지시켜 내병성 및 저장력 증대에도 효과적일 것이라 생각되었다. 다만 알카리성인 수산화칼슘 수용액을 다량 살포하였을 때 과원의 토양 pH를 높이기 때문에 재배 상 문제의 소지가 발생할 수

Table 2. Fruit quality as affected by different concentrations of Ca(OH)₂ foliar spray in 'Daewol' peach

Ca(OH) ₂ Treatment (g·L ⁻¹)	Fruit weight (g)	Soluble solids content (°Brix)	Acidity (%)	Anthocyanin (μm·cm ⁻²)
Cont.	242.0 b ^z	8.78 b	0.58 a	0.22 a
1	263.2 ab	9.17 b	0.56 a	0.18 b
2	263.8 ab	9.22 b	0.44 a	0.25 a
5	279.3 a	9.71 ab	0.45 a	0.23 a
10	278.4 a	10.58 a	0.46 a	0.25 a

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 3. Fruit firmness and characteristics of fruit cell wall as affected by Ca(OH)₂ foliar sprays in 'Daewol' peach

Ca(OH) ₂ Treatment (g·L ⁻¹)	Firmness (kg·Ø5 mm ⁻¹)		Thickness of cell wall (μm)	
	Pericarp	Flesh	Epidermis	Hypodermis
Cont.	2.38 d ^z	1.26 b	1.8±0.14 ^y	2.3±0.11
1	2.94 c	1.36 ab	2.7±0.24	3.4±0.32
2	3.12 bc	1.35 ab	3.1±0.19	3.6±0.21
5	3.22 ab	1.40 ab	3.4±0.33	4.4±0.34
10	3.47 a	1.45 a	4.0±0.20	4.7±0.23

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^y Means value ± S.E (n= 20).

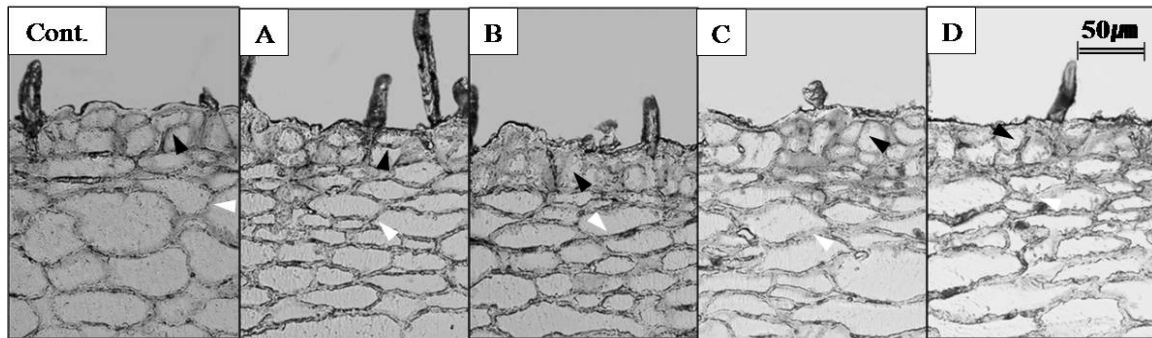


Fig. 5. Transverse section of fruit cell wall affected by Ca(OH)₂ foliar spray in 'Daewol' peach at the harvest. Cont., water foliar spray; A, 1 g·L⁻¹ Ca(OH)₂ foliar spray; B, 2 g·L⁻¹ Ca(OH)₂ foliar spray; C, 5 g·L⁻¹ Ca(OH)₂ foliar spray; D, 10 g·L⁻¹ Ca(OH)₂ foliar spray. Black arrow: epidermal cell wall. White arrow: hypodermal cell wall.

있으므로 토양 산도변화를 감안한 적정 살포량 모색이 필요할 것이다.

요 약

과실비대기 중에 수산화칼슘의 엽면살포가 '대월' 복숭아의 수체생육 및 과실품질에 미치는 영향을 구명하고자 실험을 수행하였다. 적과 후 수산화칼슘 1, 2, 5, 10 g·L⁻¹을 일주일 간격으로 엽면살포한 결과, 신초생장은 대조구에 비해 현저히 억제되었다. 신초 기부로부터 5번째 잎의 엽색도를 측정된 결과, 수산화칼슘 엽면살포구에서 평균 42.1 SCDSV

로 대조구의 40.9 SCDSV보다 높게 나타났으며, 광합성률은 수산화칼슘을 고농도로 처리할수록 크게 증가하였다. 과실 품질을 조사한 결과, 과중은 고농도의 수산화칼슘을 처리할수록 유의하게 증가하였다. 당 함량은 대조구가 8.78 °Brix로 가장 낮았던 반면, 수산화칼슘 처리구에서 9.17, 9.22, 9.71, 10.58 °Brix로 고농도로 처리할수록 증가하였다. 산도와 안토시아닌 함량은 모든 처리구에서 유의성이 인정되지 않았으며 과피와 과육의 경도는 고농도의 수산화칼슘 처리에 의해 유의하게 증가하였다. 잎의 형태적 관찰 결과, 대조구의 책상조직(63.5 μm)에 비하여, 수산화칼슘 처리구는 86.5, 87.5, 93.6, 107.4 μm로 처리농도가 높을수록 조직이 건전하

게 유지되고 잎의 두께 또한 증가하였다. 과실의 표피와 하피의 세포벽을 관찰한 결과, 수산화칼슘 엽면살포에 의해 세포벽의 두께가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- Adams, P., Ho, L.C., 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot, *Plant and Soil*. 154, 127-132.
- Brown, G.S., 1995. Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*), *HortScience* 62, 75-80.
- Bukovac, M.J., Wittwer, S.H., 1957 Absorption and mobility of foliar applied nutrients, *Plant Physiol.* 32(5), 428-435.
- Cheour, F., Arul, J., Makhlof, J., Willemot, C., 1992. Delay of membrane lipid degradation by calcium treatment during cabbage leaf senescence, *Plant Physiol.* 100, 1656-1660.
- Cho, H.J., Jin, S.J., Chung, J.B., 2003. Effect of calcium foliar application on yield and quality of red pepper and tomato, *Life Sci. Res.* 2(1), 67-75.
- Conway, W.S., Sams, C.E., 1984. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples, *Phytopathology* 74(2), 208-210.
- Drake, M., Bramlage, W.J., Baker, J.H., 1979. Effects of foliar calcium on McIntosh apple storage disorders, *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10, 303-309.
- Elad, Y., Kirshner, B., 1992. Calcium reduces *Botrytis cinerea* damage to plants of *Ruscus hypoglossum*, *Phytoparasitica* 20, 285-291.
- Elmer, P.A.G., Spiers, T.M., Wood, P.N., 2007. Effects of pre-harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and grown rot of peaches, *Crop Prot.* 26, 11-18.
- Ferguson, I.B., 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening, *Plant, Cell and Environ.* 7, 477-489.
- Fobel, M., Lynch, D.V., Thompson, J.E., 1987. Membrane deterioration in senescing carnation flowers, *Plant Physiol.* 85, 204-211.
- Jeong, C.S., Park, J.N., Kyoung, J.H., Kang, J.P., Kwak, K.W., 2006. Effects of foliar application of liquid hydration calcium in chinese cabbage during cultivated, *J. Agr. Sci.* 17, 175-182.
- Kim, I.Y., Kim, M.Y., Ru, J.H., Kim, M., Lee, Y.S., Chang, T.H., 2006. Effect of foliar sprays of CaCl₂ for improving fruit quality of 'Baekdo' peach fruit, *Kor. J. Environ. Agric.* 25(3), 276-283.
- Kim, S.H., Koh, J.S., Kim, B.C., Yang, Y.T., 2001. Effect of chitosan and calcium treatments on the quality of satsuma mandarin during storage, *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.* 8(3), 279-285.
- Kwak, K.W., Park, S.M., Park, J.N., Jeong, C.S., 2004. Effect of CaCl₂ foliar application on the storability of muskmelon cultured in NaCl-enforced hydroponic, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22(2), 156-161.
- Metha, K., Jindal, K.K., 1986. Effect of some nutrient sprays on fruit maturity and quality of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cv. Santa Rosa. In : Advances in Research on Temperate Fruits. Proc. of the Natl. Symp. on Temperate Fruits, 15-18 March 1984, Hamachal Pradesh Agricultural University, Solan, India.
- Moon, B.W., Choi, J.S., Kim, K.H., 1999. Effects of pre- or post-harvest application of calcium compound extracted from oyster shell on the changes in cell wall calcium content, enzyme activity, and cell structure during storage of apple fruits, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(3), 345-348.
- Moon, B.W., Kang, I.K., Lee, Y.C., Choi, J.S., 2002a. Effects of tree-sprays of liquid calcium compounds on the mineral nutrients, blossom-end browning and quality of non-astringent persimmon fruit, *J. Kor. Soc. Hort.* 43(1), 54-57.
- Moon, B.W., Lu, W.L., Zheng, H.L., Choi, J.S., 2002b. Effects of tree-spray of liquid calcium compounds on the calcium contents, quality, and cell wall structure change of 'Jingfen' pear fruits, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43(1), 51-53.
- Park, S.M., Heo, J.Y., Yun, S.J., Park, D.G., Park, Y.S., 2005. Effects of foliar application with micronutrients fertilizer containing Ca, Cu, B₂O₃ and Mo on the quality of 'Fuji' apple, *J. Agr. Sci.* 16, 97-104.
- Park, S.W., 1999. Effects of calcium on cell wall metabolism and ripening of horticultural products, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17(3), 377-380.
- Pooaiah, B.W., 1986. Role of calcium in prolonging

- storage life of fruits and vegetables, *Food Technology*. 40, 86-89.
- Poovaiah, B.W., Leopold, A.C., 1973. Deferral of leaf senescence with calcium, *Plant Physiol.* 52, 236-239.
- Rosen, J.C., Kader, A.A., 1989. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits, *J. Food Sci.* 54, 656-659.
- Shiraishi, M., Mohammad, P., Makita, Y., Fujibuchi, M., Manabe, T., 1999. Effects of calcium compounds on fruit puffing and the ultrastructural characteristics of the subepidermal cell walls of puffy and calcium-induced non-puffy satsuma mandarin fruits, *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 68(5), 919-926.
- Son, I.C., Lee, C.H., 2008. The effects of bags with different light transmittance on the berry cracking of grape 'Kyoho', *Hort. Environ. Biotechnol.* 49(2), 98-103.
- Son, I.C., Shin, H.S., Oh, S.I., Park, S.J., Park, K.S., Kim, D., 2010. Effect of foliar spray of calcium hydroxide on the structural characteristics of pericarp and berry cracking in 'Kyoho' grapes (*Vitis* Sp.), *Kor. J. Intl. Agri.* 22(1), 45-49.
- Song, S.J., Kim, Y.R., Han, S.G., Kang, Y.G., 2006. Foliar absorption rates of ⁴⁵Ca-labeled calcium compounds applied on tomato and citrus leaves, *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 39(2), 80-85.
- Volpin, H., Elad, Y., 1991. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to Botrytis blight, *Phytopathology* 81, 1390-1394.