한국환경농학회지 제25권 제3호 (2006)
Korean Journal of Environmental Agriculture Vol. 25, No. 3, pp. 276-283

연구보문

복숭아 "백도" 품질 증진을 위한 염화칼슘의 엽면살포 효과

김익열 · 김미영 · 류종호 · 김 민[1] · 이용세[1] · 장태현[2]*

(주)대유 식물영양연구소, [1]대구대학교 생명환경대학 응용생명산업학부, [2]상주대학교 생명자원과학대학 식물자원학과

(2006년 3월 20일 접수, 2006년 7월 1일 수리)

Effect of Foliar Sprays of $CaCl_2$ for Improving Fruit Quality of "Baekdo" Peach Fruit

Ik Youl Kim, Mi Young Kim, Jong Ho Ru, Min Kim[1], Yong Se Lee[1], and Taehyun Chang[2]* (Research Institute of Plant Nutrient, Dau Yu Co., Inc., Gyungsan 712-820, Korea, [1]Department of Bioindustry, College of Life and Environmental, Daegu University, Gyungsan 712-714, Korea, [2]Department of Plant Resources, College of Life Science and Natural Resources, Sangju National University, Sangju, Korea)

ABSTRACT: To evaluate the effectiveness of the foliar spray of calcium on "Baekdo" peach fruit, we carried out experiments in the orchards. The sprays were applied with $CaCl_2$ (Ca: 400 mg. kg^{-1}) and $CaCl_2$ with adjuvants (amino acid, 2 g. kg^{-1}; phytic acid, 2 ml. kg^{-1} and wood vinegar, 2 ml. kg^{-1}) for four times from June 12 through July 4 at weekly intervals. The fruits and leaves were evaluated for Ca content, firmness and incidence of Brown rot caused by *Monilinia fructicola* at harvest. To evaluate fruit quality included Ca content, firmness natural decay during the storage, the fruits were stored at room temperature for 14 days. The Ca content in leaf and fruit flesh at harvest was significantly increased (P=0.05) in $CaCl_2$ + amino acid treatment among $CaCl_2$ treatments. However, there was not significant Ca content in fruit peel. The firmness of flesh increased significantly (P=0.05) in $CaCl_2$ + amino acid treatment. The natural decay (*Rhizopus stolonifers*) during storage at the room temperature for 14 days, the fruit treated with $CaCl_2$ + wood vinegar exhibited lowest (P=0.05) incidence. Also, the firmness of the fruit during storage was firmer with treated $CaCl_2$ than untreated fruit. In the treatments of $CaCl_2$ + phytic acid and $CaCl_2$ + amino acid, it was possible to reduce incidence of Brown rot caused by *M. fructicola* most effectively in the field. In addition, inoculation with *M. fructicola* in fruits was also the most effective treatment for inhibiting disease development in vitro. These results suggested that the foliar spray of $CaCl_2$ with adjuvants increased the content of Ca and firmness of the fruits positively. It also inhibited the natural decay and the Brown rot effectively.

Key Words: adjuvants, amino acid, Baekdo, calcium, Brown rot, firmness, foliar spray, *Monilinia fructicola*, phytic acid, wood vinegar

서 론

복숭아 백도 품종은 수확 후 조직의 연화가 빨라 유통 기간 중 품질이 크게 저하 된다. Ca은 과실의 경도 증가, 저장수명을 연장, 내부과피 억제 및 호흡을 줄이는 등 저장 중 발생하는 생리장해에 직 간접적으로 영향을 주며[3-5], 저장기간 동안 과실의 부패 발생을 줄이는데도 중요한 역할을 한다[7-9].

Ca 공급은 과실이 발달 하는 동안 엽면 살포에 의한 Ca를 공급하는 것이 안전한 방법으로[14,20], 과실의 생리적 장해 발생을 줄이고, 과실 경도를 유지하고, 과실의 노화를 줄인다. 그러나 과실에 살포한 Ca 이온의 흡수를 제한하는 주요 장벽인 큐티클이 존재함으로, 충분한 양의 Ca가 과실에 흡수되기 위해서는 여러 번 엽면 살포를 해야 한다는 점이 수확한 과실에 Ca을 처리하는 방법에 비해 불리한 점이다. 흡수된 Ca 이온은 잎에서 과실로 거의 이동이 이루어지지 않으므로, 과실 표면에 직접 살포하는 것이 효과적이다[14]. 골덴델리셔스 사과의 수확 전후의 $CaCl_2$ 처리는 과실에 칼슘함량이 증가되어 과실의 품질과 저장기간이 연장되고, 부패 율을 크게 줄였으며[7-9], 복숭아 수확 전 $Ca(NO_3)_2$의 살포도 과실에 칼슘함량이 증가 되어 저장력이 증진되고, 생리적인 무게 손실과 부패가 줄었고, 경도유지와 호흡을 지연시켰다고 하였다[5,6].

과실에 칼슘을 증진 시키는 방법은 Ca 화합물을 엽면 살

*연락저자:
Tel: +82-54-530-5204 Fax: +82-54-540-5153
E-mail: thchang@sangju.ac.kr

포를 하는 방법 외에도 수확 후 과실을 $CaCl_2$ 용액에 침지액에서 감압 처리하는 방법들이 연구되어 왔다[3-5,15]. 골덴델리셔스 사과는 수확 후 $CaCl_2$ 용액에 침지하여 감압 처리하니 과실에 Ca 함량이 크게 증가되었을 뿐만 아니라, 저장 수명도 증가되었다[7]. 저장기간 중 Ca를 처리한 골덴델리셔스 사과는 경도 유지와 세포벽의 붕괴가 억제되고, 저장수명연장과 유통기간 중 과실부패와 과피흑변 등 과실의 품질에도 영향을 미친다고 보고하였다[13]. 과실에 Ca함량을 증가시키는 방법으로 $CaCl_2$ 용액에 전착제를 첨가하여 '골덴델리셔스' 사과를 감압 처리하였더니 과육에 Ca 함량이 크게 증가 하여 저장기간중 과실의 내부조직 파괴와 연화가 억제되었다고 하였다[3,4,15]. 또한 4개월 저장 후 penicillium 병원균을 인공접종하여 이 병원균에 의한 부패 병의 심각성을 관찰한 결과 병 발달이 지연되었다고 하였다[9].

엽면시비에 의한 칼슘의 흡수를 증진시키는 물질로는 아미노산과 인산이 흡수된 후 식물체에서 바뀌는 phytic acid가 있다. 아미노산은 수용액 상태에서 양이온과 쉽게 킬레이트를 형성하며, 엽면시비는 잎을 통한 양이온의 흡수를 증대시킨다고 하였으며[2], 목초액은 칼슘과 혼용할 경우 전착효과와 페놀화합물과의 킬레이트 결합에 의해 효과가 증가되며[12], phytic acid는 Ca와 킬레이트를 형성하나 결합력이 약해 엽면시비의 효과가 우수하다고 한다[2]. Kim[12,13] 등은 "후지" 사과와 "신고" 배의 잎과 과실에 Ca 증진 효과를 구명하기 위하여 농가에서 보편적으로 사용하고 있는 목초액을 비롯하여, 아미노산 및 phytic acid 각각 $CaCl_2$와 혼용 살포와 $CaCl_2$ 단용 살포하여 비교 조사한 결과, 이들 보조제를 혼용살포한 구에서 Ca 함량이 크게 증가되었고, 과실의 경도가 높아 저장 중 품질이 저하되는 것을 막을 수 있다고 하였다.

본 시험의 목적은 유통기간이 짧은 복숭아의 유통 기간 내의 과실의 품질을 저하를 방지를 위한 방법으로 $CaCl_2$의 엽면시비가 복숭아 과실의 Ca 함량 증가, 저장 기간 중 품질 저하 및 잿빛무늬병의 발생에 미치는 효과 조사하는데 있다.

재료 및 방법

공시포장 및 토양 이화학성 조사

본 시험은 경북 경산시 인근에 소재한 과수원에서 약 10년생의 백도 품종을 선정하여 1주를 1반복으로, 난괴법 5반복으로 시험하였다. 포장의 토양 이화학성은 Table 1과 같으며, 7월 중순경 표토를 제거하고 지표로부터 40 cm까지의 토양을 대각선 방향으로 5곳을 채취하여 분석하였으며, 농촌진흥청 토양 화학 분석법(RDA, 1988)에 준하여 분석하였다. 토양 pH는 토양과 물을 1:5로 하여 측정하였고, 유기물은 회화법으로 분석하였다. 유효태 인산은 Lancaster법으로, 양이온은 1N-ammonium acetate로 침출하였고, Fe, Mn, Cu 및 Zn의 미량 원소는 diethylene triamine penta acetic acid(DTPA)에 의한 종합 침출액 법으로 추출하였고, 침출액을 희석하여 유도 결합 프라즈마 발광광도기(Optima3000 SC, Perkin Elmer)로 분석하였다.

$CaCl_2$ 엽면 살포 방법

엽면 살포 용 $CaCl_2.7H_2O$(순도79%)를 사용하였으며, $CaCl_2$와 혼용살포한 보조제는 Table 2와 같다. 처리 내용은 $CaCl_2.7H_2O$ 단용 살포구(Ca: 400 mg. L^{-1}), $CaCl_2.7H_2O$+아미노산(2 g. L^{-1}) 살포구, $CaCl_2.7H_2O$+phytic acid(2 ml. L^{-1}) 살포구, $CaCl_2.7H_2O$+목초액(2 ml. L^{-1}) 살포구 및 무처리구(물살포) 구별하였다. $CaCl_2$ 살포는 6월 12일 1차 살포 후 7일 간격으로 4회 연속살포 하였다.

잎과 과실의 무기성분 분석

$CaCl_2$ 살포 후 잎과 과실에 Ca 함량을 조사하기 위하여, 수확시기에 지상 부에서 1-2 m 범위의 나무 가지로부터 잎

Table 1. Characteristics of soil used in the experiment

pH (1:5)	OM (g kg^{-1})	Av. P_2O_5 (mg kg^{-1})	Exch. cation (cmol kg^{-1})			Heavy metal (mg kg^{-1})			
			K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu
5.8±0.31[z]	46.7±8.32	737±132.5	0.76±0.21	2.50±0.45	0.79±0.14	14.7±1.52	96.5±5.71	1.4±0.27	12.3±0.42

[z]Means standard errors for 5 replications in orchard.

Table 2. Chemical properties of adjuvant used in the experiment

Amino acid	Phytic acid ($C_6H_{18}O_{24}P_6$)	Wood vinegar
pH : 5	pH : 2	pH : 3.1
Total amino acid: 17	M.W: 660.08	Total acid: 6.5%
T-N: 7.22%	Organic phosphate: 14.51%	
Amino acid-N:4.99%	As: 3 ppm 이하	
NH_4Cl: 8.52%	Heavy metal: 20 ppm 이하	
Fe: 0.04%	Inorganic phosphate: 0.7%	
	Sulphate : 0.07%	

은 주당 약 20-30매, 과실은 20-25개 정도 채취하였다. 채취한 잎과 과실은 흐르는 물로 세척하여 과실은 과육과 과피로 분리하여 송풍식 건조기 60-70℃에서 14일간 건조하였다. 건조한 잎과 과실은 40 mesh로 분쇄하여 보관하였다. 잎과 과실의 무기물 분석은 습식분해 법을 사용하였으며, 건조 시료 1 g을 500 mL 분해용 플라스크에 넣고 분해 액(H_2O_2 250 mL+H_2SO_4 100 mL+$HClO_4$ 450 mL)을 20 mL씩 첨가하여 서서히 가열 하다가 차츰 온도를 올려 180~200℃에서 가열 분해 시켜 얻은 액을 식힌 후 Whatman 여과지(No. 6)로 여과하여 100 mL 메스플라스크에서 증류수로 정량 하였다. Ca, K, Mg 와 미량요소인 금속이온들은 유도 결합 프라즈마(Inductively coupled plasma: Optima3000 SC, Perkin Elmer) 분광 분석기로 분석하였다.

수확한 과실의 품질 조사

수확한 과실의 경도는 과실의 적도 면을 중심으로 대각선으로 4곳의 과피를 벗긴 다음 지름 5 mm plunger가 부착된 Effegi(ModelCF-372, Italy) 경도계로 측정하였고, 가용성 고형물은 적도 면을 중심으로 대각선으로 4조각을 취하여 착즙한 후 굴절 당도계로 조사하였다. 산 함량은 과즙 20 mL에 증류수 80 mL를 가하고 0.1 N NaOH를 적정하면서 pH 8.1이 되는 시점의 NaOH 량을 유기산으로 환산하여 조사하였다.

잿빛무늬병 발생 조사

과실에 발생된 잿빛 무늬병의 발병 정도를 조사하기 위하여, 각 처리구별 이병 과실을 나무 당 1반복으로 5나무를 조사하였으며, 각 나무에 발생된 이병 과실을 전체 과실 개수의 비율로 표시하였다. 칼슘에 대한 잿빛 무늬병에 대한 반응을 조사하기 하기 위하여 칼슘을 처리하여 수확한 과실을 대상으로 실내에서 잿빛 무늬병원균을 인공 접종한 후 발병 정도를 조사하였다. 처리방법은 각 반복당 3개씩, 처리당 15개과실의 표면을 차아염소산나트륨(NaOCl)과 70% 에틸알코올에 침지하여 표면 소독 음건 후 직경 5 mm 상처를 유발시킨 후 병원균을 상처 부위에 치상하였다. 시험에 사용한 병원균은 26℃의 PDA배지에서 1주일 배양한 것을 접종 원으로 사용하였다. 접종원은 균사선단에서 직경 5 mm의 절편을 과실의 상처부위에 치상하였다. 발병은 항온 항습실(26℃±1℃, RH>90%)에서 7일간 유도하였고, 형성된 병반의 직경을 측정하여 아래 식으로 방제가를 구하였다.

$$\text{발병억제율}(\%) = \frac{\text{무처리구의 병반 직경 - 처리구의 병반 직경}}{\text{무처리구의 병반 직경}} \times 100$$

저장 중 경시적인 부패 율 조사

각 처리구별로 100개(반복당 20개) 과실을 수확한 후 상온 저장 중에 발생된 과실 부패 정도를 2일 간격으로 육안검사와 관능 검사법으로 조사하였다. 부패 율은 발생된 이병 과실을 전체 과실 개수의 비율로 표시하였으며, 상온 저장 14일 후 저장 과실의 품질을 이전과 동일한 방법으로 조사하였다.

저장 후 과실의 품질 조사

상온 저장 후 과실의 품질을 조사하기 위하여 저장 전과 동일한 방법으로 각 반복당 5개씩, 처리구별 25개 과실의 경도, 당도, 및 산 함량을 조사하였다. 과실의 저장 후 세포벽의 견고성과 저장력을 조사하기 위하여 과육의 세포벽 성분의 함량을 조사하였다. 세포벽 추출은 Yamaki 등[26]이 행한 방법에 준하였다. 상온에서 10일 저장한 과실의 세포벽 추출은 과피를 제거한 과육 200 g에 80% 에탄올 200 mL를 가하여 균질화 한 후 80℃에서 10분간 가열처리 하여 효소를 불활성화 시킨 다음, 80% 에탄올을 3회 여과 세척하여 건조하였다. 조제한 알코올 불용성 물질(Alcohol insoluble substance: AIS)을 세포벽 성분으로 간주하고 각 처리구별 함량을 조사하였다.

결 과

잎과 과실에 Ca 함량 및 과실 품질

생육기에 복숭아 나무 전체에 살포한 $CaCl_2$은 수확기에 잎, 과육 및 과피에 흡수된 Ca 함량이 통계적으로 유의성을 보였다(Table 3). 복숭아나무 잎에 흡수된 Ca 함량은 과실과육에 Ca 함량보다 10배 이상 많았으며, 처리구간에 차이를 보였다. 잎의 Ca 함량은 $CaCl_2$+amino acid 처리구에서 가장

Table 3. Effect of foliar spray of $CaCl_2$ on Ca content in peach leaves and fruits at harvest

Treatments	Ca content		
	Leaf (%)	Fruit flesh (mg kg^{-1})	Fruit peel (mg kg^{-1})
Control	1.42 b[z]	283 b	826 b
$CaCl_2$	1.49 ab	332 ab	1116 a
$CaCl_2$+amino acid	1.59 a	391 a	1247 a
$CaCl_2$+phytic acid	1.45 ab	338 ab	958 a
$CaCl_2$+wood vinegar	1.49 ab	357 ab	1239 a

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

많이 흡수되었으며, 무처리구 대비 통계적인 유의성을 보였다(P=0.05). 과실에서는 과육과 과피에 Ca 함량도 차이를 보였는데, 과피에 Ca 함량은 과육에 비해 약 4배 이상 많았으며 처리구간에도 통계적으로 유의성의 차이를 보였다(P=0.05). 과육에 Ca 함량도 $CaCl_2$+amino acid 처리구에서 역시 가장 많았으나, 과피에 Ca 함량은 모든 처리구가 무처리 대비 현저한 유의성을 보였으나, Ca 처리구간에 유의성은 없었다.

수확한 과실의 품질을 평가하는 과실 경도와 산도에서는 통계적인 유의 차이를 보였으나(P=0.05), 당도에서는 유의 차이가 없었다(Table 4). 과실경도는 $CaCl_2$+amino acid 처리구에서 가장 높았으며, 산도는 $CaCl_2$+phytic acid 처리 구와 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에서 가장 낮았다. 과실경도와 과육의 Ca 함량과의 상관관계를 보면(Fig. 2), 과육에 Ca 함량이 높을수록 과실 경도가 높다는 것을 볼 수 있다.

저장 과실의 품질

실온에 14일 저장 후 과실의 품질을 조사한 결과를 보면 (Table 5), 과실경도에서 통계적인 유의 차이를 보였다. $CaCl_2$과 보조제를 혼용 처리한 구에서 과실의 경도는 수확직후에 경도보다는 수치적으로 많이 낮아졌지만 무처리 구에 비해 안정적으로 경도가 유지된 것으로 조사되었다. 반면 산도는 수확직후 조사와 차이를 보였고 유의 차이도 없었다.

복숭아 유통기간 중에 발생하는 과실 부패 병에 미치는 Ca 효과를 조사하기 위한 방법으로 수확한 과실을 상온에서 14일간 경시적인 부패 율을 조사한 결과(Fig. 1), 처리구 간에 통계적인 유의 차이를 보였다(P=0.05). 자연 부패병(*Rhizopus stolonifers*)은 처리구간에도 유의 차이를 보였으며, $CaCl_2$ 단용구 보다 보조제와 혼용한 처리구에서 발병지연 효과가 우수하였다. 특히 혼용 처리 구 중 $CaCl_2$+wood vinegar 처리

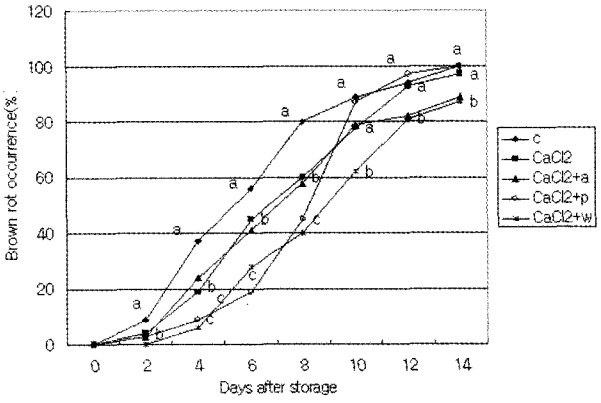

Fig. 1. Effect of $CaCl_2$ treatment on natural decay caused by *Monilinia fructicola* in peach fruits at room temperature for 14 days. Brown rot occurrence (%): number of fruit / total number of fruit × 100. C, untreated; $CaCl_2$+a, $CaCl_2$+amino acid; $CaCl_2$+p, $CaCl_2$+phytic acid; $CaCl_2$+w, $CaCl_2$+wood vinegar. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test. Points marked by the same letter are not significantly different at P=0.05.

Table 4. Effect of foliar sprays of $CaCl_2$ on fruit quality at harvest

Treatments[y]	Firmness (kg/Ø5 mm)	Brix (%)	Acidity (%)
Control	0.69 b[z]	10.8 a	0.39 a
$CaCl_2$	0.70 ab	11.0 a	0.36 ab
$CaCl_2$+amino acid	0.80 a	11.6 a	0.38 a
$CaCl_2$+phytic acid	0.76 ab	11.6 a	0.32 b
$CaCl_2$+wood vinegar	0.73 ab	12.5 a	0.34 b

[y]The application of $CaCl_2$ (Ca: 400 mg. kg^{-1}) and $CaCl_2$ with adjuvants (amino acid, 2 g. kg^{-1}; phytic acid, 2 ml. kg^{-1} and wood vinegar, 2 ml. kg^{-1}) were sprayed four times weekly starting from Jun. 12.
[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 5. Effect of fruit qualities after stored at room temperature for 14 days

Treatments[y]	Firmness (kg/Ø5 mm)	Brix (%)	Acidity (%)	AIS (mg·g^{-1} FW)
Control	0.38 b[z]	9.8 a	0.31 a	19.0 a
$CaCl_2$	0.48 ab	10.1 a	0.29 a	20.8 a
$CaCl_2$+amino acid	0.56 a	10.4 a	0.30 a	21.4 a
$CaCl_2$+phytic acid	0.57 a	10.6 a	0.29 a	21.2 a
$CaCl_2$+wood vinegar	0.59 a	10.7 a	0.28 a	21.3 a

[y]The application of $CaCl_2$ (Ca: 400 mg. kg^{-1}) and $CaCl_2$ with adjuvants (amino acid, 2 g. kg^{-1}; phytic acid, 2 ml. kg^{-1} and wood vinegar, 2 ml. kg^{-1}) were sprayed four times weekly starting from Jun. 12.
[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

구에서 가장 효과적으로 발병 진전을 억제하였다. 부패 병의 발병은 저장 2일부터 나타나기 시작하였으며, 저장 8일 까지는 $CaCl_2$+wood vinegar 처리 구와 $CaCl_2$+phytic acid 처리 구에서 발병진전을 가장 효과적으로 억제하였으나, 발병 10일부터 $CaCl_2$+phytic acid 처리구에 발병이 극심한 것으로 조사되었다.

잿빛무늬병의 대한 효과

$CaCl_2$을 살포한 포장에서 수확한 과실에 대한 자연 발생한 잿빛무늬병의 발병 율과 실내 인공 접종한 발병률을 조사한 결과 처리구간에 통계적인 유의 차이를 보였다(Table 6). 처리구중 $CaCl_2$+phytic acid 처리구에 8.0%와 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에 9.5%의 발병 하였다. 수확기 과실의 경도와 감염된 잿빛무늬병과의 상관 관계를 보면(Fig. 2), 과육에 Ca 함량이 높은 처리구에서 병 발생이 적었으며 상관계수는 r^2=0.85로 높은 상관관계를 보였다.

잿빛무늬병에 대한 Ca 효과를 실내에서 검증하기 위해 수확한 과실에 잿빛무늬 병원균을 상처 접종하여 병을 유발시킨 뒤(Fig. 2), 발병 5일째 과실에 확대된 병반의 크기를 조사하여 발병 억제 율로 환산한 결과, 포장에서 자연 발생한 발병 율과 유사한 결과를 얻었으며, $CaCl_2$+phytic acid 처리 구와 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에 가장 효과적으로 병의 진전을 억제하는 것으로 조사되었다.

고 찰

엽면 살포한 무기이온은 큐티클과 기공을 통하여 흡수가 된다[2]. $CaCl_2$의 엽면 살포는 사과 과실에 Ca 함량을 증가시키고 과실의 질에 크게 영향을 주며, 수확 후에 발달하는 생리장해인 bitter pit, 과실연화 와도 높은 관련이 있다[16]. 특히 수확 4-6주 전에 0.5% $CaCl_2$을 6-7번 살포가 꽃이 진 후 살포하는 것보다 과실에 Ca 농도가 크게 증가하였으며 biter pit 발생도 줄였다고 하였다. 본시험에서도 복숭아 백도 품종에 $CaCl_2$을 엽면 살포한 나무에서 수확한 잎, 과육 및 과피에 Ca 함량이 통계적으로 크게 증가 되고 과실 경도가 높아진다는 것을 확인 할 수 있었다. $CaCl_2$은 단용 살포 보다는 보조제인 amino acid, phytic acid 및 wood vinegar과 같이 혼용 살포할 경우 Ca 함량을 증진시키는데 더욱 더 효과적이었다는 것을 알 수 있었다. 이들 보조제들은 금속 이온인 Ca와 킬레이트 결합을 하며 그 결합력은 약하다[2]. 이렇게 킬레이트 결합을 할 수 있는 성질을 가진 물질과 Ca가 킬레이트 결합을 하게 되면 EDTA와 같이 인공적으로 킬레이트화

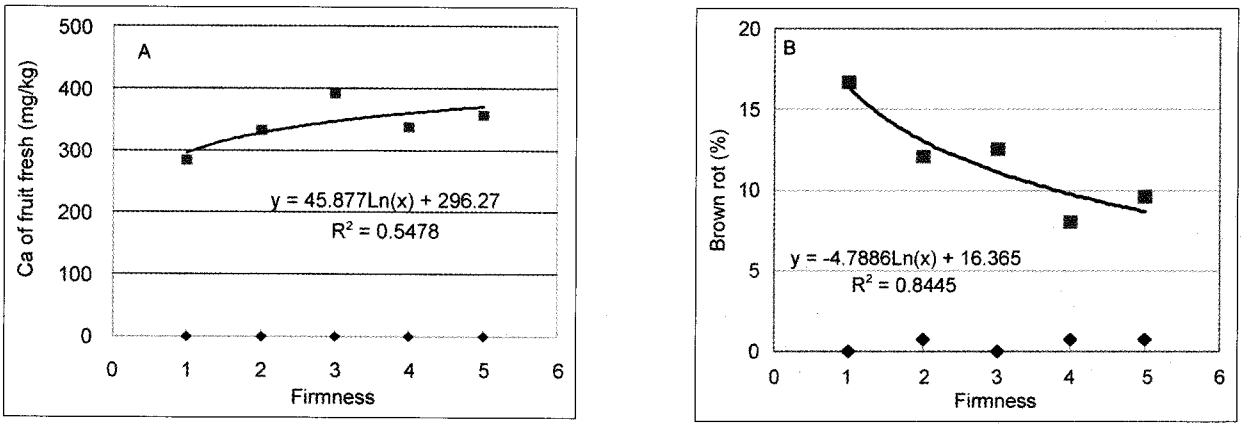

Fig. 2. Relationship between Ca concentration in the fruit fresh and firmness (A), and disease incidence (B) in cultivar Beakdo after foliar spray of $CaCl_2$ with adjuvants. Date points indicate the mean fruit firmness and across control, $CaCl_2$, $CaCl_2$+amino acid (2 g. kg^{-1}), $CaCl_2$+phytic acid (2 ml. kg^{-1}) and $CaCl_2$+wood vinegar (2 ml. kg^{-1}).

Table 6. Effect of foliar sprays of $CaCl_2$ on the occurrence of Brown rot in peach fruits caused by *M. fructicola* in field and inhibition of disease development of Brown rot in peach fruits by inoculation with *M. fructicola* in vitro

Treatments	Occurrence of Brown rot (%)	Inhibition value (%)[x] of disease development
Control	16.7 a[z]	0.0 c
$CaCl_2$	12.1 b	10.9 b
$CaCl_2$+amino acid	12.5 b	12.9 b
$CaCl_2$+phytic acid	8.0 c	36.7 a
$CaCl_2$+wood vinegar	9.6 c	37.8 a

[x]The application of $CaCl_2$ (Ca: 400 mg. kg^{-1}) and $CaCl_2$ with adjuvants (amino acid, 2 g. kg^{-1}; phytic acid, 2 ml. kg^{-1} and wood vinegar, 2 ml. kg^{-1}) were sprayed four times weekly starting from Jun. 12.

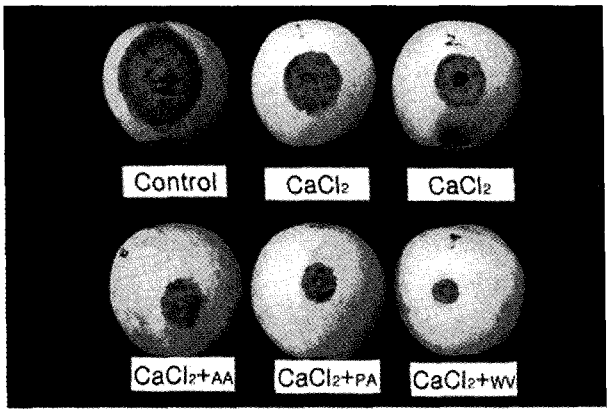

Fig. 3. Disease development at room temperature by inoculation with *M. fructicola* in vitro after foliar spray of $CaCl_2$ with adjuvants in field.
After harvest, fruits were artificially wounded with sterile cork block, allowing inoculum plugs in the fruit hole to initiate decay at wounds.

한 물질보다 결합력이 약하다. 킬레이트제의 특성은 엽면시비가 토양시비보다 금속 이온이 쉽게 흡수가 되고, 식물체에서 금속이온이 쉽게 분해되기 때문에 토양에 시용하는 것 보다 엽면시비 시에 효과가 우수하며, 잎에서 독성도 낮다[2]. 특히 보조제 중에서 암모니아태 질소 8.2%가 함유된 17종의 아미노산을 $CaCl_2$과 혼용 살포한 처리구의 잎과 과육에서 Ca 흡수가 크게 증가 되었다. 무기성분이 킬레이트 과정을 통하여 아미노산과 결합하면 단독으로 무기이온이 확산되어 흡수되는 것보다 더 빠른 속도로 더 많이 큐티클 막을 통해 흡수 된다[2]. 이는 아미노산 분자가 투과성을 증진시키는 특성을 가지고 있기 때문이다. phytic acid는 무기인산이 흡수되면 1차적으로 변화는 물질로서, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn 등의 2가 혹은 3가 금속이온들과 쉽게 킬레이트화 되는 경향이 있으며[17], 항산화 효과도 있다[1,21]. 참나무 목초액은 주성분이 초산으로 산량은 1.5-6.5% 범위로 암모니아보다 약한 킬레이트 결합을 가진 물질로[2], 항산화 활성이 높고 병원균에 대한 살균 효과도 있다[10]. 이들 보조제의 또 다른 공통적인 특성은 물 분자의 표면장력을 줄이는 계면 활성효과를 가지고 있어 과실 표면의 Ca 이온 흡착성을 높임으로서 Ca 이온의 흡수가 보다 용이하게 작용한 것으로 생각되나 구체적으로 제시할 데이터는 없다.

배[11]와 단감에[12] 대한 앞선 연구에서도 amino acid을 혼용한 처리구에서 Ca 흡수율이 증가 된다는 결과를 얻은 바 있다. Conway[8]은 복숭아 생육기에 $CaCl_2$을 엽면 살포한 결과 대조구 대비 70%가 과육에 증가하였으나, 수확 후 감압처리를 하였을 경우 엽면시비 대비 2배, 대조구 대비 4배 이상 증가하였다고 하였다. 또한 $Ca(NO_3)_2$을 수확 전에 복숭아에 엽면 살포도 과실에 Ca 함량이 크게 증가되어 과실의 저장수명이 연장되었고, 과실의 경도 유지가 되고, 호흡률을 지연시켰으며, 생리적인 무게 손실도 줄여 상품성을 크게 높여주었다[5]. 생육기에 0.1% $CaCl_2$ 용액에 Tween-20을 혼용하여 살포한 "골덴델리셔스" 사과는 수확기에 과실 경도가 크게 증가 되었으며, 저장기간 중 대조구 대비 2/3이상 경도가 높게 유지 되었다[22]. 수확 후기에 $CaCl_2$ 용액을 살포한 "골덴델리셔스" 사과의 경도가 증가되었으며, 저장기간도 연장되었다. 수확 후 $CaCl_2$ 용액에 사과를 침지한 후 저장한 과실도 저장 기간이 연장되었으며, 과실의 연화가 지연되었다[3]. 수확 한 사과에 대한 9개의 Ca화합물을 처리중 $CaCl_2$ 와 Ca 킬레이트(Ca lactate) 에서 bitter pit 을 줄일 수 있었다[24]. $CaCl_2$ 용액에 감압 처리 때 전착제를 첨가한 처리구에서 Ca 흡수율이 증가 되었고, 과실의 경도가 높아 저장 수명이 연장되었으며, $CaCl_2$ 용액에 benomyl과 diphenylamine을 첨가한 경우도 Ca 흡수가 증가되어 과실의 경도가 높았다고 하였다[15].

복숭아 과실을 수확 전. 후에 $CaCl_2$을 처리하면 과실에 Ca 함량의 증가로 저장기간 중 과실의 경도가 유지됨으로 부패 율을 줄일 수 있다[5,7,9]. 수확한 복숭아 과실을 실온에 유지하면서 14일간 자연 부패 율을 경시적으로 조사한 결과, $CaCl_2$ 처리구에서 발병지연 효과가 인정되어 유통기간 중 문제가 되는 복숭아의 자연부패를 경감시킬 수 있었다. 특히 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에 부패 율은 진전은 다른 처리구보다 늦었으며, 18일 저장기간의 조사 과실은 100% 부패되지 않았다. Bhullar 등[5]도 $Ca(NO_3)_2$를 수확 전에 복숭아에 엽면 살포한 과실에 Ca 함량이 증가하여 자연적인 부패(*R. stolonifers*)가 줄었다고 하였다.

수확기 포장에서 발생한 잿빛무늬병의 발병률은 $CaCl_2$ 처리구에서 통계적인 유의 차이는 있었으며, 대조구 대비 발병 억제 율이 30-50%이었다. 이는 Ca의 효과와 더불어 수확기에 잦은 비로 인한 일시적으로 발병이 증가됨에 따른 발병에 대한 환경적인 오차도 작용한 것으로 분석하였다. 그러므로 보다 다양한 방법으로 병 발생 억제에 대한 Ca 효과를 다양한 시험을 통한 구체적인 재검토가 필요할 것으로 생각 한다.

과실에 병원균을 상처 접종한 후 발병을 유도하여 짧은 기간에 조직으로 병이 진전되는 크기를 조사함으로써 Ca 함량과 발병 율과의 관계 조사에서 $CaCl_2$+phytic acid 와 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에서 병의 진전도가 늦어진 것을 관찰할 수 있었는데(Fig. 2), 이는 병원균의 감염에 의한 세포의 파괴가 늦어진 결과로 과실의 Ca 함량과 직접적인 연관성이 있는 것으로 조사되었다. 이 결과는 과실 내 세포벽이 견고하게 유지되어 병 진전이 지연 되는 것을 의미 한다[6,26]. 따라서 Ca 처리는 과실의 병 발생을 줄이고 또한 병의 진전을 늦추는 것은 병원균에 대한 간접적인 방제 효과로 생각한다.

Conway[8]은 수확한 복숭아에 $CaCl_2$ 감압 처리한 과실을 저온에서 3주간 저장 후 복숭아 잿빛무늬병원균인 *M. fructicola*로 인공 접종하여 병 심각성을 조사한 결과 40-60%의 부패 율을 줄일 수 있었다고 하였다. Biggs 등[6]도 Ca 처리는 복숭아 잿빛무늬병 발생을 억제하는데 효과적이었으며, 사과 저장 중에 발생되는 병[7,8]과, 사과 겹무늬썩음병[18] 및 고추 부

패 발생[19] 억제에도 효과적이었다고 하였다.

요 약

복숭아 백도 품종에 칼슘의 효과를 평가하기 위해 $CaCl_2$을 포장에서 엽면시비 하였다. 엽면시비는 $CaCl_2$ 단용 살포와 $CaCl_2$(Ca: 400 mg. kg^{-1}) 과 보조제(amino acid: 2 g. kg^{-1}, phytic acid: 2 ml. kg^{-1} 및 wood vinegar: 2 g. kg^{-1})를 혼용하여 6월 21부터 7월 4일까지 7일 간격으로 4번 살포하였다. 수확기에 잎과 과실에 Ca함량, 과실 강도, 당도, *Monilinia fructicola*에 의한 잿빛무늬병을 조사하였다. 저장 과실의 품질조사는 실온에서 14동안 저장 후 Ca 함량, 과실의 강도, 당도 및 자연부패 율을 조사하였다. 수확기 잎과 과실에 Ca 함량은 $CaCl_2$+amino acid 처리구에서 가장 높았으나(P=0.05), 과피에 Ca 함량은 처리구간에 유의차이가 없었다. 과실경도는 $CaCl_2$+amino acid 처리구에서 가장 높았다(P=0.05). 실온에서 14일 저장기간 중 자연부패(*Rhizopus stolonifers*)에 의한 부패 율은 $CaCl_2$+wood vinegar 처리구에서 가장 낮았다. 과실의 경도는 $CaCl_2$와 보조제를 혼용 처리한 구에서 높았다. 포장에서 잿빛무늬병의 발생 억제 율과 잿빛무늬병원균(*Monilinia fructicola*)으로 인공 접종한 실내시험에서 발병 억제 율을 조사한 결과 $CaCl_2$+phytic acid과 $CaCl_2$+amino acid 처리한 구에서 가장 효과가 높았다. 이들 결과는 과실의 칼슘함량 과 과실경도 증가, 병 발생 억제 및 자연부패 방지는 $CaCl_2$과 보조제를 혼용하여 엽면 살포할 경우 정의 상관관계가 있다는 것을 제시하고자 한다.

참고문헌

1. Anderson, R. L. and Wolf, W. J. (1995) Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins, and isoflavones related to soybean processing. J. Nutr. 125, 581-588.
2. Ashmead, H. D, Ashmead, H. H., Miller, G. W. and Hsu, H. H. (1987) Foliar feeding of plants with amino acid chelate, p.209-221.
3. Bangerth, F., Dilley, D. R. and Dewey, D. H. (1972) Effect of post - harvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 679-682.
4. Beavers, W. B. (1994) Calcium source effects calcium content, firmness, and degree of injury of apples during storage. HortScience 29, 1520-1523.
5. Bhullar, J. S., Dhillon, B. R. and Randhawa, J. S. (1981) Effect of pre - harvest calcium nitrate sprays on the ambient storage of Flordasum peach fruits. J.Res. Punjab Agri. Univ. 18, 282-286.
6. Biggs, A. R., El-Kholi, M. M., El-Neshawy, S. and Nickerson, R. (1997) Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. Plant Dis. 81, 399-403.
7. Conway, W. S. (1982) Effect of postharvest calcium treatment on dacay of delicious apples. Plant Dis. 66, 402-403.
8. Conway, W. S. (1987) Effects of preharvest and postharvest calcium treatments of peaches on decay caused by Monilinia fructicola. Plant Dis. 71(12), 1084-1086.
9. Conway, W. S., Sams, C. E., McGuire, R. G. and Kelman, A. (1992) Calcium treatment of apple and potatoes to reduce postharvest decay. Plant Dis. 76, 329-333.
10. Jeong, C. H. and Shim, K. H. (2002) Nitrite-scavenging and antioxidant activities of wood vinegar. Korean Journal of Food Preservation 9, 351-355.
11. Kim, I. Y., Chang, T. H., Ryu, J. H., Kim, M. Y., Lim, T. H. and Kim, M. (2003) Effects of foliar sprays of $CaCl_2$ with some adjuvants on fruit quality of pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44, 692-696.
12. Kim, I. Y., Chang, T. H. and Lee, Y. S. (2005) Effects of foliar spray of calcium chloride on calcium concentrations in leaf and fruit tissues of 'Nishimurawase' and 'Fuyu' persimmon trees and fruits storability. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 23, 293-300.
13. Lidster, P. D., Porritt, S. W. and Eaton, G. W. (1977) The Effect of Storage Relative Humidity on Calcium Uptake by 'Spartan' Apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(4), 394-369.
14. Link, H. (1974) Ca-uptake and translocation by plants with special regard to apple trees. Act. Hort. 45, 53-64.
15. Mason, J. L., Mcdougald, J. M., and Crought, B. G. (1974). Calcium concentration in apple fruit resulting from calcium chloride dips modified by surfactants and thickeners. HortScience 9, 122-123.
16. Neilsen, G. H. and Neilsen, D. (2002) Efeect of foliar Zn, form and timing of Ca sprays on fruit Ca concentration in new apple cultivars. Acta Hort. 594, 435-440
17. Oberleas, D. (1973). In toxicants occuring naturally

in foods. National Academy of Science, Washington, DC. p.363-370.
18. Park, S. H. and Lee, C. U. (1996) Effect of postharvest calcium infiltration on firmness, pectin content and occurrence of *Botryosphaeria dothidea* in apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37, 81-86.
19. Park, S. M., Lee, Y. S. and Jeong, C. S. (2001) Effect of preharvest foliar application of calcium chloride on shelf-life of red sweet pepper 'Ace'. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 19, 12-16.
20. Paliyath, G., Poovaiah, B. W., Munske, G. R. and Magnuson, J. A. (1984) Membrane fluidity in senescing apple: Effect of temperature and calcium. Plant and Cell Physiol. 25(6), 1083-1087.
21. Pszczola, D. E. (1995) Tour highlights production and uses of smoke -based flavors. Food Technol. 49, 70-74.
22. Rovert G. R., and Kolattukudy, P. E. (1976) Effect of treatment with Calcium Ion-containing Formulations on the Firmness of Golden Delicious Apples. HortScience 11(3), 249-251.
23. Scott, K. J. and Wills, R. B. H. (1975) Postharvest application of calcium as a control for storage breakdown of apples. HortScience 10, 75-76.
24. Scott, K. J. and Wills, R. B. H. (1979) Effect of vacuum and pressure infiltration of calcium chloride and storage temperature on the incidence of bitter pit and low temperature breakdown of apples. Austral. J. Age. Res. 30, 917-928.
25. Tabtas, R. B., Conway, W. S., Sams, C. E., Gross, K. C. and Whitaker, B. D. (1993) Cell wall composition of calcium-treated apples inoculated with *Botrytis cinerea*. Phytochemistry 32, 35-39.
26. Yamaki, S., Machida, Y. and Kakiuchi, N. (1979) Changes in cell wall polysaccharides and monosaccharides during development and ripening of Japanese pear fruit. Plant Cell Physiol. 20, 311-321.