

NaCl 염면살포에 따른 과수의 피해양상과 기작에 관한 연구

김승희* · 송기철¹⁾ · 박정관 · 박무용²⁾

원예연구소 원예토양관리연구팀, ¹⁾원예연구소 과수과, ²⁾원예연구소 사과시험장
(2006년 10월 18일 접수, 2006년 12월 8일 수리)

Studies on Mechanism and Damage Occurrence for Foliar Spray of NaCl Solutions in Fruit Trees

Seung-Heui Kim*, Gi-Cheol Song¹⁾, Jeong-Gwan Park, and Moo-yong Park²⁾ (Horticultural soil management team, National Horticultural Research Institute, Suwon, 441-440, Korea, ¹⁾Fruit research division, National Horticultural Research Institute, Suwon, 441-706, Korea, ²⁾Apple experiment station, National Horticultural Research Institute, Gunwi, 716-812, Korea)

ABSTRACT: We investigated the mechanism on occurring of briny injury in four fruit species (apple, pear, grape, peach). Briny injury of apple, pear, peach, and grape was induced by the foliar spray of saline solutions. Browning symptom was initiated one hour after the spray of 3% NaCl in apple, pear, and peach trees, while two hour were needed for grape, but the latter developed the symptom faster than the formers. Foliar spray of 3% NaCl resulted in 4-fold increase in ethylene production 24 h after the spray, and the production was returned to early stage rate after 72 h. Ethylene production of control was nearly constant with slight decrease after 4 h. Browning and defoliation response to the spray of 3% NaCl on lower side were not different from the spray on both sides regardless of fruit species, while no injury symptoms occurred by the spray on upper side. In saline damage for treated date, lateral bud was only germinated in apple at 30 July. A shoot apex was 100% grew in all fruit tree. In result for hormonal content of leaf and shoot apex, control was high t-zeatin content in leaf. However, IAA and ABA content was increasing in high saline concentration.

Key Words: ethylene, foliar spray, NaCl, thinning, t-zeatin

서 론

최근 지구 온난화의 영향으로 기상이변이 자주 발생하고 있으며, 국내에서는 태풍에 의한 피해가 증가하고 있다. 과수에서는 태풍시 바닷물 비산에 의한 조풍해가 발생하는 경우가 있다. 조풍해는 태풍시 비를 동반하지 않은 바람에 의해 바닷물이 비산하여 과수원에 피해를 주는 것을 말한다. 염분이 잎에 부착되어 세포 조직내 탈수를 일으켜 잎이 갈변되며, 심한 경우에는 낙엽에 의해 과실 품질의 저하의 원인이 되기도 한다. 바닷물의 염(NaCl) 농도는 약 3.0%이며, 식물에 흡수된 염분은 세포 사이의 삼투압을 높게 되어 세포에서 탈수가 일어나서 갈변 되거나 낙엽 된다. 우리나라에서는 2003

년 태풍 '매미'로 인해 울산지역의 해안선에 인접한 배과원에 조풍으로 인한 낙과와 낙엽 등 큰 손실을 입은바 있다.

고농도의 Na와 Cl은 식물체에 이와같은 직접적인 영향을 줄뿐아니라, 토양에서는 pH를 상승시켜서 식물이 이용할 수 있는 많은 필수 원소의 흡수를 감소시키며¹⁾, 광합성 능력 감소와 같은 2차적인 피해를 야기 할 수 있다^{4,7)}. NaCl은 세 가지 방법으로 식물에 피해를 준다. 첫째 식물의 생화학 반응 과정에 이온의 독성효과, 둘째 식물의 부분이나 혹은 전체에 수분부족을 야기 시키는 삼투압스트레스 그리고 셋째는 영양 불균형을 초래한다²⁾. 염분 피해에서 Cl는 Na보다 식물체에 피해를 더 유발 시키는 것으로 알려지고 있다. NaCl의 조풍해를 받은 나무에서 Cl 함량은 Na 보다 높게 나타내는데⁶⁾, 그렇지만, NaCl의 관수 실험에서 스트레스를 받은 식물체의 Na와 Cl 함량은 비슷한 것으로 보고되었다⁷⁾. 조풍해에 의한 식물의 피해정도는 잎의 형태적 특성 특히, 염면적 차이에 따라 염분의 부착정도 차이를 보일 수 있으며⁹⁾, 과중에 따라

*연락처:

Tel: +82-31-290-6264 Fax: +82-31-290-6259
E-mail: vitis@rda.go.kr

서도 피해정도가 다르게 나타날 수 있다.

따라서 본 실험은 NaCl의 염면 살포에 의한 과종별 피해 양상과 그에 따른 눈의 반응, 에틸렌 및 호르몬 함량 변화를 조사하여 과수 과종별 피해 정도가 다른 원인을 분석하고 또한 수채 생리대사에 미치는 영향을 구명하여 조종해 내습시 대응방안에 대한 기초 자료를 수립하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

식물재료

원예연구소 이목동 과수포장에 식재되어 있는 사과 '후지'/M.9 7년생, 배 '신고' 4년생, 포도 '캠벨얼리' 10년생, 복숭아 '천중도 백도' 8년생 등 4과종에 대하여 각각 한 품종씩 선정하여, 사과, 배 그리고 복숭아는 신초정단이 정지된 1년생 신초를, 포도는 부초를 시험에 사용하였다.

시험처리

NaCl에 대한 잎의 갈변 및 낙엽률을 조사하기 위해 NaCl 3.0% 수용액을 1.0 L 분무기를 이용하여 잎이 충분히 흡수되도록 한 잎 당 약 5 mL 정도 살포하였으며, 햇빛이 강하지 않은 오전 9~10시 사이에 4과종에 대하여 모두 처리하였다. 엽령별 갈변과 낙엽 반응의 차이를 알아보기 위해 사과와 배의 유엽과 성엽을 대상으로 7월 30일에 NaCl 3.0% 수용액을 처리하였다. 생육 시기별 엽의 반응 정도에 대한 시험 처리는 7, 8, 9월 각 30일에 NaCl 3.0% 수용액을 사과, 배, 포도, 복숭아 잎에 처리하였다. 두 시험 모두 5개의 신초를 1반복으로 3반복 처리하였다. 엽 수용액 처리에 따른 수채내의 생리적인 변화 양상 시험은 2005년 7월 상순에 사과 '후지'의 2년지에 NaCl(3.0, 5.0%)와 KCl(4.0, 6.0%)수용액을 정단을 제외한 잎에 처리하여 호르몬 함량(t-zeatin, IAA, ABA)을 조사하였다.

잎과 눈의 피해조사

NaCl 3.0% 수용액의 염면 살포에 대한 잎의 갈변율과 낙엽률의 경시적 변화는 처리 후 1, 2, 4 시간 그리고 1일, 5일, 10일, 20일, 30일에 각각 조사하였다. 갈변율은 하나의 잎을 대상으로 전체 엽면적 가운데 갈변된 면적을 백분율로 환산하였으며, 낙엽률은 신초당 낙엽 되는 숫자를 전체 잎 수의 백분율로 각각 환산하였다. 눈은 측아와 정아로 구분하여 전체 눈에서 발아한 눈을 백분율로 환산하여 조사하였다.

에틸렌 발생량

사과 '후지' 품종 1년생 신초의 잎에 NaCl 3.0% 수용액을 정단에서 아래로 3~4잎을 제외한 나머지 잎에 살포한 후 1, 2, 4시간 그리고 1일과 5일 후에 에틸렌 발생량을 측정하였다. 처리구와 무처리구에서 5개의 정단(길이 약 3 cm)을 1반복으로 모두 3반복 채취 하였으며, 채취 즉시 50 mL 주사

기에 넣고 상온의 암상태에서 2시간 보관 후 주사기내의 공기중 에틸렌 발생량을 Gas-Chromatography(Varian 3400, USA)로 분석하였다.

ABA, Cytokinin 및 IAA 분석

분석시료는 정단과 하위 2~3잎을 포함하여 약 3 cm를 채취하여 동결 건조한 후 500 mg을 평량하여 80% 메탄올 40 mL을 첨가하여 homogenizer를 이용하여 균질화한 후 -4°C에서 12시간동안 추출하였다. 추출한 시료는 G4-glassinter-filter(max pore size 10-16 μ m)를 이용하여 여과시킨 후 약 2 ml로 감압 농축하였다. 농축한 시료를 0.01M ammoniumacetate(pH 7.5) 16 mL로 세척하여 polyvinylpoly pyrrolidone(Sigma, St. Louis, Mo, USA)로 1차 정제한 후, DEAE-Sephadex-25를 이용하여 2차 정제하였고, 정제한 시료를 C-18 sep-Pak을 이용하여 3차 정제하였다. 시토키닌(t-zeatin)은 30% methanol/0.1M acetic acid 4 mL, IAA는 30% MeOH/0.1M acetic acid 4 mL, ABA는 50% methanol/0.1M acetic acid 4mL로 각각 추출했고, standard 시약은 trans-zeatin Riboside(Sigma), indole-3-acetic acid methylester(sigma)와 ABA((+) cis/trans abscisic acid, Sigma)을 사용 ELISA를 이용하여 분석 하였다⁷⁾.

과종별 기공특성

시료는 사과, 배, 포도, 복숭아 잎 중앙 부위에서 가로 세로 1 cm 크기로 채취한 후 시료에 전도성을 부여하기 위해 금속 이온 증착기(Polagon SEM autocoating Unit E52000)를 이용하여 금으로 증착(coating)한 후 SEM(Hitachi S246N, Japan)의 금속 동결 N-SEM mode로 기공 크기등의 특성을 조사했다.

통계분석

각 실험의 통계분석은 SAS(SAS Institute, Cary, NC) program을 이용하여 Duncan의 다중검정에 의해 분석 하였다.

결과 및 고찰

갈변율과 낙엽률

NaCl 3.0% 수용액 염면살포에 따른 과종별 잎의 갈변과 낙엽률에 대한 경시적 변화는 그림 1과 같다. 배와 복숭아의 경우 처리 후 1시간 내에 잎에 갈변이 시작되었고, 사과와 포도에서는 2시간 후부터 갈변이 나타났는데, 시간이 경과함에 따라 갈변이 진전되었고 처리 10일 이후에는 100% 갈변되었다. 복숭아의 경우 갈변의 진행이 가장 느렸고 갈변 진행이 60%에서 멈추었다. 포도에서는 갈변 반응이 느렸지만 처리 후 4시간부터는 갈변이 급격하게 진행 되는 특징을 나타냈다.

낙엽은 처리 5일 후부터 나타났는데, 사과에서 가장 빠르게 나타났고 포도에서는 처리 후 5일 에도 낙엽이 되지 않았다. 처리 10일 후 사과는 100% 낙엽이 되어 낙엽률이 가장 높았고, 배의 경우는 낙엽률이 30%로 가장 낮았다. 일반적으로 갈변이 진행되면서 낙엽이 이루어지기 시작하는데 본 실험에서는 갈변율이 50%이상 초과되는 처리 5일 후부터 시작되었다.

Bongi 와 Loreto²⁾는 여러 낙엽수를 이용하여 소금물을 여러 번에 걸쳐 식물체의 지상부에 살포한 결과, 잎이 넓은 라임나무에서 피해가 심한 반면에, 단풍나무와 밤나무의 경우는 잎에 피해가 없거나 약하다고 보고하였다. 이것은 식물의 종에 따라 염에 대한 피해가 다르다는 것을 시사하고 있다⁹⁾. 이와 같이 염수용액을 잎에 살포한 후 갈변과 낙엽은 잎의 형태에 따라 다르게 나타났으며, 또한 잎이 낙엽이 되고 난 후 눈의 발아가 시작되는데 발아 시작과 발아율은 배의 경우 낙엽으로 진행되기 이전에 발아가 진행되며 작물에 따라 큰 차이를 보였다. 특히 배의 경우 측아의 발아율은 높았지만, 포도와 복숭아에서는 측아가 전혀 발아되지 않았다. 염수용액 염면 살포에 의한 잎의 피해에서 갈변된 조직은 세포가 탈수 되어 겉게 고사되는 형태로 염이 부착된 지점에서만 나타나며 이것은 과수에 종종 발생하는 특정한 원소의 결핍 증상과는 다르게 구별된다^{10,11)}. 조풍으로 인한 염분의 피해 증상은 염성분이 조직내로 침투되어 세포의 원형질 분리를 일으켜 생리적 건조를 발생 시키는 것으로 알려져 있다. Boursier 등³⁾은 NaCl이 엽육중에 침투하여 염소 독성에 의해 화학적인 장애가 일어난다고 하였으며, 그래서 NaCl 수용액 살포시 발생하는 잎의 피해는 Na 성분이라기보다는 Cl에 의해 유발될 가능성이 크다고 하였다¹⁴⁾. 앞선 실험에서도 NaCl와 KCl 수용액을 과수 잎에 처리한 결과, 갈변과 낙엽 반응은 두 수용액 처리에서 결과를 보였다.

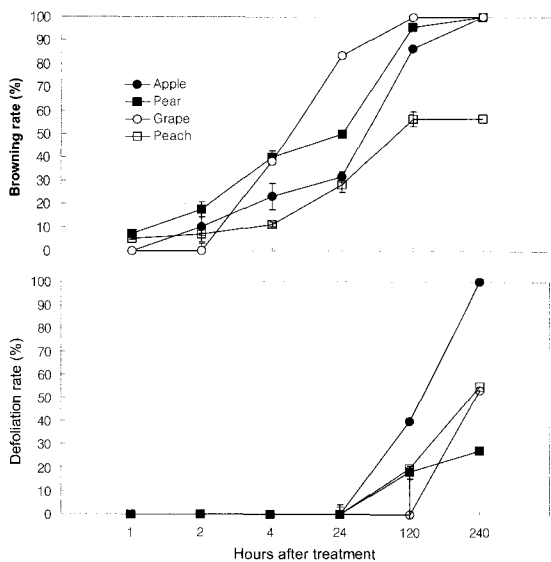


Fig. 1. Changes in percent of leaf browning and defoliation of apple, pear, grape and peach affected by foliar spray of 3% NaCl solutions.

따라서 과수의 잎에 대한 염수용액 염면 살포에 의한 잎 피해는 Na성분이라기 보다는 Cl의 독소에 의해 발생하는 것으로 생각되었다.

에틸렌 발생량

NaCl 3.0% 수용액 염면살포에 따른 에틸렌 발생량의 변화는 그림. 2에서 보는 것과 같이, 처리 4시간 후까지는 무처리와 큰 차이를 나타내지 않았다. 조사 기간 동안 무처리의 에틸렌 발생량은 큰 변화가 없었으나 4시간 후에는 발생량이 낮아졌다. 이러한 현상은 정확하게 그 원인을 알 수는 없지만, 샘플 채취 시간이 오후 2시경 이므로 식물체의 호흡이 낮은 시점에 채취하여 상대적으로 측정값이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 처리 24시간 후 에틸렌 발생량은 NaCl 3.0% 수용액 처리가 8.6 ng 으로 무처리의 1.92 ng 보다 4배가량 높았다. 그러나 5일후 에틸렌 발생량은 염 수용액 처리와 무처리간에 함량의 차이가 없었다. NaCl 3.0% 수용액 처리에 의한 에틸렌 발생량은 사과나무 정단에 일시적인 스트레스를 가하여 증가되었지만 시간이 경과함에 따라 그 영향은 줄어드는 경향이였다. 염의 피해는 식물체에 스트레스를 주는 효과가 있어 식물이 스트레스를 받으면 일차적으로 에틸렌 발생량이 증가된다. 식물이 염 스트레스를 받으면 엽록소와 기공에 영향을 주며³⁾, 스트레스로 인해 호흡량이 증대되어 에틸렌 발생량이 증가하고 이층에 ABA 함량이 높아져 낙엽으로 이어진다. 그러나 염이고농도 일 때는 신초가 고사되어 신초내에 정상적인 생리작용이 일어나지 않는다¹⁸⁾. 본 실험에서 신초 정단 아랫부분에 NaCl를 처리한 후 정단의 에틸렌 발생량을 측정한 결과 식물체는 NaCl에 의해 갈변되어 정단이 스트레스를 받은 것으로 생각된다.

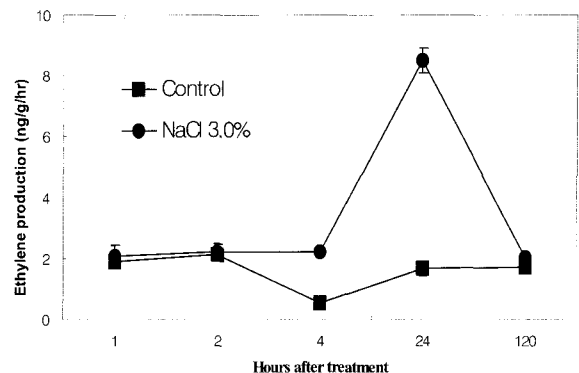


Fig. 2. Changes in ethylene production of 1-year-old apple shoot tips affected by foliar spray of 3.0% NaCl solutions.

잎 부위 및 엽령별 처리

NaCl 3.0% 수용액으로 사과, 배, 복숭아, 포도 등 4과종의 잎 앞면, 뒷면 그리고 앞면+뒷면에 살포한 결과는 표 1과 같다. 사과의 경우 뒷면처리는 앞면+뒷면 처리와 동일하게 갈변과 낙엽률이 같았다. 배, 포도와 복숭아의 다른 과종들도 큰 차이 없이 갈변율과 낙엽률은 뒷면과 앞면+뒷면 처리에서 비슷한 결과를 나타냈다. 하지만 앞면만 처리 했을때는 4과종 모두에서 갈변 및 낙엽이 진행되지 않았다.

엽령에 따른 NaCl의 반응은 표 2와 같이, 사과와 배 모두에서 성엽이 유엽보다 갈변과 낙엽률 모두 높았다. 이것은 성

엽이 유엽보다 기공의 발달이 잘되어 엽의 흡수가 빠르게 진행되기 때문으로 생각된다. 처리시기에 따른 엽피해 예시(표 3), 7월 30일 처리 시기는 사과의 경우 측아가 발아되었으며, 정단은 100% 발아하였다. 배의 경우는 정단은 30% 발아하였고, 측아는 발아되지 않았다. 측아의 발아가 낙엽이 되고 난 후에 나타나므로, 낙엽이 100% 나타나는 사과에서 발아율이 높았던 것으로 생각된다. 따라서 사과는 NaCl 3.0% 처리로 낙엽이 유발됨을 알 수 있었다.

본 실험 결과 엽처리에 대한 잎의 피해증상은 잎의 뒷면 기공을 통해 엽성분이 흡수되어 발현되었다. Kang 등⁸⁾은 식

Table 1. Leaf browning and defoliation in apple, pear, peach, and grape affected by foliar spray of 3.0% NaCl solutions on different leaf sides

NaCl spray side	Browning ^z (%)			
	Apple	Pear	Grape	Peach
Both	100 a ^y	83 a	46 a	86 a
Lower	100 a	80 a	40 a	83 a
Upper	0 b	0 b	0 b	0 b
	Defoliation (%)			
Both	100	27	53	100
Lower	100	20	50	100
Upper	0	0	0	0

^{z)} Investigated 30 days after the spray.

^{y)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 2. Leaf browning and defoliation in apple and pear affected by foliar spray of 3.0% NaCl on different leaves ages

Cultivar	Leaf	Browning (%)	Defoliation (%)
Apple	Young	23.3 b ^{z)}	11.1 b
	Old	70.0 a	100 a
Pear	Young	13.3 b	0.0 b
	Old	28.7 a	9.3 a

^{z)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 3. Leaf browning and defoliation in apple, pear, peach, and grape affected by foliar spray of 3.0% NaCl on different growth periods

Time	Browning (%)			
	Apple	Pear	Grape	Peach
Sprouting rate of lateral bud.....			
July ^{y)}	40	0	0	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
Sprouting rate of shoot tip.....			
July	100	30	100	100
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0

^{z)} Investigated 30 days after the spray.

물의 염 피해정도는 잎의 형태적 특성에 따른 엽면적에 염분의 부착 조건의 차이와 관련성이 있을 것으로 보인다고 했다. 특히, 해안에서의 거리별로 피해조사를 한 결과 해안으로부터 먼 거리에서도 엽면적이 넓은 낙엽수들이 피해가 크게 나타났지만, 침엽수들은 상대적으로 피해가 적었다고 하였다. 본 실험에 사용된 과종들의 잎 뒷면의 기공사진을 보면(그림. 3), 갈변이 빨리 일어나고 피해가 크게 나타난 배의 경우는 기공의 크기가 다른 과종보다 크게 나타났다. 사진에서 보는 것과 같이 기공의 크기는 배, 복숭아, 사과 순이었으며 특히, 포도는 잎 뒷면의 잔털로 인해 기공이 보이지 않았다. 식물의 엽피해가 기공의 호흡작용을 저해하고 흡수된 염이 세포의 원형질 분리를 일으킨다고 한 Boursier 등³⁾의 결과와 일치되는 경향이였다. 잎의 앞면에 전혀 반응이 나타나지 않은 것은 앞면에는 기공의 숫자가 적고 왁스층이 형성되어 있어서 염 수용액 살포시 흘러내려 조직 내로 침투되지 않았기 때문으로 생각된다. 염에 대한 식물의 피해는 기공에 피해를 주어 CO₂ 가스교환이 원활이 이루어지지 않아 광합성에 영향을 준다. 본 실험에서 갈변이 시간이 경과함에 따라 증가되는 결과는 염이 세포의 탈수를 일으키고, 또한 광합성 저해로 인하여

낙엽까지 이어지는 것으로 판단된다.

ABA, Cytokinin 및 IAA 함량

상위엽과 정단의 호르몬 함량을 조사한 결과(표 4)에서, 잎의 t-zeatin 함량은 대조구가 NaCl 3.0% 수용액 처리보다 높은 것으로 나타났다. 하지만 IAA와 ABA는 염농도가 높아졌을 때 상위엽에서 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 정단 역시 t-zeatin 함량은 잎에 대한 결과와 같았지만 IAA 함량은 염농도가 높은 처리구에서 높게 나타났다. 그런데 ABA 함량은 대조구에서 월등히 높게 나타났다. 이것은 하위엽에 염이 처리된 경우 잎이 갈변하고 낙엽이 되어, 정단이 재생장을 시작하여 나타난 결과로 생각된다. 식물체내의 호르몬 함량 변화는 정부 우세성과 관련이 크고, 정부에서 생성된 Auxin이 액아의 생장을 방해하여 발생하는 생리 작용으로 알려져 있다¹⁴⁾. Ball와 Farquhar¹⁾는 토양에 가장 높은 염류조건인 1.0%에서 곰솔의 광합성능력은 직선적으로 감소 경향을 보인다고 하며 이것은 염분 농도가 높아지면 광합성 능력이 낮아지고 염분조건에서 식물이 생육하면 기공이 열리고 CO₂의 고정 능력을 가진 세포들의 파괴가 일어나기 때문이라고 하

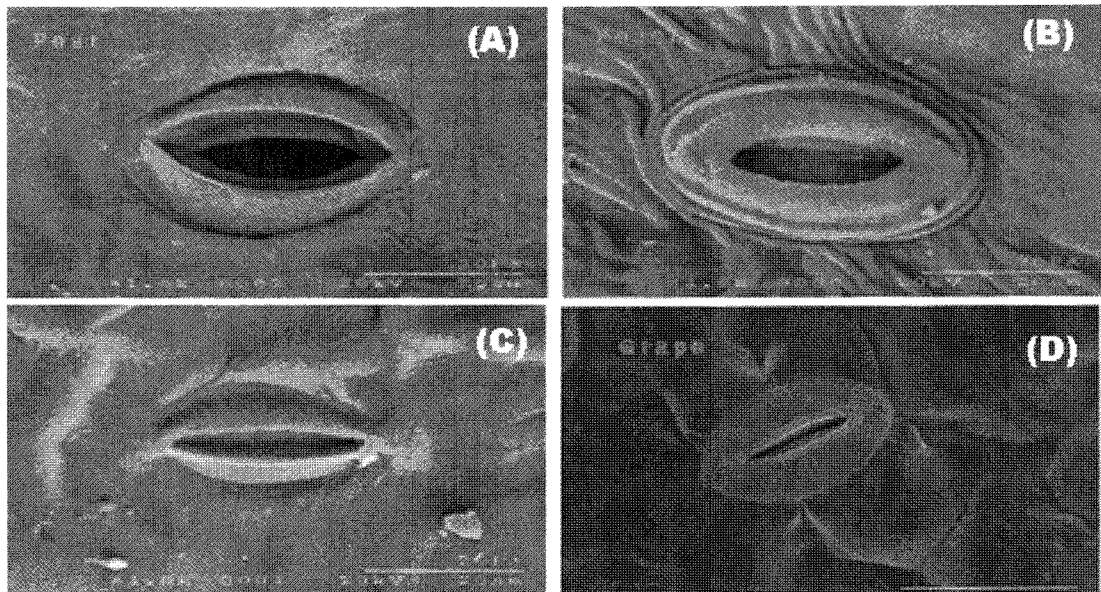


Fig. 2. Scanning electron photomicrographs of pear(A), peach(B), apple(C), and grape(D) stoma ($\times 1,800$; bar = 20 μm).

Table 4. Hormonal content in leaves and shoot tips affected by foliar spray of NaCl and KCl in 2-year-old apple shoot

Treatment	Leaves ²⁾ (ng/g)			Shoot tips (ng/g)		
	t-zeatin	IAA	ABA	t-zeatin	IAA	ABA
Control	106.8 a ³⁾	97.3 a	130.2 c	400.6 a	151.7 c	101.0 a
NaCl 3.0 %	91.7 ab	110.4 a	185.6 ab	303.7 b	251.1 ab	70.6 b
NaCl 5.0 %	87.6 ab	106.9 a	196.8 a	285.1 b	276.7 a	57.2 b

²⁾ Investigated 7 days after spray.

³⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

였다. 기공의 개폐에는 ABA가 직간접적으로 관여하며 IAA와 cytokinin 또한 영향을 받아 엽류는 식물의 생리 대사에 밀접하게 관련되어 있다¹⁸⁾. 하지만 본 실험에서는 토양을 통해 엽류가 이동되어 식물체로 흡수된 것이 아니라 잎에 엽분이 묻고 그 잎이 낙엽이 되었기 때문에 수체내로 유입 되지 않았지만 스트레스로 인한 갈변 및 낙엽에 의해 수체내 호르몬 변화에 영향을 준 것으로 판단된다.

요 약

조풍해(briny wind)에 대한 과수 과중간 피해 양상을 알아보기 위해 본 실험을 수행하였다. 갈변율의 경시적 변화에서 배와 복숭아는 처리 후 1시간 만에 갈변이 시작되었고, 사과와 포도는 2시간 후부터 갈변증상을 나타냈다. 배와 포도는 농도가 높아질수록 낙엽률도 증가되었다. 엽분처리에 대한 사과의 에틸렌 함량은 NaCl 3.0% 처리한 경우 1, 2시간 후까지 무처리와 큰 차이가 없었지만, 24시간 후에는 무처리보다 약 3배 이상 높은 함량을 나타냈고, 5일 후에는 차이가 없었다. 사과의 엽분처리에서 뒷면처리는 앞 뒷면 전체처리한 경우와 동일한 갈변과 낙엽률을 보였다. 엽령에 따른 NaCl의 반응은 사과와 배 모두에서 성엽이 유엽보다는 피해가 크게 나타났고 배보다는 사과가 염에 대해 민감하였다. 처리시기에 따른 엽피해에서 7월 30일 처리는 사과에서 측아가 발아되었으며, 정단은 배 30%를 제외하고 나머지 과종은 100% 발아하였다. 상위엽과 정단의 호르몬 함량을 조사한 결과에서, 잎의 t-zeatin 함량은 대조구가 엽처리구 보다 높은 함량을 나타냈다. 하지만 IAA와 ABA는 엽농도가 높아질수록 상위엽의 함량이 증가하였다.

참고문헌

1. Ball, M. C. and Farquhar, G. D. (1984) Photosynthetic and stomatal response of two mangrove species, *Aegiceras coniculatum* and *Avicennia marina* to long term salinity and humidity conditions. *Plant Physiol.* 74, 1-6.
2. Bong, G. and Loreto, F. (1989) Gas-exchange properties of salt-stressed olive (*Olea europea* L.) leaves. *Plant Physiology* 90, 1408-1416.
3. Boursier, P. J., Lynch, J., Lauchll, A. and Epstein, E. (1986) Chloride partitioning in leaves of salt-stressed cereal Crops. *Aust. J. Plant Physiol.* 24(2), 452-456.
4. Dirr, M. A. (1976) Selection of trees for tolerance to trees and shrubs. *Forry Commission Bulletin* 101, 1-64.
5. Dasberg, S., A. Haimowitz and Y. Erner. (1991) The effect of saline irrigation water on Shamouti orange trees. *Irrigation Science* 12, 205-211.
6. Dobson, M. C. (1991) De-icing salt damage to trees and shrubs (Forestry Commission Bulletin No. 101). HMSO, London.
7. Ito, A., Yaegaki, H. Hayama, H. Yamaguchi, I. Kusaba S. and Yoshioka. H. (1999) Bending shoots stimulates lowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. *HortScience* 34, 1224-1228.
8. Kang, Y. S., Nam, M. H., Jung, Y. T. and Kwon, S. S. (1988) Studies on the occurring phenomenon of saline wind and reduction of damages on some plants in the southern coastal area of Korea. *Res. Rept. RDA(S&F)* 30(1), 36~40.
9. Kesey, P. and Hootman, R. (1990) Soil resource evaluation for a group of sidewalk street tree planters. *J. Arboric.* 16, 113-117.
10. Kim, S. H. Seo, H. H. Kim, J. K. Park, M. Y. and Kim, S. K. (2004) Leaf and bud responses to foliar spray of saline solutions in Apple, Pear, Peach, and Grape. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 45(6), 340-344.
11. Ko, K. C. Yu, Y. S. and Yim, Y. J. (1973) Effects of defoliation and K-application after harvest.
12. Leonardi, S. and Flückiger, W. (1985) Water relations of differentially salinized ash-tree in view of the effect of a protective nutrient solution. *Plant and Soil.* 85, 299-304.
13. Lumis, G. P., Hofstra, G. and Hall, R. (1976) Roadside wood plant susceptibility to sodium and chloride accumulation during winter and spring. *Can. J. Plant Sci.* 56, 853-859.
14. Phillips, I. D. J. (1975) Apical dominance. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 26, 341-367.
15. Shaoliang Chen, Jinke Li, Tianhua Wang, Shasheng Wang, Andrea Polle, and Aloys Hüttermann. (2003). Osmotic Stress and Ion-Specific Effects on Xylem Abscisic Acid and the Relevance to Salinity Tolerance in Poplar. *Journal of Plant Growth Regulation.* 21, 224-233.
16. Sucoff, E. (1975) Effect of deicing salts on woody vegetation along Minnesota roads. *Tech. Bull. Minn. Agric. Exp:*303.
17. Thornton, FC., Schadle, M. and Raynal, D.J. (1988) Sensitivity of red oak (*Quercus rubra* L.) and American beech (*Fagus grandiflora* Ehrh.) seedlings to sodium salt in solution culture. *Tree Physiol* 4,

- 167-172.
18. Vandna Rai and Ashwani K. Rai. (1998) Growth behaviour of *Azolla pinnata* at various salinity levels and induction of high salt tolerance. *Plant and Soil*. 206, 79-84.
-