

공급양액의 EC와 대목종류가 고추 접목묘의 초기생육과 생리적 반응에 미치는 영향

오상석^{1,2*} · 오주열³ · 김영봉³ · 황해준³ · 손길만³ · 노치웅³ · 박중춘²

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과, ²경상대학교 원예학과,

³경상남도 농업기술원 수출농식품연구과

Effects of Electrical Conductivity and Rootstock on Initial Growth and Physiological Response of Grafted Pepper

Sang-Seok Oh^{1,2*}, Ju-Youl Oh³, Young-Bong Kim³, Hae-Jun Whang³,
Gil-Man Shon³, Chi-Woong Noh³, and Joong-Choon Park²

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Division of Exportable Crops and Foods Science, Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Service, Jinju 660-360, Korea

Abstract. This study was conducted to examine the effects of electrical conductivity (EC) and rootstock on initial growth and physiological response of grafted pepper in protected cultivation. The pepper (*Capicum annuum* L.) cultivars ‘Nokgwang’ was used as scions, and the cultivars used as rootstocks were *Capicum annuum* L: ‘Kataguruma’, ‘Conesian hot’ and ‘Tantan’. The scion cultivar left ungrafted was used as a control. Two experiments were to examine the effects of the EC levels of nutrient solution on the growth and physiological response of grafted pepper, respectively. Nutrient solution was supplied with three level (1.5, 3.0, 5.0dS/m). By the change of nutrient solution EC level, the plant growth of all seedlings decreased with the increase in EC level. grafted seedling was grafted onto rootstock cultivar ‘kataguruma’ showed higher growth than the other cultivar at the EC 5.0dS/m level. But this result was slightly different by cultivation time (spring and fall). The total N and P concentration were increased with the increase in EC level, but the Ca and Mg concentration were decreased. Photosynthetic rate of ungrafted seedlings decreased at the EC 5.0dS/m level. But there was no difference between EC 1.5 and 3.0dS/m level. Grafted seedlings showed lower photosynthetic rate at the EC 5.0dS/m level. The activity of SOD do not have a uniformly tendency by the EC level. With the EC 5.0dS/m level, the activity of APX attained higher level than the other EC level. Further study will be needed to examine additional cultivation experiment for more variable rootstock, and development of rootstock for salinity tolerance.

Key words : anti-oxidant enzyme activity, nutrient uptake, photosynthetic rate

서 론

국내 고추의 재배작형은 본래 노지에서 완숙고추를 생산하는 것이 기본적이었으나, 채소 시설재배의 면적이 늘어감에 따라 풋고추용 시설재배 면적이 계속 증가하고 있는 추세이다. 시설재배 면적의 증가와 연직으

로 인한 염류집적, 토양 물리성 악화 및 토양전염성 병균의 증가는 시설내 안정적인 생산에 장애가 되고 있다. 토양 내 염류집적은 식물뿌리가 흡수할 수 있는 수분이 부족한 건조상태에서 나타나기도 하는데, 이는 식물과 토양간의 염류농도 차이가 그 원인이 되며, 염류의 정도에 따라 토양의 작물생산력이 떨어지고 작물수확량이 낮아지는 결과를 가져온다(Acton과 Gregorich, 1995). 시설재배는 동일 시설내에서 연중 집약적으로 같은 작물을 재배하기 때문에 비료로 사용한 염류성분

*Corresponding author: nhisoscar1@korea.kr
Received October 19, 2009; Revised November 20, 2009;
Accepted November 27, 2009

이 표토에 집적되어 염류농도가 높아져 각종 염류장해가 발생하며, 작물의 수량감소 뿐 아니라 지하수 오염 같은 환경 생태계의 문제를 야기시키기 때문에(RDA, 1997) 연작장해 토양에서 내염성 대목을 이용한 식물의 재배, 휴작기간의 담수, 태양열을 이용한 토양소독, 배추과와 콩과 등 녹비작물과의 윤작, 답전윤환 재배, 객토 및 환토, 심토 반전에 의한 제염, 토양개량 등 다양한 해소방법이 연구되어 왔다(Inden, 1977; Shin과 Park, 1988).

토양의 염농도(Salinity)에 대한 연구는 대부분 NaCl을 이용하여 그 반응을 조사한 것(Volkmar 등, 1998)인데, 이러한 결과들이 토양에 사용한 각종 비료의 잔류효과에 대한 반응과 같다고 할 수 없다. 실제로 토양에 존재하는 이온의 종류에 따라 식물에 미치는 영향이 다르기 때문이다(Awad 등, 1990; Ono와 Mori, 1996). 토양의 염농도가 높으면 직접 생리적 피해를 입고 민감하게 영향을 받는 부위가 뿌리인데(Baligar 등, 1998; Niu 등, 1995; Neumann 등, 1994) 가지와 직물은 박과에 비해 스트레스에 내성이 높다고 하였으나(Larcher, 1995), 고추의 경우 NaCl의 농도가 25mM을 넘으면 모든 생장이 현저히 억제되고 10mM 이상이 되어도 품종에 관계없이 수량이 현저히 감소되었다고 하였다(Charzoulakis와 Klapaki, 2000). 내염성 대목을 이용한 토마토와 고추 접목재배에 대해서는 Chung과 Choi(2002a, b)가 여러 재배품종을 대상으로 연구한 바 대목에 따라 내염성의 정도가 크게 차이가 난 것으로 밝혀진 바 있다. 국내에서는 고추 재배시 발병과 피해면적이 매우 넓어 문제가 되는 역병(*Phytophthora capsici*)의 피해를 경감하기 위해 수년 전부터 유수의 종묘회사들이 역병저항성 고추 대목품종을 육종하여 이 대목을 이용한 접목재배 비중이 점점 늘어나고 있는 추세이다. 토양전염성 병에 대한 내병성이나 염류장해에 대한 내염성이 강한 대목을 이용한 접목재배는 재배농가에게 손쉬운 경제적인 해결책 중의 하나이다. 현재 고추에서 접목재배에 사용되는 대목들은 주로 토양전염성 병해에 강한 내병성 대목들이 대부분인데, 이런 대목들이 시설 내 염류장해 환경에서 보이는 생육반응에 대한 연구의 필요성은 높다.

본 연구는 시판되고 있는 고추 역병저항성 대목 품종을 이용한 시설내 접목재배시 기존의 실생묘와 비교하여 토양 내 염류농도 조건에서 고추 접목묘들의 생

육과 생리적 반응을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 시중에 판매되고 있는 '녹광'(홍농종묘)을 접수로 사용하였고, 대목 품종으로 '카타구루마'(사카타코리아), '코네시안 핫'(중앙종묘), '탄탄'(농우바이오)의 3가지 품종을 사용하였으며, '녹광' 실생묘를 대조구로 하였다. 시중에서 구입한 대목 및 접수 품종의 종자들을 28°C에서 3일간 최아하고 50공 트레이에 파종하여 육묘한 후 깎기접으로 접목하였으며, 접목 후 30일간 농촌진흥청 국립원예특작과학원 고추 전용 양액을 희석하여 정식기까지 육묘하였다. 준비된 접목묘는 직경 18cm의 플라스틱 포트에 시판 상토(EC 0.8dS/m)를 사용하여 이식하였다. 이식된 묘는 경상남도농업기술원 육묘용 유리온실에 완전임의배치법 5반복으로 배치하여 양액 EC 1.5, 3.0, 5.0dS/m(농촌진흥청 국립원예특작과학원 고추전용 양액)로 조정하여 각 처리별로 매일 200ml를 공급하였다. 시험구 배치는 완전임의배치법 5반복으로 하였다. 시험은 재배시기를 봄(2007년 3월~5월)과 가을(2007년 9월~11월)로 나누어 초기생육, 무기양분의 농도, 광합성능력, 항산화효소 활성 등을 조사하였으며 기타 관리는 관행에 준하여 실시하였다.

생육조사는 초장, 엽면적, 지상하부 생체중, 지상하부 건물중, 상대적인 엽록소 함량 등을 농촌진흥청 조사기준에 따라 실시하였다. 상대적인 엽록소 함량은 Chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta Co. Osaka, Japan)를 사용하여 식물체 1주당 선단부의 3개의 잎을 측정하여 평균하였으며, 시험구당 5주씩 조사하였다. 무기성분 분석은 건물 0.2g을 농황산으로 분해한 후 Kjeldahl법으로, 인산은 시료 0.2g을 습식분해하여 Vanadate법으로 측정하였다. K, Ca, Mg은 시료 0.2g을 습식분해하여 ICP를 이용하여 각각 측정하였다. 광합성 능력은 Portable photosynthesis system(LI-6400, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, U.S.A.)을 이용하여 최선단으로부터 3번째 잎을 측정하였다. 조사시간은 조사 당일 오전 09:00~13:00시 사이에 이루어졌으며, 각 처리구내에서 식물체 5주를 정하여 동일한 식물체를 조사기간 동안 연속하여 측정하였다. 측정순서는 매일 임의로 처리구와 식물체의 측정순서를 바꾸어 가면서 하였다. 측정시 CO₂ 농도는 400ppm으로 고정하고 광강

공급양액의 EC와 대목종류가 고추 접목묘의 초기생육과 생리적 반응에 미치는 영향

도를 0에서 2000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 까지 500 μmol 단위씩 올리면서 측정하였다. 항산화효소의 활성 측정을 위해 생체중 0.2-0.3g의 잎이나 뿌리에 10% polyvinyl-polypyrrolidone(PVP)(w/w)를 첨가하여 액체질소로 마쇄한 후, 5mM ethylene-diaminetetracetic acid(EDTA)와 0.2mM ascorbate를 포함한 50mM potassium phosphate buffer(pH 7.0, 2°C) 5ml로 균질화시켜 단백질을 추출하였다. 추출한 단백질은 4°C, 12,000rpm에서 30분간 원심분리되었으며, 그 상등액을 조효소액으로 이용하였다. 각 효소의 활성은 일정량의 조효소액을 비롯한 반응액의 최종량을 1ml로 조정하고, UV-spectrophotometer를 이용하여 일정시간 내 흡광도의 경시적 변화를 측정하여 결정하였다. SOD 활성의 측정은 Dojindo Molecular Technologies, Inc.(Tokyo, JAPAN)의 SOD assay kit - WST를 이용하여 조사되었다. 상기된 조효소액과 assay kit에 포함된 반응액을 이용하였으며, 일련의 과정에 따라 시행한 후 microplate reader를 이용해 450nm에서 흡광도를 측

정하였으며 다음 계산식에 따라 inhibition rate를 계산하였다.

$$\text{SOD activity (inhibition rate \%)} = \frac{[(A_{\text{blank 1}} - A_{\text{blank 3}}) - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank 2}})]}{(A_{\text{blank 1}} - A_{\text{blank 3}})} \times 100$$

AP 활성의 측정은 Nakano와 Asada(1981)의 방법을 따랐으며, 290nm에서 ascorbate의 산화를 측정함으로써 결정되었다($E = 2.8\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$). 반응액의 조성은 100mM potassium phosphate buffer(pH 7.0), 1mM H_2O_2 , 5mM ascorbate 및 조효소액으로 이루어졌다. 통계분석은 SAS software(SAS Institute, Cary, NC)를 이용하여 ANOVA 검정을 하였다.

결과 및 고찰

정식 40일 후 생육의 변화(Table 1)에서, 초장은 모든 EC 수준에서 ‘카타구루마’ 접목묘가 실생묘나 다른

Table 1. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on plant growth of pepper ‘Nokgwang’ grown in the greenhouse (Spring).

Treatment		Plan height (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)	SPAD value
Nutrient solution EC (dS/m)	Rootstock ²					
1.5	No	78.8	2,799	298.60	33.99	59.2
	No/Ka	85.0	3,277	311.64	37.67	60.2
	No/Co	79.0	2,768	294.69	35.56	58.6
	No/Ta	78.3	3,207	307.56	36.17	61.5
	Average	80.3	2,411	303.12	35.85	59.9
3.0	No	78.3	3,059	254.34	34.11	60.0
	No/Ka	83.8	2,869	259.26	36.42	63.8
	No/Co	76.8	2,632	264.30	36.09	63.3
	No/Ta	79.8	3,106	259.34	34.21	61.5
	Average	79.7	2,917	259.31	35.21	62.2
5.0	No	69.8	2,468	223.37	31.96	65.3
	No/Ka	76.3	2,631	253.92	36.84	66.2
	No/Co	70.5	2,126	224.48	33.13	66.8
	No/Ta	71.5	2,479	225.27	32.33	64.5
	Average	72.0	2,426	231.76	33.57	65.7
Nutrient solution EC (A)		***	***	***	*	***
Rootstock (B)		**	**	*	**	**
A × B		NS	NS	NS	NS	***

²No: ‘Nokgwang’ ungrafted plant(Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock
 Rootstock: Ka-‘Katagurama’, Co-‘Conesian hot’, Ta-‘Tantan’
 NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$.

접목묘보다 생육이 양호한 결과를 보였으나, ‘카타구루마’를 제외한 2가지 접목묘는 실생묘와 차이가 없이 유사한 경향이였다. EC 수준별로는 공급양액의 EC 수준이 높아질수록 모든 품종에서 낮아지는 경향을 보였다. 엽면적은 EC 1.5dS/m 수준에서 ‘카타구루마’와 ‘탄탄’ 접목묘가 높게 나타났으며, EC 3.0dS/m 수준에서는 ‘녹광’ 실생묘와 ‘탄탄’ 접목묘가 다른 처리구보다 높게 나타났다. 그러나, EC 5.0dS/m 수준에서는 ‘카타구루마’ 접목묘가 다른 처리구보다 높은 엽면적을 나타내었다. EC 수준별로는 초장의 조사결과와 유사하게 EC 수준이 높아질수록 엽면적이 감소하는 경향을 보였다. 생체중은 ‘카타구루마’ 접목묘가 가장 무거운 생육이 양호하였고, EC 수준이 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 건물중은 EC 수준이 높아질수록 감소하였고, 대목별로는 ‘카타구루마’ 접목묘가 가장 높아 생육이 양호한 것으로 판단하였다. 공급하는 양액의 급액농도를 달리하여 접목 수박의 내염성을 확인 (Heo 등, 2003)한 시험에서는 수박의 생체중과 건물중,

엽면적 등은 급액농도가 높은 시험구에서 생육이 저조하였고, 토양 EC를 조절하여 접목 고추의 내염성을 비교한 시험(Chung과 Choi, 2002b)에서도 토양 EC가 2.5dS/m~3.0dS/m으로 높을수록 ‘카타구루마’를 제외한 실생묘와 다른 접목묘들의 생육이 저조하게 나타났다고 보고하였다. 또, NaCl 처리를 이용한 풋고추와 피망의 생육 실험(Park 등, 2006)에서도 NaCl 농도가 높아질수록 고추의 생육이 억제되는 결과를 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. SPAD 값은 EC 수준이 높아질수록 증가하였고 ‘녹광’ 실생묘보다 접목묘 시험구들이 다소 높은 경향이였다. 풋고추와 피망에서는 NaCl 처리농도가 높아질수록 SPAD 값이 감소하였고(Park, 2006), 고추 접목재배에서 토양 EC의 증가에 따라 일정 수준까지는 계속 증가하나, 생육이 저조한 조건에서는 감소된다고 하였다(Chung과 Choi, 2002b). 반면 착색단고추의 경우에는 급액농도가 높아질수록 SPAD값이 증가하는 경향을 보여(Bae와 Kim, 2004) 유사한 작물간에도 그 반응에 차이가 있었다.

Table 2. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on plant growth of pepper ‘Nokgwang’ grown in the greenhouse (Fall).

Treatment		Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
Nutrient solution EC (dS/m)	Rootstock ^z	Shoot	Root	Shoot	Root
1.5	No	310	21.9	45	2.84
	No/Ka	305	27.9	47	3.27
	No/Co	289	22.7	46	2.99
	No/Ta	283	25.8	44	3.24
	Average	297	24.6	46	3.09
3.0	No	300	19.2	47	3.15
	No/Ka	287	10.1	47	2.08
	No/Co	260	18.2	44	3.29
	No/Ta	298	13.2	48	2.37
	Average	286	15.2	47	2.72
5.0	No	266	16.1	43	2.35
	No/Ka	267	20.0	42	2.64
	No/Co	254	28.4	42	3.27
	No/Ta	282	19.2	44	2.58
	Average	267	20.9	43	2.71
Nutrient solution EC (A)		*	*	*	NS
Rootstock (B)		NS	*	NS	NS
A × B		NS	NS	NS	NS

^zNo: ‘Nokgwang’ ungrafted plant (Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock

Rootstock: Ka-‘Katagurama’, Co-‘Conesian hot’, Ta-‘Tantan’

NS, *, **, **** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$.

공급양액의 EC와 대목종류가 고추 접목묘의 초기생육과 생리적 반응에 미치는 영향

재배환경이 다른 가을의 생육비교를 위해 9월에 정식하여 50일 후의 생체중과 건물중을 비교한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 지상부의 생체중은 대목 종류별로는 유의적인 차이가 없었지만, EC 수준이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 지하부 생체중은 지상부와 달리, EC 3.0dS/m에서 가장 낮았고, EC 1.5dS/m 수준에서 전반적으로 증가하는 등 일정한 경향을 보이지 않았을 뿐 아니라, 각 EC 수준별로 접목묘 간에도 경향이 없어 5월 재배시험과는 다소 다른 양상이었다. 5월 재배시험 결과와 지상부와 지하부의 경향이 다소 다르게 나타나는 것은 처리구의 수분함량 차이에 의한 것으로 판단된다. EC 수준의 변화와 그에 따른 토양, 즉 근권부위의 수분함량 관리에 따라 결과가 달라질 수 있을 것으로 추측된다.

공급양액의 EC와 대목 종류별 접목묘의 광합성 능력은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 공급 EC 수준이 높아질수록 광합성 능력이 감소하는 경향을 확인할 수 있었으며, 각 EC 처리구 내에서 실생묘와 접목묘간에는 광합성 능력 차이가 없었다. Chartzoulakis(1994)는 오이에서 염류농도가 증가할수록 기공이 폐쇄되며 광합성능력이 감소한다고 하였고, Ko(1999)는 양액농도 별로 재배한 박과작물의 광합성을 측정된 결과 양액농도가 높아질수록 광합성이 감소하였다고 보고하여 본

시험의 결과와 유사하게 나타났다. 또한 접목한 수박의 내염성 실험(Heo 등, 2003)에서도 염류 농도가 증가할수록 광합성 능력은 감소하였으며, 실생묘와 접목묘 간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 그리고, 관비재배에서 급액농도가 착색단고추의 생육에 미치는 영향을 조사한 시험(Bae와 Kim, 2004)에서 광합성 능력이 EC 2.0dS/m까지는 증가하다가 EC 3.0dS/m에서는 감소하였고, 또한 Lee 등(1998)은 쌀에서 염농도가 높아짐에 따라 광합성량이 감소한다고 하는 등 본 시험과 유사한 결과를 나타내었다.

공급양액의 EC 수준에 따른 접목묘의 무기양분 흡수를 알아보기와 식물체 분석을 한 결과(Table 3), T-N은 EC 수준이 높아질수록 증가하였고, 대목 종류별로는 통계적 유의차가 없었다. P 농도는 EC 3.0dS/m과 5.0dS/m 수준이 EC 1.5dS/m 수준보다 높은 농도를 나타내었으며, 대목 종류별로는 접목묘 간에는 유의차 없이 유사하였다. K 농도는 EC 수준별로는 차이가 없었지만, 대목 종류별 접목묘간에는 ‘녹광’ 실생묘가 접목묘들보다 높게 나타났다. 접목묘 시험구내에서는 ‘탄탄’ 시험구가 높은 농도를 나타내었다. Ca 농도는 EC 수준이 높아질수록 흡수량이 감소하는 경향이였으며, 다른 무기원소와 달리 ‘코네시안 핫’ 접목묘에서 특이하게 높은 결과를 보였다. Mg은 Ca과 유사하

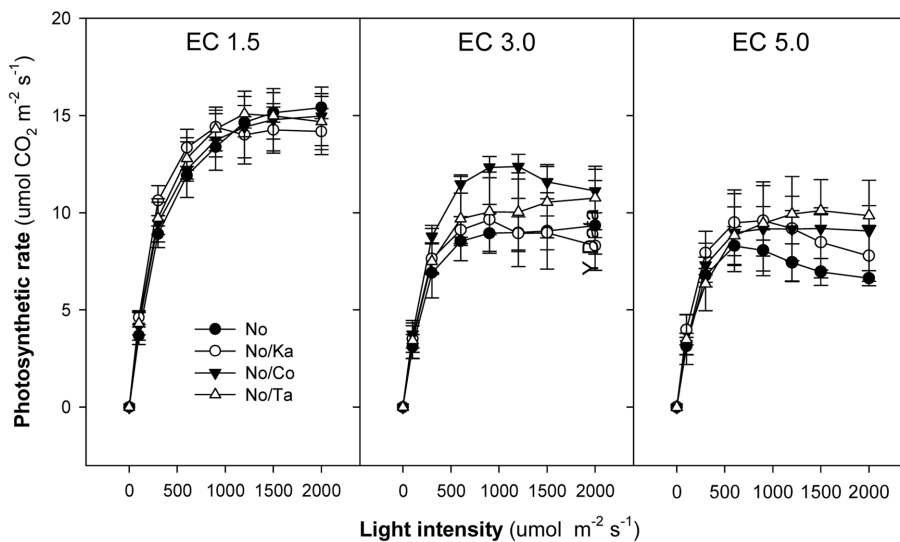


Fig. 1. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on photosynthetic rate of pepper ‘Nokgwang’ grown in the greenhouse (Spring). No: ‘Nokgwang’ ungrafted plant (Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock Rootstock: Ka-‘Katagurama’, Co-‘Conesian hot’, Ta-‘Tantan’.

Table 3. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on nutrient uptake of pepper ‘Nokgwang’ grown in the greenhouse.

Treatment		Macro nutrients				
Nutrient solution EC (dS/m)	Rootstock ^z	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
1.5	No	4.89	0.52	6.53	2.27	1.67
	No/Ka	4.59	0.47	4.12	1.89	1.77
	No/Co	3.33	0.41	4.79	2.26	1.59
	No/Ta	5.14	0.52	4.91	1.92	1.28
	Average	4.49	0.48	5.09	2.09	1.58
3.0	No	5.17	0.54	5.06	1.85	1.52
	No/Ka	5.06	0.56	4.32	1.81	1.57
	No/Co	5.18	0.52	4.62	2.11	1.63
	No/Ta	5.39	0.59	4.85	1.71	1.36
	Average	5.20	0.55	4.71	1.87	1.52
5.0	No	5.70	0.59	5.19	1.79	1.27
	No/Ka	5.56	0.52	4.66	1.62	1.45
	No/Co	5.49	0.48	4.80	1.89	1.49
	No/Ta	5.90	0.59	5.02	1.75	1.26
	Average	5.66	0.55	4.92	1.76	1.37
Nutrient solution EC (A)		**	*	NS	**	***
Rootstock (B)		NS	NS	***	**	***
A × B		NS	NS	**	NS	NS

^zNo: ‘Nokgwang’ ungrafted plant (Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock
 Rootstock: Ka-‘Katagurama’, Co-‘Conesian hot’, Ta-‘Tantan’
 NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$.

계 EC 수준이 높아질수록 흡수량이 감소하는 경향을 나타냈으며, 역시 EC 1.5dS/m 수준을 제외하면 ‘코네시안 핫’이 다른 시험구보다 높은 농도를 나타내었다.

Chung과 Choi(2002b)는 고추대목과 토양 EC에 따른 무기양분 농도를 조사한 결과, T-N 농도는 EC가 증가할수록 높아지는 경향이었으며, Ca는 EC가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다고 보고하였지만, 착색 단고추의 경우에는 급액 EC가 0.5dS/m~2.0dS/m까지 증가함에 따라 Ca를 제외한 N, P, K, Mg의 함량은 증가하였다고 하였고(Bae와 Kim, 2004), 수박 접목재 배에서는 N, P, K, Mg의 함량은 높은 급액농도에서 높게 나타났으나, Ca는 기준배액에서 3배액보다 더 높은 함량을 보였다고 보고(Heo 등, 2003) 하는 등 작물간에 다소 차이를 보였다.

9월 정식 50일 후 공급양액의 EC 수준과 대목 종류별 접목묘의 광합성 능력을 조사한 결과(Fig. 2), 대목 종류별 접목묘에서는 EC 수준이 증가할수록 감소하였으나 ‘녹광’ 실생묘는 EC 1.5dS/m와 3.0dS/m 수

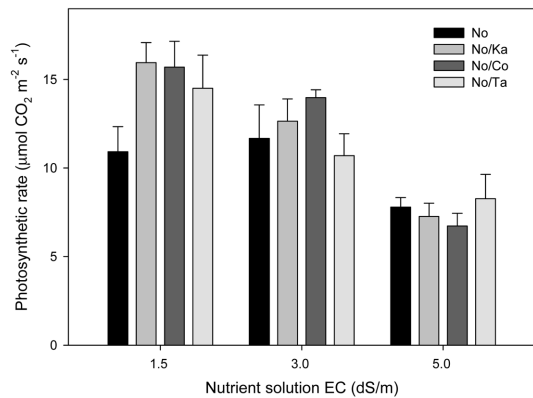


Fig. 2. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on photosynthetic rate of pepper ‘Nokgwang’ grown in the greenhouse. No: ‘Nokgwang’ ungrafted plant (Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock Rootstock: Ka-‘Katagurama’, Co-‘Conesian hot’, Ta-‘Tantan’.

준간에 차이가 없이, EC 5.0dS/m 수준에서 낮게 나타났다. 접목묘들은 같은 EC 처리구 내에서 통계적인

공급양액의 EC와 대목종류가 고추 접목묘의 초기생육과 생리적 반응에 미치는 영향

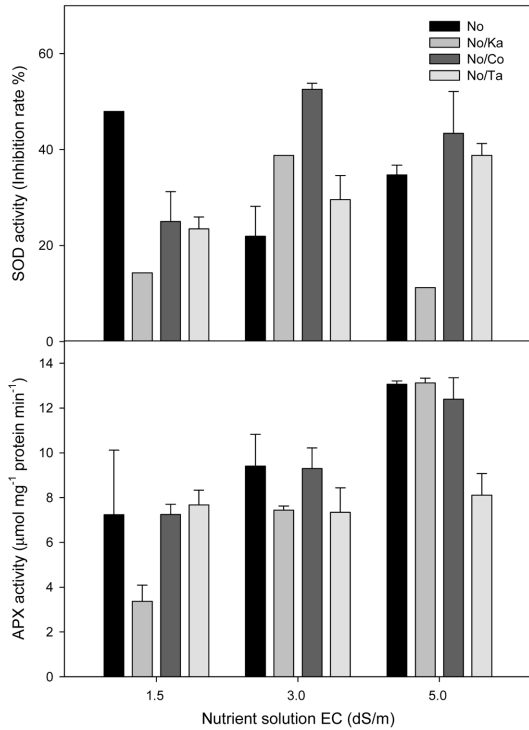


Fig. 3. Effects of nutrient solution EC and rootstock cultivars on SOD and APX activity of pepper 'Nokgwang' grown in the greenhouse. No: 'Nokgwang' ungrafted plant (Control), No/Ka, No/Co, No/Ta: scion/rootstock, Rootstock: Ka-'Katagurama', Co-'Conesian hot', Ta-'Tantan'.

유의차 없이 비슷한 결과를 보였다.

SOD 활성도(Fig. 3)는 EC 수준에 따라 일정한 경향이 나타나지 않았고, 각 접목묘내에서 '코네시안 핫'과 '탄탄' 접목묘는 EC 수준이 높을수록 활성도가 높게 나타났다. '카타구루마'는 EC 3.0dS/m에서 가장 높았고, EC 5.0dS/m에서 가장 낮은 활성도를 나타내었다. '녹광' 실생묘는 EC 1.5dS/m 수준에서 가장 높은 활성도를 나타냈으며, EC 3.0dS/m 수준에서 가장 낮은 활성도를 나타내었다. 염류에 의해 야기되는 산화적 스트레스는 식물의 항산화계의 활동에 의해 경감될 수 있는데, 이러한 항산화계는 SOD, APX, CAT, GR과 같은 항산화 효소와 ascorbate나 GSH, tocopherol 등과 같은 저분자 항산화물질들로 구성된다(Foyer 등, 1994). SOD는 금속단백질로서 ROS 중 하나인 O₂를 H₂O₂로 전환하는 과정을 촉매하는 효소이다. 토마토(Shalata와 Tal, 1988)와 야생비트(Bor 등, 2003) 등

의 내염성 품종들은 NaCl 처리 전·후의 SOD 활성이 감수성 품종들에 비해 현저하게 높은 것으로 보고되어 있다. 하지만 본 실험에서는 광합성 능력의 결과와 달리 EC 수준에 따른 차이가 일정하지 않아 높은 EC 수준에 대한 내염성이 있는 대목을 특정할 수 없었다.

APX 활성도는 EC 1.5dS/m와 3.0dS/m 처리구간에는 다소 차이가 작았으며, EC 5.0dS/m 처리에서 대부분 활성도가 높게 나타났다. '탄탄' 접목묘는 모든 EC 수준에서 유사한 활성을 보여 차이가 없었으나, 다른 시험구들은 EC 수준이 높아질수록 활성도가 높게 나타났다. APX는 SOD의 작용에 의해 생성된 H₂O₂를 물로 분해하는 작용을 촉매하는 효소이다(Asada와 Takahashi, 1987; Wang 등, 1999). 야생 토마토(Shalata와 Tal, 1998)와 무(Lopez 등, 1996)에서 NaCl 처리 전·후의 APX 활성이 내염성이 높은 품종에서 더 높은 것으로 보고되어 있다. 본 실험에서는 '탄탄' 접목묘를 제외한 접목묘와 '녹광' 실생묘의 APX 활성이 EC 5.0dS/m에서 다른 처리구보다 높게 나타나 높은 EC 농도에 따른 산화적 스트레스에 항산화계의 활동이 작용한 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 시중에서 판매되는 고추 역병저항성 대목 품종을 이용한 시설내 접목재배시 기준의 실생묘와 비교하여 공급양액의 EC 수준에 따른 고추 접목묘들의 생육과 생리적 반응을 알아보고자 하였다. 접목을 위한 대목으로 '카타구루마', '코네시안 핫', '탄탄'의 3가지 품종을 사용하였고, 대조구로 실생 품종 '녹광' 접수로 이용하였다. 공급양액의 EC 조건에 따른 접목묘와 실생묘의 생육과 생리적 반응 시험을 위해 공급 양액의 EC를 각각 1.5, 3.0, 5.0dS/m로 설정하여 비교시험을 수행하였다. 공급양액의 EC 수준에 따른 생육은 실생묘와 접목묘 모두 EC 수준이 높아질수록 억제되는 경향을 보였다. 접목묘 중 '카타구루마'가 EC 5.0dS/m에서 다른 품종들에 비해서 생육이 상대적으로 양호하였다. 단, EC 조건에 따른 생육은 재배시험 시기에 따라 다소 차이가 있었다. 무기양분의 흡수는 T-N과 P 농도는 EC 수준이 높을수록 증가하였으며, Ca과 Mg은 흡수량이 감소하였다. 광합성 능력은 실생묘는

EC 1.5와 3.0dS/m 수준간에 차이가 없으나, EC 5.0dS/m 수준에서 낮게 나타났다. 접목묘들도 EC 5.0dS/m 수준에서 광합성 능력이 낮아지는 결과를 보였다. SOD 활성도는 EC 수준에 따라 일정한 경향이 나타나지 않았으며, APX 활성도는 EC 5.0dS/m 수준에서 활성도가 높게 나타났다. 추후 더 다양한 대목들을 이용한 비교시험이 필요하며, 저온신장성과 내염성이 강한 대목 품종의 개발을 위한 연구의 필요성이 높다.

주제어 : 광합성률, 무기양분 흡수, 항산화효소 활성

인 용 문 헌

- Acton, D.F. and L.J. Gregorich. 1995. The health of our soils; Toward sustainable agriculture in Canada. Agriculture and Agri-Food. Canada.
- Asda, K. and M. Takahashi. 1987. Production and scavenging of active oxygens in chloroplasts. p. 227-287. In: Kyle, D.J., C.B. Osmond, and C.J. Arntzen (Eds.). Photoinhibition. Elsevier. Amsterdam.
- Awad, A.S., D.G. Edwards, and L.C. Campbell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. 30:123-128.
- Baligar, V.C., N.K. Fageria, and M.A. Elrashidi. 1998. Toxicity and nutrient constrains on root growth. Hort-Science 33:960-965.
- Bae, J.H. and K.H. Kim. 2004. The effect of irrigation concentration on the growth and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in fertigation. J. Bio-Env. Con. 13:167-171 (in Korean)
- Bor, M., F. Ozdemir, and I. Tukan. 2003. The effect of salt stress in lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. Plant. Sci. 164:77-84.
- Chartzoulakis, K.S. 1994. Photosynthesis, water relations, and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. Sci. Hort. 59:27-35.
- Chartzoulakis, K.S. and G. Klapaki. 2000. Effect of NaCl salinity on growth and yield of two pepper cultivars. Acta Hort. 511:143-149.
- Chung, H.D. and Y.J. Choi. 2002a. Growth response on varying soil EC and selection of salt-tolerant rootstock of tomato (*Lycopersicon spp.*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:536-544 (in Korean)
- Chung, H.D. and Y.J. Choi. 2002b. Enhancement of salt tolerance of pepper plants (*Capsicum annuum*) by grafting. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:556-564 (in Korean)
- Foyer, C.H., P. Descourvieres, and K.J. Kunert. 1994. protection of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: a proposed role in ascorbic acid metabolism. Planta. 133:21-25.
- Heo, Y.C., Y.H. Woo, D.H. Kim, J.M. Lee, and Y.H. Om. 2003. Salt tolerance of watermelon grafted onto *Citrullus* Rootstocks selected for disease resistance. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:655-660 (in Korean)
- Inden, T. 1977. Environment and cultivation in protected horticulture. Seibundo Shinkosha, Japan, pp. 295-338.
- Ko, K.D. 1999. Response of cucurbitaceous rootstock species to biological and environmental stress. Thesis for Ph D. Seoul National University (in Korean).
- Larcher, W. 1995. Physiological plant ecology (3rd ed.). Springer, Berlin.
- Lee, Y.M., J. Yun, S.H. Shin, and W.Y. Choi. 1998. Varietal difference in seedling growth and cation contents under NaCl treated rice. Kor. J. Breed. 30:104-113 (in Korean)
- Lopez, F., G. Vansuyt, F. Casse-Delbart, and P. Fourcroy. 1996. Ascorbate peroxidase activity not the mRNA level, is enhanced in salt stressed *Raphanus sativus* plants. Physiol. Plant. 97:13-20.
- Nakano, Y., K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. plant Cell Physiol. 22:867-880.
- Neumann, P.M., H. Azaizeh, and D. Leon. 1994. Hardening of root cell walls: a growth inhibitory response to salinity stress. Plant and Cell Environ. 17:303-309.
- Niu, X., R.A. Bressan, P.M. Hasegawa, and J.M. Pardo. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiol. 109:735-742.
- Ono, S. and A. Mori. 1996. Effect of chemical form of fertilizers on chemical stress. Japan. J. Soil. Sci. Plant Nutr. 67:371-376.
- Park, E.J., Y.G. Sohn, J.C. Park, and J.J. Lee. 2006. Effects of NaCl on the growth and inorganic ion contents of green pepper 'Nokwang' and bell pper 'Newace'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:1-7 (in Korean).
- Rural Development Administration (RDA). 1997. Technique of replant failure in the plastic film house soils. RDA, Suwon, Korea (in Korean).
- Shalata, A. and M. Tal. 1998. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. Physiol. Plant. 101:167-174.
- Shin, W.K. and J.C. Park. 1988. Excessive salt accumulation and salt elimination by watering in the plastic film house soils. Gyeongsang Univ. Inst. of Agr. & Life Sci. 22:209-222 (in Korean).
- Volkmar, K.M., Y. Hu, and H. Steppuhn. 1998. Physiological response of plants to salinity: A review. Can. J. Plant Sci. 78:19-27.
- Wang, J., H. Zhang, and R.D. Allen. 1999. Overexpression of an Arabidopsis peroxisomal ascorbate gene increases protection against oxidative stress. Plant Cell Physiol. 40:725-732.