

오이 접목묘의 도장억제를 위한 염 스트레스 처리 효과

문지혜* · 장윤아 · 윤형권 · 이상규 · 이지원
농촌진흥청 국립원예특작과학원

Determination of Salt Type, Salt Concentration, and Salt Application Method and Timing for Suppression of Stem Elongation in Grafted Cucumber Seedlings

Ji-Hye Moon*, Yoon-Ah Jang, Hyung-Kweon Yun, Sang-Gyu Lee, and Ji-Weon Lee
National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon, Korea

Abstract. This study aimed to examine a suppression effect of salinity on extension rate of stem elongation of cucumber seedlings (*Cucumis sativus* L.) grafted with roots of figleaf gourd plant. The effects of application methods, timings, and concentrations of two salt types, sodium chloride (NaCl) and calcium chloride (CaCl₂), were compared to untreated control plants. In result, an obvious suppression effect on the excessive elongation of stem was obtained by both sub-irrigated and medium-mixed NaCl salt. An improvement in quality of transplants was also obtained by the sub-irrigated NaCl salt. Foliar-applied NaCl caused visible leaf injury when the concentration was higher than 40 mM; but, with no effect on suppressing the stem elongation. When the NaCl was applied at 7 days after grafting, a higher concentration of NaCl was demanded for suppressing the stem elongation compared to an application at the day of grafting. No effect of the NaCl salt on the fresh weights of 36-day grown plants was observed; but, there was a negative effect on the number of female flowers at a high temperature season. Overall, the NaCl salt was more effective on slowing down the stem elongation and had the lower incidence of leaf injury than the CaCl₂ salt.

Key words : CaCl₂, diniconazole, NaCl

서 론

오이는 덩굴쪄김병과 같은 토양 전염성병의 방지, 저온신장성 및 내서성 증진, 수확기간 연장 등을 목적으로(Lee와 Oda, 2003) 접목하여 재배되고 있으며 우리나라의 오이 플러그 접목묘 이용률은 매우 높다. 플러그 모종은 적은 면적에서 균일한 묘를 대량 생산할 수 있고 관리와 운반이 간편한 반면 밀식 조건이라 도장하기 쉬운 단점이 있다. 특히, 여름 장마철과 같이 흐리고 온도와 습도가 높은 환경에서는 플러그묘는 급격한 줄기신장으로 연약하게 자라기 때문에 많은 육묘장에서 살균제로 등록된 트리아졸계 화합물을 사용하여 도장을 억제하고 있다. 그러나 트리아졸계 화합물은

식물체내 지속성이 길어서 활착 및 초기생육 지연을 야기할 수 있고 높은 농도로 처리하였을 경우 회복되지 못하는 보다 큰 문제를 발생시킬 수 있다. 또한 환경오염과 농산물 안전성에 대한 인식이 높아지면서 일부 국가에서는 화학적 생장조절제의 사용을 강력하게 규제하고 있으며 소비자들도 약제를 사용한 농산물을 기피하고 있다(Ginseppe와 Lercari, 1997). 우리나라에서도 농장부터 식탁까지 위해요소를 철저하게 관리하기 위하여 GAP(Good Agricultural Practice), 생산이력추적제(traceability) 등을 도입하고 있으며 이 제도들이 본격화 될 경우 생장조절제의 사용은 제한을 받게 될 것으로 여겨진다.

따라서, 이러한 문제점들에 대처하는 친환경적 도장 억제 기술로서 접촉자극에 의하여 에틸렌 발생을 유발하는 방법(Erwin, 1992), DIF 원리에 의한 도장방지법(Park 등, 1996; Lim 등, 1997), UV를 이용하는

*Corresponding author: jhmoon@korea.kr
Received October 8, 2010; Revised October 13, 2010;
Accepted October 20, 2010

방법(Bae 등, 1998; Ginseppe와 Lercari, 1997), 일몰 후 광을 처리하는 방법(Zhang, 2002), 해양심층수와 같이 염을 이용하는 방법(Zhang, 2002; Hong 등, 2006; Kang과 Hong, 2006), 관수·시비조절법(Kim 등, 1998; Shin, 1998) 등이 연구되어 왔다.

작물은 과도한 염분이 있는 경우 형태적, 생리학적, 대사 과정에서 복잡한 변화가 일어나는데 생육이 억제되고 줄기신장, 엽수 및 엽면적이 감소됨으로써 증산을 억제한다(Navetiyal 등, 1989). 또한 효소활성, 수분흡수 및 엽록소 합성이 저하되고 T/R율의 변화가 나타난다(Greenway, 1962; Kozlowski, 1972). USDA Salinity Laboratory는 $EC\ 4dS \cdot m^{-1}$ 이상의 토양을 염분 토양으로 정의하였으며 이는 40mM의 농도와 상응하는 것이다. 이와 같이 염 처리에 의한 뿌리의 삼투압 스트레스는 여러 가지 생리적 반응을 야기하며 공정육묘에서 도장억제 수단으로서의 가능성을 제시하고 있다. 한편, 염을 처리함에 있어서 농도, 처리기간 및 처리방법에 따라 식물체의 반응이 변화함으로(Zhang, 2002) 효과적이고 표준화된 염 처리 시스템 개발이 필요하다.

지금까지 모종의 도장억제 관련 연구는 실생묘를 중심으로 이루어졌는데 우리나라에서 오이, 수박 등 박과작물은 접목료 이용이 일반화 되어 있는 실정이다. 박과채소 작물의 대목은 보통 접수와 다른 종을 이용하기 때문에 접수와 대목의 내염성에는 상당한 차이가 있다. 접목료는 실생묘와 달리 접목과 활착이라는 추가적인 단계를 거치기 때문에 육묘기간은 상대적으로 길어지지만 도장억제를 위해 염을 처리할 수 있는 기간은 오히려 짧아지게 되어 접목료용 처리 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한, 트리아즐계 화합물을 대체하기 위해서는 육묘 기간 중 처리 횟수를 1~2회 이내로 줄여 육묘장 적용성을 증대할 필요성이 있다. 그 동안 대부분의 도장억제 관련 연구는 육묘 단계에서만 이루어졌는데 안전성을 확보하기 위해서는 물질처리가 정식 후 생육과 수량에 어떤 영향을 미치는지에 대한 검토가 필요하다. 따라서 본 연구는 공정육묘의 농약 사용을 대체할 도장억제 및 건조 육성 기술 개발을 목적으로 염의 종류, 농도 및 처리방법과 처리시기에 따른 고온기 오이 접목료의 도장억제에 대한 생육반응과 정식 후 안전성을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 수원 소재 국립원예특작과학원의 유리온실에서 육묘할 때 도장이 잘 되는 시기인 2005년 5월~9월에 걸쳐 수행되었다. 오이는 조은백다다기 품종을, 대목은 흑종호박을 사용하였다. 오이를 대목보다 2일 먼저 과중하였으며 오이의 본엽이 동전크기가 되었을 때 단근편엽합점으로 접목하여 50공 플러그 트레이에서 육묘하였다. 염의 도장억제 효과를 구명하기 위하여 염화나트륨(NaCl, 천일염)과 염화칼슘($CaCl_2$)을 이용하였다. 이들은 염 용액의 두상관수와 저면관수 방법 또는 염의 상토 혼입 방법으로 처리하였다. 두상관수는 처리용액이 잎에 충분히 묻도록 하였으며 저면관수는 플러그 트레이를 처리용액에 10분 정도 담그어 상토가 표면까지 젖도록 하였다. 상토 혼입 처리는 염 입자가 상토와 고르게 섞이도록 한 후 플러그 트레이에 담아 사용하였다. 대조구로서 모종의 도장억제를 위하여 사용되고 있는 diniconazole을 시험 시기에 따라 0.16mM 또는 0.32mM로 농도를 조절하여 접목 12일 후에 처리하여 무처리구와 함께 비교하였다.

1. 염화나트륨 처리

오이 접목료의 도장억제 효과를 살펴보기 위하여 염화나트륨의 두상관수 처리를 하였다. 농도는 NaCl 용액 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60mM과 같은 7 수준으로 하여 접목 후 12일에 처리하고 처리 후 11일에 생육조사를 하였다. 염화나트륨 저면관수 처리는 시기와 농도를 달리하였는데 접목 시에 NaCl 용액 0, 30, 50, 70mM 농도처리, 또는 접목 후 7일에 0, 70, 140, 210mM 농도처리를 하고 접목 후 19일에 생육조사를 하였다. 이 실험의 결과에 따라, 처리시기는 접목시로 고정하였으며 염화나트륨의 상토 혼입 방법을 추가하여 농가에서 구하기 쉬운 천일염(NaCl 88%)과 NaCl을 이용하여 비교 실험을 하였다. 저면관수 처리 농도는 NaCl과 천일염 용액 각 60mM로 하였으며 상토혼입 처리는 상토 11당 성분량에 따라 NaCl 5g 또는 천일염 5.6g을 각각 섞어 이용하였다. 시간이 경과함에 따른 배지의 EC(Electrical Conductivity)를 조사하였고 접목 후 21일에 생육조사를 하였다. 염 처리된 모종의 정식 후 생육특성을 보기 위하여 접목 21일된 모종을 7월 21일에 정식하였으며 정식 후 36일

오이 접목묘의 도장억제를 위한 염 스트레스 처리 효과

에 생육조사를 하였다.

2. 염화칼슘 처리

염화칼슘(CaCl₂) 처리는 저면관수 또는 두상관수 방법을 이용하였다. 염화칼슘 60mM 용액을 오이 모종 접목 시에 1회 저면관수 하거나 45mM 용액을 접목 7일 후부터 4일 간격 또는 2일 간격으로 두상관수 하였다. 생육조사는 접목 후 21일에 하였다.

3. 생육조사

생육특성은 초장, 경경, 엽수, 엽면적, 엽록소와 생체중(지상부, 지하부)을 측정하였다. 엽면적 측정에는 엽면적 측정기(LI-3100, LI-COR)를 이용하였다. 엽록소는 휴대용 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)로, 성장점에서 3~4번째 아래에 위치한 완전히 전개된 잎의 specific color difference sensor value(SCDSV)를 측정하였다. 측정치는 한 잎에서 3번 반복하여 측정값의 평균치로 하였다.

4. 통계분석

생육조사는 반복당 3주를 취하여 측정하고 3반복으로 하였으며 통계처리(분산분석(ANOVA) 및 Duncan's multiple range test)는 SAS(SAS, 2005)를 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

고온기에 NaCl의 모종 도장 억제 효과를 알아보고

자 오이 접목묘가 활착된 접목 후 12일에 NaCl 용액을 농도별로 두상관수 처리하였다. NaCl 농도 40mM 이상부터는 잎 가장자리가 누렇게 변하고 낙하산 모양으로 말리는 증상이 나타났고 엽록소 함량도 감소되었으며 농도가 높아지면서 이러한 증상은 심화되었다. 그러나, 두상관수 처리로는 NaCl 농도를 60mM까지 증가시켜도 초장이 감소하는 효과를 얻을 수는 없었다(Table 1). 반면, diniconazole 0.16mM을 처리한 구에서는 1회 처리로도 처리 후 23일에 NaCl 0mM 대비 초장이 78% 정도로 감소하였다. Zhang(2003)과 Hong 등(2006)은 NaCl 용액의 두상관수가 도장억제에 효과적이라고 하였는데 육묘기간 중 매일 또는 2일 단위로 처리하였다. Zhang(2003)은 토마토와 고추의 NaCl 처리에서 초장은 34mM, 51mM 농도에서 왜화효과를 나타냈으나 51mM 처리에서는 토마토와 고추 모두 하엽의 황화현상이 나타났으며 또한 심한 생육억제 현상이 났다고 하였다. Hong 등(2006)이 두상관수에 사용한 NaCl 농도는 10, 21, 31mM로 오이와 토마토에 왜화효과를 나타낸다고 하였다. 따라서, 두상관수 방법으로 안전하게 줄기신장을 감소시키기 위해선 NaCl 용액을 40mM 이하의 농도로 하여 1일~2일 간격으로 두상관수 처리를 해야 하는데 파종에서 농가 출하 전 단계까지 여러 생육단계의 모종을 연중 관리하고 있는 육묘장에서 두상관수 방법을 적용하기에는 한계가 있을 것으로 사료된다.

이번에는, NaCl 용액의 저면관수 효과를 살펴보기 위하여 NaCl 용액의 처리 시기와 농도에 따른 접목 19일 후 생육 반응을 조사하였다(Table 2).

Table 1. Response of seedling growth measured 11 days after treatment to foliar-applied NaCl salt at 12 days after grafting with various concentrations.

Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll (SCDSV)	Fresh wt (g/plant)	
						Shoot	Root
0 mM NaCl	9.4ab	3.9b	3.0a ^a	77.5abc	40.5a	4.3	0.79a
10 mM NaCl	9.9ab	4.2a	3.0a	82.7a	31.0bc	4.7	0.72ab
20 mM NaCl	10.7a	4.0a	3.0a	81.0ab	30.3bc	4.3a	0.73ab
30 mM NaCl	9.6ab	3.8b	3.0a	88.7a	30.4bc	3.8ab	0.43c
40 mM NaCl	9.3ab	3.8b	3.0a	68.8bc	31.8bc	3.9ab	0.53bc
50 mM NaCl	10.1ab	3.9ab	3.0a	66.4c	33.9b	4.1a	0.56abc
60 mM NaCl	8.4bc	3.5c	3.0a	49.3d	29.0c	3.1b	0.40c
0.16 mM Diniconazole	7.3c	3.0c	3.2a	41.6d	43.5a	3.1	0.43c

^aValues represent the mean of 3 replicates. Means in each column at various NaCl levels, followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

Table 2. Response of seedling growth and chlorophyll content measured 19 days after grafting to sub-irrigated NaCl salt with various timings and concentrations or foliar-applied diniconazole at 12 days after grafting.

Treatment		Height (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll (SCDSV)	Fresh wt. (g/plant)	
Timing (Days after grafting)	Concentration					Shoot	Root
0	0 mM NaCl	20 ± 1	3.9 ± 0.3	107 ± 19	29 ± 2	3.4 ± 0.5	0.34 ± 0.08
	30 mM NaCl	19 ± 2	4.0 ± 0.5	104 ± 20	25 ± 2	3.2 ± 0.6	0.34 ± 0.11
	50 mM NaCl	20 ± 2	4.1 ± 0.3	135 ± 12	26 ± 2	4.2 ± 0.6	0.40 ± 0.11
	70 mM NaCl	15 ± 2	4.0 ± 0.5	114 ± 19	24 ± 2	3.8 ± 0.6	0.41 ± 0.12
7	0 mM NaCl	25 ± 1	5.1 ± 0.6	137 ± 14	26 ± 2	4.2 ± 0.4	0.43 ± 0.12
	70 mM NaCl	26 ± 2	5.0 ± 0.7	142 ± 21	24 ± 2	4.6 ± 0.5	0.32 ± 0.13
	140 mM NaCl	21 ± 1	4.4 ± 0.5	121 ± 15	26 ± 3	3.9 ± 0.4	0.48 ± 0.07
	210 mM NaCl	16 ± 1	4.1 ± 0.3	100 ± 17	26 ± 2	3.0 ± 0.6	0.30 ± 0.09
12	0.32 mM Diniconazole	15 ± 2	3.9 ± 0.6	97 ± 16	29 ± 2	3.4 ± 0.6	0.30 ± 0.11

접목할 때 NaCl 용액을 저면관수 처리한 경우는 30mM과 50mM에선 0mM 처리구와 초장의 차이가 없었다. 하지만, 70mM에서는 diniconazole 0.32mM 과 대등하게 도장을 억제시키는 효과를 보였다. 하지만, NaCl 농도가 높아짐에 따라 엽록소 함량이 감소하는 경향을 보였다. 고농도의 NaCl 첨가에 따른 엽록소 함량 감소는 Kaya 등(2002)에 의해서도 발표되었으며 염 스트레스 조건에서 엽록소 함량의 감소는 잎의 노화를 유발하는 주요 인자 가운데 하나로 간주되고 있다(Chen 등, 1991).

접목 7일 후에 물(NaCl 0mM)을 저면관수한 처리에서는 초장이 24.8cm로 저면관수 하지 않은 처리구(접목시, NaCl 0mM)보다 무려 5cm 정도 신장되는 결과가 나타났다. 이는 한번의 물 관리가 생육 조절에 미치는 영향이 얼마나 큰지를 보여주는 데이터로서 육묘 중 물 관리의 중요성을 나타내고 있다. 접목 7일 후 처리할 경우에는 NaCl 70mM 농도에서는 도장억제 효과가 없었고 140mM에서는 초장이 감소하였으나 충분한 관수로 인한 신장을 억제하는 정도였다. 210mM의 높은 농도가 되어서야 diniconazole 처리에 준하는 도장억제 효과가 나타났다.

식물이 염 스트레스에 반응하는 정도는 생육 단계에 따라 달라지는데 이에 대한 연구는 고추(Chartzoulakis와 Klapaki, 2000), 가지(Chartzoulakis와 Loupassaki, 1997), 토마토(Dumroff와 Copper, 1974)에 대해 보고되었다. 어린 모종과 개화기의 식물은 성숙 단계보다 염 스트레스에 더 민감하게 반응한다(Lutts 등, 1995). 본 연구에서도 모종이 어릴수록 염 농도에 민감하게

반응하는 것으로 나타났다. 따라서 육묘기간이 짧고 환경에 민감하게 반응하는 오이 접목묘에 있어서는 처리 시기를 앞당기는 것이 도장억제에도 효과적이었고 처리 방법도 간편하였으며 처리 비용도 절감되는 것으로 나타났다.

다음은 위의 결과에 따라 처리시기는 접목 시로 하고 NaCl 또는 천일염 용액을 저면관수한 처리와 NaCl과 천일염을 직접 상토에 혼합한 처리를 비교하였다.

상토의 EC 변화를 보면(Fig. 1), 염 처리 후 7일까지는 EC가 꽤 높았다. 처리방법에 따라 변화가 있었는데 저면관수 처리에서는 EC가 NaCl 4.4dS·m⁻¹, 천일염 3.6dS·m⁻¹으로 유사하였으나 혼합한 처리구에서는 NaCl 6.7dS·m⁻¹, 천일염 1.8dS·m⁻¹로 차이가

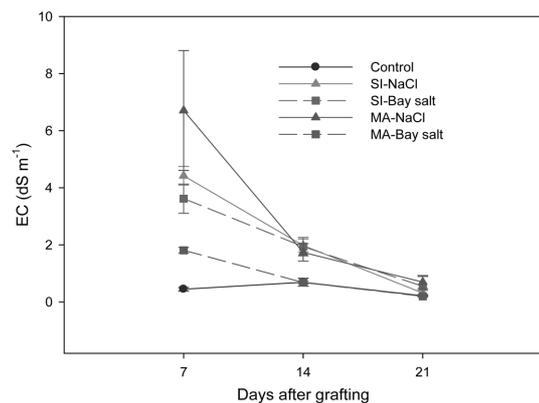


Fig. 1. Change of EC in growing media supplied either with NaCl or bay salt by two application methods. SI indicates sub-irrigated. MA indicates medium-mixed. Bars represent the mean of EC for 3 replicates ± standard error.

오이 접목묘의 도장억제를 위한 염 스트레스 처리 효과

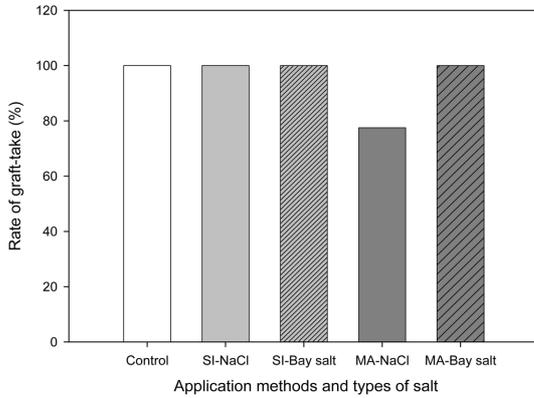


Fig. 2. Response of the rate of graft-take (%) to the two salt treatments, NaCl and bay salt, with two application methods. SI indicates sub-irrigated. MA indicates medium-mixed. Bars represent the mean of graft-take rates for 3 replicates \pm standard error.

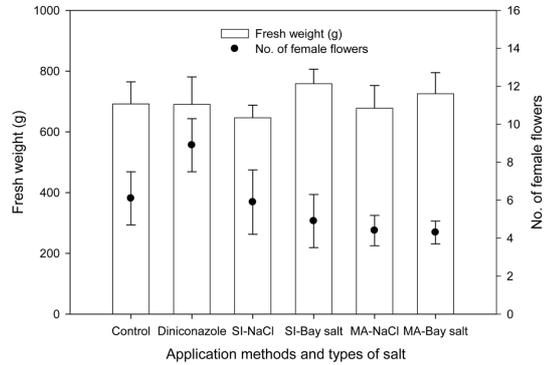


Fig. 3. Response of fresh weight and the number of female flowers in plants grown for 36 days after transplanting to the two salt treatments, NaCl and bay salt, with two application methods. SI indicates sub-irrigated. MA indicates medium-mixed. Bars represent the mean of fresh weights for 3 replicates \pm standard error.

켰을 뿐만 아니라 오차 범위 또한 컸다. 염 처리 후 시간이 경과할수록 EC는 점점 낮아져서 처리 후 14 일에는 $2.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이하로 감소하였으며 21일에는 $0.2\sim 0.7\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 범위로 염 처리구나 무처리구 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 활착률은 NaCl과 천일염을 저면관수한 처리, 천일염을 상토에 혼합한 처리에서는 100% 였다. 하지만, EC가 높았던 NaCl 상토혼입 처리구에서는 활착률이 77.5%로 현저히 낮아졌으며(Fig. 2) 초장은 diniconazole 처리 수준으로 억제되었다.

전반적으로 염 처리에 의하여 초장은 짧아졌고 경경은 굵어지는 생육반응을 보였다(Table 3). 한편, 초장은 감소하였음에도 지상부 생체중은 오히려 증가하는

현상을 보였는데 염 처리구에서 지상부 생체중이 오히려 증가한 것은 잎이 두꺼워지고 경경이 굵어지는 효과에 의한 것으로 생각된다. 작물은 염 스트레스에 의해 단위 엽면적당 기공 수를 감소시키며, 잎의 두께를 증가시키고 잎의 표피를 두껍게 하고 표피에 납질층을 축적시켜 증산량을 억제한다(Winter와 Gademann, 1991).

이상의 결과와 같이 EC 변화와 활착률 면에서, 염을 상토에 직접 혼합하는 방법보다는 염 용액을 저면관수하는 처리에서 보다 안정적인 결과를 얻을 수 있었다.

염 처리가 모종의 정식 후 생육에 미치는 영향을

Table 3. Response of seedling growth and chlorophyll content measured 21 days after grafting to sub-irrigated and medium-mixed NaCl and bay salt at the day of grafting or foliar-applied diniconazole at 12 days after grafting.

Treatment		Con.	Height (cm)	Diameter (mm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll (SCDSV)	Fresh wt. (g/plant)	
Method	Salt							Shoot	Root
Sub-irrigation	NaCl/Bay salt	0 mM	26 \pm 2	3.3 \pm 0.2	5.0 \pm 0.0	146 \pm 10	31 \pm 2	5.1 \pm 0.5	0.52 \pm 0.09
Sub-irrigation	NaCl	60 mM	22 \pm 1	4.0 \pm 0.4	4.8 \pm 0.4	154 \pm 16	33 \pm 3	6.0 \pm 0.6	0.73 \pm 0.18
	Bay salt	60 mM	21 \pm 2	3.9 \pm 0.2	4.3 \pm 0.5	147 \pm 12	30 \pm 3	5.6 \pm 0.3	0.60 \pm 0.15
Medium mixing	NaCl	5.0 g/l	17 \pm 2	3.8 \pm 0.3	3.8 \pm 0.4	118 \pm 19	31 \pm 3	4.4 \pm 0.5	0.50 \pm 0.14
	Bay salt	5.6 g/l	23 \pm 1	3.7 \pm 0.6	4.4 \pm 0.5	148 \pm 6	33 \pm 4	5.5 \pm 0.3	0.60 \pm 0.13
Foliar-application	Diniconazole	0.32 mM	17 \pm 2	3.2 \pm 0.3	4.6 \pm 0.5	105 \pm 14	41 \pm 3	4.1 \pm 0.3	0.56 \pm 0.14

보기 위하여 정식 후 36일에 생육조사를 하였다. 염 처리에 의하여 생체중은 감소하지 않았으나 암꽃 수는 약간 감소하는 경향을 보였다. Chung 등(2001)도 토양의 EC가 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 $3.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 까지 높아질수록 오이의 제1번 암꽃 개화소요 일수가 늘어났고 암꽃 착생절위도 높아졌다고 하였다. 단자엽식물은 높은 EC에서 생식조직의 발달촉진(Grieve 등, 1994) 또는 개화기의 단축(Romero와 Maranon, 1994)이 된다고 하였으나 오이에서는 오히려 암꽃의 착생 및 개화가 늦어졌다. 따라서, 접목 시에 염화나트륨을 저면관수 처리하는 것은 도장억제에 효과적이거나 암꽃이 감소하는 위험이 있어 주의가 필요하다고 할 수 있다.

Zhang(2002)은 토마토와 고추에 대한 NaCl 처리에서 토마토는 25일째, 고추는 35일째 처리한 것이 줄기신장 억제와 묘 소질에도 우수하며 저면관수 처리가 두상관수 처리에 비해 더 효과적이라고 하였다. 오이의 경우는 토마토나 고추보다 염 스트레스에 약한 것으로 보이며 육묘기간이 상대적으로 짧아 처리 시기도 매우 앞당겨져야 효과가 있었다.

다음은 염화칼슘 처리 방법 및 농도에 따른 접목 후 21일 생육이다(Table 4). 저면관수 60mM 처리는 대조구와 초장에 차이가 없었고 두상관수 45mM 처리는 4일 또는 2일 간격으로 처리하였을 때 초장이 감소하였다. 그러나 잎에 노란 반점이 생기고 성장점 부위의 잎이 오글거리는 증상이 나타나 왜화용으로 사용하기에는 적합하지 않았다. 칼슘은 염분 스트레스를 완화시키기 위해(Abdulaziz와 Al-Harbi, 1995), 또는 저

온, 저광도 스트레스를 완화시키기 위한 목적(Liang 등, 2009) 등 스트레스 완화 유도를 목적으로 처리하는 연구들이 수행되어 왔다. 하지만, 염분 스트레스에 의한 도장억제를 유도하기 위해서는 기존 보고에서 사용되었던 농도보다 높은 농도가 요구되었고 이는 식물체에 과잉피해 증상을 나타내는 것으로 나타났다.

적 요

본 연구는 염화나트륨과 염화칼슘 처리가 오이 (*Cucumis sativus* L.) 접목묘의 도장억제에 미치는 영향을 살펴보고자 수행되었다. 오이 접목 후 염류의 처리 방법, 처리 시기 및 처리 농도를 diniconazole 처리구 및 무처리구와 비교하였다. NaCl을 저면관수나 상토에 혼입하여 처리한 경우 과도한 줄기신장이 억제되는 효과가 있었으며 묘의 충실도 또한 증가되었다. 하지만, 염화나트륨을 두상관수 처리할 경우에는 40mM 이상 농도부터 잎에 피해 증상을 나타낸 반면 도장억제 효과는 거의 없었다. 염화나트륨 처리시기를 접목 7일 후로 할 경우 접목 시에 처리하는 것 보다 도장 억제를 위해 더 높은 농도의 염화나트륨을 필요로 하였다. NaCl 처리 접목묘종의 생육을 정식 후 36일에 조사한 결과, 대조구 대비 생체중의 변화는 없었으나 고온기 암꽃 수가 감소하는 경향을 보여 위험 부담이 따랐다. 전체적으로, 염화나트륨이 염화칼슘 처리보다 줄기 신장 억제에 더 효과적이었으며 잎에 나타나는 피해 증상도 적었다.

Table 4. Response of seedling growth and chlorophyll content measured at 21 days after grafting to sub-irrigated and overhead-irrigated CaCl_2 salt at various timings and concentrations or foliar-applied diniconazole.

Treatment		Height (cm)	Diameter (mm)	No. of leaves	Leaf area (cm^2)	Chlorophyll (SCDSV)	Fresh wt. (g/plant)	
Method	Timing/Con.						Shoot	Root
Sub-irrigation	Day of grafting/ 0 mM	26 ± 2	3.3 ± 0.2	5.0 ± 0.0	146 ± 10	31 ± 2	5.1 ± 0.5	0.52 ± 0.09
Sub-irrigation	Day of grafting/ 60 mM	24 ± 2	3.9 ± 0.4	4.3 ± 0.5	146 ± 17	29 ± 2	5.7 ± 0.5	0.60 ± 0.16
Overhead irrigation	Every 4 days after rooting/45 mM	21 ± 2	4.1 ± 0.4	4.4 ± 0.5	122 ± 10	30 ± 2	4.6 ± 0.2	0.54 ± 0.09
	Every 2 days after rooting/45 mM	21 ± 1	3.9 ± 0.4	4.7 ± 0.5	130 ± 13	31 ± 1	4.7 ± 0.4	0.54 ± 0.17
Foliar application	12 days after grafting/ Diniconazole 0.32 mM	17 ± 2	3.2 ± 0.3	4.6 ± 0.5	105 ± 14	41 ± 3	4.1 ± 0.3	0.56 ± 0.14

주제어 : CaCl₂, diniconazole, NaCl

인 용 문 헌

1. Abdulaziz R. and Al-Harbi. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. *J. Plant Nutrition*. 18(7):1403-1416.
2. Bae, E.J., K. Inamoto, M. Doi, and H. Imanishi. 1998. Retardation of hypocotyls elongation of ornamental and vegetable seedling by ultraviolet radiation. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:945-950.
3. Chartzoulakis, K and G. Klapaki. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hort.* 86:247-260.
4. Chartzoulakis, K and M. Loupassaki. 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange, and yield of greenhouse eggplant. *Agric. Water Management* 32:215-225.
5. Chen, C.T., C.C. Li, and C.H. Kao. 1991. Senescence of rice leaves. XXXI. Changes of chlorophyll, protein and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. *J. Plant Growth Regl.* 10:201-205.
6. Chung, H.D., I.S. Jang, and Y.J. Choi. 2001. Effects of soil EC on seed germination, Seedling growth, initiation of female flower and fruit growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 19:495-500.
7. Dumbroff, E.B. and A. Cooper. 1974. Effects of salt stress applied in balanced nutrient solutions at several stages during growth of tomato. *Bot. Gaz.* 135:219-224.
8. Erwin, J.E. 1992. Building a better plug. *Grower-Talks*. October: 91-97.
9. Ginseppe, D.C. and B. Lercari. 1997. Use of UV radiation for control of height and conditioning of tomato transplant. *Sci. Hort.* 71:27-34.
10. Greenway, H. 1962. Plant response to saline substrates. I. Growth and ion uptake of several varieties of *Hordeum* during and after sodium chloride treatment. *Aust. J. Biol. Sci.* 15:16-38.
11. Grieve, C.M., L.E. Francois, and E.V. Mass. 1994. Salinity effects the timing of phasic development in spring wheat. *Crop Sci.* 34:154-15449.
12. Hong, S.Y., B.S. Yoon, and W.H. Kang. 2006. Effects of irrigation methods of deep sea water on the growth of plug seedlings. *J. of Bio-Environment Control*. 15(2):156-161.
13. Kang, W.H. and S.Y. Hong. 2006. Effects of deep sea water treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings. *Kor. J. Organic Agri.* 14:85-95.
14. Kaya, C., D. Higgs, and E. Sakar. 2002. Response of two leafy vegetables grown at high salinity to supplementary potassium and phosphorus during different growth stages. *J. Plant Nutrition* 25:2663-2676.
15. Kim, S.E., J.K. Lee, and C.K. Kang. 1998. Effect of seed treatment with triazole chemicals on emergence, seedling growth, and adventitious rooting of gourd. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:140-144.
16. Kozlowski, T.T. 1972. Water deficits and plant growth. Vol. III. Academic Press, New York.
17. Lee, J.M. and M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crop. *Hort. Rev.* 28:61-116.
18. Liang, W.J., M.L. Wang, and X. Ai. 2009. The role of calcium in regulating photosynthesis and related physiological indexes of cucumber seedlings under low light intensity and suboptimal temperature stress. *Scientia Horticulturae* 123(1): 34-38.
19. Lim, K.B., K.C. Son, J.D. Chung, and J.K. Kim. 1997. Influences of difference between day and night temperature (DIF) on growth and development of bell pepper plants before and after transplanting. *J. Biol. Fac. Environ.* 6:15-25.
20. Lutts, S., J.M. Kinet, and J. Bouharmont. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. *J. Expt. Bot.* 46:1843-1852.
21. Navetiyal, R.C., V. Ravindra, and Y.C. Joshi. 1989. Germination and early seedling growth of some groundnut (*Arachis hypogea* L.) cultivars under salt stress. *Indian J. Plant Physiol.* 32:251-253.
22. Park, H.Y., K.C. Son, E.G. Gu, K.B. Lim, and B.H. Kim. 1996. Effect of different day and night temperature regimes on the growth of hot pepper plug seedlings. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:617-621.
23. Romero, J.M. and T. Maranon. 1994. Long-term response of *Melilotus segitalis* to salinity. 1. Growth and partitioning. *Plant, cell Environ.* 17:1243-1248.
24. Shin, K.H. 1998. Effect of irrigation method on the quality and growth of vegetable plug seedlings. *RDA Hort. Sci.* 40(2):148-153.
25. Winter, K. and R. Gsdemann. 1991. Daily change in CO₂ and water vapor exchange, chlorophyll fluorescence and leaf water relations in the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* during the induction of Crassulacean acid metabolism in response to high NaCl salinity. *Plant Physiol.* 95:768-776.
26. Zhang, C.H. 2002. Effect of end-of-day light and triazole-type growth regulator treatment on the inhibition of overgrowth of plug seedlings. MS Thesis. Gangwon Natl. Univ., Chooncheon.