

염류축적 토양에서 몇 가지 채소의 토양 염류 제염 효과

김일섭 · 강호민*
강원대학교 원예학과

Desalinized Effect of Some Vegetable Crops in Salinized Soil

Il Seop Kim and Ho-Min Kang*

Dept. of Horticulture, Kangwon Nat. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the desalinizing effect of some vegetable crops (beet, crown daisy, kale, lettuce, spinach, sweet corn, and tomato) in salinized soil. The soil was treated with highly concentrated nutrient solutions and the growth of these crops was compared and soil salinity was monitored. The plant height of lettuce and crown daisy inhibited severely in with EC 5 dS·m⁻¹ salinized soil. Soil EC level was the lowest in soil where tomato was cultivated followed by corn and kale. The residual level of NO₃ was higher in soils used for cultivation of corn, tomato, and kale, that of K was higher in soils used for cultivation of corn, tomato, and beet, and That of P₂O₅ was higher in soils used for cultivation of corn and tomato. Although the desalinizing effect was greatest by tomato and corn after 60 days of cultivation. Quality of the these crops was low and the cultivation periods of these crops overlapped with that of the main crops. Kale, on the other hand showed less growth inhibition in salinized soil, greatest desalinating effect based on fresh weight. In addition this crop only needs 30 days of cultivation period. Therefore, kale was most efficient crop in desalinizing considering crop quality, a short cultivation period, and nonoverlapping cultivation time with the main crops.

Key words : beet, crown daisy, EC, kale, lettuce, spinach, sweet corn, tomato

*Corresponding author

서 언

우리나라에서 1996년 전후로 비고정식 시설보다 재배면적이 많아진 고정식 시설에서 연작으로 인한 염류 집적이 나타났는데(MAF, 2005), 이런 염류집적은 작물생육을 저해하고 병해충 발생을 촉진시킨다(Lee 등, 2002). 이러한 염류집적 토양에서는 토양 용액의 삼투 퍼텐셜이 낮아져 뿌리와의 삼투 퍼텐셜 차가 커져 식물체의 수분흡수가 나빠지고, 증산량보다 흡수량이 작아 수분 부족이 발생하기 쉽다(Kamoda, 1973). 따라서 염류 농도가 높은 토양에서는 식물체의 생육이 부진하며 특히 우리나라 시설원예에 큰 비중을 차지하는 과채류의 경우 과실 비대 이상이 발생한다(Shin, 1988). 이러한 토양 염류 집적에 의한 작물의 생육과 품질변화에 대해 국내에서도 참외(Park 등, 2003), 토마토(Rhee 등, 2002), 나팔 백합(Choi와 Lee, 1995)

등을 재료로 수행되었다. 염류의 피해는 유기물 시비, 담수, 객토 등으로 경감할 수 있으며 흠비작물에 의한 제염도 해결 방안의 하나이다. 그러나 흠비작물의 경우 경제성이 없는 경우가 많아 실제 농가에서 이용되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 두가지 수준의 염류 집적 토양에서 몇 가지 채소작물의 생육 양상과 재배 후 각 염류토양에서의 염류함량을 조사함으로써 채소 작물별 제염 정도를 비교하여 제염작물로의 이용 가능성을 타진하며, 앞으로 전작을 통한 제염처리를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

강원대학교 원예학과 실험포장 토양을 채취하여 원예용 복합비료(11:10:10)를 질소 기준 50kg/10a수준으로 시비한 토양을 대조구(EC는 1.5dS·m⁻¹)로 하였다.

염류집적 토양은 고농도의 토마토 원시 배양액(Park과 Kim, 1998)을 이용하여 5년 이상 연작지 토양에서 흔히 볼 수 있는 수준인 EC 5($EC\ 5\ dS\ m^{-1}$)로 조정하였다. 7가지 작물의 종자를 육묘용 배지(홍농바이오상토1호)가 충전된 플러그 트레이에 파종하였다. 비트(제일비트, 제일종묘), 무(백광무, 홍농종묘)는 자엽 출현 직후까지, 썩갯(중엽썩갯, 농우바이오), 상추(적치마상추, 중앙종묘), 케일(건강, 제일종묘), 시금치(무궁화, 홍농종묘), 단옥수수(골든크로스밴텀70, 농우바이오)는 본엽 출현시기까지, 그리고 토마토(서광, 홍농종묘)는 1화방이 개화할 때까지 육묘하였다. 일정한 크기까지 자란 비트, 상추, 케일, 시금치, 썩갯은 조제된 토양이 담겨 있는 $59\text{cm} \times 18\text{cm} \times 14\text{cm}$ 크기의 직사각형 화분에, 그리고 단옥수수와 토마토는 $65\text{cm} \times 20\text{cm} \times 16\text{cm}$ 크기의 용기에 정식하였다. 관수시 염의 용출을 막기 위해 플라스틱 필름으로 막혀 있는 상자 안에 용기를 넣어 재배하였다. 또한 재배기간 30일 이후에는 매관수시 1/2배 토마토 배양액을 공급하였다.

토양내 EC는 1:5 H_2O 법에 의해 측정하였다(NIAST, 2000). 그밖에 토양 중 NO_3 , K, P_2O_4 의 함량을 RQflex test kits(Reflectoquant Analysis System, Merck, Germany)을 이용하여 측정하였다(EMD Chemicals, 2005). 염류토양에서 작물별 생육양상을 알아보기 위해 초장을 조사하여 대조구 작물의 생육에 대한 백분률로 계산하여 대조구와 $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 에서의 생육정도를 표시하였다. 모든 시험구는 3반복으로 임의 배치하였고, 통계처리는 Excel(Microsoft 2002 program)을 이용하여 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

염류집적 토양에서 생육억제 정도는 각 작물 대조구의 초장에 대한 $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 의 초장을 백분률로 환산하여 나타내었다. 그 결과 내염성 작물로 알려진 케일, 토마토, 단옥수수는 생육억제가 없었으나 내염성이 중간 이하인 상추와 썩갯은 높은 생육억제효과를 보였는데, 특히 상추의 경우 $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 에서 40%이상의 생육억제를 나타내어 본 실험에 사용한 작물 중 염류에 대한 저항성이 가장 낮은 것으로 나타났다(Fig. 1).

염류에 의해 초장 생육저하가 컸던 상추와 썩갯은 내염성이 보통 이하인 작물로 알려져 있는데, Mass

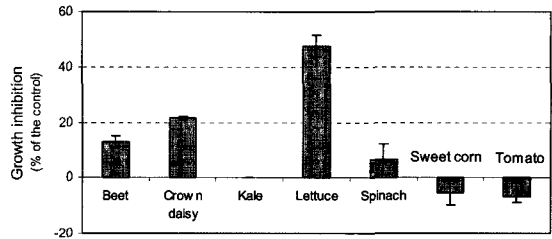


Fig. 1. Influence of saline soils ($EC\ 5\ dS\ m^{-1}$) on growth inhibition (%) in plant height in beet, garland chrysanthemum, lettuce, kale, spinach, sweet corn, and tomato grown. The growth inhibition rate was expressed as the % of reduction as compared to control treatment ($EC\ 5\ dS\ m^{-1}$). The vertical bars represent SD ($n=3$).

(1990)의 보고에서도 상추는 $1.3\ dS\ m^{-1}$ 이상에서 생육저하가 나타났다고 하였다. 본 연구에서 수량감소를 기준으로 판단한 작물별 내염성은 비트, 시금치, 토마토, 브로콜리(케일), 단옥수수, 상추 순이었으며 Lee 등 (2002)도 유사한 보고를 한 바 있다. 썩갯은 상추보다 내염성이 다소 강한 것으로 알려져 있다. 토마토의 경우 $EC\ 4\ dS\ m^{-1}$ 에서 10%, $EC\ 6\ dS\ m^{-1}$ 에서 25% 수량이 감소하는 것으로 보고되었다(Lee 등, 2002).

토양내 염류 잔존율은 대조구의 경우 모두 100%미만으로 작물이 생육하면서 염류를 흡수하였기 때문이라 판단되었고 $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 토양에서는 7가지 작물 모두 대조구보다 높은 수준이었으나 상추를 제외하고는 재배 후 감소한 경향이었다(Fig. 2A). 특히 케일, 단옥수수, 토마토는 50%수준으로 줄어 들었다. 질산염도 EC와 비슷한 경향 보였는데, $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 토양의 경우 시금치, 썩갯, 시금치의 제염효과가 가장 낮았다. 이에 비해 비트, 단옥수수, 토마토와 같은 내염성이 가장 높은 작물들(Lee 등, 2002)은 낮은 잔존율을 보였다(Fig. 2B). 칼륨의 잔존율은 역시 근채류인 비트가 $EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 토양에서 가장 낮았고 나머지 작물들은 비슷한 수준을 보였다(Fig. 2C). 인의 경우는 착과했던 토마토와 단옥수수에서 가장 낮게 나타났고 시금치는 내염성이 높은 작물임에도 대체로 잔존율이 높았는데 이는 시금치의 최종 수확 생체중이 가장 작았기 때문이라 생각된다(Fig. 2D).

$EC\ 5\ dS\ m^{-1}$ 수준의 토양에 대한 7종류의 작물의 제염효과를 작물재배 후 토양의 EC를 재배전 EC와 비교하여 조사하였는데, 생육과 유사하게 토마토가 가장 높은 제염효과를 보였고, 다음으로 단옥수수, 케일,

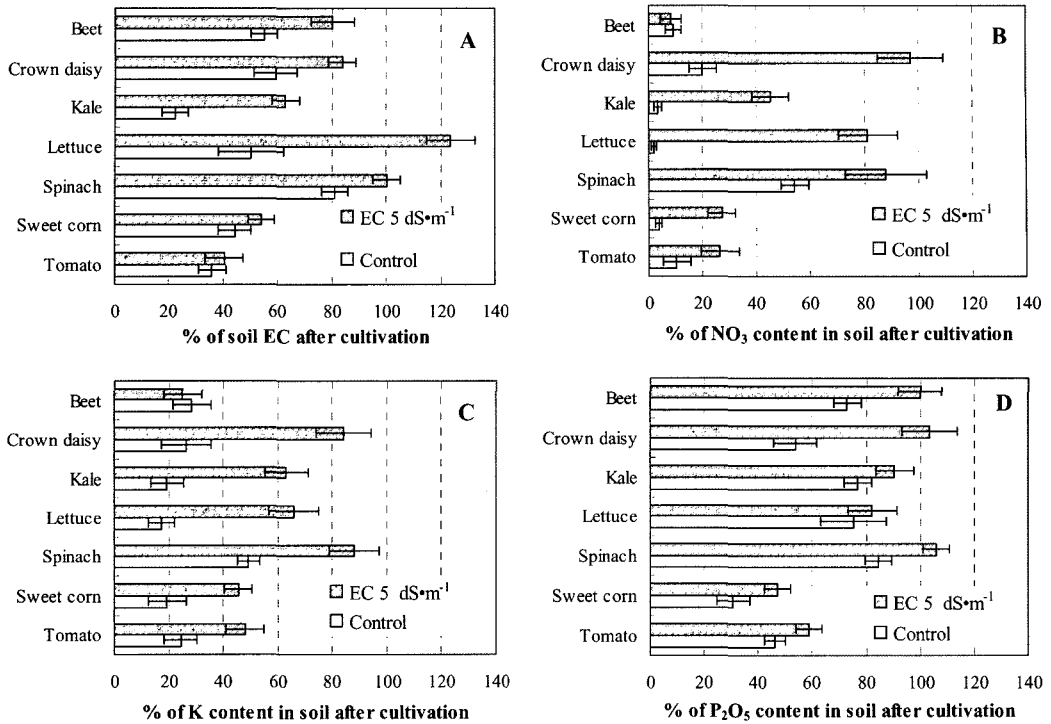


Fig. 2. The residual levels of EC, NO₃, K, P₂O₄ in nonsalinized soil (control, EC=1.5 dS·m⁻¹) and salinized soil (EC=5.0 dS·m⁻¹) after growing beet, crown daisy, kale, lettuce, spinach, sweet corn, and tomato. A, EC; B, NO₃; C, K; and D, P₂O₄. The vertical bars represent SD (n=3).

비트, 시금치의 순이었으며, 내염성이 약한 작물이었던 상추와 썩갠은 전혀 제염효과가 없는 것으로 나타났다 (Fig. 3A). 또한 각 작물의 재배최종일에 수확한 전체 생체중에 대한 EC 수준 감소를 계산한 결과 EC 변화로만 계산했을 때 가장 효과적이었던 단옥수수과 토마토는 포기당 2~3kg의 생체중을 보여 낮은 수치를 보였고, 생체중이 포기당 125g이었던 케일이 가장 높은 수치를 보여 수확량당 제염효과는 가장 우수한 것으로 나타났다(Fig 3B).

본 실험에서 사용한 작물 중 제염효과가 우수하였던 토마토, 단옥수수, 케일의 경우 재배기간이 각각 60일, 60일, 30일이었다. 따라서 제염을 위한 작부체계에서 전작은 재배조건에 의해 재배기간이 제한되는 경우가 많아 제염효과뿐만 아니라 생육기간까지도 고려해야 할 것으로 보인다. 또한 토마토와 단옥수수의 경우 재배온도가 높아 시설채소 전작으로 이용하기에 어려우며 특히 토마토의 경우 수확물인 과실의 크기가 토양의 염류농도가 높아질수록 작아져(Reina-Sánchez 등, 2005; van Ieperen, 1996) 상품성을 없다고 한다. 따라서 제

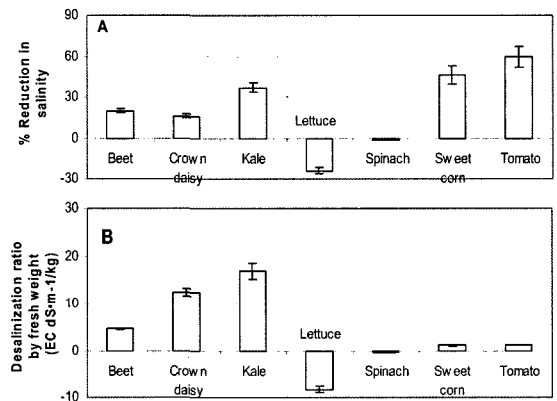


Fig. 3. The % reduction in salinity and desalinization ratio by fresh weight in beet, crown daisy, kale, lettuce, spinach, sweet corn, and tomato in salinized soil (EC 5 dS·m⁻¹). A; the percentages calculated EC before cultivation divided by that after cultivation. B; calculated difference EC before and after cultivation divided by fresh weight of each crop. The vertical bars represent SD (n=3).

염효과와 전작으로 가능성 및 경제성을 모두 고려할 경우 케일이 적당하리라 생각된다.

적 요

본 연구는 몇 가지 채소(비트, 썬갓, 상추, 케일, 무, 시금치, 단옥수수, 토마토)의 제염효과를 알아보기 위해 인위적으로 처리한 염류 집적 토양에서 재배후 작물 생육과 토양내 염류 함량을 조사하였다. 채소작물별 초장으로 본 생육은 EC 5dS·m⁻¹의 염류토양에서 상추와 썬갓의 생육이 가장 크게 억제되었다. EC 5dS·m⁻¹ 수준의 염류토양에서 EC 잔존율은 토마토, 옥수수, 케일 순으로 낮았으며 비료 성분별 제염효과는 NO₃의 경우는 옥수수, 토마토, 케일, K는 옥수수, 토마토, 비트, P₂O₅는 옥수수와 토마토가 가장 우수하였다. 제염효과는 재배기간이 60일이었던 토마토, 옥수수가 가장 우수하였으나, 염류토양 재배시 수확물의 상품성 저하와 재배시기 주작물 재배시기와 겹치는 문제가 있고, 생체중당 제염효과는 낮았다. 이에 반해 케일은 재배기간 30일로 짧고, 생육억제효과가 적으며, 생체중당 제염효과가 가장 우수하여 제염효과가 있는 전작 작물로 적합하리라 사료된다.

주제어 : 단옥수수, 무, 비트, 상추, 시금치, 썬갓, 케일, 토마토, EC

사 사

본 연구는 2005년 농림계 특성화 대학 지원 도비출연 연구과제에 의해 수행되었으며, 강원대학교 농업과학연구소의 지원으로 작성하였음.

인 용 문 헌

1. Choi, J.M. and C.W. Lee. 1995. Effects of irrigation

- methods, nutrient concentrations and media on salt accumulation in media, growth and flowering of Easter lilies. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:715-724 (in Korean).
2. EMD Chemicals. 2005. www.emdchemicals.com/analytcs/
3. Kamoda, E.S. 1973. Soil management in greenhouse. p. 11-42. Association of agricultural, mountain and fishing village, Japan (in Japanese).
4. Lee. B.Y. 2002. Protected Horticulture. p. 205-208. Hyangmoon, Seoul, Korea(in Korean).
5. Maas, E.V. 1990. Relative salt tolerance of herbaceous crops. <http://www.usda.gov/pls/caliche/SALTT42B>
6. MAF (Ministry of Agriculture and Forestry) 2005. Crops statistics.
7. NHRI (National Horticultural Research Institute). 2005. Horticultural technique support information 05-24 (2005.12.7) (in Korean).
8. NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Analysis method of soil and plant. p. 103-142. NIAST, Suwon, Korea (in Korean).
9. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. Academybook. Seoul (in Korean).
10. Reina-Sánchez, A., R. Romero-Aranda, and J. Cuartero. 2005. Plant water uptake and water use efficiency of greenhouse tomato cultivars irrigated with saline water. *Agr. Water Mat.* 78:54-66.
11. Rhee, H.C., G.H. Kang, K.B. Kweon, Y.H. Choi, and H.T. Kim. 2002. Effect of high concentrations of sodium chloride salts in soil on the growth of and mineral uptake by tomatoes. *J. Bio-Env. Cont.* 11:121-126 (in Korean).
12. Shin, W.K. 1988. Studies on salt accumulation, physiological disorders, and effect of desalinization in protected cultivation soils. PhD. Diss., Seoul Natl. Univ., Seoul, Korea (in Korean).
13. van Ieperen, W. 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *J. Hort. Sci.* 71:99-111.