

토마토 플러그육묘시 기비수준 및 관비 시작일이 묘 생육과 무기성분 함량에 미치는 영향

최종명^{1*} · 김병곤²

¹배재대학교 과학기술바이오대학, ²한국지질자원연구원(KIGAM)

Growth and Nutrient Contents of Tomato Plug Seedlings as Influenced by Pre-planting Fertilizer Levels and Initiation Time of Fertigation

Jong Myung Choi^{1*} and Byoung-Gon Kim²

¹Division of Horticulture and Landscape Architecture, Pai Chai University, Daejeon 302-735, Korea

²Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources (KIGAM), 30 Gajung-dong Yusung-gu, Daejeon 305-350, Korea

Abstract. This research was conducted to evaluate the influence of pre-planting fertilizer levels (PFL) and initiation time of fertigation (ITF) on growth and nutrient contents of tomato plug seedlings. The pre-planting fertilizer levels in a coir+ peatmoss+ perlite (4:4:2, v/v/v) substrate were adjusted to 0.5X, 1.0X and 1.5X, and initiation time of fertigation was set to 7, 14, 21 and 28 days after sowing. Elevated PFL in same ITF increased plant growth such as fresh and dry weights at 35 and 70 days after sowing. Plugs with early feeding among treatments of equal amount of PFL also showed better growth as compared to those of later feeding. In each ITF, 0.5X treatment had the higher tissue P₂O₅ contents than 1.0X and 1.5X treatments. Elevated PFL resulted in the decrease of tissue K, Mg and Fe contents and increase of tissue Ca contents. The pH in soil solution of all root substrates except 0.5X treatment at 35 and 70 days after sowing were greater than 7.0, which is too high. This suggests that the amounts and kinds of Ca containing fertilizers should be altered to decrease the pH. The results of this research indicated that fertilizer levels should be increased to 1.5X except Ca fertilizer, and fertigation immediately after moving plug trays from germination room to greenhouse is required to increase crop growth and decrease cropping time.

Key words : fertilizer level, growth, initiation time, nutrient contents, plug seedlings

*Corresponding author

서 언

기비(pre-planting fertilizers)를 포함한 상토에 증자를 피종하고, 증자가 발아하여 일정한 시기에 도달한 후 N-P₂O₅-K₂O 위주로 추비(post-planting fertilization)하는 것이 플러그 육묘의 보편적인 시비방법이다. 기비는 상토 생산회사에서 비료의 종류나 양을 재배하는 작물이나 재배방법에 적합하도록 조절하고, 추비는 재배농가가 비료를 물에 용해한 후 관수(irrigation)와 시비(fertilization)를 동시에 성취하는 관비방법(fertigation)으로 행하고 있다(Koranski, 1990; Koranski와 Laffe,

1990; Nelson 등, 1996; Styer와 Koranski, 1997).

플러그 트레이에 피종한 증자가 발아하여 일정한 생육단계에 도달할 때 까지는 기비로 혼합된 비료를 흡수하여 생육하나, 토양 무기염 농도가 적절한 수준 이하로 낮아질 경우 추비를 해야 하며, 추비를 시작하는 시기에 따라 초기 작물 생육이 달라진다.

플러그 육묘에서 바람직한 소질을 갖는 묘를 생산하기 위해서는 수시로 정확한 토양분석을 하여 시비 농도와 횟수를 결정해야 한다. 그러나 무기염 농도를 정확하게 분석하기 위해서는 많은 시간과 경비, 그리고 고가의 장비가 필요하여 농가에서 감당하기에는 경제

적으로 너무 부담스럽다. 또한 많은 시간이 필요하여 분석결과를 육묘에 적용하려 할 경우 이미 근권 환경은 분석당시와 다른 상황으로 변해 있는 경우가 대부분이다. 따라서 기존의 연구결과와 축적된 경험을 기초로 시비농도와 횡수를 결정하는 경우가 많으며, 이는 관비를 시작하는 시기, 농도 및 횡수에 많은 논란을 불러 일으키고 있다.

화훼작물의 플러그육묘에서 최초 관비를 시작하는 시기에 관해 Styer와 Koranski(1997)는 stage 2(자엽이 발생하는 시기)가 바람직하며, stage 2에는 Hoagland 용액(Hoagland와 Arnon, 1950)의 N 농도 기준으로 $50\sim 75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 매주 1~2회 관비하는 것이 적당하다고 하였다. 그리고 stage 3(본엽 2매 시기)에는 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 용액을 매주 1~2회 관비하고, stage 4(본엽 2매 이후)에도 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 용액을 매주 1~2회 관비하며, 관비 중간에는 지하수만 관수할 것을 추천하였다. Nelson 등(1996)은 유근과 자엽이 발생한 후인 stage 2부터 관비를 시작하는 것이 바람직하다고 하였으나, Koranski(1990)는 관비의 시기는 빠를수록 식물생육에 유리하며 유근이 발생한 직후인 stage 1부터 관비하는 것이 바람직하다고 하였다. 그는 파종 후 stage 1까지 2~3일 소요되기 때문에 파종 직후 즉 파종 1~2일 후부터 시비하는 것이 바람직하나, 시비농도는 플러그 재배에 이용된 상토에 따라 달라져야 하며 상토에 포함된 기비가 많지 않을 경우 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 가 적당하다고 하였다.

이상의 문헌들에서 나타난 바와 같이 첫 번째 관비 시기 및 적절한 농도에 관한 많은 논란이 있었다. 그러나 이상의 보고들은 대부분 화훼작물의 플러그 육묘와 관련한 연구결과들이고, 플러그 육묘가 과채류 위주로 이루어지는 국내의 육묘 산업에 적용하기에는 무리가 있다. 이는 화훼작물의 플러그 육묘가 5~6주에 완료되지만, 과채류는 8~10주에 걸쳐 육묘하기 때문이다. 특히 국내에는 많은 수의 토마토 플러그 묘가 생산됨에도 관련 연구결과가 충분하지 못해 재배농가 시행착오의 원인이 되고 있다.

따라서 코이어를 혼합한 상토를 조제한 후 기비 수준을 변화시켰으며, 최초 시비시기 및 추후의 시비농도가 토마토 플러그 묘의 생육, 무기원소 흡수 및 토양 무기염 농도에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구를 위하여 coir+peatmoss+perlite(4:4:2, v/v)의 상토를 조제하였고, 0.5X, 1.0X 및 1.5X의 세 기비수준과 대조구로 'Power Star'(시판상토, Seoul Agricultural Materials Co., Ltd.)를 두어 4처리로 실험하였다.

시비량을 1.0X로 조절한 모든 상토는 1L당 18-18-18 비료(N-P₂O₅-K₂O-MgO-Mo=18-18-18-3-0.003%)를 3.025g, MgSO₄·7H₂O 15mg, H₂BO₃ 3.05mg, Fe-EDTA 3.05mg, Mn-EDTA 1.5mg, Zn-EDTA 0.9mg, Cu-EDTA 0.6mg, Na₂MoO₄ 0.15mg, H₃PO₃ 3.05mg를 물에 용해시켜 골고루 혼합되도록 첨가하였다. 이외에 1L당 KNO₃ 0.202g, Ca(NO₃)₂ 0.189g, 고토석회[dolomite, CaMg(CO₃)₂] 2.284g, 탄산석회(CaCO₃) 0.63g을 고행입자 상태로 혼합하였다. 이상의 비료 혼합량을 기준으로 0.5X 시비구들에서는 시비량을 1/2로 줄여 혼합하였고, 1.5X로 조절하기 위하여는 시비량을 1.5배 혼합하였다.

기비 수준을 다르게 적용한 상토는 작물을 파종하기에 적당한 함량이 되도록 수분을 첨가하고 24시간 밀봉하였으며, 작물이 생육하기에 적당한 밀도(packing density)를 갖도록 72공 플러그트레이에 충전하고 토마토 'Zuiko No. 102'(사카타 종묘)를 파종하였다. 이후 27~28°C로 온도를 조절한 발아실에 위치시켰으며, 자엽이 발생하는 stage 2 단계부터 온실로 옮겨 재배하였다.

대조구를 포함한 4종류 기비수준에는 첫 관비시작일을 변화시켜 다음과 같이 4처리를 두었다.

A: stage 2(자엽발생기)에 관비 시작; B: stage 2+7일에 관비 시작; C: stage 2+14일에 관비 시작; 그리고 D: stage 2+21일에 관비 시작.

따라서 총 배치된 플러그트레이는 대조구 포함 4기비수준 x 관비시작일 4처리 x 3반복으로 총 48 플러그트레이였다.

관비는 14-0-14 또는 20-10-20(Planta Co., Ltd. CA., USA) 비료를 관비 시작 후 첫 2주간은 N 농도 기준으로 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 주 1회, 3주와 4주는 $120\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 주 1회, 5주 이후에는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 주 1회씩 시비하였고, 전 생육 기간 동안 두 종류 비료를 교대로 관비하였다. 용탈물을 조절하기 위해서

토마토 플러그육묘시 기비수준 및 관비 시작일이 묘 생육과 무기성분 함량에 미치는 영향

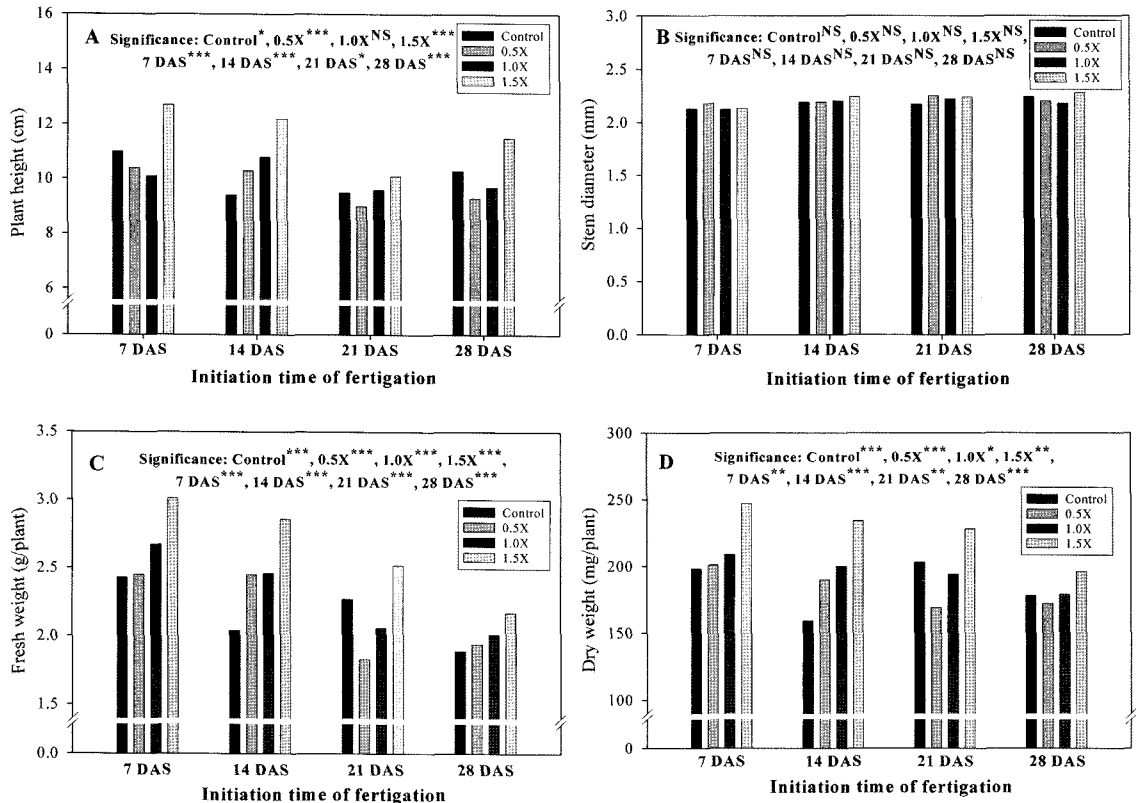


Fig. 1. Effect of pre-planting fertilizer levels and initiation time of fertigation in days after sowing (DAS) on plant height (A), stem diameter (B), fresh weight (C), and dry weight (D) at 35 days after sowing of tomato ‘Zuikoh No. 102’ in 72-cell plug trays. See the “Materials and Methods” for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium ‘Power Star’ produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea. The levels of significance for a given growth characteristic at $P > 0.05$, < 0.05 , < 0.01 or < 0.001 are denoted as ^{NS}, ^{**}, ^{***}, respectively.

는 예비로 준비한 플러그 트레이에 관수한 후 용탈되는 물의 양(배수공을 통해 용탈된 물의 양/총 관수한 물의 양)이 0.3이 되는 관수시간을 측정하고, 노즐을 통해 분사되는 압력을 동일하게 조절된 상태에서 동일한 시간을 관수하여 용탈률을 일정하게 하였다.

피종 35일과 70일 후 초장, 줄기직경, 생체중 및 건물중을 측정하였다. 초장은 지제부(ground level)로부터 정단부(apical meristem)까지의 길이를, 줄기직경은 자엽 전개부위의 직경을 측정하여 나타내었다. 지상부를 수확하고 무게를 측정하여 생체중으로, 생체중 측정 후 75에서 24시간 건조 후 무게를 측정하여 건물중으로 삼았다.

피종 전 Fonteno 등(1981)의 방법으로 상토의 물리적 특성을 측정된 결과 공극률, 용기용수량 및 기상률이 각각 81.5, 80.7 및 5.9%였다. 상토의 화학적 특성은 피종 전과 피종 35일 및 70일 후에 시료를 채

취하여 분석하였다. 피종 전 상토의 화학적 특성은 Warncke(1986)의 방법으로 추출한 후 pH와 EC를 측정하고, 추출 용액의 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Chaney and Marback, 1962), $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Cataldo 등, 1975), P_2O_5 (Murphy와 Riley, 1962)를 비색정량하였다. 기타 무기원소 분석은 pH 7.0 NH_4OAc 용액으로 추출한 후(Hendershot 등, 1995) 원자흡광분석계로 분석하였다. 피종 35 및 70일 후 pH와 EC의 측정은 피종 전과 동일한 방법으로 하였다.

엽분석을 위해 수확된 식물체를 0.02N HCl 용액에 1분간 침지한 후 증류수로 수세하여 식물의 잎에 묻어 있는 이물질들을 제거하였다. 다시 70°C의 건조기에서 48시간 건조시킨 후 20mesh의 screen(0.85mm)에 통과되도록 Wiley mill로 분쇄하였다. 분쇄된 시료를 Choi(1994)의 방법으로 건식분해 후 인산은 Chapman과 Pratt(1961)의 방법으로 비색정량하였고, K, Ca,

Table 1. Effect of preplanting fertilizer levels on chemical properties of root media prepared for seedling growth of tomato ‘Zuiko No. 102’.

Treatment ^z	pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
		(dS·m ⁻¹)	------(mg·L ⁻¹)-----			------(mg·kg ⁻¹)-----							
Control	6.18	3.04	0.04	510.3	8.96	56.5	149.7	46.2	0.57	0.06	0.57	0.04	1.75
0.5 X	6.10	2.79	0.00	181.3	0.83	39.6	38.2	13.8	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00
1.0 X	6.65	3.05	0.51	486.1	11.35	54.7	258.3	50.6	0.71	0.31	0.31	0.02	0.52
1.5 X	6.85	3.18	0.95	666.7	15.41	54.9	283.0	56.6	1.22	0.41	0.45	0.01	0.84

^zSee the “Materials and Methods” for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium ‘Power Star’ produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea.

Mg, Fe, Na, Mn, Zn 및 Cu는 원자흡광분석계로 분석하였다. 식물체 및 토양의 무기원소 분석에서 비색정량을 위해 흡광분석기(CE-5001, Cesil, England), 기타 무기원소 분석을 위해 원자흡광분석기(AA-680, Shimadzu, Japan), 그리고 pH meter(Fisher-20, USA)와 EC meter(Orion-50, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

Table 1에는 기비를 혼합한 상토의 화학적 특성을 종자 파종 전에 분석하여 그 결과를 나타내었다. 대조구인 ‘Power Star’의 pH 및 전기전도도(EC)가 6.18 및 3.04dS·m⁻¹로, 0.5X 처리에서 6.10 및 2.79dS·m⁻¹로 측정되었다. 기비수준을 1.0X 및 1.5X로 높임에 따라 pH 및 EC, 그리고 분석한 모든 무기원소의 농도가 높아졌다. pH는 고토석회와 탄산석회의 시비량이 그리고 EC는 기비로 혼합된 모든 비료의 양이 증가하였기 때문이라고 판단하였다.

Fig. 1에는 토마토 ‘Zuikoh No. 102’를 72공 플러그트레이에서 육묘하고 파종 35일 후 지상부 생육을 조사하여 나타내었다. 초장은 파종 7일 후 관비를 시작한 경우 1.5X 처리에서 12.7cm로 가장 컸고, 대조구 11.0cm, 0.5X 10.4cm, 그리고 1.0X 처리에서 10.1cm로 조사되었다. 관비 시작일을 동일하게 한 경우 기비수준이 높을수록 초장이 컸다. 또 관비 시작일이 늦어질수록 동일한 관비 시작일의 기비수준별 초장 차이가 커지는 경향이 있었다.

관부직경의 경우에는 동일한 시기에 관비를 시작한 처리 간, 또는 동일한 기비수준을 적용하고 관비 시작일을 변화시킨 처리 간에 통계적인 차이가 인정되지 않아 경향을 찾을 수 없었다. 생체중과 건물중은 관비 시작일이 동일한 경우 기비수준이 높을수록 무거워지

는 경향을 보였고, 관비시작일이 늦어질수록 각 관비시작일의 기비수준별 생체중 차이가 컸다. 생체중과 건물중은 동일한 관비 개시일의 기비수준 별로, 또 기비수준이 동일하고 관비시기가 다른 처리 간에 통계적인 차이가 인정되었다.

파종 70일 후 토마토 ‘Zuikoh No. 102’의 지상부 생육을 조사한 결과(Fig. 2)도 전체적인 경향은 파종 35일 후 결과와 유사하였다. 동일한 관비 시작일에서 기비수준이 높을수록 초장이 커져 1.5X 처리에서 가장 컸고, 0.5X 처리에서 가장 작았다. 또한 관비 시작일이 늦어질수록 동일한 관비시작일의 기비수준별 초장 차이가 컸다. 관부직경은 파종 7일 후 관비를 시작한 경우 기비수준이 높을수록 가늘었으나, 파종 14일과 21일에 관비를 시작한 경우에는 기비수준이 높을수록 관부직경이 굵어지는 경향을 보였다.

생체중은 각 기비수준에서 파종 7일 후 관비를 시작한 처리의 생장이 그 이후 관비를 시작한 처리 보다 무거웠고, 모두 0.1% 수준의 통계적인 차이가 인정되어 차이가 뚜렷함을 알 수 있었다. 파종 7, 14 및 21일에 관비를 시작한 경우 동일한 관비개시일의 기비수준별 생체중 차이가 28일에 관비를 시작한 기비수준별 생체중 차이 보다 적었다. 건물중도 동일한 시기에 관비를 시작한 경우 기비수준이 높아질수록 생장량이 많았으나, 28일 후 관비를 시작한 경우에는 기비수준별 차이가 크지 않았다.

Fig. 1 및 2에 나타난 바와 같이 식물 생육적인 측면만을 고려한다면 Koranski(1990)가 주장한 바와 같이 가급적 추비의 시기를 앞당기는 것이 바람직하며, 발아 후 플러그트레이를 재배온실로 옮긴 즉시 관비를 시작해야 한다고 판단하였다.

현 상황에서 초기 식물생육에 큰 영향을 미치는 원소는 질소와 인산이라고 추정하지만(Nelson, 2003),

토마토 플러그육묘시 기비수준 및 관비 시작일이 묘 생육과 무기성분 함량에 미치는 영향

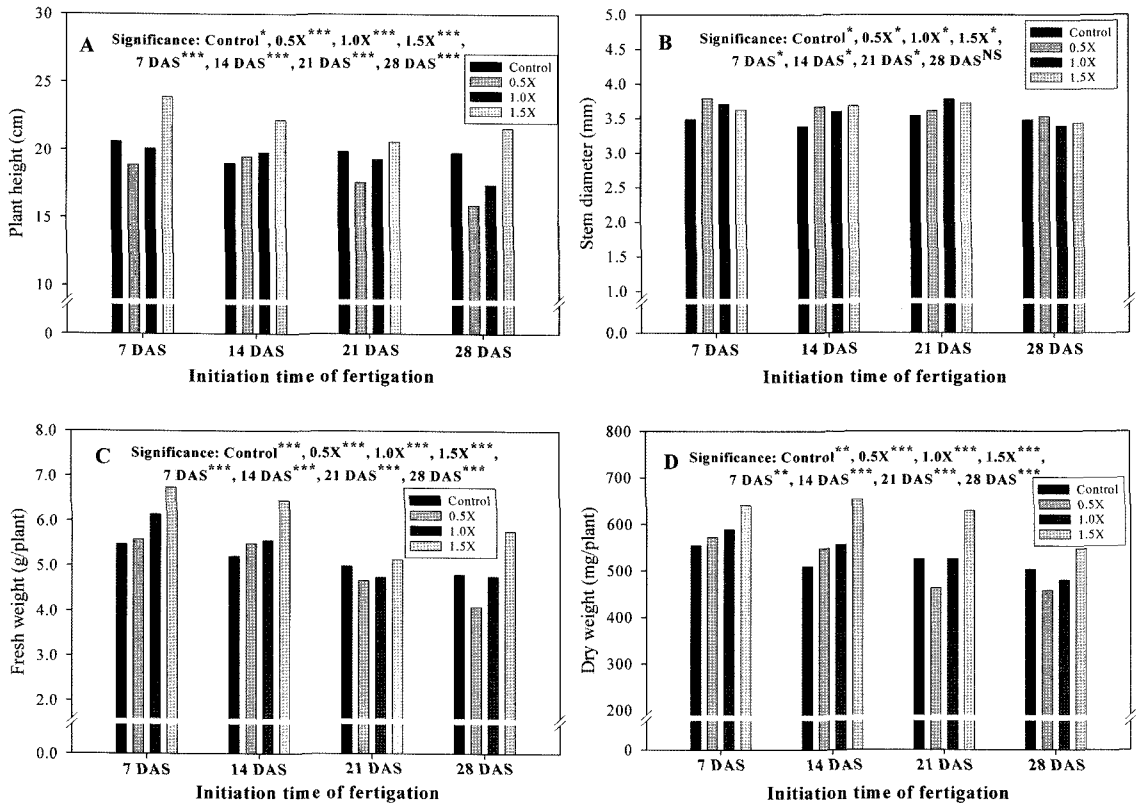


Fig. 2. Effect of pre-planting fertilizer levels and initiation time of fertigation in days after sowing (DAS) on plant height (A), stem diameter (B), fresh weight (C), and dry weight (D) at 70 days after sowing of tomato ‘Zuikoh No. 102’ in 72-cell plug trays. See the “Materials and Methods” for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium ‘Power Star’ produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea. The levels of significance for a given growth characteristic at $P > 0.05$, < 0.05 , < 0.01 or < 0.001 are denoted as ^{NS}, *, **, ***, respectively.

초기 상토내의 개별 무기원소 농도와 식물이 흡수한 무기원소 농도 변화를 분석하지 않아 정확한 판단을 내리기 어렵다. 그러나 35일 후의 식물체 분석결과를 근거로 판단할 때 질소와 인산이 많이 흡수된 처리들에서 생육이 우수한 경향이였다(Fig. 3, 질소관련 data는 제시하지 않음). 비록 본 연구에서 모든 필수원소들의 기비수준을 동일한 비율로 줄이거나 늘려 0.5X, 1.0X 및 1.5X를 만들었지만 상토내의 무기염 농도는 작물 및 비료의 종류에 따라 활성도가 변화하며 반드시 동일한 비율로 활성도가 증가하거나 감소하는 것이 아니다. 작물이 많이 흡수하는 무기원소 및 이에 영향 받은 토양 pH의 변화를 통해 화학평형이 변화되고, 식물이 흡수하는 무기원소의 양도 변화하므로써 최종적으로 식물 생육에 영향을 다르게 미쳤다고 판단한다 (Hanan, 1997).

Fig. 3에는 파종 35일 후 지상부를 수확하여 건물중

에 기초한 무기원소 함량을 나타내었다. 동일한 관비 개시일에서 기비수준을 달리한 경우 각 관비 시작일내의 0.5X 시비구가 1.0X나 1.5X 처리들 보다 인산 함량이 많았고, 관비 개시기가 늦어질수록 인산함량이 적어지는 결과로 나타났다. 이는 기비수준을 1.5X로 조절한 처리에서 기비로 혼합된 고토석회[CaMg(CO₃)₂] 및 탄산석회(CaCO₃)의 시비량이 많았으며, 두 비료가 토양수에 용해되면서 토양 Ca 농도가 높아져 인산을 불용화시키고, 식물체에 흡수된 인산량이 적어진 원인이 되었다고 판단되었다(Hanan, 1997). 그러나 1.0X 보다 1.5X 처리에서 인산 흡수량이 많았던 원인은 고토석회와 함께 기비로 혼합된 인산 양도 증가하여 일부의 토양 인산이 불용화되었음에도 불구하고 불용화되지 않은 인산량이 1.0X 보다 많아 흡수량 증가 및 생육이 증가한 원인이 되었다고 생각한다.

동일한 관비 시작일에서 기비수준이 높아질수록 식

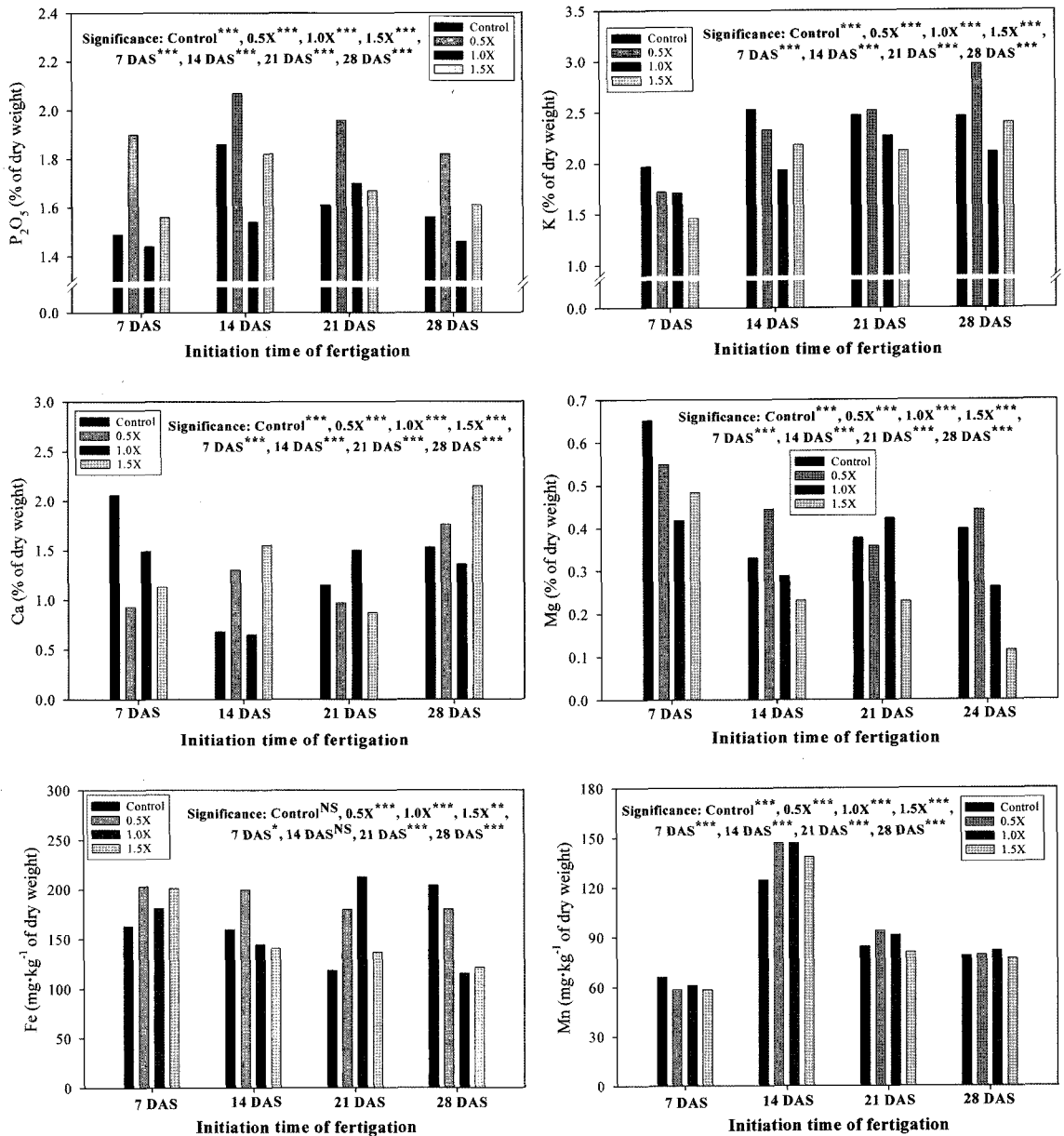


Fig. 3. Effect of pre-planting fertilizer levels and initiation time of fertigation in days after sowing (DAS) on nutrient contents based on dry weight of above ground plant tissue of tomato 'Zuiko No. 102' at 35 days after sowing in 72-cell plug trays. See the "Materials and Methods" for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium 'Power Star' produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea. The levels of significance for a given nutrient at $P > 0.05$, < 0.05 , < 0.01 or < 0.001 are denoted as ^{NS}, *, **, ***, respectively.

물체내 K와 Mg 함량이 감소하는 경향이였다. 이는 기비 수준이 높을수록 혼합된 고토석회와 탄산석회의 양이 많았으며, 이들의 용해를 통한 토양 Ca 농도가 증가하므로써 길항작용을 통한 K와 Mg의 흡수량 저하의 원인이 되었다고 생각한다(Marschner, 1995). 식

물체내 Ca 함량은 기비로 혼합된 고토석회 및 탄산석회의 양이 많을수록 식물체 함량이 증가하였고, 관비 시작일이 늦어질수록 증가하였다. 본 연구에서 14-0-14 또는 20-10-20(N-P₂O₅-K₂O)를 교호로 관비하였으며, 관비 시작이 늦어질수록 토양 K 농도를 낮게 유지하

토마토 플러그육묘시 기비수준 및 관비 시작일이 묘 생육과 무기성분 함량에 미치는 영향

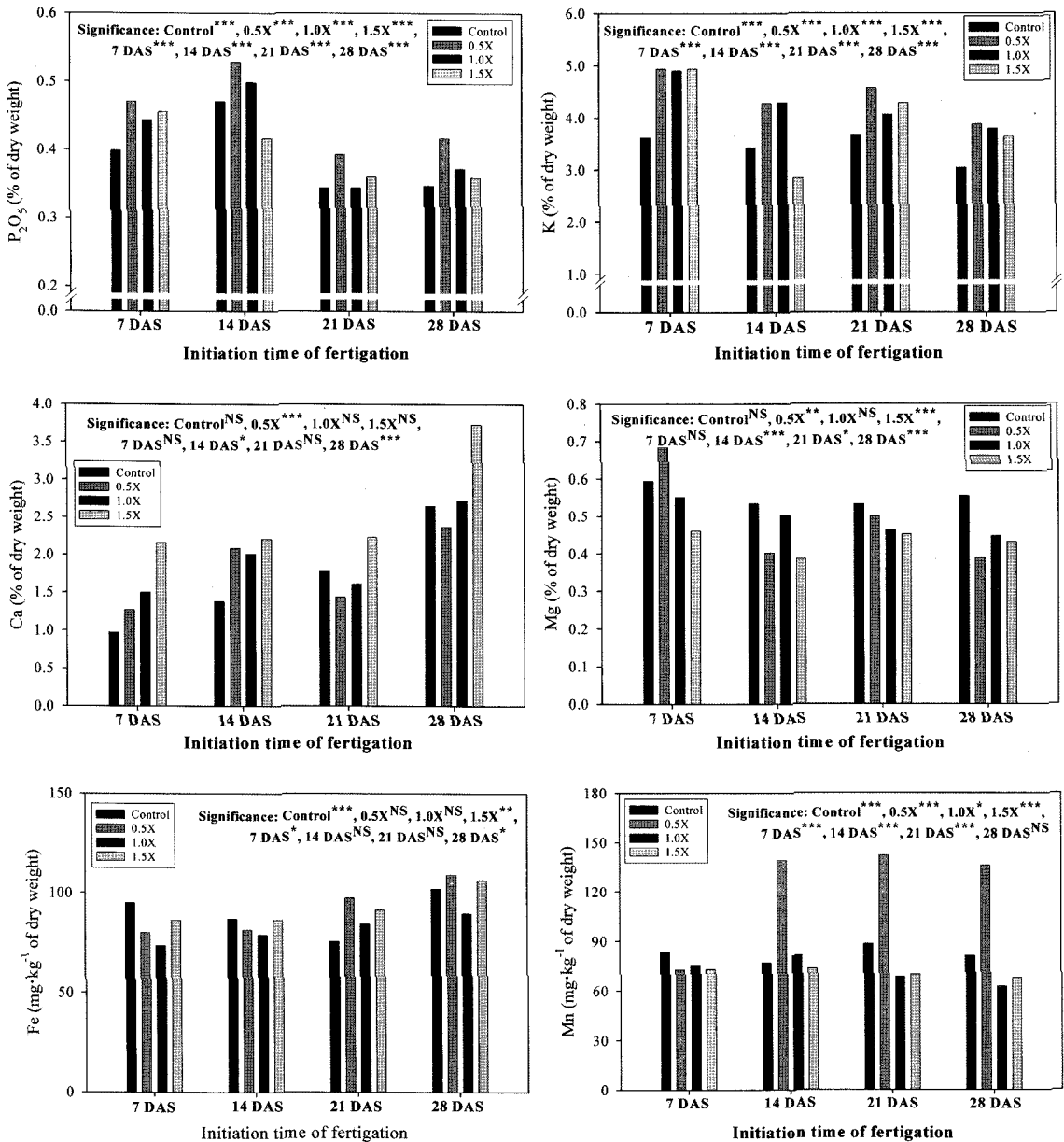


Fig. 4. Effect of pre-planting fertilizer levels and initiation time of fertigation in days after sowing (DAS) on nutrient contents based on dry weight of above ground plant tissue of tomato 'Zuiko No. 102' at 70 days after sowing in 72-cell plug trays. See the "Materials and Methods" for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium 'Power Star' produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea. The levels of significance for a given nutrient at $P > 0.05$, < 0.05 , < 0.01 or < 0.001 are denoted as ^{NS}, **, ***, respectively.

여 길항작용이 적게 발생하고, 상대적으로 Ca 흡수량이 많았다고 사료된다.

동일한 관비시작일에서 기비수준이 높아질수록 Fe와 Mn의 흡수량이 감소하였다. 이는 고토석회와 탄산석회의 시비량 증가가 pH를 상승시키고, 높은 pH에서 불

용화를 통한 흡수량 저하(Hanan, 1997), 그리고 Ca 농도 증가가 길항작용을 통한 흡수량 감소(Marschner, 1995)의 원인이 되었다고 생각한다. 그러나 파종 14일 후 관비를 시작한 처리들의 Mn 함량이 동일한 기비수준의 다른 관비 시작일 보다 많았던 것은 원인이

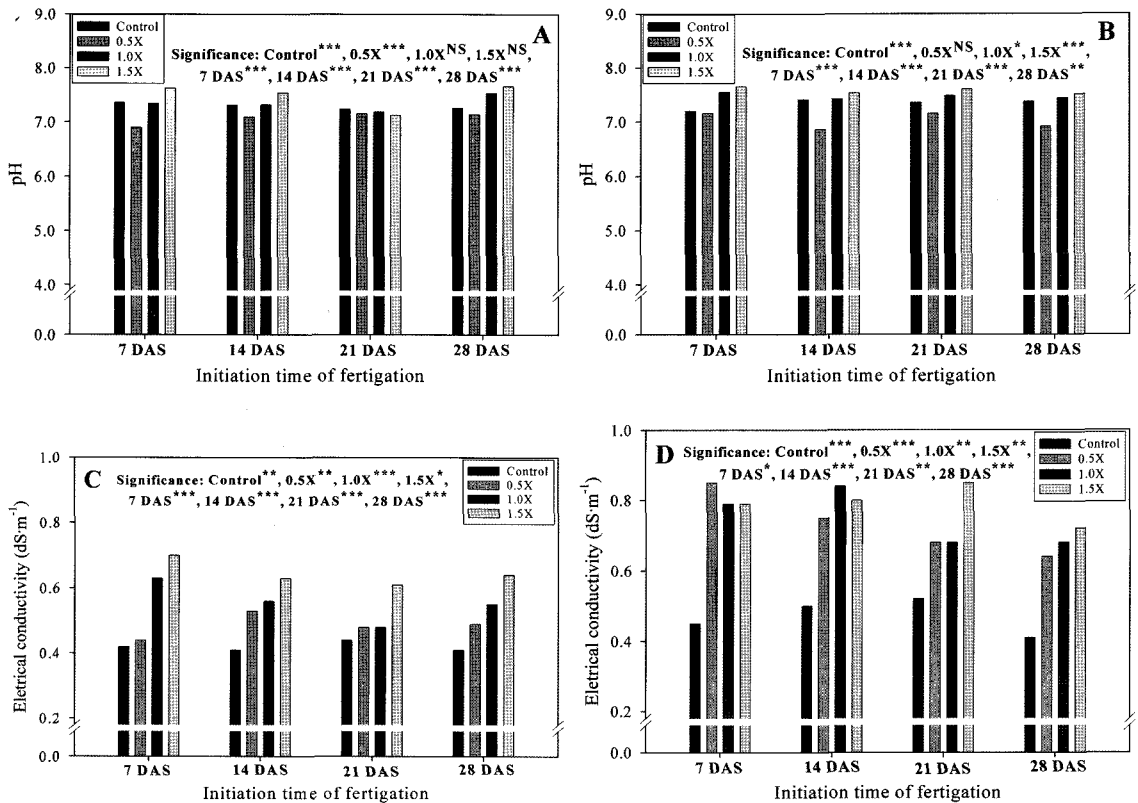


Fig. 5. Effect of pre-planting fertilizer levels and initiation time of fertigation in days after sowing (DAS) on pH and electrical conductivity in soil solution of root media collected at 35 days (A and C) and 70 days (B and D) after sowing of tomato ‘Zuiko No. 102’ in 72-cell plug trays. See the “Materials and Methods” for treatment descriptions. The control treatment was a commercial root medium ‘Power Star’ produced by Seoul Agricultural Materials Co., Ltd., Korea. The levels of significance for a given pH or electrical conductivity at $P > 0.05$, < 0.05 , < 0.01 or < 0.001 are denoted as NS, **, ***, respectively.

불분명하여 추후 정밀한 연구를 필요로 한다.

Fig. 4에 나타난 파종 70일 후의 지상부 무기원소 함량은 정도의 차이가 있을 뿐 파종 35일 후의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

Fig. 5에는 파종 35일 및 70일 후 토양 시료를 채취하여 상토의 pH 및 전기전도도(EC)를 분석하여 그 결과를 나타내었다. 각 관비시작일에서 기비수준이 가장 높았던 1.5X 처리에서 pH와 EC가 가장 높았고 0.5X 처리에서 가장 낮았다. pH의 차이는 기비로 혼합된 고토석회와 탄산석회에 많은 영향을 받았음을 의미하며, EC의 상승은 기비로 혼합된 비료의 양이 많았던 것이 원인이 되었다고 판단한다.

그러나 0.5X를 제외한 대조구, 1.0X, 그리고 1.5X 시비구에서 파종 35일 또는 70일 후의 토양 pH가 7.0 이상으로 측정되었다. Nelson(2003) 또는 Hanan

(1997)이 제시한 혼합상토의 적정 pH인 5.6~6.2 수준으로 낮추기 위해 위해 고토석회나 탄산석회의 혼합량을 줄이거나 Ca 비료의 종류를 변화시켜야 하며, 이를 통해 미량원소의 흡수량 감소를 피할 수 있을 것이다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 토마토 플러그 육묘에서 상토의 기비 수준을 1.5X까지 높일수록 파종 35일 및 70일 후의 생육이 우수하였고, 첫 번째 관비 시기를 앞당길수록 생육이 우수하였다. 또한 관비 시기를 앞당길수록 식물체내 P₂O₅, K 및 Mg 함량이 증가하고, 관비시기가 늦을수록 Ca 함량이 증가하는 경향이였다.

적 요

코이어+피트모스+펠라이트(4:4:2, v/v/v) 상토를

조제하고, 기비수준을 0.5X, 1.0X 및 1.5X로 조절하였으며, 각 기비수준에서 파종 7, 14, 21 및 28일에 첫 관비를 할 경우 토마토 플러그 묘의 생육 및 무기원소 흡수에 미치는 영향을 구명하기 위해 본 연구를 수행하였다. 동일한 관비 시작일에서 기비수준이 높을수록 파종 35일과 70일 후의 생체중과 건물중 생산량이 많았고, 동일한 기비수준에서 관비시작일이 빠를수록 식물 생장이 우수하였다. 동일한 관비 시작일에서 기비수준이 0.5X인 처리가 1.0X나 1.5X 처리 보다 인산 함량이 많았고, 기비수준이 높을수록 K, Mg 및 Fe 함량이 감소하고 Ca 함량이 증가하였다. 파종 35일 및 70일 후 본 연구의 토양 pH는 대부분 7.0 이상으로 측정되어 과도하게 높았으며, 상업용 재배에 적용할 경우 석회질 비료의 종류 및 양을 변화시켜야 할 것으로 판단하였다. 본 연구결과를 고려할 때 Ca를 제외한 모든 비료의 기비수준을 1.5X로 높이고, 발아실에서 재배온실로 옮긴 즉시 첫 관비를 시작해야 할 것으로 판단하였다.

주제어 : 기비수준, 무기원소 함량, 생장, 첫 관비시기, 플러그 묘

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업(전문연구사업)인 '융복합기술에 의한 광물자원의 Eco 소재화 기술개발' 과제의 일환으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

- Cataldo, D.A., M. Haren, L.E. Schrader, and V.L. Young. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 6:71-80.
- Chaney, A.L. and E.P. Marback. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chem.* 8:130-132.
- Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1961. *Method of analysis for soil, plants and waters.* Univ. of Calif., Div. Agr. Sci., Berkeley, CA.
- Choi, J.M. 1994. Increased nutrient uptake efficiency by controlling nutrient release in floral crops. PhD Diss., North Carolina State Univ., Raleigh. NC. USA.
- Fonteno, W.C., D.K. Cassel, and R.A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:736-741.
- Hanan, J.J. 1997. *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture.* Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Hendershot, W.H., H. Lalonde, and M. Duquette. 1995. Ion exchange and exchangeable cations. p. 167-176. In: M.R. Darter (ed.). *Soil sampling and methods of analysis.* Canadian Soc. Soil. Sci., Lewis Publisher, Toronto.
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exptl. Sta. Circ.* 347.
- Koranski, D.S. 1990. Sorting the relationship between water quality, feeding program and media components. p. 78-82. In: D. Hamrick (ed.). *Grower talks on plugs.* Geo. J. Ball Publishing, Batavia, Ill.
- Koranski, D.S. and S. Laffe. 1990. Checking out plugs up close. p. 20-27. In: D. Hamrick (ed.). *Grower talks on plugs.* Geo. J. Ball Publishing, Batavia, Ill.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants.* 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- Murphy, J. and J.F. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27:31-36.
- Nelson, P.V. 2003. *Greenhouse operation and management.* 6th ed. Prentice Hall, NJ.
- Nelson, P.V., J.S. Hwang, W.C. Fonteno, and D.A. Bailey. 1996. Fertilizing for perfect plugs. p. 86-89. In: D. Hamrick (ed.). *Grower talks on plugs.* Ball Publishing, Batavia, Ill.
- Styer, R.C. and D.S. Koranski. 1997. *Plug & transplant production: A growers guide.* Ball Publishing, Batavia, Ill.
- Warncke, P.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *Hort-Science* 211:223-225.