

## 혼합상토 조성과 관수 또는 관비시 배액률이 토마토 접목묘 생장에 미치는 영향

최종명\*

충남대학교 농업생명과학대학

### Performance of Seedling Grafts of Tomato as Influenced by Root Medium Formulations and Leaching Fractions in Irrigation or Fertigation

Jong Myung Choi\*

Department of Horticultural Science, College of Agriculture & Life Science, Daejeon 305-764, Korea

**Abstract.** This research was conducted to investigate the influence of leaching fractions (LF) in each irrigation or fertigation on plant growth and changes in chemical properties of root media during the production of seedling grafts of tomato. Two root media containing Sphagnum peat moss plus vermiculite (5:5, v/v, PV) and coir dust plus vermiculite (5:5, v/v, CV) were formulated and pre-planting fertilizers were incorporated during formulation. Then, each medium was packed into 50 cell (volume 33 cc) and 105 cell (volume 18 cc) trays and the rootstock (cv. J3B Strong) and scion (cv. Sunmyung) were grown, respectively. The seedlings were grafted at 31 days after sowing and then the cut seedling grafts (Sunmyung scion/J3B Strong rootstock) were planted into 50 cell plug trays containing each of the two root media. After induction of the graft union and new adventitious roots for 7 days, the seedling grafts were fed with fertilizer solution once a week containing 4 different N concentrations (0, 50, 100, 200 mg·L<sup>-1</sup>). When determined after 31 days from seed sowing, the highest fresh weights of the root stock seedlings were obtained with 0.75 LF in PV (8.96g/seedling) and CV (7.11g/seedling) mixes. The EC of the both mixes were 0.93 and 1.09 dS·m<sup>-1</sup>, respectively. The fresh weights of the scion seedlings 31 days after seed sowing were 4.29g with 0.50 LF in the PV and 3.13g with 0.50 LF in the CV. The root medium ECs of the two treatments were 0.76 and 1.34 dS·m<sup>-1</sup>, respectively. Fresh weights of the seedling grafts grown for 31 days were greatly influenced by post-planting fertilizer concentrations. The heavier plants were obtained in 100 mg·L<sup>-1</sup> N treatment than any other treatments in same mixes. The substrate ECs in these two treatments were 0.98 and 1.93 dS·m<sup>-1</sup>, respectively, indicating that the desirable range of soluble salts in soil extracts is higher in the CV mix than the PV mix. Results of this study suggest that optimum EC range is different in each medium and LF need to be adjusted differently for each root medium to produce high quality seedling grafts of tomato.

**Additional key words :** cut grafting, fertilizer concentrations, fresh weights, salt concentrations

## 서 언

플러그 육묘를 위해 국내의 육묘장에서 이용하는 혼합상토는 피트모스 또는 코이어 더스트 등 보수성이 높은 유기물질에 펄라이트 또는 버미큘라이트 등 직경이 큰 고품입자를 적절한 비율로 혼합한 상토이다(미 발표된 자료). 이들 중 국내에서 상토 재료로 이용하는 버미큘라이트는 남아프리카공화국, 짐바브웨 또는 중국으로부터 원석을 수입한 후 소성한 것이다. 원산지별로 원석의 화학적 특성이 다르며, 이는 가공한 후에도 화학적 특성이 다른 원인이 된다(Shin 등, 2012a). 코이어 더스트의

경우에도 원산지별로 가공방법이 다르고 수입한 후 국내에서 상토재료로 이용할 때 화학적 특성에서 차이가 크며, 특히 Na, K 및 Cl 농도가 높은 것으로 알려져 있다(Nichols, 2007; Shin 등, 2012b). 따라서 상토를 조제하는 과정에서 원재료의 화학적 특성이 불량한 경우 혼합상토 조제 후에도 염 농도가 과도하게 높은 원인이 되고 플러그묘 품질 저하의 원인이 된다.

국내의 많은 육묘장은 소질이 우수한 묘를 생산하기 위하여 피트모스가 상토의 주요 구성 재료이며 품질이 우수한 혼합상토를 이용한다. 그러나 코이어 더스트의 국내 유통 가격이 피트모스 보다 월등히 저렴하고 혼합상토로 조제된 후에도 가격이 저렴하여 공정묘 생산가를 낮추는 원인이 될 수 있으므로 혼합상토 조제시 코이어 더스트의 혼합비율을 높이려는 육묘 농가가 증가하는 추

\*Corresponding author: choi1324@cnu.ac.kr  
Received July 12, 2014; Revised August 19, 2014;  
Accepted August 9, 2014

세이다. 코이어 더스트 자체의 염농도가 높은 것이 원인이 되어 국내에서 코이어 더스트를 포함하여 플러그 재배용으로 유통되는 상토의 전기전도도(EC)가 1.8~2.0dS·m<sup>-1</sup>로 측정되지만 피트모스가 주재료이며 육묘용으로 유통되는 외산 혼합상토는 0.6~0.8dS·m<sup>-1</sup>로 측정되어 월등히 낮다 (Kim, 2007). 코이어 더스트를 포함한 상토의 과도한 염농도와 무기원소 상호간 불균형으로 인해 묘 품질이 저하되는 원인이 되고 있지만 관련 연구가 수행되지 않았다.

종자를 파종하기 전 혼합상토의 염농도가 과도하게 높다면 염농도가 낮은 물질을 적절한 비율로 혼합한다. 그러나 작물 재배 중 혼합상토의 염 농도가 높을 경우 관수 또는 관비시 배액률을 높여 근권부에 존재하는 무기염을 배수공을 통해 용탈시키는 것이 보편적인 방법이다 (Hanan, 1998; Ku와 Hershey, 1991).

이상의 상황을 배경으로 하여 피트모스 또는 코이어 더스트에 버미큘라이트를 혼합한 상토를 조제하는 과정에서 식물생장에 필수적인 원소를 기비로 혼합하였다. 이들 상토로 토마토를 플러그 육묘하면서 배액률이 근권부 무기이온 농도와 플러그 묘 생장에 미치는 영향을 분석 및 조사하여 안정적인 플러그묘 생산을 위한 기초 자료를 확보하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 혼합상토의 조제 및 기비 수준 조절

캐나다산 피트모스(Sphagnum moss peat), 인도산 코이어더스트, 그리고 중국으로부터 원석을 수입한 후 국내에서 가공된 버미큘라이트를 (주)신성미네랄(Shinsung Mineral Co. Ltd., Jincheon, Chungbuk)에서 확보한 후 혼합상토 조제에 이용하였다. 두 종류 상토는 피트모스+버미큘라이트(5:5, v/v) 그리고 코이어 더스트+버미큘라이트(5:5, v/v)를 혼합하여 조제하였으며, 각각의 재료들은 건조상태에서 혼합하였다.

두 종류 혼합상토에 기비로 첨가된 비료의 종류와 시비량은 동일하였으며 다음과 같이 조절하였다. 두 종류 상토의 pH 조절을 목적으로 고토석회[CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]를 2.28g·L<sup>-1</sup>의 비율로, 그리고 탄산석회(CaCO<sub>3</sub>)를 0.63g·L<sup>-1</sup>의 비율로 상토 조제과정에서 혼합하였다. 기비로 혼합된 각종 필수 원소는 국내 농가의 시비수준을 고려하여 미국에서 플러그 육묘용으로 시비하는 수준(Koranski, 1990; Styer와 Koranski, 1997) 보다 높은 수준으로 조절하였으며 상세한 비료의 양은 다음과 같았다. 18-18-18 비료(Omex agrifluids Co., Ltd. in UK ) 0.909g, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 9.3mg, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.045g, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 9.3mg, Fe-EDTA 9.3mg, Mn-EDTA 4.5mg, Zn-EDTA 2.7mg, Cu-EDTA 1.8mg, 그리고 Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.45mg을 물에 용해시킨 후 혼합상토

1L에 골고루 혼합될 수 있도록 분무하였는데 1L의 상토를 기준으로 한 최종 농도(mg·L<sup>-1</sup>)는 540 N, 163.5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 447 K<sub>2</sub>O, 1,626 CaO, 72.9 MgO 그리고 58.5 S였다.

### 2. 접목 전 대목 및 접수의 생장

본 연구를 위해 토마토 대목 'J3B Strong'와 접수용 'Sunmyung'(Nong Woo Seed Co., Ltd. Korea)을 확보한 후 상기한 혼합상토가 충전된 50 셀(셀 용적 33cc)과 105 셀(용적 18cc) 플러그 트레이에 각각 파종하였다. 종자 파종 후 온도를 28~29°C로 조절한 발아실에 플러그 트레이를 치상하고 발아시켰으며, 자엽이 출현한 이후 플러그 트레이를 유리 온실로 옮겨 접목 시점까지 재배하였다. 실험 기간 동안 주간과 야간의 평균 온도는 각각 30°C 와 20°C 였다.

육묘 기간중 시비는 14-0-14 또는 20-10-20 비료 (Planta Co., CA, USA )를 질소 기준 stage 2(자엽 출현기)에는 50mg·L<sup>-1</sup>, stage 3(자엽 출현 후 본엽 2매까지)은 120mg·L<sup>-1</sup>으로, 그리고 stage 4(본엽 2매 이후)는 200mg·L<sup>-1</sup>으로 농도를 조절하여 매 주 1회 시비하였으며 전 기간 동안 두 종류 비료를 교호로 시비하였다.

육묘 기간 중의 관비 또는 관수시 배액률(leaching fraction, 배수된 물의 양/관수 또는 관비한 물의 양)은 0, 0.25, 0.50, 0.75 및 0.90의 5 수준으로 조절하였다. 미리 수 개의 동일한 플러그트레이를 여분으로 준비하였고, 실험구에 관수하기 전 여분의 트레이에 관수하여 배수된 물의 양을 측정하여 관수 시간과 배액률의 관계를 파악하였으며, 관수시간을 조절하므로써 배액률을 조절하였다.

### 3. 단근 삽접 후 활착 기간 동안의 접목묘 생장

상기한 접목전 실험과 동일하게 혼합상토의 조제 및 기비 수준 조절을 하였다. 기비를 포함한 혼합상토를 적절한 밀도를 유지할 수 있도록 50셀 플러그 트레이에 충전하였다.

파종 31일 후 접목을 하였으며 대목은 지체부와 자엽 1cm 윗 부분을 면도칼로 절단하였는데 지체부는 수평으로, 자엽 윗부분은 45° 각도로 비스듬히 면도칼로 절단하였다. 접수는 자엽 1cm 윗 부분을 45°각도로 비스듬히 절단하였고, 대목과 접수의 절단면을 합체시킨 후 클립으로 고정하였다. 접목한 유묘는 50셀 플러그 트레이에 정식하였다.

정식된 작물은 활착실에 위치시켰다. 활착실은 벤치에 비닐을 깔고 비닐 표면에 충분히 물을 뿌려 습도를 높은 상태에서 플러그트레이를 위치시켰다. 이후 비닐을 한겹 멀칭한 후 다시 한냉사를 덮었고, 한냉사를 덮은 터널 위 약 3M 높이에 다시 두겹의 한냉사를 쳐서 광 투과율을 최소화하였다. 이 상태에서 작물에 따라 4일 후 완전하게 활착되었다고 판단된 후 한냉사를 한 겹씩

제거하여 광 투과율을 증가시켰으며, 접목 팔일 이후 자연광 상태에서 재배하였다. 접목 8일 후 20-10-20 비료를 200mg·L<sup>-1</sup>으로 관비하였으며 접목 13일 후 지상부 생장을 조사하고 상토를 채취하여 화학성을 분석하였다.

**4. 온실 순화기간 동안 배액률 및 시비농도 조절과 묘 생장**

본 실험을 위한 작물, 혼합상토 및 각 상토의 기비 수준, 접목 전 대목과 접수의 생장 조건, 접목 방법, 그리고 접목 후 활착 조건은 상기한 바와 동일하였다. 접목 후 활착시키고 광 투과율을 증가시켰으며, 8일 후 온실로 옮겨 재배하였다. 활착실로 옮긴 접목 8일 후부터 추비를 시작하였는데 추비는 14-0-14와 20-10-20(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)를 교호로 시비하였다. N 농도를 기준으로 0, 50, 100 그리고 200mg·L<sup>-1</sup>으로 조절하여 매주 1회 관비하였고, 매 관수 또는 관비시 배액률은 0.25로 조절하였다. 접목 31일 후 지상부 성장량을 조사하고 혼합상토를 채취하여 화학성을 분석하였다.

**5. 생육 조사 및 혼합상토 분석**

혼합상토 및 배액률에 영향을 받은 접목 전 대목 및 접수는 파종 31일 후, 접목 후 활착단계에서의 생육은 접목 13일 후, 그리고 접목 후 순화단계에서 추비농도에

영향을 받은 접목묘는 접목 31일 후 생육을 조사하였다. 식물생육 조사는 대목 및 접수의 발아율, 발아속도, 초장, 건물중, 생체중, 엽수, 및 관부직경 등이었으나 발아율 및 발아속도는 처리별 차이가 크지 않아 본 논문에는 결과를 제시하지 않았다.

혼합상토의 화학성 분석에서 파종 전과 접목 전 그리고 생육 조사 후 상토의 pH 및 EC를 포화추출법(Warncke, 1986)으로 측정하였다. K, Ca, Mg 및 Na 농도는 포화추출법으로 추출한 용액을 원자흡광분석계(atomic absorption/ flame emission spectrophotometer, Model 770, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 추출용액의 NH<sub>4</sub>-N는 Chaney와 Marback(1962)의 방법으로 NO<sub>3</sub>-N는 Cataldo 등(1975)의 방법으로, 그리고 인산은 Murphy와 Riley(1962)의 방법으로 라만분광광도계(Raman spectrophotometry, OPETIZEN 2120UV, Mecasys, Korea)를 사용하여 비색정량하였다.

**6. 통계분석**

통계분석은 CoStat(Monterey, CA)으로 수행하였는데, 식물 생육에 미치는 영향을 분산분석을 통해 LDS 검정과 회귀분석을 하였다. 회귀분석은 1~2차항 회귀분석을 하여 그 결과를 모두 나타내었다.

**Table 1.** Growth characteristics of tomato root stock 'J3B Strong' 31 days after sowing in 50-plug trays as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf number (per plant)	Fresh weight (g/plant)
PV	0.00	15.7	15.0	3.80	3.72	4.7	7.11
	0.25	19.1	17.8	4.14	4.05	4.6	7.34
	0.50	21.1	18.0	4.49	4.14	4.9	8.44
	0.75	20.4	18.9	3.93	4.29	5.0	8.96
	0.90	19.4	17.6	3.63	4.41	5.0	8.05
<i>F-Significance</i>		***	***	***	**	NS	NS
Linear		**	***	NS	***	*	*
Qquadratic		***	***	***	***	*	*
CV	0.00	9.4	9.3	2.97	3.10	4.1	4.33
	0.25	9.5	12.3	3.31	3.37	3.9	5.00
	0.50	10.9	12.9	3.43	3.40	4.1	5.17
	0.75	11.4	15.9	3.42	3.41	3.8	7.11
	0.90	8.6	13.6	3.51	3.35	3.9	6.27
<i>F-Significance</i>		***	***	*	**	NS	***
Linear		NS	***	**	**	NS	***
Qquadratic		***	***	**	***	NS	***
RM		***	***	***	***	***	***

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*,\*\*\*,Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

**결과 및 고찰**

기비수준을 동일하게 조절한 두 종류 상토에서 배액률의 차이가 유묘 생장에 미치는 영향을 파종 31일 후 조사하여 Table 1에 나타내었다. 두 종류 상토 모두 0부터 0.75까지 배액률을 높임에 따라 지상부 생체중이 무거웠지만 0.90에서는 다시 가벼워져 배액율에 대하여 생체중이 2차곡선회귀적으로 변화하였다. 배액률에 따른 생체중은 PV 상토는 5% 수준의, CV 상토는 0.01% 수준의 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷함을 알 수 있었다. 그러나 배액률에 따른 각 처리간 생체중 차이에서 PV 상토는 통계적인 차이가 인정되지 않았지만, CV 상토는 통계적으로 유의한 차이가 인정되었다.

토마토 접수 'Sunmyung'을 육묘하고 파종 31일 후에 지상부 생육을 조사한 결과(Table 2), PV 상토는 배액률을 높일수록 지상부 생체중이 무거워졌지만 통계적인 차이가 인정되지 않았고, 직선 또는 2차곡선회귀도 성립하지 않아 경향을 발견할 수 없었다. 그러나 코코피트가 혼합된 CV 상토는 배액률을 0.50 또는 0.75로 조절한 처리의 지상부 생체중이 뚜렷하게 무거워 다른 처리들과 통계적인 차이가 인정되었다. 배액률이 0.25 보다 낮거나

0.90에서 0.50이나 0.75 처리 보다 생체중이 가벼웠으며 생체중이 배액률에 대하여 2차곡선적인 반응을 보였다.

대목인 'J3B Strong' 그리고 접수인 'Sunmyung'을 육묘하고 파종 31일 후 혼합상토를 채취하여 화학적 특성을 분석한 결과를 Table 3과 4에 나타내었다. 배액률이 0부터 0.90까지 높아짐에 따라 두 종류 상토 내의 각 처리별 EC는 직선적으로 낮아져 0.1% 수준의 직선회귀가 성립하였다. 배액률이 높아짐에 따라 EC가 낮아진 것은 근권부에 존재하는 각종 무기양분이 물과 함께 배수공을 통해 용탈되었기 때문이라고 판단하였다. 배액률이 높아짐에 따라 근권부의 pH가 저하된 것도 동일한 원인 때문이라고 사료된다. 즉, 배액률이 높아질수록 근권부에 존재하는 K, Ca, 및 Mg 등 알칼리성 원소의 농도가 낮아졌고, 이로 인해 상토의 양이온 치환부위에서 알칼리성 원소의 흡착량이 감소하고 수소의 흡착량이 증가하였으며, 결국 근권부 pH가 점차적으로 낮아진 원인이 되었다고 판단한다. Hanan(1998)도 유사한 보고를 한 바 있다.

두 종류 상토에서 배액률이 높아질수록 NH<sub>4</sub>-N 보다 NO<sub>3</sub>-N의 근권부 농도가 더 심하게 낮아졌다. 이는 음이

**Table 2.** Growth characteristics of tomato scion 'Sunmyung' 31 days after sowing in 105-plug trays as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf number (per plant)	Fresh weight (g/plant)
PV	0.00	8.25	12.2	3.52	3.53	4.6	3.85
	0.25	9.01	12.0	4.47	3.58	5.0	4.05
	0.50	9.32	13.3	4.25	3.56	4.6	4.29
	0.75	9.57	14.3	4.02	3.75	4.3	4.18
	0.90	9.49	11.5	3.70	3.73	4.4	4.19
<i>F-Significance</i>		*	**	***	***	*	NS
Linear		**	NS	NS	***	*	NS
Quadratic		**	*	***	***	NS	NS
CV	0.00	6.28	13.0	3.81	3.27	4.0	2.70
	0.25	7.21	11.3	3.80	3.40	3.8	2.66
	0.50	7.53	12.4	3.63	3.53	4.5	3.13
	0.75	7.00	11.4	3.08	3.36	4.0	2.96
	0.90	6.15	12.8	3.34	3.11	4.0	2.51
<i>F-Significance</i>		*	**	**	**	**	***
Linear		NS	NS	***	NS	NS	NS
Quadratic		**	*	**	***	NS	***
RM		***	NS	***	***	***	***

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*\*Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

혼합상토 조성과 관수 또는 관비시 배액률이 토마토 접목묘 생장에 미치는 영향

**Table 3.** The characteristics in soil chemical properties of various root media 31 days after sowing of tomato rootstock ‘J3B’ in 50 plug tray as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	pH	----- (mg·L <sup>-1</sup> ) -----						
				NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg	Na
PV	0.00	1.92	6.46	24.0	419	311	20.9	40.2	9.7	312
	0.25	1.75	6.40	21.7	246	282	21.8	44.8	12.2	288
	0.50	1.11	6.31	19.9	97	266	15.8	22.8	6.7	212
	0.75	0.93	6.01	19.9	99	243	13.5	19.0	6.2	170
	0.90	0.86	6.14	22.2	51	219	14.2	17.1	5.8	145
<i>F-Significance</i>		***	***	NS	***	***	**	***	***	***
Linear		***	***	NS	***	***	***	***	***	***
Quadratic		***	***	NS	***	***	**	***	**	***
CV	0.00	1.96	6.42	14.9	59	279	55.8	5.5	8.8	631
	0.25	1.87	6.45	14.0	45	264	54.2	12.0	9.9	388
	0.50	1.30	6.40	11.8	29	241	45.4	7.6	9.4	297
	0.75	1.09	6.42	12.2	19	226	36.3	2.7	7.0	269
	0.90	1.01	6.32	11.3	14	193	34.2	2.5	4.0	210
<i>F-Significance</i>		***	NS	NS	***	***	***	***	***	***
Linear		***	NS	NS	***	***	***	*	***	**
Quadratic		***	NS	NS	***	***	***	**	***	*
RM		NS	*	NS	***	NS	***	***	NS	**

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v).  
NS,\*,\*\*\*,\*\*\*\* Nonsignificant or significant at  $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$ , respectively.

**Table 4.** The characteristics in soil chemical properties of various root media 31 days after sowing of tomato scion ‘Sunnyung’ in 105 plug tray as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	pH	----- (mgL <sup>-1</sup> ) -----						
				NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg	Na
PV	0.00	0.91	6.60	28.5	168	408	14.4	21.0	4.81	192
	0.25	0.86	6.54	21.7	95	365	16.3	16.8	5.17	277
	0.50	0.76	6.52	18.1	58	344	15.4	19.7	6.00	241
	0.75	0.73	6.52	15.3	52	352	14.8	17.2	4.65	197
	0.90	0.70	6.47	6.3	37	354	14.4	14.3	4.10	170
<i>F-Significance</i>		***	***	***	***	***	NS	***	***	***
Linear		***	NS	**	***	**	NS	**	NS	NS
Quadratic		***	***	***	***	***	NS	**	***	***
CV	0.00	1.97	6.47	19.4	99	202	33.4	15.1	5.03	257
	0.25	1.50	6.39	21.7	86	171	30.1	18.3	6.57	281
	0.50	1.34	6.34	19.4	38	167	28.7	7.3	4.93	212
	0.75	1.11	6.35	18.5	24	153	28.1	7.3	4.31	202
	0.90	1.06	6.16	18.1	17	119	25.5	5.3	4.15	177
<i>F-Significance</i>		***	*	NS	***	***	***	***	***	***
Linear		***	*	NS	***	***	***	***	*	***
Quadratic		***	*	NS	***	***	***	***	*	***
RM		***	*	*	*	***	***	***	NS	NS

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v).  
NS,\*,\*\*\*,\*\*\*\* Nonsignificant or significant at  $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$ , respectively.

은인 NO<sub>3</sub>-N이 근권부의 양이온치환 부위에 흡착되지 못하고 매 관수 또는 관비시 물과 함께 배수공을 통해 용탈되므로써 농도가 더욱 심하게 낮아진 원인이 되었다고 판단한다. PV 상토 보다 CV 상토의 근권부 PO<sub>4</sub>-P 농도가 더 낮게 분석되었으며 이는 근권부의 Na 농도와 연관지어 판단할 수 있다. 대목 또는 접수를 육묘한 CV 상토의 Na 농도는 PV 상토 보다 유의하게 높았으며, 근권부에 존재하는 PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>와 Na가 결합하여 PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>의 불용화가 촉진되었다고 사료된다. Lindsay(2001)도 근권부에 존재하는 Na가 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> 또는 HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>와 결합하여 불용화됨을 보고하여 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다.

근권부에 존재하는 알칼리성 양이온인 K, Ca 및 Mg 농도는 두 종류 상토에서 뚜렷한 차이를 보였다. 대목과 접수가 육묘된 후 근권부의 K 농도는 CV 상토에서, Ca 농도는 PV 상토에서 뚜렷하게 높았으며, Mg 농도는 두 종류 상토간 차이가 뚜렷하지 않았다. CV 상토의 K 농도가 높은 원인은 상토의 주요 구성 재료인 코이어 더스트의 K 함량이 높은 것이(Nelson, 2003; Shin 등, 2012b) 주요한 원인이다. 그러나 상대적으로 CV 상토의 K 농도가 높으므로 양이온 치환부위에서 K과 경쟁하여 흡착되지 못한 Ca이 관수 또는 관비시 배수공을 통해

용탈됨으로써 근권부 농도가 낮아진 주요한 원인이 되었다고 사료된다. 코이어는 피트모스 보다 Na 농도가 높으며, CV 상토의 근권부 Na 농도가 높은 원인이 되었다고 생각한다.

단근한 상태로 접목한 토마토 묘(대목 ‘J3B Strong’/접수 ‘Sunmyung’)을 정식하고 배액률을 조절하여 관수하였으며, 접목 13일 후에 지상부의 생육을 조사하여 Table 5에 나타내었다. 피트모스가 혼합된 PV 상토는 배액률이 높을수록 뚜렷하게 생체중이 무거웠다. 코이어가 혼합된 CV 상토는 배액률 0.5까지 생육이 증가하였으나 0.75 이상으로 배액률이 높아질수록 생체중이 가벼웠다. 배액률에 따른 줄기직경 변화도 유사한 경향을 보였으며, 배액률에 따른 작물생장은 줄기직경과 생체중에서 0.1% 수준의 차이가 인정되었고 상토별 차이가 큼을 알 수 있었다.

Table 6은 접목 13일 후 상토를 채취하여 화학적 특성을 분석하고 그 결과를 나타낸 것이다. 두 종류 상토에 배액률이 높아질수록 EC와 pH가 낮아졌고, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, K, Ca 및 Na 농도가 낮아져 앞에서 설명한 상토의 화학적 특성(Table 3과 4)과 유사한 경향을 보였다고 판단한다.

**Table 5.** Growth characteristics of tomato seedling grafts (rootstock ‘J3B Strong’/scion ‘Sunmyung’) 13 days after cut grafting in 50-plug trays as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf number (per plant)	Fresh weight (g/plant)
PV	0.00	12.3	10.4	3.44	3.52	5.6	3.03
	0.25	13.6	12.4	3.52	3.79	5.2	3.67
	0.50	14.1	12.9	3.43	4.01	5.7	3.72
	0.75	14.2	14.5	3.36	4.00	6.1	4.73
	0.90	13.4	15.2	3.46	3.93	6.2	5.16
<i>F-Significance</i>		NS	***	NS	***	*	***
Linear		NS	***	NS	NS	**	***
Qquadratic		*	***	NS	***	**	***
CV	0.00	10.9	12.3	3.25	3.40	5.7	2.88
	0.25	13.5	12.9	3.13	3.55	5.3	3.02
	0.50	13.0	11.8	2.99	3.61	5.4	3.17
	0.75	15.0	13.0	3.66	3.46	5.5	2.86
	0.90	13.3	11.7	2.78	3.32	5.2	2.40
<i>F-Significance</i>		***	***	***	***	NS	***
Linear		***	NS	NS	NS	NS	***
Qquadratic		***	NS	NS	***	NS	***
RM		NS	*	***	***	**	***

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*\*,\*\*\*\*Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

본 연구에서 PV 혼합상토에 비해 CV 혼합상토에서 접목 전 대목과 접수의 생장, 그리고 접목 후 활착단계에서도 접목묘의 생장이 저조하였다(Table 1, 2 및 5). 또한 PV 혼합상토는 배액률이 0.25인 처리에서, CV 혼합상토는 0.75로 조절한 처리에서 대목과 접수의 생장이 가장 우수하였다. 근권부 혼합상토의 전기전도도는 동일한 배액률을 적용할 경우 PV 혼합상토에 비해 CV 혼합상토에서 월등히 높았다(Table 3, 4 및 6). 이상의 결과는 CV 혼합상토에서 육묘할 때 작물 생육을 우수하게 유지하기 위해서 PV 혼합상토 보다 배액률을 높여야 함을 나타내며 배액률을 0.75 이상으로 높이는 것이 바람직하다고 판단한다. 그러나 본 연구에서 배액률이 높아질 경우 PV 혼합상토 보다 CV 혼합상토에서 급격히 NO<sub>3</sub>-N 농도가 낮아졌으며, 배액률을 높일 경우 근권부의 N 농도가 적절한 수준을 유지할 수 있도록 시비농도를 높여야 한다고 판단하였다(Nelson 등, 1996).

토마토 접목묘(대목 'J3B Strong'/접수 'Sunmyung')를 활착단계에서 0.25의 배액률을 적용하고 관비농도를 변화시켜 추비하였으며, 접목 31일 후 지상부 생육을 조사하여 Table 7에 나타내었다. PV 상토로 육묘한 경우 무시비구부터 100mg·L<sup>-1</sup> 시비구 까지 생체중의 통계적인 차이가 인정되지 않았지만 시비농도를 200mg·L<sup>-1</sup>로 조절한

처리하는 생체중이 유의하게 가벼웠다. CV 상토는 100 또는 200mg·L<sup>-1</sup> 시비구의 생체중이 0 또는 50mg·L<sup>-1</sup> 시비구 보다 뚜렷하게 무거웠다. 본 연구에서 PV 상토 보다 CV 상토에 정식한 단근접목묘의 생체중이 무거웠으며 이러한 결과는 상토 종류에 따라 시비농도를 변화시켜야 함을 나타낸다고 판단하였다.

추비농도를 높임에 따라 두 종류 상토의 전기전도도가 점차 높아지는 경향이었으며, 모두 0.1% 수준의 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷함을 나타내고 있다(Table 8). 또한 두 종류 상토에서 NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, K 및 Ca 농도가 높아지는 경향이였다. 그러나 CV 상토는 PV 상토 보다 NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Ca 및 Na 농도가 유의하게 낮았으며, pH, NH<sub>4</sub>-N 그리고 Mg 농도는 통계적인 차이가 인정되지 않았다.

본 실험은 재료 및 방법에 나타난 바와 같이 많은 양의 비료가 기비로 혼합되어 있는 상태에서 접목묘의 생장 기간 중 추비를 하였으며, 코이어 더스트가 혼합된 상토에서 추비의 농도가 높아질 경우 접목묘의 생장에 악영향을 미친다고 판단하였다. 추비 농도에 영향을 받은 접목묘의 생장도 CV 혼합상토에서 PV 혼합상토 보다 저조하였으며, 접목묘의 생장을 위해서는 접목 전 생장과 유사하게 배액률을 높여야 할 것으로 판단하였다.

**Table 6.** The characteristics in soil chemical properties of root media 13 days after cut grafting (rootstock 'J3B Strong'/scion 'Sunmyung') in 50 plug tray as influenced by various leaching fractions in each irrigation or fertigation.

RM	LF	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	pH	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg	Na
				----- (mgL <sup>-1</sup> ) -----						
PV	0.00	3.79	6.45	18.1	402	434	41.8	76.0	40.8	552
	0.25	3.15	6.41	14.3	239	364	26.8	50.3	15.4	466
	0.50	2.24	6.35	13.0	156	312	22.4	29.0	11.9	396
	0.75	2.07	6.23	16.4	62	263	22.2	26.3	11.9	260
	0.90	1.86	6.03	18.5	61	220	21.3	26.1	10.7	191
<i>F-Significance</i>		***	***	***	*	***	***	***	***	***
Linear		***	***	NS	***	***	***	***	***	***
Quadratic		***	***	**	***	***	***	***	***	***
CV	0.00	4.43	6.36	14.3	159	163	50.6	10.8	5.5	378
	0.25	4.36	6.27	14.7	118	140	55.7	12.0	5.6	383
	0.50	3.65	6.21	14.7	82	148	49.6	7.6	2.9	328
	0.75	3.45	6.06	12.6	59	144	44.4	7.4	2.9	329
	0.90	3.01	6.02	15.1	37	137	42.2	5.8	1.7	312
<i>F-Significance</i>		***	***	NS	***	NS	***	***	***	***
Linear		***	NS	NS	***	NS	***	***	***	***
Quadratic		***	NS	NS	***	NS	***	***	***	***
RM		NS	NS	*	*	***	***	**	***	NS

Abbreviations: RM: Root media; LF: Leaching fraction, PV: Peat moss+vermiculite (5:5, v/v); CP: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*\*,\*\*\*\*Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

**Table 7.** Growth characteristics of tomato seedling grafts (rootstock ‘J3B Strong’/scion ‘Sunmyung’) 31 days after cut grafting in 50-plug trays as influenced by various post-planting fertilizer concentrations.<sup>z</sup>

RM	PPFC	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf number (per plant)	Fresh weight (g/plant)
PV	0	16.0	16.5	4.98	3.51	6.1	5.84
	50	18.6	18.6	5.27	3.66	6.2	6.07
	100	17.9	18.0	5.32	3.68	6.1	6.21
	200	17.3	18.8	5.17	3.35	6.1	5.16
<i>F-Significance</i>		***	**	NS	NS	NS	***
Linear		NS	*	NS	NS	NS	**
Quadratic		***	*	NS	*	NS	***
CV	0	19.2	17.9	3.40	3.19	6.2	6.19
	50	21.0	19.0	3.73	3.59	6.2	6.30
	100	21.9	18.4	3.22	3.75	6.1	7.48
	200	21.1	18.2	3.50	3.80	6.3	7.03
<i>F-Significance</i>		***	NS	***	***	NS	***
Linear		**	NS	NS	***	NS	***
Quadratic		***	NS	NS	***	NS	***
RM		***	NS	***	NS	NS	***

<sup>z</sup>Leaching fractions were adjusted to 0.25 in all treatments.

Abbreviations: RM: Root media; PPFC: Post-plant fertilizer concentrations, PV: Peatmoss+vermiculite (5:5, v/v); CV: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*,\*\*\*Nonsignificant or significant at  $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$ , respectively.

**Table 8.** The characteristics in soil chemical properties of root media 31 days after cut grafting (rootstock ‘J3B Strong’/scion ‘Sunmyung’) in 50 plug tray as influenced by various post-planting fertilizer concentrations.<sup>z</sup>

RM	PPFC	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	pH	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg	Na
				----- (mgL <sup>-1</sup> ) -----						
PV	0	0.85	6.71	32.1	84	248	12.0	11.5	3.44	231
	50	0.96	6.72	36.8	105	278	14.9	14.9	3.39	220
	100	0.98	6.80	42.0	115	283	17.4	17.4	4.34	190
	200	1.23	6.66	41.5	208	350	19.4	19.4	4.40	151
<i>F-Significance</i>		***	*	**	***	**	***	*	NS	***
Linear		***	NS	**	***	***	***	**	NS	***
Quadratic		***	*	**	***	**	***	**	NS	***
CV	0	1.11	6.84	27.8	14	164	15.2	8.7	3.45	297
	50	1.28	6.76	28.8	23	209	18.0	8.2	2.05	293
	100	1.93	5.62	33.0	23	217	23.4	12.6	3.09	249
	200	1.93	6.67	36.9	35	230	42.1	14.5	4.39	246
<i>F-Significance</i>		***	***	***	*	*	***	***	***	***
Linear		***	NS	NS	NS	*	***	***	*	***
Quadratic		***	*	*	*	*	***	***	**	**
RM		***	NS	NS	***	***	***	**	NS	***

<sup>z</sup>Leaching fractions were adjusted to 0.25 in all treatments.

Abbreviations: RM: Root media; PPFC: Post-planting fertilizer concentrations, PV: Peatmoss+vermiculite (5:5, v/v); CV: Coir+vermiculite (5:5, v/v). NS,\*,\*\*,\*\*\*Nonsignificant or significant at  $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$ , respectively.

초 록

관비 또는 관수시 배액률(LF)과 시비농도가 토마토 접목묘를 생산하는 과정에서 묘 성장 및 근권부 화학성 변화에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구를 수행하였다. 피트모스+버미큘라이트(5:5, v/v, PV) 그리고 코이어 더스트+버미큘라이트(5:5, v/v, CV)를 혼합한 두 종류 상토를 조제하는 과정에서 기비를 혼합하였으며, 비료 혼합 후 50셀(셀 용량 33cc)과 105셀(셀 용량 18cc)에 충전하였다. 충전 후 대목인 'J3B Strong'은 50셀, 접수인 'Sunmyung'을 105셀 트레이에 파종한 후 재배하였다. 파종 31일 후 대목과 접수를 절단하고 단근삽접한 후 접목묘('Sunmyung' scion/'J3B Strong' rootstock)는 두 종류 상토가 충전된 50셀 플러그 트레이에 정식하였다. 접목 후 플러그 트레이를 광도를 조절된 플라스틱 터널 내부에 7일간 위치시켜 접목 부위의 활착과 새로운 부정근 형성이 이루어지도록 한 후 N 기준 0, 50, 100 그리고 200mg·L<sup>-1</sup>로 농도를 조절된 비료 용액을 매주 1회 관비하였다. 파종 31일 후 대목의 성장을 조사한 결과 두 종류 상토 모두 LF를 0.75로 조절한 처리에서 가장 우수하였으며 유묘당 지상부 생체중이 PV는 8.96g 그리고 CV는 7.11g으로 조사되었고, 이들 처리의 전기전도도는 각각 0.93 and 1.09dS·m<sup>-1</sup>로 측정되었다. 파종 31일 후 조사한 접수의 평균 생체중은 PV와 CV 혼합상토의 0.50 LF 처리에서 각각 4.29g과 3.13g으로 조사되어 가장 무거웠고, 이들 두 처리의 EC는 각각 0.76과 1.34dS·m<sup>-1</sup>로 측정되었다. 접목 31일 후 추비농도에 영향을 받은 접목묘의 생체중은 두 종류 상토 모두 100mg·L<sup>-1</sup>의 시비구에서 가장 무거웠다. 생체중이 가장 무거웠던 처리의 EC는 PV 및 CV 상토가 각각 0.98과 1.93dS·m<sup>-1</sup>였으며 접목묘 성장을 위한 적절한 EC 범위는 CV 상토가 PV 상토 보다 높음을 의미한다. 이상의 결과는 접목묘 성장을 위한 적절한 EC범위가 상토에 따라 다르므로 소질이 우수한 접목묘를 생산하기 위하여 배액률도 상토별로 다르게 조절되어야 함을 의미한다.

**추가 주제어 :** 단근삽접, 시비농도, 생체중, 염농도

사 사

본 연구는 2013-2014 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음.

Literature Cited

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.

Hanan, J.J. 1998. *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture.* Prentice Hall, Boca Raton, FL.

Kim, I.Y. 2007. Survey on the physico-chemical properties of root media produced in the year of 2005 in Korea. Symposium of Korean Research Group of Root Media held on June 1, 2007 at National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea.

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, IL.

Ku, C.S.M. and D.R. Hershey. 1991. Leachate electrical conductivity and growth of potted poinsettia with leaching fractions of 0 to 0.4. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:802-806.

Lindsay, W.L. 2001. *Chemical equilibria in soils.* The Blackburn Press, Caldwell, NJ.

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 II.* Ball Publishing, Batavia, IL.

Nichols, M.A. 2007. The production of year round white asparagus in greenhouse using a coco peat medium. *Acta Hort.* 747:271-274.

Shin, B.K., J.E. Son, and J.M. Choi. 2012a. Physico-chemical properties of inorganic materials currently used as root medium components for crop production in Korean plant factories. *J. Bio-Environ. Cont.* 21:336-342.

Shin, B.K., J.E. Son, and J.M. Choi. 2012b. Physico-chemical properties of peatmoss and coir dust currently used as root medium components for crop production in Korean plant factories. *J. Bio-Environ. Cont.* 21:362-371.

Styer, R.C. and D.S. Koranski. 1997. *Plug & transplant production: a growers guide.* Ball Publishing, Batavia, IL. p. 101-128, 193-228.

Warncke, P.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *HortScience* 21:223-225.