

Cellular Glass Foam과 Peatmoss를 함유한 혼합배지에서 관수빈도가 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 영향

박정호¹ · 정병룡^{1,2*}

¹경상대학교 대학원 응용생명과학부 원예학과, 경남 진주시 가좌동 900

²경상대학교 농업생명과학연구원, 경남 진주시 가좌동 900

Effect of Irrigation Frequency on Growth of Tomato Plug Seedlings in Media Containing Cellular Glass Foam and Peatmoss

Park, Jeong Ho¹ and Byoung Ryong Jeong^{1,2*}

¹Dept. of Horticulture, Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract. Cellular glass foam (CGF), the reprocessed glass, has a possibility to be used as a medium component in plug culture of horticultural crops due to its excellent air and water permeability as comparable to perlite. An experiment was conducted to investigate growth of plug seedlings of *Lycopersicon esculentum* 'Segye' as influenced by irrigation frequency in various medium combinations of CGF (2.0-4.0 mm particle size) and peatmoss. Seeds were sown in 200-cell plug trays, filled with mixtures of CGF and peatmoss either at 33:67 or 25:75 (% v/v) and were germinated on a fogged propagation bed. The irrigation frequencies used were one, two or three times per every two days. A commercial plug medium (Tosilee medium) was used as the control, and the irrigation frequency in the control was one time per day. Growth of seedlings, and medium pH and EC were measured at 33 days after sowing. The medium composition had little influence on overall growth of seedlings. Irrigation frequency very significantly affected number of leaves, leaf area, chlorophyll concentration, fresh and dry weights of shoots and roots, and dry matter. Growth of seedlings was the greatest with the highest irrigation frequency in the 25% CGF+75% peatmoss mixture.

Key words : *Lycopersicon esculentum*, plug medium, cellular glass foam, perlite, nutrient solution, irrigation

This work was partially supported by the Brain Korea 21 Project and the SGRP/PTOP (Problem-Oriented Technology Development Project for Agriculture and Forestry) in Korea.

*Corresponding author

서 언

상업적 플러그묘 생산 시스템에는 정밀하게 제어된 환경 조건들이 요구된다. 이 중에서 배지의 환경은 고상, 기상, 액상으로 구분되고, 이 세가지 요소가 적절한 균형을 이루어 식물의 뿌리를 둘러싼 물리적 환경이 최적 조건으로 조절되어야 한다(Bunt, 1988). Choi 등(1997)은 통기성을 조절하기 위하여 입자크기가 다른 물질을 다양한 비율로 혼합하였으며, 입자가 큰 물질들이 많이 혼합될 경우 토양 공극률이 증가하고, 공극의 증가는 일반적으로 통기성의 증가 및 보수성의

감소를 초래한다고 하였다. 또한 배지는 재배 기간동안 pH나 EC를 포함한 배지의 화학성 변화가 적어야 한다(Bunt, 1988; Choi 등, 1997). 배지의 pH가 높으면 몰리브덴 과잉증상과 철, 망간, 아연, 구리, 붕소 등의 결핍증상이 나타난다. 낮은 pH에서는 철, 망간, 아연, 구리의 흡수가 증가되나, 몰리브덴, 칼슘, 마그네슘의 결핍증상이 나타난다(Nelson, 1991).

최근 양액재배와 인공배지의 보급이 확대되면서 환경친화적이며, 재배에 적절한 조건을 갖춘 많은 양의 배지가 수입되고 있고, 농가에서도 생산비용의 상당부분을 차지하는 배지에 대한 관심이 증대되고 있다. 이

를 반영하듯 국내에서도 환경친화적이며 수입 대체효과가 있는 배지 재료의 탐색에 많은 관심을 기울이고 있으며, 현재 농가에서 사용된 인공배지의 재활용과 산업 부산물을 이용한 새로운 배지의 선발에 관해 많은 연구가 진행되어 왔다(Kim and Jeong, 2001; Lim and Jeong, 2001; Shin and Jeong, 2002; Song et al., 1996).

건축용 단열재로 많이 사용되는 cellular glass foam (CGF)은 다공성 유리입자로서 비중이 낮고, 통기성이 좋으며, 산업부산물로서 생산량이 많다. 또한 이화학적 성질이 펠라이트와 유사하지만 펠라이트보다 더 다공성 재료로 유효수분함량이 다소 적은 펠라이트의 단점을 보완하고 시간의 경과에 따른 물리성 파괴가 적어 장기재배에 유리한 특성을 갖고 있다. 또한 CGF는 작물의 생육특성에 맞추어 육묘용 배지로 가공할 때 입자크기의 조절 및 타 배지와와의 혼합이 용이하며, 가공 후 물리성이 쉽게 파괴되지 않는 특성이 있다(Shin and Jeong, 2002).

본 연구는 산업부산물인 CGF를 플러그 배지로서 이용하기 위한 가능성을 확인하고 이용기술을 개발하기 위해, CGF와 피트모스를 적정 비율로 혼합한 후 3수준의 관수 빈도를 적용할때 토마토 플러그의 생육이 어떻게 반응하는지를 구명하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

실험에 사용한 CGF는 경기도 포천에 소재한 유진산업(주)에서 생산한 건축용 단열제 재료였다. 블록형을 구입 파쇄하여 크기가 2.0~4.0 mm인 입자를 선발하였고 CGF와 피트모스를 33:67 또는 25:75 (% , v/v)의 비율로 혼합하였다. 2일마다 1회, 2회 또는 3회씩 두상관수 하였다. 관수량은 플러그 트레이당 1.5 L로 하였으며, 용탈량은 0.5 L이었다. 대조구로는 토실이 무비상토(신안정밀(주))처리에 하루에 한번씩 두상관수하였다.

혼합된 배지를 200구 플러그 트레이에 충전하고 *Lycopersicon esculentum* 'Segye'(서울종묘(주)) 종자를 2002년 2월 28일에 파종하여 분무(fogging) 시설이된 발아상에서 발아시킨 후, 2002년 3월 7일부터 3/4식 유리온실의 베드에 3반복 난피법으로 배치하였다. 재배 기간동안 주간 최대온도는 35.8°C, 야간 최저온도는

Table 1. Chemicals and concentrations used in the nutrient solution for the culture of plug seedlings.

Chemical	Conc. (m·g/L ⁻¹)	Chemical	Conc. (m·g/L ⁻¹)
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	472	Fe-EDTA	15.0
KH ₂ PO ₄	272	MnSO ₄ ·4H ₂ O	2.1
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246	H ₃ BO ₃	1.4
KNO ₃	202	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.8
NH ₄ NO ₃	80	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.2
		Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.1

11.4°C이였으며, 평균온도는 21.1°C이었다. 실험에 사용된 공정육묘 다용도 액비(Table 1)의 전기전도도(EC)와 pH는 각각 1.23 dS·m⁻¹와 6.0이었다. 액비는 본엽이 출현할 때까지는 1주일에 1회씩, 본엽 출현 이후부터는 1주일에 2회씩, 그리고 실험의 마지막 주에는 1회 관수하였다.

2002년 4월 1일에 초장, 경경, 엽수, 엽면적, 총엽록소 함량, 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중, 그리고 재배 전과 후의 배지의 pH와 EC를 측정하였다. 건물중은 생체중을 측정한 후 60°C의 항온건조기에서 72시간 건조한 후에 측정하였다. 총엽록소 함량은 상부 3번째 잎을 채취하여 80%(v/v) 아세톤 용액으로 24시간 암상태에서 추출하였다. 분광광도계(Unikon 922, Kotron Instruments, Italy)를 사용하여 645 nm와 663 nm에서 흡광도를 측정한 후 총엽록소함량($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\text{fw}$) = $\{(20.29 \times A_{645}) + (8.02 \times A_{663})\} \times \text{아세톤량}(\text{mL}) \div \text{생체중}(\text{mg})$ 의 식을 이용하여 산출하였다(Arnon, 1949). 배지의 EC와 pH는 토양시료와 증류수를 1:5(v/v)로 희석한 후 상온에서 24시간 교반하여 나온 현탁액을 여과하여 측정하였다. 모든 실험의 결과는 SAS(Statistical Analysis System, V. 6.12, NC, USA) 프로그램을 이용하여 통계분석 하였다.

결과 및 고찰

혼합배지의 재배 전 pH는 6.0과 6.8로 CGF의 함량이 많을수록 높았다(Table 2). 무기물 배지인 CGF는 pH가 7.5로 알칼리성을 나타냈으며, 피트모스는 강산성을 나타냈다. 이러한 두 가지 재료의 혼합 비율을 조절함으로써 배지의 화학성을 조정할 수 있을 것이라 생각된다. 배지재료 중 무기물은 유기물재료와 비교해

Cellular Glass Foam과 Peatmoss를 함유한 혼합배지에서 관수빈도가 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 영향

Table 2. EC and pH of growing media determined at before and 33 days after culture of *Lycopersicum esculentum* 'Segye' plug seedlings.

Medium ^z (v/v)	Irrigation frequency ^y	Before sowing		After growing	
		EC (dS·m ⁻¹)	pH	EC (dS·m ⁻¹)	pH
25%	1			0.151	6.36
CGF+75%	2	0.186	6.01	0.152	6.36
PM	3			0.139	6.11
33%	1			0.168	6.75
CGF+67%	2	0.172	6.84	0.157	6.74
PM	3			0.131	6.66
Tosilee medium ^x	2	0.370	5.67	0.198	6.66
Medium (A)				ns ^v	***
Irrigation frequency (B)				*	ns
A×B				ns	ns
LSD ^w _{0.05}		0.024	0.33	0.025	0.25

^zCGF, cellular glass foam; and PM, peatmoss.

^yIrrigation frequency per every 2 days.

^xCommercial plug medium with no preplanting fertilizers (Tosilee medium, Shinan Precision Co., Korea).

^wLeast significant difference at $P=0.05$.

ns, *, ***: Nonsignificant, or significant at $P=0.05$, or $P=0.001$, respectively.

서 수분보유력이 낮고 알칼리성인 경우가 많으므로 이를 보완하기 위해 유기물배지와 혼합함으로써 통기성 및 보수성을 조절하고 pH와 전기전도도(EC)를 안정화시키는 상호보완 효과를 얻을 수 있다(Choi 등, 1997; Urban 등, 1994). 재배후 배지의 pH는 CGF의 혼합비율이 25%일때 재배 전보다 상승하였으며, 33%에서는 재배 전보다 낮아졌다. 그리고 관수빈도가 높을수록 재배 후에 낮아지는 경향을 보였으나 유의적 차이는 나타나지 않았다. Nelson(1991)은 무토양배지에서 모든 원소가 흡수될 수 있는 적절한 pH는 5.4-6.0이라 제시하였다. 그러나 재배후 배지의 pH는 모두 적정 pH보다 높은 수치로 측정되었다. 하지만 토마토 플러그묘 생육에 장애현상은 나타나지 않았다. Choi 등(1997)이 몇가지 배양토 재료를 이용하여 고추를 육묘한 결과와 유사하게 본 실험에서도 작물 재배 중에 특별한 무기원소의 결핍증상이나 독성증상이 관찰되지 않았지만 안전한 작물관리를 위해 배지재료별 혼합비율(산성 배지와 알칼리성 배지)을 조절하거나 양액에 의한 배지의 pH 관리로 Bunt(1998)나 Nelson

(1991)이 제시한 안전한 pH 범위로 낮춰야 할 것으로 판단된다.

EC는 재배 전과 후의 차이가 크게 나지 않았으며 (Table 2) 관수빈도가 높을수록 낮아지는 경향을 보였는데 이는 관수량 증가로 배지내의 영양분 용탈이 심화되었기 때문이라고 판단되었다. 재배 후 EC는 배지 혼합비율에 따른 유의적인 차이는 없었지만, 관수빈도에 따른 유의적인 차이는 인정되었다(Table 2).

토마토묘의 생육은 CGF의 혼합비율이 25%일때 우수하였으며 (Table 3), 지상부의 생체중과 건물중, 그리고 식물체의 총생체중이 유의성 있게 증가하였다 (Table 4). 이와같이 수분 보유력이 낮은 CGF의 함량 감소와 수분 보유력이 높은 피트모스의 함량 증가는 혼합배지의 보수력을 증가시켰으며, 토마토묘가 더 많은 수분을 이용하여 건물중에서 유의성 있게 감소한 것을 볼 수 있다 (Table 4). 이러한 결과는 이전 실험결과(Hwang and Jeong, 2001; Hwang 등, 2001)와도 매우 유사하였다. 관수 빈도가 높을수록 경경, 엽수, 엽면적, 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중이 유의성 있게 증가하였으며, T/R율은 감소하였다 (Table 3, 4). 그리고 대조구인 토실이 무비상토에서의 생육과 비교하면 배지에 따른 생육의 차이는 적었으며, 관수빈도가 2일에 1회 처리와는 차이가 대부분 인정되었으나 2회와 3회 처리구는 매우 유사한 생육을 보였다.

이상의 결과를 요약하면 각 처리간에 생육의 차이는 크게 나타나지 않았으며, CGF의 혼합비율이 적을수록 우수한 생육을 보였다. 그리고 관수빈도가 증가할수록 생육이 우수하였다 (Photo. 1).

적 요

본 실험은 폐기된 유리물질을 재가공하여 입자화한 CGF(cellular glass foam)를 펄라이트 대체 혼합상토로 이용하기 위하여 수행되었다. CGF의 입자크기를 2.0-4.0 mm로 조절한 후 피트모스와 혼합하여 배지를 조제하였고 관수빈도에 따른 *Lycopersicum esculentum* 'Segye' 플러그묘의 생육을 비교하였다. CGF와 피트모스의 혼합비율은 25:75와 33:67(% v/v)이었으며 관수빈도는 2일에 1회, 2회, 또는 3회로 하였고, 상업용 플러그 배지(토실이 배지)에 1일 1회 관수한 것을 대조구로 하였다. 파종 후 33일에 플러그묘의 초장, 경

Table 3. Height, stem diameter, number of leaves, leaf area, and chlorophyll concentration of *Lycopersicum esculentum* ‘Segye’ plug seedling at 33 days after sowing.

Medium ^z (v/v)	Irrigation frequency ^y	Height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)	Total chlorophyll (µg·mg ⁻¹ fw)
25% CGF+75% PM	1	8.9	2.4	4	13.14	0.91
	2	9.5	2.4	4	14.12	1.03
	3	10.0	2.7	4	19.09	1.02
33% CGF+ 67% PM	1	8.3	2.3	4	11.76	0.81
	2	10.4	2.4	4	14.34	0.82
	3	9.3	2.5	4	15.59	0.77
Tosilee medium ^x	2	9.1	2.5	4	12.75	0.90
Medium (A)		ns	ns	ns	ns	ns
Irrigation frequency (B)		ns	**	*	***	ns
A×B		ns	ns	ns	ns	ns
LSD ^w _{0.05}		1.8	0.2	0	2.97	0.38

^zCGF, cellular glass foam; and PM, peatmoss.

^yIrrigation frequency per every 2 days.

^xCommercial plug medium with no preplanting fertilizers (Tosilee medium, Shinan Precision Co., Korea).

^wLeast significant difference at $P=0.05$.

^vns, *, **, ***: Nonsignificant, or significant at $P=0.05$, $P=0.01$, or $P=0.001$, respectively.

Table 4. Fresh and dry weights of shoots and roots, T/R ratio, and percent dry matter of *Lycopersicum esculentum* ‘Segye’ plug seedling at 33 days after sowing.

Medium ^z (%, v/v)	Irrigation frequency ^y	Fresh weight (mg)			Dry weight (mg)			T/R ratio	Dry matter (%)
		Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total		
25% CGF + 75% PM	1	819	248	1,067	71.27	16.50	87.77	4.31	8.22
	2	855	259	1,114	79.60	14.20	93.80	5.59	8.37
	3	1,121	307	1,428	96.97	22.37	119.33	4.33	8.36
33% CGF + 67% PM	1	694	239	932	70.97	16.90	87.87	4.21	9.42
	2	795	285	1,081	75.30	17.20	92.50	4.49	8.56
	3	903	293	1,197	84.90	19.27	104.17	4.43	8.70
Tosilee medium ^x	2	880	289	1,169	85.93	17.43	103.37	4.93	8.84
Medium (A)		*** ^v	ns	**	*	ns	ns	ns	**
Irrigation frequency (B)		***	**	***	***	**	***	*	ns
A×B		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
LSD ^w _{0.05}		90	39	105	8.62	2.98	10.46	0.71	0.64

^zCGF, cellular glass foam; and PM, peatmoss.

^yIrrigation frequency per every 2 days.

^xCommercial plug medium with no preplanting fertilizers (Tosilee medium, Shinan Precision Co., Korea).

^wLeast significant difference at $P=0.05$.

^vns, *, **, ***: Nonsignificant, or significant at $P=0.05$, $P=0.01$, or $P=0.001$, respectively.

경, 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중, 엽수, 엽면적, 엽록소 함량, 그리고 배지의 pH와 EC를 조사하였다. 배지 혼합비율에 따른 플러그묘의 전체 생육은 유의성이 낮았다. 관수빈도에 따른 경경, 엽수, 엽면적, 줄기와

뿌리의 생체중과 건물중, T/R율, 그리고 배지의 EC에서 유의적인 차이를 보였다. CGF와 피트모스를 25:75 (% , v/v)로 혼합한 배지에 관수빈도를 높인 처리에서 묘의 생육이 가장 좋았다.

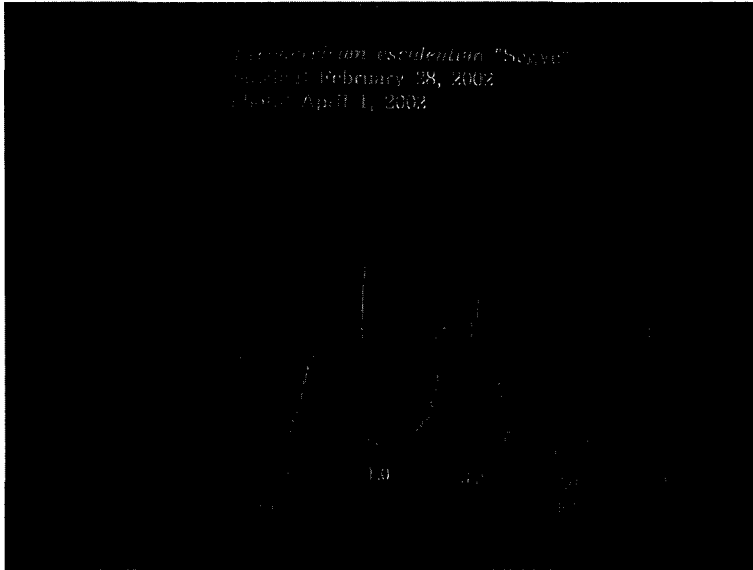


Photo 1. *Lycopersicon esculentum* 'Segye' plug seedlings at 33 days after sowing as affected by the medium composition and irrigation frequency.

주제어 : 토마토, 플러그 배지, 다공성 유리입자, 펄라이트, 양액, 관수

인 용 문 헌

1. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1-15.
2. Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
3. Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 33:618-624.
4. Hwang, S.J. and B.R. Jeong. 2001. Growth of plug seedlings of 'Nokkwang' pepper in various mixtures of CGF and CCW. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech. Supp.* 1:37 (Abstr.).
5. Hwang, S.J., J.H. Park, and B.R. Jeong. 2001. Medium composition including particles of CGF and CCW affects growth of plug seedlings of 'Segye' tomato. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech. Supp.* 1:64 (Abstr.).
6. Kim, G.H. and B.R. Jeong. 2001. Culture of pot plant of *Petunia hybrida* 'Orchid Madness' in various mixtures of used perlite and CGF in a mat subirrigation system. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech. Supp.* 1:45 (Abstr.).
7. Lee, M.Y. and B.R. Jeong. 2002. Rooting and growth of *Kalanchoe* 'Gold Strike' cuttings in various mixtures of CGF. *J. Bio-Environment Control* 11:108-114.
8. Lim, M.Y. and B.R. Jeong. 2001. Use of used perlite as a medium component for production of plug seedlings of *Petunia hybrida* 'Madness Red'. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech. Supp.* 1:45 (Abstr.).
9. Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse Operation and Management*, 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
10. Shin, W.G. and B.R. Jeong. 2002. Growth and development of pot chrysanthemum 'Pink Pixie Time' in various mixtures of shattered PUR and CGF. *J. Bio-Environment Control* 11:29-34.
11. Song, C.Y., J.M. Park., J.M. Choi., B.C. Seok, and J.S. Lee. 1996. Effect of composted rice-hull on physicochemical properties of growing media and growth of *Petunia hybrida*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:451-454.
12. Urban, L., R. Brun, and P. Pyrrha. 1994. Water relations of leaves of 'Sonia' rose plants grown in soilless greenhouse conditions. *HortScience* 29:627-630.