

원예용 폐배지를 재활용한 혼합배지에서 페튜니아와 팬지 플러그묘의 생육

신우근 · 정병룡*

경상대학교 대학원 응용생명과학부 원예학과, 경남 진주시 가좌동 900

Growth of Plug Seedlings of *Petunia* 'Madness Rose' and Pansy 'Magestic GT' in Various Mixtures of Recycled Horticultural Media

Woo Gun Shin and Byoung Ryong Jeong*

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

*corresponding author

ABSTRACT Plug seedlings of *Petunia hybrida* 'Madness Rose' and *Viola tricolor* 'Magestic GT' were cultured in media containing various volume ratios of recycled plug medium, recycled coir, perlite, granular rockwool, and vermiculite for 36 and 43 days after sowing, respectively. Recycled plug medium and recycled coir were steam pasteurized for 30 minutes at 120°C and 1.5 atmosphere. An unused commercial plug medium (Tosilee, pH 5.10, EC 0.12 mS · cm⁻¹ at 1:5 dilution, v/v, Shinan Grow Co.) was used as the control. The pH of different media before and after growing seedlings was similar. Medium EC was high when recycled plug medium was included. Recycled coir (75%)+vermiculite (25%) mixture also had high medium EC. However, medium EC was low when granular rockwool or perlite was included. Height, root formation, shoot dry weight and leaf count (ea) of petunia, and height, total fresh and dry weights, and shoot fresh and root dry weights of pansy were the highest in recycled coir (75%)+perlite (25%) mixture. Recycled coir was better than recycled plug medium in physicochemical properties, and also in resultant plant growth. It is recommended to include perlite or granular rockwool when plug media including recycled horticultural media are prepared.

Additional key words: growing medium, perlite, transplants, vermiculite

서 언

공정육묘 및 양액재배용 재료인 피트모스와 코이어는 전량 외국으로부터 수입에 의존하고 있으며, 그들의 이용은 1회에 그쳐 재배작물의 단가를 높이는 요인이 되고 있다. 코이어는 스리랑카 지역에서 생산되는 코코넛야자(*Cocos nucifera* L.) 열매의 중과피를 분쇄한 것으로 일정한 부숙기간을 거치면 적당한 유효수분량을 유지하여 배지로서 적합하며, 피트모스에 비하여 양이온 치환용량이 매우 높다는 점에서 그 이용가치가 높다(Verdonck 등, 1983).

원예작물재배용 배지의 국산화를 위한 많은 시도는 있었지만 수입되는 배지용 유기물을 대체할 국산 자재가 거의 없고 일부 가능한 자재를 이용할 경우 외국제품에 대적할 만한 우수한 제품의 개발이 쉽지 않다. 따라서 수입되어 1회 재배 후 버려지는 육묘용 폐

배지와 양액재배용 폐코이어를 재배용 배지로 재사용할 수 있는 연구가 필요하다. 육묘용 폐배지는 일반 육묘농가에서 햇빛에 건조하는 방법으로 처리하여 재활용되기도 한다. 양액재배에 사용된 코이어는 양액재배 중에 일어나는 물리성이나 화학성의 변화로 인해 다시 양액재배용으로 사용하기에는 다소 무리가 있다고 판단된다.

식물의 배양토는 고품질, 토양공기 및 토양수로 구성되고, 뿌리를 둘러싼 물리적 환경이 최적조건으로 조절되어야 한다(Bunt, 1988). 육묘용 상토가 갖추어야 할 기본적인 기능은 크게 4가지로 나눌 수 있다. 첫째는 작물에 필요한 양분을 보유해야 하는데, 이 기능은 육묘출현 후 적절한 관비로 해결할 수 있다. 두 번째로 수분을 적절하게 유지해야 하는데, 육묘용 배지나 코이어는 이용후에도 수분보유력은 크게 변화가 없을 것이며 입상암면 등의 재료를 혼합함으로써 보완이 가능할 것이다. 셋째로 뿌리에 필요한 산소를 공급하고 이산화탄소를 원활하게 배출하는 가스교환기능인데, 이것은 혼합되는 펄라이트나 버미큘라이트 등 공극성이 큰 재료로 보완될 수 있을 것이다. 넷째로 작물체의 지지로, 이 기능은 배지 재활용시 크게 문제가 되지 않는다고 판단된다. 화학성면에서는 배지의

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

pH가 안정되고 적정범위내에서 유지되어야 한다. 또한 무기성분의 농도가 낮고 EC가 낮아야 하며, 무기이온간의 균형도 중요하다.

본 실험은 공정육묘장의 폐배지와 양액재배농가의 폐코이어를 육묘용 배지로 재활용할 목적으로 이들과 미사용의 다양한 배지(펄라이트, 입상암면, 버미큘라이트)와의 혼합비율이 페튜니아 (*Petunia hybrida*) 'Madness Rose'[홍농종묘(주) 제공]와 팬지 (*Viola tricolor*) 'Magestic GT'[홍농종묘(주) 제공] 묘의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

실험에 사용한 폐배지는 경남 진주시의 진주영농조합에서 박과 채소류 접목용 대목 등을 재배한 폐배지(피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트 및 소량의 고품토를 혼합한 배지)와 경남 고성군의 하나로영농조합에서 토마토 양액재배에 사용한 플라스틱 자루속의 폐코이어를 수거하여 120℃, 1.5기압에서 30분 동안 대원기공(주)의 증기소독기로 소독하였다. 소독한 폐배지는 Table 1과 같이 펄라이트[파라트, 삼손(주)], 입상암면[Green Wool, 서울암면(주)], 그리고 버미큘라이트[충청산업(주)]와 다양한 부피비율로 혼합하여 실험에 사용하였다. 대조구로는 미사용의 공정육묘용 상토[토실이상토, pH 5.10, EC 0.12mS·cm⁻¹, 1:5 희석법, 신안그로(주)]를 사용하였다. 2000년 2월 11일에 다양한 비율로 혼합한 배지를 채운 200공 트레이에 파종하여 주간 28℃, 야간 20℃, 매 3분마다 1분간 분무[신안정밀(주)] 조건에서 3일간 발아시켰다. 처리당 4반복, 반복당 100개 체로 하여 유리온실(최저온도 13℃, 최고온도 40℃, 평균온도 22℃)에 난피법으로 배치하였다. 처음 5일간은 하루에 한번 오전 10시경에 두상관수하였다. 그 이후에는 하루에 한번 오전 10시경에 100L의 탱크에 조제된 공정육묘용 액비(Table 2)로 저면관수하였다. 페

튜니아와 팬지는 각각 36일과 43일간 재배 후 초장, 근형성, 생체중, 건물중, 지상부와 지하부의 생체중, 지상부와 지하부의 건물중, 엽면적, 엽수, 육묘 출현율, 엽록소 농도, 건물물, 그리고 T/R율을 조사하였다. 근형성은 뿌리가 배지를 감싸고 있는 정도에 따라 가장 불량한 1에서 가장 우수한 5로 등급을 매겼다. 실험에 사용한 배지는 사용전과 사용후 각 처리별 3반복으로 20mL의 시료를 채취하여 2차 증류수 100mL로 1:5 희석 시료를 만들고, 다시 이것을 24시간 교반한 후 거름종이로 걸러진 용액의 pH와 EC를 조사하였다. 실험결과는 SAS(V6.12, NC, USA) 프로그램을 이용하여 통계 분석하였다.

결과 및 고찰

생육의 차이는 육묘초기 육안으로 구별될 정도였지만, 육묘 최종 단계, 즉 정식 전 단계에서는 육안으로 구별하기 어려웠다. 페튜니아의 경우 F test 결과 지하부 생체중을 제외하고는 모든 조사항목에서 유의차가 나타났다(Table 3, 4). 특히 공정육묘 폐배지보다 양액재배 폐코이어가 혼합된 처리에서 전반적으로 보다 좋은 생육을 나타냈다. 초장, 근형성, 지상부 건물중, 엽수를 조사한 결과 다른 처리구에 비해 처리 6에서 가장 좋은 결과를 보였다. Park 등(1999)도 코이어와 펄라이트 혼합배지에서 무등산 수박의 무게와 총수량이 가장 높았다고 보고하였다. Choi 등(1997)도 코이어와 가장 유사한 성질을 가진 피트모스와 버미큘라이트, 그리고 피트모스와 펄라이트가 혼합된 배양토에서 고추묘가 좋은 생육을 보였다고 하였다.

육묘 출현율은 처리 3을 제외한 모든 처리구에서 90% 이상으로 대조구인 처리 1보다 양호한 결과를 나타냈다. 특히 폐배지, 폐코이어, 펄라이트를 혼합한 처리 14에서는 99%의 출현율을 나타내

Table 1. Compositions of 15 media used in the experiment².

Treatment no.	Composition (v/v)	Treatment no.	Composition (v/v)
1	Tosilee (Control)	9	1 Tosilee (R) : 1 Rockwool : 1 Perlite
2	Tosilee (R)	10	1 Coir (R) : 1 Rockwool : 1 Perlite
3	1 Tosilee (R) : 1 Rockwool	11	1 Tosilee (R) : 1 Rockwool : 1 Vermiculite
4	1 Coir (R) : 1 Rockwool	12	1 Coir (R) : 1 Rockwool : 1 Vermiculite
5	3 Tosilee (R) : 1 Perlite	13	1 Tosilee (R) : 1 Coir (R) : 1 Rockwool
6	3 Coir (R) : 1 Perlite	14	1 Tosilee (R) : 1 Coir (R) : 1 Perlite
7	3 Tosilee (R) : 1 Vermiculite	15	1 Tosilee (R) : 1 Coir (R) : 1 Vermiculite
8	3 Coir (R) : 1 Vermiculite		

²Tosilee: pH 5.10, EC 0.12 mS·cm⁻¹ at 1:5 dilution, v/v. R: recycled. Granular rockwool was used.

Table 2. The chemicals and their concentrations used in the nutrient solution for the culture of plug seedlings.

Formula	g/100 L	Formula	g/100 L
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	47.2	Fe-EDTA	1.50
MgSO ₄ ·7H ₂ O	24.6	H ₃ BO ₃	0.14
KNO ₃	20.2	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.02
NH ₄ NO ₃	8.0	MnSO ₄ ·4H ₂ O	0.21
KH ₂ PO ₄	27.2	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.01
		ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.08

Table 3. Vegetative growth of petunia seedlings grown for 36 days after sowing in different media.

Treatment no. ^z	Height (cm)	Root grade ^y	Total fresh weight (mg)	Total dry weight (mg)	Shoot fresh weight (mg)	Root fresh weight (mg)	Shoot dry weight (mg)	Root dry weight (mg)
1	4.3	3.05	935	52	670	265	40	12
2	5.0	2.90	1240	60	955	285	50	10
3	4.7	3.17	1045	57	812	232	45	12
4	4.6	4.07	1030	60	790	240	45	15
5	4.9	3.10	1065	60	830	235	47	12
6	5.2	4.32	1195	65	927	267	50	15
7	4.8	3.17	1060	57	787	272	42	15
8	5.0	4.00	1085	55	832	252	45	10
9	4.6	3.42	975	62	712	262	42	20
10	4.8	3.90	1115	70	810	305	47	22
11	4.4	3.20	825	50	625	200	35	15
12	4.5	3.05	987	52	735	252	40	12
13	4.9	3.20	1110	67	837	272	50	17
14	5.2	2.95	1130	60	862	267	47	12
15	4.9	2.97	1095	60	837	257	47	12
F test	***	***	***	**	***	NS	***	*
LSD _{0.05}	0.39	0.44	132.0	9.9	97.1	52.4	6.4	6.8

^zSee Table 1 for treatments.^yRoot formation was evaluated as a grade 1 to 5, where 5 being the greatest.NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.**Table 4.** Leaf area, number of leaves, % emergence, chlorophyll concentration, % dry matter, and T/R ratio of petunia seedlings grown for 36 days after sowing in different media.

Treatment no. ^z	Leaf area (cm ²)	No. of leaves	Emergence (%)	Chlorophyll ($\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}\text{fw}$)	Dry matter (%)	T/R ratio
1	11.7	9.5	90.5	0.86	5.7	3.5
2	17.8	10.1	94.8	1.11	4.8	5.0
3	15.0	9.5	87.0	0.85	5.5	3.9
4	14.4	9.8	95.8	0.81	5.8	3.4
5	15.1	9.5	94.8	0.75	5.6	4.1
6	16.8	10.4	95.8	0.82	5.4	3.8
7	14.1	9.8	95.8	0.83	5.4	3.3
8	14.9	9.9	97.0	0.85	5.1	4.5
9	13.3	9.6	97.8	0.88	6.5	2.1
10	14.4	9.9	94.8	0.80	6.3	2.2
11	11.0	9.0	97.3	0.79	6.0	2.6
12	12.8	9.2	94.3	0.72	5.3	3.5
13	14.7	9.7	95.5	0.84	6.1	3.1
14	15.3	9.7	99.0	0.81	5.3	4.1
15	14.6	9.6	95.3	0.78	5.5	4.1
F test	***	**	*	**	**	*
LSD _{0.05}	1.70	0.60	5.36	0.10	0.70	1.52

^zSee Table 1 for treatments.NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

었다. 엽면적은 처리 11을 제외하고 모든 처리구가 대조구보다 좋은 결과를 나타냈다.

팬지의 경우 F test 결과 지하부 건물중, 유묘 출현율, T/R율을 제외한 모든 조사항목에서 유의차가 나타났다(Table 5, 6). EC가 높은 배지, 즉 폐배지와 버미큘라이트가 혼합된 배지에서는 수분스

트레스에 기인한 것으로 보이는 고사현상이 나타났다. 근형성은 폐코이어가 혼합된 혼합배지에서 우수했고, 특히 처리 4, 8, 10에서 우수한 결과를 나타내어 페튜니아에서와 유사한 결과를 보였다. 육묘용 폐배지는 시간이 경과할수록 고형화되어 수분흡수 및 뿌리의 활착, 통기성 등을 악화시키는 결과를 초래하였다고 판단된다. 하

Table 5. Vegetative growth of pansy seedlings grown for 43 days after sowing in different media.

Treatment no. ^z	Height (cm)	Root grade ^y	Total fresh weight (mg)	Total dry weight (mg)	Shoot fresh weight (mg)	Root fresh weight (mg)	Shoot dry weight (mg)	Root dry weight (mg)
1	5.4	3.0	802	75	470	332	55	20
2	5.9	2.8	835	80	515	320	60	20
3	5.1	3.2	747	75	445	302	52	22
4	5.3	3.9	820	85	485	335	62	22
5	5.5	3.1	807	75	490	317	55	20
6	6.1	3.2	852	85	547	305	65	20
7	5.2	2.7	607	62	370	237	50	12
8	5.5	4.3	780	75	460	320	55	20
9	4.8	2.8	642	72	415	227	55	17
10	5.5	3.7	792	85	482	310	60	25
11	4.2	2.4	522	57	317	205	40	17
12	4.1	2.9	532	55	322	210	40	15
13	5.4	2.9	705	75	475	230	57	17
14	5.1	3.2	692	72	430	262	52	20
15	4.6	3.0	607	57	360	247	42	15
F test	***	***	***	***	***	***	***	NS
LSD _{0.05}	0.69	0.63	131.9	13.8	89.2	66.2	10.2	6.7

^zSee Table 1 for treatments.

^yRoot formation was evaluated as a grade 1 to 5, where 5 being the greatest.

NS, *** Nonsignificant or significant at $P=0.001$, respectively.

Table 6. Leaf area, number of leaves, % emergence, chlorophyll concentration, % dry matter, and T/R ratio of pansy seedlings grown for 43 days after sowing in different media.

Treatment no. ^z	Leaf area (cm ²)	No. of leaves	Emergence (%)	Chlorophyll ($\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}\text{fw}$)	Dry matter (%)	T/R ratio
1	11.9	5.0	90.3	1.25	9.3	2.8
2	12.8	5.3	89.3	1.25	9.6	3.0
3	11.9	5.6	84.0	1.23	10.0	2.8
4	12.6	5.3	84.5	1.27	10.4	2.8
5	11.6	5.2	89.0	1.28	9.3	2.8
6	14.3	5.4	90.3	1.30	10.0	3.3
7	10.4	5.0	87.0	1.43	10.5	4.1
8	10.7	5.3	91.3	1.36	9.6	2.8
9	11.2	5.0	83.0	1.45	11.3	3.5
10	13.0	5.1	85.8	1.43	10.7	2.5
11	8.6	4.5	85.8	1.42	10.9	2.4
12	9.4	4.5	82.5	1.22	10.3	3.0
13	13.5	5.0	82.3	1.51	10.6	3.6
14	11.9	5.0	86.3	1.56	10.5	2.6
15	9.4	4.7	86.8	1.53	9.5	3.1
F test	***	*	NS	***	*	NS
LSD _{0.05}	1.80	0.63	7.40	0.15	1.20	1.26

^zSee Table 1 for treatments.

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

지만 페코이어와 펄라이트 혼합배지인 처리 6은 초장, 생체중, 건물중, 지상부 생체중, 지상부 건물중, 엽면적에서 가장 좋은 결과를 보였고, 기타 다른 생육에서도 전반적으로 좋은 결과를 나타냈다.

팬지의 유묘 출현율은 페튜니아보다 다소 낮지만 처리간 유의차는 나타나지 않았다(Table 6). 건물율은 오히려 대조구인 처리 1보

다 다른 처리에서 다소 높았다. 엽록소 농도 또한 처리 3, 4를 제외하고 모든 처리에서 대조구와 같거나 더 높은 결과를 나타냈다. 엽면적과 엽록소 농도에서 처리간에 고도의 유의성이 있었고 그외 항목에서는 유의성이 없거나 적었다.

pH와 EC는 처리간에 고도의 유의성이 있었다(Fig. 1, 2).

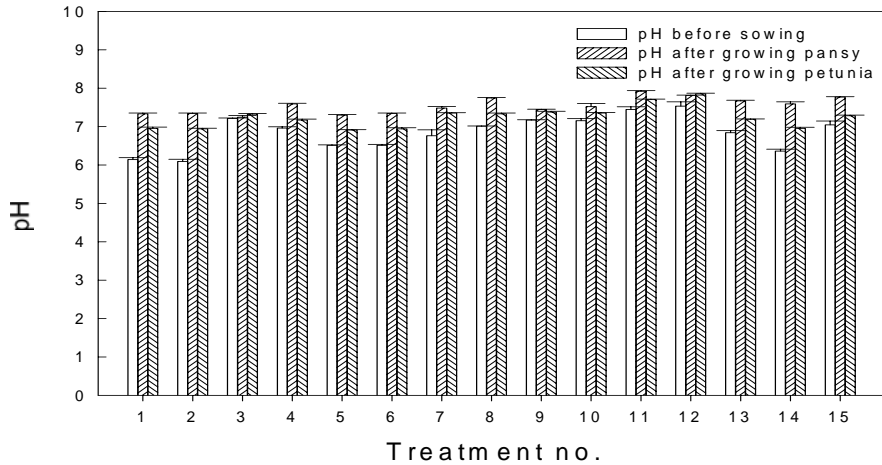


Fig. 1. pH of different media. For details of treatment, see Table 1. Vertical bars represent standard errors of means.

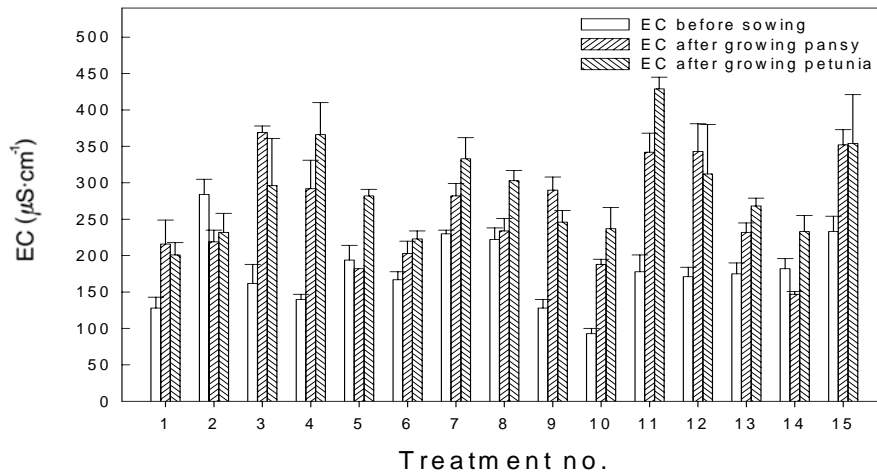


Fig. 2. Electrical conductivity of different media. For details of treatment, see Table 1. Vertical bars represent standard errors of means.

Nelson(1991)은 인공 배양토에서 모든 원소가 흡수될 수 있는 적절한 토양 pH는 5.6~6.2라고 제시하였다. 소독한 폐배지 단일 처리에서 pH는 6.09로 Nelson(1991)이 제시한 적정 pH내에 있었고 전반적으로 생육이 좋은 처리 6에서도 pH 6.51을 나타내고 있다. EC가 높은 배지에서는 육안으로도 생육의 차이를 식별할 수 있었고, 잎끝이 부분적으로 고사하였다. 페튜니아에서는 그 현상이 나

타나지 않았지만 팬지에서는 EC가 다소 높은 2, 7, 8, 15처리에서 다른 처리들보다 고사현상이 더 많이 나타났다.

처리간에 지상부 생육에는 별차이가 나타나지 않았지만 근 형성에서는 약간의 차이를 나타내었다. 페코이어가 들어간 처리에서는 근 형성이 우수하였고 폐배지가 많이 들어간 처리에서는 다른 처리와 비교해서 근 형성이 불량했다(Table 3, 5). Hwang(1987)은 복숭

아의 삼목발근시 펄라이트+피트모스 처리에서 발근율, 근수, 근중이 다른 처리에 비해 현저히 높은 이유는 보수력이 좋은 피트모스의 특성과 배수가 잘되고 통기성이 양호한 펄라이트의 특성이 결합되어 수분부족현상과 과습에 의한 피해가 적었기 때문이라고 하였다. 처리 6의 페코이어(75%)+펄라이트(25%)의 조합에서도 Hwang (1987)의 펄라이트+피트모스 처리와 유사한 특성을 나타냈다. Lee 등(1999)도 펄라이트(40%)+코이어(60%)가 국화의 생육에 좋은 배지라고 했다. 폐배지는 시간이 경과됨에 따라 응고되어 근형성에 불리한 물리성으로 변화하였다고 판단된다. 그러므로 폐배지를 사용할 때는 수분보유성 및 통기성 등을 보완해 주기 위해 펄라이트나 입상암면 등을 적당한 비율로 혼합해 주는 것이 좋다고 판단된다. Wilson(1986)은 펄라이트의 활용성을 높게 평가하였고 펄라이트의 유효수분함량을 높일 수 있도록 암면, 피트모스 등을 첨가하면 물리성이 안정된 배지가 만들어질 수 있다고 하였다.

폐배지가 들어간 처리는 EC가 다소 높았다. 다소 높은 EC로 인해 팬지에서는 부분적인 고사현상이 나타났고 판단된다. 페코이어(75%)+펄라이트(25%)의 처리에서 페튜니아는 초장, 근형성, 지상부 건물중, 엽수가, 그리고 팬지는 초장, 생체중, 건물중, 지상부 생체중, 지상부 건물중이 가장 컸다. 폐배지보다 페코이어가 혼합된 배지의 이화학적성이 더 우수하였고 생육에서도 보다 좋은 결과를 나타냈다.

이상의 결과로부터 폐배지를 이용시에는 펄라이트나 입상암면을 혼합하는 것이 좋을 것으로 사료된다. Fig. 1, 2에 나타난 것과 같이 pH는 EC에 비하여 처리간 변화가 적었다. 따라서 폐배지 이용에서는 EC의 개량이 우선되어야 할 것으로 판단된다. 앞으로는 더 많은 배지의 재활용이 요구될 것이며 이런 추세에 맞추어 물리성이나 화학성을 개량한 재활용 혼합배지 개발이 필요하다고 생각된다.

초 록

공정육묘장과 양액재배 농장에서 재배후 폐기되는 폐배지를 재활용한 배지를 개발하기 위하여 실험을 수행하였다. 공정육묘 폐배지와 양액재배 페코이어, 그리고 펄라이트, 입상암면, 버미큘라이트를 여러 가지 부피비로 혼합한 배지에 페튜니아(*Petunia hybrida*) 'Madness Rose'와 팬지(*Viola tricolor*) 'Magestic GT'의 플러그묘를 각각 과중후 33일과 40일간 재배하였다. 육묘 폐배지와 양액재배 페코이어는 120℃ 1.5기압하에서 30분 동안 증기소독하였다. 대조구로는 미사용의 육묘배지[토실이 상토, pH 5.10, EC 0.12 mS·cm⁻¹, 1:5 희석법, 신안그로(주)]를 사용하였다. 재배전 배지

의 pH는 6~7로 처리간 차이가 적었고, 재배후의 pH도 재배전과 유사했다. EC는 폐배지가 들어간 처리에서 다소 높았고 페코이어(75%)+버미큘라이트(25%) 처리에서도 높았으며 처리간 변화의 폭이 pH보다 컸다. 입상암면이나 펄라이트 혼합처리에서는 EC가 다소 낮았다. 페코이어(75%)+펄라이트(25%)의 처리에서 페튜니아는 초장, 근형성, 지상부 건물중, 엽수가, 그리고 팬지는 초장, 생체중, 건물중, 지상부 생체중, 지상부 건물중이 가장 컸다. 폐배지보다 페코이어가 혼합된 배지의 이화학적성이 더 우수하였고 생육에서도 보다 좋은 결과를 나타냈다. 이상의 결과로부터 폐배지를 이용시에는 펄라이트나 입상암면을 혼합하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

추가 주요어 : 재배 배지, 펄라이트, 이식묘, 버미큘라이트

인용문헌

- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
- 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. 38:618-624.
- Hwang, K.S. 1987. Studies on factors affecting rooting of peach (*Prunus persica* Sieb.) cutting. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 28:137-152.
- Lee, B.S., S.G. Park, J.G. Kang, and S.J. Chung. 1999. Effect of mixing ratio of perlite and coir dust on the growth and nutrient uptake of hydroponically grown chrysanthemum. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:225-230.
- Nelson, P.V. 1991. Greenhouse Operation and Management, 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Park, S.G., B.S. Lee, and S.J. Chung. 1999. Effect of substrates on the growth and fruit quality of 'Mudeungsan' watermelon grown in hydroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:419-424.
- Verdonck, O., De Vleeschauwer, and R. Penninck. 1983. Cocomber dust, a new growing medium for plants in the tropics. Acta Hort. 133:215-220.
- Wilson, G.C.S. 1986. Tomato production in different growing media. Acta Hort. 178:115-120.