

‘매향’ 딸기 번식을 위한 플라스틱 백 재배시 상토 물리·화학성이 모주생육과 자묘 발생에 미치는 영향

최종명^{1*} · 박지영¹ · 고관달² · Chiwon W. Lee³

Influence of Physico·Chemical Properties of Root Substrates on the Growth of Mother Plants and the Occurrence of Daughter Plants during the Propagation of ‘Maehyang’ Strawberry Using a Bag Culture System

Jong Myung Choi^{1*} · Ji Young Park¹ · Kwan Dal Ko² · Chiwon W. Lee³

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the physical and chemical properties of root substrates used during the production of ‘Maehyang’ strawberry propagules on the growth of the mother plants and the rate of daughter plant formation. Plants were cultured in plastic bags containing six different formulations of root substrates composed of: a) 50% coir dust and 50% perlite (5:5 by volume, A), b) 60% coir dust and 40% perlite (6:4, B), c) 70% coir dust and 30% perlite (7:3, C), d) 70% coir dust and 30% coconut chip (7:3 D), e) 60% coir dust and 40% coconut chip (60:40, E), or f) 50% sphagnum peat and 50% vermiculite (50:50, F). All media formulations contained a moderate level of base fertilizers. Physical and chemical properties of each formulation were determined before plant establishment and after 120 days of stock plant culture and runner production. Total porosity (TP) and container capacity (CC) of all substrate formulations were higher than 85% and 55%, respectively, allowing a suitable range of air and water holding characteristics. Formulation F provided the highest TP and CC values among the all substrate modifications evaluated. Substrate formulations A, B, C and F had higher electrical conductivity (EC) and NO_3^- -N concentrations than formulations D and E, when determined before and after plant culture. Formulations A, B, C, and F, having higher EC readings, also performed better as root substrates than the formulations D and E in increasing fresh and dry weights of the runners as well as the production of daughter plants per plant. The ‘Maehyang’ strawberry plants grown in the formulation F had the highest tissue N content, followed by those grown in substrate B, A, C, or D for 120 days after transplanting. Formulation F also facilitated accumulation of higher tissue phosphorus (P) and copper (Cu) contents compared to other treatments. Results of this experiment suggest that the chemical properties, rather than physical properties, of root substrates had a major influence on the growth of mother plants and the occurrence of healthy daughter plants during the bag-culture phase of propagation.

Key words: EC, N concentration, runner, tissue nutrient content

1. 서론

시설하우스 내의 토양에 모주를 정식하고, 정식한 토양 주변에 왕겨 등 유기물을 깔 후, 발생한 런너를 유기물 위에 고정시키고 자묘를 채취하거나, 직접 토양 위에 런너를 고정시키고 발생한 자묘를 채취하는 것이 국내의 관행적인 딸기 육묘 방법이다(RDA, 2008).

국내의 딸기 육묘가 이루어지는 시기인 6월~9월 초는 장마철에 해당하여 대기습도와 온도가 높아 병 발생이 많을 수밖에 없는 환경조건이며, 토양전염병의 피해가 심각함이 보고되었다(Jun 등, 2006). 특히 국내에서 육성한 딸기 신품종들에서 큰 문제가 되는 것은 위황병, 탄저병, 잿빛곰팡이병 및 흰가루병 등이 발병하는 것이다(Yun 등, 2009). 위황병이나 탄저병의 병원균들은 토양전염성으로 토양에서 육묘를 하는 한 병원균에 감염될 수밖에 없는 현실이다(Nam 등, 2006).

최근에는 식품 안정성에 대한 관심이 급증하면서 육묘뿐만 아니라 정식 후의 딸기 재배에서 농약 사용량을 절감하기 위한 노력을 많이 하고 있고, 이는 전 세계적인 추세가 되고 있다. 농약 사용량을 절감하면서 토양 전염성 병원균에 의한 피해를 줄이기 위해서는 노지 토양이 아닌 인공 상토에 모주를 정식하고 농도를 조절한 양액을 급액하면서

¹ 충남대학교 원예학과(Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 농촌진흥청 국립원예특작과학원(Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea)

³ Department of Plant Sciences, North Dakota State University, Fargo, ND 58108, U.S.A.

* Corresponding author: 최종명

Tel.: +82-42-821-5736 Fax: +82-42-823-1382

E-mail: choi1324@cnu.ac.kr

2010년 6월 5일 투고

2010년 7월 2일 심사완료

2010년 7월 17일 게재확정

고설 양액재배 방법으로 모주를 재배해야 한다(Olympios, 1992). 유럽의 경우에도 최근 10년간 토경재배 대신 상토를 이용한 양액재배 면적이 급증하여 서유럽에서는 상토를 이용한 딸기의 재배 면적이 약 1,140ha로 총 생산면적인 47,000ha의 2.4%를 차지한다(Lieten 등, 2004). 국내에서도 고설 양액재배 방법으로 딸기 육묘를 하는 농가가 있지만 시설비가 많이 요구되는 문제점이 있어 우리나라의 모든 딸기 재배농가에서 도입하기에는 근본적인 한계점을 가지고 있다.

이상의 문제점들로 인해 토경육묘의 단점과 고설베드 육묘의 고비용 문제를 보완하기 위해서는 새로운 육묘방법이 개발되어야 한다. 물리·화학적 특성을 조절한 상토를 플라스틱 백에 충전하고 토양위에 위치시켜 근권부를 토양과 격리시킨 상태에서 모주를 재배하면서 자묘를 채취하는 것도 대안이 될 수 있다고 판단하였다. 따라서 플라스틱 백을 이용한 딸기 육묘 연구의 일환으로 플라스틱 백에 충전한 상토의 물리·화학적 특성이 모주 생육 및 자묘 발생에 미치는 영향을 구명하기 위해 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

내부는 검정색, 외부는 흰색이며 자외선에 강한 플라스틱 자재를 사용하여 높이 20cm, 너비 25cm, 길이 1m의 백을 제작하였다. 이후, 인도산 코코피트와 코코칩, 펠라이트(주 신성 미네랄), 그리고 버미큘라이트(주 미성) 및 캐나다산 피트모스(Sphagnum moss peat)를 수집한 후 용적비율로 혼합하여 플라스틱 백에 충전할 상토를 조제하였는데 그 내용은 다음과 같다: 코코피트+펠라이트(5:5, A), 코코피트+펠라이트(6:4, B), 코코피트+펠라이트(7:3, C), 코코피트+코코칩(7:3, D), 코코피트+코코칩(6:4, E), 그리고 피트모스+버미큘라이트(5:5, F).

A, B, C 및 F 상토는 조제과정에서 기비를 첨가하였다. 첨가된 비료의 종류와 양은 고토석회 1.00, 용성인비 1.20, $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ (gypsum) 0.50, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.40, ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)였다. 상토 D 및 F는 아주로 100, 아주로 칼마그, 그리고 아주로 콤비(주 도프)의 세 종류 비료를 각각 $\text{EC } 1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이 되도록 지하수로 희석한 후 1일 간격으로 3일간 상토를 충분히 적실 수 있도록 관비하였다.

조제된 후 비료를 포함한 상토는 식물을 정식하기 전 Choi 등(2000)의 방법으로 물리적 특성을 측정하였고, Warncke (1986)의 방법으로 추출한 용액을 이용하여 화학성을 분석하였다. 이후 본엽이 3매인 ‘매향’ 딸기 유묘를 확보한 후 준비된 플라스틱 백에 정식하였다. 정식한 유묘는 3주간 지하수를 이용한 관수를 통해 식물체가 활착하도록 기다렸고, 신엽을 3매만 남긴 채 모든 식물체의 하위엽과 발생한 런너를 모두 제거한 후 조성된 비료용액을 공급하였다.

재배 중에는 모든 처리에 동일한 종류의 비료와 농도를

적용하여 시비하였다. 비료 공급을 위해서는 아주로 100, 아주로 칼마그, 그리고 아주로 콤비의 세 종류 비료를 $\text{EC } 0.8\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이 되도록 지하수로 희석하고, 점적관수 장치를 이용하여 관비하였다. 매주 1회 한 종류의 비료를 공급하였고, 세 종류 비료의 시비를 마치기 위해서는 3주가 소요되었으며, 관비 중간에는 기상 조건을 고려하여 지하수만 점적관수하였다.

재배 중 농가의 관리 방법과 유사하게 모주의 주정리를 하였다. 즉, 식물이 성장하면서 엽수가 증가하면 노화된 하위엽이 시드는 현상이 발생하였으며, 하위엽이 시들 경우 광합성 작용이 원활하지 못해 자묘 발생량이 적어지므로 식물체 당 엽수 6매를 기준으로 시들고 노화된 하위엽은 수시로 제거하였다. 식재한 작물은 유리온실에서 재배하였는데 재배 중 주간 24°C , 야간 13°C 이상으로 온도를 조절하였고, 상대습도 60~70%, 광도는 $330 \sim 370 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 그리고 평균 일장은 15h였다.

정식 120일 후에 모주의 생육, 발생된 런너 및 자묘수 등을 조사하고 식물체를 수확하여 무기원소 함량을 분석하였으며, 모주를 재배한 상토의 일부분을 채취하여 화학적 특성을 분석하였다. 모주 생육 조사는 Choi 등(2009)의 방법에 준하였다. 식물체의 무기원소 분석은 지상부 전체를 대상으로 하였다. 수확한 후 건조하고, 분쇄한 시료를 이용하여 전질소(T-N)함량 분석은 Kjeldahl 방법(Eastin, 1978; VELP Scientifica, Model UDK 132 Semi-automatic Distillation Unit)으로, 그리고 식물체 내 다른 무기성분은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2003)에 준하여 Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer(Thermo Elemental Tracescan, USA)를 사용하여 분석하였다.

재배 후 토양 분석을 위해서는 관비 후 2시간을 기다려 플라스틱 백 내의 토양 용액이 화학평형에 도달하였다고 판단하여 상토의 일부분을 채취하였고, 채취한 시료를 포화추출법(Warncke, 1986)으로 추출한 후 화학성을 분석하였다. 화학성 분석의 방법 및 사용한 기자재는 Choi 등(2009)과 동일하였다.

III. 결과

‘매향’ 딸기의 모주를 정식하기 전 측정된 상토의 물리성에서 F 상토의 공극률이 약 91.5%로 가장 높았고, E 및 D의 순으로 공극률이 낮아졌으며, A, B, 및 C 상토 간에는 통계적인 차이가 인정되지 않았다(Fig. 1). 용기용수량은 대조구로 삼은 F 상토에서 약 70%로 가장 높았다.

물리성의 결과만을 고려할 때 F와 C 상토는 보수성이 높지만 통기성이 낮으므로 관수 횟수를 줄이고, 관수 사이 간격을 넓혀야 한다고 판단하였다. A, B 및 E의 세 종류

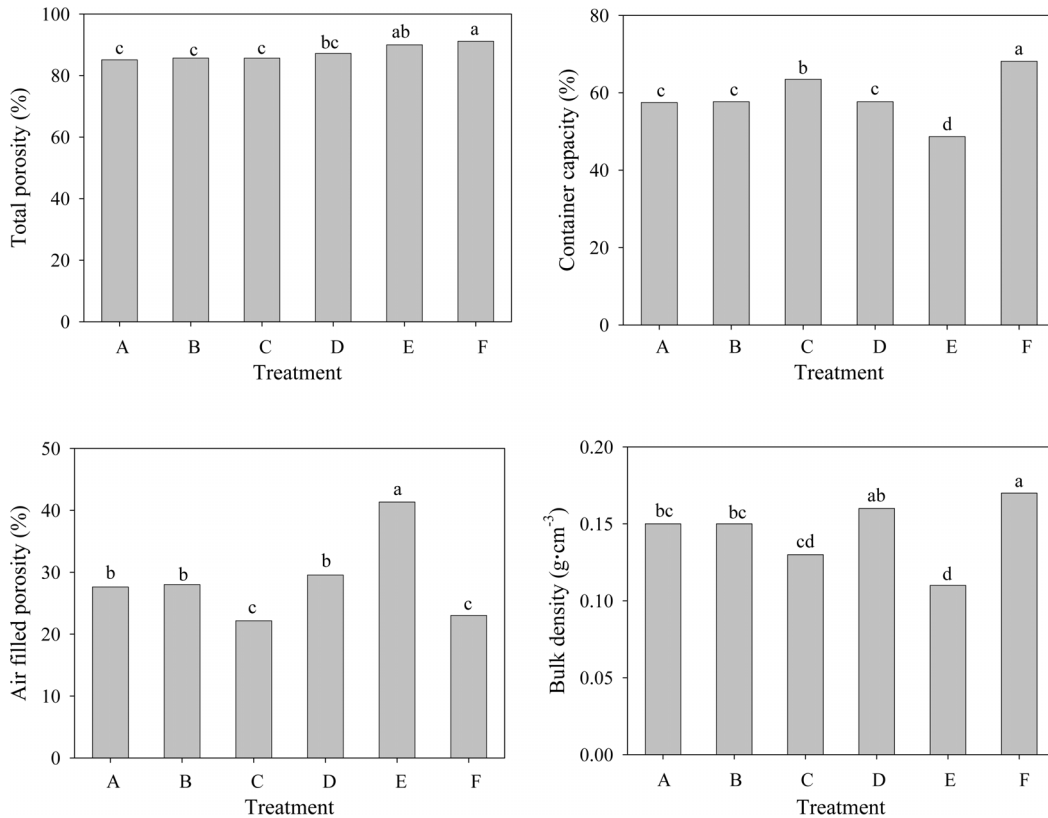


Fig. 1. Physical properties of root substrates determined before transplanting of ‘Maehyang’ strawberry mother plants. Values in each physical property followed by same letters are not significantly different (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

Table 1. Chemical properties of root substrates (RS) determined before transplanting of ‘Maehyang’ strawberry mother plants.

RS	EC (dS·m ⁻¹)	pH	NO ₃ -N	NH ₄ -N	(mg·L ⁻¹)			
					PO ₄ -P	K	Ca	Mg
A	1.66 c ^z	6.45 a	142 a	0.68 b	8.9 b	386 c	90.3 a	98.9 b
B	3.33 ab	6.31 b	141 a	0.55 b	26.3 ab	489 b	78.2 b	94.9 b
C	3.67 a	6.39 ab	148 a	0.51 b	15.4 ab	560 a	76.3 b	114.5 a
D	1.37 abc	5.76 c	11 c	0.49 b	18.8 ab	137 d	7.6 d	9.7 d
E	1.03 c	5.84 c	12 c	0.42 b	26.5 ab	160 d	8.0 d	7.5 d
F	1.93 bc	4.48 d	84 b	3.21 a	29.3 a	60 e	33.6 c	43.0 c

^zMeans followed by same letters are not significant difference at 5% level (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

상토는 보수성과 통기성에서 중간적인 특징을 보였다.

딸기 모주를 정식하기 전 분석한 상토의 화학적 특성에 있어 코코피트와 펄라이트 또는 코코피트와 코코칩을 혼합하여 조제한 상토의 pH는 5.84~6.45의 범위에 포함되어 적절한 수준이라고 판단하였으나, F 상토의 pH는 4.48로 과도하게 낮았다(Table 1). 그러나 상토 조제 과정에서 pH를 교정하기 위해 고토석회와 탄산석회가 혼합되었고, 고토석회의 경우 정상적인 수분관리 하에서 약 3주가 지나야만 최고 pH에 도달하므로 문제가 될 상황은 아니라고 판단하였다.

전기전도도(EC)는 상토의 조제과정에서 고품비료 상태의 기비를 혼합한 상토 A, B, C 및 F가 상토 조제 후 액비 상태로 아주로 100, 아주로 칼마그, 아주로 콤비를 관비한 후 딸기 모주를 정식하였던 상토 D나 E 보다 높았다. 또한 전기전도도가 낮게 측정되었던 상토 D 및 E의 NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, K, Ca 및 Mg의 농도도 낮게 분석되었다. 코코피트와 펄라이트 비율을 달리하여 조제한 상토 A, B 및 C 중에서는 코코피트의 비율이 높을수록 K 농도가 높게 분석되었다. 이는 Nelson(2003)이 보고한 바와 같이 코코피트 속에 포함된 K이 혼합상토 조제 후에도

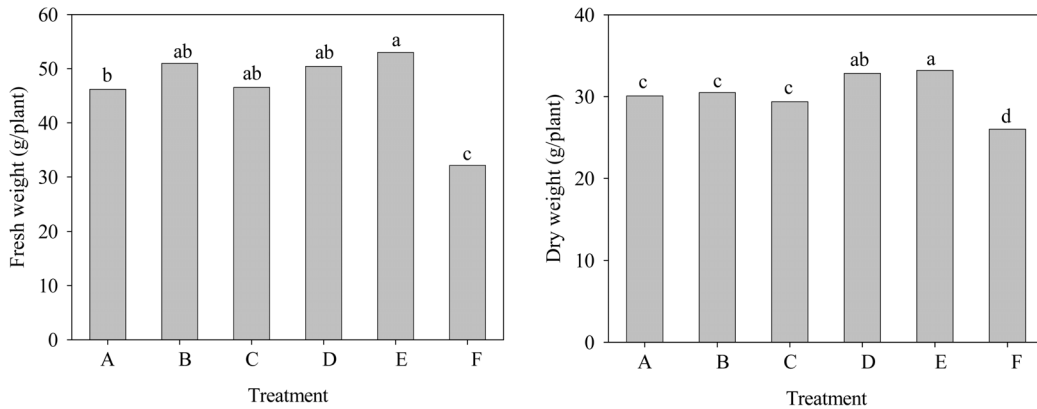


Fig. 2. Fresh and dry weights of ‘Maehyang’ strawberry mother plants at 120 days after transplanting as influenced by physico-chemical properties of various root substrates in plastic-bag cultivation. Values in each index of growth followed by same letters are not significantly different (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

Table 2. Tissue nutrient contents of ‘Maehyang’ strawberry mother plants based on whole above ground plant tissue at 120 days after transplanting as influenced by physico-chemical properties of various root substrates (RS) in plastic-bag cultivation.

RS	T-N P K Ca Mg Na						Fe Mn Cu			
	(%)						$(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$			
A	1.37 b	0.39 b	1.45 cd	1.24 c	0.84 a	0.34 b	260 bc	116 c	8.08 c	
B	1.49 b	0.34 c	1.60 b	1.34 bc	0.83 a	0.36 b	277 b	158 b	9.52 b	
C	1.21 c	0.35 c	1.71 a	1.37 b	0.84 a	0.36 b	218 c	162 b	8.76 bc	
D	1.12 c	0.22 d	1.37 d	1.48 a	0.71 c	0.33 b	225 c	171 b	8.76 bc	
E	1.21 c	0.20 d	1.42 cd	1.41 ab	0.63 d	0.34 b	272 b	93 c	8.11 c	
F	1.66 a	0.50 a	1.49 c	1.49 a	0.76 b	0.58 a	459 a	303 a	14.70 a	

^aMeans followed by same letters are not significant difference at 5% level (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

영향을 미쳤기 때문이라고 판단한다.

정식 120일 후 조사한 ‘매향’ 모주의 생육에서 생체중은 E 상토에서 가장 무거웠고, B 및 D 상토 간에는 통계적인 차이가 인정되지 않았으며, A 및 F 상토에서 유의하게 가벼웠다. 건물중도 정도의 차이가 있을 뿐 유사한 경향을 나타내었다. 피트모스와 버미큘라이트가 혼합된 F 상토에서 생체중과 건물중이 가장 가벼웠던 것은 재배 중 생육이 너무 왕성하여 노화된 잎 등 하엽을 제거하는 주정리를 하였고, 이 후 충분한 시간이 경과하지 않았기 때문이라고 판단한다.

‘매향’ 모주 정식 120일 후 모주로부터 발생한 런너의 생체중, 건물중 및 길이 그리고 자묘 발생수는 Fig. 3에 나타내었다. 런너 생체중은 F 상토에서 식물체당 약 30g으로 가장 무거웠고, D와 E 상토에서 유의하게 가벼웠다. 코코피트와 펄라이트의 혼합비율을 조절하여 조제한 상토 A, B, C 간에는 통계적인 차이가 인정되지 않았다. 런너 건물중도 다소간의 차이가 있었지만 런너 생체중과 유사한 경향을 나타내었다. ‘매향’ 모주에서 발생한 런너의 길이와 자묘발생 개체수는 보수성이 높았던 F와 C 상토에

서 뚜렷하게 길거나 많았고, 보수성이 낮고 통기성이 높았던 D와 E 상토에서 짧거나 적었다.

‘매향’ 딸기 모주를 정식하고 정식 120일 후 지상부 식물체의 무기물 함량을 분석하여 Table 2에 나타내었다. F 상토에서 재배된 모주의 질소 함량이 1.66%로 가장 높았고, 인산함량도 0.5%로 6종류 상토에서 재배된 식물체중 가장 높았다. 또한 코코피트의 비율이 높았던 A, B, C 상토에서 재배한 식물체의 K 함량이 높았고, 피트모스와 버미큘라이트를 혼합하여 조제한 F 상토에서 재배한 모주의 K 함량이 낮았는데, 이는 코코피트에 포함된 높은 K 함량이 원인이 되었다고 판단한다(Nelson, 2003). 버미큘라이트가 혼합된 상토의 Na, Fe, Mn 및 Cu 함량이 높았던 것은 이들 무기원소를 많이 보유하고 있는 버미큘라이트가 상토 조제 후에도 영향을 미쳤기 때문이라고 판단하였다(Choi 등, 2000). 코코피트와 코코칩을 혼합하여 조제한 D와 E 상토에서 재배된 식물체는 분석한 모든 무기물 함량이 낮았다.

모주 재배 후 상토의 화학성을 분석한 결과 코코피트를 혼합한 A, B 및 C 상토는 펄라이트에 대한 코코피트의

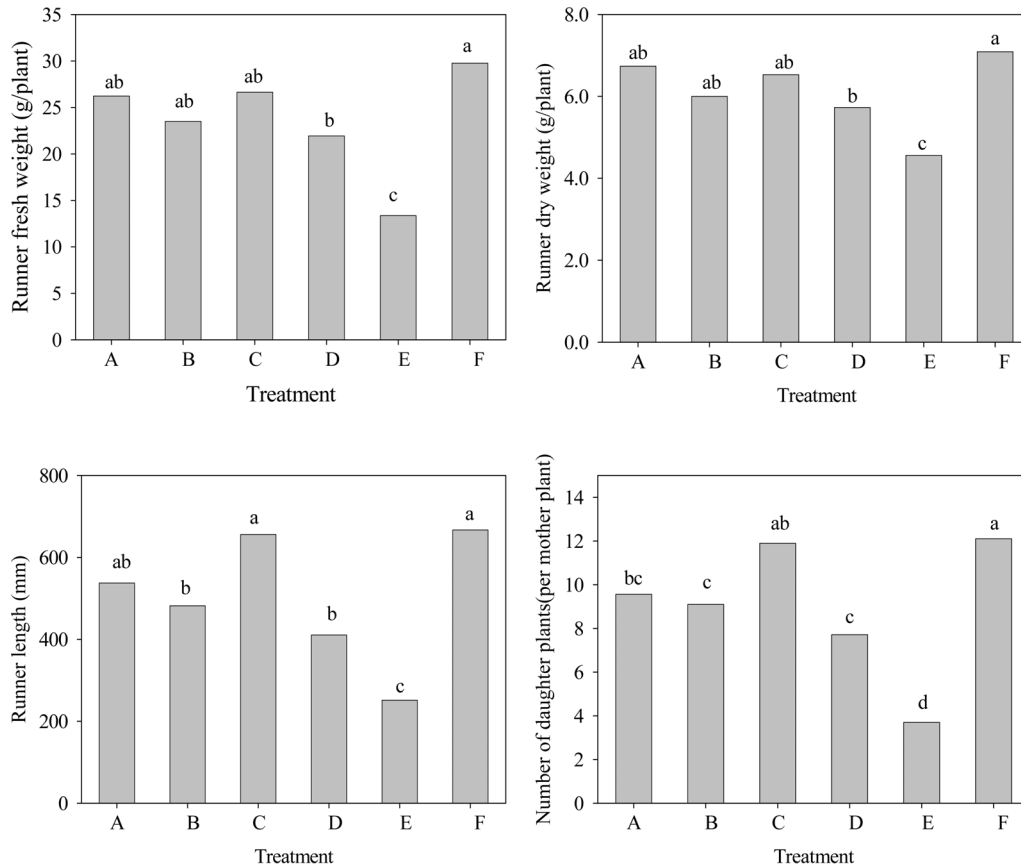


Fig. 3. Occurrence of runners and daughter plants in ‘Maehyang’ strawberry propagation as influenced by physico-chemical properties of various root substrates in plastic-bag cultivation of mother plants. Values in each index followed by same letters are not significantly different (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

Table 3. Soil chemical properties of various root substrates (RS) determined at 120 days after plastic-bag cultivation of ‘Maehyang’ strawberry mother plants.

RS	EC ($dS \cdot m^{-1}$)	pH	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	(mg · L ⁻¹)			
						K	Ca	Mg	Na
A	1.61 b	7.10 a	100 a	3.3 b	9.4 d	76.8 b	62.9 a	52.2 a	16.0 b
B	1.58 b	6.92 b	181 a	6.8 a	8.4 d	76.5 b	52.4 a	50.4 a	16.4 b
C	1.58 b	6.75 c	128 a	4.1 b	11.2 d	110.4 a	21.9 b	41.6 ab	16.2 b
D	0.29 d	6.02 d	112 a	2.1 c	16.5 c	29.8 c	7.4 c	30.1 bc	11.8 b
E	0.83 c	6.13 d	134 a	1.1 c	42.3 a	90.7 ab	5.1 c	16.3 c	17.8 b
F	2.18 a	5.02 e	164 a	1.5 c	37.1 b	34.6 c	28.0 b	42.9 a	35.0 a

^aMeans followed by same letters are not significant difference at 5% level (Duncan’s multiple range test, $P=0.05$). See “Materials and Methods” for treatment description.

비율이 높을수록 pH가 낮아졌다. 코코피트와 코코칩을 혼합한 D와 E는 5.79 ~ 6.22의 범위에 포함되었으며, 피트모스가 혼합된 F 상토는 5.2 또는 5.4로 측정되어 낮았다 (Table 3).

피트모스가 혼합된 F 상토에서 전기전도도가 $2.18dS \cdot m^{-1}$ 로 측정되어 가장 높았고, 코코피트와 펠라이트를 사용하여 조제한 A, B, C 상토는 약 $1.6dS \cdot m^{-1}$ 의 수준이었다.

코코피트와 코코칩의 비율을 달리하여 조제한 상토 D 및 E가 각각 0.29 및 $0.83dS \cdot m^{-1}$ 로 측정되어 다른 상토들보다 유의하게 낮았다. 모주 재배 후 상토의 무기원소 농도도 EC 측정 결과와 유사한 경향을 보여, EC가 높았던 상토가 NO₃-N 등 무기원소 농도가 높게 분석되었다. 코코피트와 펠라이트를 혼합하여 조제한 상토들의 K, Ca 및 Mg 농도가 높았고, 피트모스와 버미큘라이트를 혼합

하여 조제한 F 상토의 Na 농도가 높았다.

모주의 생육, 그리고 모주로부터의 런너 및 자묘의 발생과 발생 후의 생육을 고려할 때, 상토의 EC를 $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이상으로 조절하는 것이 자묘수를 증가시키는데 유리할 것으로 판단하였다.

IV. 고찰

플라스틱 백 재배 방법으로 작물을 재배할 때, 충전한 상토의 종류가 작물 생육에 미치는 영향을 구명하기 위해 다양한 연구가 수행되었다(Kang 등, 2001; Kim 등, 2000; Kim 등, 2006a; 2006b; Lee 등, 1996). 외국에서는 딸기 재배와 관련한 플라스틱 백 재배에 관하여 다수의 연구가 수행되었지만(Bartczak 등, 2007; Lieten 등, 2004), 국내에서는 딸기의 백 재배와 관련한 연구결과가 없어 농가에서 많은 어려움을 겪고 있고, 관련 연구 결과가 시급한 상황이라고 할 수 있다.

Choi 등(2009)은 국내에서 재배되는 다양한 딸기 품종들은 토양 물리·화학적 특성에 대한 생장 반응에서 품종별로 독특한 특징을 보이며 품종별 차이가 크다고 하였다. 본 연구의 대상인 ‘매향’ 딸기 또한 토양 물리·화학적 특성에 대한 생장 반응에서 국내에서 재배되는 다른 품종과 뚜렷한 차이가 있음이 잘 알려졌다(미발표 자료).

본 연구에서 6종류 상토는 모두 공극률이 80% 이상이었고, Choi 등(2000)과 Fonteno 등(1981)의 연구결과와 비교할 때 플라스틱 백 충전용 상토로 수용될 수 있다고 판단하였다(Fig. 1). 그러나 F와 C 상토는 용기용수량이 60% 이상으로 높았지만 기상률이 약 25% 미만으로 낮게 측정되었다.

상토의 용기용수량에 따라 관수시기와 관수횟수를 변화시켜야 하며, F와 C 상토는 관수횟수를 줄이고 관수 사이 간격을 넓혀야 한다고 판단하였다. E 상토의 경우 용기용수량이 가장 낮았고 기상률이 가장 높았는데 작물재배를 위해서는 관수 빈도를 높여야 하며, 에너지 소비량, 물 소비량 및 노동력이 많이 요구되는 상토라고 판단하였다(Choi 등, 2000; Nelson, 2003). 이외 A, B 및 D 상토는 보수성과 통기성에서 중간적인 특성을 보였다.

상토의 물리성과 화학성을 고려할 때 ‘매향’ 딸기의 런너 및 자묘 발생량은 상토의 물리성 보다는 화학성에 더 큰 영향을 받았다고 판단하였다. A, B, C 그리고 F 상토와 달리 D 와 E 상토는 조제과정에서 기비로 고품비료를 혼합하지 않고 아주로 100, 아주로 칼마그 및 아주로 콤비를 액비상태로 관비한 후 ‘매향’ 딸기의 모주를 정식하였다. 모주를 정식하기 전 D 및 E 상토의 전기전도도는 각각 1.37 과 $1.03\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 측정되었고, $\text{NO}_3\text{-N}$ 농도는 각각 11 및 $12\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 분석되어 다른 상토들보다 뚜렷하게 낮았다(Table 1). 이에 따른 결과로 D와 E 상토에서 재배할 때 모주로부터 발생한 런너의 길이가 짧고, 런너

생체중 및 건물중이 가벼웠으며, 발생한 자묘의 개체수 역시 적었다(Fig. 3). 작물 수확 후 분석한 화학성 역시 유사한 경향을 보였다. 런너의 길이와 생체중 및 건물중 그리고 발생한 자묘의 개체수에서 우위를 나타냈던 A 및 F 상토의 전기전도도와 질산태질소 농도가 뚜렷하게 높았다(Table 2).

그러나 모주를 정식하기 전 분석한 화학성에서 코코피트의 혼합비율이 높았던 B와 C 상토는 코코피트에 포함된 많은 양의 K, Na 및 Ca으로 인해(Nelson, 2003) 전기전도도가 높게 측정되었다(Table 1). 정식 120일 후 분석한 상토의 화학성은 런너 및 자묘발생이 많았던 F 상토의 전기전도도와 질산태질소 농도가 높게 분석되었다(Table 3). 그러나 전기전도도 보다는 상토의 질산태질소 농도가 런너 및 자묘 발생에 더 큰 영향을 미치며, 런너 및 자묘 발생을 예측할 수 있는 중요한 지표가 될 수 있다고 판단하였다.

V. 결론

코코피트+ 펠라이트(5:5, A), 코코피트+ 펠라이트(6:4, B), 코코피트+ 펠라이트(7:3, C), 코코피트+ 코코칩(7:3, D), 코코피트+ 코코칩(6:4, E), 피트모스+ 버미큘라이트(5:5, F)의 6종류 상토를 혼합하고 플라스틱 백에 충전하였다. 다음 ‘매향’ 딸기의 모주를 재배하면서 상토의 물리·화학적 특성이 모주 생육과 자묘 발생에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 본 연구의 모든 상토는 공극률이 85% 이상, 용기용수량이 55% 이상으로 측정되어 수용 가능한 범위에 포함되었지만, F 상토의 공극률과 용기용수량이 각각 91.5% 및 60%로 다른 상토들 보다 뚜렷하게 높았다. ‘매향’ 딸기의 정식 전 또는 작물을 수확한 후 분석한 상토의 화학성에서 A, B, C 및 F 상토의 전기전도도 및 질산태질소 농도가 D 또는 E 상토보다 높았다. 또한 염 농도가 높았던 A, B, C 및 F 상토에서 모주를 재배할 때 염 농도가 낮았던 D 및 E 상토 보다 런너 생체중, 건물중 및 길이, 그리고 자묘 발생수가 많았으며, 물리성 보다 화학성이 런너의 생장 및 자묘 발생에 더 큰 영향을 미쳤다. ‘매향’ 딸기의 정식 120일 후 지상부 전체의 무기물 함량을 분석한 결과에서 질소함량은 F 상토를 제외한 다른 상토들 간에 유의차를 발견할 수 없었는데, 이는 주정리를 통해 하위엽을 제거해준 것이 원인이 되었다고 판단하였다. 분석한 다른 원소의 식물체내 함량도 F 상토에서 뚜렷하게 높아 화학성이 자묘 발생에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다.

참고문헌

- Bartczak, M., M. Pietrowska, M. Knaflewski. 2007. Effect of substrate on vegetative quality of strawberry

- plants (*Fragaria x ananassa* Duch.) produced by a soilless method. *Folia Hort.*: 39-46.
2. Choi, J.M., H.J. Chung, J.S. Choi. 2000. Physico-chemical properties of organic and inorganic materials used as container media. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18: 529-535.
 3. Choi, J.M., S.K. Jeong, K.D. Ko. 2009. Characterization of symptom and determination of tissue critical concentration for diagnostic criteria in 'Maehyang' strawberry as influenced by phosphorus concentrations in the fertigation solution. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 55-61.
 4. Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. *Anal. Biochem.* 85: 591-594.
 5. Fonteno, W.C., D.K. Cassel, R.A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 736-741.
 6. Jun, H.J, J.G. Hwang, M.J. Son, M.H. Choi, M.S. Cho. 2006. Effect of substrates on the growth, yield and fruit quality of strawberry in elevated hydroponic system. *J. Bio-Environ. Control.* 15: 317-321.
 7. Kang, S.Y., B.K. Kang, Y.K. Kang, Y.M. Park. 2001. Effect of root media formulation and fertilizer application on potato plug seedling growth and field performance. *J. Crop Sci.* 46: 125-129.
 8. Kim, G.J., I.S. Woo, E.M. Lee, M.S. In, J.H. Kim. 2000. Determination of optimal seedling age for bag culture of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Bio-Environ. Control.* 9: 146-150.
 9. Kim, K.D., E.H. Lee, J.W. Lee, B.Y. Lee, J.E. Son, C.H. Chun. 2006a. Effects of diurnal alteration of nutrient solution salinity on growth and fruit quality of tomatoes hydroponically grown in NFT system. *J. Bio-Environ. Control.* 15: 46-53.
 10. Kim, Y.S, S.Y. Sim, S.Y. Lee, S.W. Lee, M.W. Seo, J.W. Lim, S.J. Kim. 2006b. Desirable particle size distribution of perlite for tomato bag culture. *J. Bio-Environ. Control.* 15: 231-238.
 11. Lieten, P.J.L., G. Baruzzi, J. Lopez-Medina, J. Claude Navatel, E. Krueger, V. Matala, G. Paroussi. 2004. Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. *Acta Hort.* 649 (Euro Berry Symposium): 836.
 12. Lee, E.H., J.W. Lee, J.S. Kwon, Y.I. Nam, I.H. Cho, Y.S. Kwon. 1996. Effects of substrates on growth and yield of hydroponically grown cucumber in bag culture. *J. Bio. Fac. Environ.* 5: 15-22.
 13. Nam, M.H., S.K. Jeong, Y.S. Lee, J.M. Choi, H.K. Kim. 2006. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. *Plant Pathology* 55: 246-249.
 14. Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management, 6th ed. Prentice Hall, N.J.
 15. Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Hort.* 323: 215-240.
 16. Rural Development Administration (RDA). 2003. Agricultural science technique, research investigation, and analysis standard. 4th ed. Suwon, Korea.
 17. Rural Development Administration (RDA). 2008. Cultivation manual of new cultivar 'Seolhyang' strawberry. Suwon, Korea.
 18. Yun, H.K., J.H. Kwak, D.Y. Kim, M.K. Yoon. 2009. Reduction of the occurrence of anthracnose by underground drip irrigation for strawberry nursery field. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27 (Supplement I):Abstract 58.
 19. Warncke, P.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *HortScience* 211: 223-225.