

배지경 자루 재배를 통한 ‘설향’ 딸기의 번식에서 칼슘 혼합비료가 모주 및 자묘의 성장과 생리장애에 미치는 영향

최종명* · 이희수

충남대학교 원예학과

Influence of Ca Containing Fertilizers on the Growth of Mother and Daughter Plants, and Physiological Disorders in Propagation of ‘Seolhyang’ Strawberry through Plastic Bag Cultivation

Jong Myung Choi* and Hei Soo Lee

Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. The objective of this research was to investigate the impact of Ca fertilizer on the growth of mother plants, physiological disorders, and occurrence of daughter plants in propagation of ‘Seolhyang’ strawberry through plastic bag cultivation. To achieve this, chemicals of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂, 1.250 mM KCl were blended and designated to combined fertilizer (CF). Then, the effect was compared to the treatment of no Ca application (control) and a commercial fertilizer, CalMag (13-0-1.9-16-6:N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO), when those were applied every two weeks with controlled electrical conductivity (EC) of solution such as 0.6 or 1.0 dS · m⁻¹. The number of plants showing Ca deficiency symptoms was the highest in control treatment, but those decreased significantly in CF or CalMag treatments. The differences between CF and CalMag in appearance of Ca deficient plants were not significant when two fertilizers were applied with same EC. The fresh and dry weights of mother plants were the greater in the treatments of CF or CalMag than those of control treatment. The treatments of 1.0 dS · m⁻¹ of CF or CalMag were more effective than those of 0.6 dS · m⁻¹ on the fresh and dry weight of the mother plants. The runner lengths in the treatment of 1.0 dS · m⁻¹ of CF were the longest among the all treatments tested. The treatments of 1.0 dS · m⁻¹ were more effective than those of 0.6 dS · m⁻¹ of CF or CalMag in lengths and fresh and dry weight of runners. The fresh and dry weights of daughter plants were heavier in the treatments of CF than those of CalMag. Based on the above results, we concluded that the Ca deficiency in raising ‘Seolhyang’ strawberry can be lessened by the application of Ca containing fertilizers, but combined application of Ca, K and Mg was more effective than that of Ca alone for seedling production.

Additional key words: Ca deficient, dry weight, fresh weight, runner

서 언

딸기는 모주에서 발생한 런너에서 자묘가 발생하며, 발생된 자묘가 일정한 크기에 도달하고 충분한 자묘가 발생된 시점에 모주로부터 런너를 절단하여 각각의 개체로 번식한다. 자묘들은 화아분화를 시킨 후에 본포에 정식하며, 일반적으로 국내에서 육성딸기 재배를 위해서는 모주를 2월 말

-3월 초에 정식하여 육묘하고, 9월 초-중순에 본포에 자묘들을 정식한다(Jeong, 2008).

과거에는 모주를 토양에 정식한 후 모주를 정식한 토양 옆으로 발생한 런너 및 자묘가 착생하여 뿌리를 내릴 수 있도록 공간을 확보하고, 시설하우스 내부의 토양에서 관행적인 육묘가 이루어졌다. 그러나 최근에 국내에서 육성된 ‘설향’ 및 ‘매향’ 등 신품종 딸기들은 토양전염성인 위황병과

*Corresponding author: choi1324@cnu.ac.kr

※ Received 10 July 2012; Revised 17 September 2012; Accepted 19 September 2012. This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agricultural Science and Technology Development (Project No. PJ907039)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

관개수나 빗물 등을 통해 전염되는 탄저병에 내성이 약하여 그 피해가 심각한 수준이다(Choi et al., 2011). 특히 이상의 병원균들이 고온 과습한 조건에서 발병률이 높으며, 장마철을 포함한 초봄-늦여름에 딸기의 번식이 이루어지므로 토양에서 육묘되는 신품종 딸기에 심각한 정도로 피해를 유발하고 있다. 또한 육묘 기간 동안의 피해 뿐만 아니라 육묘기간 감염된 개체들이 정식 후 고사하는 문제 등 다양한 피해를 유발하고 있다(Nam et al., 2006).

육묘 기간 동안의 탄저병 및 위황병의 감염 및 피해발생을 차단하기 위해 다양한 육묘 방법이 시도되고 있지만, 그 핵심은 노지 토양에서의 육묘를 배제하고 무균상태의 혼합상토를 사용하여 육묘하며 또한 토양으로부터 격리시킨 시설하우스 안의 벤치 위에서 육묘하는 것이다. 그러나 혼합상토는 노지토양에 비해 무기물 함량이 매우 낮고, 특히 양이온 용량 및 완충력이 낮아 시비농도를 매우 섬세하게 관리해야 하는 단점을 갖는다(Choi et al., 2000).

한편 국내에서 육성된 '설향' 딸기는 근권부의 pH를 산성 쪽으로 변화시키는 독특한 특성을 갖는다. Nelson(2003) 또는 Choi et al.(2010)이 보고한 바와 같이 근권부의 pH가 산성으로 변하면 Ca이 불용화되어 식물체에서 결핍증상이 유발되고 생장이 억제되는 현상이 발생된다. 특히 농가에 보급된 '설향' 딸기의 생리적 특성, 재배조건 및 흡비 특성에 관한 연구결과가 부족하여 재배방법 확립이 어려운 상태이며, 품종 특성을 고려하지 않은 채 기존에 일본에서 도입하여 재배하던 품종들과 유사한 재배관리 및 시비방법을 적용하고 있다(Choi et al., 2010).

이와 같이 재배방법이 확립되지 않으므로 부적절한 시비관리에 의해 육묘과정 또는 본포의 '설향' 딸기 재배에서 칼슘 결핍증상이 만연하고 있는 실정이다. 그러나 Ca이 결핍된 조건이라 하더라도 Ca 비료만 단독으로 시비할 경우 양이온 간 길항작용에 의해 K 또는 Mg 결핍증상이 발생할 수 있으므로 (Marschner, 1995), pH를 상승시키면서 대표적 양이온인 K, Ca 및 Mg의 시비비율을 적절하게 조절할 필요가 있다.

따라서 국내에서 육성된 '설향' 딸기를 배지경 양액재배 방법으로 육묘하면서 본 실험실에서 조제한 Ca 포함 비료와 상업용으로 시판되는 Ca 포함 비료를 시비하면서 모주 생장과 생리장애 발현 그리고 자묘의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

'설향' 딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.)를 대상으로 본 연구를 수행하였다. 실험을 위해 코이어 더스트(Sivanthi

Joe Coirs Pvt, Ltd., India; Imported by Sinsung Mineral Co., Ltd., Jinchen, Korea)와 직경 2-5mm인 펠라이트(Misung Ind. Co., Ltd. Yesan, Korea)를 확보한 후 7:3(v/v)의 비율로 조절한 혼합상토를 조제하였고, 준비된 플라스틱 백에 충전하였다.

이후 플러그 육묘되고 본엽이 3매인 유묘를 잔뿌리가 상하지 않도록 최대한 주의하면서 뿌리 부분을 수세하여 상토를 완전히 제거하였으며 준비된 플라스틱 백에 정식하였다. 정식한 유묘는 45일간 증류수만 관수하여 근권부에 잔존할 가능성이 있는 무기염을 용탈시키고 식물체 내의 무기원소 함량을 최저 수준으로 낮추었는데, 이때 일부 식물에서는 가시적인 질소 결핍증상이 발현되기 시작하였다. 정식 후 45일에 모든 식물체를 신편 3매만 남긴 채 하위엽을 모두 제거하였고, 양액을 공급하기 시작하였다.

정식 후 45일부터 75일까지는 EC를 $0.80\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로, 75일 이후에는 $1.08\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로 조절한 Hoagland 용액(Hoagland and Arnon, 1950)을 기상환경 조건에 따라 2일 또는 3일에 1회 공급하면서 본 연구를 위한 Ca 혼합비료를 추가로 공급하였다. 본 연구를 위해 1.125mM Ca(OH)_2 , 0.375mM MgCl_2 , 1.250mM KCl 을 혼합하여 복합비료를 조제하였고, CalMag (Dof Ltd., Pyungtak, Kyonggi, Korea) 비료를 확보하였다. CalMag는 N 13%, P_2O_5 0%, K_2O 1.9%, CaO 16%, MgO 6%를 함유한 비료였다. 실험은 무시비구, 혼합 비료 EC $0.6\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, 혼합 비료 EC $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, CalMag EC $0.6\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, 그리고 CalMag EC $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로 5처리를 두어 수행하였으며, 2주일에 1회 관주처리하였다. 양액 또는 실험용 비료를 관주처리할 때 배수율(leaching percentage)을 20-30%로 유지하여 무기염의 상토 내 집적을 방지하였다. 본 연구의 모주 정식을 위한 실험구는 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 무시비구를 포함한 5처리, 각 처리당 3반복, 그리고 반복당 10 식물체로 총 150 식물체를 모주로 정식하였다.

실험은 천장과 측창 개폐가 가능한 유리온실에서 수행하였다. 실험기간 중 유리온실의 평균 온도는 주간 26°C , 야간 16°C 였고, 상대습도 60-70%, 광도는 $330\text{-}370\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 그리고 평균 일장은 약 $15\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$ 였다.

정식 120일 후 모주의 지상부 생장과 자묘 발생량을 조사하였다. 모주의 조사항목은 초장, 초폭, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽록소함량, 관부직경, 지상부 생체중 및 건물중이었다. 관부 직경은 지체부 상단 1cm를 측정하였고, 지상부 생체중을 측정 후 80°C 건조기에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 엽록소 함량은 신편을 기준으로 3번째 옆을 엽록소 측정계(Minolta, Model SPAD-502, Japan)를 사용하여 측정하였다. 모주로부터 발생한 런너의 길이, 생체중 및 건물중

도 조사하였다. 런너에 착생한 자묘의 경우 2번째 묘의 생체중과 건물중을 조사하여 처리간 비교를 하였다.

칼슘의 시비농도가 모주의 생육, 생리장해 발현 및 자묘의 생육에 미치는 영향은 Duncan의 다중검정으로 처리간

차이를 비교하였다. 통계분석은 CoStat 프로그램(Monterey, California, USA)으로 수행하였다.

결과 및 고찰

칼슘 비료를 시비하지 않은 무처리구에서는 Ca 결핍증상이 발현된 개체수가 많았다. 결핍증상은 Jeong et al.(2001) 및 Kim et al.(2009)이 보고한 바와 유사하게 ‘설향’ 딸기에서도 신엽에서 발생하였고, 신엽의 엽맥 부분이 갈변하는 증상과 함께 신엽이 기형이 되면서 선단부가 괴사하는 현상으로 나타났다. 칼슘 결핍증상 발현 식물체수는 대조구인 무시비구에서 10 식물체당 8.1 식물체로 가장 많았으며, 칼슘이 혼합된 비료를 시비함으로써 10 식물체당 약 2.5 식물체로 개체수가 감소하였으나, 비료의 종류 및 농도에 따른 처리 별 차이는 크지 않았다(Figs. 1 and 2).

생체중과 건물중을 기초로 모주의 생육을 비교하면 무시비구에 비해 모든 Ca 시비구에서 성장량이 많았다(Fig. 3). 생체중의 경우 무시비구가 식물체당 약 43g으로 조사된 반면, 혼합비료 1.0dS·m⁻¹ 처리에서 약 57g, CalMag 1.0dS·m⁻¹

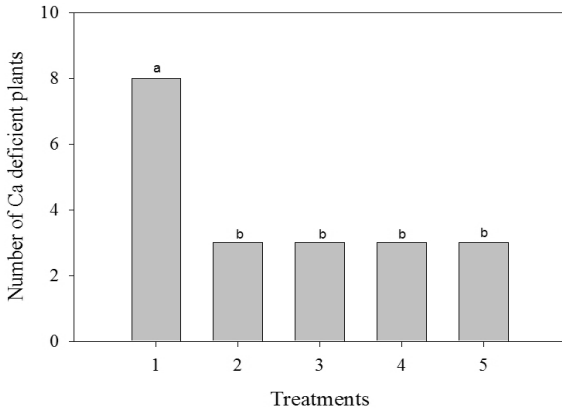


Fig. 1. Influence of Ca application in propagation of ‘Seolhyang’ strawberry through plastic bag cultivation on the number of mother plants showing Ca deficiency symptoms (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

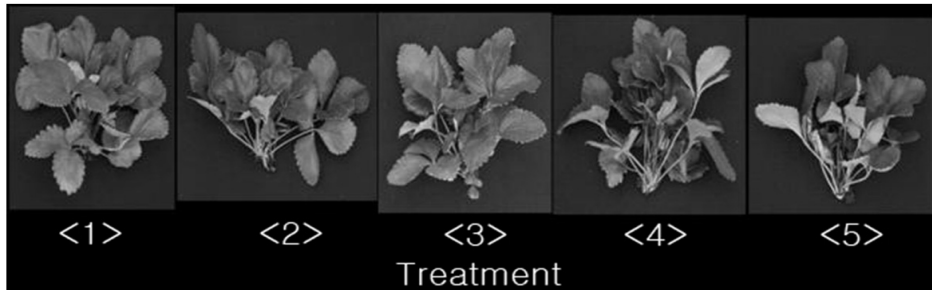


Fig. 2. Influence of Ca application in propagation of ‘Seolhyang’ strawberry through plastic bag cultivation on the differences in growth of mother plants at 120 days after treatment (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

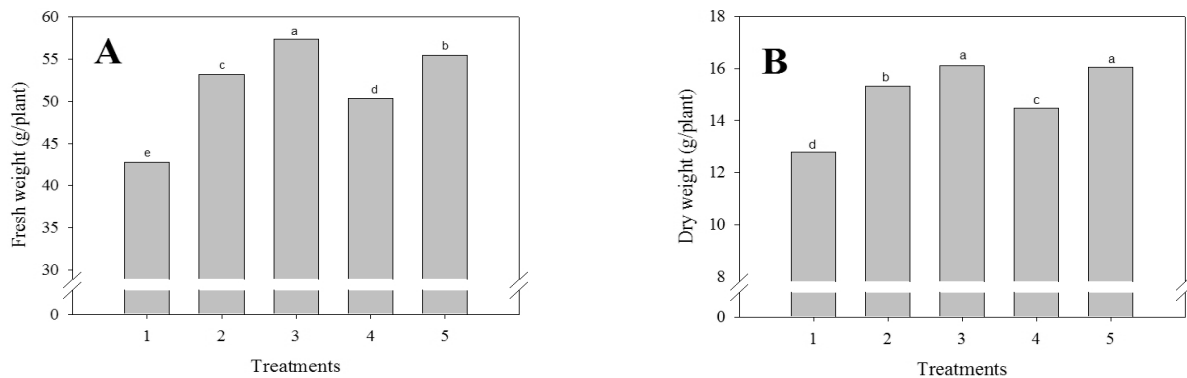


Fig. 3. Influence of Ca application in propagation of ‘Seolhyang’ strawberry through plastic bag cultivation on the differences in fresh (A) and dry (B) weights of mother plants at 120 days after treatment (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

처리에서 약 56g, 혼합비료를 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리에서 약 53g, CalMag $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리에서 약 51g으로 조사되었다. 동일한 EC로 CalMag를 시비한 처리보다 본 연구에서 조합한 비료를 처리한 경우 생체중이 무거웠으며, 두 비료 모두 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리보다 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 생체중이 유의하게 무거웠다. 건물중도 생체중 결과와 유사하게 무시비구가 식물체당 약 13g으로 조사된 반면, 혼합비료 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 약 16.1g, CalMag $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 약 16.0g, 혼합비료를 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리에서 약 15.7g, CalMag $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리에서 약 14.3g으로 조사되었다.

칼슘 결핍증상 발현 식물체수에서는 Ca 비료를 시비한 처리간의 차이가 뚜렷하지 않았지만 생체중과 건물중을 고려할 때 CalMag보다 본 연구에서 조합한 혼합비료가 생장량이 많았다. 또한 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리보다 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 뚜렷하게 생장량이 많았다. 따라서 혼합비료 또는 CalMag를 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 농도를 조절하는 것보다 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 농도를 조절하여 처리하는 것이 칼슘 결핍증상의 발현 억제 또는 생체중과 건물중 생산에 더 효과적이라고 판단하였다. 그러나 이상의 시비농도는 배지경 재배로 수행한 연구결과이며, 양이온교환용량이 높은 토경 재배에서의 적정 시비농도는 다르게 형성될 수 있다고 사료된다(Choi et al., 2010).

모주의 다른 생육 조사 결과를 Table 1에 나타내었다. 초장, 초폭, 엽장, 엽수는 CalMag $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 가장 컸고, 혼합비료 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, CalMag $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 혼합비료 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 그리고 무시비구 순으로 작아지거나 좁아지는 경향을 나타냈으며 처리 간 통계적인 차이가 인정되었다. 엽폭의 경우 다른 생육 조사 항목과 다르게 두 종류 비료에서 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 보다 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 더 짧은 경향을 보였다. $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 뚜렷하게 엽장이 길었던 반면 엽폭은 좁게 나타난 것으로 보아 엽의 형태가 긴 타원형에서 짧은

타원형으로 변하는 것을 알 수 있었다. 엽병장의 경우 CalMag 처리가 혼합비료에 비해 두 농도 모두 유의하게 길었으나, 관부직경은 혼합비료 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, CalMag $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 혼합비료 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, CalMag $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 무시비구 순으로 작아지는 경향을 보였다. 엽록소 함량(SPAD value)의 경우 대조구에 비해 혼합비료 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 더 낮았고 CalMag $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 처리에서 가장 높았다.

본 연구의 혼합비료나 CalMag를 시비할 경우 무시비구보다 모든 생육조사 항목에서 우수한 경향을 보였으며, 두 비료 모두 $0.6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 으로 시비한 처리보다 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 으로 시비한 처리에서 우수하였는데 이러한 결과는 지상부의 생체중 및 건물중 생산량과 일치하는 경향이다. 그러나 지상부 생체중 및 건물중에서 CalMag에 비해 혼합비료가 무거웠던 반면 초장, 엽장, 엽병장 등 생육 조사 항목에서는 CalMag에 비해 혼합비료가 짧거나 좁은 경향을 보였는데, 이것은 칼륨 함량과 관련지어 판단할 수 있다. 본 연구에서 혼합한 비료는 K, Ca 및 Mg이 4:2:1의 비율로 칼륨의 비율이 높다. 높은 칼륨 비율로 인해 광합성과 호흡에 관여하는 효소를 활성화시켜 식물체 내의 탄수화물 이동량이 증가하였고 삼투현상 조절에 중요한 기능을 하여 노엽의 노쇠와 탈리를 막아주어 생체중과 건물중 생산에 긍정적인 효과를 보였다고 판단한다(Choi et al., 2009; Marschner, 1995). 반면 CalMag는 K_2O 1.9%, CaO 16%, MgO 6%를 함유한 비료로서 칼슘에 비해 칼륨의 상대적인 비율이 낮다. 광합성 산물의 이행량이 식물체내 K 농도에 큰 영향을 받는 것을 고려할 때 앞에서 합성된 광합성 산물이 줄거나 다른 부위로 이행되는 양이 감소하고 결과적으로 생체중과 건물중이 가벼운 원인이 되었다고 생각한다.

칼슘 비료의 종류 및 농도가 모주로부터 발생한 런너의 총길이, 생체중 및 건물중에 미치는 영향을 Fig. 4에 나타내었다. 혼합비료를 $1.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 시비한 처리에서 모주당 런너의 총 길이가 약 228cm/plant로 가장 길었고, CalMag

Table 1. Influence of Ca application in propagation of 'Seolhyang' strawberry through plastic bag cultivation on the differences in growth of mother plants at 120 days after treatment.

Treatment ^z	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Crown diameter (mm)	Chlorophyll content (SPAD value)
1	15.1 e ^y	35.8 e	7.1 e	5.5 e	7.3 e	11.1 e	37.6 d
2	15.8 d	37.6 d	7.3 d	6.1 c	7.7 d	11.3 c	36.3 e
3	17.9 b	41.9 b	8.5 b	5.7 d	7.9 c	12.8 a	38.3 c
4	16.1 c	38.1 c	8.1 c	6.6 a	8.7 b	11.2 d	39.1 b
5	18.3 a	42.3 a	8.7 a	6.4 b	8.9 a	12.3 b	41.7 a

^zTreatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS·m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

^yMean separation by Duncan's multiple range test at *p* = 0.05.

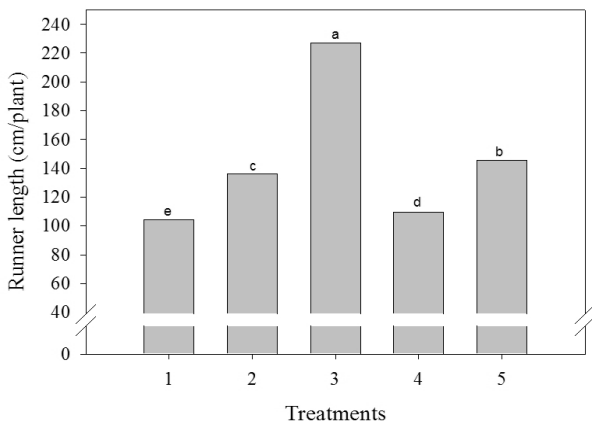


Fig. 4. Influence of Ca application in propagation of 'Seolhyang' strawberry through plastic bag cultivation on the differences in runner length occurred from mother plants at 120 days after treatment (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

1.0dS · m⁻¹ 처리에서 142cm/plant, 혼합비료 0.6dS · m⁻¹ 처리에서 138cm/plant, CalMag 0.6dS · m⁻¹ 처리에서 110cm/plant, 무시비구가 105cm/plant로 조사되었고, 처리간 통계적인 차이가 뚜렷하였다. 또한 혼합비료와 CalMag 비료 모두 0.6dS · m⁻¹ 처리보다 1.0dS · m⁻¹ 처리에서 발생된 런너의 길이가 길었으며 관비용액의 EC가 동일한 경우 혼합비료가 CalMag보다 유의하게 길었다.

모주에 대한 칼슘 비료의 종류 및 농도가 모주로부터 발생한 런너의 생체중과 건물중은 Fig. 5에 나타내었다. 혼합비료 1.0dS · m⁻¹ 처리에서 8.8 및 3.5g/mother plant로 가장 높은 생육량을 보였으며, CalMag 1.0dS · m⁻¹ 처리에서 6.3 및 3.1g/mother plant, 혼합비료 0.6dS · m⁻¹ 처리에서 5.1 및 2.5g/mother plant, CalMag 0.6dS · m⁻¹ 처리에서 4.5 및 2.3g/mother plant, 그리고 무시비구에서 4.3 및 1.2g/mother plant으로 조사되었다.

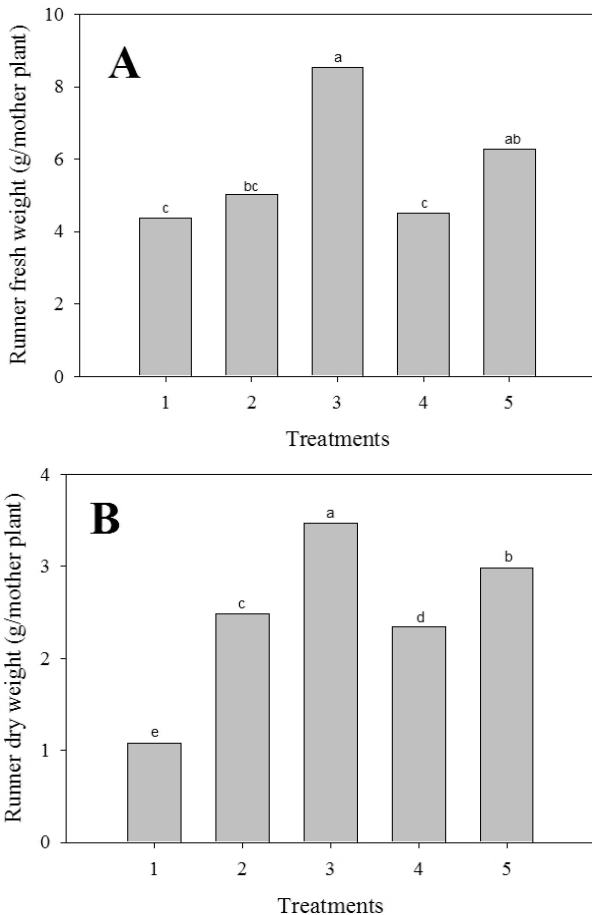


Fig. 5. Influence of Ca application in propagation of 'Seolhyang' strawberry through plastic bag cultivation on the differences in runner fresh (A) and dry (B) weights occurred from mother plants at 120 days after treatment (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

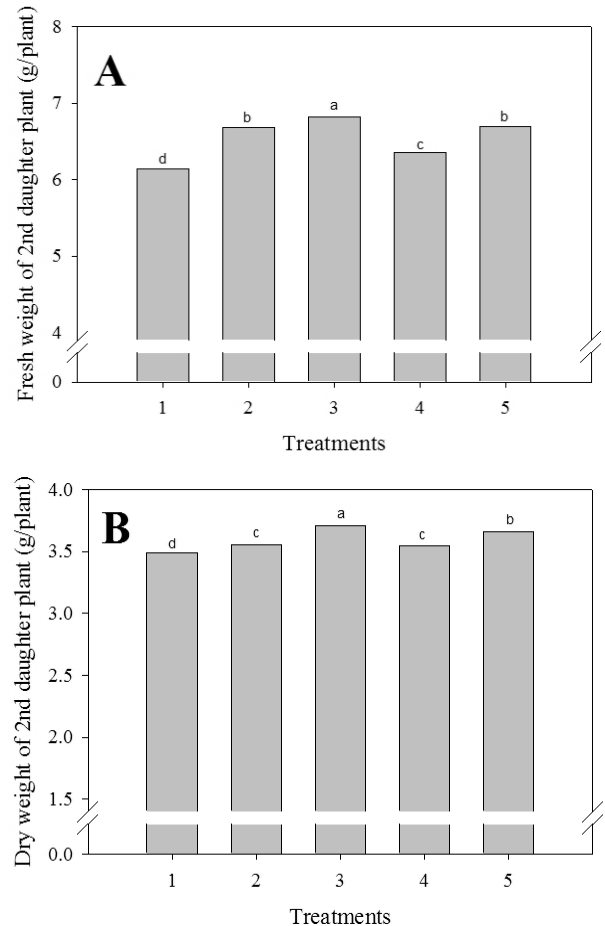


Fig. 6. Influence of Ca application in propagation of 'Seolhyang' strawberry through plastic bag cultivation on the differences in fresh (A) and dry (B) weights of 2nd daughter plants occurred from mother plants at 120 days after treatment (Treatments: 1, control; 2 and 3, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of combined fertilizer of 1.125 mM Ca(OH)₂, 0.375 mM MgCl₂ and 1.25 mM of KCl; 4 and 5, 0.6 and 1.0 dS · m⁻¹ of a commercial fertilizer (13-0-1.9-16-6: N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO).

전체 자묘 중 2번째 자묘를 선택하여 생체중과 건물중을 측정해본 결과 본 연구의 혼합비료 1.0dS·m⁻¹ 처리, CalMag 1.0dS·m⁻¹ 처리, 혼합비료 0.6dS·m⁻¹ 처리, CalMag 0.6dS·m⁻¹ 처리, 무시비구 순으로 가벼웠으며 런너의 생체중 및 건물중과 유사한 경향을 보였다(Fig. 6).

초 록

‘설향’ 딸기의 육묘과정에서 발생하는 칼슘 결핍 교정을 위하여 배지경으로 모주를 재배하면서 Ca이 혼합된 비료를 시비할 때 모주 생육 및 생리장해 발현과 런너 및 자묘의 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 연구목적 달성을 위하여 1.125mM Ca(OH)₂, 0.375mM MgCl₂ 그리고 1.25mM KCl을 혼합한 비료와 시판비료인 CalMag(13-0-1.9-16-6:N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO)를 전기전도도(EC)가 0.6 또는 1.0dS·m⁻¹가 되도록 지하수로 용해시켜 2주일에 1회 관주처리하였고, 정식 120일 후 모주생장과 자묘 발생에 미치는 효과를 비교하였다. 칼슘 결핍증상 발현 식물체수는 대조구인 무시비구에서 가장 많았으며, 칼슘 비료를 시비함으로써 개체수가 감소하였으나, 비료의 종류 및 농도에 따른 처리별 차이는 크지 않았다. 무시비구에 비해 Ca이 포함된 비료를 시비할 때 모주의 생체중과 건물중이 무거웠고, CalMag를 시비한 경우보다 본 연구에서 조합한 비료를 처리한 경우 성장량이 많았다. 또한 두 종류 비료를 0.6dS·m⁻¹로 시비한 처리보다 1.0dS·m⁻¹로 시비한 처리의 성장량이 많았다. 혼합 비료를 1.0dS·m⁻¹로 시비한 처리에서 모주로부터 발생한 런너의 길이가 가장 길었고, 혼합 비료와 CalMag 모두 0.6dS·m⁻¹ 처리보다 1.0dS·m⁻¹ 처리에서 발생된 런너의 길이가 길었다. 런너의 생체중과 건물중도 혼합비료 1.0dS·m⁻¹ 처리에서 가장 무거웠으며, 두 종류 비료를 1.0dS·m⁻¹로 시비한 경우 0.6dS·m⁻¹ 처리보다 더 많은 성장량을 보였다. 2차 자묘를 선택하여 성장량을 비교해 본 결과 본 연구의 혼합비료 처리가 동일한 농도로 CalMag를 시비한 처리보다 생체중과 건물중이 무거웠다. 이상의 연구결과를 고려할 때 ‘설향’ 딸기의 자묘 생산을 위해서는 주기적인 Ca 시비가 필수적이지만 Ca을 단독으로 처리하기보다는 알칼리성 원소인 K:Ca:Mg의 비율을 조절하여 시비하는 것이 더욱 효과적이라고 판단하였다.

추가 주요어 : 칼슘 결핍, 건물중, 생체중, 런너

Choi, J.M., H.J. Chung, and J.S. Choi. 2000. Physico-chemical properties of organic and inorganic materials used as container media. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:529-538.

Choi, J.M., J.Y. Park, and A. Latigui. 2011. Physico-chemical properties of root substrates on growth of mother plants and occurrence of daughter plants in ‘Seolhyang’ strawberry propagation through bag culture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29:95-101.

Choi, J.M., S.K. Jeong, and M.K. Yoon. 2009. Characterization of symptom and determination of tissue critical concentration for diagnostic criteria in ‘Maehyang’ strawberry as influenced by potassium concentration in the fertigation solution. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:226-232.

Choi, J.M., T.I. Kim, S.K. Jeong, M.K. Yoon, D.Y. Kim, and K.D. Ko. 2010. Causes, diagnosis, and corrective procedures of nutritional disorders in strawberry. *Mirae Gihock, Suwon, Korea.*

Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Univ. of Calif. Agri. Exp. Sta. Circular* 347.

Jeong, S.K. 2008. Characterization of symptom and determination of tissue critical concentration for diagnostic criteria in ‘Maehyang’ strawberry. *PhD Diss., Pai Chai Univ., Daejeon, Korea.*

Jeong, S.K., J.M. Choi, K.H. Cha, H.J. Chung, J.S. Choi, and K.S. Seo. 2001. Deficiency symptom, growth characteristics and nutrient uptake of ‘Nyoho’ strawberry as affected by controlled calcium concentrations in fertilizer solution. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:284-288.

Kim, B.G., J.M. Choi, and T.I. Kim. 2009. Comparison of deficiency symptom expression, growth response and nutrient uptake as influenced by Ca application in two strawberry cultivars used as diagnostic tools. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:102-109.

Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants.* 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.

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 Pathol.* 55:246-249.

Nelson, P.V. 2003. *Greenhouse operation and management.* 6th ed. Prentice Hall, NJ.