

미량원소복합제가 혼합된 각종 상토에서 고토석회의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

최 종 명

배재대학교 자연과학대학 원예조경학부

Effect of Dolomite Levels in Various Root Media Containing Micronutrient Mixes on Growth of Marigold Plug Seedlings

Jong Myung Choi

Division of Hort. & Landscape Architecture, Paichai Univ., Daejeon 302-735, Korea

Abstract. Objective of this research was to determine the effect of application rate of dolomite in root media containing micronutrient mixes on growth of marigold 'Orange boy' in plug trays. To achieve this, three granular micronutrient mixes such as MF 1, MF 2, and MF 3 were produced and incorporated into three root media, peatmoss+composted pine bark (1:1, v/v, PB), peatmoss+composted rice-hull (1:1, v/v, PR), and peatmoss+composted saw-dust (1:1, v/v, PS), with a rate of $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Elevated application rate of dolomite in PB medium containing MF 1 decreased crop growth at 35 days after sowing with the highest fresh and dry weight in the control treatment of dolomite. The treatments of 3.0 and $6.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ of dolomite in PB medium containing MF 2 produced 0.133g of dry weight and 0.686g of fresh weight, respectively, which were the highest among treatments of dolomite. But the treatments of 3.0 and $6.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ of dolomite in PB medium containing MF 3 produced the highest fresh and dry weight, respectively. Elevated application rate of dolomite in PR medium containing MF 1, 2, and 3 resulted in decrease of fresh and dry weight. The relative growth suppression induced by elevated application rate of dolomite was more severe when MF 3 were incorporated than MF 1 and 2. The treatments of 3.0 and $6.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ of dolomite in PS medium containing MF 1 and 3 showed good growth, but elevated application rate of dolomite in PS medium containing MF 2 and control resulted in increase of dry and fresh weight. These results indicated that the application rate of dolomite should be adjusted by kinds of root media and micronutrient mixes.

Key words : dolomite, micronutrient mix, plug culture, root media

서 언

플러그재배를 위한 혼합상토는 물리·화학적 특성을 작물재배나 용기의 특성에 적합하도록 2~3 종류의 구성 재료를 적절한 비율로 혼합하여 조제한다(Hanan, 1998; Nelson, 2003). 전 세계적으로 혼합상토 조제에 가장 많이 이용되는 물질은 피트모스(Sphagnum moss peat)이다. 피트모스는 강산성을 띄고, 무기물 함량이 매우 낮아, 혼합상토 조제 후에 pH 교정 및 기비로 일정 비료를 포함시킨 채 작물 재배에 이용해야 정상적인 작물 생육이 가능하다. 따라서 대부분의 상업용 상토가 작물 생육상의 필수원소를 포함한 비료를 적절한 비율로 포함한 채 시판되고 있다.

Nelson(2003)은 KNO_3 , CaNO_3 , 고토석회(dolomite), 과인산석회(superphosphate), 그리고 미량원소복합제(micronutrient mix)를 적절한 비율로 상토에 혼합함으로써 식물생육에 필요한 모든 필수원소를 공급할 수 있다고 하였다. Argo(1998), Bunt(1988)나 Hanan(1998)도 혼합상토에서 기비의 필요성을 설명하였고, 모든 필수원소를 공급하기 위하여 혼합해야 할 비료의 종류 및 혼합량을 제시하였다.

이상의 저자들은 피트모스 등 산성인 구성 재료를 혼합하여 상토를 조제할 때 pH를 교정하기 위한 가장 보편적인 방법으로 고토석회를 혼합할 것을 추천하였다. 고토석회를 상토에 혼합할 경우 토양수에 용해되면서 토양 pH를 상승시키고, Ca와 Mg가 용해되어 이

온화되면서 두 원소의 공급원 역할을 할 수 있다고 하였다. 미량원소의 경우 6종류 미량원소를 포함하여 하나의 제제로 시판되는 것을 혼합하거나 각각의 미량원소를 포함한 비료용액을 상토에 관비하므로써 미량원소를 공급할 수 있다고 하였다.

그러나 상토에 시비된 미량원소를 식물이 흡수하기 위하여는 토양 pH가 적절한 범위에 포함되어야 한다. 일반적으로 토양 pH가 산성으로 변하면 다량원소인 Ca와 Mg 그리고 미량원소인 Mo가 토양에 침전되어 재배하는 식물에서 결핍 증상이 유발되고, Fe, Mn, Cu, Zn 및 B의 활성도가 증가하여 과잉증상이 유발되기 쉽다. 반대로 토양 pH가 7.0 이상으로 상승하여 알칼리로 변할 경우 Fe, Mn, Cu, Zn 및 B의 침전을 유발하여 재배하는 작물에서 식물생육 억제 및 결핍증상이 발현된다(Hanan, 1998; Nelson, 2003).

혼합상토는 구성재료의 종류 및 혼합비율에 따라 완충력이 다르며, pH 교정을 위해 동일한 양의 고토석회를 혼합하여도 pH 변화가 다르게 나타난다(Bunt, 1988). 따라서 동일한 양의 고토석회 및 미량원소복합제를 혼합하여도, 상토의 종류에 따라 pH 변화 및 이에 영향받은 미량원소의 식물 이용도가 변화되며, 결국 작물생육에 미치는 영향도 달라진다.

따라서 세종류 상토에 동일한 양의 미량원소복합제를 혼합하고 고토석회의 시비수준을 변화시킬때 작물생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

미량원소복합제의 조제: Table 1과 같이 중량 기준으로 각종 무기염의 혼합비율을 변화시킨 후 알루미나 도가니에서 용해하였고, Choi와 Kang(2005a; b)의 방법과 동일하게 열처리를 통해 입상형의 미량원소복합제를 조제하였다. 조제된 후 상온까지 냉각된 시료는

유발과 유봉을 이용하여 150mesh 체를 통과하도록 분쇄한 다음 본 연구에 이용하였다. 본 실험은 미국에서 생산되는 Micronutrient fertilizer(Frit Industry, CO., USA)를 $0.3g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합한 대조구를 두어 실험하였으며, 대조구의 처리 방법은 본 연구실에서 개발된 미량원소복합제와 동일하였다.

혼합상토의 조제: 피트모스 + 부숙왕겨(1:1, v/v), 피트모스 + 부숙수피(1:1, v/v) 및 피트모스 + 부숙톱밥(1:1, v/v)의 세종류 상토를 조제하였다. 상토조제 과정에서 인산질 비료(용과린, 조선비료)를 $2.0g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하였다. KNO_3 와 $Ca(NO_3)_2$ 를 $0.4g \cdot L^{-1}$ 의 비율로, 액상 토양습윤제인 AquaGro^L(Aquatrols Corporation of America, Pennsauken, NJ)를 $0.11g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 첨가하였는데 균일성을 증가시키기 위하여 상토조제 과정에서 물에 타서 골고루 혼합하였다. 미량원소복합제는 균질하게 혼합시키기 위하여 증량제로 모래와 1:2 (w/w, 미량원소복합제/모래)로 혼합한 후 상토 조제과정에서 $0.3g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하였다.

고토석회의 혼합비율: 각각의 미량원소복합제를 포함한 상토에는 국산 고토석회를 0, 3.0, 6.0, 및 $9.0g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하여 네 처리를 만들었으며, 이후 200 공 폴리그트레이에 상토를 충전하고 메리골드 ‘Orange Boy’를 피종하였다. 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

재배조건 및 생육 조사: 추비는 stage 2부터 시작하였다. $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, K_2SO_4 , $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 및 NH_4NO_3 의 비율을 조절하여 N: $210mg \cdot L^{-1}$, P: $39mg \cdot L^{-1}$, 그리고 K: $155mg \cdot L^{-1}$ 의 stock solution을 조제한 후 자엽발생기인 stage 2에는 질소가 $70mg \cdot L^{-1}$ 이 되도록, 본엽 2매부터 4매의 시기에는 $90mg \cdot L^{-1}$ 으로, 본엽 4매 이후에는 $120mg \cdot L^{-1}$ 으로 농도를 조절하여 3일에 1회 관비하였다. 관비 중간에는 관수만 하였으며, 관비 또는 관수시 용탈율은 30%로 조절하였다.

식물 생육은 파종 6주 후에 초장, 초폭, 줄기직경, 엽수, 지상부 생체중 및 건물중을 조사하였다. 초장은

Table 1. Blending ratio of various salts based on weight percentage to produce slow-release micronutrient fertilizers.

Micronutrient mix	$Na_2B_3O_7$	CuO	Fe_2O_3	$MnSO_4$	MnO_2	MoO_3	ZnO	$Ca_3(PO_4)_2$	P_2O_5	SiO_2	$CaCO_3$
MF 1	15.7	4.1	41.7	7.2	0	0.1	6.1	0	20.6	5.0	0
MF 2	10	5	35	0	15	0.2	5	20	0	5	5
MF 3	10	5	35	15	0	0.2	5	5	0	5	20

미량원소복합제가 혼합된 각종 상토에서 고토석회의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

지제부로부터 정단부위까지, 초폭은 식물의 폭을, 엽수는 자엽을 제외한 본엽수, 줄기직경은 자엽 전개부위의 직경을 측정하여 그 굵기를 나타내었다. 수확후 지상부의 무게를 측정하여 생체중으로, 그리고 생체중 측정 후 75°C에서 24시간 건조후 무게를 측정하여 건물중으로 삼았다.

결과 및 고찰

개발된 미량원소복합제를 $0.3\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 비율로 포함한 각종 혼합상토에 고토석회를 0, 3, 6 및 $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 비율로 시비하고 파종 35일 후에 지상부의 생육을 조사하여 Table 1에 나타내었다. 피트모스+부숙수피(1:1, v/v) 혼합상토의 대조구(Micronutrient fertilizer, Frit Industry, CO., USA; 이하 MNF로 표기)에 고토석회의 시비량을 증가시킬 경우 초장은 $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 5.57cm로 가장 컸고, 생체중과 건물중은 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 0.506g과 0.106g으로 가장 무거워 생육이 우수하였으며, 생체중과 건물중에서는 각각 5% 수준의 2차곡선회귀가 성립하여 경향을 찾을 수 있었다.

MF 1을 시비한 경우 고토석회 무시비구에서 초장 7.32cm, 초폭 4.55cm, 생체중 0.750g, 그리고 건물중 0.146g으로 생육이 가장 우수하였다. 고토석회의 혼합비율이 높아질수록 초장, 초폭, 생체중 및 건물중에서 생육이 저조하였고, 각각 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 뚜렷한 경향을 발견할 수 있었다. MF 2를 기비로 처리한 경우에는 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 6.91cm로 초장이 가장 컸고, 생체중이 식물체당 0.686g으로 가장 무거웠다. 그러나 건물중은 $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 0.133g으로 가장 무거워 생육이 우수함을 알 수 있었다. MF 2를 시비한 경우 엽수, 생체중 및 건물중에서는 5% 수준의 2차곡선회귀가 성립하여 경향을 발견할 수 있었다. MF 3가 처리된 경우에도 $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 비율로 고토석회를 시비한 처리에서 초장 6.41cm, 생체중 0.547g 그리고 건물중 0.113g으로 생육이 가장 우수하였다. 고토석회 무처리구나 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 이상의 고토석회 시비구에서는 생체중이나 건물중이 가벼워졌으며, 고토석회의 시비량이 높아질수록 엽수가 뚜렷하게 감소하였다.

이와 같이 고토석회의 시비량이 증가할수록 엽수, 생체중 및 건물중에서 생육이 저조한 것은 알칼리성 물질인 고토석회의 시비량 증가로 상토의 pH가 과도

하게 높아짐으로써 토양 용액 중 미량원소의 불용화를 촉진시켜 생육 저하의 원인이 되었다고 판단되었다(Hanan, 1998; Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987; Nelson, 2003). 또한 대조구에서 동일한 양의 고토석회를 혼합한 MF 1, MF 2 및 MF 3처리들보다 외견상 생육이 저조하였으나, 미량원소복합제의 종류에 따른 엽수, 생체중 및 건물중의 통계적인 차이가 인정되지 않았다.

피트모스+부숙왕겨(1:1, v/v) 혼합상토에서 대조구는 고토석회의 혼합비율이 높아질수록 생육이 억제되는 경향을 보였다. 줄기직경에서만 처리간 차이가 인정되지 않았고, 직선 및 2차곡선회귀도 성립하지 않아 경향을 발견할 수 없었다. 그러나 기타 생육조사 항목에서는 고토석회 무처리구와 시비구들간에 5% 수준의 통계적인 차이가 인정되었고, 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷하였다.

MF 1이 시비된 경우 고토석회 무처리구에서 초장이 4.17cm로 가장 컸고, 생체중과 건물중은 $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 0.282g과 0.068g으로 가장 무거웠다. 그러나 조사한 초장, 초폭, 줄기직경, 엽수, 생체중 및 건물중에서 처리간 5% 수준의 차이가 인정되지 않았고, 직선 및 2차곡선회귀로 성립하지 않아 경향을 찾을 수 없었다.

MF 2가 기비로 시비된 경우에도 고토석회 무처리구에서 초장 5.37cm, 생체중 0.475g, 그리고 건물중 0.068g으로 생육이 가장 우수하였다. 고토석회의 시비비율이 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 이상일 경우 조사한 모든 생육지표에서 심하게 억제되었다. 이와 같이 고토석회의 시비량 증가로 생육이 억제되는 것은 왕겨가 혼합된 상토의 경우 pH가 약알칼리성이며 고토석회의 혼합으로 상토의 pH가 과도하게 높아졌고, 알칼리상태에서 인산 및 미량원소의 침전을 통한 흡수량 저하가 원인이 되었다고 추정된다(Hanan, 1998; Lindsay, 1979; Nelson, 2003). 또 왕겨 자체의 양이온치환용량이 낮아 원충력이 낮기 때문에 고토석회의 시비량 증가가 생육을 저하시킨 원인이 되었다고 판단되었다(Choi 등, 2000).

고토석회의 혼합량을 증가시킬 경우 생육이 저조해지는 것은 MF 3을 시비한 경우 더욱 뚜렷하였다. 고토석회 무처리구의 초장이 5.18cm, 생체중 0.394g, 그리고 건물중이 0.087g으로 조사되어 가장 우수하였으며, 고토석회의 시비량이 증가할수록 생육이 저조하

최 종 명

였고, 모든 생육지표에서 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향도 뚜렷하였다.

본 상토에서도 동일한 비율로 고토석회를 시비한 경우 외견상 생육은 MF 3>MF 1>MF 2>대조구 순으로 저조하였으나, 엽수를 제외한 각 조사항목에서 통계적인 차이가 인정되지 않았다.

피트모스+톱밥(1:1, v/v) 혼합상토에서 대조구에 고

토석회의 시비비율이 높아질수록 생체중 및 건물중이 증가하였다. 생체중은 9.0g·L⁻¹ 처리에서 식물체당 0.711g, 건물중은 0.123g으로 조사되어 가장 무거웠고, 고토석회의 혼합비율이 낮아짐에 따라 생체중 및 건물중이 가벼워져 직선 및 2차곡선회귀가 성립하였다. 고토석회의 혼합비율이 증가함에 따라 초폭도 넓어졌으나 초장, 줄기직경 및 엽수에서는 처리 간 차이가 인

Table 2. Effect of micronutrient mixes and application rate of dolomite as pre-planting fertilizer in peatmoss+composted pine bark (1:1, v/v; PB) root media on growth of plug seedlings of marigold 'Yellow boy' at 35 days after sowing.

Micronutrient mix ^z	Level of dolomite (g·L ⁻¹)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control ^y	0.0	4.25 c ^x	4.43 bc	0.183 a	28.6 a	0.382 b	0.067 b
	3.0	4.47 bc	4.23 c	0.196 a	25.9 a	0.383 b	0.059 b
	6.0	5.04 ab	4.94 a	0.188 a	30.6 a	0.506 a	0.106 a
	9.0	5.57 a	4.81 ab	0.181 a	28.0 a	0.465 ab	0.069 b
	Linear	***	*	NS	NS	*	NS
	Quadratic	***	*	NS	NS	*	*
MF 1	0.0	7.32 a	4.55 a	0.195 a	25.4 a	0.750 a	0.146 a
	3.0	5.54 b	4.02 ab	0.199 a	29.0 a	0.486 b	0.108 b
	6.0	5.95 b	3.95 ab	0.199 a	29.5 a	0.505 b	0.085 b
	9.0	5.57 b	3.88 b	0.191 a	28.0 a	0.466 b	0.095 b
	Linear	**	*	NS	NS	***	**
	Quadratic	***	*	NS	NS	***	**
MF 2	0.0	6.58 ab	4.73 a	0.199 a	37.4 a	0.504 b	0.094 b
	3.0	6.20 ab	4.39 a	0.191 a	29.2 b	0.659 a	0.133 a
	6.0	6.91 a	4.55 a	0.202 a	31.4 b	0.686 a	0.116 ab
	9.0	5.67 b	4.72 a	0.195 a	30.3 b	0.513 b	0.101 b
	Linear	NS	NS	NS	*	NS	NS
	Quadratic	NS	NS	NS	*	*	*
MF 3	0.0	5.34 b	4.56 a	0.193 a	37.9 a	0.513 ab	0.092 ab
	3.0	6.41 a	4.34 a	0.197 a	41.3 a	0.547 a	0.113 a
	6.0	5.56 ab	4.13 a	0.196 a	29.8 b	0.438 b	0.083 b
	9.0	5.93 ab	4.34 a	0.194 a	30.0 b	0.437 b	0.094 b
	Linear	NS	NS	NS	***	*	*
	Quadratic	*	NS	NS	**	NS	NS
Significance (Micronutrient mixes)		*	*	*	NS	NS	NS

^zIncorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L⁻¹.

^yMicronutrient fertilizer produced by Frit Industry Co., USA.

^xMean separation within a column for each micronutrient mix by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS,***,**,*, Non significant or significant at P<0.001, 0.01, and 0.05, respectively.

미량원소복합제가 혼합된 각종 상토에서 고토석회의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

정되지 않았고, 경향도 발견할 수 없었다. 본 상토에서도 네 종류 미량원소복합제에 동일한 비율로 고토석회가 혼합된 경우 줄기직경과 엽수에서만 생육 차이가 인정되었을 뿐 기타 생육지표에서는 차이가 인정되지 않았다.

MF 1이 혼합된 경우 고토석회를 3.0g·L⁻¹의 비율로 시비한 처리에서 생육이 가장 우수하였는데, 초장

7.18cm, 생체중이 식물체당 0.929g, 그리고 건물중이 식물체당 0.073g으로 조사되었고 다른 처리들 보다 유의하게 크거나 무거웠다. 고토석회를 6.0g·L⁻¹으로 처리한 경우 3.0g·L⁻¹ 처리에 비해 생체중과 건물중이 가벼웠으며, 9.0g·L⁻¹으로 처리한 경우 6.0g·L⁻¹ 처리에 비해 다시 무거워졌다. 따라서 직선회귀 및 2차곡선회귀가 성립하지 않았으며 고토석회의 시비수준에 따

Table 3. Effect of micronutrient mixes and application rate of dolomite as pre-planting fertilizer in peatmoss+composted rice-hull (1:1, v/v; PB) root media on growth of plug seedlings of marigold ‘Yellow boy’ at 35 days after sowing.

Micronutrient mix ^z	Level of dolomite (g·L ⁻¹)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control ^y	0.0	3.87 a ^x	2.76 a	0.121 a	22.5 a	0.233 a	0.059 a
	3.0	2.89 b	2.19 b	0.126 a	17.9 b	0.163 b	0.038 ab
	6.0	2.79 b	2.06 b	0.111 a	17.0 b	0.128 b	0.033 b
	9.0	2.71 b	2.06 b	0.119 a	13.5 c	0.133 b	0.030 b
	Linear	***	**	NS	***	***	*
	Quadratic	***	**	NS	***	***	*
MF 1	0.0	4.17 a	2.41 a	0.134 a	26.6 a	0.246 a	0.047 a
	3.0	3.79 a	2.81 a	0.266 a	26.1 a	0.282 a	0.068 a
	6.0	3.80 a	2.79 a	0.144 a	25.1 a	0.270 a	0.063 a
	9.0	3.73 a	2.62 a	0.154 a	22.2 a	0.235 a	0.059 a
	Linear	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	NS
MF 2	0.0	5.37 a	3.10 a	0.172 a	28.8 a	0.475 a	0.068 a
	3.0	4.11 b	2.96 a	0.178 a	29.3 a	0.322 b	0.060 a
	6.0	4.21 b	3.26 a	0.169 a	28.8 a	0.352 b	0.039 b
	9.0	3.17 c	2.33 b	0.141 b	21.2 b	0.176 c	0.018 c
	Linear	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Quadratic	**	NS	NS	NS	**	**
MF 3	0.0	5.18 a	2.96 a	0.174 a	32.3 a	0.394 a	0.087 a
	3.0	3.83 b	2.74 ab	0.150 b	25.6 b	0.256 b	0.056 b
	6.0	3.66 b	2.46 bc	0.128 bc	21.2 bc	0.256 b	0.048 b
	9.0	3.53 b	2.19 c	0.121 c	19.1 c	0.171 c	0.041 b
	Linear	***	**	***	***	***	***
	Quadratic	***	**	***	***	***	***
Significance (Micronutrient mixes)		NS	NS	NS	*	NS	NS

^zIncorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L⁻¹.

^yMicronutrient fertilizer produced by Frit Industry Co., USA.

^xMean separation within a column for each micronutrient mix by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS^{***}Non significant or significant at P<0.001, 0.01, and 0.05, respectively.

최 종 명

른 생체중과 건물중에서의 생육 반응은 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었다.

MF 2가 혼합된 경우에는 다른 경향을 나타내었다. 3.0 또는 6.0g·L⁻¹로 고토석회가 시비된 경우 생체중 및 건물중에서 차이가 없었으나, 9.0g·L⁻¹로 시비된 경우 식물체 당 건물중이 0.133g·L⁻¹로 가장 무거웠다. 건물중에서는 5% 수준의 직선회귀와 0.1% 수준

의 2차곡선회귀가 성립하여 뚜렷한 경향을 발견할 수 있었으나, 기타 생육조사 지표인 초장, 초폭, 줄기직경 및 생체중에서는 처리간 차이도 없었고 직선 및 곡선회귀도 성립하지 않아 경향을 발견할 수 없었다.

MF 3이 혼합된 경우에는 6.0g·L⁻¹로 고토석회를 처리한 경우 식물체 당 생체중이 0.85g, 건물중이 0.062g으로 조사되어 가장 우수하였다. 그러나 건물중과 생체

Table 4. Effect of micronutrient mixes and application rate of dolomite as pre-planting fertilizer in peatmoss+composted saw-dust (1:1, v/v; PB) root media on growth of plug seedlings of marigold ‘Yellow boy’ at 35 days after sowing.

Micronutrient mix ^z	Level of dolomite (g·L ⁻¹)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control ^y	0.0	5.59 a ^x	5.00 b	0.191 a	33.7 a	0.583 ab	0.019 b
	3.0	6.33 a	3.74 c	0.195 a	35.3 a	0.501 b	0.037 b
	6.0	6.03 a	4.82 b	0.194 a	35.4 a	0.604 ab	0.098 a
	9.0	6.40 a	5.82 a	0.191 a	35.6 a	0.711 a	0.123 a
	Linear	NS	**	NS	NS	**	***
	Quadartic	NS	***	NS	NS	**	***
MF 1	0.0	6.19 ab	5.20 b	0.200 b	32.6 b	0.644 b	0.023 b
	3.0	7.18 a	6.76 a	0.207 a	38.5 a	0.929 a	0.073 a
	6.0	6.00 b	5.82 b	0.199 b	36.0 ab	0.686 b	0.039 ab
	9.0	6.63 ab	5.59 b	0.203 ab	36.9 a	0.700 b	0.045 ab
	Linear	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Quadartic	NS	*	NS	NS	NS	NS
MF 2	0.0	6.28 a	5.83 a	0.203 a	33.3 a	0.722 a	0.052 b
	3.0	6.04 a	5.64 a	0.203 a	31.4 a	0.662 a	0.034 b
	6.0	6.54 a	5.65 a	0.213 a	30.3 a	0.702 a	0.030 b
	9.0	7.00 a	6.10 a	0.208 a	28.4 a	0.832 a	0.133 a
	Linear	NS	NS	NS	*	NS	*
	Quadartic	NS	NS	NS	NS	NS	***
MF 3	0.0	6.23 a	5.84 a	0.219 a	33.4 a	0.711 a	0.045 a
	3.0	6.57 a	5.84 a	0.202 b	33.1 a	0.740 a	0.056 a
	6.0	7.27 a	5.26 a	0.204 b	33.9 a	0.857 a	0.062 a
	9.0	6.69 a	5.59 a	0.201 b	34.4 a	0.742 a	0.055 a
	Linear	NS	NS	*	NS	NS	NS
	Quadartic	NS	NS	*	NS	NS	NS
Significance (Micronutrient mixes)		NS	NS	**	**	NS	NS

^zIncorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L⁻¹.

^yMicronutrient fertilizer produced by Frit Industry Co., USA.

^xMean separation within a column for each micronutrient mix by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS****Non significant or significant at P<0.001, 0.01, and 0.05, respectively.

미량원소복합제가 혼합된 각종 상토에서 고토석회의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

Table 5. Analysis of variance for crop growth parameters in three root media fertilized with equal amount of dolomite and micronutrient mixes with a completely randomized design.

Growth parameter	Source	df ^a	Mean square	F value	P > F
Plant height	Main effect	3	12.56	12.65	0.0000
	Error	44	0.993		
	Total	47			
Plant width	Main effect	3	17.14	26.62	0.0000
	Error	44	0.644		
	Total	47			
Crown diameter	Main effect	3	0.005	6.869	0.0007
	Error	44	7.293		
	Total	47			
Number of leaves	Main effect	3	120.09	4.023	0.0130
	Error	44	29.85		
	Total	47			
Fresh weight	Main effect	3	0.4364	24.04	0.0000
	Error	44	0.0181		
	Total	47			
Dry weight	Main effect	3	0.0049	6.119	0.0014
	Error	44	0.0008		
	Total	47			

^aDegree of freedom.

중 모두 각 처리간 통계적인 차이가 인정되지 않았고, 직선 및 곡선회귀도 성립하지 않아 경향을 발견할 수 없었다. MF 3이 시비된 경우에는 줄기직경에서만 처리 간 차이가 인정되었고, 고토석회의 시비비율이 증가함에 따라 점차 가늘어져 5% 수준의 직선 및 2차곡선회귀가 성립하였다.

동일한 비율의 고토석회와 미량원소복합제를 포함한 세 종류 상토에서의 생육 차이를 비교할 경우 모든 생육지표에서 0.1% 수준의 뚜렷한 차이가 인정되었다 (Table 5). PB 상토에서 생육이 가장 우수하였고, PR 상토, 그리고 PS 상토의 순으로 생육이 저조하였다. 그러나 본 실험실에서 수차례 실험해 온 결과를 고려할 때(미발표된 자료), 미국에서 플러그 재배용으로 가장 보편적으로 이용되는 피트모스+버미큘라이트(1:1, v/v) 또는 피트모스+펠라이트(7:3, v/v) 혼합상토(Nelson, 2003)에서의 생육 보다 PR 또는 PS 상토에서의 생육이 저조하다고 판단되었으며, 플러그 재배용으로 부적합하다고 판단되었다.

이상의 실험결과를 요약하면 세 종류 미량원소복합제를 혼합한 경우 상토의 종류 또는 미량원소복합제에 따라서 생육이 가장 우수한 고토석회의 시비 수준이 달랐다. PB 상토에 세 종류의 미량원소복합제를 혼합한 경우 고토석회의 적정 시비비율은 모두 $3.0g \cdot L^{-1}$ 라고 판단되었다. 그러나 MF 1, 2 및 3을 혼합한 경우 고토석회의 적정 시비비율은 PR 상토에서 0, 3.0 및 $3.0g \cdot L^{-1}$, 그리고 PS 상토에서 3.0, 0, 그리고 $3.0g \cdot L^{-1}$ 라고 판단되었다.

적 요

세 종류의 입상형 미량원소복합제(MF 1, MF 2, 및 MF 3)를 조제하여 세 종류 상토에 혼합할 경우 고토석회의 시비수준이 매리골드 ‘Orange Boy’의 플러그 묘 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 피트모스+부숙수피(1:1, v/v) 혼합 상토에 MF 1을 기비로 혼합한 경우 고토석회 무처리

구에서 생육이 가장 우수하였고, 고토석회의 혼합비율이 높아짐에 따라 생육이 저조하였다. MF 2를 혼합한 경우에는 $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 건물중이 식물체 0.133g 으로 가장 무거웠으나 생체중은 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 0.686g 으로 가장 무거웠다. MF 3를 혼합한 처리와 대조구에서는 각각 $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 생체중 및 건물중이 무거워 생육이 우수한 고토석회 시비량이 달랐다. 피트모스+부속왕겨(1:1, v/v) 혼합상토에 미량원소복합제를 혼합한 경우, 고토석회의 혼합비율이 높아짐에 따라 생육이 저조하였는데 그 정도는 MF 3이 혼합된 경우 가장 뚜렷하였다. 피트모스+부속툽밥(1:1, v/v) 혼합상토에 MF 1과 MF 3을 혼합한 경우 고토석회 3.0 과 $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 생육이 우수하였으나, MF 2와 대조구에서는 고토석회의 시비량이 높아질 경우 생육이 우수한 경향을 보였다. 이상의 연구결과들에서 상토의 종류나 미량원소복합제에 따라 최대생육을 보인 고토석회의 처리량이 달랐으며, 작물재배시 이를 반영하여야 최대생육을 보장할 수 있을 것이다.

주제어 : 고토석회, 미량원소복합제, 플러그재배, 혼합상토

사 사

This study was supported by PTDF (Problem-Oriented Technology Development Project), Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea.

인용문헌

1. Argo, W.R. 1998. Root medium chemical properties. HortTechnology 8:486-494.
2. Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
3. Choi, J.M., H.J. Chung, and J.S. Choi. 2000. Physicochemical properties of organic and inorganic materials used as container media. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:529-535.
4. Choi, J.M. and C.S. Kang. 2005a. Effect of incorporation of micronutrient mixes on growth and nutrient uptake of marigold and changes of soil nutrient concentrations in plug system. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:104-109.
5. Choi, J.M. and C.S. Kang. 2005b. Nutrient contents and elution characteristics of slow release micronutrient fertilizers as affected by chemical composition in manufacturing. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:110-115.
6. Hanan, J.J. 1998. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
7. Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.
8. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
9. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. Intl. Potash Inst., Bern, Switzerland.
10. Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, NJ.