

## 미량원소복합제가 혼합된 각종 상토에서 용과린의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

최 종 명

배재대학교 자연과학대학 원예조경학부

## Effect of Fused Superphosphate Levels in Various Root Media Containing Micronutrient Mixes on Growth of Marigold Plug Seedlings

Jong Myung Choi

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

**Abstract.** Objective of this research was to determine the effect of application level of fused superphosphate (FSPP) in root media containing granular micronutrient fertilizers (MF) on growth of marigold 'Orange boy' in plug culture. 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), at a rate of  $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Elevated application level of FSPP in PS medium containing each of MF resulted in increase of plant growth such as plant height, plant width, stem diameter, fresh weight and dry weight at 35days after sowing. The dry weight in the treatment of MF 1, MF 2, MF 3, and control fertilized with  $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  of FSPP were 0.066g, 0.103g, 0.077g, and 0.095g per plant, respectively. These results indicated that each of MF affected marigold plug seedlings differently. The application level of FSPP resulted in the heaviest fresh and dry weight in PR medium were  $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in MF 1,  $3.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in MF 2,  $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in MF 3, and  $6.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in control. Elevated application level of FSPP in PB medium containing each of the micronutrient mix increased fresh and dry weight. The general trends in response of plant growth to elevated FSPP were linear and quadratic. The dry weight in the treatment of MF 1, MF 2, MF 3, and control fertilized with  $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  of FSPP in PB medium were 0.131g, 0.104g, 0.137g, and 0.111g per plant at 35days after sowing. These results indicated that MF 1 and MF 3 performed better than MF 2 and control treatments in growth of marigold plug seedlings.

**Key words :** fused superphosphate, marigold, micronutrient mix, plug culture

### 서 언

시비하지 않은 대부분의 혼합상토는 무기를 함량이 매우 낮거나 불균형 상태이며, 이들을 플러그 재배에 이용할 경우 파종된 종자가 발아 후 정상 생육을 유지하기 어렵다. 따라서 대부분의 플러그 재배용 상토는 일정한 양의 비료를 포함한 채 시판되고 있다. 또한 플러그묘를 생산하는 농가에서는 기비를 포함한 상토를 구입하여 플러그 재배에 이용하면서, 파종된 종자가 발아된 후 일정 기간이 지나면 액비를 시비하는 “기비+관비방법”으로 플러그 묘를 생산하고 있다.

파종 전 상토에 비료를 혼합하는 기비(pre-planting

fertilization) 방법에는 보편적으로 석회질 비료, 인산질 비료 및 미량원소복합제와 작물의 초기 생육단계에서 필요로 하는 N과 K 등이 포함된다(Bunt, 1988; Hanan, 1998; Nelson, 2003). 현재 북미지역에서 기비로 사용되고 있는 인산질 비료는 과인산석회(superphosphate) 또는 3중과인산석회(triple superphosphate)이며 토양반응은 산성이다. 국내에서는 과인산석회가 판매되지 않는 대신 용과린(fused superphosphate)이 시판되며, 용과린의 토양 반응은 알칼리성이고 많은 양의 Ca를 포함하고 있다(Lim, 1993). 혼합상토를 이용한 작물 재배에서 인산질 비료의 시비량에 대한 작물 반응은 대단히 민감하게 나타나서 국화의 경우 줄기직경이나 엽

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

수의 증가 그리고 지상부 생체중 및 건물중이 뚜렷하게 무거워지는 원인이 된다(Choi 등, 2002).

상토에 기비로 첨가된 각종 비료들은 각각의 농도가 작물 생육에 직접 영향을 미치지만, 산성 또는 알칼리성 등의 토양 반응 그리고 다른 비료 성분과의 결합력 등으로 인해 다른 원소의 식물 흡수량에 간접적인 영향을 미치며, 이는 길항작용 또는 상조작용으로 표현되고 있다(Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987). 미량원소의 경우 외국에서는 Fe, Mn, Zn, Cu, B 및 Mo 등 6종류 미량원소가 포함된 입상형의 복합제를 기비로 첨가하고 있으나, 국내의 상토회사에서는 6종류 미량원소를 물에 용해시킨 후 액비 상태로 상토에 첨가하는 것이 일반적이다(미 발표된 자료). 입상형 또는 액비 상태로 상토에 시비된 미량원소를 식물이 흡수하기 위하여는 토양 pH가 적절한 범위에 포함되어야 한다. 일반적으로 토양 pH가 산성으로 변하면 Ca, Mg 및 Mo 등의 불용화가 촉진되고, 알칼리로 변할 경우 Fe, Mn, Cu, Zn, 및 B의 불용화 촉진으로 식물이 흡수하는 양의 감소와 결핍증상 유발의 원인이 된다(Lindsay, 1979; Nelson, 2003).

본 연구에서는 국내에서 시판되고 있는 미량원소복합제가 없음을 고려하여 혼합상토의 기비방법 확립을 위해 필요한 입상형의 미량원소복합제를 개발하기 위한 연구를 수행하였다. 그러나 상토에 시비된 미량원소복합제로부터 용출된 6종류 미량원소의 식물 이용도는 기비로 혼합된 다른 원소들에 영향을 받을 것이라고 판단하였으며, 기비로 혼합된 미량원소복합제와 용과린의 시비 수준이 작물 생육에 미치는 영향을 밝히기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

**미량원소복합제의 조제:** Table 1과 같이 중량 기준으로 각종 무기염의 혼합비율을 변화시킨 후 입상형의

미량원소복합제를 조제하였는데, 모든 과정, 방법 및 사용한 기계는 Choi와 Kang (2005a,b,c)의 방법과 동일하였다. 조제된 미량원소복합제는 유발과 유봉을 이용하여 미세하게 간 다음(150mesh) 본 연구에 이용하였다.

혼합상토의 조제: 피트모스+부숙톱밥(1:1, v/v; PS), 피트모스+부숙왕겨(1:1, v/v; PR) 및 피트모스+부숙수피(1:1, v/v; PB)의 세종류 상토를 조제하였다. 상토 조제 과정에서 고토석회를  $3.0g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하였고,  $KNO_3$ 와  $Ca(NO_3)_2$ 를  $0.4g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 첨가하였는데 균일성을 증가시키기 위하여 상토조제 과정에서 물에 타서 골고루 혼합하였다. 토양습윤제인 액상 AquaGroL(Aquatrols Corporation of America, Pennsauken, NJ)를  $KNO_3$ 와  $Ca(NO_3)_2$ 를 혼합한 용액에 같이 용해시켜 상토혼합 과정에서 첨가하였다. 미량원소복합제는 균일하게 혼합시키기 위하여 증량제로 모래와 1:2(w/w, 미량원소복합제/모래)로 혼합한 후 상토 조제과정에서  $0.3g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하였다. 본 연구를 위해 Micronutrient fertilizer(Frit industry, Co., USA; 이하 MNF로 표기)를 대조구로 삼고 본 연구를 위해 조제된 미량원소복합제와 동일한 양 및 혼합방법으로 처리하였다.

용과린의 혼합비율: 각각의 미량원소복합제를 포함한 상토에는 용과린(조선비료)을 0, 3, 6 및  $9g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합하여 네 처리를 만들었으며, 이후 200공 플러그 트레이에 상토를 충전하고 매리골드 'Orange boy'를 파종하였다. 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

**재배조건 및 생육 조사:** 추비는 자엽 발생기인 stage 2부터 시작하였다.  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $K_2SO_4$  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 자엽 발생기(stage 2)에는 질소가  $70mg \cdot L^{-1}$ 이 되도록, 본엽 2매 시기(stage 3)에는  $90mg \cdot L^{-1}$ 으로, 본엽 2매 이후(stage 4)에는  $120mg \cdot L^{-1}$ 으로 농도를 조

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

Micronutrient mix	$Na_2B_5O_7$	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

절하여 3일에 1회 관비하였다. 관비 중간에는 관수만 하였으며, 관비 또는 관수시 용탈률은 30%로 조절하였다.

식물 생육은 파종 6주 후에 초장, 초폭, 줄기직경, 엽수, 지상부 생체중 및 건물중을 조사하였다. 초장은 지제부로부터 정단부위까지, 초폭은 식물의 폭을, 엽수는 자엽을 제외한 본엽수, 줄기직경은 자엽 전개부위의 직경을 측정하여 그 굵기를 나타내었다. 수확 후 지상부의 무게를 측정하여 생체중으로, 그리고 생체중 측정 후 75°C에서 24시간 건조 후 무게를 측정하여 건물중으로 삼았다.

결과 및 고찰

Table 2에는 네 종류 미량원소복합제가 0.3g·L<sup>-1</sup>로 혼합된 피트모스+부숙톱밥(PS) 상토를 이용하여 매리골드를 플러그 육묘하고, 파종 35일 후 지상부 생육을 조사하여 그 결과를 나타내었다. PS 혼합상토에 MF 1을 기비로 혼합하고, 인산질 비료인 용과린의 시비 비율을 높은 결과 생체중 및 건물중이 뚜렷하게 증가하였다. 용과린 무처리구의 생체중 및 건물중이 식물체당 0.251g 및 0.047g였으나, 9.0g·L<sup>-1</sup>의 용과린 처리에서 식물체당 0.451g 및 0.066g으로 조사되어 가장

**Table 2.** Effect of micronutrient mixes and fused superphosphate (FSPP) as pre-planting fertilizer in peatmoss + composted saw-dust (1:1, v/v) root media on growth of plug seedlings of marigold 'Yellow boy' at 35days after sowing.

Micronutrient mix <sup>2</sup>	Level of FSPP (g·L <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control	0.0	29.8 c <sup>y</sup>	34.3 c	0.11 c	20.7 b	0.185 c	0.031 b
	3.0	29.7 c	34.2 c	0.12 c	23.9 b	0.212 c	0.033 b
	6.0	42.4 b	53.1 b	0.16 b	32.9 a	0.447 b	0.069 ab
	9.0	53.0 a	63.1 a	0.18 a	37.9 a	0.700 a	0.095 a
	Linear	***	***	***	***	***	**
	Quadratic	***	***	***	***	***	**
MF 1	0.0	35.0 ab	41.1 b	0.13 a	31.2 ab	0.251 b	0.047 b
	3.0	34.2 ab	40.8 b	0.13 a	34.0 a	0.279 b	0.045 b
	6.0	31.5 b	37.7 b	0.13 a	26.2 b	0.285 b	0.053 ab
	9.0	40.1 a	50.8 a	0.15 a	29.2 ab	0.451 a	0.066 a
	Linear	NS	NS	NS	NS	***	**
	Quadratic	NS	*	NS	NS	***	**
MF 2	0.0	35.3 c	25.1 c	0.12 c	18.1 c	0.164 c	0.043 b
	3.0	27.2 d	39.7 b	0.16 b	30.8 ab	0.309 b	0.059 b
	6.0	45.1 b	65.0 a	0.19 a	27.6 b	0.648 a	0.100 a
	9.0	54.4 a	62.3 a	0.19 a	31.9 a	0.729 a	0.103 a
	Linear	***	***	***	***	***	***
	Quadratic	***	***	***	***	***	**
MF 3	0.0	19.8 c	33.7 b	0.13 b	24.9 b	0.165 b	0.032 b
	3.0	23.8 bc	37.0 b	0.13 b	26.8 b	0.236 b	0.045 b
	6.0	28.4 b	37.0 b	0.12 b	25.9 b	0.281 b	0.039 b
	9.0	47.0 a	57.0 a	0.17 a	34.9 a	0.553 a	0.077 a
	Linear	***	***	***	***	***	*
	Quadratic	***	***	***	***	***	*
Significance (Micronutrient mixes)		*	**	NS	NS	*	***

<sup>1</sup>Incorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L<sup>-1</sup>.

<sup>2</sup>Mean 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 용과린의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

우수하였다. 생체중 및 건물중에서는 직선 및 2차곡선 회귀가 성립하여 경향을 찾을 수 있었으나 초장, 줄기 직경 및 엽수에서는 경향을 찾을 수 없었다. PS 상토에 조제된 MF 2, MF 3 및 대조구인 MNF를 혼합한 경우에도 유사한 경향을 나타내었다. 세 종류 미량원소 복합제 모두 용과린의 시비 비율이 증가함에 따라 초장, 초폭, 줄기직경, 엽수, 생체중 및 건물중 등 조사한 모든 생육 지표에서 생육이 우수하였다. 용과린 시비수준에 대한 생체중과 건물중에서의 식물 반응은 경향이 뚜렷하였다. 생체중의 경우 용과린 시비수준에 대해 직선적으로 증가하여 모든 미량원소복합제에서 0.1% 수

준의 직선회귀가 성립하였다. 건물중도 직선적으로 증가하였으나 MF 1, MF 2 및 MF 3가 혼합된 경우 1%, 0.1% 및 5% 수준의 직선회귀가 성립하였다.

그러나 MF 1을 혼합하고 용과린을 9.0g·L<sup>-1</sup>로 시비한 경우 건물중이 식물체당 0.066g이었으나, MF 2, MF 3 및 대조구를 혼합하고 동일한 양의 용과린을 시비한 경우 식물체당 0.103g, 0.077g 및 0.095g으로 조사되어 미량원소복합제의 종류에 따른 차이를 확인할 수 있었다. 이와 같이 미량원소복합제에 따라 생육이 다른 원인은 성분 함량과 용해도에서 원인을 찾을 수 있다고 판단된다. Choi와 Kang (2005a, b, c)은 본

**Table 3.** Effect of micronutrient mixes and fused superphosphate (FSPP) as pre-planting fertilizer in peatmoss + composted rice-hull (1:1, v/v) root media on growth of plug seedlings of marigold 'Yellow boy' at 35days after sowing.

Micronutrient Mix <sup>z</sup>	Level of FSPP (g·L <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control	0.0	77.7 b <sup>y</sup>	70.2 a	1.92 b	30.2 b	0.67 c	0.078 a
	3.0	80.7 b	67.2 a	1.87 b	32.0 b	0.69 c	0.077 a
	6.0	91.7 a	74.8 a	2.03 a	37.3 a	1.12 a	0.087 a
	9.0	80.5 b	69.8 a	2.36 a	31.9 b	0.90 b	0.085 a
	Linear	NS	NS	NS	NS	**	NS
	Quadratic	**	NS	NS	**	**	NS
MF 1	0.0	58.8 c	64.3 a	1.81 a	30.3 ab	0.60 b	0.066 b
	3.0	67.5 b	69.3 a	1.86 a	32.9 ab	0.72 ab	0.085 ab
	6.0	71.5 a	67.5 a	1.81 a	28.9 b	0.77 a	0.092 a
	9.0	77.9 a	68.7 a	1.89 a	34.8 a	0.81 a	0.100 a
	Linear	***	NS	NS	NS	**	**
	Quadratic	***	NS	NS	NS	**	**
MF 2	0.0	75.9 a	74.3 a	1.93 a	38.0 a	0.71 a	0.073 ab
	3.0	69.8 ab	76.1 a	1.93 a	36.9 a	0.77 a	0.081 a
	6.0	70.8 ab	74.5 a	1.93 a	37.1 a	0.72 a	0.076 ab
	9.0	63.6 b	62.7 b	1.93 a	32.1 a	0.55 b	0.065 b
	Linear	**	**	NS	NS	*	NS
	Quadratic	*	**	NS	NS	**	*
MF 3	0.0	76.1 ab	77.3 a	2.03 a	42.1 a	0.82 b	0.112 a
	3.0	73.7 b	85.4 a	1.96 a	31.2 b	0.82 b	0.118 a
	6.0	84.3 a	80.3 a	2.08 a	32.9 b	1.10 a	0.121 a
	9.0	81.6 ab	80.0 a	2.07 a	44.4 a	1.12 a	0.126 a
	Linear	NS	NS	NS	NS	***	NS
	Quadratic	NS	NS	NS	***	**	NS
Significance (Micronutrient mixes)		NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>z</sup>Incorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L<sup>-1</sup>.

<sup>y</sup>Mean separation within a column for each micronutrient mix by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

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

최 종 명

연구에서의 동일한 미량원소복합제를 조제한 후 컬립 실험을 통해 미량원소복합제로부터 용출되는 미량원소의 양과 농도를 분석한 바 있다. 그들도 미량원소복합제의 종류에 따라 용출 특성이 다름을 보고하였으며, 용출농도에서의 차이로 인해 식물 생육에서 차이가 발생하였다고 추정되었다.

PR 상태에 네 종류 미량원소복합제를 혼합하고 용과린의 시비비를 증가에 영향받은 매리골드의 생육을 Table 3에 나타내었다. MF 1이 혼합된 상태에 용과린의 시비량을 증가시킨 경우 초장, 생체중 및 건물중이 뚜렷하게 증가하였다.  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  용과린 처리에서 생육

이 가장 우수하였고, 초장 77.9mm, 생체중이 0.81g, 그리고 건물중이 0.100g으로 조사되었다. 용과린 시비 수준에 대한 생체중과 건물중에서의 생육 반응은 직선적으로 나타났으며, 1% 수준의 직선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷하였다.

MF 2가 혼합된 처리들 간에도 생체중과 건물중에서 통계적인 차이가 인정되었다. 용과린이  $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 혼합된 처리에서 생체중과 건물중이 0.77g 및 0.081g으로 조사되어 가장 무거웠고, 용과린의 시비량이  $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  이상으로 높아질 경우  $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  처리에 비해 오히려 가벼워지는 경향이였다.

**Table 4.** Effect of micronutrient mixes and fused superphosphate (FSPP) as pre-planting fertilizer in peatmoss+composted pine bark (1:1, v/v) root media on growth of plug seedlings of marigold ‘Yellow boy’ at 35days after sowing.

Micronutrient Mix <sup>2</sup>	Level of FSPP (g·L <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
Control	0.0	58.9 c <sup>y</sup>	45.3 c	0.15 b	23.7 b	0.38 c	0.075 b
	3.0	72.6 b	54.3 b	0.18 a	33.5 a	0.68 b	0.115 a
	6.0	75.7 b	68.7 a	0.19 a	32.9 a	0.76 ab	0.111 a
	9.0	81.9 a	67.7 a	0.19 a	32.3 a	0.83 a	0.120 a
	Linear	***	***	***	***	***	*
	Quadratic	***	***	***	***	***	**
MF 1	0.0	68.3 b	48.3 b	0.17 a	28.2 b	0.47 b	0.094 b
	3.0	59.3 c	39.1 c	0.15 b	23.0 c	0.32 c	0.085 b
	6.0	86.7 a	67.3 a	0.18 a	32.9 a	0.71 a	0.131 a
	9.0	80.5 a	73.9 a	0.19 a	32.8 a	0.83 a	0.131 a
	Linear	***	***	*	**	***	**
	Quadratic	***	***	**	**	***	*
MF 2	0.0	53.1 b	43.1 c	0.16 c	33.3 b	0.39 c	0.057 b
	3.0	69.4 a	58.1 b	0.18 b	32.1 b	0.58 b	0.082 ab
	6.0	67.5 a	63.0 b	0.18 b	35.2 b	0.64 b	0.070 b
	9.0	69.1 a	77.1 a	0.20 a	45.0 a	0.86 a	0.104 a
	Linear	**	***	***	***	***	*
	Quadratic	**	***	***	***	***	NS
MF 3	0.0	73.2 a	63.8 bc	0.18 a	34.1 b	0.63 ab	0.090 b
	3.0	67.2 a	58.1 c	0.17 a	34.0 b	0.58 b	0.083 b
	6.0	76.7 a	74.6 ab	0.19 a	42.1 a	0.85 a	0.101 b
	9.0	77.2 a	76.7 a	0.19 a	41.3 ab	0.84 a	0.137 a
	Linear	NS	**	NS	*	*	**
	Quadratic	NS	*	NS	*	NS	***
Significance (Micronutrient mixes)		NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2</sup>Incorporation rate of all micronutrient mixes were 0.3 g·L<sup>-1</sup>.

<sup>y</sup>Mean 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 용과린의 시비수준이 매리골드 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

MF 3이 혼합된 경우에는 용과린의 시비량이 증가함에 따라 생체중도 직선적으로 증가하여 0.1% 수준의 직선회귀가 성립하였으며,  $9.0g \cdot L^{-1}$ 로 혼합한 처리의 생체중이  $1.12g$ 으로 가장 무거웠다. 또한 용과린 시비량 증가에 대한 생체중 증가에서는 1% 수준의 2차곡선회귀도 성립하여 경향이 뚜렷하였다.

MNF를 혼합한 대조구에서는 용과린 시비량을  $6.0g \cdot L^{-1}$ 까지 높일 경우 생체중 및 건물중이 증가하였으나,  $9.0g \cdot L^{-1}$  처리에서는  $6.0g \cdot L^{-1}$  처리에 비해 다시 가벼워졌다. 용과린 시비량에 대한 생체중 증가의 반응은 1% 수준의 2차곡선회귀 형태로 나타나 경향이 뚜렷하였고, 각 시비 수준별 유의차가 인정되었다. 그러나 본 미량원소복합제에서도 건물중에서는 통계적인 차이가 인정되지 않았고 경향도 발견할 수 없었다.

PB 상토에 네 종류 미량원소복합제를 기비로 혼합하고 용과린의 시비량을 달리하여 매리골드를 플러그묘하고 파종 35일 후의 생육을 Table 4에 나타내었다.

MF 1을 혼합하고 용과린의 시비량을 증가시킬수록 건물중과 생체중이 뚜렷하게 무거워졌으며, 처리간 통

계적인 차이와 함께 직선 및 2차곡선회귀도 성립하여 경향을 발견할 수 있었다. 또한 초장, 초폭 및 줄기직경도 용과린의 시비량이 높아짐에 따라 크거나 굵어졌으며, 처리간 통계적인 차이가 인정되었고, 직선 및 2차곡선회귀로 성립하여 경향을 찾을 수 있었다. MF 2, MF 3, 및 대조구를 기비로 혼합한 경우에도 정도의 차이가 있지만 전반적인 경향은 MF 1과 유사하였다.

네 종류 미량원소복합제가 혼합된 상토에 용과린의 시비량을  $9.0g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 조절한 경우, MF 1에서는  $0.131g$ , MF 2에서는  $0.104g$ , MF 3는  $0.137g$ , 그리고 대조구에서는  $0.111g$ 의 식물체당 건물중을 생산하였으며 MF 1이나 MF 2가 MF 3나 대조구 보다 건물중 생산에 효과적이었다.

Table 5에는 각 생육 조사항목에 대해 상토별 차이를 판단하기 위하여 ANOVA test 한 결과를 나타내었다. 세 종류 상토가 작물 생육에 미치는 영향이 뚜렷하게 달라 초장, 초폭, 줄기직경, 생체중 및 건물중에서  $P > 0.0000$  이상으로 차이가 뚜렷하였고, 엽수에서도  $P > 0.0065$ 로 분석되어 차이가 분명하였다. PR

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

Growth parameter	Source	df <sup>a</sup>	Mean square	F value	P > F
Plant height	Main effect	3	3114.7	14.90	0.0000
	Error	44	208.5		
	Total	47			
Plant width	Main effect	3	1284.9	7.35	0.0004
	Error	44	174.8		
	Total	47			
Crown diameter	Main effect	3	5.749	14.32	0.0006
	Error	44	0.401		
	Total	47			
Number of leaves	Main effect	3	103.1	3.65	0.0196
	Error	44	28.3		
	Total	47			
Fresh weight	Main effect	3	0.306	6.22	0.0013
	Error	44	0.049		
	Total	47			
Dry weight	Main effect	3	0.004	7.23	0.0005
	Error	44	0.00057		
	Total	47			

<sup>a</sup>Degree of freedom.

상토에서 육묘된 경우 PS나 PB 상토에서 육묘된 매리골드와 미량원소복합제에 따른 생육반응이 다르게 나타나는 것은 혼합상토 조제 전 부숙왕겨, 부숙수피 및 부숙톱밥이 보유한 무기원소 함량과 양이온치환용량에서 원인을 찾을 수 있다고 생각한다. Choi와 Kang (2005a, b, c)이 지적한 바와 같이 부숙과정에서 첨가된 무기물 함양으로 인해 상토 구성재료에 따라 무기물 함량과 양이온치환용량이 다르다. 비교적 무기물 농도가 높고, 양이온치환용량이 낮은 부숙왕겨 혼합상토(PR)에서 용과린 시비량이 적을 경우 작물 생육이 우수하였으나 농도가 높아질 경우 상토의 낮은 완충력으로 인해 쉽게 생육 억제 현상이 발생되었다고 판단되었다(Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987). Argo (1998)도 혼합상토의 화학적 특성을 설명하면서 동일한 양의 비료를 시비하여도 상토에 따라 식물 생육 반응이 다르다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침 하고 있다. 따라서 PR 상토를 플러그 재배에 이용할 경우 PS나 PB 상토 보다 세심한 시비관리를 필요로 한다고 추정되었다.

## 적 요

본 연구는 입상형 미량원소복합제가 혼합된 상토에 용과린의 시비량을 증가시킬 경우 매리골드 ‘Orange boy’의 플러그 묘 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 연구 목적을 달성하기 위하여 피트모스+부숙톱밥(1:1, v/v; PS), 피트모스+부숙왕겨(1:1, v/v; PR) 및 피트모스+부숙수피(1:1, v/v; PB)의 세 종류 상토에 조제된 미량원소복합제를  $0.3\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 혼합한 후 용과린의 시비량을 달리하고, 파종 35일 후 지상부 생육을 조사하였다. PS 상토에 용과린의 시비량을 증가시킬 경우 네 종류 미량원소복합제 모두 초장, 초폭, 줄기직경, 생체중 및 건물중이 증가하였다. 그러나 용과린을  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 시비한 경우 건물중이 MF 1은  $0.066\text{g}$ , MF 2에서  $0.103\text{g}$ , MF 3에서  $0.077\text{g}$ , 그리고 대조구(micronutrient fertilizer)에서  $0.095\text{g}$ 으로 조사되어 미량원소복합제에 따른 차이를 확인할 수 있었다. PR 상토에 MF 1이 혼합된 경우  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 용과린 처리에서 건물중 및 생체중이 가장 무거웠고, MF 2에서는  $3.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  처리에서, MF 3는  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 그리고 대조구는  $6.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  처리에서 생체중과 건

물중이 가장 무거웠다. 미량원소복합제를 포함한 PB상토에서 용과린의 시비량을 증가시킬 경우 생체중 및 건물중이 증가하였고 대부분의 생육지표에서 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷하였다. 그러나 용과린의 시비량은  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 조절한 경우 MF 1에서  $0.131\text{g}$ , MF 2에서  $0.104\text{g}$ , MF 3은  $0.137\text{g}$ , 그리고 대조구에서  $0.111\text{g}$ 의 건물중을 생산하였고, MF 1과 MF 3이 MF 2나 대조구보다 작물 생육에 효과적이었다.

**주제어** : 매리골드, 미량원소복합제, 용과린, 플러그재배

## 사 사

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

## 인 용 문 헌

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. 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.
4. 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.
5. Choi, J.M. and C.S. Kang. 2005c. Elution characteristics of slow-release micronutrient fertilizers as affected by root medium composition. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:116-123.
6. Choi, J.M., C.Y. Shim, and J.S. Choi. 2002. Effect of phosphorus fertilization on changes of nutrient concentrations in rice hull based root media, crop growth, and nutrient contents of chrysanthemum. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:235-238.
7. Hanan, J.J. 1998. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
8. Lim, S.W. 1993. Plant nutrition and fertilizers. 4th ed. p. 360-372. Ilsinsa, Seoul. Korea.

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

9. Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.
10. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
11. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. Intl. Potash Inst., Bern, Switzerland.
12. Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, NJ.