

칼슘 시비농도가 국화 'Biarritz'의 생육과 양분 흡수에 미치는 영향 Effect of Potassium Concentration in Fertigation Solution on Growth and Nutrient Uptake of Cut Chrysanthemum 'Biarritz'

김정만¹, 최종명², 정해준²

¹전라북도 농업기술원, ²배재대학교

¹Jeong Man Kim, ²Jong Myung Choi, ²Hae Joon, Chung

¹Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

²Division of Hort. & Landscape Architecture, Paichai Univ., Daejeon 302-735, Korea

서 론

대기중의 습도가 높거나 토양의 수분 부족으로 식물이 수분을 흡수할 수 없는 상황에서 Ca 결핍증상이 나타난다(Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987). 또한 토양의 pH가 강산성으로 변할 경우 토양 Ca이 다른 무기물과 결합하여 불용화되어 칼슘 결핍이 유발된다(Lindsay, 1979). Nelson(2003)은 Ca이 결핍될 경우 신엽이 완전히 전개되지 못하고 성장점의 발달이 저해되어 신초가 탈락하는 경우가 발생한다고 하였다. 또한 신엽에 황화현상이 발생하는데, 황화현상의 특징은 식물에 따라 차이가 있다고 하였다.

본 연구는 칼슘의 시비농도를 인위적으로 조절하여 작물생육 및 절화 품질에 미치는 영향을 밝히고 이와 관련된 식물체와 토양내 무기원소의 농도를 구명하여 무기원소와 관련된 생리장해를 판단할 수 있는 기초 자료를 확보하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 절화용 스프레이 국화인 'Biarritz'를 대상작물로 수행하였다. 삼목 2주후에 잎이 4~5매인 플러그묘를 질석과 피트모스를 1:1(v/v)로 혼합한 상토를 플라워박스에 충전한 후 정식하였다. 실험은 Hoagland 용액(Hoagland와 Arnon, 1950)을 기준으로 Ca 농도를 조절하여 5처리를 만들어 각 처리당 10주씩 3반복으로 총 150주를 완전임의로 배치하여 2002년 12월에 정식하였다. 절화수확기에 절화장, 절화중, 엽수, 꽃수, 줄기직경, 화폭 및 건물중 등을 농사시험연구조사 기준에 의하여 조사하였다. 식물체의 무기원소 함량은 정식

48일 후와 정식 109일 후에 잎을 채취한 후 분석시료로 이용하였다. 토양은 식물체와 동일 시기에 Warncke(1986)의 방법으로 토양용액을 추출하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 생육 및 절화 특성

관비 용액 속의 Ca 농도를 증가시켜도 정식 12주 까지 초장 신장에 큰 영향을 미치지 않았으나 14주 후에는 6.0mM에서 초장이 107.8cm로 가장 컸고 무처리구와 4.0 및 6.0mM 시비구간의 통계적인 차이가 인정되었다. 엽수는 Ca 시비농도에 영향을 받지 않아 처리간 차이가 뚜렷하지 않았다. 절화 특성에서 6.0mM 시비구에서 107.8cm로 가장 길어 Ca 무처리에 비해 통계적인 차이가 인정되었다. 절화중은 무처리구에서 51.6g였는데 4.5mM과 6.0mM 처리에서 각각 58.8과 59.4g 으로 조사되어 Ca 시비농도 증가가 절화중 증가의 원인이 됨을 알 수 있었다. Ca 시비농도가 증가하여도 엽장, 엽폭, 화수 및 화폭에서는 처리간 통계적인 차이가 인정되지 않았으나 약간씩 증가하여 직선 또는 2차곡선회귀가 성립하였다.

2. 식물체내 무기원소 함량

Ca의 시비농도에 따른 정식 109일 후의 지상부의 무기원소 함량으로 총 질소함량은 5.80~7.78% 범위였다. Ca 무시비구에서는 식물체내 인산함량이 낮았지만, 저농도 칼슘 시비구에서는 인산 함량이 높아졌다가, 다시 칼슘의 시비농도가 높아질수록 식물체내 인산함량이 낮아져 5% 수준의 2차곡선회귀가 성립하였다. Ca의 시비농도 증가에 따른 절화 수확기의 건물중 및 가장 최근에 완전히 전개된 잎의 Ca 함량을 나타내었다. 식물체당 건물중은 무처리구에서 8.15g이고 6.0mM 시비구에서 9.36g으로 가장 무거웠고, 1.5, 3.0, 4.5 및 6.0mM 시비구에서 각각 1.21, 1.39, 2.21 및 3.09%의 식물체내 Ca 함량을 갖는 것으로 분석되었다 (Table 4). 최대 건물중을 생산한 6.0mM 시비구의 Ca 함량이 3.09%였으므로 2.8% 이상의 Ca 함량을 갖도록 시비하여야 한다고 판단된다.

3. 토양 무기원소 농도

Ca 시비농도 조절에 따른 토양내 Ca 농도와 건물중의 변화는 절화 수확기에 무처리구가 $5.0\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 그리고 1.5, 3.0, 4.5 및 6.0mM 시비구가 각각 7.3, 12.1, 16.5 및 $28.2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 분석되어 Ca 시비농도 증가에 따라 뚜렷하게 증가함을 알 수 있었다.

Warncke(1990)는 포화추출법으로 분석할 때 토양 Ca 농도가 $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상이 되도록 시비하여야 한다고 주장하였으나, Warncke(1986)는 $11\sim 16\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 적절한 범위라고 하였다. 본 연구에서 토양 Ca 농도가 생육 증기에 $3.03\sim 14.23\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 절화 수확기에 $5.0\sim 28.2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되었으며 Warncke(1990), Nelson(2003) 및 Bunt(1988)가 보고한 내용보다 아주 낮은 토양 농도에서 국화 'Biarritz'가 생육하였다. 정상 생육을 위한 최저한 계점은 약 $25.4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상의 토양 농도를 유지하도록 시비하여야 절화 품질을 우수하게 유지할 수 있다고 판단되었다.

요약 및 결론

본 연구는 칼슘의 시비농도를 인위적으로 조절한 후 국화를 재배하면서 각 원소의 시비수준이 생육과 절화 품질에 미치는 영향을 구명하고 생육을 우수하게 유지할 수 있는 식물체 및 토양의 한계농도를 밝히기 위하여 수행하였다. Ca 결핍 증상은 신엽에서 발생하였고, 신엽이 cup 형태로 구부러지는 기형증상이 나타났다. 정식 109일 후에 조사한 절화장은 무시비구, 3.0mM 그리고 4.5mM Ca처리에서 각각 105.8cm , 106.5cm , 107.3cm 로 조사되었다. Ca 시비농도가 증가할수록 절화중이 무거워져 무처리구가 51.6g 이었고 6.0mM 시비구에서 59.4g 으로 측정되었다. 건물중이 가장 무거웠던 6.0mM Ca 시비구에서 3.09% 의 식물체 내 Ca 함량을 갖는 것으로 분석되어 국화 'Biarritz'의 정상 생육을 위해서는 2.8% 이상의 식물체내 Ca 함량을 갖도록 시비하여야 할 것으로 판단되었다. Ca 시비농도가 증가할수록 토양 농도도 뚜렷하게 높아져 무처리구, 1.5 , 3.0 , 4.5 및 6.0mM 시비구가 각각 5.0 , 7.3 , 12.1 , 16.5 및 $28.2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되었다. 건물 생산량을 고려하여 정상 생육을 위한 최저 한계점은 $25.4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이라고 판단되었다.

인 용 문 헌

- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
- 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.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. Intl. Potash Inst., Bern, Switzerland.

- Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, NJ.
- Ulrich, A. 1993. Potato. p. 149-156. In: W.F. Bennett (ed.). Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. APS Press, St Paul, Minn.
- Warncke, P.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. HortScience 211:223-225.
- Winsor, G.W. 1968. Studies of the nutrition of flower crops. Scientia Hort. 20:26-40.
- Williams, K.A. and P.V. Nelson. 1997. Using precharged zeolite as a source of potassium and phosphate in soilless container medium during potted chrysanthemum production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:703-708.

Table 1. Composition of nutrient solution used to investigate the effect of each nutrient on growth and flowering of chrysanthemum 'Biarritz'.²

Concentration (mM)	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Cl ⁻
	----- (mM) -----							
0	2	15	0	2	13	2	1	0
1.5	0	15	1.5	2	15	2	1	2
3.0	0	15	3.0	2	15	2	1	5
4.5	0	15	4.5	2	15	2	1	7
6.0	0	15	6.0	2	15	2	1	10

²Micronutrient (in g per L solution): MnCl₂·4H₂O 1.81, H₃BO₃ 2.86, ZnSO₄·7H₂O 0.22, CuSO₄·5H₂O 0.08, H₂MoO₄·H₂O 0.09 and Na₂FeEDTA 0.79.

Table 2. Effect of calcium concentration in the fertilizer solution on growth and flowering characteristics of chrysanthemum 'Biarritz' at 109 days after planting.

Ca (mM)	Length of cut flower (cm)	Weight of cut flower (g/stem)	No. of leaves (per plant)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	No. of flowers (per plant)	Flower diameter (mm)
0.0	105.8	51.6	56.7	7.9	4.6	5.8	11.9	32.1
1.5	106.2	55.0	56.9	7.9	4.7	5.9	11.6	33.1
3.0	106.5	56.5	57.0	7.9	4.8	5.9	12.4	31.0
4.5	107.3	58.8	57.1	8.0	4.8	5.8	12.7	35.7
6.0	107.8	59.4	57.5	8.2	5.1	6.6	12.7	33.9
LSD _{0.05}	1.30	1.77	3.20	0.30	0.30	0.25	1.14	1.5
Significance ²	L ^{***}	L ^{***}	NS	L [.]	L ^{**}	Q ^{***}	L [.]	Q ^{**}

²Significance of trend: ***P = 0.01; **P = 0.01; .P = 0.05; NS, non-significant; L: linear Q, quadratic.



Fig. 2. Calcium deficiency symptom of chrysanthemum 'Biarritz' developed on the young leaves with "cupped" shape.



Fig. 3. Calcium deficiency developed on the very youngest leaves (A). The young leaves developed "cupped" shape as they expand (B).

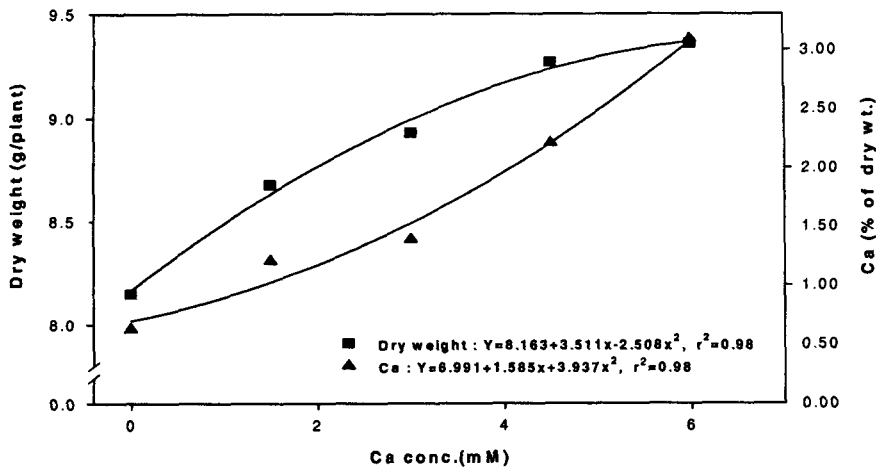


Fig. 4. Effect of calcium concentration in the fertilizer solution on changes in dry weight of the above-ground plant tissue and calcium content of the youngest fully expanded leaves at 109 days after planting.

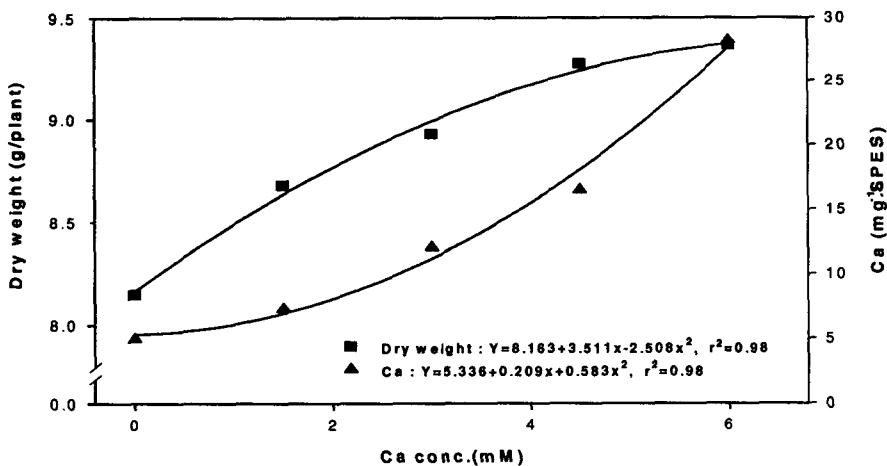


Fig. 5. Effect of calcium concentration in the fertilizer solution on changes of calcium concentration in soil solution of root media and dry weight of the above ground plant tissue at 109 days after planting (SPES means saturated paste extraction solution).