Journal of Bio-Environment Control, 14(I), (2005)

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

김정만[1], 최종명[2], 정해준[2]

[1]전라북도 농업기술원, [2]배재대학교

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

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

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

서 론

작물은 시비를 통해 필수 원소들이 적절한 농도로 공급될 때 생육 및 수확물의 품질이 우수하다. 국화재배의 경우에도 재배농가에서는 시비를 통해 생산물의 품질을 우수하게 유지하여 소득을 높이고자 많은 노력을 하고 있다. 칼륨은 식물체내에서 이동이 잘되는 원소이며 결핍증상이 노엽에서 발현하기 시작하여 점차 상층부로 확산된다. 증상이 발현되는 초기에는 노엽의 가장자리가 갈변하고, 증상이 심해지면 잎 가장자리가 괴사한다고 하였다.

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

재료 및 방법

본 연구는 절화용 스프레이 국화인 'Biarritz'를 대상작물로 수행하였다. 삽목 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 K 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 동일시기에 Warncke(1986)의 방법으로 토양용액을 추출하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 생장과 절화 특성

K의 시비농도별 초장과 엽수의 변화는 정식 후 8주까지는 모든 처리에서 초장의 차이가 없었으며 10주 후부터 차이가 나타났다. 엽수는 8주 후부터 처리 간 차이가 뚜렷하였고, 정식 14주 후에는 처리 간 통계적인 차이가 인정되었다. 절화의 특성은 K의 시비농도가 높아질수록 절화중이 무겁고 엽수가 많았다. 엽장 및 엽폭은 K 시비농도에 따른 차이를 나타내지 않았으며 측정치가 들쭉날쭉하여 경향을 찾을 수 없었다. 줄기직경과 화수는 시비농도의 증가에 따라 굵거나 많아져 통계적인 차이가 인정되었고 각각 0.1% 수준의 직선회귀가 성립하였다.

2. 결핍증상

K 무시비구에서는 생육 중기 이후에 잎이 짙게 변하면서 뒤쪽으로 말리고, 일부의 잎은 가장자리가 황화되는 현상(marginal chlorosis)이 나타난 후 점차 괴사하였다. 또한 일부 노엽에서 반점형태의 황화현상이 발현되었다가 점차 반점이 커지면서 괴사하는 특징을 나타내었다(Fig. 1). Windsor와 Adams(1987)는 국화에서 칼륨 결핍증상이 하엽부터 발생하며, 초기에는 노엽의 가장자리가 갈변하고, 증상이 심해지면 잎가장자리가 괴사한다는 보고와 유사하였다.

3) 식물체내 무기원소 함량

K 농도를 조절한 양액으로 관비 재배하고 정식 109일 후에 수확하여 조사한 지상부의 건물중과 가장 최근에 완전히 전개된 잎의 K 농도를 분석하여 Fig. 3에 나타내었다. 칼륨의 시비농도가 0, 5.0, 10.0, 15.0 및 20.0mM로 높아짐에 따라 최상위엽의 칼륨함량도 증가하여 각각 1.05, 3.47, 4.69, 5.92 및 6.14%로 분석되었으며, 처리간 통계적인 차이와 함께 0.1% 수준의 직선회귀도 성립하여 경향이 뚜렷하였다. K의 함량은 절화 수확기를 기준으로 5.33% 이상을 유지하도록 시비하여야 할 것으로 판단되었다.

4) 토양 무기원소 농도

K 시비농도가 토양내 K의 농도와 건물중의 변화는 무처리구에서 절화 수확기에 26.9mg·

L^{-1}였으나 15mM 처리구에서 286.7mg · L^{-1}, 그리고 20mM 시비구에서 346.4mg · L^{-1}으로 분석되었다. 0, 15.0 및 20.0 mM 칼륨 시비구의 지상부 건물중이 각각 7.58, 9.16 및 8.68g 였으며, Ulrich(1993)가 보고한 바와 같이 최대 건물중을 보인 처리의 칼륨농도보다 10% 낮은 토양 칼륨농도를 정상 생육을 위한 최저한계점(minimum critical level)으로 간주할 때, 258mg · L^{-1} 이상의 농도를 갖도록 시비하여야 정상 생육이 이루어질 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

본 연구는 칼륨의 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. 칼륨 결핍증상은 노엽에서 발생하였고, 노엽의 가장자리가 갈변한 후 괴사하는 특징을 나타내었다. 정식 109일 후에 조사한 절화 특성에서 K 시비농도가 높아질수록 지상부 건물중은 뚜렷하게 무거워져 20mM 시비구에서 8.68g으로 측정되었다. 건물중이 무거웠던 15와 20mM 시비구의 식물체내 K 함량이 각각 5.92 및 6.14%였으며, 절화 국화 'Biarritz'의 정상 생육을 위해서는 식물체에 K 함량이 5.33% 이상을 유지하도록 시비하여야 한다고 판단되었다. 건물 생산이 가장 많았던 15mM 시비구에서 생육 중기 238.8mg · L^{-1}, 절화 수확기 286.8mg · L^{-1}의 토양 K 농도를 갖는 것으로 분석되어 258mg · L^{-1}이상의 토양 농도를 갖도록 시비하여야 한다고 판단되었다.

인 용 문 헌

Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.

Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. Anal. Biochem. 85:591-594.

Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Univ. of Calif. Agri. Exp. Sta. Cirular 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. and P. Adams. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 3. Glasshouse crops. Her Majesty's Stationery Office, London.

Williams, K.A., P.V. Nelson, and D. Hesterberg. 2000. Phosphate and potassium retention and release during chrysanthemum production from precharged material: I. Alumina. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:748-756.

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

Concentration	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NO_3^-	SO_4^{2-}	$H_2PO_4^-$	Cl^-
(mM)	(mM)							
0	6	0	5	2	9	2	1	0
5	1	5	5	2	14	2	1	0
10	1	10	5	2	14	2	1	5
15	0	15	5	2	15	2	1	9
20	0	20	5	2	15	4	1	9

[z]Micronutrient (in g per L solution): $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 1.81, H_3BO_3 2.86, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.22, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.08, $H_2MoO_4 \cdot H_2O$ 0.09 and $Na_2FeEDTA$ 0.79.

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

K	Length of cut flower	Weight of cut flower	No. of leaves	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	No. of flowers	Flower diameter
(mM)	(cm)	(g/stem)	(per plant)	(cm)	(cm)	(mm)	(per plant)	(mm)
0.0	101.2	48.6	38.7	7.7	4.5	5.7	11.2	30.1
5.0	104.7	51.9	48.6	7.6	4.5	5.8	11.5	32.0
10.0	104.5	52.5	55.3	7.9	4.9	6.0	11.2	32.7
15.0	107.2	58.2	55.7	8.1	4.8	6.2	12.4	30.7
20.0	105.0	54.5	56.9	7.6	4.4	6.4	14.2	27.9
$LSD_{0.05}$	2.60	2.28	4.02	0.51	0.43	0.27	1.42	2.0
Significance[z]	Q^{**}	L^{***}	L^{***}	NS	NS	L^{***}	L^{***}	Q^{*}

[z]Significance of trend: $^{***}P = 0.001$; $^{**}P = 0.01$; $^{*}P = 0.05$; NS, nonsignificant; L, linear; Q, quadratic.

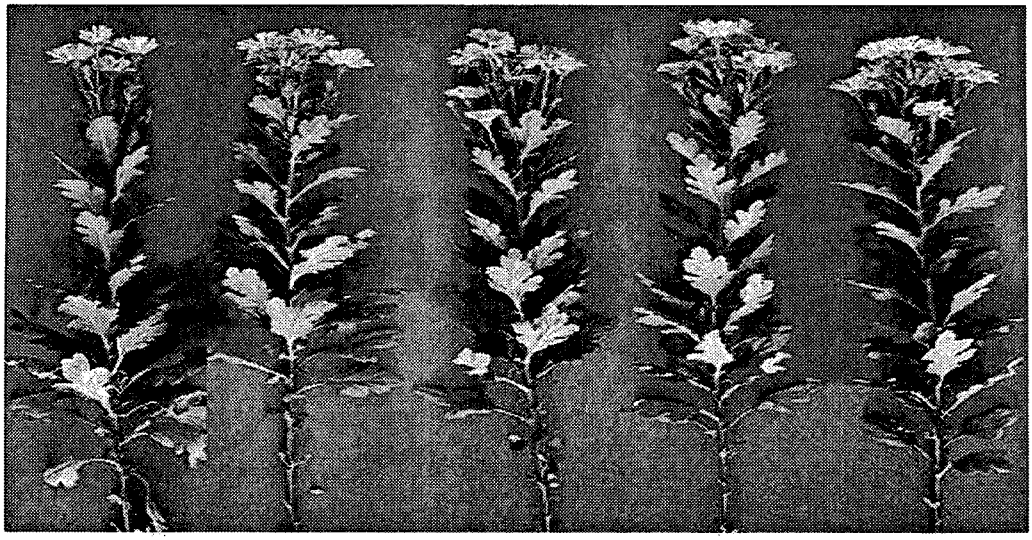

Fig. 1. Differences in crop growth of chrysanthemum 'Biarritz' at 109 days after planting as influenced by elevated potassium concentration in the fertilizer solution.

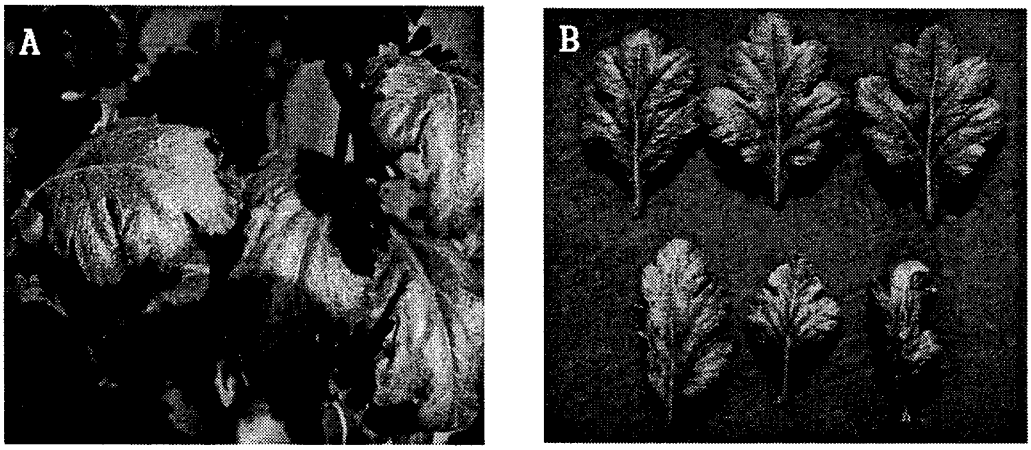

Fig. 2. Potassium deficiency symptoms developed in older leaves with marginal necrosis (A). The brown areas on the lower leaves enlarged rapidly and the margins became scorched (B).

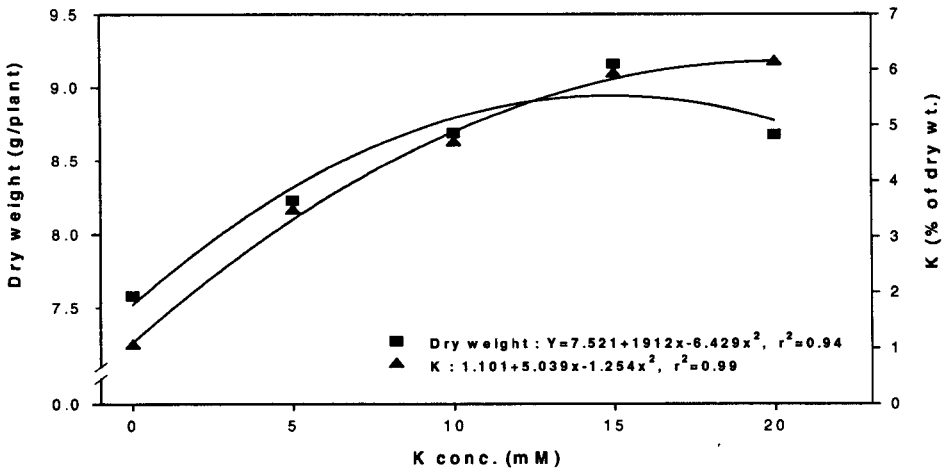

Fig. 3. Effect of potassium concentration in the fertilizer solution on changes in dry weight of above-ground plant tissue and potassium content of the youngest fully expanded leaves at 109 days after planting.

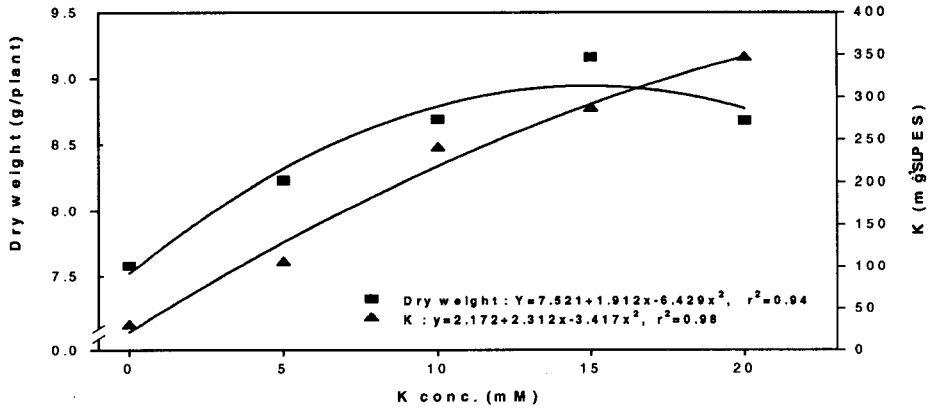

Fig. 4. Effect of potassium concentration in the fertilizer solution on changes of potassium concentration in soil solution of root media and dry weight of the above-ground plant tissue at 109 days after planting (SPES means saturated paste extraction solution).