

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

김정만¹, 최종명², 정해준², 최영근¹

¹전라북도 농업기술원, ²배재대학교

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

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

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

서 론

인산은 효소와 단백질의 구성 물질로 인단백질, 인지질 및 핵산의 구성 물질로 생육이 왕성한 어린 시기에 많이 필요하다(Bennett, 1993). 인산의 결핍은 생체중의 감소(Woltz, 1956), 개화 지연(Messing과 Owen, 1954), 화수 감소(Woltz, 1956), 꽃 크기의 감소(Messing과 Owen, 1954) 등의 원인이 된다. 작물의 생육 및 수확물의 품질을 우수하게 유지하기 위해서는 정식하기 전에 토양 분석을 하여 무기원소의 비율을 적절한 수준으로 조절하고, 재배 중에도 수시로 식물체 및 토양 분석을 하여 작물 생육에 적절하도록 교정시비를 하여야 한다. 그러나 영양상태를 판단할 수 있는 자료가 부족하고, 시비과정에서 시행착오의 원인이 되고 있다.

본 연구는 필수원소중 인산의 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 P 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. P 시비 수준별 생장과 절화 특성

절화수확기인 정식 109일 후에 P 무시비구에서 절화장 및 절화중이 86.3cm 및 40.6g으로 조사되었으나 P의 시비농도가 높아질수록 점차 증가하여 0.5mM 시비구에서 105.5cm 및 55.8g, 0.75mM 시비구에서 105.7cm 및 56.6g, 그리고 1.0mM 시비구에서 106.5cm 및 57.8g으로 조사되었다. 절화장 및 절화중 각각 5% 수준의 직선회귀가 성립하였다. 엽수와 엽장에서 무처리구는 인산 시비구들과 차이가 있었으나 시비수준에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다. 줄기직경은 1.0mM 시비구에서 6.0mm로 가장 굵었으며 처리농도가 낮을수록 가늘었고 통계적인 차이가 있었다.

2) P 결핍증상

P의 시비농도를 조절하여 재배한 무처리구와 0.25mM 인산 시비구에서는 노엽이 황화된 후 탈락하는 결핍증상이 나타났다. 생육 중기부터 인산 결핍증상이 발현하였는데 하엽이 암록색을 띤 후 점차 자주색으로 변하며(Fig. 2A), 심한 경우에는 잎 표면에 자주색의 반점이 나타나는 특징을 나타내었다(Fig. 2B). 또한 신엽의 경우 정상적인 잎보다 크기가 감소하였으며 전체적으로 작물생육이 억제되었다. Nelson (2003)은 인산이 결핍되어 식물이 영향을 받기 시작하면 먼저 노엽이 진한 녹색으로 변하고 식물 생육이 억제되며, 특히 기부쪽에서 자주색을 띤 색소체가 발달하여 노엽이 자주색을 띤다고 하여, 본 연구의 노엽에서 결핍증상이 나타난 것을 뒷받침하고 있다.

3) 식물체내 무기원소 함량

인산의 시비농도가 증가함에 따라 건물내 P 함량이 증가하여 절화 수확기에 무처리구가 0.17%, 그리고 1.0mM 처리구에서 0.77%의 P함량을 갖는 것으로 분석되었다. 건물중은 무처리구가 6.56g, 0.5mM 처리에서 8.25g, 그리고 1.0mM 처리에서 8.76g으로 측정되어 P가 결핍될 경우 작물생육이 억제됨을 나타내고 있다. Ulrich(1993)의 주장에 의한 본 연구에서 대상작물인 스프레이 국화 'Biarritz'는 절화 수확기에 0.69% 이상의 식물체내 인산 함량을 갖도록 시비하여야 생육을 우수하게 유지할 수 있다고 판단되었다.

4) 토양 무기원소 농도

P 시비농도 증가에 따른 토양내 P의 농도 변화는 무처리구가 $2.33\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되었으며, P 시비량이 증가함에 따라 토양 P 농도도 비례적으로 증가하여 0.25mM 에서 $6.3\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이었고, 1.0mM 시비구에서 $7.87\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되었다. 국화 'Biarritz'의 정상 생육을 위한 토양 P 농도는 $7.08\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상이 되어야 할 것으로 판단되었다. 국화의 작물 생육과 관련하여 포화추출법을 적용하여 토양 인산농도를 분석한 결과 Bunt(1988)는 $6 \sim 10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Hannan(1997)과 Nelson(2003)은 $6 \sim 9\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 적절한 범위라고 하였는데 본 연구에서의 결과와 유사하다고 판단되었다.

요약 및 결론

본 연구는 인산의 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. P의 결핍 증상은 하엽이 암록색을 띄며 점차 자주색으로 변하고, 증상이 심해지면 갈색 반점이 나타나는 특징을 보였다. P의 시비농도가 높아질수록 정식 109일 후의 절화장 및 절화중이 점차 증가하여 0.5mM 시비구에서 각각 105.5cm 및 55.8g , 1.0mM 시비구에서 106.5cm 및 57.8g 이었다. 1.0mM 시비구의 식물체내 P 함량이 생육 중기와 절화 수확기에 각각 0.64 및 0.77% 였으며 절화 수확기를 기준으로 0.69% 이상의 식물체내 P함량을 유지하여야 절화 품질을 우수하게 유지할 수 있다고 판단되었다. P 시비량 증가에 따라 토양내 P 농도도 비례적으로 높아졌는데 무처리구가 $2.33\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 그리고 건물 생산이 많았던 1.0mM 시비구에서 $7.87\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되었다. 따라서 P의 생리장해 극복을 위해서는 포화추출법으로 분석한 토양 P 농도가 절화 수확기를 기준으로 $2.10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상이 되도록 시비하여야 한다고 판단되었다.

인 용 문 헌

- Bennett, W.F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. AS Press, St. Paul, Minn.
- Hannan, J.J. 1997. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- 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.
- Lunt, O.R. and A.M. Kofraneck. 1958. Nitrogen and potassium nutrition of chrysanthemum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72:487-497.

- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
- Messing, J.H.L. and O. Owen. 1954. The visual symptoms of some mineral deficiencies on chrysanthemums. *Plant Soil* 5:101-120.
- 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* 21:223-225.
- Winsor, G. and P. Adams. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 3. Glasshouse crops. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Woltz, S.S. 1960. Symptoms of nutritional disorders of chrysanthemums and gladiolus. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 72:383-385.

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	5	15	5	2	10	5	0	9
0.25	5	14.25	5	2	10	5	0.25	8
0.50	5	14.50	5	2	10	5	0.50	8
0.75	5	14.75	5	2	10	5	0.75	8
1.00	5	15.00	5	2	10	5	1.00	8

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

P (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 (cm)	No. of flowers (per plant)	Flower diameter (mm)
0.00	86.3	40.6	25.8	6.9	4.0	5.2	10.6	33.7
0.25	104.7	54.2	49.5	7.5	4.4	5.7	12.1	32.3
0.50	105.5	55.8	55.2	7.6	4.4	5.7	12.1	34.7
0.75	105.7	56.6	57.0	7.7	4.4	5.9	10.9	33.9
1.00	106.5	57.8	54.6	7.9	4.5	6.0	9.8	35.0
LSD _{0.05}	1.68	1.98	3.49	0.44	0.39	0.20	1.02	1.30
Significance ²	L	L	NS	NS	NS	L	NS	NS

²Significance of trend: *P = 0.05; NS, nonsignificant; L, linear.

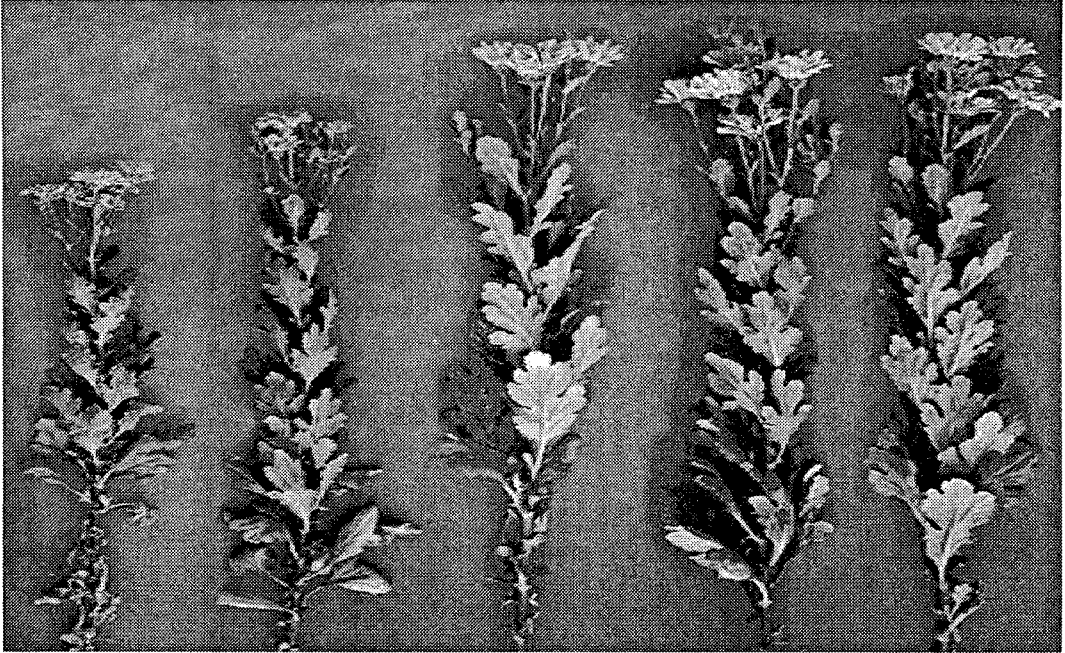


Fig. 1. Differences in crop growth of chrysanthemum 'Biarritz' at 109 days after planting as influenced by elevated phosphorus concentration in the fertilizer solution.

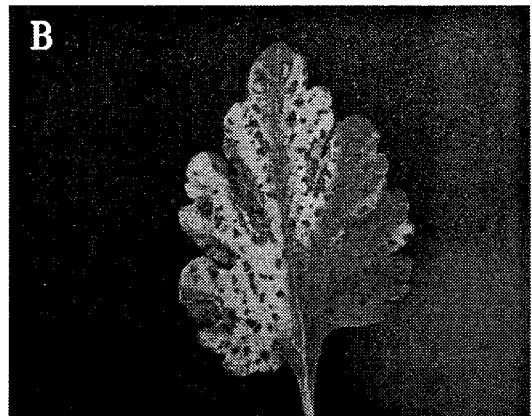


Fig. 2. Phosphorus deficiency symptoms developed in older leaves with purple spots (A). When the deficiency became severe, purple spots expanded and the margins of older leaves became yellow and scorched rapidly (B).

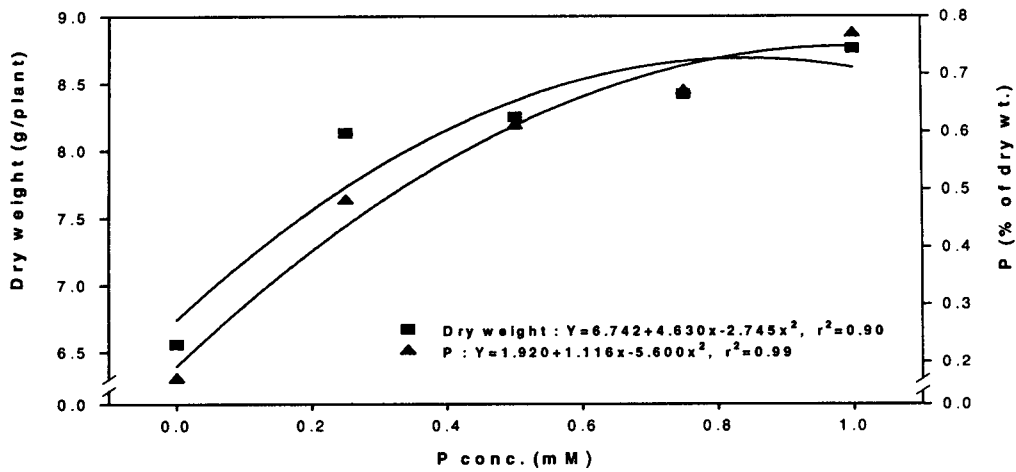


Fig. 3. Effect of phosphorus concentration in the fertilizer solution on changes of dry weight of above-ground plant tissue and phosphorus contents of the youngest fully expanded leaves at 109 days after planting.

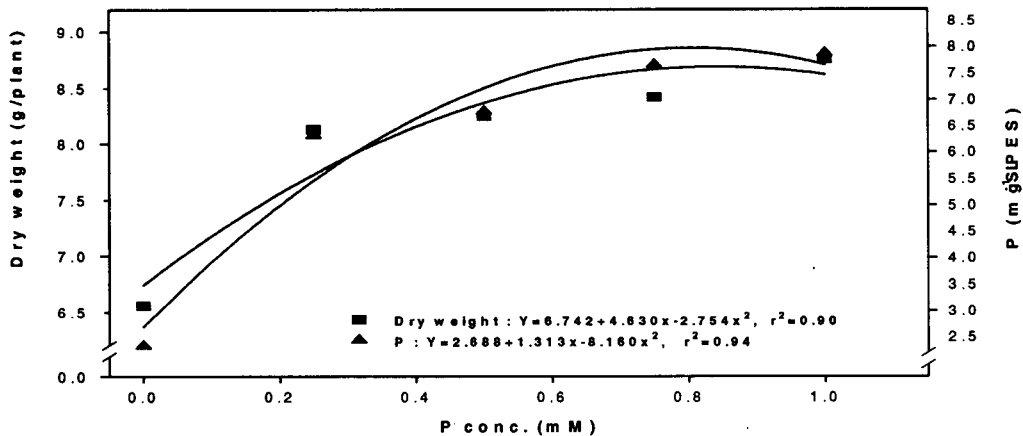


Fig. 4. Effect of phosphorus concentration in the fertilizer solution on changes of phosphorus concentration in soil solution of root media and dry weight of the whole above-ground plant tissue at 109 days after planting (SPES means saturated paste extraction solution).