

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

김정만¹, 최종명², 정해준², 정종성¹

¹전라북도 농업기술원, ²배재대학교

¹Jeong Man Kim, ²Jong Myung Choi, ²Hae Joon, Chung, ¹Jong Sung Jeong
¹Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea
²Division of Hort. & Landscape Architecture, Paichai Univ., Daejeon 302-735, Korea

서 론

국화의 생육을 위한 질소(N)는 정식 직후의 초기 생육단계에서 비교적 많은 양을 흡수하여 생육에 큰 영향을 미치며 생육 후기까지 그 영향이 지속된다(Winsor와 Hart, 1965). Woltz(1956)와 Penningsfeld(1972)는 질소가 결핍된 상황에서 국화의 건물중 등 생장이 뚜렷하게 억제되었다고 하였다. 또한 질소 결핍에 의해 꽃수의 감소(Woltz, 1956; Penningsfeld, 1972), 꽃의 직경 감소 및 꽃의 품질 저하(Carter와 Perrott, 1966) 등이 보고 되었다. 이와 같이 적정 무기물 함량은 절화 품질에 많은 영향을 미치고 있으나 재배 농가에서는 작물의 영양 상태를 파악하는데 어려움을 겪고 있으며, 결국 수확물의 품질 저하의 원인이 되고 있다.

본 연구는 질소의 시비농도를 인위적으로 조절하여 작물생육 및 절화 품질에 미치는 영향을 밝히고 이와 관련된 식물체와 토양내 무기원소의 농도를 구명하여 무기원소와 관련된 생리 장애를 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 N 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. N 시비수준별 생육과 절화특성

정식 109일 후 개화기의 생육 특성은 절화장이 15mM과 20mM 처리구에서 각각 106.3cm와 105.2cm로 가장 길었고, 절화중도 15mM과 20mM에서 55.4~55.7g으로 가장 무거웠으며 10mM 이하로 시비농도가 낮아질수록 가벼워지는 경향이었다. 엽장과 엽폭은 질소 무시비구에서만 뚜렷하게 작았을 뿐 질소 시비 수준에 따른 처리간 차이는 없었다. Woltz(1956)와 Penningsfeld (1972)도 질소가 결핍된 상황에서는 생장량, 특히 건물중이 심하게 감소하고 화수도 감소한다고 하였다. 또한 Carter와 Permott (1966)는 N가 결핍될 경우 화경의 감소 및 꽃의 품질저하 문제가 발생한다고 하였으며 본 연구에서 질소 시비수준에 따른 절화 품질의 차이를 뒷받침하고 있다.

2. N 결핍증상

결핍증상은 무시비구 및 5mM 질소 시비구에서 발견되었는데 질소 결핍이 심할 경우에는 노엽이 탈락하였다(Fig. 1). 결핍증상은 노엽에서 나타났으며(Fig. 2A) 질소 결핍 초기에는 노엽의 가장자리가 황화된 후 점차 잎 전체로 확산되었으며, 일부 잎에서는 붉게 변한 후 황화되었다. 질소가 결핍된 식물체의 노엽은 최종적으로 엽 전체가 황화되었는데, 노엽의 일부만이 괴사하는 증상도 나타났다(Fig. 2B). 본 연구에서 대상으로 한 스프레이 국화 'Biarritz'는 Bennett (1993)나 Nelson(2003)이 보고한 것과 유사하게 노엽에서 질소 결핍증상이 나타났으나, Windsor와 Adams(1987)가 보고한 것과 같은 줄기의 갈색 반점 현상은 발견되지 않았다.

3. 식물체내 무기원소 함량

절화 수확기인 정식 109일 후에는 N 무시비구에서 식물체내 N 함량은 1.86%로 분석되어 다른 처리들 보다 유의하게 낮았다. 질소 시비농도가 높아질수록 식물체내 N 함량도 증가하였으며 0.1%의 직선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷하였다. N의 시비농도에 따른 건물중과 엽 조직내 N 함량의 변화는 시비농도가 증가함에 따라 식물체의 건물중이 증가하였으나 20mM에서는 점차적으로 건물중이 감소하였다. 건물중이 가장 무거웠던 15mM 시비구의 질소함량은

3.89%였고, 지상부 건물중은 9.02g였다. Ulrich(1993)는 지상부 생육이 10% 감소할 때의 무기물 함량이 정상 생육을 위한 최저한계점이라고 하였는데, 그의 주장을 고려할 때 정상적인 생육을 위해서는 절화 수확기를 기준으로 식물체내의 질소함량이 3.50% 이상이 되도록 시비하여야 한다고 판단되었다.

4. 토양 무기원소 농도

N의 시비농도가 증가할수록 토양내 N(암모늄태+질산태질소) 농도와 건물중이 증가하였는데, 건물중은 15mM 처리구에서 식물체당 9.02g으로 가장 무거웠다(Fig. 4). 토양 및 식물체의 한계농도에 대한 Ulrich(1993)의 주장을 고려할 때 국화 'Biarritz'의 정상 생육을 위해서는 약 $128\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상의 토양 질소(암모늄태+질산태질소) 농도를 유지하여야 할 것으로 판단되었다. Bunt (1988)와 Hannan(1997)도 국화의 생육을 위해서는 포화추출법으로 분석할 경우 $100 \sim 200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 토양 질소농도를 유지해야 한다고 주장하였는데 본 연구 결과에서도 유사한 경향이었다고 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 질소의 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. N 시비농도를 달리하여 국화를 재배한 결과 질소 무시비구의 결핍증상은 노엽에서 발생하였으며, 노엽의 엽신 전체가 황화되는 특징을 보였다. 정식 109일 후의 생육을 조사한 결과 15mM 시비구에서 절화장이 106.3cm, 절화중 55.7g으로 가장 크고 무거웠으며, 시비농도가 낮아질수록 짧고 가벼워지는 경향이였다. 줄기 직경도 15와 20mM 시비구에서 5.9mm로 가장 굵었고 무시비구와는 뚜렷한 차이가 있었다. 생육이 가장 우수하였던 15mM 시비구의 식물체내 N 함량이 절화 수확기에 3.89%로 분석되어 정상 생육을 위한 식물체내 질소 함량의 최저한계점은 3.5% 이상이라고 판단되었다. 건물 생산량이 많았던 15mM 시비구의 토양중 암모늄태+질산태질소 농도가 생육 중기 $126.7\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 절화 수확기 $142.9\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 분석되어 정상 생육을 위해서는 $114\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상의 토양 질소 농도가 되도록 시비하여야 한다고 판단되었다.

인 용 문 헌

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

- Choi, J.M. 1994. Increased nutrient uptake efficiency by controlling nutrient release in floral crops. PhD Diss., North Carolina State Univ., Raleigh. NC, USA.
- 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.
- Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.
- 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'.²

Concentration (mM)	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Cl ⁻
	----- (mM) -----							
0	0	14	5	2	0	5	2	15
5	0	14	5	2	5	5	2	10
10	0	14	5	2	10	5	1	6
15	5	14	5	2	10	5	1	6
20	10	14	5	2	10	5	1	6

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

N (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	71.9	38.4	30.7	5.7	3.1	4.2	6.7	31.3
5	96.1	49.3	47.6	8.0	4.6	5.4	9.9	32.7
10	99.5	52.1	48.7	7.8	4.7	5.3	12.5	31.8
15	106.3	55.7	49.1	8.0	4.7	5.9	12.7	31.1
20	105.2	55.4	52.7	7.8	4.5	5.9	14.0	32.1
LSD _{0.05}	2.08	3.05	2.30	0.43	0.34	0.38	1.39	2.7
Significance ²	Q ^{***}	L ^{***}	L ^{***}	Q ^{***}	Q ^{***}	L ^{***}	L ^{***}	NS

²Significance of trend: ***P=0.001; NS, nonsignificant; L, linear; Q, quadratic.

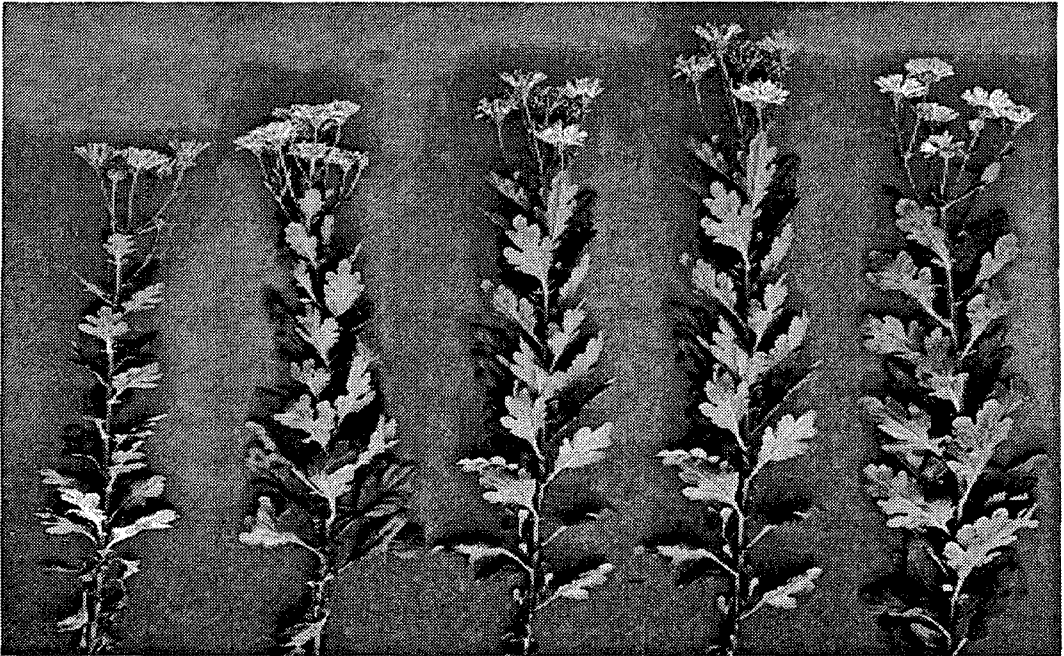


Fig. 1. Differences in crop growth of chrysanthemum 'Biarritz' at 109 days after planting as influenced by elevated nitrogen concentrations in the fertilizer solution.

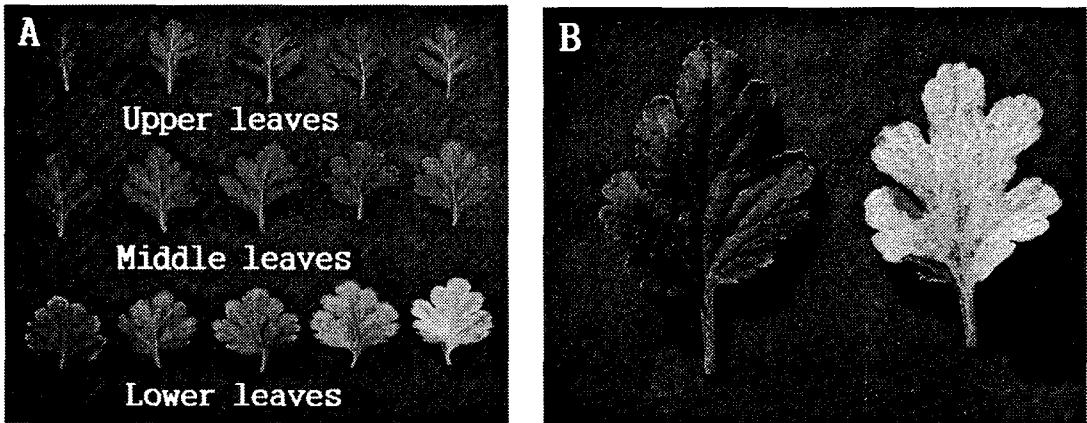


Fig. 2. Nitrogen deficiency symptoms developed in older leaves of chrysanthemum. A: Appearing of N deficiency symptom on lower leaves; B: Comparison of leaf color between normal leaf(left) and deficient leaf(right).

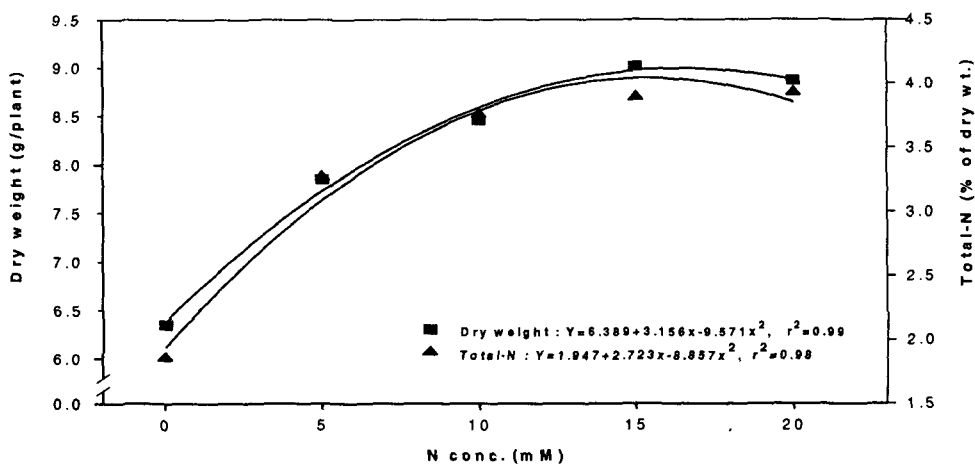


Fig. 3. Effect of nitrogen concentration in the fertilizer solution on changes of dry weight of above-ground plant tissue and nitrogen contents of the youngest fully expanded leaves at 109 days after planting.

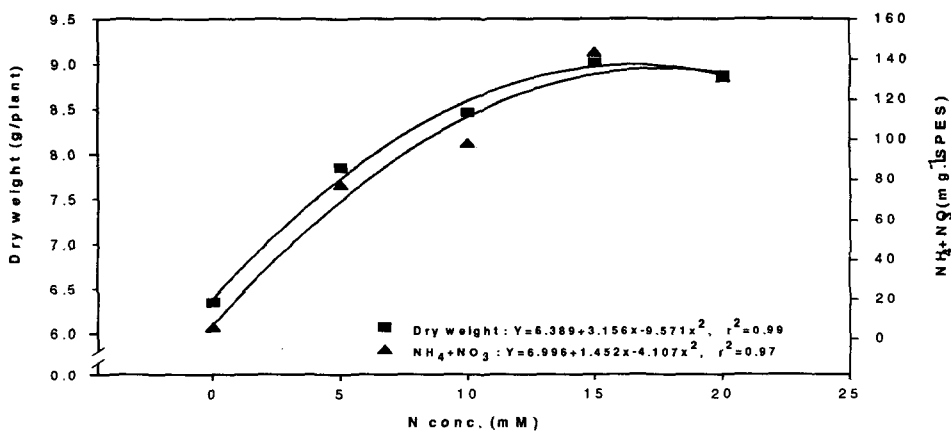


Fig. 4. Effect of nitrogen concentration in the fertilizer solution on changes of dry weight of above-ground plant tissue and nitrogen concentration in soil solution of root media at 109 days after planting (SPES means saturated paste extraction solution).