

질소 시비농도가 잎들깨의 생육과 양분 흡수에 미치는 영향

Effect of Nitrogen Concentrations in Fertigation Solution on Growth and Nutrient Uptake of *Perilla frutescens*

최종명 · 박종윤¹

배재대학교 과학기술바이오대학,¹금산군 농업기술센터

Division of Horticulture & Landscape Architecture, Paichai University,

Daejeon 302-735, Korea

Gumsan Agricultural Development Technology Center,

Chungnam 302-213, Korea

서 론

식물이 뿌리로부터 흡수하는 개별 무기원소의 양이 적절한 영역보다 부족하거나 너무 많을 때에 독특한 증상이 묘, 줄기 및 뿌리 등에 나타난다(Bennett, 1993; Bould 등, 1983; Choi 등, 2000; Nelson, 2003).

작물은 또한 종류나 품종에 따라 식물체의 생육을 우수하게 유지할 수 있는 무기원소의 적정 범위가 다르다. Kim(1994)는 잎들깨를 양액재배하면서 정식 19일 후의 지상부 전체의 질소 함량이 1.5~2.5%범위일 때 최대 건물중을 생산하였다고 보고하였다. Park 등(2002; 2003a; 2003b)은 잎들깨를 플러그 육묘하면서 파종 35일후의 식물체를 분석한 결과 질소 함량이 1.10% 이하로 분석된 처리에서 식물생육이 심하게 위축되었으며, 1.30~1.60%도 분석된 처리들에서 비교적 생육이 우수하였다고 보고하였다. 이와같이 잎들깨에서 질소 결핍 증상이 자료화 되어있지 않고, 생육과 관련한 식물체 및 토양 농도가 밝혀지지 않아 적절한 시비체계를 확립하기 어렵다.

따라서 질소의 시비 수준이 생장, 지상부의 무기원소 함량, 엽병 추출액의 무기원소 농도, 그리고 토양 무기원소 농도에 미치는 영향을 구명하여 최대 생육을 위한 질소의 한계농도를 밝히기 위해 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

양액조성은 Hoagland 용액(Hoagland와 Arnon, 1950)을 변화시켜 N농도를 0, 5, 10, 15, 20mM로 조절하고 pH를 6.0으로 조절한 후 관주하였고(Table 1), 용탈률(leaching percentage)을 35~40%로 유지하므로써 무기염의 배지 내 집적을 방지하였다.

식물생육 조사는 양액을 관주하기 시작한 날로부터 65일째에 엽수, 경장, 엽장, 엽폭, 줄기직경, 엽록소, 지상부 생체중 및 지상부 건물중을 조사하였고, 엽록소 함량은 Chlorophyll Meter(Minolta, Model SPAD-502)를 사용하여 측정하였다.

지상부 무기물 분석은 전질소(T-N)함량(Eastin, 1978)을 분석하고, 시료의 일부분은

Ternary solution($\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4:\text{HClO}_4=10:1:4$)으로 회화한 후 ICP(Thermo Elemental Tracescan, USA)로 기타 무기원소를 분석하였다.

엽병의 무기원소 농도는 양액관주 65일 째에 엽병을 채취하여 유발에 담고 마쇄하였는데, 생체시료 1g 당 증류수 5mL와 2N HCl을 0.5mL 첨가한 후 15분 간격으로 3회 교반하였으며 총 60분을 기다려 부유물이 침전된 후 NO. 2 여과지로 여과시키고, 그 용액을 분석에 이용하였다(Cataldo 등, 1975).

토양분석은 양액관주 시작일로부터 65일에 양액을 관주하고 2시간을 기다려 토양시료를 채취하였고, 증류수:토양을 2:1 조절하여 토양용액을 추출하였으며(RDA, 1988), 추출 후 pH, EC, 질산태질소(Cataldo 등, 1975) 및 기타 무기원소 농도를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. N 시비수준별 식물 성장 및 결핍 증상

질소 시비농도가 높아질수록 정식 65후의 엽장과 엽폭이 길거나 넓어졌으며, 엽록소 함량이 증가하였다. 시비농도가 엽폭과 줄기 직경의 생육에도 뚜렷하게 영향을 미쳐 처리 간 차이가 분명하였다. 생체중과 건물중도 시비농도가 높아질수록 무거워졌고 본 연구에서의 시비농도 범위내에서는 농도를 높이는 것이 생육을 위해 바람직하다고 판단되었다(Table 2).

질소를 시비하지 않은 무처리의 생장이 심하게 억제되어 상품성 있는 들깨 잎을 생산할 수 없었다(Fig. 1). 질소의 결핍 증상은 노엽부터 나타나기 시작하여 엽신 전체가 황화되는 독특한 증상을 나타내었다. 따라서 질소 결핍 증상은 전체 식물 생육의 심한 억제 현상, 노엽에서 발생하는 엽전체의 황화현상(chlorosis)으로 요약할 수 있다.

2. 지상부의 무기원소 함량

Bennett(1993)은 최대생산량을 보인 처리의 90% 이상의 식물체내 질소함량을 갖도록 시비량을 조절하여야 상업농 재배에서 수량감소를 방지할 수 있다고 주장하였다. 본 연구에서 생육이 가장 우수하였던 N 20mM 시비구의 건물중이 식물체당 5.5g 였고, 이 처리의 지상부 전체 질소 함량은 1.67%였다. 그의 주장을 고려할 때 최대 건물중의 90%에 해당하는 건물중은 식물체당 4.95g이며, 이 때의 질소함량인 은 1.12%이상이 되도록 시비하여야 잎 들깨의 수량감소를 방지할 수 있다고 판단되었다(Fig 2).

3. 엽병추출액의 무기원소 농도

질소를 20, 15, 및 10mM 시비구 처리에서 엽병 추출액 속의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 농도는 9129, 3342 및 811 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 분석되었다. 최대생체중인 43.84g의 90%에 해당하는 28.06g 상업농 생산을 위한 최저 한계점으로 판단할 때에는 약 3,300 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이상이 되도록 질소 시비농도의 조절이 필요하다(Fig. 3).

4. 토양 무기원소 농도

Fig 4에는 관비용액속의 N 시비농도가 건물중과 토양 $\text{NO}_3\text{-N}$ 농도 변화에 영향을 나타내었다. 최대 건물중을 생산했던 20mM 시비구에서 식물체당 5.5g으로 조사되었으며, 90%

에 해당하는 4.95g을 생산할때의 토양 NO₃-N 농도는 1:2 포화추출법을 적용할 때 약 35mg • L⁻¹의 질소농도에 해당한다고 판단되었다. 따라서 수량감소를 방지하려면 토양용액 중 질소농도가 약 35mg • L⁻¹ 이상이 되도록 시비하여야 할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 질소의 시비농도를 인위적으로 조절하여 잎들깨를 관비재배 하면서 질소의 시비수준이 생장과 결핍증상 발현에 미치는 영향을 구명하고, 생육을 우수하게 유지할 수 있는 식물체 및 토양의 한계농도를 밝히기 위하여 수행하였다. 질소 무시비구에서 발현된 결핍증상은 지상부 식물생육의 심한 억제 현상과, 노엽의 엽신 전체가 황화된 후 점차 괴사하는 특징을 보였다. 질소 시비농도가 높아질수록 정식 65일 후의 생체중과 건물중이 무거워졌다. 생육이 가장 우수하였던 20mM 시비구에서 지상부 질소 함량과 엽병추출액의 NO₃-N 농도가 각각 1.67% 및 9129mg • kg⁻¹였으며, 최대 생육의 90%를 수량 감소를 방지할 수 있는 최저한계점으로 설정할 경우 지상부 N 함량과 엽병추출액의 NO₃-N 농도를 각각 1.12% 및 3,300mg • kg⁻¹ 이상을 유지하도록 시비농도를 조절해야 할 것으로 판단되었다. 정식 65일 후 생육이 가장 우수하였던 20mM 시비구에서 1:2 추출법으로 분석한 NO₃-N 농도가 85mg • L⁻¹였으며 수량 감소를 방지하기 위해서는 7,785mg • L⁻¹ 이상의 토양 농도를 유지해야 할 것으로 판단되었다.

인용문헌

1. Bennett, W.F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. AS Press, St. Paul, Minn.
2. Bould, C., E.J. Hewitt, and P. Needham. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 1. Principles. Her Majesty Stationery Office, London.
3. Cataldo, D.A., M. Haren, L.E. Schrader, and V.L. Young. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 6:71-80.
4. Choi, J.M., S.K. Jeong, K.H. Cha, H.J. Chung, and K.S. Seo. 2000. Deficiency symptom, growth characteristics, and nutrient uptake of 'Nyoho' strawberry as affected by controlled nitrogen concentration in fertilizer solution. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:339-344.
5. Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. Anal. Biochem. 85:591-594.
6. Kim, J.H. 1994. Studies on the absorption characteristics of nutrients to develop a hydroponic solution for leaf production of Perilla(*Perilla ocymoides* L.). pHD. Diss., Gyeongsang National Univ., Jinju, Korea.
7. Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, NJ.

8. Park, J.Y., J.M. Choi, and W.M. Yoon. 2003. Effect of nutrient concentrations and leaching percentage on growth and nutrient uptake by *Perilla frutescens* var. japonica in plug culture. J. of Natural Sci. Pai Chai Univ. 13:83-96.
9. Park, J.Y., J.M. Choi, and W.M. Yoon. 2003. Effect of leaching percentage and fertilizer concentrations on growth and nutrient content of *Perilla frutescens* var. japonica in plug culture with peatmoss containing medium. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:177-181.
10. Park, J.Y., J.M. Choi, and W.M. Yoon. 2002. Effect of starting time of fertilization on growth and nutrient uptake of plug seedlings of *Perilla frutescens* var. japonica. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 686-692.

Table 1. Composition of nutrient solution used to induce nitrogen deficiency symptoms.^z

N (mM)	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻
	(mM)							
0	5	5	2	0	0	1	3.5	10
5	5	5	2	0	5	1	3.5	5
10	5	5	2	0	10	1	3.5	0
15	5	5	2	0	15	1	3.5	0
20	5	5	2	0	20	1	3.5	0

^zMicronutrients (in g per L solution): FeSO₄ · 4H₂O 0.937g, MnCl₂ · 4H₂O 0.181g, H₃BO₃ 0.286g, ZnSO₄ · 7H₂O(0.022g, CuSO₄ · 5H₂O 0.008g, H₂MoO₄ · H₂O 0.009g.

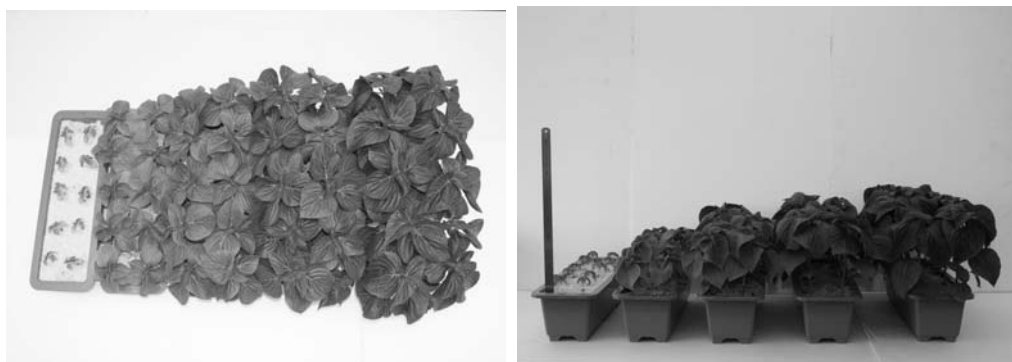


Fig. 1. Differences in crop growth of *Perilla frutescens* at 65 days after planting as influenced by elevated nitrogen concentrations in the fertilizer solution(The N concentrations from left to right: 0, 5.0, 10.0, 15.0 and 20.0 mM). Nitrogen deficiency resulted in dwarf growth, small leaves, bright yellow color of older leaves.

Table 2. Influence of elevated nitrogen concentration in fertilizer solution on growth characteristics of *Perilla frutescens* at 65 days after transplanting.

N (mM)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	Number of internode	Chlorophyll content SPAD	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
0	3.28	2.62	2.54	5.23	3	13.84	1.13	0.29
5	9.58	9.18	5.42	13.87	5	26.56	14.46	2.37
10	12.15	12.0	6.33	20.43	5	33.66	24.57	3.32
15	13.63	12.82	6.71	24.07	5	39.68	28.17	5.49
20	14.67	13.47	7.06	27.12	5	43.84	31.18	5.50
LSD _{0.05} ^z	0.14	0.29	0.09	0.44		0.78	4.67	0.39
Linear	***	***	***	***	***	***	***	***
Quadratic	***	***	***	***	***	***	***	***

^zLeast significant difference in each column by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.
 NS,*** Nonsignificant or significant at $P = 0.001$, respectively.

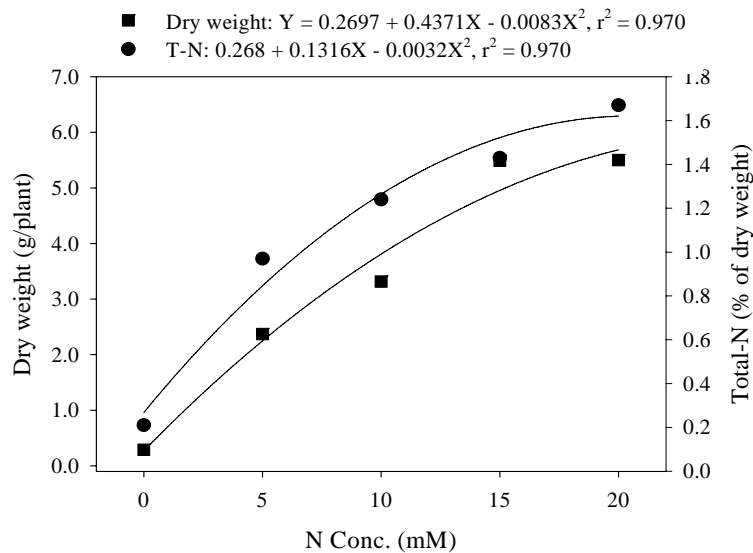


Fig. 2. Effect of elevated nitrogen concentrations in the fertilizer solution on changes in dry weight and nitrogen content of the whole above ground plant tissue at 65 days after planting.

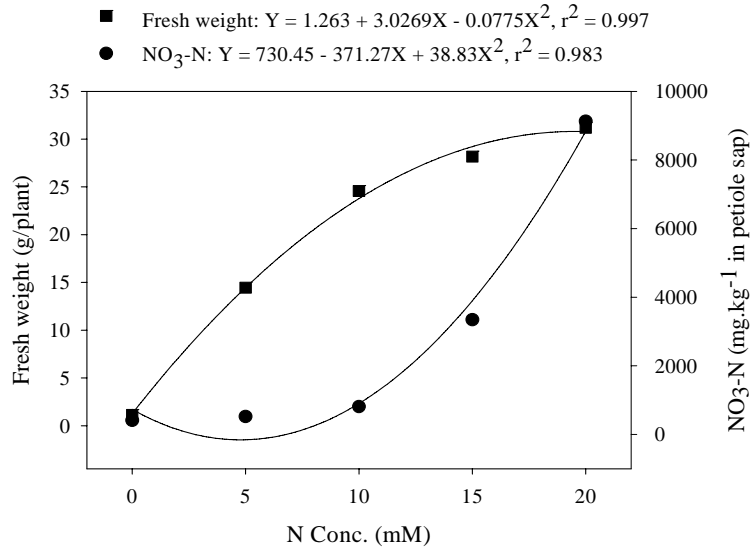


Fig. 3. Effect of elevated nitrogen concentrations in the fertilizer solution on changes in fresh weight of above-ground plant tissue and nitrogen concentrations in petiole sap at 65 days after planting.

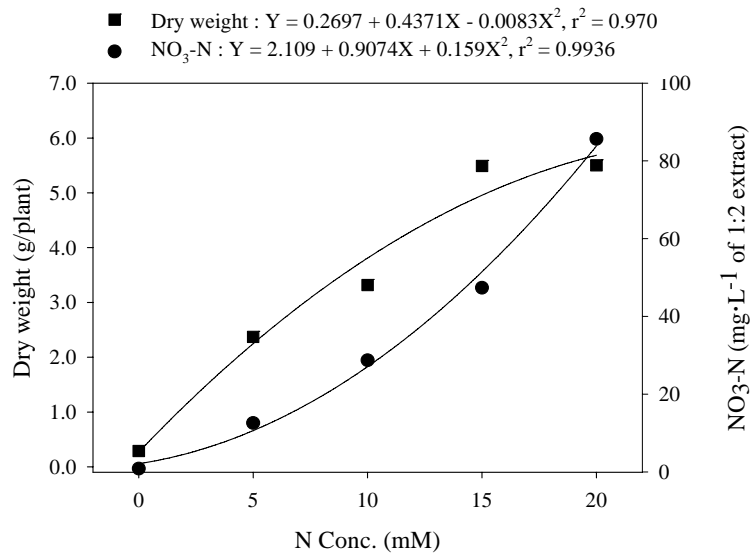


Fig. 4. Effect of elevated nitrogen concentrations in the fertilizer solution on changes in dry weight of above-ground plant tissue and nitrogen concentrations in soil solution of root media at 65 days after planting.