

# 칼륨 시비농도가 잎들깨의 생육과 양분 흡수에 미치는 영향

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

최종명 · 박종윤<sup>1</sup>

배재대학교 과학기술바이오대학,<sup>1</sup>금산군 농업기술센터

*Division of Horticulture & Landscape Architecture, Paichai University,*

*Daejeon 302-735, Korea*

*Gumsan Agricultural Development Technology Center,*

*Chungnam 302-213, Korea*

### 서 론

재배농가에서 무기원소에 의한 생리 장애가 발생할 때 1차적인 판단자료로 삼는 것은 외관상 발현되는 증상이지만 잎들깨에서 발현되는 증상에 관해 축적된 자료가 전무한 상황이다. 따라서 재배농가에서는 외관상 생리장애가 발생하였을 때 원인을 정확하게 알지 못하여 조치를 취하지 못하고, 조치를 취하지 못하므로 수량감소 및 품질 저하의 원인이 되어 농가소득 감소로 연결되고 있는 상황이다.

무기원소에 의한 생리장애가 식물체에 나타날 경우 식물체 분석결과를 기준으로 원인을 파악하는 경우도 많다. 그러나 무기원소 함량이 적절한지의 여부를 판단하기 위하여는 선행 연구결과와 비교함으로써 결핍된 원소와 과잉된 원소를 판단하여야 하지만, 현재까지 관련 자료가 없다.

따라서 칼륨의 시비농도를 조절하여 잎들깨를 관비재배하면서 결핍증상을 인위적으로 유발하여 그 증상의 특징을 밝히고, 시비농도에 따른 식물 생육 반응, 결핍증상 발현시기의 식물체내 무기원소 함량을 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

### 재료 및 방법

양액조성은 Hoagland 용액(Hoagland와 Arnon, 1950)을 변화시켜 K농도를 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0mM로 조절하고 pH를 6.0으로 조절한 후 관주하였고(Table 1), 용탈률(leaching percentage)을 35~40%로 유지하므로써 무기염의 배지내 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 칼륨 및 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 교반하였다. 총 60분을 기다려 부유물이 침전된 후 NO. 2 여과지로 여과시키고, 그 용액을 분석에 이용하였다.

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

## 결과 및 고찰

### 1. K 시비수준별 식물 성장 및 결핍 증상

K 결핍증상은 최초에 노엽에서 발현되었다. 결핍증상 발현 초기에는 노엽의 가장자리가 황변하고, 점차 황변된 부위가 갈색으로 변화하였으며, 갈변후 말라들어가 괴사하였다. 증상이 심화되면 노엽의 가장자리에서 시작된 결핍증상이 노엽 안쪽의 엽신과 엽맥으로 그 증상이 확산되면서 괴사하는 면적이 증가하였다(Fig. 1과 2).

K 무시비구의 엽장과 엽폭이 11.75 및 11.13cm 였으나 K 시비농도가 높아짐에 따라 생장량이 증가하여 K 8mM 시비구에서 각각 14.38 및 13.20cm로 조사되었으며, 각 처리간 통계적인 차이와 함께 0.1% 수준의 직선 및 2차곡선회귀가 성립하여 경향이 뚜렷함을 알 수 있었다. 또한 칼륨 시비농도가 증가할수록 생체중과 건물중이 증가하여 생체중은 0.1% 수준의 직선 및 2차곡선회귀가 성립하였고, 건물중은 1% 수준의 직선회귀와 5% 수준의 2차 곡선회귀가 성립하여 뚜렷한 경향을 나타내었다(Table 2).

### 2. 지상부의 무기원소 함량

정식 65일 후의 지상부 건물중과 K 함량을 조사 및 분석한 결과 0, 2, 4, 6 및 8mM K 시비구에서 지상부 전체의 K 함량이 0.47, 0.98, 1.54, 1.73 및 2.76%로 분석되었다(Fig. 3). 최대 건물중을 생산한 8.0mM 시비구의 건물중이 5.01g이고, Bennet(1993)이 보고한 바와 같이 최대 건물중 생산량의 90%에 해당하는 건물중을 상업재배를 위한 최저한계점으로 판단하면 지상부 전체의 건물중을 기준으로 약 1.7% 이상의 K 함량을 가져야 수량 감소를 방지할 수 있다고 판단되었다.

### 3. 엽병추출액의 무기원소 농도

K시비농도를 0, 2, 4, 6 및 8mM로 조절한 처리의 엽병즙액내 K 농도가 1,623, 2,778, 6,488, 10,517 및 12,289mg · kg<sup>-1</sup>로 분석되었다(Fig. 4). Bennett(1993)의 주장과 같이 최대 생체중을 생산한 처리의 90%에 해당하는 생장량을 상업용 재배를 위한 최저한계점으로 판단하면 25.47g이 되며, 이때의 엽병즙액내 K농도는 약 8700mg · kg<sup>-1</sup>이 된다. 따라서 상업재배에서 수량저하를 방지하기 위해서는 엽병즙액내의 K농도가 약 8700mg · kg<sup>-1</sup>이상을 유지하도록 시비농도를 조절해야 할 것으로 판단되었다.

### 4. 토양 무기원소 농도

정식 65일 후 0, 2, 4, 6 및 8mM 시비구의 토양용액 칼륨농도가 각각 0.97, 1.44, 2.87, 6.65 및 11.65mg · L<sup>-1</sup>로 분석되었다(Fig. 5). Bennett(1993)의 주장과 같이 최대생산량이

90%이상이 되도록 시비농도를 조절할 경우 식물체당 약 4.5g이상의 건물중을 생산하도록 시비하여야 하며, 1:2추출법으로 분석한 K농도가  $4.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  이상을 유지하도록 K시비농도를 조절해야 할 것으로 판단되었다.

### 요약 및 결론

본 연구는 칼륨의 시비농도를 인위적으로 조절하여 잎들깨를 관비재배 하면서 칼륨의 시비수준이 생장과 결핍증상 발현에 미치는 영향을 구명하고, 생육을 우수하게 유지할 수 있는 식물체 및 토양의 한계농도를 밝히기 위하여 수행하였다. 칼륨 결핍증상은 노엽에서 시작되었으며, 노엽의 가장자리가 황변하고, 황변된 부위가 점차 갈색으로 변화되었으며, 갈변 후 괴사하였다. 칼륨시비농도를 8mM까지 높일 경우 엽장과 줄기직경이 길거나 굵어졌으며, 생체중 및 건물중이 무거워지고, 엽록소 함량이 감소하였다. 생육이 우수하였던 K 8.0mM 시비구의 건물중과 K 함량이 5.01g과 2.76%였으며, 생장억제를 방지하기 위해서는 1.7% 이상의 K 함량을 가져야 한다고 판단되었다. 칼륨을 8mM로 시비한 처리의 엽병추출액내 K 농도가  $12,289\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  였고, 1:2로 추출한 토양농도가  $11.65\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  였으며, 엽병추출액은  $8,700\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  이상, 토양용액은  $4.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 유지하도록 시비하여야 수량 감소를 방지할 수 있다고 판단되었다.

### 인용문헌

1. Bennett, W.F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. AS Press, St. Paul, Minn.
2. Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. Anal. Biochem. 85:591-594.
3. 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.

Table 1. Composition of nutrient solution used to induce potassium deficiency symptoms.<sup>z</sup>

K (mM)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>
	----- (mM) -----							
0	0	5	2	6	15	0	2	0
2	2	5	2	4	15	0.5	2	0
4	4	5	2	2	15	1.0	2	0
6	6	5	2	0	15	2.0	2	1.0
8	8	5	2	0	15	4.0	2	3.0

<sup>z</sup>Micronutrients (in g per L solution): FeSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O 0.937g, MnCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O 0.181g, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0.286g, ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O(0.022g, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 0.008g, H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O 0.009g.



Fig. 1. Differences in crop growth of *Perilla frutescens* at 65 days after planting as influenced by elevated potassium concentrations in the fertilizer solution(The K concentrations from left to right: 0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 mM).



Fig. 2. The development of potassium deficiency symptoms. Deficiency developed in older leaves with marginal necrosis. The brown areas on the lower leaves enlarged rapidly and the margins became scorched.

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

K (mM)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	Number of internode	Chlorophyll contents SPAD	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
0	11.75	11.13	5.19	14.85	5	35.88	17.29	2.81
2	12.28	12.13	5.70	21.07	5	34.56	20.35	3.95
4	12.85	12.23	6.28	23.62	5	33.82	23.90	4.21
6	13.85	12.93	6.78	26.03	5	32.70	24.72	4.67
8	14.38	13.20	7.49	26.37	5	28.97	28.31	5.01
LSD <sub>0.05</sub> <sup>z</sup>	0.15	0.17	0.15	0.4		1.87	4.50	1.28
Linear	***	***	***	***		***	***	**
Quadratic	***	***	***	***		***	***	*

<sup>z</sup>Least significant difference in each column by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ . NS,\*\*\*,\*\* Nonsignificant or significant at  $P = 0.05, 0.01$  and  $0.001$ , respectively.

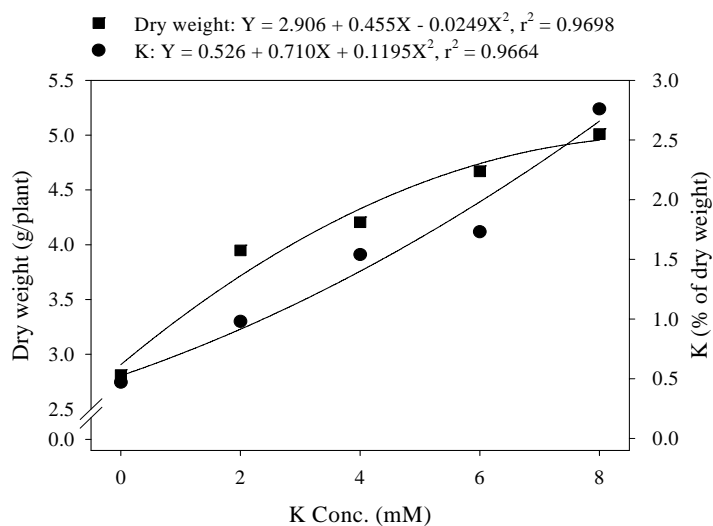


Fig. 3. Effect of elevated potassium concentrations in the fertilizer solution on changes in dry weight and potassium content of the whole above ground plant tissue at 65 days after planting.

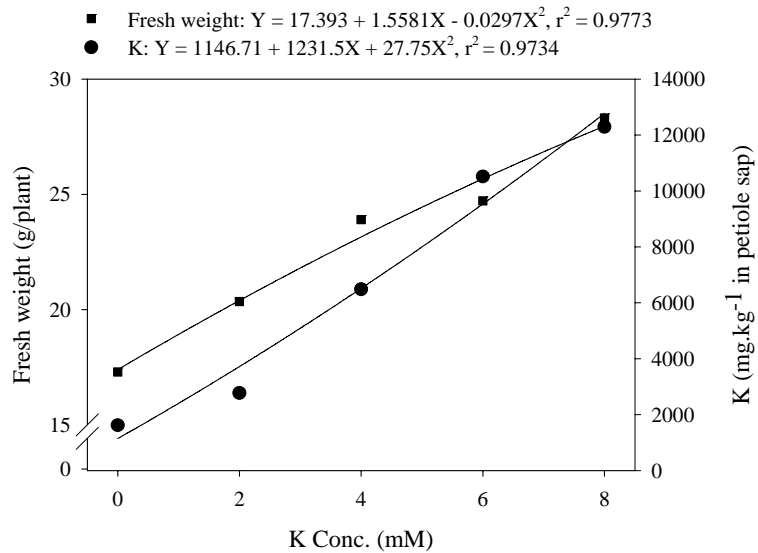


Fig. 4. Effect of elevated potassium concentration in the fertilizer solution on changes in fresh weight of above-ground plant tissue and potassium concentrations in petiole sap at 65 days after planting.

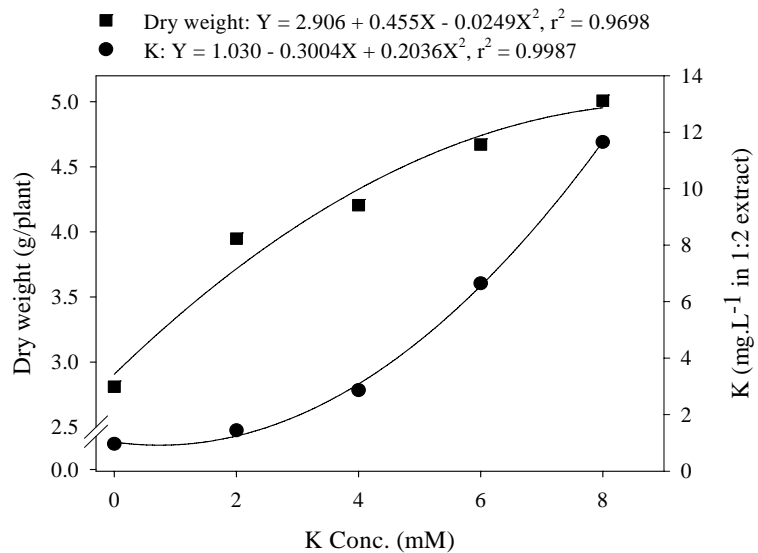


Fig. 5. Effect of elevated potassium concentrations in the fertilizer solution on changes in dry weight of above-ground plant tissue and potassium concentration in soil solution of root media at 65 days after planting.