

## 도라지 유묘기 액비처리가 질소와 인산의 식물체 흡수 및 생육에 미치는 영향

이철호\* · 이신우\* · 안미정\*\* · 조광복\*\*\* · 이 협\*†

\*경남과학기술대학교 생명자원과학대학 농학 · 한약자원학부, \*\*경상대학교 약학대학  
\*\*\*경남과학기술대학교 대학원 식물자원학과

### Influence on *Platycodon grandiflorum* Absorption of Nitrogen and Phosphorous Acid and Growth during Seedling Stage by Liquid Fertilizers Treatment

Cheol Ho Lee\*, Shin Woo Lee\*, Mi-Jeong Ahn\*\*, Kwang Bok Cho\*\*\* and Hyub Lee\*†

\*Department of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 650-758, Korea.

\*\*College of Pharmacy and Research Institute of Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-751, Korea.

\*\*\*Department of Plant Resource, Graduate School, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 650-758, Korea.

**ABSTRACT :** The roots of *Platycodon grandiflorum* has been widely used as a crude drug or a food stuff. Unfortunately, the output and the quality is not regular and highly dependent on the cultivation area and cultivation method. Therefore, seedling cultivation study of this plant under structure with various fertilizer supply was performed. As a result, significant big difference between ammonia nitrogen and nitrate nitrogen content was shown in the root at seedling stage while the difference was not significant in the aerial parts. Fresh weight of the root ( $7.73 \text{ g plant}^{-1}$ ) was higher in the group treated with three major nutrients (N, P and K) than in those treated with three major nutrients and calcium or magnesium or both calcium and magnesium, and non-treated group ( $2.69 \text{ g plant}^{-1}$ ). Total nitrogen content was recognized to be significantly correlated with root weight, plant height, number of leaves and weight of aerial parts. Ammonium nitrogen content was more correlated the growth of *P. grandiflorum* than nitrate nitrogen. For phosphoric acid, significant correlation was also shown with the four growth factors.

**Key Words :** *Platycodon grandiflorum*, Seedling Cultivation, Nitrogen, Phosphoric Acid, Growth Characteristics

## 서 언

도라지 (*Platycodon grandiflorum* A. DC.)는 초롱꽃과 (Campanulaceae)에 속하는 다년생 초본이며, 초롱꽃과 식물은 우리나라에 8속 25종, 9변종이 보고되어 있다 (Lee, 1980). 이 중 도라지는 세계적으로 1속 1종밖에 없는 식물로 관상용으로도 가치가 있는 대표적인 약초로 알려져 있다 (Lee, 1988; Mabberley, 1987). 약재로 사용하는 도라지의 뿌리를 <길경>이라고 하며, 일반적으로 길경은 늦가을에 3년생 뿌리를 캐서 물에 씻어서 잔뿌리를 다듬고 말린 것을 의미한다. 조제법에 따라 생건한 것과 거피한 것 (백도라지)의 두 가지가 있다. 약리작용으로 거담, 진해, 항균, 혈압강하 및 혈당강하작용 등이 있으며 그 외에도 숨가쁨, 인후통과 가슴, 옆구

리, 허리가 걸리고 아플 때에 사용되기도 한다 (Seong *et al.*, 2004).

도라지는 우리나라 대부분 지역에서 재배가 가능하고 햇빛이 잘드는 양지쪽의 식양토에서 수량이 높으며, 토심이 깊고 유기물함량이 많은 곳이 좋다 (Lee *et al.*, 2010; Seong *et al.*, 2004). 질소성분이 도라지 재배환경에 있어 생육 및 수량과 약리효능 중 조사포닌 함량에 큰 영향을 받는 것으로 보고된 바가 있다 (Seong *et al.*, 2004).

한편, 일반적으로 약용작물은 포장선정 및 비배관리가 재배농민의 경험에 의해 이루어지기 때문에 생산량 및 그 품질이 균일하지 못한 경향이 있고, 산지에 따라 품질의 지표가 될 수 있는 유효성분 함량에 대한 차이가 매우 심하다는 사실이 기존의 연구에서 확인되었다 (Lee *et al.*, 2010; Jung *et al.*,

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-3220 (E-mail) lee6894@nate.com

Received 2011 July 6 / 1st Revised 2011 July 21 / 2nd Revised 2011 August 2 / Accepted 2011 August 9

1996). 따라서 현실적으로 이러한 문제점을 보완 또는 개선하기 위해서는 시설재배방식으로 균일한 품질의 도라지 생산을 연구할 필요가 있다. 일반적으로 시설재배는 곡류, 채소류 및 일부 과수재배기술에만 적용되는 것으로 인식되어 왔으나, 농업자재가 첨단화되면서 작물에 대한 적용범위가 다양해졌다. 도라지를 포함한 모든 약용작물을 새로운 시설재배방식을 도입하게 된다면 기계화도입에 따른 노동력손실감소, 병해충방제효과, 우량품종개발과 육성, 약리효능의 품질균형화, 도시근교농업 등이 가능해질 것으로 생각된다. 또한 계절적인 영향을 받지 않고 파종 및 수확시기가 가능하여 수요 공급의 조절을 통한 가격안정화로 농가소득 증대에 크게 기여할 것이다. 그러나 현재 도라지를 포함한 약용작물을 대상으로 시설육묘재배에 관한 국내외 연구 자료는 적은 편이며, 약용작물 재배지의 토양특성과 비배효과에 관한 연구내용이 대부분을 차지하고 있다. 따라서 시설재배방식으로 도라지를 생산하는데 있어 실효성을 거두기 위해서는 우선적으로 도라지의 생리적인 특성을 규명하는 것이 가장 시급한 과제라 생각한다. 본 연구는 도라지의 시설육묘재배에서 액비의 무기영양공급 조건에 따른 무기태질소 및 인산의 흡수량과 성장반응에 관한 내용으로 다른 약용작물의 재배방식을 시설육묘재배로 개선하는데 기초자료로 이용될 수 있으므로 이에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구 수행을 위한 도라지 종자는 시중에서 수집한 종자 중 순도가 고른 국내산종자를 선별하여 공시하였다. 상토는 (주)흥농종묘의 원예용 상토를, 포트 (pot)는 32구형(300 × 630 × 120 mm)을 사용하였으며, 실험은 고성농원 (경남 고성군 고성읍 대평리)에서 실시하였다.

상토조건별 시비수준을 달리하여 ① 대조구 (상토), ② 상토 + (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K), ③ 상토 + (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Ca), ④ 상토 + (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Mg) ⑤ 상토 + (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Ca, Mg)으로 구분하여 5개 처리구로 하였으며, 난괴법 3반복으로 배치하고, 질소, 인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 각각 Urea, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KOH, CaCl · 2H<sub>2</sub>O, MgO의 특급 시약을 사용하였다.

실험방법은 처리수준별로 무기염류를 용해시켜 발아 후 7일 부터 15일 간격으로 6회에 걸쳐 관주하였다. 토양 중 수분은 포장용수량수준으로 유지하였으며, 무기영양원소별 조절 농도는 Table 1과 같다.

파종 후 90일에 처리별로 상토와 도라지 유묘를 채취하였고, 유묘의 형질은 채취 후 초장, 엽수, 지상부무게 (줄기, 엽무게), 생근중을 조사하였다.

**Table 1.** Consistency of the mineral nutrition elements used in this study.

Mineral nutrition elements	Consistency (Unit: mg ℓ <sup>-1</sup> )
N, P, K	150, 60, 200
Ca, Mg	100, 100

### 2. 상토의 화학적 특성조사

시비조건별 상토의 화학적 특성을 분석하기 위해 pH는 초자전극법으로, EC는 백금전극법으로 분석하였다. 유효인산은 Lancast 비색법으로 분석하고, 치환성칼슘, 마그네슘 및 칼륨은 IN-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> 용액으로 침출시킨 수용액을 유도결합플라즈마분광광도기 (ICP)를 이용하여 분석하였다. 총질소 (TN)는 킬달중류법으로, 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)는 Indolpheno비색법, 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)는 Brucine 비색법으로 분석하였다 (RDA, 1988).

### 3. 식물체의 총 질소 함량측정

시비조건별 식물체분석을 위해 시료를 세척한 후 지상부 (줄기와 엽)와 뿌리 부위로 구분하여 Dry oven기에 넣고, 40°C에서 8시간동안 건조시켜 분쇄하여 시료로 사용하였다. 총질소 (TN)는 킬달중류법으로 황산과 과염소산 (HClO<sub>4</sub>)이 1:1 (V/V)의 비율로 혼합된 액을 시료에 넣고 분석하였다.

### 4. 식물체의 암모니아태 질소 함량측정

암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)는 분쇄한 시료 25 g을 100 ml 삼각플라스크에 취하고 25 ml disodium phosphate buffer (pH 12)를 넣고 5분간 진탕시킨 후 여과하였다. 여과된 시료액 0.2 ml을 시험관에 취한 후 alkaline phenolate와 0.05% sodium nitroprusside, 4% disodium EDTA의 혼합조제용액을 3 ml 넣고 혼합하였다. 다시 disodium phosphate buffer (pH 12)와 sodium hypochlorite를 혼합한 조제액 5 ml를 넣고 혼합하였다. 15분간 방치 후 spectrophotometer를 이용하여 623 nm에서 흡광도를 측정하였다 (RDA, 1997).

### 5. 식물체의 질산태질소 함량측정

질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)는 Lee 등 (1994)이 제시한 방법으로 건조된 분말 시료를 70°C에서 다시 건조한 후 0.1 g의 시료를 취하여 증류수 10 ml에 현탁한 후 45°C 항온수조에서 1시간 동안 진탕하였다. 진탕액을 잘 혼합한 후 여지를 이용하여 여과한 후 분석에 이용하였다. 여액 2 ml와 5% (in conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) salicylic acid 0.8 ml를 완전히 혼합하고, 상온에서 20분간 방치한 후 2N-NaOH 19 ml를 천천히 첨가하였다. 상온으로 완전히 식힌 후 spectrophotometer (shimadzu UV-210, Japan)를 이용하여 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 식물체 중의 인산 성분은 Vanadate법으로 정량하였다.

**Table 2.** Content of inorganic nitrogen and available phosphate properties of bed soil used for seedling experiment.

TN	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
(g kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )
1.84	1,215	92.6	1,350

## 결과 및 고찰

### 1. 시험상토의 무기태질소 및 인산 함량

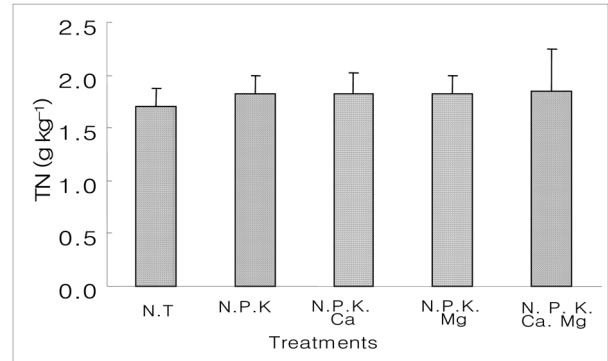
본 시설육묘 재배실험을 위해 사용된 상토의 무기태질소 및 유효인산을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 본 공시재료의 상토에 유효인산과 질산태질소가 높은 이유는 묘의 생육촉진을 위해 상토제조 과정에서 인위적으로 인산비료와 칠레초석과 같은 질산농도가 높은 비료를 첨가하였기 때문인 것으로 판단된다. 실제로 김 등 (1998)은 경남지역 육묘상토의 실태조사를 분석한 결과 농가상토의 유효인산과 질산태질소는 각각 661, 119 mg kg<sup>-1</sup>이고, 판매상토의 평균은 각각 1,025, 875 mg kg<sup>-1</sup>이므로 농가상토와 판매상의 상토와는 유효인산과 질산태질소 함량에 있어 큰 차이가 있다고 하였다.

### 2. 시비조건별 시험상토의 무기태질소 및 유효인산함량 변화

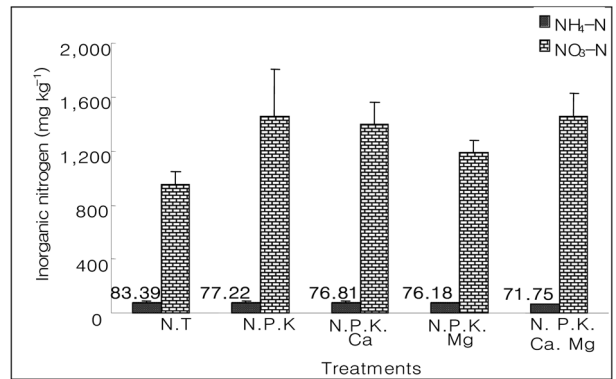
무기영양원소 공급 조건에 따라 상토에 총질소 (TN), 무기태질소 중 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N) 및 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N) 함량간의 차이를 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 총질소의 함량이 상토에서 1.70 g kg<sup>-1</sup> 수준인데 비해 질소를 공급한 상토에서는 보편적으로 1.80 g kg<sup>-1</sup> 이상의 함량임을 확인하였다. 그러나 무처리구 (N.T)를 제외한 무기영양원을 공급한 시험상토간의 차이는 그다지 크지 않았다.

또한 전반적으로 처리구에 따른 무기태질소 중 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)의 함량이 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)보다 월등히 높았다. 본 연구에서 실시한 도라지 시설육묘재배 상토조건에서도 우리나라 시설재배지의 질산염 축적함량과 매우 유사한 경향을 보였다 (Lee and Lee, 1994; Sohn *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2001). 한편, 무기태질소 중 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)의 경우에는 무처리 상토보다도 오히려 다소 낮아지는 경향을 보였다. 이는 노지재배의 일반토양에 비하여 인공 상토가 물리적으로 통기성 배수성이 비교적 양호하여 액비를 공급한 상토의 pH 및 EC 값이 상승함에 따라 질산화작용에 관련된 미생물 군수가 증가되어 질산염 농도가 높아진 결과라 판단된다 (Hong *et al.*, 1989).

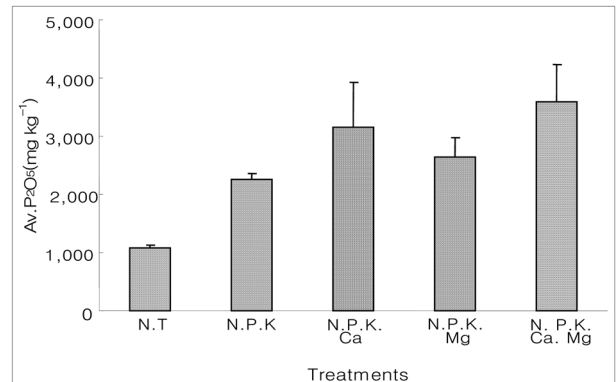
그러나, 전반적으로 본 시험의 상토에 질산염이 과다하게 축적되어 있어 시설재배환경조건에서 기존의 상토로 도라지를 재배할 경우 질산염 축적에 의한 과잉공급과 고품질생산에 차질이 우려되므로 향후 도라지육묘재배에 적합한 새로운 상토용 개발이 보다 근본적인 개선방향이라 판단된다.



N.T: non treatment



**Fig. 1.** Contents of total nitrogen and inorganic nitrogen in bed soil by application of inorganic fertilizer during seedling period.



**Fig. 2.** Available phosphate content in bed soil by application of inorganic fertilizer during seedling period.

유효인산의 함량에 있어서는 무처리 상토의 경우 1,064.7 mg kg<sup>-1</sup>이었으나, 삼요소 (N.P.K)를 포함한 모든 액비를 공급한 상토에는 이보다 더 높아 최소 2265.8 (N.P.K. 처리구)~ 최대 3596.8 (N.P.K. Ca.Mg 처리구) mg kg<sup>-1</sup>까지 증가됨을 확인할 수 있었다 (Fig. 2). 따라서 액비 중 인산을 공급함에 따라 오히려 유효인산이 한층 더 과다하게 축적되었다. 이는 작물재배에 있어 유효인산의 적정수준인 300~500 mg kg<sup>-1</sup> 범위보다

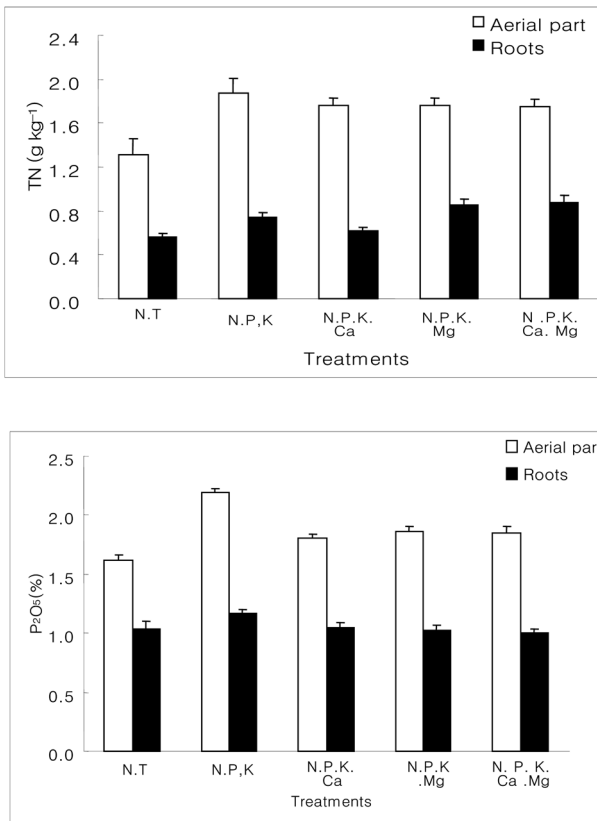


Fig. 3. Variations in total nitrogen and phosphoric acid contents in the aerial parts and roots of *Platycodon grandiflorum* by application of inorganic fertilizer during seedling period.

는 약 6~10배 가량 증가된 결과이다. 따라서 향후 시설육묘재배조건에서 판매상의 상토를 이용하여 도라지를 재배할 경우에는 상토의 인산함량을 수준에 따라 인산공급량, 공급횟수 및 공급유무의 판단이 필요하며, 만일 인산공급이 필요할 경우 도라지 생육과정에 가장 효과적인 적정공급 시기를 규명하는 것도 필요하다고 본다.

### 3. 시비조건별 도라지 유묘의 질소 및 인산함량 변화

도라지시설재배 조건에서 유묘시기에 액비처리 조건에 따라 식물체로의 질소 및 인산흡수 효과에 관한 시험결과는 Fig. 3과 같다. 지상부의 총질소 (TN) 함량은 액비를 공급하지 않고 상토만으로 재배한 도라지 (N.T)에서는 1.31 g kg<sup>-1</sup> 인데 비하여 액비에 질소, 인산 및 칼륨 (N.P.K)을 공급한 도라지에는 총질소가 1.87 g kg<sup>-1</sup>으로 가장 높은 경향을 보였다. 또한 칼슘과 마그네슘을 각각 추가적으로 첨가하여 육묘재배한 도라지 지상부 중의 총질소함량은 1.76 g kg<sup>-1</sup>으로 이들 두 처리 간에는 비슷한 수준이고, 액비 중 삼요소 (N.P.K)에 칼슘과 마그네슘을 혼합처리한 도라지의 경우에는 총질소 함량이 1.75 g kg<sup>-1</sup>로 칼슘, 마그네슘 단독처리구와 큰 차이가 없었다.

도라지 유묘기의 근부의 총질소 함량은 무처리구에서 0.56 g kg<sup>-1</sup>이지만, 액비의 무기영양원소 중 삼요소 (N.P.K)만을 공급한 도라지 뿌리의 총질소함량은 0.74 g kg<sup>-1</sup>으로 증가되었다. 또한 삼요소 (N.P.K)에 마그네슘과 칼슘, 마그네슘을 혼합한 도라지 근부에는 각각 0.85, 0.87 g kg<sup>-1</sup>으로 증가하는 경향을 나타내었다. 삼요소 (N.P.K)에 칼슘을 추가적으로 혼합한 액비를 처리한 도라지의 경우, 총질소 함량이 0.62 g kg<sup>-1</sup>으로 나타났다. 따라서 근부의 총질소 함량은 삼요소 (N.P.K)+마그네슘 (Mg) > 삼요소 (N.P.K)+칼슘 (Ca)+마그네슘 (Mg) > 삼요소 (N.P.K) > 삼요소 (N.P.K)+칼슘 (Ca) > 무처리 순으로 함량 차이를 보였다.

도라지 지상부위의 인산함량에 있어서는 무처리구에서 1.62%인데 비하여 삼요소 (N.P.K)만을 처리한 도라지에서는 2.19%로서 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 도라지 유묘기의 지상부에서 액비 중 삼요소 (N.P.K)에 각각 칼슘 및 마그네슘을 단독 첨가하여 처리한 시료와 칼슘과 마그네슘을 혼합하여 처리한 시료 간에는 1.81~1.85% 범위로서 유의적인 차이가 없었다. 전반적으로 시설재배조건에서 도라지 유묘기 시기에는 액비의 무기영양원소 공급요소 선택에 있어, 인공상토 조건에서 삼요소 (N.P.K)만을 처리하여도 질소와 인산 흡수효과에 큰 문제가 없는 것으로 확인되었다. 그러나 도라지는 다년생식물이므로 이에 지속적으로 시설재배에 무기영양공급 조건에 따른 생리적인 기작에 관한 세부적인 연구가 필요하다고 생각된다.

본 시험의 시설재배조건에서 도라지 유묘기 시기에 지상부와 근부로 분류하여 식물체내의 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)와 질산태질소 (NO<sub>3</sub>-N)를 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 도라지 유묘기의 지상부에 암모니아태질소와 질산태질소가 무처리구에서 각각 390.3, 396.4 mg kg<sup>-1</sup> 수준으로 나타났고, 이에 비하여 삼요소 (N.P.K) 처리구는 각각 466.0, 442.4 mg kg<sup>-1</sup>으로 그 함량이 증가하였다. 또한 액비를 처리한 무기영양원소 중 삼요소 (N.P.K)에 칼슘과 마그네슘을 추가적으로 단독 첨가하거나 혼합하여 질산태질소가 암모니아태질소 함량보다 다소 높은 경향을 보였다. 이는 액비의 제조과정에서 칼슘과 마그네슘이 첨가되어 상토의 pH 값의 상승과 물리적 특성이 일반 토양에 비하여 통기성과 배수성이 양호하였기 때문인 것으로 판단된다.

도라지 유묘 뿌리의 경우 무처리구에서는 암모니아태질소 및 질산태질소가 각각 307.9, 188.0 mg kg<sup>-1</sup>이지만, 액비 무기영양원소 중 삼요소 (N.P.K)만을 처리한 구에서는 암모니아태질소와 질산태질소가 각각 404.2, 213.6 mg kg<sup>-1</sup>으로 증가하였고 질산태질소보다 암모니아태질소의 함량이 많은 것으로 확인되었다.

손 등 (1999)은 효소활성도가 왕성하여 질소동화작용이 활발히 진행되면 토양으로 흡수되는 질산염을 유기태질소 화합

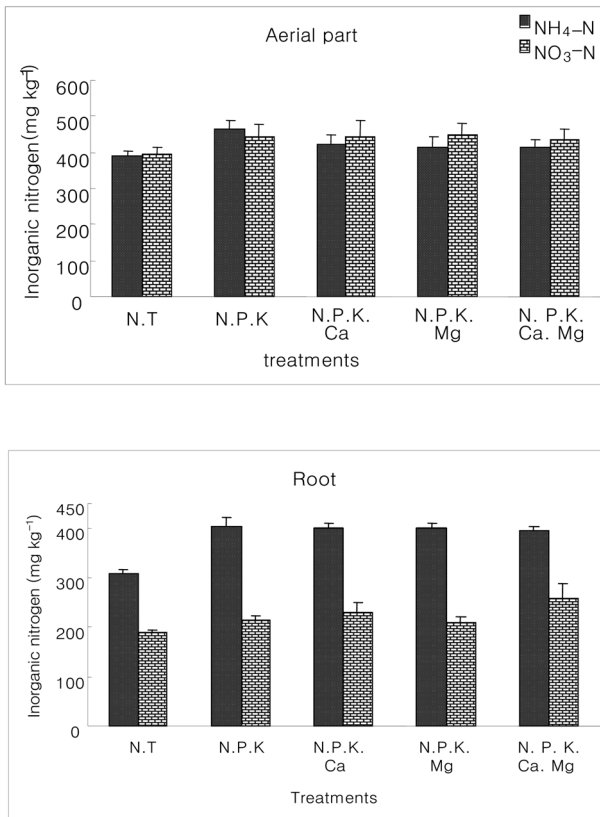


Fig. 4. Contents of ammonium nitrogen and nitrate nitrogen of *Platycodon grandiflorum* by application of inorganic fertilizer during seedling period. (N.T: non treatment).

물로 합성해 나가는 경우 식물체에 질산염 축적 가능성은 거의 없으며, 주로 엽채류 작물에 유전자내에 저장되어 있는 잠재적 질소동화능력 (Potential N assimilation capacity)을 상회하는 다량의 질산태질소가 식물체내로 흡수되는 경우 식물체에 질산염이 축적되는 현상이 발생한다는 보고 내용을 고려할 때 도라지 뿌리에는 영양생리적으로 암모니아태질소를 선택적으로 흡수된 결과가 아닌가 생각된다.

또한 무처리구를 제외한 액비의 처리조건에 따라 질산태질소 함량차이는 그다지 크지 않으나 지상부에 비하여 액비를 처리한 도라지 근부의 암모니아태질소의 함량에는 처리간에 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

#### 4. 시비조건별 도라지 유묘의 생육 및 수량성

도라지를 시설육묘조건에서 90일간의 유묘기간 동안 재배하여 액비 무기영양공급 조건에 따른 도라지의 생육 및 수량에 대하여 조사한 결과는 Table 3과 같다.

초장은 무처리구 (N.T)에서 주당 평균 6.74 cm인데 비해 삼요소 (N.P.K)만을 처리한 구에서는 주당 평균 16.02 cm로 증가되었다. 또한 액비 삼요소 (N.P.K)에 칼슘 및 마그네슘을 단독 첨가하거나 혼합 처리한 구에서도 주당 평균 11.36~14.44 cm로 향상되었다. 엽수도 무처리구에서는 본당 10.2개였지만, 액비 중 삼요소 (N.P.K)만을 처리한 구에서는 엽수가 주당 36.0개, 삼요소 (N.P.K)에 칼슘과 마그네슘을 단독 첨가하거나 혼합 처리한 구에서 엽수는 주당 28~37개였다. 도라지 근부의 생체중은 무처리구에서는 주당 2.69 g이었지만, 삼요소 (N.P.K)만을 처리한 경우 근부의 생체중이 7.73 g로 약 3배 증가되었다.

또한 삼요소 (N.P.K)에 칼슘과 마그네슘을 단독 첨가하거나 혼합 처리한 구에서 도라지 뿌리의 생체중이 주당 5.85~6.01 g으로 약 2배 이상 증가되었다. 따라서, 본 연구결과 다년생 도라지를 시설육묘재배조건에서 축적재배가 가능할 것으로 판단된다.

즉, 본 연구에서 육묘시험 재배기간이 약 90일 (유묘기)이라는 것을 감안하여, 경남지역 주요 도라지 노지재배지에 2년생 근부의 주당 생체중이 평균 22.5~54.6 g 범위라고 한 기존의 연구결과와 비교해 볼 때 (Lee *et al.*, 2000) 새로운 시설재배 조건이 도라지의 근부성장을 높이는 데 크게 기여함을 확인할 수 있었다.

다음으로, 시설육묘 재배조건에서 도라지 유묘기에 액비를 처리하여 질소 및 인산 함량이 생육 및 수량성에 미치는 영향을 확인하고자 상관관계를 분석한 결과 (Table 4) 총질소는 엽수와 0.1%에서 고도의 유의성이 인정되었으며, 지상부중, 근중 및 초장과 1%의 유의성이 있었다.

도라지 내의 암모니아태질소 (NH<sub>4</sub>-N)는 초장과 1%에서 유의성이 인정되었고, 질산태질소는 생육 및 수량 간에는 연관성이 크지 않았다. 또한 인산 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 근중 및 초장 간에는 0.1%에서 유의성이 인정되었고, 엽수와 지상부중 간에는 1%에서 유의성이 있음을 확인하였다.

이상의 결과는 도라지 재배에서 질소의 분시비율에 따라 생

Table 3. Growth and yield of *Platycodon grandiflorum* with mineral nutrient supply.

Treatments	Plant height (cm)	Number of leaves (ea/plant)	Fresh weight of aerial parts (g/plant)	Fresh weight of roots (g/plant)
N.T	6.74±2.82	10.2±2.48	1.07±0.41	2.69±0.44
N.P.K	16.02±4.34	36.0±7.58	3.95±0.88	7.73±2.91
N.P.K.Ca	12.06±2.37	28.2±3.11	2.81±1.22	6.01±2.82
N.P.K.Mg	11.36±2.07	36.0±8.45	3.23±1.49	5.59±1.11
N.P.K.Ca.Mg	14.44±2.84	37.8±11.03	3.07±0.77	5.85±1.29

**Table 4.** The relationship between inorganic fertilizer and growth characteristics of *Platycodon grandiflorum* (n = 25).

Factors	Root weight	Plant height	No. of leaves	Weight of aerial parts
TN	0.541**	0.591**	0.665***	0.517**
NH <sub>4</sub> -N	0.392	0.434*	0.340	0.384
NO <sub>3</sub> -N	0.161	0.185	0.386	0.217
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.771***	0.637***	0.583**	0.587**

\*, \*\*, \*\*\* ; significant at p = 0.05, 0.01 and 0.001, respectively.



**Photo. 1.** Seedling cultivation of *Platycodon grandiflorum* (A) and whole plants after 90 day cultivation (B) by application of inorganic fertilizer during seedling period.

육 및 수량성에도 미치는 영향이 크다는 기존의 연구결과와 일치한다고 볼 수 있다 (Seong *et al.*, 2004).

### 감사의 글

본 논문은 2011년도 경남과학기술대학교 기성회연구비와 농촌진흥청 도라지산학협력단 사업의 지원에 의해 이루어진 연구결과로 이에 감사 드립니다.

### LITERATURE CITED

Hong SD, Jeong UC, Lee YH and Kim JJ. (1989). Temperature effect on nitrification and interrelationship between NO<sub>3</sub>-N and tobacco productivity in some tobacco tillage soils with different soil pH. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 22:290-295.

Jung GB, Kim KS and Ryu IS. (1996). Chemical properties of medicinal plant cultivated soils. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer 29:20-25.

Kim JK, Lee YH, Lee CH and Jo DJ. (1998). Gyeongnam regions nursery bed fact finding survey. Spring symposium conference, Korea Journal of Soil Science and Fertilizer. Abstract p. 141.

Lee CB. (1980). An Illustrated Guide to Korea Flora. Hyangmun Press. Seoul, Korea. p. 725.

Lee CH, Lee SW and Lee HY. (2010). Change of soil chemical properties according to cultivation area and cultural year for *Platycodon grandiflorum*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:273-279.

Lee GJ, Gang BG, Kim HJ, Bak SG and Min GB. (2001). Effect of nitrogen fertilizers on soil pH, EC, NO<sub>3</sub>-N and lettuce (*Lactuca sativa*. L.) growth. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 34:122-128.

Lee HY, Kim JG, Bak SR, Choe YJ, Jo SJ and Yun HD. (2000). Rhizome rot incidence of *Platycodon grandiflorum* as influenced by the soil chemical properties and microbial flora. Korean Journal of Environmental Agriculture. 19:62-66.

Lee JI. (1988). Medicinal Herbs: Great Function. Oseong Press. Seoul, Korea. p. 459-462.

Lee SE and Lee CS. (1994). Nutrient balance and application efficiency of nitrogen and potassium in salt-accumulated greenhouse soil. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 27:78-84.

Mabberley DJ. (1987). The Plant Book. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom p. 461.

Rural Development Administration (1988). Soil Chemistry Analysis Method.

Rural Development Administration (1997). Theory and Experiment of Crop Cultivation Physiology. p. 607-608.

Seong JD, Kim GS, Kim HT, Bak CHB and Kim SM. (2004). Effect of split application of nitrogen fertilizer on growth and yield in *Platycodon grandiflorum* A. DC. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:437-441.

Sohn SM, Kim YH and Yun JY. (1999). Nitrate contents in vegetables cultivated by organic farming in Korea. Korean Journal of Association of Organic Agriculture. 7:125-151.