

질소 분시 비율에 따른 도라지의 생육 및 수량

성재덕*† · 김금숙** · 김현태* · 박충범* · 김성만***

*작물과학원 영남농업연구소, **작물과학원, ***밀양대학교

Effect of Split Application of Nitrogen Fertilizer on Growth and Yield in *Platycodon grandiflorum* A. DC.

Jae Duck Seong*†, Geum Soog Kim**, Hyun Tae Kim*, Chung Berm Park*, and Seong Man Kim***

*Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, Miryang 627-803, Korea.

**National Institute of Crop Science, Suwon 441-857, Korea.

***Miryang National Univ, Miryang 627-702, Korea.

ABSTRACT : These studies were conducted to investigate the proper method of nitrogen application for increasing the growth stability and quality in balloon flower (*Platycodon grandiflorum* A. DC.). In growth characteristics by split ratio of nitrogen application, stem diameter, number of branching roots and number of leaves were higher at the split ratio of 50:50 (nitrogen were splitted a half with basal application and the other half in autumn) than at 70:30. Root length, root diameter and number of branching root were higher at 50:50 than those of 70:30. The root yield was increased by 30% (230 kg/10a) at 50:50 compared with that of the 70:30. The crude saponin contents of root from 50:50 was 4.68%.

Key words : *P. grandiflorum*, nitrogen application ratio, growth, saponin

서 언

도라지 (*Platycodon grandiflorum* A. DC)는 초롱꽃과 (Campanulaceae)에 속하는 다년생초본으로 그 뿌리를 약재로 사용할 경우 길경이라 한다. 꽃의 색깔은 백색, 자색, 분홍 등이 있고, 화형은 홑꽃과 겹꽃이 있는데 7월 상순경부터 줄기 끝에서 부채모형의 취산형으로 개화한다. 우리나라의 산야에 많이 야생하고 있는 것은 대체로 자색의 꽃이 피는데 반해 대부분의 농가에서 재배되는 것은 백색과 자색의 꽃이 혼합되어 있다. 도라지는 내한성이 강한 식물로 우리나라 대부분 지역에서 재배 가능하지만 햇빛이 잘 드는 양지쪽이 좋다. 토양은 사양토보다 식양토에서 생육과 수량이 높으며 (성, 1998) 토심이 깊고 유기물 함량이 많은 곳이 좋다. 모래땅이나 자갈밭에서는 잔뿌리가

많이 내리고 뿌리의 비대가 불량해진다.

도라지의 주요 약효성분으로는 triterpenoid saponin인 platycodin A, C, D 등이 밝혀졌으며 (Tada *et al.*, 1975; Konishi *et al.*, 1976) 이외에 inulin, betulin, stigmasterol 등이 함유되어 있다. 약리작용으로 거담, 진해, 항균, 혈압강하 및 혈당강하작용 등이 있으며 그 외에도 숨가쁨, 인후통과 가슴, 옆구리, 허리가 결리고 아플 때에 사용되기도 한다 (이 등, 1996; 진, 1982; 성, 1989). 최근에는 도라지의 수 추출액이 항암활성을 발현한다는 사실도 보고되고 있다 (Lee *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 1998).

도라지는 유용한 약리 작용뿐만 아니라 채소로서도 그 독특한 향과 맛이 지니고 있어, 오랜 옛날부터 꾸준히 농가에서 널리 재배하여 왔다. 그러나 도라지는 체계적인 재배법이 없이 관행적 방법으로 각 농가마다 소단위 면적으

† Corresponding author : (Phone) +82-55-350-1213 (E-mail) sungjd@rda.go.kr

Received January 29, 2004 / Accepted November 6, 2004

로만 재배되어 왔다. 이러한 관행을 개선하고자 최근에 재배법과 관련한 다수의 연구가 수행되어 왔으나 이론적 체계를 갖춘 재배법 확립은 미흡한 실정에 있다. 그 재배방식의 개선보다는 주로 재배방법에 따른 품질 분석 위주로 연구가 보고된 바 있고 (Cho, 1985; 손, 1975; 정과 황, 1994) 도라지 재배에 알맞은 적정 토성을 구명한 연구는 있었으나 (성, 1998) 시비방법에 관한 연구는 보고된 바 없었다. 따라서 본 연구는 도라지 재배시 분시 비율을 달리하여 질소를 시비함으로써 토양의 이화학적 특성 및 도라지 생육과 수량성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 1998년부터 2년간 영남농업시험장 전작포장에서 수행하였으며, 시험재료로 밀양1호를 4월 10일에 파종하였는데, 재식 거리는 20×10 cm로 하였고, 파종량은 10a당 2 kg 수준으로 파종한 후 짚으로 피복하였다.

시험구는 난괴법 4반복으로 배치하였고, 시비량은 10a당 질소 15 kg, 인산 18 kg, 칼리 15 kg과 퇴비 2,000 kg을 각각 표준 시비량으로 하여, 인산, 칼리, 퇴비는 파종당시 전량 기비로 시용하였고, 질소는 적정 분시비율을 구명하기 위해, 1년생 도라지에 대해서는 기비와 추비의 분시비율을 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 의 4처리로 하고, 다시 추비는 2회로 나누어 6월 20일과 7월 20일에 분시하였다. 2년생 도라지의 시비는 기비 없이 질소 15 kg을 각각 추비만 100:0, 15:15, 25:25, 35:35 비율로 2회 나누어 1년생 재배와 같은 시기에 분시하였다. 종자가 발아 된 후에 피복한 짚은 바로 제거하였고, 제초는 총 3회 손제초를 실시하였는데, 최초 1회 제초는 종자 발아 후 30일 만에 하였고 2, 3회 제초는 20일 간격으로 실시하였다. 생육 및 수량조사는 20개체를 선발하여 경장, 경태, 분지수, 엽수 등 지상부 형질을 조사한 후, 지하부를 굴취하여 주근장은 근두부에서 주근의 끝까지의 길이로, 주근경은 주근의 최대 직경으로, 지근수는 주근에 착생한 지근의 총수로서 조사하였다.

토양 이화학적 성분은 pH, 유기물은 Tyurin method, 치환성 Ca, Mg, K 등 치환성양이온은 1 M NH₄-acetate (pH 7.0)로 추출하여 유도결합 플라즈마 분광분석기 (Perkin Elmer 3300DV)로 분석하였고, 유효인산은 Lancaster 법에 따라 비색계 (Milton Roy 3000)로 분석하였다 (RDA 2000). 조사포닌 함량은 수포화 BuOH 추출법으로 분석하였다. 도라지 분말 시료 4 g에 80% MeOH 50 ml를 넣고 80℃에서 30분간 1차 환류추출한 후 Whatman No.2 여과지에 통과시켜 여과하고 잔류물에 다시 80% MeOH을

40 ml씩 넣어 2차, 3차동일 조건으로 환류추출한 후, 모든 여과액은 합하여 회전 진공 농축기를 사용하여 진공 농축하였다. 조사포닌 분획을 얻기 위해 앞에서 얻어진 MeOH 농축액은 EtOAc/H₂O (1:1) 혼합용매 60 ml를 사용하여 용매분배를 실시한 후 비극성 분획인 EtOAc분획은 1차 제거하고 물 분획은 동량의 수포화 n-BuOH 용매를 총 3회 사용하여 분배 추출한 후, 최종 n-BuOH 분획만을 농축하여 조사포닌 분획을 얻었는데 조사포닌 분획은 회전 진공 농축기에서 1차 농축 한 후 최종 진공건조기에서 완전히 용매를 제거한 후 정량법에 의거하였고, 이 과정에서 시료가 함유한 수분 함량도 수분정량을 한 후 보정하였다.

결과 및 고찰

토양 화학적 특성 변화

시험 전 표토의 화학적 특성은 토양 pH가 6.0, 유기물함량이 32 g kg⁻¹, 유효인산함량이 212 g kg⁻¹로 도라지 재배에 적절한 토양이었다. 질소분시수준별 시험 후 토양의 화학성은 토양 pH가 6.3~6.6으로 다소 높아졌으며 토양유기물 및 유효인산의 함량도 시험 이후 증가되었다 (Table 1). 이와 같은 결과는 토성에 따른 길경 생육 및 사포닌 함량변이를 구명한 연구 결과와 비슷한 경향이었다 (성 등, 1999). 그래서 도라지 재배 시에는 질소분시량과 회수를 감안하여 알맞게 분시 하는 것이 생육과 사포닌 함량을 높이는 데 유리할 것으로 생각 된다.

토심 간에는 표토보다 심토가 유기물과 유효인산 함량이 다소 높은 경향을 보여주었고, 질소 분시비율 간에는 기비중점인 100:0이나 70:30분시구보다 추비시용이 많은 50:50과 30:70 분시구에서 전체적인 토양양분 함량이 높았다. 이는 질소량의 증가에 의해 유기물분해 및 작물이용 등으로 인하여 이화학적 반응을 알맞게 역할을 해 준 것으로 사료된다.

도라지 생육 및 수량

지상부 생육은 도라지 재배 년수간에 많은 차이가 있었는데, 지상부는 1년생의 경우 4월 20일에 대부분 출현하였고, 2년생은 4월 11~12일 사이에 모두 출현하였다. 2년생 도라지는 1년생에 비하여 개화기가 약 1개월 빠르고, 경장은 약 2배 이상인 42~47 cm 정도 더 컸으며, 경태는 평균 11% 정도 더 굵고 분지수는 2배 이상 많았으며 엽수는 63% 더 많은 52~58개였다 (Table 2).

질소 분시 비율 차이에 따른 도라지 지상부 생육을 비교해 보면, 1년생은 기비 30%, 추비 70%로 시용했을 때가 경장과 경태가 각각 40 cm, 5.9 cm이었고, 분지수, 엽수는 각각 5.7개, 39개로서 가장 많았다. 반면에 2년생에서는

Table 1. Changes of soil chemical properties by different split ratio of nitrogen application (2 year old root).

Treatment		pH (1:5)	OM (g kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg)	EX.cations (cmol ⁺ /kg)			
					Ca	K	Mg	Na
Before treatment	Top soil	6.0	32	212	5.11	0.67	0.79	0.16
	Sub soil	5.8	34	254	4.40	0.61	0.73	0.11
100:0	Top soil	6.4	34	264	4.65	0.66	0.77	0.15
	Sub soil	6.3	35	287	4.41	0.63	0.74	0.12
Split ratio of nitrogen application (%) [†]	70:30	6.3	32	302	5.21	0.64	0.79	0.17
	Sub soil	6.3	34	312	5.19	0.60	0.72	0.15
50:50	Top soil	6.5	38	334	5.39	0.59	0.80	0.16
	Sub soil	6.4	39	348	5.08	0.55	0.78	0.12
30:70	Top soil	6.6	36	322	5.42	0.61	0.81	0.16
	Sub soil	6.4	38	351	5.12	0.57	0.76	0.11

[†] Split ratio = Basal application : top dressing application.

Table 2. Growth characteristics of aerial parts of *P. grandiflorum* under different split ratio of nitrogen application.

Ratio of N application		Shooting date	Flowering date	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Branches (no./plant)	Leaves (no./plant)
Basal dressing	Top dressing %						
1 year old roots							
100	0	4.20	8.5	3.7	5.1	5.5	3.4
70	15:15	4.20	8.5	3.5	5.4	4.7	3.0
50	25:25	4.20	8.6	3.6	5.7	5.3	3.4
30	35:35	4.20	8.5	4.0	5.9	5.7	3.9
2 year old roots							
0	100:0	4.11	7.6	8.4	5.8	11.6	5.8
0	70:30	4.12	7.6	7.7	6.2	7.9	5.2
0	50:50	4.12	7.7	7.9	6.6	13.0	5.7
0	30:70	4.12	7.7	8.7	6.1	14.0	5.5
LSD.05 (1 year old roots):		-	-	6	0.8	0.9	8
(2 years old roots):		-	-	10	0.9	5.8	7

50:50 2회 추비 구에서 경태가 6.6 cm로서 가장 굵고 분지수, 엽수는 13개와 57개로서 30:70 추비구와는 유사한 경향이고 70:30 추비구보다는 각각 5개씩 더 많은 경향을 보였다. 이와 같이 2년생 도라지의 지상부 생육이 50:50 질소분시 처리 구에서 생육이 양호한 것으로 보아 후기에 질소 추비량을 증가시켜 시비하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

지하부 생육과 수량은 도라지 재배 년수간에 많은 차이가 있었는데 (Table 3), 1년생의 주근장은 7.3~11.1 cm 범위에서 서로 다른 질소 분시 비율에 따른 차이를 나타내

었고, 지근수도 주당 4.4~5.7개, 주근경은 5.8~6.2 mm 범위로서 다소 차이를 보였다. 2년생은 1년생 보다 생육이 빠르게 진행되었는데, 주근장의 크기가 15.9~16.5 cm이고, 주근경은 11.2~12.3 mm로 약 2배 정도 컸고, 지근수는 주당 5.5~5.7개 범위로서 1년생과 큰 차이는 보이지 않았다. 수량에서는 1년생 생근은 10a에 최고수량이 457 kg, 건근은 92 kg 인데 반해 2년생은 생근 898 kg, 건근 230 kg 정도였는데 건근만을 비교하면 2년생은 1년생 근에 비해 약 2.5배 정도 수량이 높았다.

질소 분시 비율 차이에 따른 지하부 생육에서 (Table 3)

Table 3. Growth characteristics and yield of roots of *P. grandiflorum* under different split ratio of nitrogen application.

Ratio of N application		Root length	Axillary roots	Root diameter	Dry ratios	Yield		
Basal dressing	Top dressing					Fresh root weight	Dry root weight	Index
%		(cm)	(no./plant)	(mm)	(%)	(kg /10a)	(kg /10a)	
1 year old roots								
100	0	73	45	62	19.4	387	75	106
70	15:15	98	50	59	19.8	359	71	100
50	25:25	11.1	53	62	20.1	457	92	130
30	35:35	10.9	44	58	20.2	420	85	120
2 yearold roots								
0	100:0	15.9	56	11.9	25.4	837	211	102
0	70:30	15.9	55	11.2	25.2	813	206	100
0	50:50	16.5	57	11.5	25.8	898	230	112
0	30:70	16.2	56	12.3	25.0	892	226	110
LSD.05 (1 year old roots):			34	05	28	20	92	20
(2 years old roots):			1.2	03	1.5	1.1	78	15

2년근을 보면 추비를 1회 전량 100% 시비한 것보다 50:50 2회 나누어 시비한 것이 주근장이 16.5 cm로서 가장 길었고, 지근수도 평균 5.7개로서 가장 많았으나, 주근경은 30:70 추비구의 12.3 cm 보다는 가는 것으로 나타났다. 도라지 수량은 면에서는 2년생 생근과 건근이 50:50 2회 추비 구에서 각각 898 kg, 230 kg으로 가장 많았고, 그 다음이 30:70%의 추비 구에서 가장 많았다. 따라서 1년차에서의 분시비율은 기비 50%, 추비 50%로 주되, 추비 50%를 2회 나누어 시비하고 2년차는 추비만 시비하는데 이 때 50:50로 2회 나누어주면 수량 증대에 유리할 것으로 생각된다.

도라지의 조사포닌 함량 변이

2년 근에서 조사포닌을 정량한 결과 (Table 4), 100% 1회 시비 구에 비하여 2회 분할 시비구가 조사포닌 함량이 약 10~17% 정도 더 높았는데 그 중에서도 50:50 분시구에서 4.68%로 가장 높았으며 70:30 분시구와 30:70 분시구는 각각 4.45%, 4.42%로서 유사한 함량을 나타내었다.

겉껍질에서 조사포닌 함량이 다른 부위에 비해 가장 높았다는 보고 (Saeki *et al.*, 1999)로 보아 50:50 분시구의 도라지가 겉껍질 비율이 다른 분시구보다 더 클 것으로 예상 할 수 있었으나 이에 대한 정확한 분석이 필요할 것으로 생각된다. 한편 도라지의 겉껍질 제거시 주요 약효성분인 platycodin D의 함량이 감소한다 (Saeki *et al.*, 1999)

는 보고로 보아 도라지 겉껍질에 platycodin D 분포도가 높은 것으로 유추할 수 있는데 이는 인삼, 시호 등의 뿌리 약초가 주근 보다는 근피 비율이 높은 지근에서 주로 사포닌 함량이 높은 사실로도 설명된다. 따라서 도라지를 약제로 쓰는 경우 지나치게 선택을 우선시하여 겉껍질을 깨끗하게 세척하여 벗겨서는 안 될 것으로 판단된다. 사포닌 함량이 이처럼 품질을 평가하는 중요 성분 인자로 취급되는 것은 도라지의 진해, 거담, 용혈작용 등 주요 약효가 주로 사포닌의 작용에 기인하는 것으로 알려져 있기 때문이다. 한편 용혈작용은 2년근이 제일 강하고 1년근이 그 다음이고 3년근은 그 작용이 가장 약하다는 보고 (김 등, 1997)를 감안 할 때 약리작용 측면에서 2년근 수확이 바람직하다고 볼 수 있다.

Table 4. The contents of crude saponin of *P. grandiflorum* under different split ratio of nitrogen application.

Ratio of N application(%)		Crude saponin contents (%)
1st application	2nd application	
100	0	4.01
70	30	4.45
50	50	4.68
30	70	4.42
LSD.05 (2 years old roots):		0.39

적 요

도라지 재배시 질소 분시 비율이 생육 및 수량에 미치는 영향에 대하여 연구한 도라지 수량 면에서는 2년생 생근과 건근이 50:50 2회 추비 구에서 각각 898 kg, 230 kg으로 가장 많았고, 그 다음이 30:70의 추비 구에서 가장 많았다. 1년차에서의 분시비율은 기비 50%, 추비 50%로 하되, 추비 50%를 2회 나누어 시비하고 2년차는 추비만 시비하는데 이 때 50:50로 2회 나누어 주면 수량 증대에 유리할 것으로 생각된다.

시험결과에서 지상부 생육은 년수 간에는 1년생보다 2년생이 출현기, 개화기가 더 빠르고 경장, 경태가 더 크며 분지수, 엽수도 모두 더 많아 전체적인 생육이 양호하였다. 질소 분시 비율 차이에 따른 지상부 생육은 2년생 근에서는 50:50 2회 추비구가 다른 추비구보다 경태가 굵고, 분지수, 엽수가 많은 경향을 보였다. 2년근 지하부 생육은 50:50 2회 추비 구에서 주근장도 가장 길고 지근수도 가장 많아 수량도 건근 230 kg/10a로서 70:30 추비 구 보다 30%의 수량 증대를 보였다. 조사포닌 함량에서도 50:50 추비구가 4.68%로서 가장 높았다. 따라서 도라지 질소 분시 비율은 1년차는 기비 50%와 추비 50%로 하고 2년차는 추비를 50:50 비율로서 2회로 나누어 시비하는 것이 수량과 품질면에서 모두 바람직하며, 특히 2년생 이상을 수확하는 것이 수량면에서 유리할 것으로 보였다.

LITERATURE CITED

Cho JT (1985) Physiological and ecological studies on the Chinese bellflower, *Platycodon grandiflorum* DC. J. Kor.

Soc. Hort. Sci. 26 (1):22-28.
 Kim YG, Lee BE, Kim KJ, Lee YT, Gho KB, Chung YC (1998) Antitumor and immunomodulatory activities of the *Platycodon grandiflorum* cultivated for more than 20 years. *Yakhak Hoeji* 42:382-387.
 Konishi T, Tada A, Shoji J, Tanaka O (1976) The structures of platycodin A and C, monoacetylated saponins of the roots of *Platycodon grandiflorum* *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 26(2):668-670.
 Lee GY, Hwan EI, Lim ST (1998) Effect of *Platycodon grandiflorum* DC extract on the growth of cancer cell Lines. *Korean Journal of Food Science Technology* 30(1):13-21.
 Lee, ST, Kim MB, Kim DK, Ryu JS, Lee HJ, Heo JS (1998) Production of Curd Yogurt from *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 6 (4):265-270.
 Saeki, T., Koike, K., Nikaid, T (1999) A comparative study on commercial, botanical gardens and wild samples of the roots of *platycodon grandiflorum* by HPLC analysis. *Planta Medica.* 65:428-431.
 Tada A, Kaneiwa Y, Shoji J, Shibata S (1975) Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle. I. Isolation and the structure of platycodin D. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 23(11):2965-2972.
 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1997) 완역 중약대사전. 정담. p. 797-803.
 성재덕 (1998) 영남농업시험장 시험연구보고서 (전작, 부산원에분야).
 성재덕, 김현태, 김금숙, 한상익, 곽용호 (1999) 토성에 따른 길경 생육 및 사포닌 함량. *한약작지.* 7(4):282-287.
 成煥吉 (1989) 건강生藥. 한국메디칼 인텍스사. p. 49-50.
 손세호 (1975) 작물시험장 시험연구보고서.
 이승택, 채영암 (1996) 약용작물재배. 향문사. p. 61-65.
 정연선, 황형백 (1994) 경상북도 농촌진흥원 시험보고서.
 陣存仁 (1982) 圖說 漢方醫藥大事典(II卷). 中國藥學大典. p. 274-277.