



# 플러그 트레이 셀의 크기, 광도, 시비 조건이 긴산꼬리풀의 육묘에 미치는 영향

권혁환<sup>1</sup> · 김수비<sup>2</sup> · 배준규<sup>3</sup> · 조원우<sup>4\*</sup>

## Effects of Plug Tray Size, Light Intensity, and Fertilization Condition on Seedling Growth of *Pseudolysimachion longifolium* (L.) Opiz

Hyuck Hwan Kwon<sup>1</sup>, Sui Kim<sup>2</sup>, Jun Kyu Bae<sup>3</sup> and Wonwoo Cho<sup>4\*</sup>

### ABSTRACT

Received: 2023 April 25

1st Revised: 2023 May 22

2nd Revised: 2023 June 26

3rd Revised: 2023 July 17

Accepted: 2023 July 17

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



**Background:** This study was conducted to develop an effective cultivation technique for *Pseudolysimachion longifolium* using plug trays with different cell sizes and light intensities.

**Methods and Results:** To investigate the growth difference according to the plug tray cell size, nursery soil was filled into trays of 34, 21, and 10 mL; to observe growth differences according to light intensity, the intensity was set at 50, 100, 200, 300, and 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Further, to determine differences according to the fertilizer concentration, Peters fertilizer was used at concentrations of 0, 500, 1,000, and 2,000  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . The overall growth of *P. longifolium* did not show statistically significant differences according to the cell size or tray volume. However, based on light intensity, higher shoot height, shoot width, leaf area, and above/below ground biomass were found under 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  intensity; further, based on fertilization level, plant growth was higher in all treatment groups than that in the control group; especially, the highest growth was observed at 2,000  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Therefore, seeding *P. longifolium* in a 10 mL plug tray and cultivating under a light intensity of 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  is considered economically beneficial for the mass production of superior individuals.

**Conclusions:** Overall, these results can facilitate the development of effective cultivation techniques for *P. longifolium* using plug trays.

**Key Words:** Growth Characteristic, Maximum Quantum Yield, Medicinal Plants, Native Plant, Sub-irrigation

## 서 언

우리나라에 자생하는 *Pseudolysimachion* 속 식물은 16 종이 있는 것으로 알려져 있는데 (KNA, 2023a), 그 중 긴산꼬리풀 (*Pseudolysimachion longifolium*)은 초장이 1 m 이상에 달하고 잎은 마주나기로 3 - 4 개씩 돌려나며, 보라색의 꽃은 총상꽃차례로 7 - 8월에 11 cm 정도로 개화하는 것을 특징으로 하고 있다 (KNA, 2023b).

또한, 긴산꼬리풀에는 현재 천식 치료에 사용되고 있는 montelukast라는 약물과 유사한 효과를 가지고 있는 verproside (3,4-dihydroxy catalpol)이 포함되어 있다고 보고되고 있어

(Oh *et al.*, 2006), 천식 치료에 도움이 될 수 있는 약용작물로서의 사용이 기대되고 있다

현재 *Pseudolysimachion* 속 식물은 야생화의 산업화를 위해 큰구와꼬리풀, 부산꼬리풀, 봉래꼬리풀 등 여러 종에 대해서 종자 발아, 육묘법 개발 및 내환경성 구멍 등 다양한 연구들이 진행되고 있지만, 현재까지 긴산꼬리풀에 대한 번식 및 재배 연구는 미비한 실정이다.

공정육묘 방법은 묘 생산 시설에서 질이 균일하고 규격화된 묘를 연중 계획적으로 생산할 수 있게 하는데 (RDA, 2023), 우리나라는 1990년대부터 공정육묘 시스템에 플러그 트레이를 이용하여 육묘와 생산을 하고 있다 (Lee *et al.*, 2015).

\*Corresponding author: (Phone) +82-31-540-8956 (E-mail) wonwoocho85@korea.kr

<sup>1</sup>국립수목원 정원식물자원과 연구원 / Researcher, Division of Garden and Plant Resources, Korea National Arboretum, Pocheon 12519, Korea.

<sup>2</sup>국립수목원 정원식물자원과 연구원 / Researcher, Division of Garden and Plant Resources, Korea National Arboretum, Pocheon 12519, Korea.

<sup>3</sup>국립수목원 정원식물자원과 연구관 / Researcher, Division of Garden and Plant Resources, Korea National Arboretum, Pocheon 12519, Korea.

<sup>4</sup>국립수목원 정원식물자원과 연구사 / Researcher, Division of Garden and Plant Resources, Korea National Arboretum, Pocheon 12519, Korea.

플러그 트레이는 노동력 절감과 묘의 균일화를 통하여 묘의 대량 증식 뿐만 아니라 식물생산의 분업화를 가능하게 하여 (Ito, 1992), 상업적으로 주로 이용되고 있다.

플러그 트레이를 이용한 육묘 연구는 많이 진행되어왔는데, 셀의 수와 크기 뿐만 아니라 셀에 파종하는 종자의 수에 따라서 식물의 반응이 달라져 생육 차이가 나타나며 (Shin *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2013), 시비 수준의 차이에 따라라도 생육이 다르게 나타나는 것으로 보고되어 있다 (Lee *et al.*, 2015). 이처럼 플러그 트레이를 이용한 육묘 연구를 하기 위해서는 셀 크기, 종자의 파종 수, 시비 조건 등 처리 조건이 식물의 생육에 영향을 미치기 때문에 식물 종이 필요로 하는 적합한 육묘법을 구명해야 할 필요성이 있다.

따라서 본 연구는 정원에서 관상소재로 이용될 뿐만 아니라 기능성을 가진 약용작물로서의 활용이 기대되는 긴산꼬리풀의 효과적인 육묘법 개발 및 보급을 위한 플러그 트레이의 셀 크기, 광 조건, 비료의 시비 조건에 따른 육묘의 생육 특성을 알아보고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

실험에 사용된 긴산꼬리풀 (*Pseudolysimachion longifolium*) 종자는 2018년 11월에 경기도 양평군 용문면에 위치한 유용 식물증식센터 내 온실 (37° 28'45.2"N 127° 35'51.4"E)에서 채종하여 정선 후 4°C에서 27 개월 동안 건조 보관 중이던 종자를 사용하였다.

### 2. 플러그 트레이 셀 크기에 따른 육묘 생육

플러그 트레이 셀 크기에 따른 긴산꼬리풀의 생육을 파악하기 위하여 셀 크기가 W × L × H : 280 × 540 × 45 mm로 규격이 동일한 34 ml/cell (72 구), 21 ml/cell (128 구), 그리고 10 ml/cell (200 구) 플러그 (Bumngong Co., Ltd, Jeongeup, Korea)를 사용하였다. 각각의 셀에는 원예상토 (Baroker, Seoulbio, Eumseong, Korea)를 충진 하였고 셀 당 2 - 3 립씩 파종하였다. 파종 후 10 일째에 솟아내기를 통하여 셀내의 식물이 균일하게 자라도록 했으며, 관수는 배지가 마르지 않게 일주일에 1 - 2 번 저면관수 하였다.

실험은 온도, 습도, 광량이 25 ± 1°C, 70 ± 5%, 100 ± 10 μmol/m<sup>2</sup>·s로 유지되고 광주기가 9/15 (h, day/night)로 설정되어 있는 phytotron system (Phyto-tron, Dooyoung E&C Co., Ltd., Yangju, Korea)에서 6 주간 진행하였으며, 광원은 white light emitting diode (LED) (HT400-White, ESLEDs, Seoul, Korea)를 사용하였고 파장은 406 nm - 770 nm이며, 최대 파장은 458 nm 이었다.

### 3. 광조건에 따른 육묘 생육

광조건의 차이가 육묘의 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 셀 크기에 따른 실험 결과에 따라서 10 ml/cell의 플러그 트레이를 이용했으며 파종 및 솟아내기는 셀 크기에 따른 실험과 동일하게 하였다.

광원은 셀 크기 실험과 동일한 장소에서 광량을 각각 50, 100, 200, 300, 400 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>로 설정했으며, 광량은 광센서를 이용하여 측정하였다.

### 4. 시비 수준에 따른 육묘 생육

비료 농도가 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 10 ml/cell의 플러그 트레이를 이용했으며 파종 및 솟아내기는 셀 크기, 광도에 따른 실험과 동일하게 하였다. 시비는 Peters (Peters professional, ICL Specialty Fertilizers, Summerville, SC, USA)를 사용하였으며, 성분 조성은 질소 20%, 인산 20%, 칼리 20%, 마그네슘 0.05%, 붕소 0.0125%, 철 0.05%, 망간 0.025%, 구리 0.0125%, 아연 0.025%, 폴리브덴 0.005%이다.

처리 별 농도는 무처리, 500, 1,000, 2,000 mg·l<sup>-1</sup>으로 설정하였고, 식물 개체는 솟아내기 후 4 일째에 진행했으며, 시비는 토양이 희석된 비료를 충분히 흡수할 수 있도록 주 1 회, 한 시간씩 저면관수 하여, 5 주간 진행하였다.

### 5. 조사항목 및 통계분석

긴산꼬리풀의 측정은 초장, 초폭, 엽면적, 근장, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 그리고 최대양자수율을 측정하였다. 초장은 지체부에서 식물의 가장 높은 부위까지 측정하였으며, 초폭은 식물의 가장 큰 폭을 측정하였다. 엽면적은 Image-J 프로그램 (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA)을 이용하여 측정했다.

지상부와 지하부의 생체중은 전자저울 (Shimadzu Analytical Balance AUW2200, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 건물중은 70°C의 항온 건조기에서 72 시간 동안 건조 후 측정하였다.

통계분석은 SPSS (version 20, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분산분석 했으며, 통계적인 차이가 유의한 경우에는 Tukey's HSD (honestly significant difference) test ( $p = 0.05$ )로 사후 검정하였다. 그래프는 Sigma plot 12.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 작성하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 플러그 트레이 셀 크기에 따른 육묘 생육

플러그 트레이의 셀 사이즈에 따른 긴산꼬리풀의 생육을 확인해 보았을 때, 전체적인 측정 항목에서 통계적인 유의성은 나타나지 않았지만 초장은 10 ml의 셀 사이즈를 적용한 경우

**Table 1.** Effect of Plug tray cell size on growth characteristics of *P. longifolium* at 6 weeks after treatment.

Cell size of plug tray (mL)	Plant		Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Longest root length (cm)	Fresh weight (mg)		Dry weight (mg)	
	height (cm)	width (cm)			Shoot	Root	Shoot	Root
34	3.9±0.38	6.8±0.60	4.0±0.10	9.7±0.62	318.1±29.47	95.8±14.78	23.7±4.07	4.6±0.80
21	4.5±0.10	7.2±0.21	4.5±0.32	9.5±0.36	322.4±16.69	97.5±6.96	22.2±1.14	4.8±0.33
10	4.7±0.02	7.2±0.40	4.7±0.30	11.4±2.00	342.8±13.89	103.0±8.63	23.2±1.73	4.9±0.50
Significance	NS <sup>a</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>a</sup>Mean separation within columns according to Tukey's honestly significant difference (HSD) test at 5% ( $p \leq 0.05$ ). NS; non-significant.

4.7 cm로 3.9, 4.5 cm의 초장을 나타낸 34, 21 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 더 높은 평균값을 나타냈으며 초폭은 10, 21 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 7.2 cm로 34 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우보다 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다 (Table 1).

엽면적은 4.7 cm로 10 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 가장 크게 나타났고 뿌리 길이 또한 10 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 11.4 cm로 가장 길게 나타난 반면 34, 21 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 뿌리 길이는 각각 9.7, 9.5 cm를 나타내어 10 mL의 셀 사이즈에서 약 2 cm 정도가 길게 나타났다. 또한, 셀의 부피가 줄어들수록 생체중과 건물중의 무게가 늘어나는 것을 확인할 수 있었다.

일반적으로 플러그 트레이의 셀 사이즈에 따른 유묘 재배를 할 경우, 셀의 크기가 클수록 배지의 양이 많아져 충분한 영양분의 공급으로 생육이 증진된다는 연구들이 있으나 (Shin *et al.*, 2000; Jeong *et al.*, 2020), Kim 등 (2019)은 작은 크기의 셀에서 육묘를 할 경우 뿌리돌림이 빠르게 진행되어 정식 가능한 기간이 단축된다고 하였다. 또한, 같은 속 식물인 큰구와꼬리풀과 부산꼬리풀의 경우에도 셀 부피 차이에 따른 통계적인 유의성은 나타나지 않았지만 경제적인 부분을 생각했을 때, 대량으로 생산하기 위해서는 10 mL 트레이를 이용하는 것이 효과적일 것이라고 보고한 바 있다.

긴산꼬리풀의 경우에서도 전체적인 생육에 있어서 통계적인

유의성은 나타나지 않았지만, 10 mL의 셀 사이즈를 적용한 경우 평균적으로 지상부와 지하부의 생장이 높게 나타났고 뿌리 길이 또한 가장 길게 나타난 것으로 보아 정식 후 우수한 생육을 기대할 수 있으며, 한 번에 많은 양의 유묘를 얻을 수 있어 경제적으로도 효과적인 증식을 가능하게 할 것으로 판단 된다.

**2. 광조건에 따른 유묘 생육**

광조건에 따른 긴산꼬리풀의 생육은 초장이 50, 100, 200, 300, 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광량에서 각각 2.3, 3.1, 4.7, 3.6, 3.0 cm로 나타나 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 가장 높았으며, 초폭 역시 광량별로 각각 2.9, 4.4, 7.2, 5.0, 4.6 cm로 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광량에서 가장 우수하게 나타났다. 엽면적은 50, 100, 200, 300, 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 각각 0.7, 2.2, 4.7, 4.3, 3.1  $\text{cm}^2$ 로 나타났고 뿌리 길이는 5.3, 5.8, 11.4, 8.4, 7.8 cm로 나타났다 (Table 2).

전체적으로 긴산꼬리풀의 생육은 50  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 까지 광량이 높아짐에 따라 증가하는 것으로 나타났지만  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이상의 광량에서는 오히려 생장이 억제되는 것을 확인할 수 있었으며, 생체중과 건물중에서도 비슷한 양상을 보였다.

광량에 따른 생육은 식물의 종에 따라 차이가 있는데, 상추

**Table 2.** Effect of light intensity on growth characteristics of *P. longifolium* at 6 weeks after treatment.

Light intensity ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Plant		Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Longest root length (cm)	Fresh weight (mg)		Dry weight (mg)	
	Height (cm)	Width (cm)			Shoot	Root	Shoot	Root
50	2.3±0.2 <sup>d</sup>	2.9±0.3 <sup>c</sup>	0.7±0.1 <sup>d</sup>	5.3±0.3 <sup>b</sup>	25.9±5.2 <sup>d</sup>	2.4±1.2 <sup>b</sup>	2.2±0.3 <sup>c</sup>	0.4±0.0 <sup>b</sup>
100	3.1±0.2 <sup>bc</sup>	4.4±0.2 <sup>b</sup>	2.2±0.4 <sup>c</sup>	5.8±0.2 <sup>b</sup>	110.8±7.8 <sup>c</sup>	27.2±0.9 <sup>b</sup>	8.6±0.6 <sup>c</sup>	1.4±0.1 <sup>b</sup>
200	4.7±0.0 <sup>a</sup>	7.2±0.4 <sup>a</sup>	4.7±0.3 <sup>a</sup>	11.4±2.0 <sup>a</sup>	342.8±13.9 <sup>a</sup>	103.0±8.6 <sup>a</sup>	24.4±2.4 <sup>a</sup>	8.4±1.0 <sup>a</sup>
300	3.6±0.1 <sup>b</sup>	5.0±0.1 <sup>b</sup>	4.3±0.2 <sup>ab</sup>	8.4±0.0 <sup>ab</sup>	261.0±26.2 <sup>b</sup>	108.5±15.7 <sup>a</sup>	20.5±1.6 <sup>ab</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>
400	3.0±0.3 <sup>bc</sup>	4.6±0.1 <sup>b</sup>	3.1±0.3 <sup>b</sup>	7.8±0.2 <sup>ab</sup>	172.7±14.7 <sup>c</sup>	95.6±14.8 <sup>a</sup>	17.5±1.3 <sup>b</sup>	6.4±0.6 <sup>a</sup>
Significance	***	***	***	***	**	***	***	***

<sup>a-c</sup>Mean separation within columns according to Tukey's honestly significant difference (HSD) test at 5% ( $p \leq 0.05$ ). Significant at 1% or 0.1% (\*\* $p \leq 0.01$  or \*\*\* $p \leq 0.001$ ).

**Table 3.** Effect of fertilization levels on the growth characteristics of *P. longifolium* at 5 weeks after treatment.

Fertilizer content (mg · ℓ <sup>-1</sup> )	Plant		Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Longest root length (cm)	Fresh weight (mg)		Dry weight (mg)	
	Height (cm)	Width (cm)			Shoot	Root	Shoot	Root
0	4.7±0.02 <sup>c</sup>	7.2±0.40 <sup>b</sup>	4.7±0.30 <sup>b</sup>	11.4±2.00 <sup>c</sup>	342.8±13.89 <sup>c</sup>	103.0±8.63 <sup>b</sup>	20.5±1.61 <sup>c</sup>	4.9±0.48 <sup>b</sup>
500	6.1±0.11 <sup>b</sup>	7.2±2.71 <sup>b</sup>	7.2±0.33 <sup>ab</sup>	97.2±1.90 <sup>ab</sup>	396.1±9.32 <sup>bc</sup>	125.0±9.34 <sup>ab</sup>	35.6±1.20 <sup>b</sup>	8.6±0.52 <sup>a</sup>
1,000	5.8±0.20 <sup>b</sup>	7.9±1.60 <sup>ab</sup>	7.4±0.80 <sup>ab</sup>	95.5±0.60 <sup>b</sup>	416.0±20.30 <sup>b</sup>	123.4±8.10 <sup>ab</sup>	34.3±1.83 <sup>b</sup>	8.4±0.74 <sup>a</sup>
2,000	7.8±2.66 <sup>a</sup>	8.9±3.43 <sup>a</sup>	9.9±0.10 <sup>a</sup>	105.1±2.90 <sup>a</sup>	572.9±13.01 <sup>a</sup>	153.1±6.62 <sup>a</sup>	48.6±1.90 <sup>a</sup>	9.9±0.74 <sup>a</sup>
Significance	***	**	**	***	**	***	***	**

<sup>a-c</sup>Mean separation within columns according to Tukey's honestly significant difference (HSD) test at 5% ( $p \leq 0.05$ ). Significant at 1% or 0.1% (\*\* $p \leq 0.01$  or \*\*\* $p \leq 0.001$ ).

의 경우 white LED에서 광주기에 상관없이 100, 200, 300  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광량을 조사하였을 때, 지상부와 지하부의 생육이 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 우수했고 300  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서는 상대적으로 생육이 억제되는 것으로 보고되었다 (Park *et al.*, 2013).

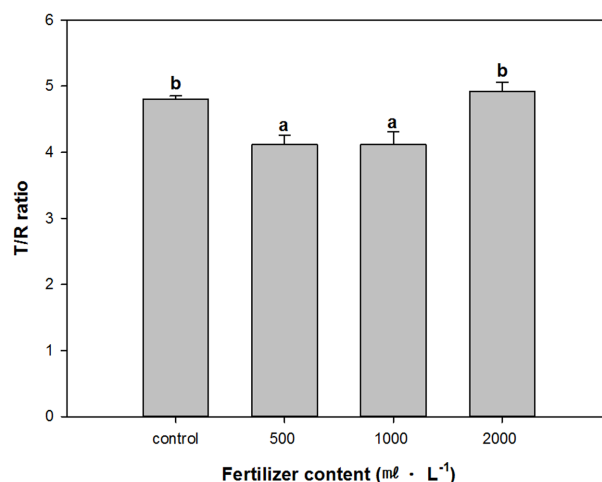
또한, Lee 등 (2015)은 0, 35, 55, 75% 차광에 따른 *Thalictrum rochebrunianum*와 *T. uchiyamai*의 육묘 생육을 측정할 결과, *T. rochebrunianum*는 35%에서 생육이 우수하게 나타났고 55, 75%의 차광에서는 생육이 억제된 반면에 *T. uchiyamai*는 55%에서 생육이 우수하게 나타났으며 35, 75%의 차광에서는 생육이 억제되는 것으로 보고하였다. 이처럼 같은 속 식물일지라도 종에 따라서 광을 받아들이는 정도가 다르게 나타나며 긴산꼬리풀의 경우에는 광량이 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 일 때 생육이 가장 좋을 것으로 판단된다.

### 3. 시비 수준에 따른 육묘 생육

시비는 토양 내 유기물 함량, 미생물 특성, 효소 활성 등에 영향을 주기 때문에 식물의 생육에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다 (Thirukkumaran and Parkinson, 2002; Compton *et al.*, 2004; Frey *et al.*, 2004).

본 연구 결과, 긴산꼬리풀은 500, 1,000, 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 의 수준으로 시비를 한 처리구들이 무처리 보다 전체적인 생육이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 특히, 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서 초장이 7.8 cm, 초폭이 8.9 cm, 엽면적이 9.9  $\text{cm}^2$ 로 생육이 가장 우수하게 나타났으며, 생체중과 건물중에서도 지상부와 지하부 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것을 확인할 수 있었다 (Table 3).

지하부 건조 biomass는 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서 높게 나타난 것을 확인할 수 있었으나, T/R ratio를 계산해 본 결과 무처리, 500, 1,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서 각각 4.8, 4.1, 4.0의 값이 나온 것에 비해 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서는 4.9의 높은 값이 확인되었다 (Fig. 1). 이는 고농도의 시비로 인하여 지상부가 도장하여 나타난 결과로 보여지며, 무처리에서 T/R ratio가 4.8로 높은 것을 볼 때 적절한 시비 처리가 긴산꼬리풀의 지하부 생육에도



**Fig. 1.** The T/R ratio of *Pseudolysimachion longifolium* under different fertilization levels. Vertical bars represent SE (n = 3). \*Mean values with different letters are significantly different according to Tukey's honestly significant difference (HSD) test at 5% ( $p = 0.05$ ).

움이 되는 것으로 판단된다. 또한 건물율을 계산해 봤을 때, 무처리는 4.71로 나왔지만 500, 1,000, 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서는 6.88, 6.78, 6.44로 무처리 보다 높게 나타났다 (no data). 시비 농도별 건물율의 통계적인 유의성은 나타나지 않았지만, 평균적인 값을 보았을 때 500  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 가 충실도가 높은 것으로 보여진다.

시비 농도에 따른 육묘의 성장반응은 같은 속 식물일지라도 종에 따라 차이가 나타나는 것으로 알려져 있는데, 큰구와꼬리풀은 500  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$  이상의 농도에서 유의미한 차이가 나타나지 않는다고 하였고 (Kwon *et al.*, 2021), 부산꼬리풀과 산꼬리풀은 1,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서 생육이 가장 우수하게 나타났다고 보고하였다 (Lee *et al.*, 2020; Oh *et al.*, 2022). 긴산꼬리풀의 경우에 전체적인 생육은 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$ 에서 가장 높게 나타났지만, T/R ratio 값을 비교하면 500, 1,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$  처리구에서 무처리와 2,000  $\text{mg}\cdot\ell^{-1}$  처리구 대비 유의적으로 차이가 있는 우수한 값을 보였다. 이는 고농도의 시비 조건에 의하여

과대 생장이 나타난 것으로 판단된다. 또한 유묘의 지하부 건물질을 비교해 보면 500, 1,000, 2,000 mg·ℓ<sup>-1</sup> 처리구에서 무처리 대비 높은 6.88, 6.78, 6.44의 우수한 값을 보였고 통계적인 유의성은 나타나지 않았지만 평균값을 보았을 때 500 mg·ℓ<sup>-1</sup>이 가장 효과적인 것으로 보여진다. 따라서 긴산꼬리플의 경우에는 시비 처리에 의한 과대 생장을 막고 지하부의 생육이 우수한 유묘를 만들기 위해서 500 - 1,000 mg·ℓ<sup>-1</sup>의 농도가 생육에 적당한 것으로 보여지며, 특히 500 mg·ℓ<sup>-1</sup>의 농도를 이용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서는 육묘를 시작하지 14 일이 경과된 시기부터 시비를 시작했지만 경제적인 측면을 고려하여 시비 주기를 14 일 이후로 달리하는 추가적인 연구를 진행하게 되면 비료 사용량을 줄이는데 도움이 될 수 있을 것으로 여겨진다.

## 감사의 글

본 연구는 국립수목원 연구사업(과제번호: KNA1-2-32, 17-7)의 지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Compton JE, Watrud LS, Porteous LA and DeGroot S.** (2004). Response of soil microbial biomass and community composition to chronic nitrogen additions at Harvard forest. *Forest Ecology and Management*. 196:143-158.
- Frey SD, Knorr M, Parrent JL and Simpson RT.** (2004). Chronic nitrogen enrichment affects the structure and function of the soil microbial community in temperate hardwood and pine forests. *Forest Ecology and Management*. 196:159-171.
- Ito T.** (1992). Present state of transplant production practices in Japanese horticultural industry. In Kurata K and Kozai T. (ed.). *Transplant production systems*. Springer. Dordrecht, Netherland. p.65-82.
- Jeong HW, Kim HM, Lee HR, Kim HM and Hwang SJ.** (2020). Growth of *Astragalus membranaceus* during nursery period as affected by different plug tray cell size, number of seeds per cell, irrigation interval, and EC level of nutrient solution. *Horticultural Science and Technology*. 38:210-217.
- Kim CK, Oh JY and Kang SJ.** (2001). Effect of plug cell size and seedling age on growth and yield of chinese chives(*Allium tuberosum* R.). *Journal of Korean Society of Horticultural Science*. 42:167-170.
- Kim SE, Lee MH, Ahn BJ and Kim YS.** (2013). Effects of spacing and plug cell size on seedling quality and yield and qualities of tomatoes. *Journal of Bio-Environment Control*. 22:256-261.
- Kim YS, Park YG and Jeong BR.** (2019). Seedling quality, and early growth and fruit productivity after transplanting of squash as affected by plug cell size and seedling raising period. *Journal of Bio-Environment Control*. 28:185-196.
- Korea National Arboretum(KNA).** (2023a). Korea plant names index. Korea National Arboretum. Korea Forest Service. [http://www.nature.go.kr/kpni/stndasrch/dtl/selectNtnStndaPlantList2.do?mn=KFS\\_29\\_06\\_01&orgId=kpni](http://www.nature.go.kr/kpni/stndasrch/dtl/selectNtnStndaPlantList2.do?mn=KFS_29_06_01&orgId=kpni) (cited by 30 May 2023).
- Korea National Arboretum(KNA).** (2023b). Korea plant names index. Korea National Arboretum. Korea Forest Service. <http://www.nature.go.kr/kpni/stndasrch/dtl/selectNtnStndaPlantDtl1.do?orgId=kpni> (cited by May 30, 2023).
- Kwon HH, Oh HJ, Kim JH and Kim SY.** (2021). Development of raising seedling technology for *Veronica pyrethrina* Nakai using plug trays. *Journal of People, Plants, Environment*. 24:499-507.
- Lee SI, Yeon SH, Cho JS, Jeong MJ and Lee CH.** (2020). Optimization of cultivation conditions on effective seedlings of *Veronica rotunda* var. *subintegra*(Nakai) T. Yamaz. *Journal of Bio-Environment Control*. 29:181-188.
- Lee WH, Lee SY, Kang JH, Lee TJ and Kim KS.** (2015). Effect of fertilizer levels and shading rate on seedling growth of *Thalictrum* species native to Korea. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 18:83-89.
- Oh HJ, Kwon HH, Kim JH, Cho WW and Kim SY.** (2022). Growth characteristics by plug tray cell size, soil type, and fertilizer concentration for plug seedling production of *Veronica pusanensis* YN Lee. *Journal of People, Plants, Environment*. 25:143-152.
- Oh SR, Lee MY, Ahn KS, Park BY, Kwon OK, Jung HU, Lee JK, Kim DY, Lee SK and Kim JH.** (2006). Suppressive effect of verproside isolated from *Pseudolysimachion longifolium* on airway inflammation in a mouse model of allergic asthma. *International Immunopharmacology*. 6:978-986.
- Park JE, Park YG, Jeong BR and Hwang SJ.** (2013). Growth of lettuce in closed-type plant production system as affected by light intensity and photoperiod under influence of white LED light. *Horticulture and Plant Factory*. 22:228-233.
- Rural Development Administration(RDA).** (2023). Agricultural terminology. Rural Development Administration. <https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psq/psqb/farmTermSimpleDicLst.ps?pageIndex=1&pageSize=10&menuId=PS00064&searchTagWord=%EA%B3%B5%EC%A0%95%EC%9C%A1%EB%AC%98&option=0&sWordNm=%EA%B3%B5%EC%A0%95%EC%9C%A1%EB%AC%98> (cited by May 30, 2023).
- Shin YA, Kim KY, Kim YC, Seo TC, Chung JH and Pak HY.** (2000). Effect of plug cell size and seedling age on seedling quality and early growth after transplanting of red pepper. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 41:49-52.
- Thirukkumaran CM and Parkinson D.** (2002). Microbial activity, nutrient dynamics and litter decomposition in a Canadian Rocky Mountain pine forest as affected by N and P fertilizers. *Forest Ecology and Management*. 159:187-201.