

# 변산향유 유묘 생장에 미치는 파종용기, 토양조성, 파종량, 추비조건의 영향

이상인<sup>1</sup>, 박지우<sup>2</sup>, 권예은<sup>3</sup>, 김상용<sup>4</sup>, 조원우<sup>5</sup>, 정미진<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>국립수목원 식물자원연구과, 석사후연구원, <sup>4</sup>연구관, <sup>5</sup>연구사, <sup>2</sup>서울대학교 농림생물자원학부, 대학원생, <sup>3</sup>농림축산검역본부 서울지역본부 식물검역과, 공무원

## Effects of Seedling Container, Soil Composition, Seeding Rates and Fertilizer Conditions on Seedling Growth Characteristics of *Elsholtzia byeonsanensis* M. Kim

Sang In Lee<sup>1</sup>, Ji Woo Park<sup>2</sup>, Ye Eun Kwon<sup>3</sup>, Sang Young Kim<sup>4</sup>, Wonwoo Cho<sup>5</sup> and Mi Jin Jeong<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Master's Degree Researcher, <sup>4</sup>Senior Researcher and <sup>5</sup>Researcher, Division of Plant Resources, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea

<sup>2</sup>Graduate Student, Department of Horticulture and Biotechnology, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

<sup>3</sup>A Public Service Job, Division of Plant Quarantine, Seoul Local Headquarters, Animal and Plant Quarantine Agency, Seoul 07670, Korea

**Abstract** - *Elsholtzia byeonsanensis* is a Korean native plant of the Lamiaceae family, and was first introduced in the Korean Journal of Plant Taxonomy. This plant has a short plant length of 20-35 cm, with leathery and glossy leaves. The purple flowers bloom in November, so they are highly useful as potted or ground cover ornamental plants. In this study, tray cell size (128, 162, and 200-cell trays), soil composition [horticultural soil (HS): decomposed granite (DG) 1:1, 1:2, and 1:4 (v:v)], seeding rate (1, 2, and 3 seeds per cell) and additional fertilizer concentrations (0, 250, 500, and 1000 mg/L Hyponex) were tested to find out the optimum seedling growth conditions. As a result of the study, *E. byeonsanensis* growth increased proportionally as the cell size of the tray increased. The growth was inhibited as the percentage of DG increased. As for the growth according to the seeding rate, plant height, plant width, leaf length, and leaf width decreased as the seeding rate increased, but there was no difference in the number of leaves, stem diameter, and root length. There was an increasing trend in seedling growth as the additional fertilizer concentration increased. Therefore, for producing *E. byeonsanensis* seedling, it is most effective to fill HS or HS:DG 1:1 in 128-cell trays, sow one seed per cell, and spray the seedling at 1000 mg/L for additional fertilizer.

**Key words** – Additional fertilizer, Lamiaceae, Seeding rate, Seedling, Soil composition

## 서 언

최근 들어 현대인들은 기존 화훼 및 조경시장에 도입되어 있는 외래종 새로운 식물에 대한 관심이 증가하면서 신 관상소재로 자생식물을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존 유통되고 있는 화훼소재는 주로 귀화식물로 외국에서 도입된 식물들

이 대부분 이용되고 있으며(Bang and Kim, 2013), 2020년 분화용 생산액 중 자생화가 차지하는 비율은 약 2.6%로 매우 적은 실정이다(MAFRA, 2021). 국내 자생식물은 한반도의 기후에 적응하여 자라 환경적응력이 뛰어나고, 국민의 정서와도 잘 어울리며, 영년생으로 한번 식재하면 반영구적으로 야생화를 즐길 수 있다는 장점을 갖고 있다(Ryu, 2004). 그러나 새로운 관상소재를 찾는 소비자의 요구를 충족하기 위해 자생식물의 발굴과 개발을 위한 관심과 노력이 증가하고 있으나 체계화된 자생식물 육묘 관련

\*교신저자: E-mail mijeong121@korea.kr

Tel. +82-31-540-2348

연구는 미비하여 이용에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

본 연구에 사용된 변산향유는 향유속에 속하는 국내특산식물로 Choi *et al.* (2012)이 다른 향유속 식물과 비교하여 구분되는 신종으로 확인되어 식물분류학회에 기재하면서 알려지게 되었다. 변산향유와 다른 향유속 식물과 다른 점으로는 식물체가 작고 잎은 가죽처럼 단단하고 윤기가 있으며 바닷가 바위틈에서 자생한다는 점이 다른 종과 구분되는 특징을 가지고 있다. 또한 초장은 20-35 cm이고, 꽃은 11월에 자주색으로 개화하여 분화용 소재로 개발가능성이 매우 높다.

향유속은 꿀풀과에 속하는 식물로 대부분 일년생이나 다년생인 식물도 있으며, 40여종의 식물이 아시아 온대지역, 일부 열대 고산지역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2015). 국내에 분포하는 향유속 식물은 좁향유, 꽃향유, 향유, 가는잎향유, 변산향유 등 11종이 분포하며 방향성 식물로서 정유 성분을 함유하고 있어 강한 향기를 내는 것으로 보고되었다(Choi *et al.*, 2012).

육묘시 플러그 트레이의 크기는 배지의 용적량, 재식밀도, 양수분의 공급량이 다르기 때문에 작물의 생육에 영향을 미친다고 보고되었다(Kim *et al.*, 2013). 또한 토양 조성, 시비 농도, 트레이 크기, 셀 당 파종립수 등에 대해 연구가 수행되고 있으며, 황기, 산꼬리풀 등의 자생식물을 대상으로 생육반응을 구명하기 위한 연구가 진행되었다(Jeong *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2020). 이와 같이 작물의 육묘 환경에 따라 생육의 차이가 나타나며, 처리

환경이 각기 다르기 때문에 육묘시 적절한 환경조절이 필요하나 신종으로 등록된 변산향유의 묘소질을 향상시키기 위한 육묘방법에 대한 연구는 진행되지 않은 실정이다.

따라서 본 연구는 육묘기술이 개발되지 않은 국내 자생식물인 변산향유를 관상식물로 활용하기 위한 육묘시 기본 환경조건인 파종 용기, 토양 조성, 파종 립수 및 추비 농도의 수준을 구명하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 식물재료

실험에 사용된 변산향유 종자는 2019년 11월 7일 전북 부안군 변산면 격포리에 위치한 격포항에서 채종되었다. 채종된 종자는 경기도 포천시에 위치한 국립수목원에서 보관하였으며, 2020년 3월 12일에 분양받아 4℃ 저온저장고에 건조 보관하면서 사용하였다.

### 처리조건

모든 실험은 경기도 양평군 용문면에 위치한 국립수목원 식물자원연구과의 재배온실(N 37.479, E 127.5977)에서 재배하였다. 육묘기술개발을 위해 파종용기, 토양종류, 파종립수 및 추비 농도를 각각 다르게 처리하였다. 실험의 공통사항으로는 육묘에

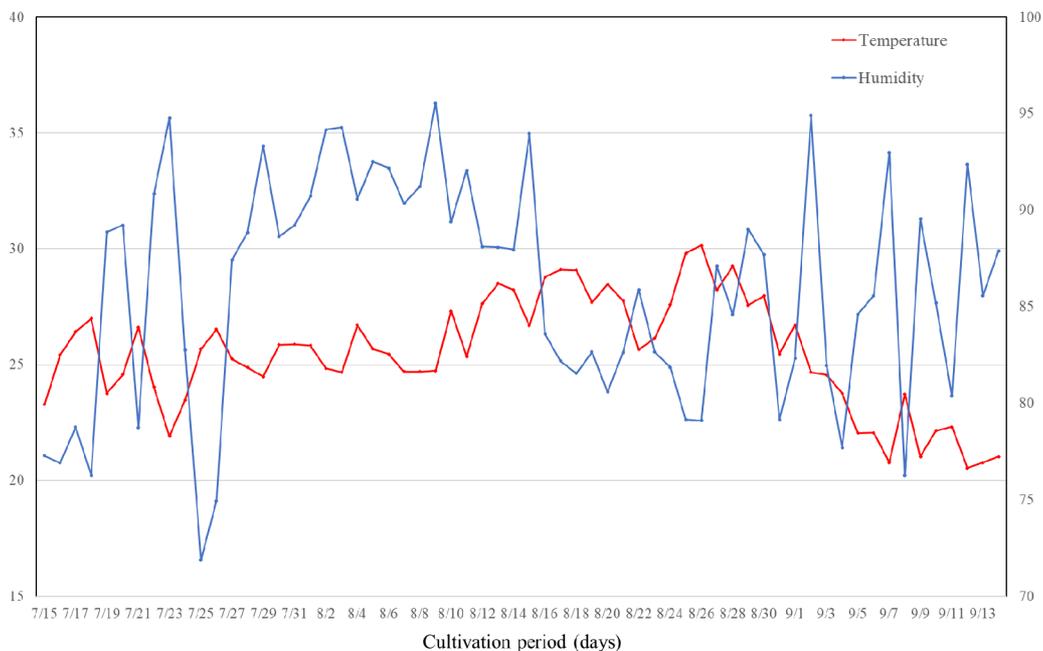


Fig. 1. Changes of temperature and humidity during experimental period in glasshouse at 2020.

범용적으로 사용되는 200구 트레이 20셀에 원예상토를 충전한 다음 셀 당 1립 파종하여 차광이 되지 않는 비닐온실에서 재배하였다. 파종 용기별 실험을 제외한 나머지 처리는 200구 트레이[플러그 트레이, (주)범농, Republic of Korea]에 파종하였으며, 모든 실험처리는 3반복하여 수행하였다.

파종용기별 실험은 128 (20 mL), 162 (15 mL), 200 (10 mL) 구 플러그 트레이를 이용하였다. 토양 종류별 실험은 원예상토[바로커 원예범용 상토2호, (주)서울바이오, Republic of Korea](제오라이트 4, 펄라이트 7, 질석 6, 코코피트 68, 피트모스 14.73, 비료 0.201, 습윤제 0.064, pH조절제 0.005)(수분함량 40~60%, 보수력 30~50%, 용적밀도 0.15~0.25 Mg/m<sup>3</sup>)[pH(1:5, v:v) 5.5~7.0, EC (ds/m) 0.65±0.3, 질산태질소(NO<sub>3</sub>-N) 200~350 mg/L, 암모니아태질소(NH<sub>4</sub>-N) 150 mg/L 이하, 유효인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 200~350 mg/L, CEC 35~55 cmol+/L 등] 단용과 세척 마사토 (2 mm 소립)를 비율별로 다르게 조성하여 사용하였다. 혼용토는 마사토와 원예상토를 1:1, 2:1, 3:1 및 4:1로 비율을 달리하였다. 파종 립수별 실험은 셀 당 1, 2, 3립 파종하였다. 추비 농도별 실험은 Hyponex [(N-P-K 20-20-20), Hyponex Korea Co, Ktd., Japan]를 0, 250, 500, 1000 mg/L의 농도로 달리하여 파종 후 4, 8주차에 엽면시비하였다. 관수 방법은 직접관수 하였으며, 09시, 17시에 10분간 관수하였다. 실험기간인 2020년 7월 14일부터 9월 15일까지 약 8주간 재배기간동안 비닐온실 내 온도 및 습도는 Fig. 1으로 나타냈다.

### 생육조사 및 통계분석

유묘의 생육은 초장, 초폭, 근장, 엽장 및 엽폭은 플라스틱 자를 이용하였고, 줄기직경은 디지털 캘리퍼스(ABS CD-AX, Mitutoyo Korea Co, Ktd., Japan)를 이용하여 소수점 두번째 자리까지 측정하였다. 각 처리별 측정항목은 평균 및 표준오차를 계산하였으며, 측정된 원본 데이터를 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, 9.4 Version, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하여 Duncan's multiple range test (DMRT)로  $p < 0.05$  수

준으로 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 파종용기의 종류에 따른 생육변화

파종용기에 따른 변산향유의 생육은 플러그 트레이의 셀 용적량이 증가할수록 생육도 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다 (Fig. 2). 초장, 초폭, 엽장, 엽폭, 엽수, 줄기직경 및 근장이 128구 트레이에서 가장 생육이 왕성하였으며, 셀의 용적량이 감소할수록 생육도 감소하여 200구 트레이에서 가장 저조한 생육을 보였다 (Table 1). 유묘의 생육은 플러그 트레이 셀의 크기에 따라 다양한 영향을 미치게 되는데(Kim *et al.*, 2013) 충전되는 셀 내 상토의 용적량, 용적량에 따른 양수분의 차이, 재식밀도가 차이 나기 때문에 트레이 셀의 크기에 따라 재배하는 식물의 생육이 변하게 된다(Jang *et al.*, 2014). Jeong *et al.* (2020)의 연구에서 황기의 생육은 연구에서 사용된 트레이의 셀이 가장 큰 128구 트레이에서 우수한 생육을 보였다. 이러한 결과는 상토 충전량의 증가로 근권부 용적이 커져 양분이 많이 공급되었기 때문에 뿌리 발

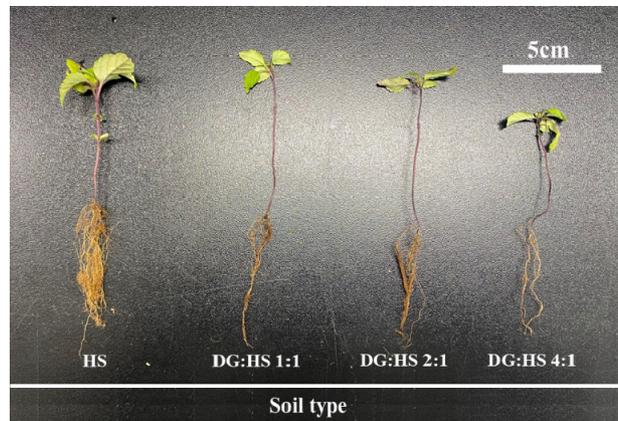


Fig. 2. Growth of *E. byeonensis* grown from different soil composition. HS, horticultural substrate; DG, decomposed granite.

Table 1. Effect of different size of seeding containers on seedling growth of *E. byeonensis*

Seeding container	Plant length (mm)	Plant width (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves (ea)	Diam. of stem (mm)	Root length (mm)
128	139.4 ± 1.55a <sup>2</sup>	94.6 ± 1.42a	57.8 ± 0.70a	26.9 ± 0.31a	38.5 ± 0.98a	170.3 ± 2.15a	120.5 ± 1.91a
162	106.3 ± 1.20b	72.5 ± 1.38b	46.8 ± 0.70b	22.5 ± 0.32b	28.7 ± 0.90b	134.8 ± 1.86b	122.9 ± 2.03a
200	71.4 ± 0.39c	53.3 ± 1.23c	33.4 ± 0.54c	16.6 ± 0.28c	12.3 ± 0.32c	81.2 ± 1.30c	108.9 ± 1.34b

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

달에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Oh *et al.* (2014)의 연구에서도 차조기, 산두근, 참당귀의 생육이 플러그 트레이의 셀 크기가 커질수록 유묘의 생육이 증가한다는 결과를 보였고, Shin *et al.* (2000)의 연구에서도 고추 육묘 시 트레이 셀의 크기에 비례하여 묘의 생육이 증진된다고 보고하였다. 본 연구의 결과를 토대로 변산향유의 유묘는 128구 트레이에서 생육이 가장 우수하였고, 셀의 크기가 커질수록 생육이 증가한다는 결과를 확인하였다. 한편 플러그 트레이 셀의 크기에 따른 단위면적당 생산량을 고려해야 하기 때문에 재배자의 관점에 따라 플러그 트레이를 선택해야 할 것으로 판단된다.

### 토양종류에 따른 생육변화

토양조성을 달리하여 육묘한 결과 원예상토에서 전반적인 생육이 가장 우수하였다(Fig. 3). 초장은 마사토와 원예상토를 1:1 비율로 혼합한 토양에서 가장 우수하였고, 마사토의 비율이 증가할수록 초장이 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 줄기직경의 경우 원예상토 단용과 마사토와 원예용 상토 1:1의 비율은 큰 차이가 없었고, 마사토와 원예상토의 비율이 2:1 이상으로 증가할 경우 얇아졌다. 한편 근장은 마사토와 원예상토 2:1 비율까지는 큰 차이가 없었으나 4:1 이상의 비율에서는 크게 지하부 생육이 감소하였다. 혼용토를 배합할 때 입자의 크기를 다르게 하여 공극률, 통기성 및 보수성 등을 조절하여 육묘 시 유리하도록 토양환경을 조성할 수 있다(Choi *et al.*, 1997). 변산향유의 자생지는 변산의 바닷가 근처에 분포하며 암벽에 자생하는 것으로 알려져 있다. 마사토의 가격대는 원예상토, 피트모스, 펄라이트보다 훨씬 가격대가 저렴하며, 공극률과 배수성이 높은 장점을 갖고 있다. 토양내 투수속도가 빨라질수록 근권부가 증가하고 깊이도 깊어지는 것으로 보고된 바 있다(Ahn, 1987). 울릉연화바위솔의 경우 마사토

의 비중이 증가할수록 생체중 및 초장과 같은 생육측정항목이 높아지는 경향을 보였다(Jeong *et al.*, 2012). 따라서 변산향유의 육묘 시 원예상토를 이용할 경우 생육이 가장 왕성하였으나 경제성을 고려할 경우 토양은 마사토와 원예상토를 2:1 비율까지 혼용하여 사용하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

### 파종립수에 따른 생육변화

파종량에 따른 생육은 1립 파종묘에서 가장 우수하였다(Fig. 2). 셀 당 파종량의 증가는 초장, 초폭, 엽장, 엽폭이 감소하였으나 개체당 엽수, 줄기직경 및 근장은 파종량에 따른 큰 차이가 없었다(Table 3). 묘의 소질은 정식 후 후기 생육에도 영향을 미치

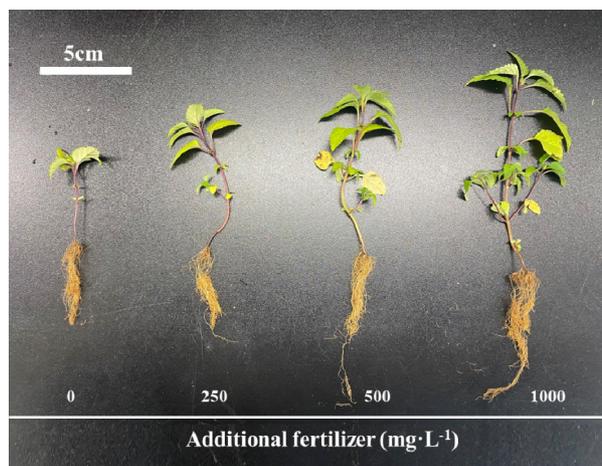


Fig. 3. Growth of *E. byeonensis* after cultivation according to different concentrations of additional fertilizer using Hyponex (N-P-K 20-20-20). The various concentrations of fertilizer including 0, 250, 500, 1000 mg/L were applied after 4 and 8 weeks after sowing seeds.

Table 2. Effect of different soil composition on seedling growth of *E. byeonensis*

Soil Type	Plant length (mm)	Plant width (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves (ea)	Diam. of stem (mm)	Root length (mm)
HS <sup>2</sup>	71.4 ab <sup>y</sup>	53.3 a	33.4 a	16.6 a	12.3 a	0.81 a	108.9 a
DG:HS 1:1	74.8 a	41.9 bc	27.6 b	12.8 bc	7.7 b	0.80 a	112.8 a
DG:HS 2:1	70.6 ab	46.8 ab	28.3 b	14.1 b	7.2 b	0.69 b	117.2 a
DG:HS 4:1	66.8 b	35.3 c	21.0 c	10.8 c	5.7 b	0.61 b	85.5 b

<sup>2</sup>HS, horticultural soil; DG, decomposed granite.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

Table 3. Effect of sowing seed number in a plug tray cell on seedling growth of *E. byeonensis*

Seeding number	Plant length (mm)	Plant width (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves (ea)		Diam. of stem (mm)	Root length (mm)
					/cell	/plant		
1	71.4 a <sup>z</sup>	53.3 a	33.4 a	16.6 a	12.3 c	12.3 a	0.81 ab	108.9 b
2	70.6 a	35.7 b	23.6 b	12.1 b	22.5 b	11.3 a	0.68 b	129.9 a
3	64.6 a	30.3 b	20.5 b	10.3 b	39.2 a	13.1 a	0.86 a	103.2 b

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

Table 4. Effect of additional fertilizer [Hyponex (N-P-K 20-20-20)] on seedling growth of *E. byeonensis*

Additional fertilizer (mg/L)	Plant length (mm)	Plant width (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves (ea)	Diam. of stem (mm)	Root length (mm)
0	71.4 d <sup>z</sup>	53.3 c	33.4 d	16.6 d	12.3 c	0.812 c	108.9 a
250	100.9 c	68.6 b	44.6 c	21.9 c	24.4 b	1.297 b	109.0 a
500	128.2 b	76.7 b	50.7 b	24.9 b	27.5 b	1.564 a	110.4 a
1000	147.1 a	94.6 a	57.8 a	26.9 a	38.5 a	1.672 a	118.2 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

며, 작물에 따라서 생육과 수확량이 변한다. 귀리의 경우 일정 파종량까지는 초장, 엽장, 엽폭이 증가하였으나 일정수준 이상에서 감소하는 경향을 보였다(Cho *et al.*, 2001). 한편 파종량이 증가함에 따라 콩, 유채 등은 줄기직경과 개체당 분지수가 감소하였다(Cho and Song 1995; Kang *et al.*, 1998). 또한 콩(Kang *et al.*, 1998)과 차풀(Cho *et al.*, 2000)의 경우에도 단위면적당 파종량이 증가함에 따라 일정량까지 생체중이 증가하였으나 적정 파종량을 초과할 경우 생체중이 점차 감소하는 결과를 보였다. 본 연구의 결과에서도 파종량이 증가할수록 생육이 감소하는 경향을 보였다. 이는 단위면적당 파종량은 개체의 생육과 밀집도에 영향을 미치게 되며(Urbaniak *et al.*, 2008), 재배자가 적정 수준의 파종량을 결정하기 위해 개체별 생육도 복합적으로 고려하여 결정해야 한다. 육묘에서 파종용기의 크기에 따라 근권부의 생육에 영향을 미치게 되는데, 초기 육묘단계에서 생육차이는 정식 후에도 생육에 영향을 미친다. 고추는 육묘단계에서 근권이 제한될수록 후기 생육이 회복되지 않아 생육이 저조해졌다(Aloni *et al.*, 1991). 식물의 정식 후 생육변화는 육묘 시 파종량에 따라 유묘의 생육차이가 발생하여 큰 영향을 미치게 되므로 정식 후 관상가지와 상품성을 고려한 적정 파종량을 재배자의 재배방향에 따라 파종량을 결정하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

### 추비 농도에 따른 생육변화

추비 농도별 실험에서 유묘의 생육은 2000 mg/L 처리에서 가

장 왕성한 생육을 나타냈다(Fig. 3). 추비 농도가 증가할수록 생육이 증가하는 경향을 보였으나 근장의 경우 1000 mg/L까지는 처리에 따른 차이가 나타나지 않았으나 2000 mg/L에서 유의하게 증가하였다(Table 4). 추비의 주성분인 질소, 인산, 칼륨은 식물의 생육에 긍정적인 영향을 미치는 요소이다. 질소는 작물의 수량 증대에 가장 중요한 요소로 아미노산, 단백질, 핵산 등을 생체내에서 구성하는 필수원소이다(Lee *et al.*, 2004). 한편, 질소의 과다 사용은 품질저하와 생체 내 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 함량을 증가시키기 때문에 적절한 질소사용량이 중요하다고 알려져 있다(Kang, 2003). Lee *et al.* (2004)의 연구에서 돌나물의 경우 질소사용량이 증가할수록 초장, 줄기수, 측지수, 엽수를 비롯하여 생육이 증가하는 경향을 보였고 생체중과 건물중이 모두 증가하였다. 인산은 육묘 시 결핍기간이 길어지면 하엽이 낙엽되어 총 건물중이 낮아져 생육이 감소한다(Shin *et al.*, 2000). 또한 인산은 시비농도가 낮아질수록 생육이 억제되었는데 이는 인산의 부족으로 새로운 잎의 전개 및 발육이 늦어진 것으로 판단된다(Kato, 1988; Watanabe, 1986).

결론적으로 변산향유의 생육은 파종용기의 크기가 증가할수록 생육도 비례하여 왕성해지는 결과로 보아 128구 트레이를 사용하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다. 파종립수는 파종량이 증가할수록 전반적인 생육은 큰 차이가 나타나지 않았으나 개체별 묘의 생육이 가장 우수하였던 1립 파종하여 육묘하는 것이 가장 양호할 것으로 생각된다. 토양은 원예상토에 마사토의 비율이 증가할수

록 묘의 생육은 억제되는 것으로 보아 원예상토 단용 또는 원예상토:마사토 1:1의 비율까지 혼용하여 육묘할 수 있을 것으로 생각된다. 추비로 Hyponex를 농도를 달리하여 살포하였을 때 농도가 증가할수록 묘의 생육도 증가하는 것으로 보아 1000 mg/L의 농도로 엽면살포하는 것이 묘의 생육 촉진에 효과적이었다. 따라서 변산향유는 128구 플러그 트레이에 원예상토 단용 또는 원예상토와 마사토를 1:1 비율로 혼용하여 충진한 다음 셀 당 1립 파종하여 Hyponex (20-20-20)을 1000 mg/L의 농도로 처리하는 것이 생육증가에 효과적일 것으로 판단된다.

## 적 요

변산향유는 꿀풀과의 국내 자생식물로 식물분류학회지에 처음으로 알려졌다. 초장은 20-35 cm로 작고 잎은 혁질로 윤택이 있다. 꽃은 11월에 보라색으로 개화하는 특징을 갖고 있어 분화 및 지피용 관상소재로 활용도가 매우 높다. 따라서 본 연구는 관상식물로 활용하기 위해 변산향유의 육묘 시 플러그 트레이 종류(128, 162, 200구), 토양조성(원예상토: 마사 1:1, 2:1, 4:1), 파종 립수(1, 2, 3립) 및 추비 농도(0, 250, 500, 1000 mg/L)의 수준을 구명하기 위해 수행하였다. 연구의 결과 변산향유는 트레이의 셀 크기가 커질수록 생육도 비례하여 증가하였다. 토양조성에 따른 생육은 마사토의 비율이 증가할수록 생육이 억제되었다. 셀 당 파종량에 따른 생육은 파종량이 많아질수록 초장, 초폭, 엽장, 엽폭이 감소하였으나 개체당 엽수, 줄기직경, 근장은 큰 차이가 없었다. 추비농도별 처리는 농도가 높아질수록 생육도 증가하는 경향을 보였다. 따라서 변산향유는 육묘시 128구 트레이에 원예상토를 충진한 다음 셀 당 1립 파종하여 재배하며, 추비는 비교적 고농도인 1000 mg/L로 엽면살포하여 육묘하는 것이 가장 효과적일 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 국립수목원 식물자원연구과 “야생화 산업화를 위한 활용도 다변화, 연중재배 및 개화조절 기술 개발, KNAI-2-33”의 사업비 지원에 의해 수행되었음.

## Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

- Ahn, S.B. 1987. Effect of percolation rate on soil chemical properties and rice growth in poorly drained soil. J. Korean Soc. Soil Sci. Fer. 20(3):231-240 (in Korean).
- Aloni, B., J. Daie and L. Karni. 1991. Water relations, photosynthesis, and assimilate partitioning in leaves of pepper (*Capsicum annuum*) transplants: Effect of water stress after transplanting. J. Hort. Sci. 66:75-80. doi: 10.1080/00221589.1991.11516127
- Bang, S. and Y.H. Kim. 2013. Application of Korean native plants on plant materials and kinds of design of floral arts. Kor. Soc. Floral Art Design 28:203-229 (in Korean).
- Cho, N.K. and C.K. Song. 1995. Effects of seeding rate on the growing response and fresh weight of soiling rape. Subtrop. Agric. Cheju Nat. Univ. 12:61-66 (in Korean).
- Cho, N.K., C.K. Song, S.W. Song, Y.I. Cho and Y.K. Oh. 2001. Effects of seeding rate on agronomic characteristics, forage yield, and chemical composition of oats in Jeju Island. J Anim. Sci. Technol. Kor. 43(4):561-568 (in Korean).
- Cho, N.K., E.K. Oh, Y.G. Kang and S.J. Park. 2000. Effects of seeding rates on growth, forage yield and feed value of *Cassia mimosoides* var. *nomame*. J. Korean Grassl. Sci. 20(3):221-226 (in Korean).
- Choi, C.H., K.S. Han, J.S. Lee, S.K. So, Y. Hwang and M.Y. Kim. 2012. A new species of *Elsholtzia* (Lamiaceae): *E. byeonsanensis* M. Kim. Korean J. Pl. Taxon. 42(3):197-201 (in Korean).
- Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seeding growth of red-pepper in plug system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(6):618-624 (in Korean).
- Jang, Y.A., H.J. Lee, C.S. Choi, Y.C. Um and S.G. Lee. 2014. Growth characteristics of cucumber scion and pumpkin rootstock under different levels of light intensity and plug cell size under an artificial lighting condition. Protected Hortic. Plant Fac. 23:383-390 (in Korean). doi: 10.12791/KSBEC.2014.23.4.383
- Jeong, H.W., H.M. Kim, H.R. Lee, H.M. Kim and S.J. Hwang. 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. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 38(2):210-217 (in Korean). doi: 10.7235/HORT.20200020
- Jeong, K.J., Y.S. Chon, K.O. Choi, S.H. Ha and J.G. Yun. 2012.

- Proper light intensity, potting media, and fertilization level for potted *Orotachys iwarenge* for. *magnus*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30(4):357-362 (in Korean). doi 10.7235/hort.2012.12035
- Kang, Y.K. 2003. Influence of nitrogen application rate on growth and dry matter yield of *Achyranthes japonica* Nakai. Kor. J. Med. Crop Sci. 11:109-114 (in Korean).
- Kang, Y.K., M.R. Ko, N.K. Cho and Y.M. Park. 1998. Effect of planting date and planting density on growth and yield of soybean in Cheju island. Korean J. Crop. Sci. 43(1):44-48.
- Kato, T. 1988. Yasainoseiikutyousetu. Hakutomosha, Tokyo, Japan. pp. 49-72.
- Kim, S.E., M.H. Lee, B.J. Ahn, Y.S. Kim. 2013. Effects of spacing and plug cell size on seedling quality and yield and qualities of tomatoes. Protected Hortic. Plant Fac. 22:256-261 (in Korean). doi: 10.12791/KSBEC.2013.22.3.256
- Kim, T.K., H.C. Kim, J.Y. Song, H.S. Lee, S.H. Ko, Y.M. Lee and C.K. Song. 2015. Cutting propagation and seedling growth effect according to fertilizer application of *Elsholtzia minima* Nakai. Korean J. Plant Res. 28(2):243-252 (in Korean). doi: 10.7732/kjpr.2015.28.2.243
- Lee, S.I., S.H. Yeon, J.S. Cho, M.J. Jeong and C.H. Lee. 2020. Optimization of cultivation conditions on effective seedlings of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz. Protect. Hort. Plant Fac. 29(2):181-188 (in Korean).
- Lee, S.Y., J.H. Ahn and H.J. Kim. 2004. Characteristics of growth and flowering by nitrogen levels in *Sedum sarmentosum*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22(4):426-430 (in Korean).
- Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs (MAFRA). 2021. Status of Floriculture in 2020, Sejong, Korea. p. 18.
- Oh, H.J., Y.G. Park, J.I. Park and B.R. Jeong. 2014. Effect of cell size on growth and development of plug seedlings of three indigenous medicinal plants. Protected Hortic. Plant Fac. 2:71-76. doi: 10.12791/KSBEC.2014.23.2.71
- Ryu, B.Y. 2004. Selection of native plants for the use of veranda container garden at apartment house. J. Kor. People Plants Environ. 7(2):19-23 (in Korean).
- Shin, Y.A., K.Y. Kim, J.W. Lee, J.H. Jeong and H.Y. Park. 2000. Growth regulation of red pepper seedlings by controlling phosphorus concentration in plug system. J. Kor. Soc. Hort. Sci 41(1):46-48 (in Korean)
- Shin, Y.A., K.Y. Kim, Y.C. Kim, T.C. Seo, J.H. Chung and H.Y. Park. 2000. Effect of plug cell seedling establishment and early growth after transplanting of red pepper. Korean J. Hortic. Technol. 41:49-52.
- Urbanik, S.D., C.D. Caldwell, R. Zheljzkov, R. Lada and L. Luan. 2008. The effect of seeding rate, seeding date and seeder type on the performance of *Camelina sativa* L. in the maritime provinces of Canada. Can. J. Plant Sci. 88(3):501-508. doi: 10.4141/CJPS07148
- Watanabe, K. 1986. Seirishyougainosindanhou. Noubunkyou, Nagoya, Japan. pp. 142-150.

(Received 15 July 2021 ; Revised 12 October 2021 ; Accepted 12 October 2021)