

ORIGINAL ARTICLE

플러그 트레이를 이용한 황금줄사철(*Euonymus fortunei* ‘Emerald and Gold’) 삽목 시 셀 크기 및 육묘기가 생장에 미치는 영향

박재현 · 윤용한¹⁾ · 주진희^{1)*}

국립산림품종관리센터, ¹⁾건국대학교 녹색기술융합학과

Effect of Cell Size and Seedling Raising Stage on Growth of Cuttings from *Euonymus fortunei* ‘Emerald and Gold’ Seedlings in a Plug Tray

Jae-Hyeon Park, Yong-Han Yoon¹⁾, Jin-Hee Ju^{1)*}

Korea Forest Seed & Variety Center, Chungju 27495, Korea.

¹⁾Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Chungju 27478, Korea.

Abstract

This study aimed to find a suitable size and a seedling raising stage for growing cuttings of *Euonymus fortunei* ‘Emerald and Gold’ using plug trays. The experimental method, involved cutting two nodes from a solitary branch of *E. fortunei* ‘Emerald and Gold’, and the use of 32 (143 mL/cell), 50 (70 mL/cell), 105 (18 mL/cell), 200 (13 mL/cell) plug trays. The cuttings were transplanted to trays after they were filled with a universal horticultural medium. To compare the growths, plant heights, the numbers of leaves, longest root lengths, thickness/radius ratios, dry weights, and fresh weights were measured from July to October, and statistical analyses were performed using both the two-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA) and Tukey’s post-test. The results confirmed that the size of the plug tray and the seedling raising stage had a significant effect on the growth of *E. fortunei* ‘Emerald and Gold.’ In addition, the overall growth was high and the change in growth was relatively rapid in districts 50 and 105. Therefore, it can be considered appropriate to use 50 and 105 trays when growing cuttings of *E. fortunei* ‘Emerald and Gold’ on plug trays.

Key words : Ornamental plants, raising seedlings, Tray, Cutting

1. 서론

황금줄사철(*Euonymus fortunei* ‘Emerald and Gold’)은 *Euonymus* 속 식물로써 triterpenoids, sesquiterpenes,

flavonoids, alkaloids, steroids 등 기능성 물질 성분 (Zhu et al., 2012)과 살충(Jimbo et al., 2002), 항바이러스(Pusztai et al., 2008) 등 약리작용을 가진 줄사철의 원예품종으로서 노란색의 잎과 열매가 아름다워 관상

Received 7 July, 2021; Revised 28 July, 2021;

Accepted 29 July, 2021

*Corresponding author: Jin-Hee Ju, Department of Green Technology Convergence, Konkuk University, Chungju 27478, Korea
Phone : +82-43-840-3541
E-mail : jjhkkc@kku.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© 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.

가치가 높은 덩굴식물이다(James, 2008).

관상식물이란 화초 및 화목 등의 재배용 화훼류를 비롯하여 특별히 개발의 과정을 거치지 않은 야생식물, 열대 및 아열대 원산의 관엽식물, 건조지 식물, 수생식물 등의 꽃은 물론 형태가 아름다운 식물체 모두를 포함한다(Ahn, 2010). 과거부터 관상식물은 심미적 즐거움을 제공하여 환경과 삶의 질을 향상시키는데 도움을 주었고(Save, 2009), 실내의 환경의 장식과 미화를 위해 인위적으로 재배되었다(Hernandez et al., 2013). 최근에는 식용 작물 및 약용 식물과 같은 다른 식물 유형에 비해 관상용 식물은 오염 제거, 환경 미화, 부산물 생성 및 환경경제적 이점을 포함하여 몇 가지 장점을 제공하므로 보다 실용적인 측면에서 주목되고 있다(Lajayer et al., 2019). 따라서 관상용 식물을 사용하여 교외 경관을 복원하고 침식을 제어하며, 기후 및 물 소비를 위한 에너지를 줄이면 도시, 도시 외곽 및 농촌 경관미를 높임은 물론 레크리에이션 지역, 인테리어 및 상업용 공간을 개선할 수 있고, 잠재적으로 이용 가능한 식물 종의 수가 많기 때문에 다양한 환경에 유전자형을 선택할 수 있어야 한다(Toscano et al., 2019). 이에 관상식물은 단순한 관상용이 아닌 오염 제거, 환경 개선, 식용 및 약용, 기능성 물질 등을 추출하기 위한 다양한 용도로 선발 및 재배되면서 증가하는 수요에 따른 대량생산 기술의 요구가 예상된다.

일반적으로 다양한 온실 재배 기술은 생산성을 향상시키고 연중 고품질 제품의 공급을 보장한다(Raviv et al., 2010; Staats et al., 2011; Neira et al., 2018; Slathia et al., 2018; Nassar and Ribeiro, 2020). 특히 이식용 플러그 트레이에 식물을 재배하는 것은 온실이나 육묘장에서 인기 있는 방법이며, 최근 세계적으로 식물 수요가 많아서 플러그 트레이 재배에 대한 관심이 증가하고 있다(Zhang et al., 2019). 플러그 트레이를 통해 육묘는 이식 과정 동안 뿌리 시스템이 방해받지 않고 유지됨에 따라 이식 후 빠르게 확립되어 기존의 뿌리에 비해 성장이 빨리 재개될 수 있다(Hochmuth et al., 2006). 또한, 용기의 디자인은 용기화된 묘목의 뿌리 시스템의 형태학과 생리학에 영향을 미친다(Landis et al., 1990). 특히 기능성 플러그 트레이는 식물의 뿌리 형태학적 성장을 이롭게 하여 전체적인 식물의 질을 높인다(Ndikumana et al., 2019). 또한, 다양한 플러그 트레이 내 셀의 수와 셀의 크기에 따라 재식밀도, 배지의 양, 공

급되는 양수분의 양이 달라지며 이는 작물의 생육에 영향을 미치므로 적정 셀 수 및 크기의 선택이 중요하다(Jang et al., 2014).

따라서 본 연구에서는 대표적인 관상식물인 황금줄사철을 활용하여 32, 50, 105, 200구 셀 크기의 플러그 판에 삼목하여 성장반응을 살펴봄으로써 플러그 트레이를 이용한 황금줄사철 삼목시 알맞은 용기 크기와 육묘기를 구명하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

식물재료는 쌍떡잎식물 노박덩굴과 상록만경목으로 줄기에서 뿌리가 내리고 잔가지는 녹색이며, 잎이 무늬가 있는 황금줄사철(*Euonymus fortunei* 'Emerald and Gold')을 사용하였다. 토양재료는 육묘전용 경량상토로서 초기생육 속도를 빨리하여 육묘기간을 단축시켜주고 공극률이 높아 통기성이 뛰어나 뿌리의 발달에 좋은 원예범용상토(Baroker, Seoulbio. Co., Ltd., Eumseong, Korea)을 사용하였다. 용기는 32구(143 mL/cell), 50구(70 mL/cell), 105구(18 mL/cell), 200구(13 mL/cell) 플러그 트레이(World, Co., Ltd., Chuncheon, Korea)를 사용하였다. 실험은 충청북도 충주시 건국대학교 글로벌 캠퍼스 녹색기술융합학과 유리온실(36°56'52.08"N, 127°54'23.73"E) 내에서 원예범용상토 2/3을 플러그 트레이 각 4종류(32구, 50구, 105구, 200구)에 채우고, 황금줄사철 2년생 가지에서 2마디를 절단해 삼목하였다. 관수는 매주 3회씩 일반 용수로 두상관수를 하였다.

2.2. 실험방법

황금줄사철의 생장은 정식 후 1개월이 경과한 7월부터 10월까지 초장, 엽수, 최대근장을 조사하였다. 초장은 하단부에서 정단부까지 자를 이용하여 잴으며, 엽수는 육안으로 셸다. 최대근장은 디지털 줄자(SD-TM40, Sincon, China)를 이용하여 실험기간 동안 길이를 잴다. 또한, 지상부와 지하부로 나누어 생체중을 잰 뒤, 70°C의 드라이오븐(Dry oven, C-DF, CHANGSHIN Sci Co, Korea)에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하여 T/R을 [T/R ratio (g·g) = aboveground biomass (g) / belowground biomass (g)]을 계산하였다(Kwon et al., 2020). 실험구 배치는 난괴법으로 1트레이당 3반복으로 배치하였으며,

Table 1. Growth characteristics according to plug tray cell size

Plug cell size (P) ^z	Plant height (cm)	No. of leaves	Longest root length (cm)	T/R ratio (g/g)		Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
				Fresh	Dry	Shoot	Root	Shoot	Root
32	3.4b ^y	5.9ab	3.6b	3.1a	2.7a	0.07a	0.03a	0.03b	0.01b
50	4.4a	5.9ab	4.2a	2.8a	2.2a	0.09a	0.03a	0.05a	0.02a
105	4.2a	5.0b	4.4a	3.6a	3.0a	0.09a	0.03a	0.05a	0.02ab
200	3.6b	6.6a	3.4b	4.2a	2.4a	0.10a	0.03a	0.03b	0.01b
P	***	*	*	NS	NS	NS	NS	***	**

^zTwo-way Repeated Measures ANOVA.

^yMean separation within columns by Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$.

NS,*,**,**Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 respectively.

Table 2. Growth characteristics according to seedling raising stage

Day(D) ^z	Plant height (cm)	No. of leaves	Longest root length (cm)	T/R ratio (g/g)		Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
				Fresh	Dry	Shoot	Root	Shoot	Root
30	3.5b ^y	5.7a	3.5b	2.5b	1.9b	0.07b	0.03a	0.02b	0.01b
60	3.7a	5.8a	3.7b	3.3ab	2.4ab	0.08ab	0.03a	0.03b	0.01b
90	4.5a	6.1a	4.5a	4.5a	3.4a	0.11a	0.03a	0.07a	0.02a
D	***	NS	***	**	**	*	NS	***	**

^zTwo-way Repeated Measures ANOVA.

^yMean separation within columns by Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$.

NS,*,**,**Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 respectively.

1트레이당 10개체씩을 선발하여 조사하였다. 통계분석은 Jamovi 프로그램(Jamovi ver. 1.2, Computer Software, Australia)을 이용하여 이원 반복측정 분산분석(Two-way repeated measures ANOVA) 및 Tukey 사후분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 플러그 트레이 셀 크기와 육묘기간이 황금줄사철의 생장에 미치는 영향

플러그 트레이 셀의 수 및 크기(Kim et al., 2013)와 육묘기간은 작물의 생육에 다양한 영향을 준다고 하였다. 실험결과 플러그 트레이 셀 크기는 황금줄사철의 생육에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(Table 1). 초장, 엽수, 최대근장, 그리고 건물중의 지상부와 지하부는 플러그

트레이 셀 크기에 따라 유의적 차이가 있었지만, 생체중과 건물중의 T/R률, 지상부와 지하부의 생체중은 차이가 없었다. 이러한 원인은 플러그 트레이 내 셀의 수와 크기에 따라 달라지는 재식밀도, 배지의 양, 공급되는 양 수분의 양이 다르기 때문이다(Jang et al., 2014). 또한 황기(Jeong et al., 2020), 약용작물(Oh et al., 2014), 고추(Shin et al., 2000) 등 육묘 시 플러그 트레이 셀의 크기에 따라 생육의 차이가 있다는 연구결과와 일치하였다. 가장 우수한 생육은 50구와 105구에서 확인되었다. 또한 육묘기간은 황금줄사철의 생육에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(Table 2). 초장, 최대근장, 생체중과 건물중의 T/R률, 지상부의 생체중 그리고 지상부와 지하부의 건물중은 육묘기간 일수에 따라 유의적 차이가 있었지만, 엽수 및 생체중의 지하부는 차이가 없었다. 또한, 초장 및

Table 3. Differences in the growth according to the size of the plug tray cell for each seedling raising stage

Day(D) ^z	Plug cell size (P)	Plant height (cm)	No. of leaves	Longest root length (cm)	T/R ratio (g/g)		Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
					Fresh	Dry	Shoot	Root	Shoot	Root
30	32	3.3a ^y	5.8a	2.9a	2.4a	2.2a	0.07a	0.03a	0.03a	0.01a
	50	3.8a	5.6a	2.9a	2.6a	2.1a	0.07a	0.03a	0.04a	0.02a
	105	3.6a	4.8a	2.4a	2.3a	1.8a	0.06a	0.03a	0.02a	0.01a
	200	3.3a	6.4a	2.3a	2.7a	1.7a	0.06a	0.03a	0.01a	0.01a
60	32	3.4a	5.9a	4.3a	2.6a	1.8a	0.07a	0.03a	0.02a	0.01a
	50	4.0a	5.8a	4.4a	2.7a	1.7a	0.06a	0.03a	0.02a	0.01a
	105	4.1a	4.9a	4.4a	3.2a	3.8a	0.08a	0.03a	0.04a	0.02a
	200	3.4a	6.6a	4.3a	4.8a	2.3a	0.12a	0.03a	0.03a	0.01a
90	32	3.5b	6.0a	6.4ab	4.1a	4.1a	0.07a	0.03a	0.05b	0.01b
	50	5.3a	6.3a	7.8a	3.1a	2.9a	0.13a	0.03a	0.09a	0.03a
	105	5.0a	5.2a	8.5a	5.3a	3.4a	0.13a	0.03a	0.09a	0.03a
	200	4.1ab	6.7a	5.6b	5.2a	3.1a	0.12a	0.03a	0.05b	0.02b
	P	***	*	*	NS	NS	NS	NS	***	**
	D	***	NS	***	**	**	*	NS	***	**
	P × D	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	**	NS

^zTwo-way Repeated Measures ANOVA.^yMean separation within columns by Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$.NS, ***, *****, ***** Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 respectively.

T/R률의 생체중과 건물중, 생체중의 지상부는 30일부터 차이가 나타났으며, 근장과 건물중의 지상부와 지하부는 60일 이후부터 차이가 나타났다. 종합해 보았을 때 황금출사철 삽목 시 플러그 트레이 셀 크기 및 육묘기는 생육에 깊은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.2. 육묘기별 플러그 트레이 셀 크기의 생장 차이

실험결과 60일 이전까지는 모든 측정 항목에서 플러그 트레이 셀 크기별 생육 차이는 없었지만, 60일 이후부터 초장, 최대근장, 건물중의 지상부 및 지하부에서 유의한 차이가 나타났다(Table 3). 초장은 50구(5.3 cm) = 105구(5.0 cm) > 200구(4.1 cm) = 32구(3.5 cm) 순으로 차이가 나타났다. 이는 초장의 화분의 용량에 직접적으로 영향을 받는다(Megersa et al., 2018)는 연구결과와 일치하였다. 최대근장은 105구(8.5 cm) = 50구(7.8 cm) > 32구(6.4 cm) = 200구(5.6 cm) 순으로 차이가 나타났다. Kim et al.(2019)는 플러그 트레이의 셀 크기가 작으면 큰 것보다 정식할 수 있는 시기가 빨라진다고 하였는데, 이는

플러그 트레이의 셀 크기가 작을수록 발근이 빨라 뿌리 돌림 현상이 나타나기 때문이라 하였다. 건물중의 지상부는 50구(0.09 g/plant) = 105구(0.09 g/plant) > 32구(0.05 g/plant) = 200구(0.05 g/plant), 지하부는 50구(0.03 g/plant) = 105구(0.03 g/plant) > 200구(0.02 g/plant) = 32구(0.01 g/plant) 순으로 차이가 나타났다. 결과적으로 황금출사철은 플러그 트레이 셀 크기가 50구와 105구에서 생장이 높았다.

3.3. 플러그 트레이 셀 크기별 육묘기간의 생장 변화

플러그 트레이 셀 크기에 따라 재배되는 작물의 육묘기간이 달라지며(Kim et al., 2015), Kim et al.(2019)은 플러그 트레이 셀 크기에 따른 육묘기간과 정식시기가 작물의 생육에 영향을 미쳤다고 하였다. 이에 플러그 트레이 셀 크기에 따라 육묘기간의 생육 변화를 확인하였다(Table 4). 실험결과 유의수준에서 32구는 초장, 엽수, T/R률, 생체중, 건물중의 90일간 변화는 없었지만, 최대근장은 60일 이후 90일까지 변화가 나타났다. 50구는

Table 4. Growth change of seedling raising stage by plug tray cell size

Plug cell size (P) ^z	Day(D)	Plant height (cm)	No. of leaves	Longest root length (cm)	T/R ratio (g/g)		Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
					Fresh	Dry	Shoot	Root	Shoot	Root
32	30	3.3a ^y	5.8a	2.9b	2.4a	2.2a	0.07a	0.03a	0.03a	0.01a
	60	3.4a	5.9a	4.3b	2.6a	1.8a	0.07a	0.03a	0.02a	0.01a
	90	3.5a	6.0a	6.4a	4.2a	4.1a	0.07a	0.03a	0.05a	0.01a
50	30	3.8b	5.6a	2.9b	2.6a	2.1a	0.07a	0.03a	0.04b	0.02a
	60	4.0b	5.8a	4.4b	2.7a	1.7a	0.06a	0.03a	0.02b	0.01a
	90	5.3a	6.3a	7.8a	3.1a	2.9a	0.13a	0.04a	0.09a	0.03a
105	30	3.6b	4.8a	2.4b	2.3a	1.8a	0.06a	0.03a	0.02b	0.01b
	60	4.1b	4.9a	4.4b	3.2a	3.8a	0.08a	0.03a	0.04b	0.02b
	90	5.0a	5.2a	8.5a	5.3a	3.4a	0.13a	0.03a	0.09a	0.03a
200	30	3.3a	6.4a	2.3b	2.7a	1.7a	0.06a	0.02a	0.01b	0.01a
	60	3.4a	6.6a	4.3b	4.8a	2.3a	0.12a	0.02a	0.03b	0.01a
	90	4.1a	6.7a	5.6a	5.2a	3.1a	0.12a	0.02a	0.05a	0.02a
P		***	*	*	NS	NS	NS	NS	***	**
D		***	NS	***	**	**	*	NS	***	**
P×D		NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	**	NS

^zTwo-way Repeated Measures ANOVA.

^yMean separation within columns by Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$.

NS,*,**,*Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 respectively.

엽수, T/R률, 생체중 그리고 건물중의 지하부는 90일간 변화가 없었지만, 초장, 최대근장 그리고 건물중의 지상부는 60일 이후 90일까지 변화가 나타났다. 105구는 엽수, T/R률, 생체중의 90일간 변화는 없었지만, 초장, 최대근장 그리고 건물중의 지상부 및 지하부는 60일 이후 90일까지 변화가 나타났다. 200구는 초장, 엽수, T/R률, 생체중 그리고 건물중의 지하부는 90일간 변화는 없었지만, 최대근장, 건물중의 지상부는 60일 이후 90일까지 변화가 나타났다. 결과적으로 60일 이후 50구 및 105구는 초장, 최대근장, 건물중에서 유의한 차이가 나타났으며, 32구 및 200구는 최대근장, 건물중에서 유의한 차이를 나타냈다. 또한, 90일을 기준으로 50구와 105구에서 전체적인 생장이 좋은 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 플러그 트레이를 활용한 황금줄사철 삽목 시 생장에 용이한 적정 규격 및 육묘기를 찾고자 실

험을 실시하였다. 그 결과 플러그 트레이의 규격과 육묘 기간은 황금줄사철의 성장에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 플러그 트레이 규격은 50구, 105구에서 전반적인 성장 상태가 좋았으며, 육묘기간은 초장과 근장상태를 고려하여 60일 이상의 일수를 확보하는 것이 적절하다고 사료된다. 이에 황금줄사철을 플러그 트레이에 삽목하여 생산할 경우, 50구와 105구 규격에서 60일 이상 재배하는 것이 적합하다고 판단된다. 하지만 현장에 적용하기 위해서는 정밀성을 확보해야 한다. 이에 향후 좀 더 다양한 형태의 플러그 트레이 및 장기간의 육묘기에 대해 규명해야 할 것이다.

REFERENCES

- Ahn, Y. H., 2010, Ornamental plant science, 1st ed., Taerim cultural history, Seoul, 11-15.
- Hernandez, M., Morales, A., Sauri, M., 2013, Ornamental plants and the production of nature(s) in the spanish real estate boom and bust: the case of alicante, Urban Geogr.,

- 35, 71-85.
- Hochmuth, G., Cantliffe, D., Chandler, C., Stanley, C., Bish, E., Waldo E., Duval J., 2006, Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants, *HortTechnolog.*, 16, 46-54.
- Jang, Y. A., Lee, H. J., Choi, C. S., Um, Y. C., Lee, S. G., 2014, Growth characteristics of cucumber scion and pumpkin rootstock under different levels of light intensity and plug cell size under an artificial lighting condition, *Prot. Hort. Plant. Fact.*, 23, 383-390.
- James, W. H., 2008, 101 Shade-loving plants, 1st ed., BBC Books, London, 58-60.
- Jeong, H. W., Kim, H. M., Lee, H. R., Kim, H. M., Hwang, S. J., 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. Hortic. Sci. Technol.*, 38, 210-217.
- Jinbo, Z., Mingan, W., Wenjun, W., Zhiqing, J., Zhaonong, H., 2002, Insec-ticidal sesquiterpene pyridine alkaloids from *Euonymus* species, *Phytochem.*, 61, 699-704.
- Kim, H. C., Cho, Y. H., Ku, Y. G., Bae, J. H., 2015, Seedling qualities of hot pepper according to seedling growth peri-ods and growth and yield after planting, *Kor. J. Hortic. Sci. Technol.*, 33, 839-844.
- Kim, S. E., Lee, M. H., Ahn, B. J., Kim, Y. S., 2013, Effects spacing and plug cell size on seedling quality and yield and qualities of tomatoes, *Prot. Hort. Plant. Fact.*, 22, 256-261.
- Kim, Y. S., Park, Y. G., Jeong, B. R., 2019, Seedling quality and early growth and fruit productivity after transplanting of squash as affected by plug cell size and seedling raising period, *Prot. Hort. Plant. Fact.*, 28, 185-196.
- Kwon, B. R., Cho, M. S., Yang, A. R., Chang, H. N., An, J. A., Son, Y. H., 2020, The early growth performances of *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi* seedlings under open-field experimental warming and precipitation manipulation, *J. Kor. Soc. For.*, 109, 31-40.
- Lajayer, B. A., Moghadam, N. K., Maghsoodi, M. R., Ghorbanpour, M., Kariman, K., 2019, Phytoextraction of heavy metals from contaminated soil, water and atmosphere using ornamental plants: mechanisms and efficiency improvement strategies, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 26, 8468-8484.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E., Barnett, J. P., 1990, The container tree nursery manual: volume 4 seedling nutrition and Irrigation, USDA Forest Serv. Agric. Handb., 674.
- Megersa, H. G., Lemma, D. T., Banjawu, D. T., 2018, Effects of plant growth retardants and pot sizes on the height of potting ornamental plants: a short review, *J. Hortic.*, 5, 1-5.
- Nassar, P. P. M., Ribeiro, M. G., 2020, Considerations for cholinesterase biomonitoring in flower and ornamental plant greenhouse workers, *Sci. Total Environ.*, 711, 1-11.
- Ndikumana, J. N., Lee, Y. H., Yeoung, Y. R., 2019, Development of a functional plug tray for producing high-quality strawberry transplants, *Hortic. Sci. Technol.*, 37, 345-353.
- Neira, D. P., Montiel, M. S., Cabeza, M. D., Reigada, A., 2018, Energy use and carbon footprint of the tomato production in heated multi-tunnel greenhouses in Almeria within an exporting agri-food system context, *Sci. Total Environ.*, 628, 1627-1636.
- Oh, H. J., Park, Y. G., Park, J. I., Jeong, B. R., 2014, Effect of cell size on growth and development of plug seedlings of three indigenous medicinal plants, *Protected Hortic. plant. Fac.*, 2, 71-76.
- Pusztai, R., Hohmann, J., Redei, D., Engi, H., Molnár, J., 2008, Inhibition of human cytomegalovirus IE gene expres-sion by Dihydro- β -agarofuran sesquiterpenes isolated from *Euonymus* species, *In Vivo*, 22, 787-792.
- Raviv, M., Medina, S., Wendin, C., Lieth, J. H., 2010, Development of alternate cutflower rose greenhouse temperature set-points based on calorimetric plant tissue evaluation, *Sci. Hortic.*, 126, 454-461.
- Save, R., 2009, What is stress and how to deal with it in ornamental plants, *Acta Hort.*, 813, 241-254.
- Shin, Y. A., Kim, K. Y., Kim, Y. C., Seo, T. C., Chung, J. H., Pak, H. Y., 2000, Effect of plug cell size and seedling age on seedling quality and early growth after transplanting of red pepper, *J. Kor. Soc. Hortic. Sci.*, 41, 49-52.
- Slathia, D., Nisa, M. U., Reshi, M., Dolkar, T., Hussain, S., 2018, Protected cultivation of ornamentals, *Global J. Bio-Sci. Biotech.*, 7, 302-311.
- Staats, H., Jansen, L., Thøgersen, J., 2011, Greening the greenhouse grower; A behavioral analysis of a sector-initiated system to reduce the environmental load

- of greenhouses, J. Environ. Manage., 92, 2461-2469.
- Toscano, S., Ferrante, A., Romano, D., 2019, Response of Mediterranean ornamental plants to drought stress, Horticulturae, 5, 6.
- Zhang, X., Wang, C., Chen, Y., 2019, Properties of selected biodegradable seedling plug-trays, Scientia Hort., 249, 177-184.
- Zhu, J. X., Qin, J. J., Chang, R. J., Zeng, Q., Cheng, X. R., Zhang, F., Jin, H. J., Zhang, W. D., 2012, Chemical constituents of plants from the genus *Euonymus*, Chem. Biovers., 9, 1055-1076.
-
- Researcher. Jae-Hyeon Park
Korea Forest Seed & Variety Center
jh2344@hanmail.net
 - Professor. Young-Han Yoon
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University
yonghan7204@kku.ac.kr
 - Professor. Jin-Hee Ju
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University
jjhkcc@kku.ac.kr