

상대광도별 삽주 유묘의 생장 및 뿌리 발달 특성

송기선* · 전권석*† · 윤준혁* · 김창환* · 박용배* · 김종진**

*국립산림과학원 남부산림자원연구소, **건국대학교 녹지환경계획학과

Growth and Root Development Characteristics of *Atractylodes japonica* Seedlings by Different Relative Light Intensity

Ki Seon Song*, Kwon Seok Jeon*†, Jun Hyuck Yoon*, Chang Hwan Kim*, Yong Bae Park and Jong Jin Kim**

*Southern Forest Resources Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju 660-300, Korea.

**Department of Environmental Design, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out in order to investigate the early growth and root development characteristics of *Atractylodes japonica* container seedling. Experiment was performed by light intensity (100%, 60%, 25% and 10% of full sunlight). Height was surveyed well under 25% of full sunlight (overall 11.013.0%). Root collar diameter was the highest in the full sunlight (7.52 mm). It was the highest fresh weight (1.52 g, 0.92 g, 0.90 g and 3.34 g) under 25% of full sunlight, root dry weight was getting higher in the higher light level and the highest in the full sunlight (0.13 g). Total root length, root project area, root surface area and root volume were the highest under 25% of full sunlight (434.7 cm, 17.4 cm², 54.7 cm², 0.55 cm³, respectively) and the lowest under 10% of full sunlight. As a result of surveying the whole experiment, *A. japonica* is judged nicely by maintaining 25% of full sunlight, excepting 10% of full sunlight. And light levels during the early growth are overly important to improve early growth.

Key Words : *Atractylodes japonica*, Dry Weight, Early Growth, Fresh Weight, Root Analysis

서 언

우리나라에서 재배하는 약초는 인삼을 비롯하여 당귀, 천궁, 백작약, 백하수오, 백지, 강활, 독활, 익모초, 소엽, 산약, 양유, 지모, 지황, 해방풍, 고본, 황기, 삽주 등 100여종에 이른다 (Kwak *et al.*, 2011). 이 중 삽주 (*Atractylodes japonica* Koidz.)는 국화과에 속하는 다년생 초본으로 한국, 일본, 중국의 동북지방 산지에 자생하는데, 초장이 30~100 cm에 달하고 뿌리가 굵으며 마디가 있다. 뿌리는 약용으로 쓰이며 잎은 채소로 이용하는데 가정에서는 이 삽주의 부드러운 싹을 삽주국, 삽주쌈, 나물 등으로 만들어 먹는다. 천생출, 동출, 산출, 백출, 선출, 산연이라고 부르기도 한다 (Kwak *et al.*, 2011; Park and Seong, 2007).

근래에 와서 국민소득의 향상과 생활양식의 변화로 사람들

이 건강에 대한 관심도가 높아짐에 따라 유기농, 무농약으로 재배된 작물들에 대한 수요가 증가하면서 삽주에 대한 관심도 커지고 있다. 우리나라에서 삽주는 주로 산에서 자생하고 있으며 농가에서 약용으로 재배하기도 한다. 삽주는 자연 상태에서 종자 결실률이 매우 낮을 뿐만 아니라 노지에서 종자번식을 통한 생장이 아주 느리기 때문에 주로 근경을 이용하여 재배하고 있으며, 농가소득증대를 위한 대체작물로서 재배면적이 점차 증가되고 있다. 따라서 지속적인 재배 확대를 위해서는 삽주의 번식과 생산에 관한 연구가 수행되어야 하나 현재까지 국내에서 삽주에 관한 연구는 삽주의 약리 효과에 관한 연구가 주로 수행되어 왔다. 즉 삽주의 파골세포 분화 조절 효과, 황산화 효과, 암세포 증식억제 효과, 췌장 및 신장 보호 효과, 관절염의 예방 및 개선에 대한 효과 등에 대한 연구 (Choi, 2011; Han and Park, 2011; Kim and Park, 2012;

†Corresponding author: (Phone) +82-55-760-5031 (E-mail) jeonks@forest.go.kr

Received 2014 March 26 / 1st Revised 2014 April 7 / 2nd Revised 2014 April 11 / 3rd Revised 2014 April 15 / 4th Revised April 17 / Accepted 2014 April 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.

Park, 1999, 2010; Park and Kim, 2008)들이다.

번식 및 생육과 관련된 연구는 삼목에 관한 보고 (Jang *et al.*, 1996)와 자생지 환경과 생육특성 조사 (Park *et al.*, 2000a) 정도로 알려져 있어 앞으로 이와 관련된 연구가 수행 될 필요성이 높게 요구된다.

한편 본 연구에서는 삼주의 낮은 종자 결실률 및 느린 초기 생장 등의 특성에 따른 포지 직파에 의한 생산의 어려움을 고려하여 시설 내 육묘생산 방법을 개발하고자 하였다. 즉, 직파에 따른 종자 손실과 유묘 단계에서의 관리의 어려움을 육묘상자에서 육묘한 다음 노지에 이식하여 생산하는 방법을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 노지이식 전인, 육묘단계에서 차광처리가 삼주 유묘의 생장과 형태적 특성에 미치는 영향을 조사하여 육묘단계의 적정 생육환경을 구명하고자 하였다. 또한 육묘과정에서 얻어지는 우량한 유묘를 노지에 이식하여 보다 높은 생산성 추구에 기여할 수 있는 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 차광시설

본 실험의 공시식물은 삼주 (*Atractylodes japonica* Koidz.)로, 종자는 국립산림과학원 남부산림자원연구소의 월아시험림 임간재배지에서 직접 채취하여 2013년 3월 6일에 가좌시험림 내 비닐온실에서 생육실험을 실시하였다.

공시 육묘상자는 육묘용 플라스틱 72구 Tray (72 cavities, L27.5 × W54.0 × H4.5, cm)로서 이 연결육묘상자의 구 용적은 약 39.2 ml이며 생육밀도는 1 m²에 484본이다. 상토는 유기물질이 포함되지 않은 시중에서 구입한 원예용 상토 (부농, 한국)를 사용하였다.

삼주 생육 실험은 비닐온실 내에서 차광망 (35%, 75%, 95% 차광)을 이용하여 차광처리구의 상대광도를 각각 전광의 60%, 25% 및 10% 정도로 조절하여 전광을 포함한 총 4수준으로 실험을 실시하였다. 유묘의 양호한 생육을 위해 종자를 24시간 수침처리 (Lee *et al.*, 2013, 2014) 후 파종한 육묘상자는 차광처리별로 6개씩 배치하여 생육하였다.

차광처리별 광도는 2013년 3월 6일 맑은 날에 각 차광 내 세 지점에서 LI-250 Light meter (Li-Cor, USA)를 이용하여 측정하여 평균 낸 결과, 각각 613.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (전광), 370.4 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (35% 차광망), 157.9 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (75% 차광망), 38.9 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (95% 차광망)로 조사되었다.

관수는 오전 10시에 용기 내 상토가 충분히 젖을 정도로 주 2회 실시하였고, 습도유지를 위하여 모든 차광 처리구에 비닐을 씌웠으며 고온으로 인한 피해를 방지하기 위해 내부 온도가 높은 오후 1~2시에는 비닐을 개방해 주었다.

2. 생장 및 생장량 조사

노지이식을 위한 유묘 생산의 목적에 따라 2013년 5월 21일에 생장 조사를 하였다. 광수준별 초장, 근원경 및 근장 생장을 조사하고, 잎, 줄기 및 뿌리를 각각 분리하여 부위별로 생중량을 측정하였다. 건조량은 Drying Oven (DS-80-5, Dasol Scientific Co. Ltd, 한국)에서 105°C로 72시간 건조한 후 부위별로 측정하였다. 또한, 상대광도에 따른 생장 특성을 분석하기 위해 S/R을 (Leaf + Shoot / Root Ratio), 엽건중비 (Leaf Dry Weight Ratio, LWR), 줄기건중비 (Shoot Dry Weight Ratio, SWR), 뿌리건중비 (Root Dry Weight Ratio, RWR)를 구하였다.

- S/R Ratio = Shoot Dry Weight / Root Dry Weight
- LWR ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) = Leaf Dry Weight / Total Dry Weight
- SWR ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) = Shoot Dry Weight / Total Dry Weight
- RWR ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) = Root Dry Weight / Total Dry Weight

3. 뿌리 특성 분석

뿌리 분석 실험은 WinRhizo 프로그램 (2009 version, Regent Instrument Inc., Canada)을 이용하여 광수준이 뿌리의 영상 및 형태 특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 2013년 5월 21일에 채집되어 생장조사를 마친 삼주를 대상으로 실시하였다. 이 프로그램은 전체 뿌리의 영상 분석 (root image analysis)과 함께 전체뿌리길이 (total root length), 뿌리투영단면적 (total projected root area), 뿌리표면적 (total root surface area), 뿌리부피 (total root volume), 평균뿌리직경 (average root diameter) 등을 측정·분석할 수 있으며, 뿌리가 겹쳐진 상태도 자체 수정하여 분석할 뿐만 아니라 뿌리의 직경급별로도 전체뿌리길이, 뿌리투영단면적, 뿌리표면적, 뿌리부피 등을 분석할 수 있다 (Arsenault *et al.*, 1995; Bouma *et al.*, 2000; Wang and Zhang, 2009).

이 프로그램의 분석과정은, 보다 정확한 분석을 위해 뿌리가 상하지 않게 뿌리에 붙은 불순물을 물로 조심스럽게 씻어낸 후 뿌리가 잠길 정도로 물이 채워진 투명한 트레이 안에 뿌리를 넣고, 트레이 안의 뿌리가 최대한 겹치지 않게 조심스럽게 퍼트린다. 그 다음 뿌리를 넣은 트레이를 스캐너 (Epson Expression 10000XL, Seiko Epson Corp. Japan) 위에 올려 놓고 스캔 후 저장된 이미지를 WinRhizo 프로그램으로 분석을 실시하였다 (Kim *et al.*, 2010).

결과 및 고찰

1. 생 장

상대광도별 삼주의 생육실험에서 초장 생장은 전체적으로

Table 1. Effects of shading rates on height and root collar diameter growth of *Atractylodes japonica* seedlings.

Relative light intensity (%)	Height (cm)	Root collar diameter (mm)	Main root length (cm)
100	12.0 ± 2.5a	7.52 ± 0.88a	13.7 ± 3.0**a*
60	11.0 ± 1.6a	3.34 ± 0.78b	13.5 ± 2.7a
25	13.0 ± 2.2a	1.78 ± 0.56c	12.1 ± 1.4a
10	11.4 ± 1.2a	2.25 ± 0.90c	4.7 ± 1.6b

*Different letters in each column indicate significant differences according to DMRT ($p < 0.05$). **Means ± SD.

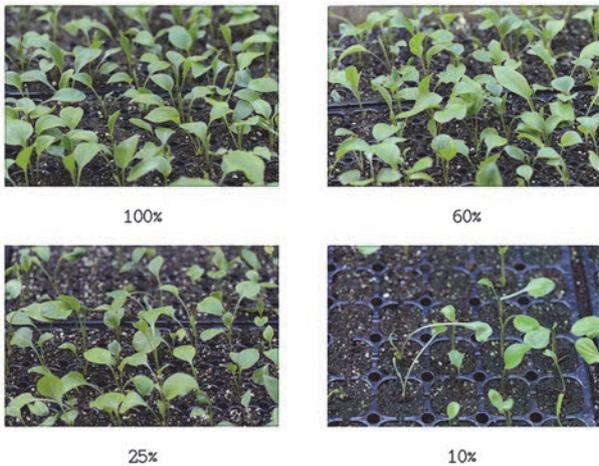


Fig. 1. Pictures of initial growth under various shading of *Atractylodes japonica* seedling (Apr. 26, 2013).

11.0 ~ 13.0 cm 로 조사되었으며 이들 간 유의성은 보이지 않았다. 가장 높은 초장 생장을 보인 처리구는 상대광도 25% 처리구로 나타났다. 근원직경은 전광에서 7.52 mm로 가장 높은 것으로 조사되었으며 상대광도가 낮아지면서 근원경이 유의적으로 점차 작아지는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 근장의 경우에도 전광에서 가장 긴 것으로 조사되었으며 전체적으로 상대광도가 낮아질수록 짧아지는 경향을 보였다. 이것은 삼주가 광 수준에 따라 생장의 차이가 발생 (Park *et al.*, 2004) 했기 때문으로 사료된다.

과종 후 생육한 본 실험의 삼주 초장은 삼주의 근경을 510 g으로 분주하여 호르몬 처리 후 실시한 생육 실험의 생육

초기 무처리구의 초장 (Park *et al.*, 2000b) 보다 작은 것으로 나타나 실험 간 생장의 차이를 보인 것으로 나타났다. Jeon 등 (2013)은 전처리 (상온건조, 저온건조, 수침 처리) 후 차광 (전광 및 35%, 50%, 75%, 95% 차광)을 통한 삼주 종자의 발아실험에서 상온건조 처리된 종자의 경우, 35% 차광에서 가장 낮은 발아속도를 보인 것으로 보고하였는데, 본 실험의 상대광도 60%에서의 저조한 초장생장은 상대적으로 낮은 발아속도와도 관련이 있을 것으로 사료된다.

한편, 초본인 바위솔 (Hong *et al.*, 2006) 뿐만 아니라 상록활엽수인 가시나무 (Sung *et al.*, 2011)와 잎을 약용으로 사용하기도 하는 굴거리나무 (Song, 2013) 또한 광도에 따라 생장의 차이가 발생하는 것으로 보고되었다. 이러한 결과들을 보면 초본과 목본 모두 식물 종에 따라 정도의 차이는 있지만 광 수준의 차이는 생장에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

2. 생장량

삼주의 생중량을 조사한 결과, 잎, 줄기, 뿌리 및 전체 생중량은 모두 상대광도 25%에서 각각 1.52 g, 0.92 g, 0.90 g, 3.34 g으로 가장 높게 조사되었으며 모두 유의성을 보이는 것으로 나타났다. 건중량의 경우, 잎은 상대광도 25%에서 0.20 g으로 가장 높았으며 줄기, 뿌리, 전체 건중량은 전광에서 각각 0.16 g, 0.13 g, 0.46 g으로 가장 높게 나타났다. 특히, 줄기, 뿌리 및 전체의 건중량은 전광에서 가장 높은 것으로 조사되었으며 광수준이 낮아질수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보이는 것으로 나타났다 (Table 2).

부위별 (잎, 줄기, 뿌리) 및 전체의 생중량과 건중량은 모두 상대광도 10%에서 가장 낮은 값을 보이는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 삼주의 초장생장 결과와 다른 경향을 보였는데 이것은 Fig. 1에서와 같이 상대광도 10%에서 삼주가 웃자라는 현상을 보였기 때문으로 사료되며, 암조건에서 생육된 백수오 (Yoo *et al.*, 2013)가 고사한 것과 부합되는 결과로 판단된다. 또한, 나머지 처리구에서는 삼주가 필요로 하는 광수준을 충족시켰기 때문에 상대적으로 양호한 생장을 보이는 것으로 사료된다. 따라서 삼주 주요의 양호한 생장을 위해서는 적절한 광도를 유지해야할 필요가 있는 것으로 판단되며 상대적으로 큰 종자를 과종 (Lim *et al.*, 2012) 한다면 보다 높은

Table 2. Effects of shading rates on fresh weight and dry weight of *Atractylodes japonica* seedlings.

Relative light intensity (%)	Leaves		Shoot		Root		Total		S (L + S)/R ratio
	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.****	D.W.***	
100	1.23 ± 0.26ab	0.17 ± 0.04a	0.86 ± 0.28a	0.16 ± 0.06a	0.85 ± 0.18ab	0.13 ± 0.03a	2.94 ± 0.63ab	0.46 ± 0.12a	2.6 ± 0.4**c*
60	1.18 ± 0.17b	0.17 ± 0.03a	0.75 ± 0.16a	0.15 ± 0.06a	0.60 ± 0.19b	0.08 ± 0.04b	2.54 ± 0.33b	0.40 ± 0.10a	4.8 ± 2.2ab
25	1.52 ± 0.37a	0.20 ± 0.06a	0.92 ± 0.20a	0.11 ± 0.04a	0.90 ± 0.32a	0.08 ± 0.04b	3.34 ± 0.87a	0.39 ± 0.13a	4.4 ± 1.7bc
10	0.37 ± 0.09c	0.05 ± 0.01b	0.52 ± 0.09b	0.04 ± 0.01b	0.13 ± 0.06c	0.01 ± 0.01c	1.02 ± 0.22c	0.10 ± 0.02b	6.9 ± 2.1a

*Different letters in each column indicate significant differences according to DMRT ($p < 0.05$). **Mean ± SD (n = 6). ***Dry Weight. ****Fresh Weight.

삼주 유묘의 생장 특성

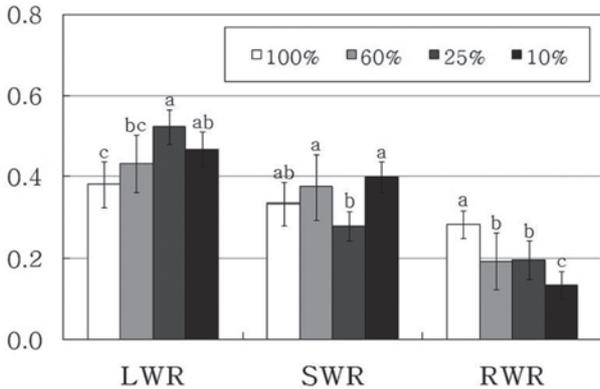


Fig. 2. Effects of shading on LWR, SWR and RWR of *Atractylodes japonica* seedlings. Bars indicate mean \pm SD. Different letters in each element indicate significant differences according to DMRT ($p < 0.05$).

생장량을 보일 것으로 사료된다. 본 실험에서 웃자라 생장이 좋지 못한 상대광도 10% 처리구를 제외한, 상대광도 25%~100%에서 잎, 줄기 및 전체의 건중량은 이들 처리구간에 유의성은 나타나지 않았다. 한편, 다른 종류의 산채인 병풍쌈 (Lee et al., 2012a)과 수리취 (Lee et al., 2012b)를 전광, 약차광 (45~55%), 중차광 (65~75%), 강차광 (88~92%)으로 각각 생육한 결과, 잎 건중량은 병풍쌈과 수리취 모두 중차광에서 가장 높은 값을 보인 것으로 보고되었다. 이처럼 본 실험의 결과와 함께 산채 종류에 따라 광 수준 차이에 대한 성장 반응의 차이는 이들 산채 종들이 산림 내 자연 생육지 환경의 다양한 광 수준 조건에서의 적응 결과로 사료된다.

S/R율은 전체적으로 유의성을 보이며 2.6~6.9의 범위로 조사되었다. 또한, 상대광도 10%에서 가장 높고, 전광에서 가장 낮은 것으로 조사되었는데 이것은 차광처리 후 생육된 병풍쌈 (Yoon et al., 2013)의 결과와 동일한 경향을 보인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 상대적으로 전광의 높은 뿌리 생장량에 기인한 것으로 판단된다.

3. 부위별 건중비 (LWR·SWR·RWR)

부위별 건중비의 경우, LWR은 상대광도 25%에서 0.52로 가장 높은 것으로 조사되었다. 유의적으로 현저하게 저조한 생장량을 보인 10% 처리구를 제외하면, 광수준이 높아질수록 LWR이 낮아지는 경향을 보이며 전광에서 상대적으로 가장 낮은 값을 보인 것으로 조사되었다. SWR의 경우에는 상대광도 10%에서 0.40으로 가장 높게, 상대광도 25%에서 0.28로 가장 낮게 나타났다. 특히, 뿌리의 건중비를 나타내는 RWR의 경우에는 전광에서 0.28로 가장 높게 조사되었으며 광도가 낮아질수록 결과 값도 유의적으로 낮아지는 경향을 보이는 것으로 나타났다 (Fig. 2).

한편, 다른 산채인 병풍쌈의 경우에는 상대광도가 10% 정

도인 처리구에서 가장 높은 LWR을 보인 것으로 나타났다 (Lee et al., 2012a; Yoon et al., 2013). Park 등 (2000a)은 광투과율이 높을수록 삼주의 지하부 생중량이 증가한다는 연구결과를 보여, 광수준이 높아질수록 유의적으로 높아지는 경향을 보인 본 실험과 유사한 경향을 보인 것으로 사료된다.

3. 뿌리 특성

삼주는 뿌리부분을 약용으로 이용하기 때문에 지상부 보다 상대적으로 지하부의 더 생장이 중요하다고 할 수 있다. 본 실험에서 광 수준을 달리하여 생육한 삼주 유묘의 뿌리는 상대광도 25%에서 가장 좋은 뿌리 발달을 보인 것으로 조사되었다 (Fig. 3). 뿌리는 전광 및 상대광도 60%와 10%에서 상대적으로 양호한 성장을 한 것으로 보였으며, 이들의 뿌리 분포가 비교적 잘 형성된 것으로 조사되었다. 한편, 본 실험과 같이 포지에 이식을 위한 유묘생산의 경우에는 생산의 효율성을 위해 이식 시기 구멍과 함께 보다 다양한 용적의 용기에서 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

뿌리의 길이와 직경급의 분포 비율은 뿌리체계를 묘사하거나 비교하는데 있어서 매우 중요한 형질로 고려될 수 있다

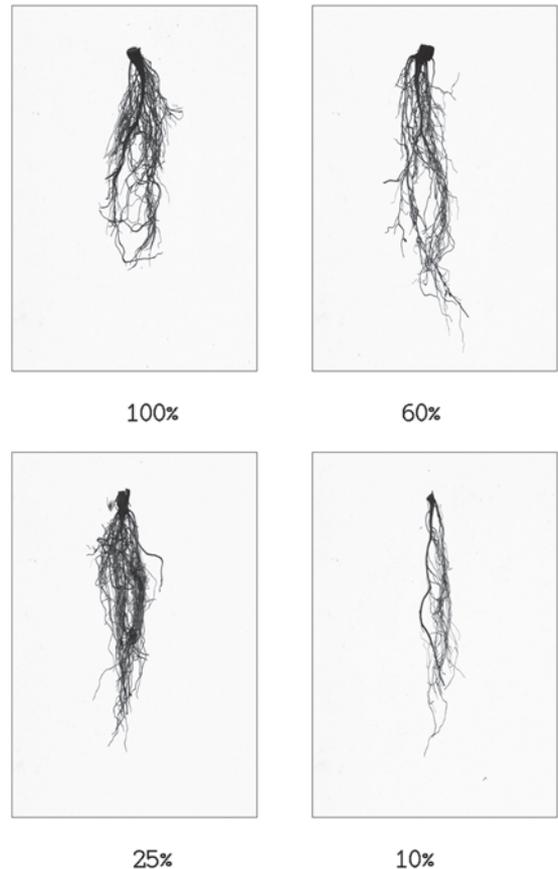


Fig. 3. Effects of shading on root images of *Atractylodes japonica* seedlings.

Table 3. Effects of shading rates on root morphological traits of *Atractylodes japonica* seedlings.

Relative light intensity (%)	Total root length (cm)	Root project area (cm ²)	Root surface area (cm ²)	Root diameter (mm)	Root volume (cm ³)
100	346.9 ± 67.9ab	13.9 ± 3.0ab	43.8 ± 9.6ab	0.40 ± 0.03a	0.44 ± 0.11**ab*
60	303.7 ± 49.4b	12.5 ± 2.0b	39.3 ± 6.3b	0.41 ± 0.02a	0.41 ± 0.07b
25	434.7 ± 112.1a	17.4 ± 4.6a	54.7 ± 14.5a	0.40 ± 0.01a	0.55 ± 0.15a
10	81.9 ± 50.7c	3.2 ± 1.5c	9.9 ± 4.6c	0.41 ± 0.05a	0.10 ± 0.03c

*Different letters in each column indicate significant differences according to DMRT ($p < 0.05$). **Mean ± SD (n = 6).

Table 4. Effects of shading rates on percentage total root length by different root diameter classes of *Atractylodes japonica* seedlings.

Relative light intensity (%)	Root diameter classes (mm)							
	<0.1	0.1-0.20	0.2-0.30	0.3-0.40	0.4-0.50	0.5-0.6	0.6 <	
Percentage of total root length								
100	1.7	22.4	26.9	23.3	7.9	8.5	9.3	
60	1.4	19.8	26.8	25.9	8.9	7.0	10.3	
25	4.1	17.1	28.6	25.0	7.7	7.6	9.8	
10	4.0	26.4	23.8	23.5	6.7	5.4	10.1	

(Bouma *et al.*, 2000). 광 수준에 따른 삽주 유묘의 뿌리 형태 특성을 조사한 결과, 전체뿌리길이, 뿌리투영단면적, 뿌리 표면적 및 뿌리부피는 모두 상대광도 25%에서 각각 434.7 cm, 17.4 cm², 54.7 cm², 0.55 cm³로 유의성을 보이면서 가장 높은 값으로 조사되었다 (Table 3). 또한, 전광에서도 상대광도 25% 처리구와 유의성을 보이지 않으며 높게 조사되었는데, 이것은 삽주가 광투과율이 높을수록 좋은 생장을 보인다 (Park *et al.*, 2000a)는 연구결과와 유사한 경향을 보인 것으로 사료된다. 상대광도 10%에서는 전체뿌리길이, 뿌리투영단면적, 뿌리표면적 및 뿌리부피 모두 가장 낮은 값으로 조사되었는데 특히, 전체 뿌리길이의 경우에는 다른 처리구의 18.8~27.0% 수준으로 조사되었다. 한편, 평균뿌리직경은 전광과 상대광도 25%에서 상대적으로 낮게 조사되었는데 전체뿌리길이가 긴 처리구에서 이러한 결과가 나타난 것을 보면, 이것은 상대적으로 세근이 많았기 때문으로 사료된다. 잔대의 경우에는 전체뿌리길이가 25% 차광에서 가장 높은 값으로 조사 (Kim *et al.*, 2012)되어 본 실험의 삽주와는 다른 경향을 보였다.

전체 뿌리길이를 직경급별 비율로 나타낸 결과, 0.4 mm 이상의 뿌리 직경급에서는 17.8%의 비율로 전광에서 상대적으로 가장 높게 조사되었는데 이것은 근원직경과 뿌리 부위의 건물 생산량의 결과와 동일한 결과로서 광량이 지하부의 생장에 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다. 한편, 세근으로 판단되는 0~0.2 mm의 뿌리 직경급에서는 상대광도 10% 차광에서 약 30.4%로 가장 높은 비율로 조사되었는데 이것은 상대적으로 전체뿌리길이가 현저히 저조했기 때문으로 판단된다 (Table 4).

따라서 본 실험결과를 종합적으로 살펴볼 때 상대광도 10%

를 제외한 처리구에서는 초장 생장 및 건중량이 유의성을 보이지 않았는데, 뿌리 발달의 경우에는 상대광도 25%에서 좋은 것으로 나타나 포지 이식을 위한 삽주 유묘의 생산은 광수준을 상대광도 25%로 유지하여 생육하는 것이 보다 좋을 것으로 판단된다. 삽주의 수확을 위해서는 3년 이상 소요되는데 이와 같은 결과를 활용하여 뿌리 발달을 유도해 삽주의 생산 기간을 단축시킬 수 있을 것으로 사료되며 보다 생산성이 높은 수확 시기를 구명하기 위해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Arsenault JL, Poulcur S, Messier C and Guay R. (1995). WinRHIZO, a root-measuring system with a unique overlap correction method. Hort Science. 30:906.
- Bouma TJ, Nielsen KL and Koutstaal B. (2000). Sample preparation and scanning protocol for computerized analysis of root length and diameter. Plant and Soil. 218:185-196.
- Choi SH. (2011). Pharmacological and molecular studies of *Atractylodes japonica* Koidzumi on anti-oxidant activity. Master Thesis. Kyunghee University. p.1-23.
- Han YK and Park YK. (2011). Effect of *Atractylodes rhizoma* Alba water extract on streptozotocin-induced diabetes in rats. Korean Journal of Herbology. 26:23-30.
- Hong DO, Lee CW, Kim HY, Kang JH, Ryu YS and Shin SC. (2006). Shading effect on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:239-243.
- Jang KH, An DC and Kim DK. (1996). Effects of young sprouts cutting times and nitrogen split application on growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:241-246.
- Jeon KS, Song KS, Yoon JH, Kim CH and Kim JJ. (2013). Effects of seed pre-treatment and environment controls on germination of *Atractylodes japonica* seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:394-400.
- Kim JJ, Lee KJ, Song KS, Cha YG, Chung YS, Lee JH and Yoon TS. (2010). Exploration of optimum container for production of *Larix leptolepis* container seedlings. Journal of Korean Forest Society. 99:638-644.
- Kim JW, Yoon JH, Jeon KS, Jung JM, Jung HR, Cho MG and Moon HS. (2012). Growth characteristics of *Adenophora triphylla* var. *japonicum* by shading treatments. Journal of Agriculture & Life Science. 46:19-25.

- Kim SH and Park YK.** (2012). Effects of *Atractylodes Rhizoma* Alba extract on collagen-induced arthritis in mice. Korean Journal of Herbology. 27:1-6.
- Kwak JS, Seong HG and Chang KJ.** (2011). Medicinal plant cultivation. Blue Happy Press. Seoul, Korea. p.1-423.
- Lee GA, Kim DH, Kim MS, Wu WG, Kim YG, Ahn YS, Park CB and Song BH.** (2013). Studies on germination rates and early seedling growth characteristics by different storing temperatures, durations, and methods in *Aralia cordata* var. *continentalis*(Kitagawa) Y. C. Chu. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:20-26.
- Lee KC, Lee HB, Park WG and Han SS.** (2012a). Pysiological response and growth performance of *Parasenecio firmus* under different shading treatments. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 14:79-89.
- Lee KC, Noh HS, Kim JW, Ahn SY and Han SS.** (2012b). Changes of characteristics related to photosynthesis in *Symurus deltoides* under different shading treatments. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:320-330.
- Lee SG, Kim HY and Ku JJ.** (2014). Effects of seed storage temperature and pre-treatment on germination, seedling quality on wild *Trichosanthes kirilowii* Maxim and *Trichosanthes kirilowii* var. *japonica* Kitam. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:53-59.
- Lim JD, Park HI, An TJ, Lim JJ, Kim SH, Yoo BR, Kim EH and Chug IM.** (2012). Effect of seed size on seed germination and growth characteristics in safflower(*Carthamus tinctorius* L.). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:415-420.
- Park CS and Kim DH.** (2008). Biological activities of extracts from *Scutellaria baicalensis*, *Zizyphus jujuba* and *Atractylodes macrocephala*. Korean Journal of Herbology. 23:41-51.
- Park JH and Seong SH.** (2007). Medicinal plant. Shinilbooks. Seoul, Korea. p.1-568.
- Park JM.** (1999). Effects of various treatments enforced before or after planting on growth and yield of Sabju(*Atractylodes japonica* Koidz.). Master Thesis. Gyeongsang National University. p.1-38.
- Park JM, Jang KH, Lee ST, Song GW and Kang JH.** (2000a). Growth characteristics of *Atractylodes japonica* Koidz in its native habitat. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:327-333.
- Park JM, Kang JH and Kim MB.** (2004). Growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz affected by shading and flower bud pinching. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:231-236.
- Park JM, Kang JH, Lee HK and Kim MB.** (2000b). Effect of GA₃ before planting on growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:319-326.
- Park ST.** (2010). Effect of *Atractylodes Rhizoma* alba on osteoclast formation. Master Thesis. Wonkwang University. p.1-22.
- Song KS.** (2013). Annual growth, physiological characteristics and production of *Daphniphyllum macropodum* container seedlings. Ph. D. Thesis. Konkuk University. p.1-127.
- Sung HI, Song KS, Cha YG and Kim JJ.** (2011). Characteristics of growth and seedling quality of 1-Year-Old container seedlings of *Quercus myrsinaefolia* by shading and fertilizing treatment. Journal of Korean Forest Society. 100:598-608.
- Yoo JH, Seong ES, Lee JG, Kim CJ, Choi JH, Lee GH, Hwang IS, Hwang EB, Lim JD, Ahn YS, Park CB and Yu CY.** (2013). Comparison of the characteristics of seed germination and the first stage of growth in *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) by different light conditions. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:329-333.
- Yoon J, Jeon K, Song K, Kim C and Lee D.** (2013). Early growth and physiological characteristics of *Parasenecio firmus* by shading conditions in forest farming. Planta Medica. 79:1236-1236.
- Wang MB and Zhang Q.** (2009). Issues in using the WinRHIZO system to determine physical characteristics of plant fine roots. Acta Ecologica Sinica. 29:136-138.