

임간재배 시 광조절과 부엽토 처리에 따른 삽주의 생육 및 광합성 특성

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

*국립산림과학원 남부산림자원연구소, **국립수목원 유용식물증식센터, ***건국대학교 녹지환경계획학과

Growth and Photosynthetic Characteristics of *Atractylodes japonica* by Light Controls and Leaf Mold Treatment in Forest Farming

Kwon Seok Jeon*, Ki Seon Song*†, Kyu Seong Choi**, Chang Hwan Kim*, Yong Bae Park* and Jong Jin Kim***

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

**Useful Plants Resources Center, Korea National Arboretum, Yangpyeong 476-845, Korea.

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

ABSTRACT : This study was carried out to determine the effects of light controls and leaf mold on root growth and physiological responses of *Atractylodes japonica* growing in forest farming. The experiment was performed by light controls (100%, 62.5%, 40.3% and 19.7% of full sunlight) and application of leaf mold to soil. Height, stem diameter, number of flower buds and root collar diameter were the highest in leaf mold within 62.5% of full sunlight (relative light intensity 62.5%). And these were the higher in leaf mold within each light level. As the shading level increased, light saturation point and maximum photosynthesis rate decreased. As the light level decreased, SPAD value increased in control and leaf mold. As a result of surveying the whole experiment, *A. japonica* was judged worse root growth under the lower light level. It was concluded that the light level was one of the most important factors to produce *A. japonica*. Also, producing high-quality of *A. japonica* with the price competitiveness by using leaf mold like the experiment can be an effective way to increase incomes for farmers.

Key Words : *Atractylodes japonica*, Forest Farming, Leaf Mold, Light Controls, Photosynthesis Capacity, Root Characteristics

서 언

삽주 (*Atractylodes japonica* Koidz.)는 높이가 30~100 cm에 달하는 다년초로서 뿌리가 굵고 마디가 있으며, 뿌리는 약용으로 사용하고 어린 순은 나물로 이용한다 (Lee, 2006). 뿌리에는 소화기 계통으로 항실형성 위궤양, 장관운동, 간장보호, 이담작용이 있고, 이 밖에 이뇨작용, 면역기능에 대한 작용, 항산화작용, 항종양작용, 혈당강하작용, 항응혈작용과 심혈관 계통에 대한 작용, 항균작용 등의 약리작용이 있다 (Chae et al., 2007).

삽주는 햇볕이 잘 드는 비교적 서늘한 산간지에서 잘 자라 고온다습한 곳은 피하는 것이 좋으며, 토질은 사질양토, 화산회질양토, 부식질양토 등 지나치게 건조하지 않는 정도로 물빠짐이 좋고 유기물 함량이 많은 토양이 알맞다. 물빠짐이 좋

지 않고 지하 수위가 높아서 과습하면 뿌리가 부패할 우려가 있으므로 이런 토양은 피하는 것이 좋다 (Kwak et al., 2011).

우리나라에서 재배하는 약초는 인삼, 당귀, 천궁, 백작약, 백하수오, 백지, 강활, 독활, 익모초, 소엽, 산약, 양유, 지모, 지황, 해방풍, 고본, 황기, 삽주 등 100여종에 이르며, 삽주의 경우에는 한방에서 다른 약재의 효능을 증가시키는 보조재로서 주로 처방되고 있다 (Kwak et al., 2011). 이렇게 소비되는 삽주는 일부 국내에서 생산을 하지만 주로 저가의 상품을 중국에서 다량 수입하여 이용되고 있다. 특히, 저가의 수입품은 생산량 증대를 위해 비료와 농약이 다수 살포되고 있어 품질, 성분 및 원산지가 불분명한 실정이다.

한편, 삽주의 생육 및 수량 증대에 관한 연구 (Jang et al., 1996; Kim et al., 2001; Park et al., 2000, 2004a, b; Ryu et al., 1999; Song et al., 2014)가 꾸준히 수행되어왔으나 임간 내

†Corresponding author: (Phone) +82-55-760-5034 (E-mail) nontimber2@forest.go.kr

Received 2015 February 23 / 1st Revised 2015 March 5 / 2nd Revised 2015 March 19 / 3rd Revised 2015 April 2 / Accepted 2015 April 6

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.

에서 부엽토를 이용한 친환경적인 재배실험은 전무한 실정이다. 따라서 본 실험은 보다 친환경적인 고품질 삽주의 생산을 위해 임지에서 광조절과 천연 유기질비료인 부엽토를 이용하여 생육한 삽주의 지상부와 지하부 생장을 조사하여 최적의 생육환경 구명과 보다 효과적인 친환경 증식기술을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시식물 및 실험장소

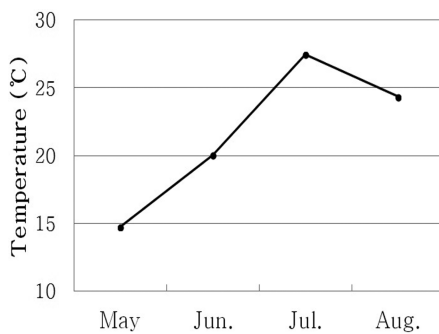
본 실험의 공시식물은 삽주 (*Atractylodes japonica* Koidz.)이며, 삽주 유묘를 직접 생산하여 2014년 5월 2일에 처리구별로 이식하였다. 실험은 국립산림과학원 남부산림자원연구소의 진주시험림 내 임간재배 시험지에서 실시하였으며, 시험지의 지형적 특징은 Table 1과 같다. 시험지의 온도와 습도는 온습도 측정기 (HOBO U23-001, ONSET Co. Corp., Santa Clara, California, USA)를 지상으로부터 30 cm 높이에 설치하여 2014년 5월부터 8월까지 측정하였다 (Fig. 1).

2. 광조절 및 부엽토 처리

광은 35%, 50%, 75%의 차광망 (ArirangPocheon, Korea)

Table 1. General characteristics of the experimental site.

Aspect	Slope (°)	Altitude (m)	Growing stock (m ² · ha ⁻¹)
N	5 ~ 14	50 ~ 75	123.9



을 이용하여 전광을 포함한 총 4수준으로 5월 2일에 각각 조절하였다. 광도는 2014년 5월 9일 오후에 측정하였으며, 처리별 평균값은 각각 706.5 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (전광), 441.8 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (35% 차광), 284.6 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (50% 차광), 139.5 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (75% 차광) 이었다. 상대광도는 각각 62.5% (35% 차광), 40.3% (50% 차광), 19.7% (75% 차광)로 나타났으며, 광도 측정은 Portable Photometer (LI-250 Light meter, LI-COR, Inc., Lincoln, Nebraska, USA)를 사용하였다.

부엽토는 시험지 내에서 낙엽을 걷어내고 직접 채취하여 1 m² 당 3 kg 으로 처리하였으며, 무처리 토양 (대조구)과 부엽토 처리구의 물리화학적 특성을 보면, 각각 pH 5.64와 4.35, 유기물 함량 1.10%와 5.33%, 전질소 함량 0.06%와 0.28%, 유효인산 함량 5.2와 67.1 mg · kg⁻¹ 및 염기치환용량이 4.24와 3.42 cmol⁺ · kg⁻¹으로 조사되었다 (Table 2).

3. 생육특성 조사

대조구와 부엽토에서 생육된 삽주를 2014년 9월 1일에 처리구별 15개체를 대상으로 초장, 줄기직경 등 성장조사를 실시하였다. 건중량은 Drying Oven (DS-80-5, Dasol Scientific Co. Ltd, Hwaseong, Korea)에서 105°C로 72시간 건조 후 꽃봉오리, 잎, 줄기 및 뿌리를 각각 분리하여 부위별로 측정하였다. 또한, 각각의 처리에 따른 성장 특성을 분석하기 위해 S/R율 (Leaf + stem/root ratio)을 구하였다.

4. 광합성 특성 조사

광조절에 따른 삽주의 광합성 반응을 조사하기 위하여 2014

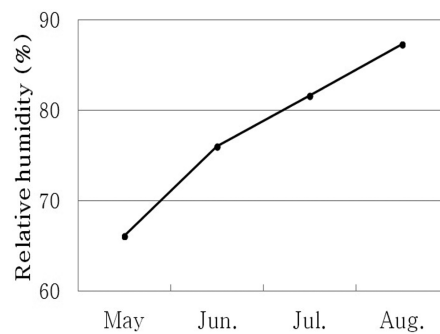


Fig. 1. Changes of average temperature (°C) and relative humidity (%) of the experimental site.

Table 2. Characteristics of leaf mold used in this experiment.

Treatment	pH (H ₂ O)	O.M. (%)	T-N (%)	Avail.P (mg/kg)	C.E.C. (cmol ⁺ /kg)	Exch. cation (cmol ⁺ /kg)				EC (dS/m)
						K	Ca	Mg	Na	
Control	5.64	1.10	0.06	5.2	4.24	0.19	0.84	2.27	0.20	1.17
Leaf mold	4.35	5.33	0.28	67.1	3.42	0.35	0.91	1.19	0.17	7.51

년 8월 26일에 생장이 좋은 부엽토 내 삽주의 건전한 잎을 대상으로 휴대용 광합성 측정기 (Portable Photosynthesis System, LI-6400, LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA)를 이용하여 측정하였다. 광도 PPF (Photosynthetic Photon Flux Density)는 0, 100, 300, 600, 1000, 1500, 2000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 총 7 단계로 조절하여 각 처리구당 3반복으로 측정하였으며, 광합성 측정기의 leaf chamber에 유입되는 공기의 유량은 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$, Chamber 온도는 25°C , CO_2 농도는 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 상대습도는 60~70%로 조절하였다 (Kim *et al.*, 2001). 이를 이용하여 광-광합성곡선 (light response curve)을 작성하였다.

5. 엽록소 함량 조사

엽록소 함량은 잎 조직을 파괴하지 않고 반복측정이 가능한 Chlorophyll meter (SPAD-502, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 10반복으로 측정하였다 (Woo *et al.*, 2004).

6. 통계분석

처리별 결과 값에 대한 분석은 SPSS 프로그램 (version 20.0, Statistical Package for Social Science, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하였으며, 통계적으로 차이가 유의한 경우 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 지상부 및 지하부 생육 특성

광조절과 부엽토 처리에 따른 삽주의 생육특성을 조사한 결과, 초장은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 41.6 cm로 가장 컸으며, 그 다음은 동일한 광수준의 대조구와 상대광도 40.3%의 부엽토에서 컸다. 줄기직경은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 6.07 mm로 가장 굵었으며, 그 다음은 전광과 상대광도 40.3%의 부엽토에서 굵은 것으로 조사되었다 (Table 3). 초장과 줄기직경은 모두 상대광도 62.5%를 기점으로 광수준이 감소할수록 작아지는 경향을 보였는데, 이는 유입되는 광량이 부족하여 광합성량이 저하되었기 때문으로 판단된다 (Hiroki and Ichino, 1998; Renuka *et al.*, 2007; Yoo *et al.*, 2013).

처리 광수준별 모두 대조구 보다 부엽토에서 초장은 1.1~1.3배, 줄기직경은 1.1~1.5배 높은 생장을 보였는데, 이러한 결과는 부엽토가 대조구 보다 유기질, 전질소, 유효인산 등의 함유량이 월등히 높아 삽주의 생장에 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다. 또한, 이러한 결과는 눈개승마 (Kwon, 2005) 생육 시 대조구 보다 유박 + 퇴비 혼용 처리구에서 생장이 양호한 것으로 보고된 것과 유사한 결과로서 이를 통해 유기질 비료의 처리가 식물의 좋은 생육을 유도하는 것을 알 수 있다.

꽃봉오리의 경우, 전체적으로는 상대광도 62.5%의 부엽토에서 그 수가 가장 많았으며, 각 차광 내에서는 대조구 보다 부엽토에서 많은 것으로 조사되어 부엽토에서 상대적으로 좋은 생육을 보인 초장 및 줄기직경 생장과 동일한 경향을 보였다.

한편, 약용으로 이용되는 잔대 (Kim *et al.*, 2012)와 갯기름나물 (Song *et al.*, 2014)은 각각 25% 차광과 50% 차광에서 지상부의 생장이 가장 좋은 것으로 보고되었는데, 본 실험의 삽주 결과를 포함하여 이러한 약용으로 이용되는 식물들도 적정 생육환경이 각기 다를 수 있었다.

식물의 뿌리는 일반적으로 식물체를 고정시키고, 수분과 무기영양분을 흡수하며, 탄수화물을 저장하는 기능을 가지고 있는데, 일부 식물의 경우에는 약용으로 이용하기도 한다. 본 실험의 삽주의 경우에는 뿌리를 약용으로 이용하기 때문에 뿌리의 생장이 지상부의 생장보다 중요하다고 할 수 있다.

삽주의 근원직경은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 9.32 mm로 가장 굵고 대조구 보다 부엽토에서 굵은 것으로 나타나 줄기직경과는 정의 상관관계를 보였다 (Table 4).

특히, 삽주의 뿌리는 구근과 세근으로 구분되어지는데, 구근을 약용으로 이용하고 있다. 이러한 구근의 크기는 상대광도 40.3%에의 대조구에서 36.4 mm로 가장 컸으나 모든 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았으며 (Table 4), 길이와 폭은 상대광도의 62.5% 이상에서 26.4~28.5 mm와 18.4~19.9 mm로 그 이하의 상대광도에서 보다 큰 것으로 조사되어 광수준에 따라 구근의 생장이 차이를 보인 것으로 나타났다 (Fig. 2).

뿌리를 약용하는 잔대는 근원직경이 25% 차광에서 가장 굵고 차광율이 높아질수록 감소하는 경향을 보이는 것으로 보고되었으며 (Kim *et al.*, 2012), 시호 재배 시 유기질 비료의 사용이 지하부 생장을 좋게 하는 것으로 보고되어 (Kim *et al.*, 1997) 본 실험의 삽주와 유사한 경향을 보였다. 또한,

Table 3. Height, stem diameter and number of flower buds of *A. japonica* by relative light intensity and leaf mold treatment.

Relative light intensity (%)	Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of flower buds (ea/plant)
100	Control	28.5 ± 5.6c	4.08 ± 1.08b	1.9 ± 1.0*bc**
	Leaf mold	37.0 ± 7.2abc	5.98 ± 1.44a	3.5 ± 1.0a
62.5	Control	38.6 ± 4.2ab	5.29 ± 1.53ab	3.8 ± 1.9a
	Leaf mold	41.6 ± 9.6a	6.07 ± 1.06a	4.4 ± 2.0a
40.3	Control	34.5 ± 7.1abc	4.92 ± 1.61ab	1.2 ± 0.4c
	Leaf mold	37.8 ± 8.1ab	5.98 ± 1.28a	3.0 ± 1.7ab
19.7	Control	31.0 ± 8.9bc	4.88 ± 1.59ab	1.3 ± 0.7c
	Leaf mold	36.1 ± 5.9abc	5.84 ± 0.80a	3.0 ± 1.5ab

*Mean ± SD.

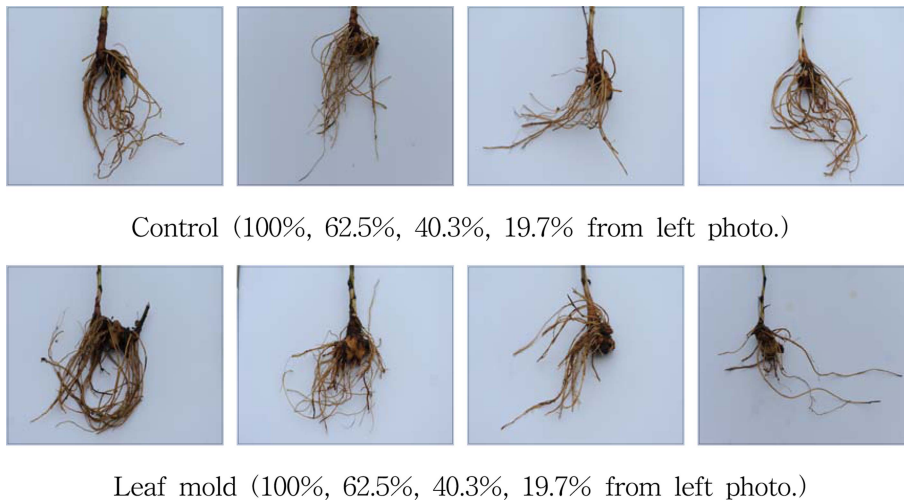
**Different letters in each column indicate significant differences according to DMRT ($p < 0.05$).

Table 4. Morphological characteristics and dry weight of *A. japonica* root by relative light intensity and leaf mold treatment.

Relative light intensity (%)	Treatment	Root collar diameter (mm)	Bulb		
			Height (mm)	Length (mm)	Width (mm)
100	Control	5.43 ± 0.91c	29.0 ± 9.2a	27.8 ± 6.3ab	19.5 ± 3.4*a**
	Leaf mold	9.04 ± 2.60a	33.1 ± 12.1a	28.5 ± 9.6a	18.4 ± 2.2abc
62.5	Control	8.67 ± 1.57ab	35.1 ± 4.7a	26.4 ± 4.1abc	19.9 ± 2.1a
	Leaf mold	9.32 ± 1.01a	31.9 ± 7.3a	28.1 ± 4.3ab	19.0 ± 2.0ab
40.3	Control	7.14 ± 1.10b	36.4 ± 6.6a	19.7 ± 4.0c	16.0 ± 1.8bc
	Leaf mold	8.18 ± 1.32ab	29.4 ± 4.9a	21.1 ± 6.6bc	15.4 ± 2.9c
19.7	Control	7.63 ± 1.90ab	27.8 ± 8.9a	21.5 ± 6.7abc	16.5 ± 3.3bc
	Leaf mold	8.16 ± 1.13ab	29.0 ± 5.4a	22.1 ± 3.5abc	16.0 ± 2.1bc

*Mean ± SD.

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



Control (100%, 62.5%, 40.3%, 19.7% from left photo.)

Leaf mold (100%, 62.5%, 40.3%, 19.7% from left photo.)

Fig. 2. Pictures of *A. japonica* root by relative light intensity and leaf mold treatment.

Noh 등 (2003)은 삼지구엽초를 부엽토, 우분발효퇴비, 계분, 평화왕겨로 각각 처리하여 재배한 결과, 부엽토 (2,000 kg/10 a 와 3,000 kg/10 a)에서 뿌리 길이가 좋은 생육을 보인 것으로 보고하여 본 실험과 더불어 부엽토가 뿌리의 생장에 좋은 영향을 미친다는 것을 알 수 있는데, 이를 통해 부엽토 처리가 뿌리 약초의 생육과 수량증대에도 효과를 보일 것으로 사료된다. 또한, 지상부의 꽃봉오리가 부엽토에서 상대적으로 많이 생성되었는데, 이를 제거함으로써 보다 좋은 지하부의 생장을 유도할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 부위별 건중량 및 S/R율

꽃봉오리의 건중량은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 2.53 g으로 가장 높았으며, 잎은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 2.19 g으로, 줄기는 전광의 부엽토에서 1.60 g으로 가장 높았다. 특히, 삼주의 구근과 세근은 전광의 부엽토와 대조구에서 각각 2.86 g과 0.45 g으로 가장 높았다. 광수준별로는 세근

을 제외한 모든 부위에서 대조구 보다 부엽토가 높은 건중량을 보였다 (Table 5).

Kim 등 (2010a)은 엽채류인 곰취와 곤달비의 잎 건중량이 상대광도 64~73%에서 가장 높고 광수준이 낮아질수록 작아진 것으로 보고하여 본 실험의 삼주와 유사한 결과를 보였으나 수리취 (Lee *et al.*, 2012)와는 다른 경향을 보였다.

한편, 뿌리 건중량의 경우에는 대조구와 부엽토에서 모두 광수준이 낮아질수록 작아지는 경향을 보였는데, 이는 낮은 광도에서 생육된 삼주에 충분한 광량이 유입되지 않아 뿌리에 분배되는 동화산물이 감소하였기 때문에 나타난 결과로 판단된다 (Kim, 2000). 특히, 전체 건중량은 꽃봉오리의 무게가 유의적으로 높은 상대광도 62.5%의 부엽토에서 가장 높았다. 뿌리를 이용하는 삼주 (Kim *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2004a) 뿐만 아니라 작약 (Kim *et al.*, 1998)과 시호 (Seong *et al.*, 1996)도 꽃봉오리를 제거할 때 성장과 수량이 증가하는 것으로 보고되어 본 실험의 삼주 또한 꽃봉오리가 개화되는

Table 5. Dry weight and S/R ratio of *A. japonica* seedlings by relative light intensity and leaf mold treatment.

Relative light intensity (%)	Treatment	Dry weight (g/plant)						S/R ratio
		Flower buds	Leaves	Stem	Bulb	Fine roots	Total	
100	Control	0.84 ± 0.54bc	1.22 ± 0.29bc	0.67 ± 0.52c	2.64 ± 1.01a	0.45 ± 0.22a	5.83 ± 2.00bcd	0.9 ± 0.3*d**
	Leaf mold	1.85 ± 1.51ab	1.75 ± 0.79ab	1.60 ± 0.96a	2.86 ± 1.28a	0.39 ± 0.16ab	8.45 ± 4.31ab	1.6 ± 0.5cd
62.5	Control	1.77 ± 0.75ab	1.28 ± 0.28bc	1.09 ± 0.76abc	2.21 ± 0.64ab	0.32 ± 0.05abc	6.66 ± 2.03abc	1.7 ± 0.5cd
	Leaf mold	2.53 ± 1.26a	2.19 ± 0.76a	1.39 ± 0.45ab	2.29 ± 0.67ab	0.33 ± 0.13abc	8.73 ± 2.80a	2.4 ± 0.8ab
40.3	Control	0.68 ± 0.29c	0.79 ± 0.26c	0.72 ± 0.29c	1.47 ± 0.41bc	0.30 ± 0.16abc	3.95 ± 1.24cd	1.2 ± 0.3cd
	Leaf mold	1.07 ± 0.59bc	1.31 ± 0.37bc	0.81 ± 0.22bc	1.59 ± 0.36bc	0.19 ± 0.08c	4.97 ± 1.33cd	1.8 ± 0.7bc
19.7	Control	0.56 ± 0.31c	0.74 ± 0.33c	0.55 ± 0.30c	1.34 ± 0.37c	0.24 ± 0.10bc	3.43 ± 1.16d	1.2 ± 0.3cd
	Leaf mold	1.43 ± 1.08bc	1.55 ± 0.64b	1.02 ± 0.42abc	1.35 ± 0.47c	0.23 ± 0.11bc	5.58 ± 2.32cd	2.6 ± 1.1a

*Mean ± SD.

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

시기에 이를 제거한다면 개화와 결실에 소요되는 양분의 소모를 막아 근경의 비대를 촉진하여 보다 높은 생산량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

약용으로 이용하기도 하는 더덕 (Lee *et al.*, 1996)과 맥문동 (Kim *et al.*, 2007)은 대조구 보다 유기질 비료처리 시 보다 높은 수량의 생산이 가능한 것으로 보고되어 본 실험의 삽주와 동일한 경향을 보였다. 또한, Kim 등 (2014)은 친환경 유기질 비료의 사용이 보다 높은 품질의 당귀 생산을 가능하게 한다고 보고하여 부엽토를 이용한 처리구에서 삽주의 생장이 좋은 것으로 나타난 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. 특히, 당귀의 뿌리에 함유된 일부 성분의 경우에는 유기질 비료의 처리로 인해 그 성분의 함량이 높아진 것으로 보고되었다. 이러한 결과를 통해 임간에서 친환경적으로 생산된 삽주의 경우에 주로 퇴비와 화학비료 등을 사용하는 밭토양에서 생산된 삽주와의 성분 차별화가 가능할 것으로 사료되며, 추후 실험에서는 재배환경 및 처리에 따른 성분분석의 비교가 반드시 필요할 것으로 사료된다.

3. 광합성 반응 및 엽록소 함량

부엽토에서 생육된 삽주의 상대광도별 광-광합성곡선은 Fig. 3과 같으며, 이 처리구의 PPFD 1000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 중심으로 비교하면, 상대광도에 따른 광합성능력은 전광에서 가장 높았고 광수준이 낮아질수록 광합성능력은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 삽주가 낮은 광환경에서 광합성 기능이 저하되었기 때문으로 판단된다 (Kim *et al.*, 2010a). 한편, 광-광합성곡선에서 광포화점과 광합성능력은 탄소고정계 활성의 지표가 되는데 (Kim and Lee, 2001a), 본 연구에서는 광합성능력이 높은 처리구에서 광포화점이 높게 나타나 본 실험의 삽주가 내음성이 약한 양엽식물의 광합성특성을 보인 것으로 사료된다. 또한, 광포화점의 경우에는 광수준에 따라 각각 787.4 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (전광), 688.9 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (상대광도 62.5%), 725.0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (상대

광도 40.3%), 620.0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (상대광도 19.7%)로 조사되어 전광에서 가장 높게 나타났다. 이러한 결과들은 삽주의 생장에 영향을 미치는 광수준 뿐만 아니라 임간재배지 특성상 온도, 습도 등의 환경인자에 영향을 받아 적정 환경에서 생육되지 못했기 때문에 나타난 결과로 판단된다 (Kim *et al.*, 2010b). Kwon 등 (2009)은 곰취와 곤달비를 대상으로 차광수준을 달리하여 실험한 결과, 전광에서 광합성능력이 가장 높고 차광수준이 높아질수록 낮아지는 것으로 보고하여 본 실험의 삽주와 동일한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

한편, SPAD 값은 대조구와 부엽토 모두 상대광도 19.7%에서 각각 35.0과 46.2로 가장 높게 조사되었다. 또한, 전체적으로는 대조구 보다 부엽토에서 높게 나타났고 광수준이 낮을수록 값이 증가하는 경향을 보였으며, 광합성능력과 음의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다 (Fig. 4). 이러한 현상은 낮은 광 환경에 순화된 식물들이 수광량을 높이기 위해 잎 내 질소를 엽록소 단백질에 투자하여 집광반응에 치중함으로써 반대로 CO₂ 고정효소인 루비스코 효소에 대한 질소 배분이 줄어들어 광합성 능력이 줄어든 것으로 설명하고 있다 (Han *et al.*, 2008; Kim and Lee, 2001b).

본 실험 결과를 종합적으로 살펴보면, 삽주의 생산에서 가장 중요하다 할 수 있는 구근은 전광의 부엽토에서 유의적으로 좋은 생장을 보였는데, 이는 전광이지만 임간 내 환경의 영향으로 유입되는 광의 일부가 차단되어 생육에 적정한 광이 유입되었고, 부엽토에 유기물 등의 성분이 다량 함유되어 생육에 좋은 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다. 또한, 삽주는 낮은 광조건에서 지하부의 발육이 매우 저조한 것으로 나타나 삽주의 재배 시 광환경을 반드시 고려하여야 할 것으로 사료된다. 이렇게 본 실험에서와 같이 부엽토를 이용한 친환경 재배로 고품질의 삽주를 생산한다면, 품질 경쟁력을 증대시킬 수 있을 것으로 판단되며, 이를 통해 집약재배가 쉽지 않은 농가의 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

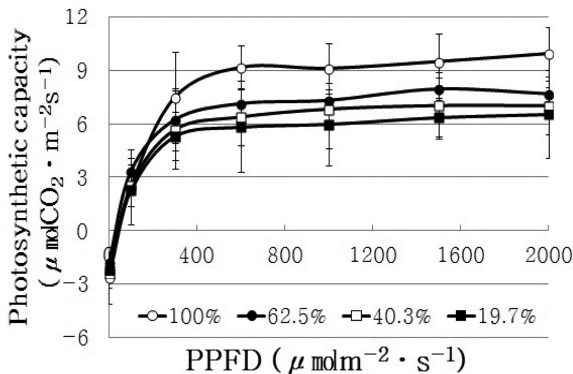


Fig. 3. Light response curves of *A. japonica* seedling by relative light intensity. Bar indicate SD.

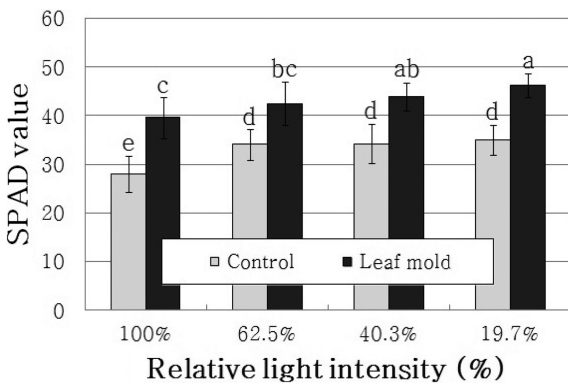


Fig. 4. SPAD value of *A. japonica* seedling by relative light intensity and leaf mold. Bar indicate SD.

REFERENCES

- Chae YA, Kim SM, Kim KS, Yoo CY, Yang DC, Song CG and Kang JH. (2007). Medicinal botany. Hyangmoon Press. Seoul, Korea. p.127-130.
- Han JG, Son SG, Kim SH, Kim CS, Hwang SI and Byun KO. (2008). Photosynthesis, chlorophyll contents and leaf characteristics of *Ilex rotunda* under different shading treatments. Korean Journal of Plant Resources. 21:299-303.
- Hiroki S and Ichino K. (1998). Comparison of growth habits under various light conditions between two climax species, *Castanopsis sieboldii* and *Castanopsis cuspidata*, with special reference to their shade tolerance. Ecological Research. 13:65-72.
- 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.
- Kim GN, Cho MS and Kwon KW. (2010a). Analysis growth performance and ascorbic acid contents of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*, *Ligularia fischeri*, and *L. stenocephala* under changing light intensity. Journal of Korean Forest Society. 99:68-74.
- Kim GN, Cho MS and Lee SW. (2010b). Physiological responses of the three deciduous hardwood seedlings growing under different shade treatment regimes. Journal of Bio-Environment Control. 19:36-48.
- Kim JJ. (2000). Studies on optimum shading for seedling cultivation of *Cornus controversa* and *C. walteri*. Journal of Korean Forest Society. 89:591-597.
- 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 KJ, Park CH, You OJ and Shin JH. (1998). Effects of removing time of flower buds on root yield and paeoniflorin content in *Paeonia lactiflora* Pallas. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 6:193-197.
- Kim MS, Park GC, Chung BJ, Park, TD, Kim HK, Kim HW, Park IJ, Kim CC and Sim JH. (1997). Effect of organic fertilizers application on root yield and saikosaponin contents in *Bupleurum falcatum* L. Korean Journal of Plant Resources. 10:175-182.
- Kim PG and Lee EJ. (2001a). Ecophysiology of photosynthesis 1: Effects of light intensity and intercellular CO₂ pressure on photosynthesis. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 3:126-133.
- Kim PG and Lee EJ. (2001b). Ecophysiology of photosynthesis 2: Adaptation of the photosynthetic apparatus to changing environment. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 3:171-176.
- Kim SM, Lee CY, Kim YC, Choi IS, Min KK and Seong JD. (2007). Effects of organic fertilizers on growth and yield in *Liriope platyphylla* Wang et Tang. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:148-151.
- Kim SY, Kwon OH, Cho JH and Lim JH. (2001). Effects of flower removal on growth and content of essential oil in *Atractylodes macrocephala* Koidz. Korean Journal of Plant Resources. 14:152-156.
- Kim YG, An TJ, Yeo JH, Hur M, Park YS, Cha SW, Song BH and Lee KA. (2014). Effects of eco-friendly organic fertilizer on growth and yield of *Angelica gigas* Nakai. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:127-133.
- Kwak JS, Seong HG and Chang KJ. (2011). Medicinal plant cultivation. Blue Happy Press. Seoul, Korea. p.294-303.
- Kwon JW. (2005). Effect of cultural practices on the agronomic characteristics and antioxidant in *Arunacus dioicus* var. *Kamtschaticus*. Master Thesis. Andong University. p.1-27.
- Kwon KW, Kim GN and Cho MS. (2009). Physiological responses of the three wild vegetables under different shading treatment. Journal of Korean Forest Society. 98:106-114.
- Lee KC, Noh HS, Kim JW, Ahn SY and Han SS. (2012). Changes of characteristics related to photosynthesis in *Synurus deltoides* under different shading treatments. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:320-330.
- Lee SP, Kim SK, Nam MS, Choi BS and Lee SC. (1996). Effects of shading and organic matter applications on growth and aromatic constituents of *Codonopsis lanceolata*. Korean Journal of Crop Science. 41:496-504.
- Lee TB. (2006). Coloured flora of Korea (II). Hyangmun Press. Seoul, Korea. p.271-271.

- Noh JH, Kim YJ, Choi KJ, Kim SW and Kim JH.** (2003). Characteristics of seedling and rhizome propagation in *Epimedium koreanum* Nakai. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 11:155-160.
- Park JM, Kang JH and Kim MB.** (2004a). 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, Jeong EH and Song GW.** (2004b). Growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. affected by mulching methods. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:226-230.
- Park JM, Kang JH, Lee HK and Kim MB.** (2000). Effect of GA₃ before planting on growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:319-326.
- Renuka C, Thomas JP and Rugmini P.** (2007). Effects of light on the growth and production of edible shoots of rattan. Journal of Tropical Forest Science. 19:164-167.
- Ryu TS, Cho JH and Kim SY.** (1999). The effect of transplanting time on growth and yield of *Atractylodes macrocephala* Koidz. Korean Journal of Plant Resources. 12:276-281.
- Seong JD, Park YJ, Kim GS, Kim HT, Suh HS and Kim SM.** (1996). Effects of topping on growth and root yield in *Bupleurum falcatum* L. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:153-156.
- Song KS, Jeon KS, Yoon JH, Kim CH, Park YB and Kim JJ.** (2014). Growth and root development characteristics of *Atractylodes japonica* seedlings by different relative light intensity. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:154-159.
- Woo SY, Lee SH and Lee DS.** (2004). Air pollution effects on the photosynthesis and chlorophyll contents of street trees in Seoul. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 6:24-29.
- 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.