

임간재배 시 차광과 부엽토 처리에 따른 갯기름나물의 생장 및 광합성 특성

송기선¹ · 전권석^{1*} · 최규성² · 김창환¹ · 박용배¹ · 김종진³

¹국립산림과학원 남부산림자원연구소, ²국립수목원 유용식물증식센터,

³건국대학교 녹지환경계획학과

Characteristics of Growth and Photosynthesis of *Peucedanum japonicum* by Shading and Leaf Mold Treatment in Forest Farming

Ki Seon Song¹, Kwon Seok Jeon^{1*}, Kyu Seong Choi², Chang Hwan Kim¹,
Yong Bae Park¹ and Jong Jin Kim³

¹Southern Forest Resources Research Center, National Institute of Forest Science, Jinju 52817, Korea

²Useful Plants Resources Center, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea

³Department of Environmental Design, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

요약: 본 연구는 수요가 증가되고 있는 산채인 갯기름나물을 대상으로 임간재배지 내 차광과 부엽토가 갯기름나물의 생장 및 광합성 특성에 미치는 영향을 조사하여 보다 고품질의 갯기름나물을 생산하는 것뿐만 아니라 생산량 증대 및 친환경 재배기술 개발에 이바지하고자 하였다. 실험은 전광 및 35%, 50%, 75% 차광으로 총 4차광처리와 부엽토처리(대조구, 침엽부엽토, 활엽부엽토)를 하였다. 초장, 줄기직경, 근원직경, 줄기수, 건중량은 전광 내 활엽부엽토에서 가장 높았으며, 엽면적, 엽장, 엽폭은 35% 차광 내 활엽부엽토에서 가장 높았다. 광합성, 기공전도도, 증산율, 수분이용효율은 전광 내 활엽부엽토에서 가장 높았다. 특히, 광합성률은 모든 차광에서 활엽부엽토가 높게 조사되었으며, 차광률이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다. 따라서 갯기름나물을 친환경적으로 재배하기 위해서는 임간재배에서 35% 차광(상대광도 51.1%) 후 활엽부엽토를 이용하는 것이 가장 좋은 생장을 보여 생산량 증대와 고품질 갯기름나물의 생산에 가장 효과적일 것으로 판단된다.

Abstract: This study was carried out to determine the effects of shading and leaf mold treatment on growth characteristics and photosynthesis responses of *Peucedanum japonicum* in forest farming. It is very valuable as a sort of health food, so that the demand for the vegetable has increased recently. The experiment can not only increase the yield but also contribute to the development of eco-friendly technology for high-quality *P. japonicum*. It was performed by shading treatments (full sunlight, 35%, 50% and 75% shading) and leaf mold treatments (control, pine tree and chestnut tree). Height, stem diameter, root collar diameter, number of stem and dry weight were the highest in chestnut-leaf mold under full sunlight. Leaf area, leaf length and leaf width were the highest in chestnut-leaf mold under 35% shading. Photosynthetic rate, conductance to H₂O, transpiration rate and water use efficiency were the highest in chestnut-leaf mold under full sunlight. Specially, photosynthetic rate was higher under chestnut-leaf mold in all shading treatment, and getting lower in the higher shading rate. As a result of surveying the whole experiment, it is concluded that *P. japonicum* grows nicely by maintaining 35% shading under chestnut-leaf mold in forest farming. Thus, it is the most effective way to increase the yield for high-quality *P. japonicum* with eco-friendly technology.

Key words: leaf mold, shading treatment, photosynthesis rate, *Peucedanum japonicum*

*Corresponding author
E-mail: jks2029@korea.kr

서 론

식용식물은 대부분 1960년 이전까지 구황작물로서 이용되어 왔는데, 현재는 국민소득이 높아짐에 따라 유기농 및 무농약으로 재배된 작물들에 대한 수요가 증가하면서 생산자의 소득 증가와 소비자의 안전한 먹을거리에 대한 소비구조로 의식변화가 일어나고 있다. 이에 따라 독특한 맛과 향을 즐길 수 있는 건강 기호식품인 자연산 산채류에 대한 관심이 점차 높아지고 있는 추세이다(Park et al., 2012).

산채란 인위적으로 재배되고 있는 작물이 아닌, 산에서 자생하는 식물로 그 중 식용이 가능한 식물을 말한다. 참죽, 두릅, 찔레와 같이 나무의 순을 이용하는 것도 있으나, 초본을 이용하는 것이 대부분이며, 실제로는 기호성이 좋고 식품으로서의 가치가 높은 식물 80여종 정도만을 산채로 이용하고 있다(Nam and Baik, 2005). 그 중 갯기름나물(식방풍)은 우리나라에서 재배, 생산되어 방풍으로 유통되고 있다(Gwak et al., 2011).

갯기름나물(*Peucedanum japonicum*)은 바닷가 또는 포천 근처의 냇가에서 자라는 속근초로서 높이 60~100cm이고 곧추자라며, 끝부분에 짧은 털이 있다. 열매는 타원형이며, 잔털이 있고 뒷면이 능선이 실처럼 가늘다. 연한 부분을 나물로 한다(Lee, 2006). 갯기름나물에 대한 연구로는 면역효과(Cho, 2004), 생리 활성(Kim et al., 2009), 항알레르기(Kim et al., 2007) 및 피부개선(Kim, 2015) 등이 보고되고 있다.

갯기름나물은 과거에 주로 자연산 채취에 의존하였으나 최근 친환경 농산물에 대한 수요 증가로 대량생산을 위한 산채 재배지가 증가하고 있는 추세이다(Chung et al., 1994). 그러나 대량생산을 목적으로 하는 산채 재배지는 대부분 시비와 농약 등의 화학제품이 다량 살포되고 있어 적정 광의 유입과 유기물 함량이 높은 자생지의 청정 자연환경에서 생육되어지는 산채와 유사한 갯기름나물의 생산이 쉽지 않다. 이에 따라 갯기름나물의 보다 높은 부가 가치의 창출을 위해 잎과 약용으로 이용하는 뿌리의 고품질화가 필요할 뿐만 아니라 생산량 증대를 위한 임간 내 친환경 재배기술 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 수요가 증가되고 있는 산채인 갯기름나물을 대상으로 자연 그대로에서 생육된 갯기름나물과 유사한 품질로 생산하기 위해 임간재배지 내에서 차광과

부엽토 처리를 하여 갯기름나물의 최적 생육환경을 구명하고자 하였다. 또한, 이를 통해 임간에서 자생하는 산채와 유사한 고품질의 갯기름나물을 생산하는 것뿐만 아니라 생산량 증대 및 친환경 재배기술 개발의 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 공시 재료 및 시험지

본 실험의 공시식물은 갯기름나물(*Peucedanum japonicum*)이며, 종자는 강원도 인제에서 구입하였다. 실험은 육묘용기에 파종하여 생육된 갯기름나물의 유묘를 2014년 5월 2일에 국립산림과학원 남부산림자원연구소의 진주시험림 내 임간재배 시험지에 처리별로 이식하여 실시하였다.

2. 부엽토 및 차광처리

부엽토는 진주시험림 내에서 침엽부엽토와 활엽부엽토를 각각 소나무 임분과 밤나무 임분에서 낙엽을 걷어내고 육안으로 균일한 입자 크기의 부엽토를 직접 채취하여 산림 부산물이 쉽게 제거되지 않는 자생지의 생육환경과 유사한 환경 조성을 위해 m^2 당 3 kg으로 두껍게 처리하였으며, 대조구 및 부엽토의 이화학적 특성 조사결과는 Table 1과 같다. 차광은 35%, 50%, 75%의 차광망을 이용하여 전광을 포함한 총 4수준으로 처리하였으며, 차광별 광도는 2014년 5월 9일 오후에 각 차광 내 다섯 지점을 측정하여 평균을 내었다. 차광별 광도의 평균값은 각각 $706.5 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (전광), $441.8 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (35% 차광), $284.6 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (50% 차광), $139.5 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (75% 차광)로 조사되었다. 광수준은 Portable Photometer(LI-250 Light meter, LI-COR Inc., USA)로 측정하였으며, 차광별 상대 광도는 각각 62.5%(35% 차광), 40.3%(50% 차광), 19.7%(75% 차광)로 나타났다.

3. 실험 조사

1) 성장 및 성장량

유묘를 2014년 5월 2일에 각 처리별로 이식 후 각 차광 내에서 지속적인 성장을 유도하였으며, 2014년 8월 29일에 각 처리구별 15개체를 대상으로 초장, 줄기직경, 근원 직경 등의 성장 조사를 실시하였다. 건중량은 잎, 줄기 및

Table 1. Characteristics of soil and leaf mold used in this experiment.

Leaf mold	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 ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Control	5.64	1.10	0.06	5.2	4.24	0.19	0.84	2.27	0.20	1.17
Pine tree	4.35	5.33	0.28	67.1	3.42	0.35	0.91	1.19	0.17	7.51
Chestnut tree	5.68	5.54	0.29	431.8	6.76	1.40	0.01	4.63	0.23	40.96

뿌리를 각각 분리하여 Drying Oven(DS-80-5, Dasol Scientific Co. Ltd, Korea)에서 105°C로 72시간 건조한 후 부위별로 측정하였다. 또한, 부엽토 및 차광에 따른 생장 특성을 분석하기 위해 S/R ratio [(Leaf+stem)/root ratio, S/R]를 구하였다.

2) 엽생장 특성

차광 및 부엽토에 따른 갯기름나무의 엽생장을 조사하기 위하여 2014년 8월 29일에 휴대용엽면적 측정기인 Portable Area Meter(LI-3000C, LI-COR, Inc., USA)를 이용하여 10개체를 대상으로 엽면적, 엽장, 엽폭을 측정하였으며, L/W ratio(Leaf length/Leaf width, L/W), SLA (Specific leaf area) 및 LAR(Leaf area ratio)을 구하였다.

- L / W ratio = Leaf length / Leaf width
- SLA (cm²·g⁻¹) = Leaf area / Leaf dry weight
- LAR (cm²·g⁻¹) = Leaf area / Total dry weight

3) 광합성 특성

차광 및 부엽토 처리에 따른 갯기름나무의 차광별 광합성량을 조사하기 위하여 2014년 8월 13일에 건전한 잎을 대상으로 휴대용 광합성 측정기(Portable Photosynthesis System, LI-6400, LI-COR Inc., USA)를 이용하여 red-blue LED light source(LI-6400-02, LI-COR Inc., USA)로 광도 PPF(DPhotosynthetic Photon Flux Density)를 1000 μmol·m⁻²·s⁻¹으로 조절 후 각 처리구당 5반복으로 측

정하였다. 광합성측정기의 leaf chamber에 유입되는 공기의 유량은 500 μmol·s⁻¹, chamber 온도는 25, CO₂ 농도는 400 μmol·mol⁻¹, 상대습도는 60~70%로 조절하였다(Kim et al., 2001).

4) 통계처리

차광 및 부엽토별 생장 및 광합성 등의 측정치에 대한 분석은 SPSS version 20을 이용하여 이원분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 통계적으로 차이가 유의한 경우 Duncan's multiple range test를 실시하여 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 생장 특성

차광 및 부엽토에 따른 갯기름나무의 생장조사 결과, 초장, 줄기직경, 근원직경, 줄기수는 모두 전광과 35% 차광 내 활엽부엽토에서 유의적 차이를 보이면서 높게 조사되었다. 초장, 줄기직경 및 근원직경 모두 각 차광 내에서는 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 컸으며, 활엽부엽토의 경우 초장, 줄기직경 및 근원직경이 가장 저조한 생장을 보인 대조구보다 각각 약 1.37~3.14배, 1.60~2.26배, 1.19~1.89배 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 활엽부엽토가 지상부의 생장을 더 좋게 했기 때문으로 사료된다. 줄기수 또한 모든 차광 내에서 대부분 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 많아 초장,

Table 2. Growth characteristics of *P. japonicum* by shading and leaf mold treatment.

Shading (%)	Leaf mold	Height (cm)	Stem diameter (mm)	Root collar diameter (mm)	No. of stem (ea)
0	Control	11.1±1.0 ^g	3.69±0.91 ^{de}	5.33±0.46 ^{cd}	4.0±0.0 ^{cde}
	Pine tree	16.8±2.0 ^{de}	4.54±0.42 ^{cd}	6.92±0.72 ^b	4.4±0.7 ^{bcd}
	Chestnut tree	34.9±3.5 ^a	8.34±1.38 ^a	10.01±1.77 ^a	5.7±0.8 ^a
35	Control	13.1±1.3 ^{fg}	3.57±0.27 ^{de}	5.25±0.37 ^{cd}	4.4±0.5 ^{cde}
	Pine tree	18.7±1.9 ^{cd}	4.43±0.51 ^{cd}	6.87±1.19 ^b	4.1±0.7 ^{bcd}
	Chestnut tree	34.0±6.7 ^a	7.39±1.54 ^b	9.90±1.89 ^a	5.1±0.7 ^{ab}
50	Control	14.6±2.0 ^{ef}	3.55±0.72 ^{de}	5.14±0.35 ^{cd}	3.8±0.5 ^{cde}
	Pine tree	20.1±2.2 ^{cd}	4.00±0.45 ^{cd}	6.48±0.87 ^{bc}	4.0±0.6 ^{cde}
	Chestnut tree	26.0±2.2 ^b	4.89±0.72 ^c	6.84±1.21 ^b	4.7±1.4 ^{bc}
75	Control	17.7±1.5 ^{cde}	2.84±0.29 ^e	4.96±0.48 ^d	3.2±0.4 ^e
	Pine tree	20.6±2.1 ^c	3.64±0.18 ^{de}	5.90±0.78 ^{bcd}	3.6±0.7 ^{de}
	Chestnut tree	24.3±1.4 ^b	4.54±0.53 ^{cd}	5.90±0.45 ^{bcd}	3.9±0.8 ^{cde}
Source		F-value			
		Height	Stem diameter	Root collar diameter	No. of stem
Shading (A)		-	22.912 [*]	14.132 [*]	8.933 [*]
Leaf mold (B)		197.298 [*]	92.512 [*]	47.183 [*]	12.268 [*]
(A) × (B)		16.463 [*]	8.903 [*]	6.796 [*]	-

*Different letters in each column indicate significant differences according to Duncan's multiple range test (p=0.05). * p<0.01.

줄기직경, 근원직경과 유사한 경향을 보였는데, 이는 대조구와 침엽부엽토보다 활엽부엽토에서 유기물, 전질소, 유효인산의 성분이 많아 생장에 필요한 영양분의 공급이 원활했기 때문으로 사료된다.

갯기름나물을 침엽수와 활엽수가 분포하고 있는 청정 자연환경인 임간에서 재배할 경우 차광과 정상적인 생장 유도를 위해서는 부엽토가 반드시 적용되어야만 하는 필수 요소로서 이들의 상호작용은 산채의 생육에 있어 중요하다할 수 있는데, 이들 각각의 영향뿐만 아니라 상호작용에서도 유의적 차이를 보인 본 실험의 결과를 통해서도 이를 확인할 수 있었다.

한편, Park et al.(1995)은 갯기름나물의 경우에 시비량이 많아질수록 초장생장이 커지는 것으로 보고하여 활엽부엽토에서 생장이 좋은 것으로 나타난 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. 또한, 차광처리된 병풍삼(Lee et al., 2012a)과 삼주(Park et al., 2004)의 경우 전광보다 차광 처리구에서 상대적으로 높은 생장을 보인 것으로 보고되어 임간재배지에서 실시된 본 실험의 갯기름나물이 대조구와 침엽부엽토의 경우 차광에서 좋은 생장을 보인 것과 동일한 결과를 보이는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 식물의 경우 차광률이 높아질수록 뿌리직경이 얇아지는 것으로 보고된 것(Ha et al., 2012; Lee et al., 2007)과 동일한 결과로 판단된다.

2. 엽생장 특성

갯기름나물의 처리별 엽생장 조사결과, 엽면적은 35% 차광 내 활엽부엽토에서 65.6 cm²으로 가장 넓었으며, 그 다음은 전광과 50% 차광 내 활엽부엽토에서 각각 44.3 cm²와 44.1 cm²로 넓게 나타났다. 각 차광 내에서는 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 넓었으며, 활엽부엽토는 대조구보다 약 2.2~4.4배 더 넓은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 광량, 양분 등이 잎의 생장에 영향을 미쳤기 때문으로 보인다(Witkowski and Lamont, 1991). 일반적으로 낮은 광조건에서 성장한 엽면적이 넓은 것으로 알려져 있으나(Salisbury and Ross, 1992), 본 실험의 활엽부엽토에서는 차광률이 가장 높은 처리구에서 엽면적이 가장 낮은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 충분한 양분이 공급되고 있는 갯기름나물에 과도한 차광이 적용되어 생장 저하가 초래되었기 때문으로 사료된다.

엽장과 엽폭의 경우 35% 차광 내 활엽부엽토에서 10.1 cm와 6.6 cm로 가장 높았으며, 각 차광 내에서는 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 높아 엽면적과 동일한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

SLA(specific leaf area)는 잎의 두께나 잎 내용물의 충실도 등을 의미하는데(Byeon et al., 2010), 대조구, 침엽부엽토, 활엽부엽토 모두 차광률이 높아질수록 높아졌다. 이를 통해 차광률이 높아질수록 갯기름나물의 엽두께가 얇아

Table 3. Leaf morphological characteristics of *P. japonicum* by shading and leaf mold treatment.

Shading (%)	Leaf mold	Leaf area (cm ²)	Leaf length (L, cm)	Leaf width (W, cm)	Leaf aspect ratio (L/W)	SLA ^y (cm ² ·g ⁻¹)	LAR ^x (cm ² ·g ⁻¹)
0	Control	10.2±2.0g ^z	4.1±1.1g	2.1±0.1e	1.9±0.5a	69.6±10.2fg	25.1±5.7e
	Pine tree	26.7±0.7def	6.7±1.0cd	3.6±0.1cd	1.9±0.3a	84.2±8.7ef	32.5±4.6de
	Chestnut tree	44.3±1.1b	9.2±1.0ab	5.9±0.2a	1.6±0.3ab	45.6±22.6g	13.7±6.9f
35	Control	18.8±4.4efg	5.3±0.7ef	3.0±1.4d	1.8±0.4ab	78.9±8.6ef	34.6±10.5de
	Pine tree	32.2±6.0cd	7.3±0.8cd	4.4±0.3bc	1.7±0.2ab	90.3±23.1def	38.6±9.9cd
	Chestnut tree	65.6±3.3a	10.1±0.4a	6.6±0.3a	1.6±0.1ab	89.2±5.1def	27.7±6.5e
50	Control	20.4±6.8efg	6.3±0.9de	3.6±0.6cd	1.8±0.4ab	121.3±21.9c	46.6±7.8abc
	Pine tree	28.4±5.1cde	7.0±0.5cd	3.8±0.5bcd	1.9±0.2a	109.1±16.8cde	41.6±9.0bcd
	Chestnut tree	44.1±9.3b	8.9±1.3b	4.7±0.9b	1.9±0.3a	115.6±8.0cd	41.5±3.2bcd
75	Control	16.2±13.7fg	5.1±1.2fg	3.8±1.0bcd	1.5±0.3b	137.9±27.1bc	49.3±11.6ab
	Pine tree	28.0±10.4cde	6.9±1.1cd	4.0±0.9bc	1.7±0.3ab	151.6±12.7ab	53.5±7.8a
	Chestnut tree	38.3±4.1bc	7.5±0.5c	4.4±0.7bc	1.7±0.2ab	167.8±42.7a	46.5±7.7abc

Source	F-value					
	Leaf area	Leaf length	Leaf width	L/W	SLA	LAR
Shading (A)	7.968*	6.638*	3.819**	-	51.292*	40.624*
Leaf mold (B)	72.843*	92.570*	57.630*	-	-	8.222*
(A) × (B)	4.071*	4.109*	7.192*	-	2.474**	-

^zDifferent letters in each column indicate significant differences according to Duncan's multiple range test (p=0.05). * p<0.01. ** p<0.05.

^ySLA(Specific Leaf Area)=Leaf area/Leaf dry weight

^xLAR(Leaf Area Ratio)=Leaf area/Total dry weight

지는 것을 알 수 있다. LAR(leaf area ratio)은 대조구, 침엽부엽토, 활엽부엽토 모두 차광률이 높아질수록 높아져 SLA와는 동일한 경향을 보였다.

한편, 곰취(Song et al., 2014)는 50% 차광에서, 수리취(Lee et al., 2012b)는 88~92% 차광에서, 잔대(Kim et al., 2012)는 25% 차광에서 각각 엽생장이 가장 좋은 것으로 보고되었다. 본 실험의 갯기름나물을 포함해서 이러한 결과를 통해 식물은 엽생장을 최대 높이기 위한 최적의 생육환경이 각기 다를 수 있다.

3. 건중량

차광 및 부엽토 처리에서 잎의 건중량은 전광과 35% 차광 내 활엽부엽토에서 각각 0.92 g과 0.82 g으로 유의성을 보이며 높았고 각 차광 내에서는 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 높았는데, 이는 엽생장에 기인한 결과로 사료된다.

줄기, 뿌리 및 전체의 건중량 또한 전광과 35% 차광 내 활엽부엽토에서 유의적으로 높고 각 차광 내에서는 모두 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 높아 잎의 건중량과 동일한 경향을 보였는데, 이는 잎이 유기물의 생산을 담당하는 주요 기관으로서 타 기관의 물질생산에 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다(Byeon et al., 2010). 한편, 일반적으로 광의 감소는 줄기와 뿌리 부위의 건물생산량을 감소시킨다고 알려져 있지만(Strothmann, 1967), 본 실험의 갯기름나물은 대조구와 침엽부엽토에서 차광별 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Kim et al.(2010a)은 산마늘과 곤달비를 차광처리한 결과, 잎 건중량의 경우 차광률이 높아질수록 작아져 가장 높은 차광률에서 가장 낮은 것으로 보고하였다. 또한, 차광하여 생육된 갯기름나물의 뿌리 건중량은 차광보다 전광에서 높은 것으로 보고되었다(Song et al., 2014). 이러한 결과는 본 실험의 갯기름나물과 동일한 경향을 보이는 것으로 차광 처리구에서는 식물에 유입되는 광량이 부족하여 광합성량이 저하되었기 때문인 것으로 판단된다(Hiroki and Ichino, 1998; Renuka et al., 2007).

S/R은 전체적으로 엽생장과 줄기생장이 좋은 활엽부엽토에서 높게 나타났으며, 모든 처리구에서 1.4~3.7로 조사되었다. 모든 처리구의 뿌리 건중량은 0.14~0.72 g으로 큰 차이를 보이지 않았는데, 이러한 결과는 지상부의 영향을 많이 받아 나타났기 때문으로 사료된다. 한편, Jeon et al. (2015)은 삼주의 경우 대조구보다 부엽토 처리구에서 S/R이 더 높은 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 동일한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

전체적으로 부위별 및 전체 건중량은 차광과 부엽토의 영향을 받고 차광과 부엽토의 상호작용을 통해서도 유의적 차이를 보이는 것으로 나타나 초장, 엽면적 등의 생장 결과와 동일한 경향을 보였는데, 이를 통해 임간 내 환경 조건이 갯기름나물의 생장에 중요한 요소임을 알 수 있다. 따라서 고품질의 갯기름나물을 생산하기 위해서는 청정 지역인 임간 내 적정한 광도가 유입되고 생육에 효과적인 활엽수 임분에서 재배하는 것이 품질 향상과 생산에 보다

Table 4. Dry weight (leaves, stem, root and total) and S/R ratio of *P. japonicum* by shading and leaf mold treatment.

Shading (%)	Leaf mold	Dry weight (g)				S/R ratio
		Leaves	Stem	Root	Total	
0	Control	0.24±0.16bc ^z	0.20±0.11b	0.23±0.11b	0.67±0.36b	1.9±0.8de
	Pine tree	0.31±0.07bc	0.23±0.06b	0.28±0.10b	0.82±0.20b	2.0±0.5cde
	Chestnut tree	0.92±0.47a	1.12±0.76a	0.67±0.51a	2.71±1.66a	3.7±1.8a
35	Control	0.20±0.05bc	0.14±0.02b	0.16±0.02b	0.49±0.07b	2.1±0.4cde
	Pine tree	0.27±0.08bc	0.19±0.04b	0.28±0.09b	0.74±0.18b	1.8±0.5de
	Chestnut tree	0.82±0.46a	1.15±0.78a	0.72±0.45a	2.69±1.66a	2.7±0.6bc
50	Control	0.17±0.09bc	0.14±0.07b	0.16±0.04b	0.47±0.18b	1.9±0.9cde
	Pine tree	0.24±0.10bc	0.19±0.06b	0.25±0.08b	0.68±0.22b	1.7±0.5de
	Chestnut tree	0.38±0.11b	0.43±0.14b	0.30±0.14b	1.11±0.35b	2.9±0.9ab
75	Control	0.11±0.03c	0.09±0.02b	0.14±0.03b	0.34±0.05b	1.4±0.4e
	Pine tree	0.18±0.06bc	0.16±0.03b	0.20±0.05b	0.54±0.13b	1.8±0.4de
	Chestnut tree	0.22±0.11bc	0.30±0.08b	0.22±0.06b	0.74±0.19b	2.6±1.0bcd
Source	F-value					
	Leaves	Stem	Root	Total	S/R ratio	
Shading (A)	14.609*	7.722*	7.063*	10.146*	-	
Leaf mold (B)	36.695*	38.582*	18.108*	34.647*	23.409*	
(A) × (B)	5.987*	5.330*	3.416*	5.409*	-	

^zDifferent letters in each column indicate significant differences according to Duncan's multiple range test (p=0.05). * p<0.01.

Table 5. Photosynthetic responses at PPFD 1,000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ of *P. japonicum* by shading and leaf mold treatment.

Shading (%)	Leaf mold	Photosynthetic rate ($\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Conductance to H_2O ($\text{molH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Intercellular CO_2 Concentration ($\mu\text{molCO}_2\cdot\text{mol}^{-1}$)	Transpiration rate ($\text{mmolH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Water use efficiency ($\mu\text{molCO}_2\cdot\text{mmol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$)
0	Pine tree	13.8±6.9b ^c	0.31±0.14b	312.5±11.6c	3.17±1.47ab	4.43±0.64a
	Chestnut tree	20.5±2.6a	0.53±0.18a	314.4±26.0c	4.84±1.36a	4.49±1.24a
35	Pine tree	8.6±0.8bc	0.34±0.06ab	347.3±8.4ab	3.21±0.45ab	2.73±0.45bc
	Chestnut tree	14.1±3.0b	0.46±0.20ab	330.5±24.3abc	4.08±1.26ab	3.64±1.16abc
50	Pine tree	7.5±2.8c	0.31±0.11b	349.7±11.0ab	3.00±0.96b	2.52±0.59c
	Chestnut tree	12.5±2.3bc	0.38±0.05ab	333.8±7.0abc	3.44±0.43ab	3.62±0.50abc
75	Pine tree	6.8±0.1c	0.29±0.01b	352.0±0.1a	2.80±0.21b	2.46±0.17c
	Chestnut tree	10.2±2.8bc	0.25±0.05b	322.4±12.8bc	2.60±0.60b	3.96±0.67ab

Source	F-value				
	Photosynthetic rate	Conductance to H_2O	Intercellular CO_2 Concentration	Transpiration rate	Water use efficiency
Shading (A)	9.940*	-	5.283*	-	5.375*
Leaf mold (B)	16.555*	-	6.112**	-	8.633*
(A) × (B)	-	-	-	-	-

^aDifferent letters in each column indicate significant differences according to Duncan's multiple range test ($p=0.05$). * $p<0.01$. ** $p<0.05$.

효과적일 것으로 판단된다.

4. 광합성 반응

침엽부엽토와 활엽부엽토의 갯기름나물을 차광별로 광합성률, 기공전도도, 엽육 내 CO_2 농도, 증산율 및 수분이용효율 등을 조사한 결과, 광합성률, 기공전도도 및 증산율은 모두 전광 내 활엽부엽토에서 각각 $20.5 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $0.53 \text{ molH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $4.84 \text{ mmolH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $4.49 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-1}\text{H}_2\text{O}$ 로 가장 높았다. 특히, 광합성률의 경우에는 각 차광 내에서 활엽부엽토가 침엽부엽토보다 1.5~1.7배 높게 나타났으며, 침엽부엽토와 활엽부엽토 모두 차광률이 높아질수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 임간재배지 내 차광으로 인해 생장에 요구되는 최소한의 광도보다 현저히 적은 광 환경에서 생육되어 광합성 기능이 저하되었기 때문으로 판단된다(Kim et al., 2010b). 부엽토 처리의 경우에는 침엽부엽토보다 활엽부엽토에서 높은 광합성률을 보였는데, 이러한 결과는 활엽부엽토가 갯기름나물의 광합성률에 큰 영향을 미쳤기 때문으로 판단되며, 이는 유효인산 등의 양분이 침엽부엽토보다 활엽부엽토에서 많아 상대적으로 공급이 원활했기 때문으로 사료된다(Cho et al., 2010). 또한, 차광률이 높아질수록 갯기름나물의 광합성률이 감소되는 것은 온도, 습도 등의 환경인자에 영향을 받는 임간재배지 특성상 갯기름나물이 적정 광환경에서 생육되지 못하여 광합성 기능이 저하되었기 때문으로 생각된다(Kim et al., 2010b).

기공전도도는 기공 개폐와 관련성이 높은 광합성률과 유사한 경향을 보였으며(Faria et al., 1996), 엽육 내 CO_2 농도

는 75% 차광 내 침엽부엽토에서 $352.0 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{mol}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났다. 또한, 침엽부엽토의 수분이용효율 경우에는 차광률이 높아질수록 낮아졌으며, 엽육 내 CO_2 농도는 차광률이 높아질수록 높아져 광합성률 및 수분이용효율과는 반대의 경향을 보이는 것으로 나타났다. 전체적으로 광합성률, 엽육 내 CO_2 농도, 수분이용효율의 경우 각각의 차광과 부엽토 처리구에서만 유의적 차이를 보는데, 이러한 결과를 통해 광합성 반응은 두 요인의 상호작용에 따른 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있었다.

한편, 곰취와 곤달비는 전광에서 광합성률이 가장 높고 차광률이 높아질수록 낮아지는 것으로 보고되었으며(Kwon et al., 2009), 산마늘, 곰취, 곤달비는 모두 대조구보다 시비 처리구에서 높은 광합성률을 보인 것으로 보고되어(Cho et al., 2010) 본 실험의 갯기름나물과 동일한 결과를 보였다. 이러한 결과로 식물에 유입되는 광량과 토양의 양분이 산채의 광합성과 생장에 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, 갯기름나물을 활엽수 임분에서 재배한다면 보다 높은 생산량 향상에 효과적일 것으로 사료된다. 또한, 이러한 고품질화와 생산성 향상을 통해 임가의 수익증대를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 임간재배지의 생육환경이 갯기름나물의 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 갯기름나물의 초장의 경우, 대조구와 침엽부엽토에서는 차광률이 높아질수록 커져 75% 차광에서 가장 컸으나 활엽부엽

토에서는 전광에서 가장 컸고 차광률이 높아질수록 작아졌다. 줄기직경, 근원직경, 줄기수, 엽생장의 경우에는 엽면적, 엽장, 엽폭 등이 각 차광 내에서 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 높았으며, 전광과 35% 차광에서 유의적으로 높게 나타났다. 부위별(잎, 줄기, 뿌리) 및 전체 건중량은 모두 전광과 35% 차광 내 활엽부엽토에서 가장 높았으며, 각 차광 내에서는 활엽부엽토, 침엽부엽토, 대조구 순으로 높게 나타났다. 광합성률은 전광에서 가장 높고 차광률이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였으며, 침엽부엽토보다 활엽부엽토에서 높게 나타났다. 따라서 갯기름나무를 청정지역인 임지에서 친환경적으로 재배하기 위해서는 35% 차광(상대광도 62.5%)과 활엽부엽토를 이용하는 것이 가장 좋은 엽생장을 보여 생산량 증대와 고품질 갯기름나무의 생산에 가장 효과적일 것으로 판단된다.

References

- Byeon, J.Y., Lee, S.S., Choi, G.S., and Kang, S.M. 2010. Crop physiology. Hyangmoon Press. Seoul, Korea. pp. 1-482.
- Chea, Y.A., Kim, S.M., Kim, G.S., Yoo, C.Y., Yang, D.C., Song, C.G., and Kang, J.H. 2007. Medical botany. Hyangmoon Press. Seoul, Korea. pp. 1-246.
- Cho, Y.H. 2004. A comparative study on the immunizing and anti-cancer effect of the root and the aerial part of *Peucedanum japonicum* Thunb. Master Thesis. Kyunghee University. pp. 1-33.
- Choi, M.S., Kim, G.N., Park, G.S., and Lee, S.W. 2010. Physiological responses of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*, *Ligularia fischeri* and *Ligularia stenocephala* growing at different fertilizing schemes. Journal of Bio-Environment Control 19: 97-108.
- Chung, S.H., Kim, K.J., Suh, D.H., Lee, K.S., and Choi, B.S. 1994. Changes in growth and yield of *Peucedanum japonicum* Thunberg by planting time, mulching, and planting density. Korean Journal of Medicinal Crop Science 2: 121-126.
- Faria, T., Garcia-Plazaola, J.I., Abadia, A., Cerasoli, S., Pereira, J.S., and Chaves, M.M. 1996. Diurnal changes in photoprotective mechanisms in leaves of cork oak (*Quercus suber*) during summer. Tree Physiology 16: 115-123.
- Gwak, J.S., Sung, H.G., and Chang, G.J. 2011. Cultivation of medicinal plants. BlueHappy Publisher. Seoul, Korea. pp. 1-423.
- Ha, J.B., Lim, C.S., Kang, H.Y., Kang, Y.S., Hwang, S.J., Mun, H.S., and An, C.G. 2012. Effect of shading methods on growth and fruit quality of paprika in summer season. Journal of Bio-Environment Control 21: 419-427.
- 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.
- Jeon, K.S., Song, K.S., Choi, K.S., Kim, C.H., Park, Y.B., and Kim, J.J. 2015. Growth and photosynthetic characteristics of *Atractylodes japonica* by light controls and leaf mold treatment in forest farming. Korean Journal of Medicinal Crop Science 23: 161-167.
- Kim, D.H., Han, C.S., Kim, G.E., Kim, J.H., Kim, S.G., Kim, H.K., Oh, O.J., and Whang, W.K. 2009. Biological activities of isolated compounds from peucedani radix. Yakha-khoeji 53: 130-137.
- Kim, G.N., Cho, M.S., and Kwon, K.W. 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, G.N., Cho, M.S., and Lee, S.W. 2010b. Physiological responses of the three deciduous hardwood seedlings growing under different shade treatment regimes. Journal of Bio-Environment Control 19: 36-48.
- Kim, J.W., Yoon, J.H., Jeon, K.S., Jung, J.M., Jung, H.R., Cho, M.G., and Moon, H.S. 2012. Growth characteristics of *Adenophora triphylla* var. *japonicum* by shading treatments. Journal of Agriculture & Life Science 46: 19-25.
- Kim, M.J. 2015. Effects of intake of *Peucedanum japonicum* Thunb extract and its application to the skin on changes in body composition and skin conditions. Ph. D. Thesis. Konkuk University pp. 1-144.
- Kim, S.M., Shin, D.I., Yoon, S.T., and Song H.S. 2007. Distribution pattern of *Peucedanum japonicum* Thunb. community by ordination method in southern coast of Korea. The Journal of the Korean Society of International Agriculture 19: 285-290.
- Kwon, K.W., Kim, G.N., and Cho, M.S. 2009. Physiological responses of the three wild vegetables under different shading treatment. Journal of Korean Forest Society 98: 106-114.
- Lee, K.C., Lee, H.B., Park, W.G., and Han, S.S. 2012a. Physiological response and growth performance of *Parasenecio firmus* under different shading treatments. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 14: 79-89.
- Lee, K.C., Noh, H.S., Kim, J.W., Ahn, S.Y., and Han, S.S. 2012b. Changes of characteristics related to photosynthesis in *Synurus deltooides* under different shading treatments. Korean Journal of Medicinal Crop Science 20: 320-330.
- Lee, S.Y., Kim, H.J., Bae, J.H., Shin, J.S., and Lee, S.W. 2007. Effect of shading on shoot growth and quality of *Sedum sarmentosum* in Korea. Journal of Bio-Environment Control 16: 388-394.
- Lee, T.B. 2006. Coloured flora of Korea (I). Hyangmoon Press. Seoul, Korea. pp. 1-853.
- Nam, Y.K. and Baik, J.A. 2005. Status of research and possibility of development about endemic wild vegetables in

- Korea. Journal of Korean Society People, Plants, Environment 8: 1-10.
- Park, J.M., Kang, J.H., and Kim, M.B. 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, N.K., Lee, S.H., Chung, S.H., Park, S.D., Choi, B.S., and Lee, W.S. 1995. Effects of fertilization and mulching on yield and quality of *Peucedanum japonicum* Thunberg. Korean Journal of Medicinal Crop Science 3: 16-20.
- Park, S.B., Kim, M.J., Park, Y.M., Hwang, S.I., and Kim, E.G. 2012. Profitability analysis for *Ligularia fischeri* forest farming. Journal of Korean Forest Society 101(3): 426-433.
- Renuka, C., Thomas, J.P., 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.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1992. Plant physiology (4th ed.). Wadsworth Publishing Company. Belmont. California, USA. pp. 1-257.
- Song, K.S., Jeon, K.S., Kim, C.H., Yoon, J.H., Park, Y.B., and Kim, J.J. 2014. Effect of shading level on growth and morphological characteristics of *Ligularia fischeri* seedling. Protected Horticulture and Plant Factory 23: 88-94.
- Song, K.S., Jeon, K.S., Yoon, J.H., Kim, C.H., Park, Y.B., and Kim, J.J. 2014. Characteristics of growth and root development of *Peucedanum japonicum* seedling by shading rate and container Size. Korean Journal of Medicinal Crop Science 22: 384-390.
- Strothmann, R.O. 1967. The influence of light and moisture on the growth of red pine seedlings in Minnesota. Forest Science 13: 182-191.
- Witkowski, E.T.F. and Lamont, B.B. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia 88: 486-493.

(Received: September 4, 2015; Accepted: January 5, 2016)