

가을철 차광 처리에 따른 진달래와 영산홍의 생리적 반응

이경재¹ · 송기선² · 정영숙³ · 윤택승⁴ · 홍성권⁵ · 김재현⁵ · 이상우⁵ · 김종진^{5*}

¹국립산림과학원 산림생산기술연구소, ²건국대학교 대학원 환경과학과, ³건국대학교 생명환경연구소,
⁴수프로식물환경연구소, ⁵건국대학교 환경과학과

Physiological Responses of *Rhododendron mucronulatum* and *R. indicum* with Shading Treatment in Autumn Season

Kyung Jae Lee¹, Ki Sun Song², Young Suk Chung³, Taek Seong Yoon⁴, Sung Kwon Hong⁵,
Jae Hyun Kim⁵, Sang Woo Lee⁵, and Jong Jin Kim^{5*}

¹Forest Practice Research Center, Korea Forest Research Institute, Pocheon 487-821, Korea

²Department of Environmental Science, Graduate School of Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³Institute of Life and Environment, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

⁴Suppro Plant Environment Research Center, Seoul 137-787, Korea

⁵Department of Environmental Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the physiological responses of *Rhododendron mucronulatum* Turcz. and *R. indicum* (L.) Sweet seedlings with 0%, 35%, 55% and 75% shading of full sunlight in polyethylene film house. The shading treatments were performed during the late growth season for each species (from Sept. 9 to Nov. 5, 2008). The shading treatment was effective in reducing the daily temperature by 0.9 to 1.7°C during September and by 0.8 to 1.7°C during October. Before the shading treatments, the water content of *R. mucronulatum* and *R. indicum* amounted to 68.5% and 66.3%, respectively. The water contents of two species after 75% shading treatment period decreased to 66.2% (3.4% reduction) and 65.9% (0.6% reduction), respectively. Notably, both species had a similar tendency indicating less reduction rate of water content with 75% shading. *R. indicum* showed higher photosynthetic capacity with higher level of shading, and its photosynthetic capacity reached the highest level (9.63 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). On the other hand, shading-treated *R. indicum* showed higher intercellular CO₂ concentration, stomatal conductance and transpiration rate (55% shading > 35% shading > 75% shading) than non-treated ones. In addition, non-treated seedlings showed higher water use efficiency than treated ones. In particular, it was found that the leaf color of *R. mucronulatum* turned equivalent to purple under full sunlight, while its leaf color kept equivalent more to green with higher level of shading, as evidenced even in naked eyes. According to comprehensive analysis using Munsell Color Chart on potential leaf color variations of *R. mucronulatum* depending on the level of shading, it was found that relatively many leaf colors under full sunlight were equivalent to R (red) and Y (yellow) chart, while relatively many leaf colors with higher level of shading were equivalent to G (green) and Y chart, where the latter still showed green color.

Additional key words: Munsell Color Chart, photosynthetic capacity, water contents

서 언

진달래(*Rhododendron mucronulatum* Turcz.)와 영산홍 (*R. indicum* (L.) Sweet)은 우리나라의 대표적인 관목형 수

종으로 조경용으로 수요가 많은 수종들이다. 이들 수종의 상품화 생산기간이 2-3년 정도 소요되어 생산자가 단기간에 소득을 올릴 수 있어 현재 많은 양이 재배되고 있다(Shin 등, 2009). 이러한 관목형 조경수종의 수요는 그동안 계절적

*Corresponding author: jkimm@konkuk.ac.kr

※ Received 22 November 2009; Accepted 10 March 2010. 본 연구는 산림청 ‘임업기술개발사업(과제번호: S120709L020110)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

영향을 많이 받아왔으나, 최근에는 식재기술과 묘목 관리기술의 발달 등으로 매우 추운 겨울을 제외하고는 연중 수요가 증가하고 있는 실정이다. 또한 식재장소에 따라서는 다소 늦은 계절이더라도 생리적 활력이 잘 유지된 건강한 묘목이 공급·식재되기를 요구하고 있다.

목본 및 초본식물 묘목의 생산농가에서 다양한 목적으로 차광처리를 실시하고 있는데 생육 및 개화조절, 엽색 및 화색 (Kim 등, 2005; Kwon 등, 2002; Lee 등, 1997, 2005)에 관한 연구가 진행되어 왔으며, 진달래속의 식물을 대상으로도 많은 연구보고가 있어 왔다(Bodson, 1983; Lee 등, 2003; Song 등, 1995; Sul과 Kwack, 1996). 한편 차광처리는 고품질 묘목 생산 및 생장기간의 연장으로 상품화 기간을 보다 연장시킨다는 효과도 보고되었다(Kim 등, 2003).

본 실험에서는 차광처리가 진달래와 영산홍의 묘목단계의 계절적 생육 후반기에 어떠한 생리적 반응을 유도하는지를 알아보고자 하였으며, 상대적으로 늦은 계절적 수요현장에 이러한 결과들의 적용 가능성에 대한 기초자료를 수집하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 실험은 비닐온실 내에서 각각 35%, 55%, 75% 차광망을 이용하여 공시수종인 진달래(*Rhododendron mucronulatum* Turcz.)와 영산홍(*R. indicum* (L.) Sweet) 묘목의 차광처리에 따른 생리적 반응을 조사하기 위하여 수행되었으며, 실험장소는 경기도 여주군 대신면 소재 (주)수프로식물환경연구센터이었다.

진달래 공시종자는 2007년 10월 2일 인천광역시 강화읍 고려산 진달래 군락지에서 채집한 종자(Shin 등, 2009)를 사용하였으며, 파종 전까지 5°C의 종자저장고에 보관하였다. 저온저장고에서 저장 중인 종자를 플러그트레이에 파종하기 전에 실험실에서 발아율을 조사한 결과 15°C에서는 6%, 25°C에서는 10%이었다. 종자파종은 2008년 3월 1일 162구 플러그 트레이에 각각의 구(cell)마다 15-20개씩 실시되었다. 발아 후 2008년 5월 20일에 절간장 1-1.5cm 길이의 유

묘가 구마다 5-7개 정도 생육하고 있는 구를 선별하여 상토 채로 560mL 비닐포트에 이식하여 포트 20개를 담을 수 있는 플라스틱 상자에 담아 관리하였다.

영산홍 묘목은 삽목묘로서 2007년 4월 중순경에 수도권매립지관리공사 양묘장에서 생육 중인 영산홍을 모수로 하여 신초 부위에서 삽수를 채취하여 104구 트레이에 삽목을 실시하였고, 2007년 10월 17일에 15구 트레이에 이식하여 양묘하였다. 본 실험에 사용된 전체 트레이의 특징은 Table 1과 같다.

파종, 삽목 및 이식 후 생육 등에 사용된 모든 상토는 동일하며, 코코피트, 펄라이트, 질석 및 지오라이트의 혼합비가 70:15:10:5(v/v)이었다. 비닐온실에서의 생육기간동안 관수는 기본적으로 자동관수시스템(105L·h⁻¹)을 이용하여 매일 오전 10시에 15분간 실시하였다. 여름철 고온시기에는 수시로 2-3분 정도의 짧은 관수를 실시하여 시설 내 최고온도가 생육에 지장을 주는 35°C 이상으로 상승하는 것을 억제시켰다(Kim 등, 2003; Lee, 1999). 시비는 양액시비용인 Multifeed(N:P:K, 19:19:19; Haifa Chemicals, Israel)를 자동관수시스템에 연결된 자동분배기 D8R(Dosatron Intl., France)을 이용하여 주 1회 15분씩 실시하였는데, 1회 시비량은 N, P, K 각각 4.98g이었다.

차광효과 실험을 위하여 2008년 9월 9일 생육 중인 공시묘목들을 같은 비닐온실 내에 설치된 차광시설로 옮겼으며, 11월 5일까지 약 8주 동안 수행되었다. 실험기간 중 9월에는 2일마다 관수를 실시하였으며, 10월에는 주당 2회로 관수를 조절하였다. 같은 기간 중 시비처리는 실시하지 않았다. 진달래는 각 처리구별로 80포트, 영산홍은 6트레이로서 90본이었다. 비닐온실 내 차광시설 내의 실험기간 온도는 Watch Dog Data Loggers Model 425(Spectrum Technologies, U.S.A.)를 사용하여 매일 2시간 간격으로 측정하였다.

차광에 따른 묘목 내 함수율 변화 측정은 2수종을 대상으로 실험 시작 전후의 함수율을 부위별로 조사하였으며, 계산식은, 함수율(%)=(생중량-건중량)/생중량×100으로 구하였다.

광합성 조사는 영산홍을 대상으로 2008년 10월 21일 오전 10시부터 11시 사이에 처리구당 각 개체의 상부에 있는

Table 1. Container types used for this experiment.

Container type	Container size (L×W×H, cm)	Cavity volume (mL)	Cavity size (L×W or D, cm)		Cavity no. per container
			Above	Bottom	
Plug tray	54.0×27.5×4.5	25	2.73×2.65	1.45×1.37	162
Vinyl pot ²	9.0(H)	560	Ø10.5	Ø7.0	-
Tray	43.2×26.7×10.0	63	3.0×3.0	-	104
Tray	41.0×25.0×16.0	500	Ø7.5	Ø4.8	15

²Single cell type container.

건전한 잎 3장을 임의로 선정하여 실시하였다. 측정은 Li-Cor-6400 Portable Photosynthesis System(Li-cor, USA)을 이용하여 red-blue LED light source Li-6400-02B(Li-COR, USA)로 광포화점 광도 PPF 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 실시하였다. 광합성측정기의 leaf chamber에 유입되는 공기의 유량은 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$, Chamber 온도는 25 $^{\circ}\text{C}$, CO₂ 농도는 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$, 상대습도는 60-70%로 조절하였다(Kim 등, 2001; Kwon 등, 2009).

수분이용효율은 광합성능력/증산량(Lim 등, 2006; Wang, 2001)으로 계산하였으며, 수분이용효율의 계산에 사용한 광합성능력과 증산량은 PPF 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 측정하였다.

진달래 잎 색의 변화는 시험 마지막 날인 11월 5일에 처리에 따른 색 변화를 디지털 카메라(Canon G9, Japan)로 촬영하였다. 또한 Munsell Color Charts(Munsell Color, USA)를 이용하여 연구에 참가한 연구원 8명이 각자의 육안으로 공통적으로 인식한 chart의 색을 기록하였으며, 인식에 따른 잎 색의 index는 산출하지 않았다.

결과 및 고찰

함수율 변화

차광처리 전 진달래 및 영산홍의 함수율은 각각 68.5%, 66.3%이었다(Table 2, 3). 부위별 함수율은 진달래에서 잎 67.5%, 줄기 66.5%, 뿌리는 69.9%였으며, 영산홍은 각각 67.4%, 61.1%, 69.8%이었다. 차광처리 후 진달래 전광(차

광률 0%)의 경우, 묘목 전체의 함수율은 57.6%로써 15.9%가 감소하였으며 차광 수준이 높아질수록 감소율이 낮았다. 각 부위별로도 같은 감소 경향을 보였으며, 부위 중 특히 줄기의 감소가 가장 큰 것으로 조사되었다.

영산홍의 차광처리 후 전광의 경우, 묘목 전체의 함수율은 57.7%로써 13.0%가 감소하였으며 진달래와 마찬가지로 차광 수준이 높아질수록 감소율이 낮아지는 유사한 경향을 보였다. 부위별로는 지하부 뿌리의 감소율이 가장 낮았다.

Sul과 Kwack(1996)은 상록성 왜철쭉의 차광처리는 식물체 온도의 상승을 막아 수분포텐셜이 높게 유지되었으며, 식물체의 수분이 대기 중으로 손실되는 것을 막아 상대적으로 수분함량이 높았다고 하였다. 본 실험에서 차광처리는 9-10월의 낮 온도를 0.8-1.7 $^{\circ}\text{C}$ 정도 낮추는 효과가 조사되었다.

한편, Choi 등(1996)은 용기재배 사과나무 묘목 잎의 수분양은 용기 내 토양수분의 감소와 고도의 유의성이 있음을 보고하였으며, 수분공급의 감소는 낙엽과 휴면을 유도하는 것(Fuchigami와 Wisniewski, 1997)으로 알려져 있다. 이러한 결과들을 고려할 때 본 실험의 차광처리에 의한 상대적으로 높은 함수율의 유지 또한 토양수분의 감소율이 전광에 비해 낮았기 때문으로 사료된다.

영산홍의 광합성 능력

차광처리는 진달래와 영산홍의 기관별 함수율 감소를 억제시킨 것으로 조사되었다. 이와 같은 맥락으로 차광처리는 영산홍의 광합성능력, 증산율, 수분이용효율 등의 조사를 통

Table 2. Changes in water content of *Rhododendron mucronulatum* seedlings with shading treatment.

Shading (%)	Water content(%)											
	Leaves			Shoot			Root			Seedling		
	I ²	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)
0	67.5 ± 2.3 ^y	58.1 ± 1.9	13.9 ± 0.7	66.5 ± 2.1	52.7 ± 2.5	20.8 ± 1.0	69.9 ± 1.6	63.6 ± 2.8	9.0 ± 0.7	68.5 ± 2.1	57.6 ± 2.2	15.9 ± 0.9
35		61.6 ± 1.6	8.7 ± 0.9		53.1 ± 1.5	20.2 ± 0.7		65.8 ± 1.9	5.9 ± 0.3		60.2 ± 1.8	12.1 ± 0.5
55		63.7 ± 2.0	5.6 ± 0.5		54.3 ± 2.2	18.3 ± 0.6		67.3 ± 1.9	3.7 ± 0.3		62.1 ± 1.7	9.3 ± 0.4
75		67.7 ± 1.8	-0.3 ± 0.1		62.3 ± 1.7	6.3 ± 0.4		67.4 ± 1.5	3.6 ± 0.2		66.2 ± 1.1	3.4 ± 0.2

²Before (I) and after (II) treatment.

^yMean ± SE(n=8).

Table 3. Changes in water content of *Rhododendron indicum* seedlings with shading treatment.

Shading (%)	Water content(%)											
	Leaves			Shoot			Root			Seedling		
	I ²	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)	I	II	Reduction (%)
0	67.4 ± 2.3 ^y	58.8 ± 1.6	12.8 ± 0.7	61.1 ± 2.0	49.6 ± 1.1	18.8 ± 1.0	69.8 ± 1.8	63.3 ± 2.3	9.3 ± 0.7	66.3 ± 1.8	57.7 ± 1.4	13.0 ± 0.7
35		56.9 ± 1.9	15.6 ± 0.8		52.3 ± 1.5	14.4 ± 1.1		65.2 ± 1.2	6.6 ± 0.9		59.1 ± 1.8	10.9 ± 0.8
55		59.8 ± 3.7	11.3 ± 0.9		54.9 ± 1.4	10.1 ± 0.5		69.9 ± 1.7	0.0 ± 0.0		62.0 ± 1.7	6.5 ± 0.4
75		63.7 ± 3.5	5.5 ± 0.8		59.7 ± 2.1	2.3 ± 0.1		72.8 ± 1.2	-4.1 ± 0.1		65.9 ± 1.5	0.6 ± 0.2

²Before (I) and after (II) treatment.

^yMean ± SE (n=8).

해 볼 때 내부 생리적인 대사활동을 상대적으로 높게 지속시키고 있는 것을 알 수 있다(Table 4). 측정시기가 10월 21일로 일반적으로 생육 후반기(휴면기)에 접어드는 시기이나 전광 아래에 있는 대조구에 비해 차광 처리를 받고 있는 영산홍의 경우 현저하게 높은 생리적 활력을 보이고 있는 것으로 측정되었다.

광합성능력은 전광에 비해 차광 수준이 높아질수록 광합성능력이 높았으며 75% 차광에서 $9.63 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 가장 높은 것으로 조사되었다. 한편, 세포간극 내 CO_2 의 농도, 기공전도도 및 증산율 역시 전광에 비하여 차광처리에 따라 현저히 높았는데, 55, 35 및 75% 차광수준으로 높게 조사되었다. 광도가 상대적으로 낮아지는 수준에서 광합성능력 변화와 이와 관련된 엽록소 함량의 변화는 수준에 따라 다른 것으로 잘 알려져 있으며(Choi 등, 1998; Kim 등, 2001; Park과 Lee, 1997; Yoo와 Kim, 1997), 광합성능력은 기공개폐와 관련성이 높기 때문에 기공전도도와 광합성능력은 정의 상관관계에 있다(Faria 등, 1996; Lim 등, 2006). 따라서 전광에서 영산홍의 낮은 광합성능력과 낮은 증산율은 본 측정이 수행된 날짜인 10월 21일을 고려할 때 이 시기에 이미 CO_2 가스교환이 제한되는 등 휴면기에 접어들어 생리적인 활력이 쇠퇴한 것으로 사료된다.

전광에서 이러한 쇠퇴현상은 수분이용효율을 통해서도 알 수 있는데, 차광처리 개체에 비하여 상대적으로 전광에서 수분이용효율이 높은 것으로 조사되었다. 수분이용효율은 광합성 동화산물에 대한 수분손실률로서 기공전도도 감소에 따라 증산량이 감소되기 때문에 일시적으로 수분이용효율이 증가할 수 있다(Lim 등, 2006). 따라서 낮은 기공전도도는 높은 수분이용효율로 연결된다는 보고(Hamerlynck와 Knapp, 1996; Lim 등, 2006)를 통해 볼 때 본 실험의 전광에서 영산홍의 낮은 기공전도도는 높은 수분이용효율과 연결된 것으로 판단된다.

진달래의 잎 색 변화

진달래 묘목을 차광처리한 후 잎 색의 변화를 촬영한 모

습은 Fig. 1과 같다. 우리나라의 기후를 고려하면 9월에 접어드는 낙엽 활엽수의 경우에는 생장을 멈추면서 휴면 준비를 하기 시작하는 시기이다. 이 시기를 지나면 잎 색의 경우 수종 고유의 자연스러운 단풍색이 들기 시작한다. 본 실험에서 8주간의 기간이 지남에 따라 전광의 경우 잎 색이 자주색에 가까운 색으로 변색한 반면, 차광 수준에 따라 변색되어가는 수준이 다름이 관찰되었다. 즉, 차광 수준이 높을수록 육안으로도 녹색이 지속되고 있음을 볼 수 있다.

한편 각 차광 처리구별 진달래 잎색의 변화를 Munsell Color Chart를 통해 관능검사로 볼 수 있는 색들을 정리한 결과는 Table 5와 같다. 이 표에서 보면 전광의 경우 R과 Y chart의 색인 많은 반면 차광 수준이 높을수록 G, Y의 chart에 속하는 비율이 높아 여전히 녹색을 많이 띠고 있음을 알 수 있다. 차광처리가 왜진달래의 낙엽시기를 지연시켰으며(Song 등, 1995), 상록성 왜철쭉의 내부 수분유지를 통해 관상가치를 높여준다는 결과(Sul과 Kwack, 1996), 구근 아이리시의 10월 상·중순의 화색의 선명성을 높여 상품성을 높이는 효과(Kim 등, 2003) 등을 고려하면, 진달래를 대상으로 한 본 실험의 차광처리 역시 수분유지 등을 통해 진달래 고유의 잎색이 유지되는 효과를 얻은 것으로 사료된다.

일반적으로 온대지역 수목의 휴면은 일장과 저온에 의해 유도되는 내부 생리적 변화에 의해 진행되는 것으로 알려져 있다(Kozlowski와 Pallardy, 1997). 하지만, 늦은 가을 또는 겨울철에도 잎 색의 유지와 낙엽시기의 지연과 같은 관상가치의 유지가 필요한 수종의 경우 필수적으로 휴면조절이 필요하다. Lee 등(2005)은 상록성이지만 겨울철 온도의 하강과 더불어 노화되어 낙엽 또는 휴면에 들어가는 인동 2개의 품종을 대상으로 휴면 지연 또는 단축을 위해 관수, 질소시비 및 차광을 실시하였는데, 차광이 낙엽지연 및 잎을 3개월 정도 더 상록으로 유지시킨 것으로 보고하였다. 이 경우 품종에 관계없이 차광으로 인해 엽록소가 대조구보다 축적되어 상대적으로 유지된 활력에 의해 낙엽이 지연된 것으로 판단하였으며, 질소시비는 품종에 따라 다른 결과가 나타난

Table 4. Photosynthetic capacity and water use efficiency of *Rhododendron indicum* seedlings with different shading rates.

Shading (%)	Photosynthetic capacity ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Intercellular CO_2 concentration ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ air)	Stomatal conductance ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Transpiration rate ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Water use efficiency ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)
0	2.05 ± 0.73^z	213.71 ± 35.02	0.02 ± 0.01	0.39 ± 0.18	5.55 ± 1.06
35	8.32 ± 2.16	288.92 ± 49.58	0.16 ± 0.08	2.53 ± 1.05	3.62 ± 1.43
55	8.59 ± 2.42	249.00 ± 26.41	0.10 ± 0.03	1.82 ± 0.53	4.78 ± 0.77
75	9.63 ± 1.92	301.54 ± 20.56	0.19 ± 0.07	3.09 ± 0.93	3.19 ± 0.56

^zMean \pm SD (n=3) and measured on Oct. 21, 2008.



Fig. 1. Changes in leaves color of *Rhododendron mucronulatum* seedlings with shading treatment. Above-left, 0% shading; above-right, 35% shading; below-left, 55% shading; below-right, 75% shading. Photographed on Nov. 5, 2008.

Table 5. Changes in leaves color by Muncell color charts of *Rhododendron mucronulatum* seedlings with shading treatment.

Shading (%)	Muncell color charts for plant tissues ²
0	2.5R-5/8, 5R-4/2, 10R-7/8, 10R-3/2, 2.5YR-7/6, 5Y-6/8, 5Y-5/6
35	2.5R-7/8, 10R-6/10, 10R-4/2, 2.5Y-6/8, 5Y-7/8, 2.5GY-6/8, 2.5GY-5/2, 5GY-7/4, 5GY-5/2
55	5R-7/4, 5Y-8/10, 2.5GY-6/10, 2.5GY-8/10, 5GY-5/8, 2.5GY-7/10
75	2.5Y-8/8, 2Y-8/10, 2.5GY-6/8, 5GY-6/8, 5GY-6/10, 7.5GY-5/8, 2.5G-6/8

²Measuring on Nov. 5, 2008.

것으로 보고하였다.

따라서 본 실험에서, 차광처리에 따라 나타난 진달래와 영산홍의 높은 함수율 유지는 일정량의 관수가 실시되었지만 차광에 의해 낮아진 낮의 온도에 따라 토양수분 감소량이 상대적으로 적었던 관계로 높게 유지된 것으로 판단된다. 이와 같은 높은 함수율 유지는 영산홍의 높은 광합성능력 유지와 낮은 수분이용효율 등 상대적으로 높은 생리적 활력으로 표현되었다. 진달래 고유 잎 색의 지속의 결과 또한 높은 함수율 유지에 따라 노화(휴면)가 지연되어 일정 기간 동안 고유 잎 색이 유지된 것으로 사료된다. 이와 같은 본 실험의 결과는 진달래속 수종의 계절적인 생육 후반기 또는 실내 경관조성 수요가 요구될 때 휴면을 지연시켜 수요현장에 적용이 가능할 것으로 사료되는 바이다.

초 록

본 실험은 비닐온실 내에서 0%, 35%, 55%, 75% 차광처리에 따른 진달래(*Rhododendron mucronulatum* Turcz.)와 영산홍(*R. indicum* (L.) Sweet) 묘목의 생리적 반응을 조사하기 위하여 수행되었다. 차광처리는 생육 후반기인 2008년 9월 9일부터 11월 5일까지 시행되었다. 차광처리는 9월의 낮 온도를 0.9-1.7°C, 10월에는 0.8-1.7°C 정도를 낮추는 효과가 관측되었다. 차광처리 전 진달래 및 영산홍의 함수율은 각각 68.5%, 66.3%이었으며, 차광처리 기간 후 75% 차광 하의 진달래의 함수율은 66.2%로써 3.4%가 감소하였으며, 영산홍은 65.9%로써 0.6%가 감소하였다. 두 수종 모두 차광 수준이 높아질수록 감소율이 낮아지는 유사한 경향을 보였다. 영산홍의 광합성능력은 차광 수준이 높아질수록 높았는데 75% 차광에서 $9.63\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높았다. 한

편, 세포간극 내 CO₂의 농도, 기공전도도 및 증산율 역시 전광 하의 묘목에 비하여 차광처리에 따라 높았는데 55%, 35% 및 75% 차광순이었다. 수분이용효율은 전광의 묘목이 차광처리 묘목에 비하여 상대적으로 높은 것으로 조사되었다. 차광처리를 받지 않은 진달래 잎색은 자주색에 가까운 색으로 변색한 반면, 차광처리 수준이 높을수록 육안으로도 녹색이 지속되고 있는 것이 관찰되었다. 이러한 차광 수준 별 진달래 잎색의 변화를 Munsell Color Chart로 정리한 결과 전광의 경우 R(red)과 Y(yellow) chart의 색이 많은 반면 차광 수준이 높을수록 G(green), Y의 chart에 속하는 비율이 높아 여전히 녹색을 많이 띄고 있었다.

추가 주요어 : Munsell Color Chart, 광합성능력, 함수율

인용문헌

- Bodson, M. 1983. Effect of photoperiod and irradiation on flora development of young plants of a semi-early and a late cultivar of azalea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:491-493.
- Choi, I.M., H.C. Lee, J.S. Hong, C.J. Yun, and C.H. Lee. 1996. Effects of container size on soil water content, photosynthesis and growth of apple tree in container culture of 'Fuji' apple. *Kor. Soc. Hort. Sci.* 14:366-367. (Abstr.)
- Choi, J.I., J.H. Seon, K.Y. Paek, and T.J. Kim. 1998. Photosynthesis and stomatal conductance of eight foliage plant species as affected by photosynthetic flux density and temperature. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:197-202.
- Faria, T., J.I. Garcia-Plazaola, A. Abadia, S. Cerasoli, J.S. Pereira, and M.M. Chaves. 1996. Diurnal changes in photoprotective mechanism in leaves of cork oak (*Quercus suber*) during summer. *Tree Physiol.* 16:115-123.
- Fuchigami, L.H. and M. Wisniewski. 1997. Quantifying bud dormancy : Physiological approaches. *HortScience* 32:618-623.
- Hamerlynck, E.P and A.K. Knapp. 1996. Early season cuticular conductance and gas exchange in two oaks near the western edge of their range. *Trees* 10:403-409.
- Kim, J.H., K.Y. Park, J.W. Lee, H.D. Lee, S.D. Kim, T. Yun, and C.H. Lee. 2005. Effects of red, black, blue and gray colors screen on expression of flower colors of spray chrysanthemum. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23 (Suppl. I):108. (Abstr.)
- Kim, J.J., S.G. Hong, and T.S. Yoon. 2003. Growth responses of *Pinus densiflora* seedlings to high temperature in container culture. *J. Bio-Environ. Control* 12:217-220.
- Kim, P.G., Y.S. Yi, D.J. Chung, S.Y. Woo, J.H. Sung, and E.J. Lee. 2001. Effect of light intensity on photosynthetic activity of shade tolerant and intolerant tree species. *J. Kor. For. Soc.* 90:476-487.
- Kim, S.J., C.W. Nam, H.S. Lee, D.L. Yoo, and S.Y. Ryu. 2003. Growth response and flower coloration of cut *Iris* as influenced by different shading levels and planting dates in highlands. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21:336-340.
- Kozłowski, T.T. and S.G. Pallardy. 1997. *Physiology of woody plants*. 2nd ed. Academic Press, NY.
- Kwon, J.K., Y.C. Um, D.K. Park, J.H. Lee, and K.W. Kang. 1997. Effect of automatic shading on growth and yield of fruit vegetables in summer plastic house. *Kor. Soc. Hort. Sci.* 15:66-67. (Abstr.)
- Kwon, K.W., M.S. Cho, G.N. Kim, S.W. Lee, and K.H. Jang. 2009. Photosynthetic characteristics and growth performances of containerized seedling and bare root seedling of *Quercus acutissima* growing at different fertilizing schemes. *J. Kor. For. Soc.* 98:331-338.
- Kwon, S.J., H.H. Kim, and C.H. Lee. 2002. Effect of culture medium and shading on growth and leaf color of *Drosera esmelerae* and *D. intermedia*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20 (Suppl. I):99. (Abstr.)
- Lee, C.G., I.K. Lee, J.K. Lee, Y.O. Jung, and W.M. Yang. 1997. Effects of shading treatment on leaf and flower color in *Lilium oriental* hybrid. *Kor. Soc. Hort. Sci.* 15:392-393. (Abstr.)
- Lee, H.S., D.L. Yoo, and S.Y. Ryu. 2005. Important environment factor on delay of defoliation and flowering during winter season in *Lonicera japonica*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:310-314.
- Lee, J.S., S.J. Song, S.C. Lee, S.J. Jeong, Y.S. Kim, and S.M. Ro. 2003. Studies of suitable shading level for selected new cultivar in cross azaleas. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21 (Suppl. II):115. (Abstr.)
- Lee, M.B. 1999. Effects of light on the acclimation of containerized seedlings of *Betula platyphylla* var. *japonica*. Ph D Thesis. Konkuk Univ.
- Lee, S.W., Y.J. Lee, H.J. Kim, and J.S. Lee. 2005. Leaf color change of purplish red leaf colored plant under the different light intensities. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23 (Suppl. II):65. (Abstr.)
- Lim, J.H., S.Y. Woo, M.J. Kwon, J.H. Chun, and J.H. Shin. 2006. Photosynthetic capacity and water use efficiency under different temperature regimes on healthy and declining Korean fir in Mt. Halla. *J. Kor. For. Soc.* 95:705-710.
- Park, S.H. and Y.B. Lee. 1997. Effect of light acclimatization on photosynthetic activity of foliage plants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:71-76.
- Shin, K.H., K.S. Song, Y.S. Chung, H. S. Park, T.S. Yoon, and J.J. Kim. 2009. Propagation of *Rhododendron mucronulatum* and *R. obtusum* in container. *Konkuk J. Life & Environ.* 31(1):61-67.
- Song, C.Y., N.H. Song, S.D. Gi, and B.S. Yoo. 1995. Effect of shade and forcing date on growth and flowering of potted *Rhododendron obtusum*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:641-648.
- Sul, J.H. and B.H. Kwack. 1996. Effects of shading and root-cut treatments on winter injury and water relations in *Rhododendron obtusum* cv. Hinodegiri. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:106-111.
- Wang, R.Z. 2001. Photosynthesis, transpiration and water use efficiency of vegetative and reproductive shoots of grassland species from north-eastern China. *Photosynthetica* 39:569-573.
- Yoo, Y.K. and K.S. Kim. 1997. Effects of shading on the growth in *Hibiscus syriacus* L. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:520-526.