

광도차이에 따른 자주중산국수나무(*Physocarpus opulifolius* 'Diabolo')와  
자주맥문동(*Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens')의 엽색과 생육 변화\*

김현진 · 주나리

서울여자대학교 대학원 원예학과

Effect of Different Shading Levels on the Growth and  
Leaf Color Changes of Variegated *Physocarpus opulifolius*  
'Diabolo' and *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'\*

**Kim, Hyun Jin and Joo, Na Ri**

Dept. of Horticultural Science, Seoul Women's University, Graduate School.

**ABSTRACT**

In order to elucidate growth characteristics, physiological responses and leaf color changes of *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' and *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'. These experiments were investigated under various shading levels. Growth of *P. opulifolius* 'Diabolo' was better at 30% shading level but physiological activities were double at strong light condition. Dark purple color was observed at 85% shading level and color was dim down when shading level decreased. Color was deep purple(RHS 202A) at 85% shading and green(RHS 139A) at 0%, These results imply that ornamental value was increased when shading level increased for *P. opulifolius* 'Diabolo'. Growth and highest physiological activity of *O. planiscapus* 'Nigrescens' were observed at 0% shading level and dark red color(RHS 202A) was also observed at 0% shading level. These results imply that ornamental value was increased when shading level decreased for *O. planiscapus* 'Nigrescens'.

Key Words : *Growth response, RHS color chart, Photosynthate, Water efficiency, CO<sub>2</sub> efficiency.*

\* 본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용개발사업단의 연구비지원(과제번호 M106KD010002-08K040-100210)에 의해 수행하였다.

**Corresponding author** : Kim, Hyun Jin, Dept of Horticultural Science, Seoul Women's University, Graduate School Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea,  
Tel : +82-2-970-7718, E-mail : swukhj@swu.ac.kr

**Received** : 11 November, 2008. **Accepted** : 23 December, 2008.

## I. 서 론

자주색에 가까운 잎을 가진 자주중산국수나무는 내한성이나 내서성을 비롯한 생육환경조건에 대한 적응력이 뛰어난 식물로써 낙엽성 관목 식물이며, 자주맥문동은 잎 전체의 색이 검붉은 자주색을 띄고 있어 관상가치가 높은 식물이다. 따라서 자주중산국수나무와 자주맥문동을 이용하려 다양한 공간에 식재 할 수 있는데 이때 다양한 조건들이 고려되어야 한다. 그 중에서도 위치 선정과 색상의 조화가 중요하며 위치선정에 있어서는 교목의 하층부인 음지 또는 반음지 공간과 노지화단 및 건물의 옥상 등의 강한 햇볕이 쬐이는 양지성 공간(노희선 등, 2004) 등 매우 다양한 공간에서 다른 광환경 조건이 조성 될 수가 있다. 이때 식물에게 있어서 광은 잎의 색상이나 생리적인 변화를 일으키는데 중요한 요소(Poole · Conover, 1975)일 뿐만 아니라 엽록체 수나 기공의 개폐, 엽록소와 각종색소, 생장조절물질의 생합성에 영향을 미친다(Weaver · Clements, 1966). 또한 식물의 형태적으로도 크게 영향을 미치는데 광도에 따라서 초장과 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수 등은 물론 반엽의 면적이나 엽색 등에 변화를 주기 때문에 관상가치 면에서도 큰 영향을 미친다(홍정 등, 1994; 이종석 · 박영민, 2004; 윤재길 등, 2007).

따라서 본 연구에서는 조경용 소재로서 자주색 잎을 가진 중산국수나무와 자주맥문동을 대상으로 광도변화에 따른 생육 및 생리적 변화와 엽색변화를 조사하여 알맞은 광환경을 구명하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 실험재료

차광조절은 서울시 노원구 공릉동에 위치한 서울여자대학교 농장에 가로 150cm×세로150cm×높이150cm 크기의 차광 실험구를 만들어 무차

광구(2,500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), 40% 차광구(1,500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), 70% 차광구(750 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), 85% 차광구(375 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )를 백색방충망과 흑색 가리소를 이용하여 4수준으로 하였다. 실험에 사용된 공시 식물은 자주색 잎을 특징으로 하는 자주중산국수나무(*Physocarpus opulifolius* 'Diabolo'), 자주맥문동(*Ophiopogon planiscapus* 'Nigre-scens')을 대상으로 균일한 크기의 묘를 직경 15cm 화분에 상토와 마사토를 2 : 1(v/v)로 혼합하여 실험에 사용하였다. 각 처리마다 10개체의 식물을 임의 배치하였고, 비료는 하이포넥스 0.2%용액을 월 1회 시비하였으며 관수는 일반 관리법에 준하여 실시하였다.

### 2. 조사 및 분석

광도변화에 따른 생육 변화를 알아보기 위하여 3월말에 실험을 실시하여 4개월경과 후인 7월말에 생육조사를 실시하였다. 생육조사로는 초장, 엽장, 엽폭, 포기당 엽수, 마디길이를 조사하였다. 초장은 각 처리당 5개체씩을 조사하였는데 근원부에서 끝까지의 길이를 측정하였으며 엽장, 엽폭, 마디길이, 포기당 엽수는 15개체씩을 하였다. 분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, SPSS Institute Inc, V12.0) 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 비교 분석하였다.

생리활성변화는 광합성측정장치(LI-6400, Li-Cor, USA)를 이용하여 조사하였으며, 측정시간은 식물체의 광합성 주기를 고려하여 오전 9시부터 4시 사이에 각 식물당 3엽 이상씩 3반복으로 측정하였다. 분석항목은 광합성량(Pn), CO<sub>2</sub>흡수율(CO<sub>2</sub>), 세포내 CO<sub>2</sub>농도(Ci), 대기중CO<sub>2</sub> (Ca), 기공전도도(Cs), 증산량(Tr)을 조사하였으며 수분이용효율(water use efficiency : WUE)은 Malmstrom (1997)의 방법에 따라 (Ca-Ci)/Tr mmol mol<sup>-1</sup>의 식으로 산정하였다. CO<sub>2</sub>이용효율(CO<sub>2</sub> use efficiency : CUE)은 대기 중 CO<sub>2</sub>농도(Ca)에 대한 세포 내 CO<sub>2</sub>농도(Ci)의 비율로 Ci/Ca의 식으로 산

정하였다.

엽록소의 변화는 엽록소 측정기(SPAD 504, Minolta, Japan)를 사용하여 각 식물체의 측정할 중간 부위를 5엽씩 25매 측정하여 대조구인 노지를 기준으로 각 처리구별로 상대평가를 하였다. 엽색 변화는 Royal Horticultural Society(이하 RHS표시함) colour chart를 이용하여 조사하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 자주중산국수나무

자주중산국수나무의 광에 따른 수고변화는 대조구에서 27.8cm였던 반면 40% 차광구에서 59.5cm, 70% 차광구에서는 66.2cm, 85% 차광구에서 68.6cm로 차광률이 높을수록 수고도 커지는 경향(Figure 1)을 보였는데 이는 차광률이 높을수록 절간 신장이 같은 비율로 증가한 것으로 사료되어진다(Table 1). 엽장의 경우 차광이 오래 지속될수록 대조구에서의 5.96cm보다 70% 차광구와 85% 차광구에서 7.9~8.3cm로 길어졌다. 엽 폭은 차광을 하게 되면 6.0~6.3cm 정도로 넓어지지만 차광정도에 따른 차이는 인정이 되지 않았다. 자주중산국수나무의 증산량과 기공전도도, CO<sub>2</sub>변화량은 Table 2에서 나타난 바와 같다. 광합성량은 40% 차광구에서 3.36±0.21μmol·cm<sup>-2</sup>·min<sup>-1</sup>로 광합성효율이 가장 높았고 70% 차광에



**Figure 1.** Effect of light intensity on the growth of *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' (From left to light, A; control(sunny area), B; 40% shading, C; 70% shading and D; 85% shading).

서는 1.56±0.18μmol·cm<sup>-2</sup>·min<sup>-1</sup>로 낮아져서 양지 조건에서 생리활성이 높은 것으로 나타났다(Figure 2).

수분이용효율은 70% 차광구에서 3.62±0.21μmol·CO<sub>2</sub>molH<sub>2</sub>O<sup>-1</sup>로 대조구인 노지에 비해 4배 정도 높았는데 이는 식물체내의 방어기작의 하나로 외부로부터의 피해를 최소화하기 위해 체내의 수분이용효율 활성도를 높임으로서 총 활성도를 유지해 식물체 피해를 최소화 하고자 한 것(곽혜란·이종석, 2004)으로 보인다.

**Table 1.** Effect of different shading levels on the growth of *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo'.

Shading <sup>1)</sup> level(%)	Plant height(cm)	Leaf		Node length(cm)
		length(cm)	width(cm)	
Cont.	27.80d <sup>2)</sup>	5.96c	4.78b	2.2c
40	59.56c	6.75b	6.21a	4.24b
70	66.20b	8.32a	6.30a	8.64a
85	68.64a	7.99a	6.03a	9.4a

<sup>1)</sup> Contolled shading percentage. Control : open area is 2,500μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 40% shading, 1,500μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 70% shading, 750μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 85% shading, 375μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>

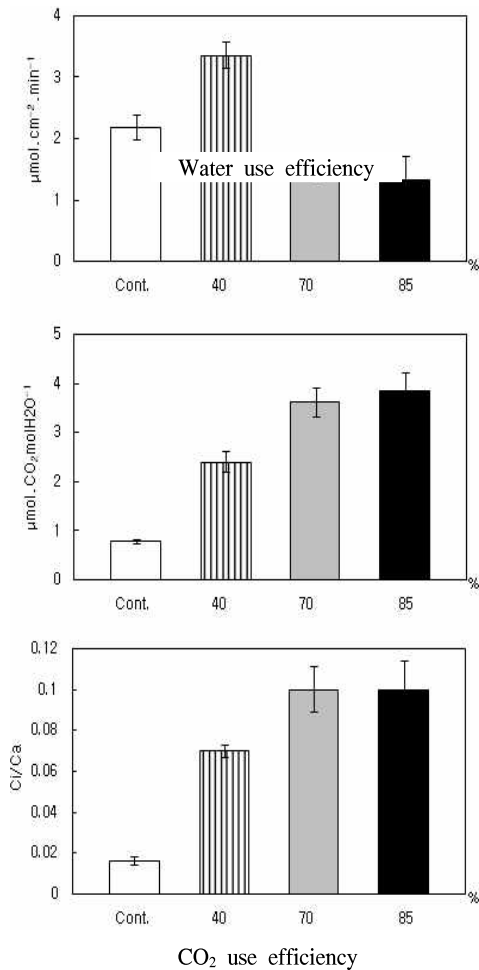
<sup>2)</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level

**Table 2.** Changes of transpiration, stomatal conductance and CO<sub>2</sub> exchange rate of *Physocarpus opulifolius* ‘Diabolo’ under the different shading levels.

Shading <sup>1)</sup> level(%)	Transpiration ( $\mu\text{molcm}^{-2}\text{S}^{-1}$ )	Stomatal conductance ( $\text{cm}^{-3}\text{S}^{-1}$ )	CO <sub>2</sub> exchange rate ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )
Cont.	7.33a	0.348a	6.09a
40	2.67b	0.082b	5.30b
70	0.51c	0.013c	2.06c
85	Photosynthetic of rate c	0.011c	1.86d

<sup>1)</sup> Contolled shading percentage. Control : open area is  $2,500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 40% shading,  $1,500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 70% shading,  $750\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 85% shading,  $375\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

<sup>2)</sup> Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level



**Figure 2.** Effect of different light intensities on the rate of photosynthetic, water and CO<sub>2</sub> use efficiency of *Physocarpus opulifolius* ‘Diabolo’.

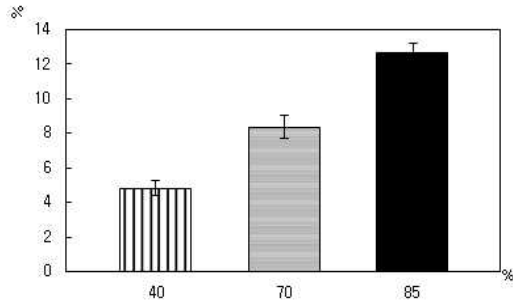
**Table 3.** *Physocarpus opulifolius* ‘Diabolo’ of leaf colour changes under the different light levels.

Shading level(%)	RHS Number <sup>1)</sup>	Visual Color
Cont.	202A	dark Grayish red
40	200A	dark grayish reddish brown
70	139A	dark yellowish green
85	139A	dark yellowish green

<sup>1)</sup> Royal Horticultural Society color chart number.

엽록소 함량은 대조구를 기준하여 상대평가를 한 결과 40%차광구에서 4.84%, 70%차광구 8.38%, 85%차광구는 12.69%로 차광률이 높을수록 엽록소 함량이 증가하였다. 이는 저광도에 적응하기 위하여 잎에는 보다 많은 엽록소가 형성되어 있음을 나타낸 것으로 보이는데, 이는 일반적으로 양지에서보다 음지로 갈수록 엽록소 함량이 높다는 연구결과(김갑태·추갑철, 2003)와 유사함을 알 수 있었다.

엽색의 변화는 노지의 경우는 검붉은색(RHS colour chart 202A)에서 차광처리시 진한 녹색(RHS colour chart 139A)으로 변화되었다(Table 3). 이는 무차광구에서 안토시아닌이 당류의 증가로 생합성이 촉진되어 광도가 높아짐에 따라 엽록소의 함량은 감소하고 안토시아닌 함량이 증가하여 차광률이 높은 음지에서 반대의 현상이

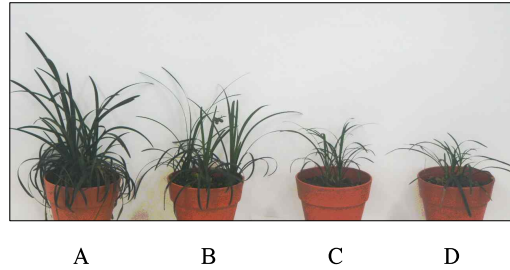


**Figure 3.** Effect of relative chlorophyll rate under the different light levels on *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo'.

나타난다는 Hart(1998)의 보고가 있었다. 또한 잎의 엽록소 함량이 많아져 유색잎이 불명료하게 되어 음지의 경우 잎무늬의 발현정도가 양지에 비해 현격히 감소된다. 따라서 차광처리시 도장하거나 개화수가 줄어들어 관상가치가 떨어질 수 있으므로 엽록소 함량이 증가했다고 해서 식물 생육이 양호하다고 볼 수 없으며 도장여부, 개화수 등을 함께 고려해야 할 것이다(노희선 등, 2004). 따라서 관상가치면에서의 아름다운 자주빛을 띤 붉은색을 유지하려고 할 경우에는 양지 쪽에 식재하는 것이 좋을 것으로 사료되어지는데 이와 유사한 결과는 Tilney(1971), 광혜란 · 이종석(1997) 등이 보고 한 바 있다.

2. 자주맥문둥

잎의 무늬가 붉은색으로서 관상가치가 높은



**Figure 4.** Effect of light intensity on the growth of *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'(From left to light, A; control(sunny area), B; 40% shading, C; 70% shading and D; 85% shading).

자주맥문둥의 광도변화에 따른 생육변화는 초장의 경우 대조구에서 23.4cm로 가장 길었고, 생육도 양호한 것으로 나타났으며(Figure 4) 차광률이 높을수록 생육이 불량해지는 것을 알 수 있었다. 엽장의 경우는 대조구의 20.80cm에 비해 85% 차광구에서 12.32cm로 짧아졌으며, 엽폭은 차광처리구별로 큰 차이는 없었다(Table 4). 이는 *Saintpaulia*(김주경 · 상채규, 1982)와 타래난초(손희영 · 채수천, 2003)의 광변화실험 결과에서도 본 실험과 유사한 결과로 나타났다. 포기당 엽수는 대조구에서 24장으로 가장 많았으나 40% 이상 차광을 하게 되면 포기당 엽수가 15~16장 정도로 현저히 줄어든 것으로 보아 차광처리시 초기 생육은 좋은 것처럼 보였으나 수개월간의 지속적인 저광도에서는 생육이 오히려 불량해지는 것을 육안으로 관찰할 수 있었다.

**Table 4.** Effect of different shading levels on the growth of *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'.

Shading <sup>1)</sup> level(%)	Plant height(cm)	Leaf		No. of leaf per shoot(ea)
		length(cm)	width(cm)	
Cont.	23.40a <sup>2)</sup>	20.80a	0.50a	24.00a
40	19.41b	18.20b	0.48a	16.66b
70	14.40c	15.73c	0.37b	15.40b
85	15.40c	12.32d	0.32b	15.60b

<sup>1)</sup> Contolled shading percentage. Control : open area is 2,500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 40% shading, 1,500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 70% shading, 750 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 85% shading, 375 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

<sup>2)</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level

**Table 5.** Changes of transpiration, stomatal conductance and CO<sub>2</sub> exchange rate of *Ophiopogon planiscapus* ‘Nigrescens’ under the different light level.

Shading <sup>1)</sup> level(%)	Transpiration ( $\mu\text{molcm}^{-2}\text{S}^{-1}$ )	Stomatal conductance ( $\text{cm}^{-3}\text{S}^{-1}$ )	CO <sub>2</sub> exchange rate ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )
Cont.	6.21a <sup>2)</sup>	0.254a	17.25a
40	5.42b	0.205b	13.48b
70	5.18b	0.185c	10.05bc
85	2.68c	0.769d	13.35b

<sup>1)</sup> Contolled shading percentage. Control : open area is  $2,500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 40% shading,  $1,500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 70% shading,  $750\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 85% shading,  $375\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

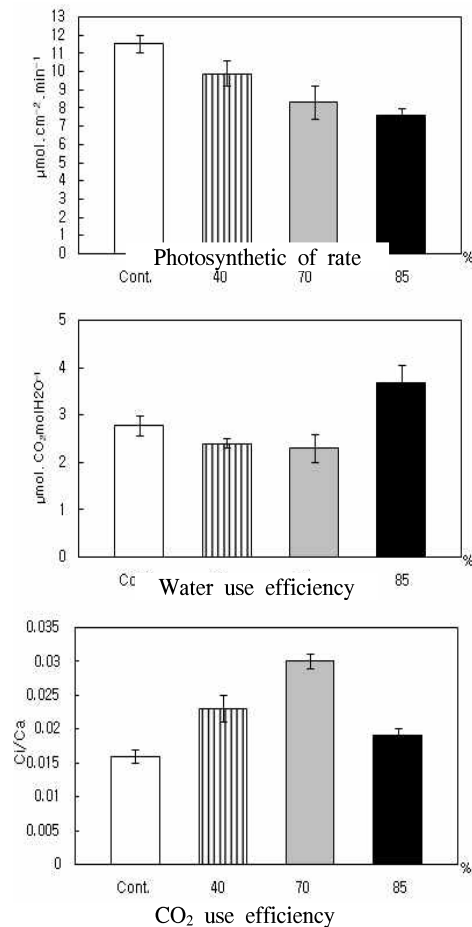
<sup>2)</sup> Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level

자주맥문동의 광도 변화에 따른 생리활성을 파악하고자 증산량, 세포내 CO<sub>2</sub> 변화량, 기공진도도를 측정해 본 결과 자주색 잎이 특징인 자주맥문동은 대조구에서  $11.51 \pm 2.5\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 로 85% 차광구에서의  $7.63 \pm 0.94\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 보다 광합성효율이 훨씬 높은 것으로 미루어 보아 양지에서 생육이 좋은 것으로 판단되어지며 오히려 낮은 광도조건은 순광합성량을 감소시키고 영양생장 또한 감소시켜서 식물에게 피해를 입힐 것으로 사료된다(Brand, 1997).

자주맥문동의 수분이용효율은 85% 차광구에서  $3.67 \pm 0.37\mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{molH}_2\text{O}^{-1}$ 로 가장 높게 측정되었는데, 이처럼 차광율이 증가되면서 수분이용효율은 낮아진다는 사실로 미루어보아 햇빛이 들지 않는 음지에 식재된다면 광합성 효율이 낮아져 생육이 불량해지고 중심부위가 고사하는 현상(Briggs and Calvin, 1987)이 나타나 관상가치가 저하될 것으로 판단된다.

CO<sub>2</sub> 이용효율은 70% 차광조건에서  $0.055 \pm 0.007\text{Ci}/\text{Ca}$ 로 가장 높았다(Figure 5).

엽록소 함량은 노지에 비해 40% 차광구에서 4.84% 감소된 반면 70% 차광구에서는 8.27%, 85% 차광구에서 13.71%로 증가한 것을 알 수 있었다(Figure 6). 이는 초기에는 차광에 따른 광량의



**Figure 5.** Effect of different light intensities on the rate of photosynthetic, water and CO<sub>2</sub> use efficiency of *Ophiopogon planiscapus* ‘Nigrescens’.

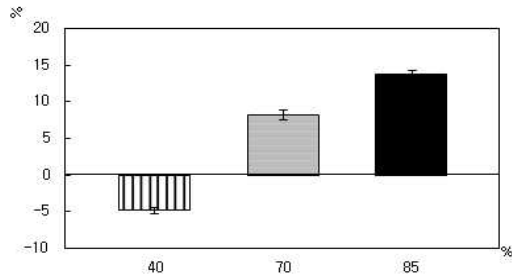


Figure 6. Effect of relative chlorophyll rate under the different light levels on *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'.

부족으로 인하여 생육이 불량해졌으나 시간 이 경과할수록 낮은 광도에 적응하기 위하여 잎에 엽록소가 더 많이 형성된 것으로 보인다.

엽색의 변화는 40% 차광구에서 진한 자주색(RHS colour chart 202A)에서 70%와 85% 차광구에서는 녹색(RHS colour chart 137A, 141B)으로 변했다(Table 6).

#### IV. 적 요

본 연구는 자주중산국수나무와 자주맥문동의 광도변화에 따른 생육 및 생리 특성과 엽색발현을 조사하여 적정 광도를 구명하고자 한 결과는 다음과 같다.

1. 자주색 잎이 특징인 중산국수나무(*Physocarpus opulifolius* 'Diabolo')는 차광에 따른 생육 변화를 관찰한 결과 40% 차광구에서 생육이 좋았으나 양지조건일 때 생리활성이 2배 이상 좋은 것으로 나타났다. 엽색발현은 0% 차광구에서 85% 차광구로 갈수록 진한 자주색(RHS colour chart 202A, dark grayish red)에서 녹색(RHS colour chart 139A, dark yellowish green)으로 변화되어 본래의 품종 특성인 엽의 색이 사라져 관상가치면에서 저하된 것으로 사료되어진다.

2. 자주맥문동(*Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens')은 노지상태인 무차광구에서 생육이 가장 양호하였고, 관상가치면에서 생육활성이 좋은 대조구에서 선명한 자주색이 잘 나타났으며 더욱

Table 6. Different of growth shape and leaf colour change under the different light levels on *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'.

Shading level(%)	RHS Number <sup>1)</sup>	Visual Color
Cont.	202A	dark grayish red
40	139A	dark yellowish green
70	137A	moderate olive green
85	141B	dark yellowish green

<sup>1)</sup> Royal Horticultural Society color chart number.

진해진 검붉은색(RHS colour chart 202A, dark grayish)으로 엽색이 발현되었다.

#### 인 용 문 헌

- 곽혜란 · 이종석. 1997. 광도와 식물생장억제제 처리가 반입종 *Tradescantia*, *Hypoestes*, *Trachelospermum*의 반입발현에 미치는 영향. 한국화훼연구회지 6(2) : 1-10.
- 곽혜란 · 이종석. 2004. 참억새 및 수크령의 광도 차에 따른 생육변화 및 가스교환에 미치는 영향. 한국환경복원녹화기술학회지 7(1) : 110-115.
- 김갑태 · 추갑철. 2003. 光 環境에 의한 關葉樹 樹種의 光合成率 및 葉綠素 含量 연구. 한국 환경복원녹화기술학회지 03 : 32-26.
- 김주경 · 상채규. 1982. *Saintpaulia*의 생육과 개화에 미치는 광도의 영향에 관한 연구. 한국 원예학회지 23 : 323-331.
- 노희선 · 장병찬 · 이경국 · 이정식. 2004. 자생지 피식물별 적정 차광정도 구명. 한국화훼연구회지 12(4) : 329-335.
- 손희영 · 채수천. 2003. 차광, 식재용토 및 생장억제제가 타래난의 생장과 개화에 미치는 영향. 원예과학기술지 21(2) : 125-135.
- 윤재길 · 양중환 · 안상열 · 박재춘 · 이영미. 2007. 커피나무 분화 생산을 위한 여름철 적정광

- 도 및 동절기 최저온도. 화훼연구 15(4) : 282-286.
- Brand, M. H. 1997. Shade influences plant growth, leaf color, and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivar. HortScience, 32 : 206-208.
- Briggs, G. B., and C. L. Calvin. 1987. Indoor plants. New York : John Wiley and Sons, Inc. pp.173-202.
- Hart, J. W. 1998. Light and plant growth. London : Unwin Hyman, Ltd. pp.87-101.
- Poole, R. T., and C. A. Conover. 1975. Light requirements for foliage plants. Florists Rev. 155 : 44-45
- Tilney-Bassett. R. A. 1971. Genetics of variegation and maternal inheritance in ornamentals. In : Genetics and breeding of ornamentals. ed. by Harding. London : J., et al. Kluwer Academic Pub. pp.225-249.
- Weaver, J. E., and H. E. Clements. 1966. Plant ecology. New York : McGraw -Hill Pub. Co. pp.330-417.