

광도 차이에 따라 나타나는 뉴기니아 봉선화 생육 특성 및 화색 변화

이호선^{1*} · 김수정² · 신우근¹ · 유병천¹
¹국립종자관리소 동부지소, ²고령지농업연구소 원예과

Effect of Light Intensity on Growth Characteristic and Flower Color Change of New Guinea Impatiens ‘Fishlimp 149’

Ho-Sun Lee^{1*}, Su-Jeong Kim², Woo-Gun Shin¹, and Byeong-Cheon Yoo¹

¹National Seed Management Office, Dong Bu Branch, MAF, Pyeongchang 232-955, Korea

²Horticulture Research Division, National Institute of Highland Agricultural, RDA, Pyeongchang 232-955, Korea

Abstract. New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*) shows very sensitive responses to different light conditions. Due to these phenomena, testers of DUS (distinctness, uniformity and stability) for granting plant variety protection right often have problems distinguishing genetic or physiological differences. New Guinea impatiens ‘Fishlimp 149’ was grown under several light intensities in a rain-sheltered vinyl house to observe differences of plant growth and flowering. As compared with the control (avg. 1,010 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), treatments of shade-1 (avg. 599 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) and shade-2 (avg. 88 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) showed increased plant height, plant width, leaf size and pedicel length. On the contrary, these growth parameters decreased in shade-3 (avg. 30 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) with the lowest light intensity. Shade-1 treatment enhanced flower characteristics such as flower diameter, upper petal width, side petal width and lower petal length. However, these characteristics were suppressed by lower light intensities than that in shade-1. Anthocyanin contents of shoot, leaf and pedicel decreased with increasing shading, but that of flower petal was the greatest of the shade-1 treatment. Shade-1 treatment showed the greatest Hunter a value analyzed by a colorimeter, and L and b values increased with increasing shading. Shade-1 treatment seemed to be provided the most proper light condition for DUS test of New Guinea impatiens. Additionally, anthocyanin accumulation on New Guinea impatiens during DUS test was due to not genetic differences but physiological phenomenon.

Key words : anthocyanin pigment, DUS test, *Impatiens hawkeri*, light environment

*Corresponding author

서 언

봉선화는 화분이나 화단에 심어 관상하는 1년초로 세 가지 계통의 원예종이 국내외에서 생산·판매되고 있다. 원산지가 인도 및 중국 지역인 *Impatiens balsamina*는 우리나라에서도 오래 전부터 산이나 들에서 쉽게 관상할 수 있는 계통이며, 아프리카의 잔지바르 지역이 원산지인 *I. walleriana*는 일반인에겐 아프리카 봉선화로 알려져 있다. 한편 뉴기니아 원산으로 미국 아이오와 주립대학교에서 육성된 뉴기니아 봉선화(*I. hawkeri*)가 있다(Banner와 Klopmeier, 1995; Yoon, 2001). 2006년 현재까지 봉선화 품종으로 농림부에 생산·판매 신

고된 것은 총 447건이고, 2005년 재배면적 19.6ha에서 생산된 분화의 양은 총 4,679천분으로 판매량이 4위인 초화류이다(MAF, 2006).

우리나라는 1993년도 WTO 지적재산권 보호 협정(Trips)의 이행으로 1998년부터 새로이 시행된 종자산업법에 의하여 식물신품종보호제도(Plant Variety Protection System)를 도입하였다(Choi, 2001). 봉선화는 2000년도에 품종보호 대상작물로 지정되어 지금까지 45품종이 출원·등록되어 보호를 받고 있지만 모두 미국, 독일, 이스라엘 등 외국 출원품종이 주종을 이루고 있는 실정이다. 신품종의 적격성을 심사하기 위해서는 구별성(distinctness), 균일성(uniformity) 및 안정성(stability)의

조건이 갖추어져 있는지 작물별 재배시험을 수행하게 되는데(Choi, 1998; UPOV 2001a, 2001b), 봉선화의 경우 육성 목적에 따라 비가림 하우스나 온실에서 재배시험을 수행한다.

봉선화는 고풍도 및 고온에서는 하고현상을 보이고 약광 하에서는 도장하며, 광에 따라 화색 및 소화경과 엽병의 안토시아닌 색소가 민감하게 반응한다(Banner와 Klopmeier, 1995). 특히 여름철의 고온이나 장마기의 광부족, 번무로 인한 일조량의 부족 등으로 인하여 생육과 화색 및 안토시아닌 착색에 이상이 나타난다. 봉선화 재배과정에서 자주 나타나는 이와 같은 현상들은 품종특성 구명 시험에서 생리적인 이상인지 혹은 유전적인 특성의 차이에 기인한 것인지 여부를 판별하기 곤란하게 만들곤 한다. 그러므로 봉선화의 특성을 조사하기 위해서는 적정 광환경에 따라 변화되는 생리적 변화를 구명해야 할 필요가 있다. 지금까지의 봉선화의 연구는 배지(Judd와 Cox, 1992)나 광질처리(Son과 Cho, 2000)에 의한 초장 조절 연구 등 제한적으로 수행되어 왔다. 따라서 본 연구는 광도 차이에 따라 나타나는 봉선화의 생육 및 화색변화를 구명하여 뉴기니아 봉선화 신품종보호를 위한 재배심사 시 생리적 이상 현상과 유전형질 차이를 명확히 판별하기 위한 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

본 실험은 2005년 5월부터 9월까지 국립종자관리소 동부지소(대관령) 비가림 하우스에서 수행되었다. 실험에 사용된 뉴기니아 봉선화는 독일 수입 품종으로 엽병과 소화경에 안토시아닌이 강하게 착색되는 ‘Fishlimp 149’ 이었다. 삽목묘를 구입하여 5월 21일 직경 15cm 흰색화분에 화훼용 상토 Sunshine 4(Sungro Hort. USA)를 넣어 정식하고 최고온도 25°C, 최저온도 15°C가 유지되는 유리온실에서 생육시켰다. 첫 꽃눈이 생성되기 시작한 6월 21일 시험처리를 위하여 비가림 하우스로 이동하여 광도처리를 시작하였다.

광도별 처리는 총 4수준으로 비가림 하우스(두께 0.08cm PE 필름 피복)에 차광막 없이 생육시키는 것을 대조구로 하고 대조구에 30% 흑색 차광막을 이용하여 1겹(Shade-1), 2겹(Shade-2) 또는 3겹(Shade-3)으로 차광하여 광도에 차이를 두었다. 처리별 광도 측

Table 1. Light intensities in greenhouses during the experiment periods, from July to Sept.

Treatment ^z	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)			
	July	Aug.	Sept.	Mean
Control	947	1,079	975	1,010
Shade-1	569	656	573	599
Shade-2	95	93	77	88
Shade-3	35	31	25	30

^zShade-1, 2 and 3 mean treatments of a 1-, 2- and 3-fold covering a 30% shading material.

정은 하루에 3회(오전 10시, 오후 2시와 5시)에 걸쳐 조도계(DX-200, INS, Japan)를 이용하여 측정하였다. 처리별 평균 광도는 Table 1과 같다. 비가림 하우스내 온도는 최고 32°C, 최저 15°C를 유지하였다.

광도 처리에 따라 나타나는 생육 및 개화 반응을 알아보기 위해서 초장, 초폭, 엽장, 엽폭, 꽃폭, 소화경 길이, 상부 꽃잎폭, 측면 꽃잎폭, 하부 꽃잎 길이를 조사하였다. 초폭은 꽃이 만개하였을 때 화서를 제외한 식물체의 최대폭을 측정하였으며, 나머지 항목은 UPOV 조사요령(UPOV, 2002)에 준하여 조사하였다. 안토시아닌 함량은 Fluleki와 Francis(1968)의 방법에 준하여 분석하였다. 각 처리별 안토시아닌이 착색되어 있는 신초, 잎, 꽃잎 및 소화경의 생체중을 1g씩 채취하여 95% ethanol과 1.5N HCl을 85:15(v/v)로 혼합한 추출액에 마쇄하고, 4°C에서 24시간동안 보관한 후 4°C에서 20분간 12,000g의 속도로 원심분리하여 상등액을 취하였다. 분리된 상등액을 적당한 농도로 희석한 후 spectrophotometer(Agilent 8453, Agilent Tech., USA)를 이용하여 545nm에서 흡광도를 측정하고, 안토시아닌 함량(mg/g F.W.)을 산출하였다. 꽃잎의 색은 색차색도계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하였다. 통계분석은 SAS프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 광도 차이에 따른 생육 반응

광도 차이에 따른 초장 및 초폭은 차광막 2겹처리 구까지는 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 가장 약광 환경인 차광막 3겹처리구에서는 감소하였다(Fig. 1). 대부분의 식물은 광도가 낮으면 도장하는 경향이 있는

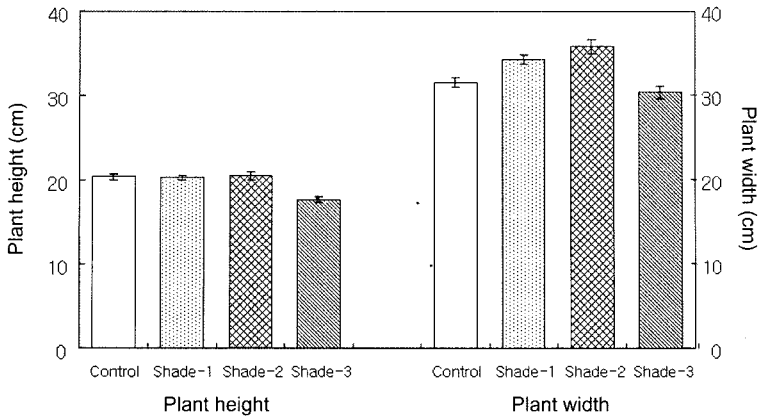


Fig. 1. Effect of light intensity on plant height and plant width of New Guinea impatiens ‘Fishlimp 149’. Vertical bars on each column represent standard error (n=30). See Table 1 for symbols of treatments.

Table 2. Effect of light intensity on leaf and flower characteristics in New Guinea impatiens ‘Fishlimp 149’.

Treatment ^z	Leaf characteristic (cm)		Flower characteristic (cm)				
	Leaf length	Leaf width	Flower diameter	Upper petal width	Side petal width	Lower petal width	Pedicle length
Control	8.6c ^y	3.4c	5.7b	5.1a	3.5a	3.3a	6.5b
Shade-1	10.0b	4.2b	6.3a	5.2a	3.8a	3.4a	6.7b
Shade-2	12.9a	5.3a	5.6b	4.8b	3.6a	3.3a	7.6a
Shade-3	10.3b	4.3b	5.4c	4.8b	2.6b	2.9b	5.5c

^zSee the Table 1.

^yDuncan's multiple range test at 5% level.

데(Lim 등, 1998), 봉선화는 약광하에서는 생육이 오히려 억제되는 결과를 보였다. 엽장과 엽폭은 차광을 하여 광도가 낮아질수록 커졌으나 초장과 마찬가지로 차광막 3겹처리구의 약광하에서는 오히려 감소하였다(Table 2). 꽃 형질 중, 소화경의 길이는 잎 형질의 엽장과 엽폭과 같은 결과를 보였으나, 꽃폭이나 상부 꽃잎폭, 측면 꽃잎폭, 하부 꽃잎 길이는 차광막 1겹 처리구에서는 대조구에 비해 증가하였고, 차광막 2겹 처리구에서부터 감소하여 차광막 3겹 처리구에서는 가장 작았다(Table 2). 이와 같이 봉선화는 차광하에서 생육이 증가하나 30 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이하의 약광하에서는 생육이 오히려 감소하고, 꽃형질은 30% 차광하에서 가장 우수하나 광도가 낮아질수록 꽃이 작아지는 결과를 보였다. 광도가 낮아질수록 잎의 길이나 너비는 증가하나 1,000~2,000lux(18~37 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 정도의 낮은 광도조건인 음지에서는 오히려 생육이 저조해지는 현상은 무궁화(Lee와 Kwack, 1993)나 아프리카바이올렛(Kim과 Sang, 1982), 안개꽃(Cheong 등, 2005) 등의

식물에서도 나타나는 것으로 보고된바 있다. 이는 차광 정도가 심할수록 일사량 부족으로 생육이 억제되어 나타난 결과로 보여진다.

신품종에 대한 품종보호를 부여하기 위해서는 신품종이 구별성과 균일성 및 안정성의 조건을 갖추었는지 재배시험을 통해 심사하게 된다(UPOV, 2001a, 2001b). 재배시험시 재배환경의 차이로 인한 생리적 이상 증상이 발현하였을 경우 유전적 차이에 의한 증상과 쉽게 구별되지 않을 수 있어 작물의 최적 환경조건을 구명하는 것은 무엇보다도 중요한 일이다. 이 연구 결과를 통해서 뉴기니아 봉선화의 적정 생육 및 개화양상을 보기 위한 광도환경 조건은 비가림 하우스에서 30%차광막을 1겹 설치해주는 광도 550~650 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도임을 알 수 있었다.

2. 광도 차이에 따른 안토시아닌 착색 및 화색 반응

뉴기니아 봉선화 ‘Fishlimp 149’의 광도차이에 따른 신초, 잎 및 소화경의 안토시아닌 함량은 광도가 낮아

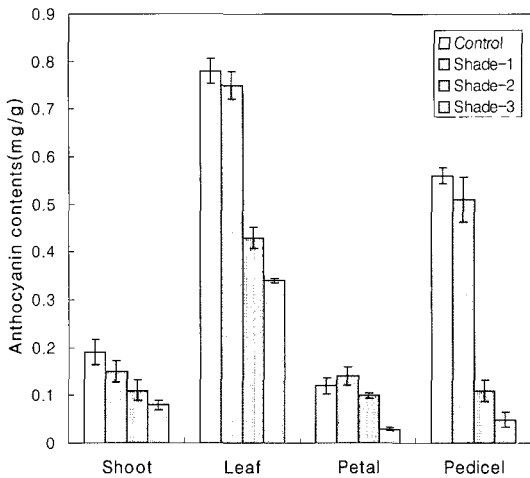


Fig. 2. Effect of light intensity on anthocyanin contents of shoot, leaf, petal and pedicel of New Guinea impatiens 'Fishlimp 149'. Vertical bars on each column represent standard error (n=30). See Table 1 for symbols of treatments.

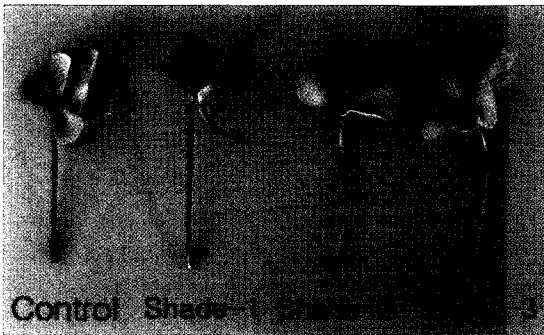


Fig. 3. Response of anthocyanin pigmentation in pedicel of New Guinea impatiens 'Fishlimp 149' to light intensity. See Table 1 for symbols of treatments.

질수록 감소하였다(Fig. 2과 Fig. 3). 꽃잎은 차광막 1겹 처리구가 대조구 보다 안토시아닌 함량이 높았지만 그보다 많은 차광막 처리구에서는 광도가 낮을수록 감소하였다. 이러한 결과는 무차광인 대조구는 뉴기니아 봉선화 생육에 있어 광도가 너무 높아 오히려 화색이 탈색되는 경향을 보이는 것으로 판단되었다. 색차색도계를 이용하여 Hunter value L, a, b값을 측정된 결과(Table 3), 색의 밝기를 나타내는 L값은 차광막 겹수에 의해 광도가 낮아질수록 높았고, 적색도를 나타내는 a값은 차광막 1겹처리구에서 가장 높고 이후 차광막처리구에서는 점점 감소하였으며, 황색도를 나타내는

Table 3. Difference of Hunter's value of flower color in New Guinea impatiens 'Fishlimp 149' as affected light intensity.

Treatment ^c	Hunter's value		
	L	a	b
Control	48.43 ± 0.35 ^y	51.41 ± 0.17	14.36 ± 0.28
Shade-1	51.30 ± 0.20	51.74 ± 0.28	16.64 ± 0.38
Shade-2	58.68 ± 0.39	46.72 ± 0.36	17.23 ± 0.27
Shade-3	62.80 ± 0.26	42.03 ± 0.24	19.20 ± 0.27

^cSee the Table 1.

^yMean ± SE (n=30).

b값은 차광막 처리에 의해 광도가 낮아질수록 높았다. 뉴기니아 봉선화 'Fishlimp 149'는 적색(color chart 52A, RHS)품종으로 강광이나 약광하에서 탈색되어 분홍색이나 흰색으로 변색하는 경향이 있어 밝거나 황색도가 높아진 것으로 생각된다.

붉은 양배추의 안토시아닌 생성에 대한 광의 영향을 살펴본 연구 결과(Boo와 Lee, 1999)에 따르면 광량이 저하됨에 따라 안토시아닌 생성도 저하되었고, 90% 차광의 낮은 광도 조건하에서는 거의 착색이 이루어지지 않았다. 기존의 연구결과에서도 광이 안토시아닌색소 발현에 가장 중요한 외적 환경요인으로 작용하고 안토시아닌 형성 및 발현에 대해서 촉진적으로 작용한다고 보고되었다(Griesbach, 1992; Mancinelli, 1985; Weiss와 Halevy, 1991). 식물체의 안토시아닌은 광합성에 의해 축적된 탄수화물의 대사과정에서 생성되는 2차대사산물이다(Taiz와 Zeiger, 1991). 광이 안토시아닌 형성과 발현에 관여하는 것은 광이 광합성작용에 중요한 환경요인이기 때문에 연관되어 나타나는 현상으로 보여진다. 그러나 식물의 종류나 품종에 따라서 광의 유무에 관계없이 안토시아닌 색소가 잘 발현되는 것(Rabino와 Mancinelli, 1986) 또는 광에 민감하여 약광 하에서 안토시아닌 발현이 억제되거나 발현이 되지 않는 등(Sang 등 1991; Weiss와 Halevy, 1991) 반응은 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에 사용된 'Fishlimp 149'는 안토시아닌 발현에 광이 민감하게 작용하는 것으로 생각된다.

신품종보호를 위한 재배심사는 보통 연차 간 또는 재배시험지별로 2회에 걸쳐 실시된다. 재배시험 기간에 장마나 안개로 인해 연차 간 광환경이 차이가 날 경우 안토시아닌 발현에 상당한 차이를 보일 수 있어 정확한 안정성 심사에 어려움이 있을 수 있다. 본 연

구결과로 볼 때 뉴기니아 봉선화의 안토시아닌 발현은 광도환경에 따라 크게 영향을 받을 수 있으므로 이러한 안토시아닌 발현 차이는 유전적 원인이 아닌 환경적 차이에 따라 나타나는 생리적 증상으로 판단할 수 있을 것이라 생각한다. 본 연구결과를 종합해 볼 때 뉴기니아 봉선화의 생육 뿐 아니라 안토시아닌 발현의 제 특성을 나타낼 수 있는 적정 광도조건은 PE필름 비가림하우스에 30% 차광막을 1겹 처리한 550~650 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도임을 알 수 있었다.

식물의 꽃색이나 안토시아닌 발현은 광도 뿐아니라 광질(Mancinelli, 1990)과 자외선광(Kataoka 등, 1996; Maekawa 등, 1980) 그리고 온도(Rabino와 Mancinelli, 1986) 등에 민감하게 작용한다. 온실이나 하우스에 재배할 경우 자연광에 비해 자외선량은 감소하고 재배장소에 따라 조사되는 적색광 및 자외선량은 차이가 날 수 있다. 그러므로 앞으로 광질과 자외선량의 차이에 따른 꽃색 및 안토시아닌 발현의 정확한 반응을 알아 보고, 서로의 상호작용 등도 구명해야 할 것이다.

적 요

뉴기니아 봉선화(*Impatiens hawkeri*)는 광조건에 따라 생리적 반응이 매우 민감한 것으로 알려져 있다. 이러한 현상 때문에 신품종 보호 재배심사(DUS test) 시 나타나는 여러 증상들이 유전적인 요인에 의한 것인지 혹은 생리적 증상인지를 판단하는데 어려움이 따른다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여 뉴기니아 봉선화 'Fishlimp 149'를 비가림 하우스에 정식하고 광도 조건에 따른 생육 및 화색발현을 구명하기 위하여 몇 가지 광도조건을 처리를 하였다. 실험결과 대조구 ($1,010\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)에 비해 차광 1($599\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 및 차광 2($88\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 처리구에서 초장, 초폭, 잎 크기 및 소화경 등이 현저히 증가되었다. 그러나 가장 광도가 낮은 차광 3($30\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)에서는 오히려 이들이 대조구에 비해 감소되었다. 개화특성 조사에서는 차광 1처리가 화경, 상부 꽃잎폭, 측면 꽃잎폭, 하부 꽃잎길이 등에서 가장 좋은 결과를 보였다. 안토시아닌 함량의 경우 줄기, 잎 및 소화경에서는 차광에 의해 감소되었으나 소화경의 경우 차광 1처리에서 가장 높은 결과를 보였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 차광 1처리가 뉴기니아 봉선화의 성장특성을 조사하는

데 가장 적절한 것으로 판단되며, 생육과정 중 나타나는 안토시아닌 축적은 유전적인 요인이 아닌 환경적인 요인에 의한 생리적인 현상인 것으로 생각된다.

주제어 : 광환경, 구별성, 균일성, 안정성, 안토시아닌, 재배심사, 품종보호권, 품종보호조건

인 용 문 헌

1. Banner, W. and M.J. Klopmeier. 1995. New Guinea impatiens. Ball Pub., Batavia, Illinois, USA.
2. Boo, H.O. and B.Y. Lee. 1999. Effect of light on the biosynthesis of anthocyanin in *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* L. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:322-326 (in Korean).
3. Cheong, D.C., H.C. Lim, H.B. Park, and Y.J. Song. 2005. Effect of shading period and level on growth and flowering of *Gypsophila paniculata*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:433-439 (in Korean).
4. Choi, K.J. 1998. Protection of new variety of plant and management of varietal performance. Korean J. Breed. 30:309-316 (in Korean).
5. Choi, K.J. 2001. What is the international union for the protection of new varieties of plants. Korean J. Breed. 33:248-253 (in Korean).
6. Fuleki, T. and F.J. Francis. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. J. Food Sci. 33:72-77.
7. Griesbach, R.J. 1992. Correlation of pH and light intensity on flower color in potted *Eustoma grandiflorum*. HortScience 27:817-818.
8. Judd, L.K. and D.A. Coax. 1992. Growth of New Guinea impatiens inhabited by height growth-medium electrical conductivity. HortScience. 27:1193-1194.
9. Kataoka, I., K. Beppu, A. Sugiyama, and T. Taira. 1996. Enhancement of coloration of 'Satoh-ni-shiki' irradiation with ultraviolet radiation. Environ. Control Biol. 34:313-319.
10. Kim, J.K. and C.G. Sang. 1982. A study on the growth and flowering of *Saintpaulia ionantha* under controlled light intensities. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 23:323-331 (in Korean).
11. Lee, H.S. and B.H. Kwack. 1993. Effects of uniconazole, GA and light intensity on growth of *Hibiscus syriacus* for pot culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:81-89 (in Korean).
12. Lim, K.B., K.C. Son, and J.D. Chung. 1998. Effect of photosynthesis by different DIF and light intensity regimes on the growth of *Salvia* plug seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:610-614 (in Korean).
13. Maekawa, S., M. Terabun, and N. Nakamura. 1980. Effect of ultraviolet and visible light on flower pig-

- mentation of 'Ehigasa' rose. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49:251-259 (in Japanese).
14. Mancinelli, A.L. 1985. Light-dependent anthocyanin synthesis: A model system for the study of plant physiology. Plant Physiol. 51:107-157.
 15. Mancinelli, A.L. 1990. Interaction between light quality and light quantity in the photoregulation of anthocyanin production. Plant Physiol. 92:1191-1195.
 16. Ministry of Agriculture & Forestry (MAF). 2006. Status of forestry and flower production and marketing. MAF, Gwachon, Korea (in Korean).
 17. National Seed Management Office (NSMO). 2006. Comparison of the related regulation for plant variety and seed between Korea, Japan and China. NSMO, Anyang, Korea (in Korean).
 18. Rabino, I. and A.L. Mancinelli. 1986. Light, temperature and anthocyanin production. Plant Physiol. 81: 922-924.
 19. Sang, C.K., H.Y. Kim, and H.S. Yun. 1991. Effects of light, sucrose, and growth regulators on the coloration of cut snapdragon flower. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33:79-86 (in Korean).
 20. Son, K.C. and S.O. Cho. 2000. Effect of light quality on the inhibition of stem elongation of plug seedlings during storage and growth and flowering after transplanting of *Salvia splendens* 'Hot Jazz' and *Impatiens* 'Dazzler Violet'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:647-652 (in Korean).
 21. Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. Benjamin Cummings Pub. Com., Inc. Redwood City, CA, USA. p. 320-321.
 22. UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). 1991. International convention for the protection of new varieties of plants. UPOV publication No. 664(E) section I. p. 21.
 23. UPOV. 2001. Latest working document for a new general introduction to the assessment of distinctness, uniformity and stability in new varieties of plants. UPOV TC/37/5.
 24. UPOV. 2001. New general introduction to the assessment of distinctness, uniformity and stability in new varieties of plants. UPOV CAJ/43/4.
 25. UPOV. 2002. New Guinea impatiens guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. UPOVTG/196/2.
 26. Weiss, D. and A.H. Halevy. 1991. The role of light reaction in the regulation of anthocyanin synthesis in petunia corollas. Physiol. Plant. 81:127-133.
 27. Yoon, P.S. 2001. Hortus of Korea. Kyo-Hak Pub. Co., Seoul, Korea. p. 101-102.