

## 광질 조절용 전구를 이용한 야파가 잎들깨의 개화 및 생육에 미치는 영향

최영환<sup>1</sup> · 손병구<sup>1</sup> · 강점순<sup>1</sup> · 이용재<sup>1</sup> · 박현철<sup>2</sup> · 김근기<sup>2</sup> · 김용철<sup>3</sup>  
최인수<sup>3</sup> · 이유진<sup>1</sup> · 신우정<sup>1</sup> · 박영훈<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 원예생명학과, <sup>2</sup>부산대학교 생명환경화학과, <sup>3</sup>부산대학교 식물생명학과

## Effects of Artificial Light Sources for Night Break on Floral Induction and Growth in *Perilla ocymoides* L.

Young-Whan Choi<sup>1</sup>, Beung-Gu Son<sup>1</sup>, Jum-Soon Kang<sup>1</sup>, Yong-Jae Lee<sup>1</sup>,  
Hyeon-Cheal Park<sup>2</sup>, Keun-Ki Kim<sup>2</sup>, Yong-Chul Kim<sup>3</sup>, In-Soo Choi<sup>3</sup>,  
You-Jin Lee<sup>1</sup>, Woo-Jung Shin<sup>1</sup>, and Young-Hoon Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticultural Science, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>2</sup>Department of Life Science & Environmental Chemistry, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

**Abstract.** The influences of night break by costly artificial light sources were investigated on the photomorphogenesis and growth of leafy perilla (*Perilla ocymoides* L.). The irradiation of red, blue, and three-colored light for night break significantly increased the stem length and stem diameter compared to dark. Three-colored light gave the highest fresh and dry weight of stem, followed by red and blue light. Floral induction was suppressed up to 100 days after the night break, by red and three-colored light, but the plants grown under the dark or treated with blue light showed 85% and 31% flowering rate, respectively. The time needed for floral induction after night break was 60 days in dark and 80 days in blue light. The number of leaf, leaf area, and fresh weight per plant were the highest in red and three-colored light night break, followed by blue light and dark. The photosynthetic rate observed 80 days after night break was the highest in red light, followed by blue and three-colored light. A low light compensation point of 20  $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  was observed in three-colored light, while red and blue light tended to show higher measurements.

**Key words :** flowering rate, growth rate, night break, perilla, photomorphogenesis

### 서 언

광은 작물의 생장, 형태형성, 색소형성에 필요한 에너지원과 생육 조절인자로서 중요한 역할을 하고 있다. 광은 식물체 내 피토크롬(phytochromes)과 같은 광수용체에 흡수된 후 광화학적 반응을 일으켜 여러 가지 작용을 나타내는데, 특정 파장 영역의 광질과 광주기(photoperiod)는 개화와 형태형성 및 건전한 생장을 유도하는데 필연적이다(Decoteau 등, 1997; Lim 등, 1998; Rajapakse와 Kelly, 1994). 이와 같이, 광에 반

응하는 식물체에 있어서는 광파장과 광주기를 적극적으로 이용하여 작물의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술의 개발이 중요하다.

농업에 있어서 광질은 작물의 생장과 발육을 촉진시킬 수 있는 환경요인의 하나로써, 광질 환경 제어를 통해 목적으로 하는 기관의 발육을 촉진시킬 수 있다. 광질과 관련하여 적색광과 근적색광은 광합성과 식물체의 발육에, 일정량의 청색광과 원적색광은 개화유도 등의 형태형성과 변화와 관여하는 것으로 알려져 있는데, 일반적으로 단일광 보다는 혼합광의 처리가 기관형성과 생장 촉진에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Lian 등, 2003). 광질을 이용한 초장의 억제에 관한

\*Corresponding author: ypark@pusan.ac.kr  
Received March 7, 2008; accepted March 18, 2008

연구에서(Moe와 Heins, 1990; Rajapakse 등, 1999), 식물의 종류에 따라 그 반응이 다양하지만(Erwin, 1998; Kubota 등, 1996; Myster와 Moe, 1995), 일반적으로 적외선과 원적외선의 비율(Red : Far Red light)이 증가하는 조건에서 식물의 초장은 감소하는 반면, 절간장은 짧고, 엽록소의 함량은 증가하였다(Rajapakse와 Kelly, 1992, 1994). 이러한 연구결과들은 시설 또는 기내에서 여러 식물의 효과적인 재배에 널리 이용되고 있다(Brown 등, 1995; Decoteau 등, 1997; Lian 등, 2003; Rajapakse 등, 1998).

광주기 조절에 의한 식물체의 개화반응도 많은 연구가 있었는데, 개화를 유도할 수 있는 일장하에서 식물체를 재배하면 개화촉진물질이 합성되고, 그 물질은 생장점으로 이동하여 생장점이 화아분화하여 개화하는 것으로 알려져 있다(Leiser 등, 1960; Moe와 Heins, 1990). 개화촉진은 일장이 주요인이며, 단일성 식물의 경우에는 야간의 중간에 광을 조사함(광중단, 야파)으로서 개화를 지연시킬 수가 있다. 즉, 장일에서 화아분화가 억제되고 단일하에서도 야간에 광중단 처리를 하므로써 장일과 같은 효과를 얻을 수 있다. 일반적으로 적색광이 야파에 의한 개화억제에 가장 효과적이며, 이러한 개화억제 작용은 연이은 원적색광 처리에 의해 소실되는 것으로 알려져 있다(Cathey와 Borthwick, 1957; Lee 등, 2005).

잎들개(*Perilla ocymoides* L.)는 잎을 신선 채소로서 식용을 목적으로 주년생산되며, 특히 겨울철 하우스 엽채용으로 많이 재배되고 있다. 겨울철 잎들개 재배시에는 잎의 수량 증대와 고품질의 잎을 대량생산하는데 그 목적을 두고 있는데, 야파를 함으로서 생식생장을 억제시키고 영양생장을 촉진시켜서 품질을 향상시키고, 수량을 증대시키는 것이 필수적이다(Chung과 Woo, 1988). Choi(2003)와 Choi 등(2003)은 LED광을 이용하여 야파처리를 하였을 경우에 광질의 종류에 따라서 잎들개 식물체의 잎, 줄기 및 뿌리의 생장량에 상당한 차이가 있었음을 보고 하였다. 하지만, 적색의 LEDs 광은 과도한 경비소요로 인하여 농가에서는 일상적으로 사용하기에 어려운 한계가 있다. 따라서 본 연구는, 시설 경비를 절감시키고 실제 농가에서의 활용을 용이하게 하기위하여 시중에서 판매되고 있는 광질 조절 전구를 사용하여 광중단 처리가 잎들개의 생장조절에 미치는 효과를 조사하여 그 결과를 실용적으로

활용하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

잎들개 1호(영남농업시험장)를 16구 플러그 트레이에 상토(그린상토, 서울농자재)를 채운다음 종자를 파종하였다. 생장상의 조건은 주간 10시간에서는 25°C, 야간 14시간에서는 15°C로 조절하였으며, 무기양분을 공급하기 위하여 잎들개용 아마자키용액을 조제하여 3일 간격으로 공급하였다. 야파처리는 파종 후 약 2주 후 유묘의 잎이 2매 이상 확보된 유묘를 대상으로 야간의 완전암(무처리)과 암기시작 8시간 후에 적색등, 청색등 및 삼색등(적색, 청색 및 황색)의 3종류(백두전기조명, 경기도 부천시 오정구)를 이용하여 10분간 조사하였다. 잎의 생육은 야파처리 30일과 60일 후에 채엽하여 조사되었으며, 120일 후에 최종 생육을 조사하였다. 조사항목은 줄기, 잎 및 뿌리로 구분하여 생체중, 건물중, 및 길이 등을 조사하였다. 채엽시기별로 잎내의 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 선단으로부터 완전히 전개된 3번째엽을 측정하였다. 처리 80일 후에 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(USA)으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

시중에서 판매하고 있는 서로 다른 파장의 적색등, 청색등 및 삼색등을 구입하여 하루 16시간의 암 기간 중에서 암 시작 8시간 후에 10분 동안 야파 하였을 때 식물체의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다.

초장은 적색등, 청색등 및 삼색등으로 조사하였을 경우에는 차이가 없었으나, 야간의 완전암 보다는 신장생장이 현저히 촉진되었다(Table 1). 줄기의 직경 또한

**Table 1.** Effect of light source in the night break on the stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

Light source in night break	Plant height (cm) <sup>z</sup>	Stem diameter (mm)	Stem		
			Node number	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	10.9 b <sup>y</sup>	2.01 b	4.8 a	0.59 c	92 c
Red	33.0 a	4.20 a	7.6 a	3.97 a	500 a
Blue	29.6 a	4.10 a	8.0 a	3.08 b	346 b
Tricolor	29.2 a	4.63 a	7.2 a	4.55 a	586 a

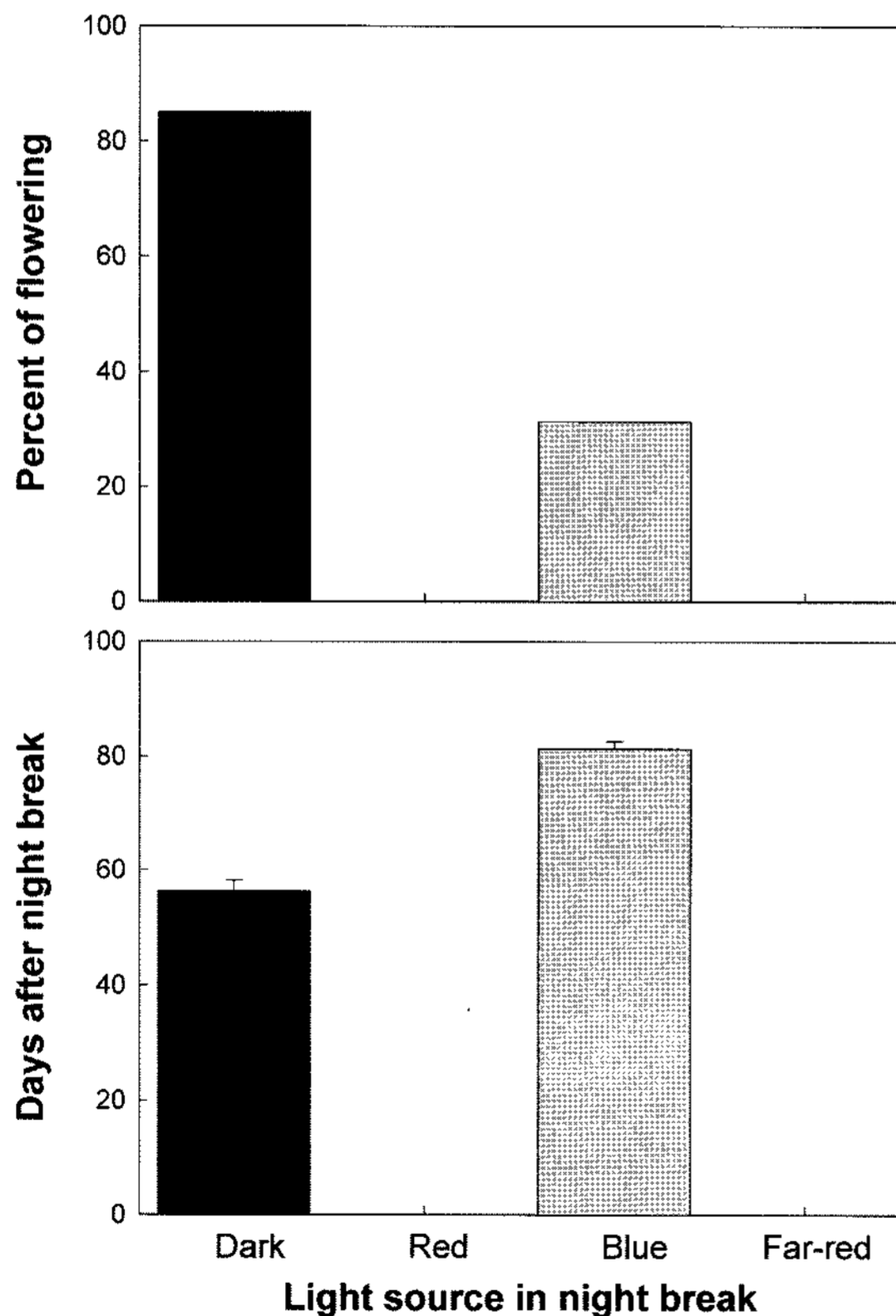
<sup>z</sup>Measured 120 days after sown.

<sup>y</sup>Means separation within columns by DMRT, *P*=0.05.

적색등, 청색등 및 삼색등으로 야파를 하였을 경우에 세 처리 간에 통계적인 유의차는 없었으나 삼색등 야파의 경우에 비대생장이 가장 촉진되었고, 다음은 적색등 및 청색등의 순이었으며, 암조건에서 성장한 식물체의

비대생장은 현저히 억제되었다. 마디수는 초장의 성장과 유사한 결과였다. 줄기의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야파하였을 때에 가장 무거웠으며, 적색등 및 청색등의 순으로 생육이 촉진되었다. 따라서 초장의 성장과 줄기직경의 성장을 상호 비교해 보면, 야파에 의한 식물체의 성장촉진 효과는 줄기의 신장성장보다는 줄기직경의 성장촉진에 더 큰 영향을 주는 것으로 생각되었다.

서로 다른 파장을 발생하는 전구를 이용한 광질 처리가 야파 처리 후 개화율과 개화에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 1), 적색등과 삼색등 처리에서는 야파처리 120일 후까지 전혀 개화하지 않은 반면, 야파를 하지 않은 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 조기에 개화하였으며, 청색광하에서는 완전암하보다는 약간 지연되었다. 야간의 완전암하에서는 약 85%가 개화하였으나, 적색등과 삼색등을 이용한 야파는 100일 후에까지 전혀 개화하지 않았으며, 청색광을 이용한 야파는 31% 개화하였다. 따라서 들깨의 개화억제효과는 적색등 또는 삼색등으로 야파를 하는 것이 가장 효과적이었다. 야파 후 개화에 소요되는 일수는 야간의 완전암하에서는 야파처리 약 60일 이었으며, 청색광으로 야파하면 개화 소요일수는 약 80일로 개화시기가 지연되었으나, 적색광과 삼색광으로 야파를 하면 처리 100일까지 전혀 개화하지 않았다. 개화의 유도나 시기를 앞당기는 광형태형성 조절에는 일정량의 청색광과 원적색광이 필요하고, 적색광은 광합성에 관여하고 청색광은 식물체의 건전한 성장에 필연적이라고 하였다 (Bagnall, 1993; McMahon 등, 1991). 따라서 LED 광을 사용한 실험 결과(Choi, 2003; Choi 등, 2003)와 마찬가지로, 겨울철 하우스 재배시에 시중에서 사용되고 있는 특정 파장발생용 전구를 사용하여 야파 할 경우에 적색등이나 삼색등이 청색광보다 개화를 더욱



**Fig. 1.** Effect of light source in night break on the flowering in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours. Percent of flowering was measured 120 days after night break. Days needed for the first flowering after night break is shown in the graph below.

**Table 2.** Effect of light source in the night break on the seed and root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

Light source in night break	Seed <sup>z</sup>		Root per plant		
	Number	Fresh weight (mg)	Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	7.6 b <sup>y</sup>	16 b	6.0 b	0.11 b	20 b
Red	0.0 b	0 b	15.4 a	1.80 a	210 a
Blue	47.6 a	238 a	12.3 a	1.34 a	174 a
Tricolor	0.0 b	0 b	15.6 a	1.97 a	252 a

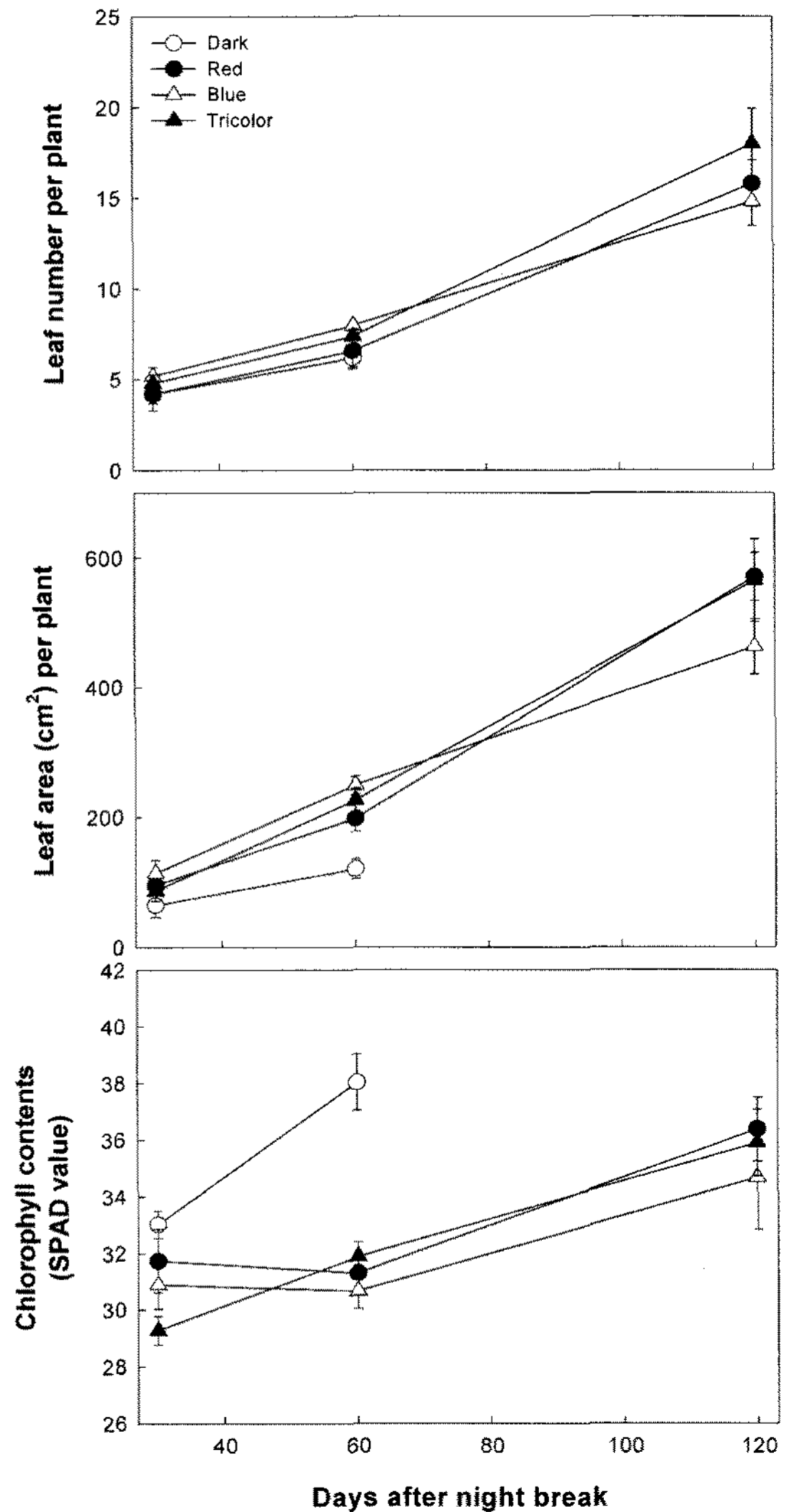
<sup>z</sup>Measured 120 days after sown.

<sup>y</sup>Means separation within columns by DMRT,  $P=0.05$ .

지연시키고 생식생장을 최대한 억제시켜 수량을 증대시킬 수 있을 것이다.

식물체당 종자의 수와 생체중, 그리고 뿌리의 생장을 조사한 결과(Table. 2), 청색등을 사용하였을 때 야간의 완전암처리보다 식물체당 종자의 수와 생체중이 현저히 증가하였다. 그 원인은 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 영양생장 기관을 충분히 확보하지 못한 상태에서 조기에 개화하였기 때문에 꽃의 수가 적게 확보된 반면, 청색등하에서는 충분한 영양생장을 확보한 다음에 개화하였으므로 꽃의 수가 많았으며, 그 결과 종자수가 많고 무게도 무거웠을 것이다. 뿌리의 생장은 삼색등과 적색등으로 야과한 경우에 길었으며, 청색광과 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 짧았다. 뿌리의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야과하였을 때에 생육이 가장 촉진되었으며, 다음은 적색등 그리고 청색등의 순이었는데, 야간의 완전암하에서는 생육억제 작용이 더욱 뚜렷하였다. 이러한 결과는 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 영양생장기간을 충분히 확보하지 못한 상태에서 생식생장으로 전환되면서 뿌리의 생장이 억제되었기 때문일 것으로 추측할 수 있다. 일반적으로 식물의 왕성한 생장은 뿌리 끝에서 형성되어 신초 정단의 생장을 유도하는 사이토키닌과 신초정단 혹은 유엽에서 생산되어 뿌리의 생장을 촉진하는 옥신간의 피드백 조절에 의해 이루어진다고 한다(Sachs, 1972). 본 연구에서의 암처리에 의한 개화 유도과 어린잎의 발육 억제효과는 옥신의 생합성량을 감소시켰고, 그 결과 뿌리의 분화와 생육이 억제되어 사이토키닌의 합성량이 감소되고 신초의 발생이 억제된 결과에 기인하는 것으로 추측된다.

식물체당 잎의 생장을 비교한 결과(Fig. 2) 야간의 완전암하에서는 60일 이전에 개화하여 그 이후에는 잎



**Fig. 2.** Effect of light source in the night break on the leaf number, leaf area and chlorophyll contents in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

이 전혀 형성되지 않았다. 엽수는 야파처리 60 후에는 청색등으로 야파하였을 경우에 가장 많았고, 다음은 삼색등이었으며 적색등으로 야파한 경우에 가장 적었으며, 120일 후에는 적색등과 삼색등으로 야파한 경우에는 비슷하였으나 청색등으로 야파하였을 경우에 가장 적었다. 엽면적도 엽수와 유사한 경향이었는데, 이러한 결과는 광질을 이용한 야파처리는 식물체의 생육 기간 중에 생장을 변화시킬 수 있으나, 10분 동안의 짧은 야파처리로서는 잎의 크기에 거의 영향을 미치지 않았다는 것을 의미한다. 엽록소 함량(SPAD value)은 야파처리 60일 후에 엽면적이 가장 적었던 완전암하에서 가장 높았으며, 다음은 삼색등, 적색등 그리고 청색등으로서 삼색등을 제외하면 잎의 생장이 촉진될수록 엽록소의 함량은 감소되는 경향이였다(Fig. 2). 그러나 120일 후에는 잎의 생장이 왕성하였던 적색등과 삼색등에서는 엽록소 함량이 가장 높았으나 청색등하에서는 낮았는데, 그 원인이 개화와 관련이 있을 것으로 추측된다. 적색광과 청색광의 상대적인 양에 의해서 엽

록소의 함량이 차이를 보이며, 높은 T/R ratio는 엽록소 총 함량을 감소시킨다고 하였는데(Kasperbauer, 1988), 야간에 적색광을 이용한 야파에서도 야간의 완전암하보다 엽록소 함량이 낮아져서 선행의 연구와 유사한 경향이였다. 잎의 생체중과 건물중을 비교하면(Fig. 3), 대체적으로 엽면적과 유사한 경향이였으나, 청색광을 조사하였을 때에 120일 후에는 잎의 생육이 현저히 억제되었다.

야파시 서로 다른 파장을 발생하는 전등의 종류가 엽형에 미치는 영향을 엽장/엽폭의 비율로서 조사하였(Fig. 4). 일반적으로 소비자들은 엽폭에 비해서 엽장의 길이가 길면 품질이 좋지 않은 것으로 평가하고 있다. 그러므로 엽폭/엽장 비율의 값이 낮다는 것은 품질이 좋지 않다는 것을 의미한다. 파종 30일 후에 적색등, 청색등 및 삼색등의 야파가 야간의 완전암하에서 성장한 식물체보다 엽폭/엽장의 비율이 높았다. 60일 후에도 유사한 경향이였는데, 적색등과 청색등의 야파하에서 성장한 식물체의 엽폭/엽장 비율이 가장 높았고, 삼색등은 적색등보다 약간 낮았으며, 조기에 개화한 야간의 완전암하의 식물체는 비율이 가장 낮았기 때문에 전체적으로 엽형이 좋지 않은 것으로 나타났다. 120일 후에는 적색등하에서 비율이 가장 높아엽형 또한 가장 좋았으며, 삼색등하에서 성장한 식물체가 다음으로 좋았다. 그러나 청색등을 이용한 야파처리는 60일까지는 엽형이 좋은 것으로 나타났는데, 120일 후에는 엽형이 불량하였다. 일반적으로 들깨가 개화를 시작하면 엽폭

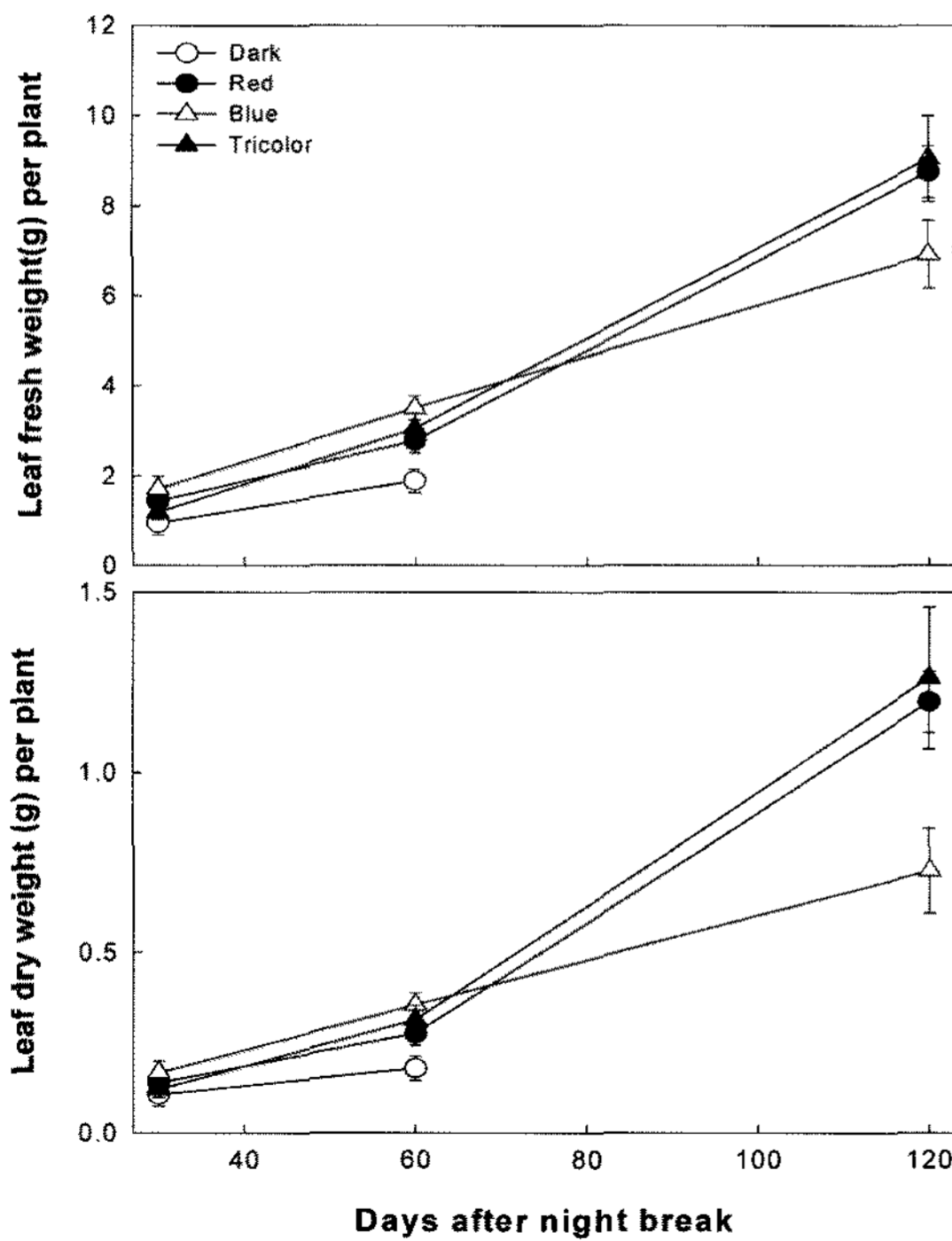


Fig. 3. Effect of light source in the night break on the leaf fresh weight and dry weight in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

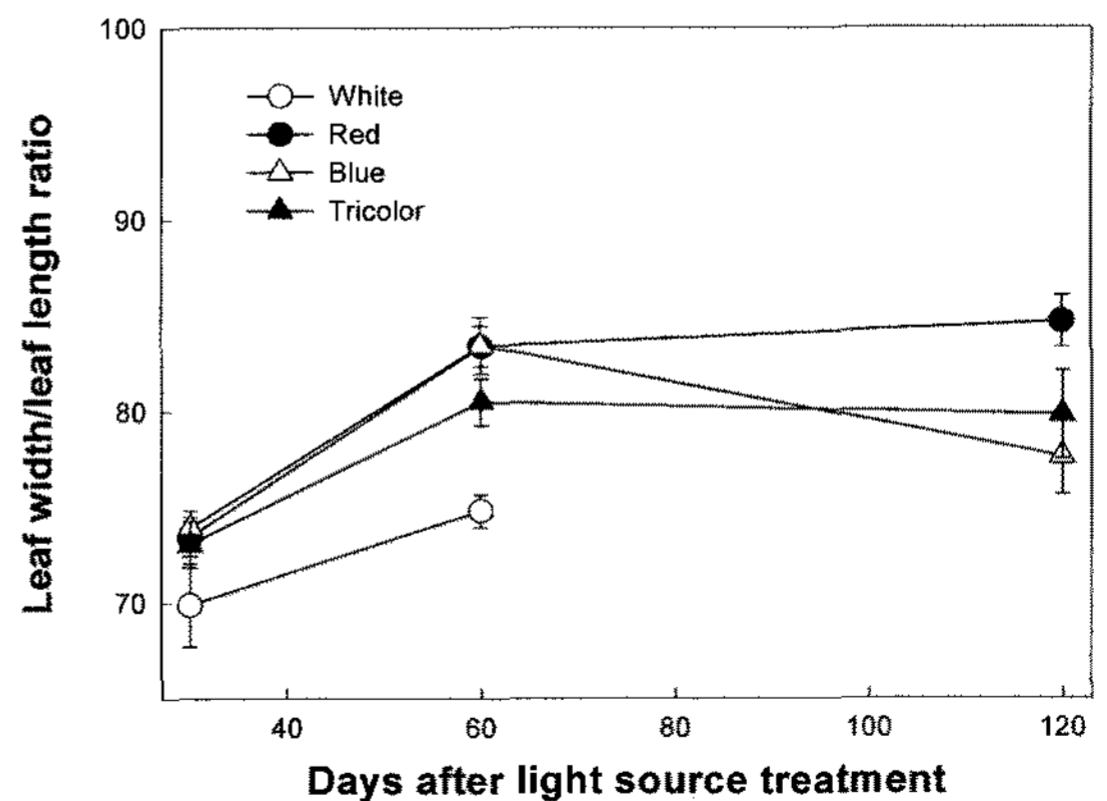
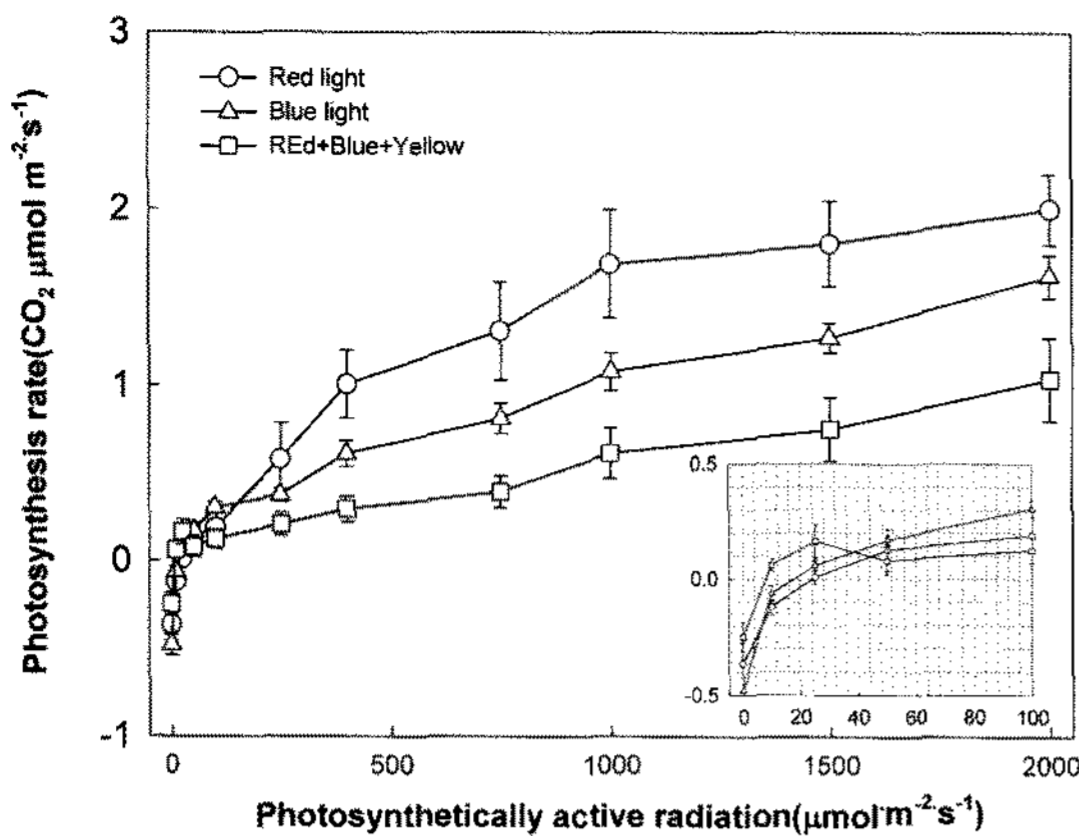


Fig. 4. Effect of light source in the night break on the leaf width/leaf length ratio in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hour.



**Fig. 5.** Effect of light source in the night break on the photosynthetic rate in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours. Photosynthesis was measured 80 days after sown. Detailed image of photosynthesis rate at the photosynthetically active radiation up to 100 is shown in the inserted graph.

이 좁아지고 잎의 끝이 뾰족해지는 경향이 있는데, 청색광하에서는 약 80일 후에 개화를 하였기 때문에 잎이 이러한 형태로 전환되었을 것으로 추측 된다.

야파 처리 80일 후에 광합성율을 조사한 결과(Fig. 5),  $250 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이상의 광도에서는 적색광으로 야파 하였을 때에 가장 높았고 다음은 청색광이었으며, 삼색광 하에서 가장 낮았다. 이는 작물의 생육기간 중에 광질이 광합성에 미치는 영향을 조사한 결과, 적색광에서 광합성률이 가장 높다는 사실과(Balegh와 Biddulph, 1970; Bulley 등, 1969; Choi 등, 2003; Clark와 Lister, 1975) 비교적 낮은 조도에서도 적색광이 광합성률과 건물 생산량을 증대시켰다는 보고(Inada, 1973; Leiser 등, 1960; MoCree, 1971)와 일치한다. 하지만, LEDs를 이용한 잎들개의 광중단 처리에서 적색과 청색광이 서로 비슷한 광합성률을 보였다는 Choi(2003)의 보고와는 약간의 차이를 나타내었다. 일반적으로 높은 광도의 광보상점은 삼색등으로 야파한 경우에는  $20 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이하로서 낮았는데, 적색광과 청색광하에서는  $20 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이상으로서 약간 높은 경향이였다. 광포화점은 적색등, 청색등 및 삼색등 모두에서  $2,000 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 까지 광도가 증가할수록 광합성도 높아지는 경향이였다. 들개는 8월~9월의 맑은 날씨에 포장에서 성장하고 있는 잎의 광포화점은 약  $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었는데 적색, 청색

및 삼색등으로 야파한 생육상에서 성장식물체의 광포화점이 다른 원인은 생육상의 환경조건과 식물체의 생리적인 상태 등에 기인한 것으로 추측된다.

## 적 요

야파의 경비를 절감시키고 실제 농가에서 활용하기 위하여 시중에서 판매되고 있는 광질 조절 전구인 적색등, 청색등 및 삼색등을 구입하여 암기의 중간에 10분 동안 야파한 후 식물체의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 식물체당 잎의 수와 엽면적 및 생체중은 적색등과 삼색등으로 야파한 경우에 가장 많았으며, 다음은 청색등 야파 및 야간의 완전암하에서 가장 적었다. 초장과 줄기의 직경은 적색등, 청색등 및 삼색등으로 조사하였을 경우에 야간의 완전암보다는 신장생장이 현저히 촉진되었다. 줄기의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야파하였을 때에 가장 무거웠으며, 적색등 및 청색등의 순으로 생육이 촉진되었다. 적색등과 삼색등을 이용한 야파는 100일 후에까지 전혀 개화하지 않았으며, 야간의 완전암하에서는 약 85%, 청색광 야파는 31% 개화하였다. 야파후 개화에 소요되는 일수는 야간의 완전암하에서는 야파처리 약 60일 후, 청색광 야파는 약 80일이였다. 야파 처리 80일 후에 광합성율은 적색광으로 야파하였을 때에 가장 높았고 다음은 청색광이었으며, 삼색광하에서 가장 낮았다. 광보상점은 삼색등으로 야파한 경우에는  $20 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이하로서 낮았는데, 적색광과 청색광하에서는  $20 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  이상으로서 약간 높은 경향이였다.

**주제어 :** 개화율, 광형태형성, 성장률, 야파, 잎들개

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인 용 문 헌

1. Bagnall, D.J. 1993. Light quality and vernalization interact in controlling late flowering in *Arabidopsis* ecotypes and mutants. *Ann. Bot.* 71:75-83.
2. Balegh, S.E. and O. Biddulph. 1970. The photosyn-

- thetic action spectrum of the bean plant. *Plant Physiol.* 46:1-5.
3. Bulley, N.R., C.D. Nelson, and E.B. Tregunna. 1969. Photosynthesis: Action spectra for leaves in normal and low oxygen. *Plant Physiol.* 44:678-684.
  4. Cathey, H.M. and H.A. Borthwick. 1957. Photoreversibility of floral initiation in chrysanthemum. *Bot. Gaz.* 119:71-76.
  5. Choi, Y.W. 2003. Effect of red, blue, and far-red LEDs for night break on growth, flowering, and photosynthetic rate in *Perilla ocymoides*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:442-446.
  6. Choi, Y.W., C.K. Ahn, J.S. Kang, B.G. Son, I.S. Choi, Y.C. Kim, Y.G. Lee, K.K. Kim, Y.G. Kim, and K.W. Son. 2003. Growth, photomorphogenesis, and photosynthesis of perilla grown under red, blue light emitting diodes and light intensities. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:2811-286.
  7. Chung, H.D. and W.Y. Woo. 1988. Effects of day length and night interruption on flowering and chloroplast development of *Perilla frutescens*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 29:283-290.
  8. Clark, J.B. and G.R. Lister. 1975. Photosynthetic action spectra of tree. *Plant Physiol.* 55:401-406.
  9. Decoteau, D.R., J.W. Kelly, and N.C. Rajapakse. 1997. Use of light quality to regulate horticultural crop morphogenesis-The Clemson University photomorphogenesis research program. *Acta Hort.* 435:131-139.
  10. Erwin, J.E. 1998. Temperature and light effects on stem elongation. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:1113-1120.
  11. Inada, K. 1973. Spectral dependence of growth and development of rice plant. *Proc. Crop. Sci. Soc. Jpn.* 42:63-71.
  12. Kaczperski, M.P. and A.M. Armitage. 1992. Short-term storage of plug-grown bedding plant seedlings. *HortScience* 27:798-800.
  13. Kambalapally, V.R. and N.C. Rajapakse. 1998. Influence of spectral filters on the flowering and postharvest performance of Easter lilies. *HortScience* 33: 1028-1029.
  14. Kasperbauer, M.J. and P.G. Hunt. 1994. Shoot/root assimilate allocation and nodulation of vigna unguiculata seedlings as influenced by shoot light environment. *Plant and Soil* 161(1):97-101.
  15. Khattak, A.M. and S. Pearson. 1997. The effects of light quality and temperature on the growth and development of *Chrysanthemum cvs.* Bright Golden Anne and Snowdon. *Acta Hort.* 435:113-121.
  16. Kubota, C., N.C. Rajapakse, and R.E. Young. 1996. Low-temperature storage of micropropagated plantlets under selected light environments. *HortScience* 31: 449-452.
  17. Lee, B.J., M.K. Won, T.Y. Choi, E.S. Yang, and J.S. Lee. 2005. Artificial light sources affect flowering initiation of chrysanthemum in relation to phytochrome photoequilibrium. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46:153-160.
  18. Leiser, A.T., A.C. Leopold, and A.L. Shelley. 1960. Elevation of light sources for plant growth. *Plant Physiol.* 35:392-395.
  19. Lian, M.L., X.C. Piao, and K.Y. Paek. 2003. Effect of light emitting diodes on morphogenesis and growth of bulblets of *Lilium* in vitro. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:125-128.
  20. Lim, K.B., K.C. Son, and J.D. Chung. 1996. Influences of DIF on plug seedling's growth and flowering of *Impatiens wallerana*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:796-801.
  21. Lim, K.B., K.C. Son, and J.D. Chung. 1998. Effects of photosynthesis by different DIF and light intensity regimes on the growth of salvia plug seedlings. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:610-640.
  22. McMahan, M.J., J.W. Kelly, D.R. Decoteau, R.E. Young, and R. pollock. 1991. Growth of *dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitamura under various spectral filters. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:950-954.
  23. MoCree, K.J. 1971. Significance of enhancement for calculations based on the action spectrum for photosynthesis. *Plant Physiol.* 49:704-706.
  24. Moe, R., and Heins. 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. *Acta Hort.* 272:81-89.
  25. Myster, J. and R. Moe. 1995. Effect of diurnal temperature and alternations on plant morphology in some greenhouse crops-A mini review. *Scientia Hort.* 62:205-215.
  26. Oi, R., N. Arai, Y. Matsuzaki, K. Seino, O. Kohgo, S. Ikado, M. Iwata, and K. Muraka-mi. 1998. Photosensitive plastics and their effects on plant growth. *Proc. Natl. Agr. plastics Congress* 27:35-40.
  27. Rajapakse, N.C. and J.W. Kelly. 1992. Regulation of chrysanthemum growth by spectral filters. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:481-485.
  28. Rajapakse, N.C. and J.W. Kelly. 1994. Influence of spectral filters on growth and postharvest quality of potted miniature roses. *Scientia Hort.* 56:245-255.
  29. Rajapakse, N.C., R.E. Young, and R. Oi. 1998. Plant growth regulation photosensitive greenhouse covers. *Proc. Natl. Agr. Plastics Congr.* 27:23-29.
  30. Rajapakse, N.C., R.E. Young, M.J. McMahan, and R. Oi. 1999. Plant height control by photosensitive filters: Current status and future prospects. *HortTechnology* 9:618-624.
  31. Sachs, T. 1972. The induction of fiber differentiation in peas. *Ann. Bot.* 36:189-197.