

# 적색 LED(660nm)의 광중단 처리에 따른 국화 ‘백마’와 ‘신마’의 화아분화 및 생육특성

권영순 · 최성열 · 김미정\* · 유봉식 · 정재아 · 박상근

농촌진흥청 국립원예특작과학원 화훼과

## Effect of night break treatment using Red LED (660 nm) on flower bud initiation and growth characteristics of chrysanthemum cv. ‘Baekma’, and cv. ‘Jinba’

Young Soon Kwon, Seong Youl Choi, Mi Jung Kil\*, Bong Sik You, Jae A Jung, Sang Kun Park

Floriculture Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

Received on 4 November 2013, revised on 21 November 2013, accepted on 25 November 2013

**Abstract :** This study was carried out to examine the effect of Red LED (660 nm) and fluorescent lamp for night break (NB) treatments of each 3 hours (22:30-01:30), 4 hours (22:00-02:00) and 5 hours (21:30-02:30) per day for 53 days on flower bud initiation and growth in *Chrysanthemum* cv. ‘Baekma’ and cv. ‘Jinba’. The days to flower budding after short-day treatment in ‘Baekma’ was longer at fluorescent lamp 4 hr (21.0 days) and 5 hr (20.5 days) NB, and it was shorter at Red LED 3 hr (14.2 days). The days to flowering after short-day treatment in ‘Baekma’ was longer at fluorescent lamp 4 hr (54.0 days), 5 hr (53.5 days) NB, and Red LED 5 hr (53.3 days), and it was shortest at Red LED 3 hr (50.2 days) NB treatment among all treatments. The days to flower budding after short-day treatment of ‘Jinba’ was longer at fluorescent lamp 4 hr (20.6 days) and was shorter at Red LED 3 hr (14.1 days) among all treatments. Similarly, the days to flowering after short-day treatment of ‘Jinba’ was longer at fluorescent lamp 4 hr (55.3 days) and was shortest at Red LED 3 hr (50.2 days) among all treatments. Therefore, inhibition of flower bud initiation was the most effective under fluorescent lamp 4 hr treatment. The length of cut flower of ‘Baekma’ was increased by fluorescent lamp 4 hr, 5 hr, and Red LED 5 hr, but of ‘Jinba’ was longer at LED 4 hr and 5 hr treatment. The weight of cut flower of ‘Baekma’ was heaviest at fluorescent lamp 5 hr treatment and was at Red LED 5hr treatment for ‘Jinba’ even though there was not statistically significant difference between ‘Baekma’ and ‘Jinba’. Consequently, under fluorescent lamp 4 hr for night break was the most effective on flower bud initiation, flowering inhibition and cut-flower characteristics in ‘Baekma’ and ‘Jinba’.

**Key words :** Flower bud initiation, Light wavelength, Night break

## I. 서론

국화(*Dendranthema grandiflorum* Kitamura)는 광주기성을 변화시켜 개화를 조절할 수 있는 대표적인 단일식물이다. 일장은 국화의 개화에 관여하는 가장 중요한 요인으로 낮의 길이가 짧아지고, 밤의 길이가 길어지면 영양생장기에서 생식생장의 단계로 넘어가 화아분화가 시작되고

개화하게 된다. 국화는 3일간의 단일로 화아분화를 유지할 수 있는 물질이 만들어지고 일주일이면 화아분화가 시작되기 때문에 야간 전조에 의해 화아분화를 억제하여 영양생장 기간을 확보한다. 특히 화아분화를 억제하기 위해 광중단 방법을 주로 사용하는데, 일반적으로 국화의 화아분화 억제에 효과적인 파장은 660 nm 부근의 적색광으로 알려져 있다. 이때 조도는 품종에 따라서 다르나 10-20 lux에서도 효과가 있지만, 일반적인 품종은 30-40 lux이며, 실용적인 조도는 70-80 lux로 알려져 있다(Choi and Shin,

\*Corresponding author: Tel: +82-31-290-6159

E-mail address: [peat1004@korea.kr](mailto:peat1004@korea.kr)

2002). 광중단에 백열등과 형광등이 주로 사용되고 있지만, 백열등은 전력효율이 낮고 적색파장이 적어 현재 농가에서는 전구식의 형광등을 많이 이용하고 있다. 하지만 백열등과 형광등은 수명이 짧고, 전구를 주기적으로 교체해야 하는 번거로움 및 폐전구 처리 시 발생하는 환경오염에 대한 문제가 있어 수명이 길고 전력소모량이 적어 이를 보완할 수 있는 LED (Light emitting diode)를 사용하는 농가가 늘어나고 있다.

LED를 인공광원으로 이용하여 화훼작물의 생육과 개화 조절 효과에 대한 연구 결과를 보면 국화 '백마' 품종에 있어서 청색 LED (430 nm)는 개화촉진효과, 적색 LED (630 nm)는 개화억제효과, 적/청색 LED (660+430 nm)는 생육 촉진과 개화억제에 효과가 있다고 하였으며(Kim et al, 2009), 백열등을 대체할 수 있는 광중단 광원으로서 '백선' 품종은 적색 LED (660 nm)와 백색 LED (450 nm)가 적용이 가능하며(Cho et al, 2010a), '신마' 품종은 적색 LED (630nm)가 적용이 가능할 것이라는 보고가 있었다(Cho et al, 2010b). 또한, 청색, 적색, 녹색, 백색 LED가 국화의 개화와 잎의 폴리페놀 함량에 미치는 영향에 대한 연구결과에서는 청색광은 장일하에서 화아가 형성되었고, 잎과 줄기의 중량은 백색광에서 가장 높았으며, 폴리페놀 함성은 적색광에서 가장 좋았으며, 백색과 청색광은 폴리페놀 함성에 효과가 없다고 하였다(Joeng et al, 2012). 시클라멘은 청색 LED 처리로 개화가 촉진되어, LED를 이용하여 재배할 경우 에너지를 절감 효과가 있을 것이라 하였고(Shin et al, 2010), 잎 들개의 개화조절에 있어서 청색광은 개화율이 54%였으나, 적색광은 0%로 개화되지 않았다고 보고하였다(Choi, 2003; Choi et al, 2003). 나리 조직배양 시 소인경 형성에 있어서 'Casa Blanca' 품종은 청색광, 적색+청색광, 'Hinomoto' 품종은 적색/청색광, 형광등에서 양호하였으나, 'Mona' 품종은 영향을 받지 않은 것으로 보아 LED 반응은 품종에 따라 차이를 보였다는 보고가 있었다(Lian et al, 2003). 이처럼 작물 종류와 품종에 따라서 광원과 특정 파장역에 대한 생육 및 개화반응의 차이가 있으므로 전조, 보광 등 재배 목적과 작물 종류 및 품종에 효과적인 광원과 파장역에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 최근 LED를 이용한 특정 파장역에 대한 작물의 생육 및 개화 반응 연구가 일부 행해지고 있지만 그 결과가 단편적이고, 작물 재배에 적용하기에는 아직은 미비한 실정이다. 특히, 국화의 화아분화 및 개화와 관련하여 관행적으로

사용하고 있는 형광등과 LED의 비교실험에 대해 거의 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구는 국화 전조재배의 광원으로서 적색 LED의 가능성을 검토하고자, 국화의 화아분화 억제에 효과적이라고 알려진 660 nm 부근의 파장을 내는 적색 LED와 전구식 형광등을 광중단 광원으로 처리하여 적색 LED와 조사시간에 따른 국화 품종별 화아분화 억제효과와 생육특성을 알아보고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 국립원예특작과학원 유리온실에서 스탠다드 국화 '백마'와 '신마'를 실험재료로 사용하여, 2011년 8월부터 11월까지 수행되었다. 전주시 덕진구에 위치한 국화 묘생산업체(헤븐 FC)로부터 10cm의 균일한 삼목 발근묘를 구입하여 2011년 8월 3일 사각 화분(W 40 cm × D 60 cm × H 20 cm)에 원예용 상토(Heungnong Bio, Dongbo Farm Hannong, Seoul)로 충진한 후, 처리구당 5주씩 3반복으로 각각 15주를 정식하였다. 정식한 화분은 지표면으로부터 높이 1m, 넓이 4m<sup>2</sup>의 베드 위에 배치하였다. 광중단 처리를 위한 광원은 원추형의 적색 LED (BLTECH Co., LTD., Korea)를 사용하였으며, 전구식 형광등(556X-D, A-LIM Industrial Co., Korea)을 대조구로 처리하였다. 각 광원은 베드로부터 1.2 m 높이에 2 m<sup>2</sup> 당 1개씩 설치한 후 분광복사계(International Light, US/RPS-900-R, USA)를 이용하여 각 광원의 광질 및 조도를 조사한 후 처리하였다.

광중단은 2011년 8월 3일부터 9월 25일까지 광원별로 1일 3시간(22:30-01:30), 4시간(22:00-02:00) 및 5시간(21:30-02:30) 3처리를 실시하였으며, 단일처리(광중단 종료)는 9월 26일부터 실험이 끝나는 날까지 실시하였다. 일장처리는 10시간 30분(07:00-17:30)으로 정식 후부터 실험 종료까지 암막 개폐조절장치를 사용하여 유지시켰다.

광원 및 광중단 처리시간에 따른 생육 및 개화조절 효과를 알아보기 위해 단일처리 개시일의 초장, 발뢰일의 초장, 발뢰소요일수, 개화소요일수를 조사하였다. 발뢰일은 육안으로 화아형성의 가부가 확인되는(visible bud stage) 첫 번째 날의 날짜를 기록하였고, 개화일은 외측 꽃잎이 수평이 된 시기를 기준으로 하였다. 발뢰소요일수는 단일처리 개시일로부터 발뢰일까지 소요된 일수이며, 개화소요일수는 단일처리 개시일로부터 개화일까지 소요된 일수로 하였다. 절화 특성은 외측 꽃잎이 수평으로 전개되었을 때, 지

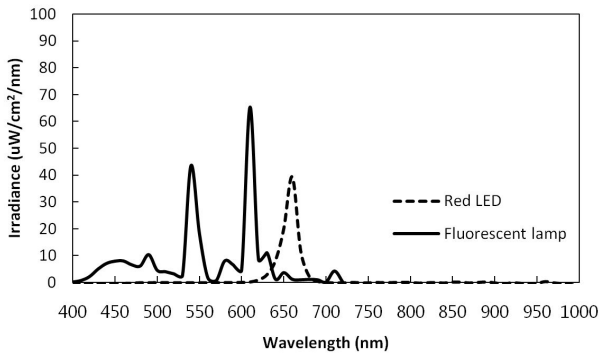


Fig. 1. Wavelength of Red LED and Fluorescent lamp..

제부에서 절화한 후 절화장, 생체중, 경경, 꽃목길이, 화경, 엽수 등을 조사하였으며, 이때 경경은 절화한 줄기의 중앙 부분을 측정하였다.

통계분석 및 유의성은 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS institute Inc., USA)을 이용하여 Duncan의 다중검정법( $\alpha=0.05$ )으로 평균값을 비교 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

광중단 광원으로 이용한 적색 LED와 형광등의 광질을 조사한 결과 적색 LED는 660 nm 파장 영역의 빛을 내고 있었고, 형광등은 주로 480 nm, 540 nm, 610 nm 파장 영역의 빛을 내고 있는 것으로 확인되었다(Fig. 1).

생식생장기로 들어가기 전 영양생장 기간 동안의 생육을

알아보기 위해 단일처리 개시일의 초장을 조사하였다. ‘백마’의 초장은 모든 처리에서 균일한 생육을 보였고, 적색 LED 4시간(R-4h), 형광등 4시간(F-4h)에서 가장 긴 것으로 조사되었지만, 처리간 통계적 유의차는 없었다. 반면 ‘신마’의 초장은 처리간 차이가 컸으며, 통계적으로도 유의차가 인정되었다. R-5h > R-4h = F-5h > F-4h = R-3h = F-3h 처리 순으로 광원 모두 조사 시간이 길수록 초장이 증가되었으며, LED에서 효과가 더 크게 나타났다(Table 2). 국화는 CO<sub>2</sub> 농도 100, 400, 700, 1000 µmol/mol 조건에서 광보상점이 각각 30, 66, 91, 110 µmol/m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup>, 광포화점이 각각 300, 800, 900, 950 µmol/m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup> 라고 보고된 바 있다(Lee et al, 2002). 본 실험의 광중단에 이용된 적색 LED와 형광등의 광도는 0.80-1.02 µmol/m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup>와 1.39-1.59 µmol/m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup> 로 매우 낮아 국화의 광합성에는 영향을 미치지 못할 것으로 생각되었다(Table 1). 따라서, ‘신마’의 영양생장기의 처리간 초장 차이는 밤 동안 광중단 처리에 이용된 광원 및 처리시간에 의한 영향으로 보기에 무리가 있을 것으로 생각되며, 향후 추가적인 조사가 더 필요할 것으로 생각된다.

‘백마’와 ‘신마’의 화아분화 억제효과를 알아보기 위해 발육소요일수를 조사한 결과, 광원 및 처리시간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 두 품종은 처리에 따라 비슷한 경향의 결과를 보였다. ‘백마’는 F-4h = F-5h > R-5h = F-3h > R-4h > R-3h 처리 순으로 화아분화 억제 효과가 있었으며, 발육소요일수가 가장 길었던 F-4h과

Table 1. Electric power consumption and light intensity according to lighting sources.

Lighting source	Electric power consumption (Wh)	Light intensity (µmol/m <sup>2</sup> /s)
Red LED	16.3	0.80-1.02
Fluorescent lamp	55.0	1.39-1.59

Table 2. Plant height in time of stopped night break treatment affected by lighting sources and treatment hour in *Chrysanthemum* cultivars.

Lighting source	Treatment hour	Plant height (cm)	
		‘Baekma’	‘Jinba’
Red LED	3	52.4 a <sup>1)</sup>	46.0 c
	4	55.4 a	52.5 b
	5	53.8 a	56.3 a
Fluorescent lamp	3	52.2 a	43.4 c
	4	55.0 a	46.3 c
	5	54.7 a	50.3 b

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

**Table 3.** Days to flower budding from short day treatment in *Chrysanthemum* cultivars.

Lighting source	Treatment hour	Days to flower budding	
		'Baekma'	'Jinba'
Red LED	3	14.2 d <sup>1)</sup>	14.1 d
	4	16.6 c	17.0 c
	5	18.3 b	17.7 c
Fluorescent lamp	3	17.9 b	19.0 b
	4	21.0 a	20.6 a
	5	20.5 a	19.9 ab

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

**Table 4.** Days to flowering from short day treatment in *Chrysanthemum* cultivars.

Lighting source	Treatment hour	Days to flowering	
		'Baekma'	'Jinba'
Red LED	3	50.8 b <sup>1)</sup>	50.2 c
	4	51.1 b	54.2 ab
	5	53.3 a	54.6 ab
Fluorescent lamp	3	52.4 ab	53.6 ab
	4	54.0 a	55.3 a
	5	53.5 a	53.3 b

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

F-5h 처리는 가장 짧았던 R-3h (14.2일) 처리보다 화아분화가 6.8일과 6.3일 억제되었다. '신마'의 발육소요일수는 F-4h ≥ F-5h ≥ F-3h > R-5h = R-4h > R-3h 처리 순으로 화아분화 억제효과가 있었다. F-4h와 F-5h 처리가 20.6일과 19.9일로 발육소요일수가 길었으며, R-3h 처리(14.1일)보다 6.5일과 5.8일 더 화아분화를 억제할 수 있는 것으로 조사되었다. 즉, '신마'의 화아분화 억제에는 적색 LED 전체 처리구가 형광등 전체 처리구보다 화아분화 억제에 효과적이지 못했다. 따라서, '백마'와 '신마'의 화아분화 억제에는 F-4h와 F-5h 처리가 가장 우수한 결과를 보여주므로, F-4h 처리구가 가장 효율적인 것으로 생각된다(Table 3).

'백마'의 개화소요일수는 F-4h = F-5h = R-5h ≥ F-3h > R-4h = R-3h 처리 순으로 개화를 억제시키는 효과가 있었으며, 이는 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 개화소요일수가 가장 길었던 F-4h, F-5h, R-5h 처리는 가장 짧았던 R-3h (50.8일) 처리보다 각각 3.2일, 2.7일, 2.5일 개화를 억제시켰다. '신마'는 F-4h ≥ R-5h = R-4h = F-3h > F-5h > R-3h 처리 순으로 개화가 억제되었다. 개화소요일수가 가장 길었던 F-4h 처리는 가장

짧았던 R-3h (50.2일)보다 5.1일 더 개화를 억제하는 효과가 있었다. 발육소요일수의 결과, '신마'의 화아분화 억제 효과는 형광등 처리가 적색 LED 처리에 비해 더 효과적인 것으로 나타난 반면, 개화소요일수에서는 R-3h 처리를 제외한 적색 LED 처리도 형광등 처리와 비슷한 개화 억제 효과가 있는 것을 알 수 있었다(Table 4). 발육소요일수와 개화소요일수의 결과를 종합해볼 때, '백마'와 '신마' 모두 F-4h 처리가 화아분화 억제에 가장 효과적이었던 반면, R-3h 처리는 가장 효과가 없었다. 이 결과는 형광등과 혼합 LED처리에서 화아분화 억제효과가 가장 컸으며, 적색 LED 처리에 의해서도 어느 정도 화아분화 억제효과가 있는 것으로 보고한 Choi 등.(2012)의 결과와 일치하였다.

광중단은 화아분화를 억제하여 영양생장을 지속시킨다. 따라서, 단일처리 개시일부터 발육일까지의 초장 신장량을 조사하여 광중단 처리에 의해 영양생장 기간이 얼마나 확보되었는지를 알아보았다. '백마'의 초장 신장량은 처리간에 유의한 차이를 보였으며, F-5h = F-4h > R-5h ≥ F-3h ≥ R-4h > R-3h 처리 순으로 길었다. 즉, F-4h와 F-5h 처리가 화아분화 억제에 가장 효과적이었기 때문에 다른 처리구보다 영양생장 기간이 길어 초장 신장이 가장

**Table 5.** Plant height to flower budding stage from short day treatment affected by Lighting sources and treatment hour after night break treatment in *Chrysanthemum* cultivars.

Lighting source	Treatment hour	Plant height (cm)	
		'Baekma'	'Jinba'
Red LED	3	14.9 d <sup>1)</sup>	18.6 d
	4	15.9 cd	23.4 bc
	5	17.7 b	22.1 c
Fluorescent lamp	3	16.9 bc	23.3 bc
	4	20.4 a	25.6 ab
	5	20.5 a	27.3 a

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

**Table 6.** Growth characteristics of cut-flower affected by the light sources and treatment hour in *Chrysanthemum* cv. 'Baekma'.

Lighting source	Treatment hour	Length of cut-flower (cm)	Fresh wt. of cut-flower (g)	Diameter of stem (mm)	Length of flower neck (cm)	Diameter of flower (cm)	No. of leaves (ea)
Red LED	3	84.3 c <sup>1)</sup>	90.4 a	6.4 c	2.4 abc	14.7 ab	53.4 a
	4	89.7 ab	92.9 a	7.2 ab	2.0 c	14.4 b	57.8 a
	5	91.4 a	91.7 a	6.9 bc	2.5 ab	14.2 b	57.4 a
Fluorescent lamp	3	86.7 bc	87.5 a	7.0 abc	2.2 bc	14.2 b	55.9 a
	4	91.1 a	96.5 a	7.4 ab	2.3 abc	14.8 ab	55.4 a
	5	92.4 a	103.7 a	7.6 a	2.7 a	15.0 a	57.4 a

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

증가하는 것으로 생각된다. '신마'의 초장도 처리간에 유의한 차이를 보였으며, F-5h ≥ F-4h ≥ F-3h = R-4h ≥ R-5h > R-3h 처리 순으로 조사되었다. '신마'의 화아분화 억제제는 적색 LED 전체 처리구에 비해 형광등 전체 처리구가 더 효과적이었기 때문에, 영양생장 기간이 더 길게 확보되어 초장신장에 있어서도 형광등 처리구에서 가장 증가한 것으로 생각된다(Table 5).

'백마'의 절화특성은 Table 6과 같다. 절화장은 화아분화 억제효과가 좋았던 F-5h, F-4h 및 R-5h 처리에서 가장 길었다. 절화중은 처리간의 차이는 없었지만 F-5h 처리에서 가장 무거웠다. 경경은 F-5h 처리에서 가장 두꺼웠고, 광중단 처리시간에 관계없이 형광등 처리가 적색 LED 처리에 비해 두꺼운 경향을 보였다. 꽃목길이는 R-4h 처리가 가장 짧았으며, F-5h 처리가 가장 길어 조사시간이 길수록 꽃목이 길어지는 것을 볼 수 있었다. 화경은 F-5h) F-4h) = R-3h 순이었으며, 나머지 처리는 통계적 차이 없이 비슷한 수준이었다. 엽수는 처리간의 차이가 없었다. 즉, 통계적으로는 F-4h와 F-5h의 절화특성이 우수하였지만, 전체적인 특성을 종합해보면 F-4h처리가 더 효과적인 것으로 보인다.

'신마'의 절화특성은 Table 7과 같다. 절화장은 초기생육이 가장 좋았던 R-4h와 R-5h 처리에서 가장 길었고, 다음으로는 F-5h 처리가 길었다. 절화중은 R-5h 처리가 가장 컸고, R-3h 처리가 가장 적었으며, 나머지 처리는 통계적 차이가 없이 비슷한 수준이었다. 경경은 F-3h 처리가 가장 두꺼웠던 반면, R-3h 처리에서 가장 가늘었고, 나머지 처리는 통계적 차이가 없이 비슷한 수준이었다. 꽃목길이는 '백마'의 결과와 같이 R-4h 처리가 가장 짧았으며, F-5h 처리가 가장 길었다. 이 결과는 형광등처리 보다 적색 LED처리에서 꽃목길이가 짧았던 Choi et al.(2012)의 보고와 일치하였으며, 따라서 적색 LED처리가 꽃목길이 감소에는 더 효과적으로 작용하는 것으로 생각된다. 화경은 R-4h, R-5h, F-4h 및 F-5h 처리에서 가장 컸지만, 처리간 유의차는 없었다. 엽수는 R-5h 처리가 가장 많았으며, F-4h 처리가 가장 적었고, 나머지 처리는 통계적 차이가 없이 비슷한 수준이었다. 따라서 '신마'의 전체적인 절화특성을 종합해보면, '신마'는 '백마'와 달리 R-4h, R-5h 처리가 우수한 것으로 조사되었지만 이는 광원 및 조사시간에 따른 차이라기보다는 단일처리 전 초기 생육의 차이

**Table 7.** Growth characteristics of cut-flower affected by the light sources and treatment hour in *Chrysanthemum* cv. 'Jinba'.

Lighting source	Treatment hour	Length of cut-flower (cm)	Fresh wt. of cut-flower (g)	Diameter of stem (mm)	Length of flower neck (cm)	Diameter of flower (cm)	No. of leaves (ea)
Red LED	3	85.6 c <sup>1)</sup>	89.1 b	7.0 b	2.6 ab	14.2 b	57.5 ab
	4	98.8 a	105.2 ab	7.2 ab	2.0 c	15.0 a	58.1 ab
	5	100.3 a	112.9 a	7.6 ab	2.5 ab	15.1 a	61.1 a
Fluorescent lamp	3	89.8 bc	98.7 ab	8.0 a	2.2 bc	14.3 b	58.4 ab
	4	90.0 bc	105.2 ab	7.7 ab	2.3 abc	15.2 a	55.2 b
	5	92.8 b	103.7 ab	7.6 ab	2.7 a	15.0 a	57.4 ab

<sup>1)</sup>Mean separation within columns by a Duncan's multiple range test at a 5% level.

에 의한 것으로 생각된다.

따라서 '백마'와 '신마'에 있어서 형광등처리가 적색 LED 처리에 비해 화아분화 및 개화 억제에 더 효과적이었으며, 특히 형광등 4시간처리에서 우수한 결과를 보였다. 절화특성에 있어서는 '백마'의 경우 형광등 처리가 적색 LED 처리에 비해 절화중, 경경, 화경 등이 약간 향상되었지만, 큰 차이는 없었다. '신마'는 R-4h와 R-5h 처리에서 절화장과 절화중이 우수하였던 특징을 제외하고는 F-4h와 F-5h 처리 간의 큰 차이가 없었으며, 절화장과 절화중의 차이를 보였던 것은 단일처리 전 초기생육의 차이가 컸기 때문으로 생각된다. 따라서 두 품종 모두 화아분화와 개화 억제 및 절화특성에 있어서 형광등 4시간처리가 더 효과적인 것으로 생각된다.

#### IV. 결론

적색 LED와 조사시간에 따른 국화 '백마'와 '신마'의 화아분화 억제효과와 생육특성을 알아보기로 적색 LED (660nm)와 형광등을 사용하여 3시간, 4시간 및 5시간 광중단 처리를 하였다. '백마'의 발육소요일수는 형광등 4시간과 5시간 처리에서 21.0일과 20.5일로 가장 길었고, 적색 LED 3시간 처리에서 14.2일로 가장 짧았다. 개화소요일수는 형광등 4시간과 5시간 및 적색 LED를 5시간 처리한 경우 54.0일, 53.5일, 53.3일로 길었던 반면, 적색 LED를 3시간 처리한 경우에는 50.8일로 가장 짧았다. '신마'에서도 발육소요일수와 개화소요일수는 형광등 4시간 처리 시 20.6일과 55.3일로 가장 길었으며, 적색 LED 3시간 처리 시 14.1일과 50.2일로 가장 짧았다. 따라서 '백마'와 '신마'의 화아분화 및 개화 억제는 형광등 4시간 처리가 가장 효과적인 것으로 생각된다. '백마'의 절화장은 적색 LED 5시간,

형광등 4시간과 5시간 처리에서 가장 길었으며, 절화중 또한 형광등 5시간 처리에서 가장 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. '신마'의 절화장은 초기 생육이 좋았던 적색 LED 4시간과 5시간 처리에서 가장 길었고, 절화중은 적색 LED 5시간 처리가 가장 무거웠으나 통계적인 유의차는 없었다. 결과적으로 '백마'와 '신마'의 화아분화, 개화 억제 및 절화특성에는 형광등 4시간 처리가 가장 효과적인 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업의 지원에 의해 수행되었습니다(과제번호 : PJ00843701).

#### 참고 문헌

- Cho KC, Hwang IT, Gi GY, Kim HG, Yun BK, Kim CK, Choi KJ, Lee JH. 2010. Effect of wavelength and lighting time of light emitting diode (LED) on flowering control of cut chrysanthemum. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 28 SUPPL. (Oct. 2010):117-118. [in Korean]
- Cho KC, Hwang IT, Kim HG, Gi GY, Yun BK, Kim C, Hong SC, Lee JH. 2010. Effect of light emitting diode (LED) on flowering of *Dendranthema grandiflorum* cv. 'Shinma'. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 28 SUPPL. (May. 2010):121. [in Korean]
- Choi SY, Kil MJ, Kwon YS, Jung JA, Park SK. 2012. Effect of different light emitting diode (LED) of growth and flowering in Chrysanthemum. *Flower Research Journal* 20:128-133. [in Korean]
- Choi SY, Shin HK. 2002. Chrysanthemum cultivation. pp.92-97. RDA Publishing, Korea. [in Korean]
- Choi YW. 2003. Effect of red, blue, and far-red LEDs for night break on growth, flowering, and photosynthetic rate in

- Perilla ocymoides*. 2003. Journal of The Korean Society for Horticultural Science 44:442-446. [in Korean]
- Choi YW, Ahn CK, Kang JS, Son BG, Choi IS, Kim YC, Lee YG, Kim KK, Kim YG, Son KW. 2003. Growth, photomorphogenesis, and photosynthesis of *Perilla* grown under red, blue light emitting diodes and light intensities. Journal of The Korean Society for Horticultural Science 44:281-286. [in Korean]
- Jeong SW, Park S, Jin JS, Seo ON, Kim GS, Kim YH, Bae H, Lee G, Kim ST, Lee WS, Shin SC. 2012. Influences of four different light-emitting diode lights on flowering and polyphenol variations in the leaves of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). Journal of Agricultural Food Chemistry 60:9793-9800.
- Kim BS, Cho KC, Hwang IT, Hong SC, Kim HG, Gi GY, Yun BK, Kim JG, Lee JH. 2009. Effect of light emitting diode (LED) on the flowering of *Dendranthema grandiflorum* cv. 'Baekma'. Korean Journal of Horticultural Science and Technology 27 SUPPL. (Oct. 2009):119-120. [in Korean]
- Lee BJ, Won MK, Lee DH, Shin DG. 2002. Photosynthesis and respiration of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) as influenced by light intensity and CO<sub>2</sub> levels. Journal of The Korean Society for Horticultural Science 43:275-279. [in Korean]
- Lian ML, Piao XC, Paek KY. 2003. Effect of light emitting diodes on morphogenesis and growth of bulblets of *Lilium* in vitro. Journal of The Korean Society for Horticultural Science 44:125-128. [in Korean]
- Shin JH, Jung HH, Kim KS. 2010. Night interruption using light emitting diodes(LEDs) promotes flowering *cyclamen persicum* in winter cultivation. Horticulture Environment and Biotechnology 51:391-395.