

2-chloroethylphosphonic acid와 야간온도에 따른 '백마' 국화의 불시개화 조절

이창희^{1,2*} · 조명환³

¹한경대학교 원예학과, ²한경대학교 극동아시아생물자원연구소, ³국립원예특작과학원 시설원예시험장

Control of Unseasonable Flowering in Chrysanthemum 'Baekma' by 2-chloroethylphosphonic Acid and Night Temperature

Chang Hee Lee^{1,2*} and Myeong Whan Cho³

¹Department of Horticulture, College of Agriculture & Life Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

²Research Institute for the Far East Asian Bio-Resources, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

³Protected Horticulture Experiment Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Busan 618-300, Korea

Abstract. This study was conducted to control unseasonable flowering in a standard chrysanthemum 'Baekma' bred in Korea by 2-chloroethylphosphonic acid (ethephon) and night temperature (NT) through suppression of the transition from a vegetative to a reproductive stage under long day length caused by high NT in summer season. Ethephon was applied either once or twice at a concentration of 0, 200, 400, or 800 mg·L⁻¹. The NT within controlled mini-plastic houses was maintained at 13, 17, or 21°C. The NT at 13°C showed the greatest inhibiting effect of unseasonable flowering among all NTs regardless of various combinations of ethephon concentration and frequency. Moreover, the inhibition tendency of unseasonable flowering was distinctly decreased in a NT-dependant manner. Higher NTs reduced cut flower length and number of leaves, but increased the number of young leaves attached to top part of the flower. Higher ethephon concentrations and lower NTs increased cut flower length and the fresh weight of total, stem, and leaves due to the extension of vegetative growth period. Thus, if it is difficult to control the NT below 21°C in greenhouses in the summer season, we recommended to spray more than 200 mg·L⁻¹ ethephon once after planting to suppress unseasonable flowering and to ensure sufficient length of cut flowers.

Additional key words: ethephon, floral budding stage, standard chrysanthemum, summer

서 언

국화는 국내 절화류 중 재배면적은 2010년에 583ha로 1위이며 생산액은 2010년에 773.9억원으로 2위로 아주 중요한 절화 작목이며, 특히 전체 절화용 국화 중 스탠다드 국화가 차지하는 비중이 81.5%로 대단히 높다(MIFAFF, 2011). 최근 농가에서 재배되는 주요 스탠다드국 품종은 '신마', '백선', '백광' 등 7종에 달하지만 국내에서 육성된 흰색 스탠다드 국화는 '백마', '수미' 등 극소수에 불과하다. 스탠다드국화 '백마(Baekma)'는 국내에서 2004년도에 육성된 순

백색의 대형 국화(Shin et al., 2005)로서, 꽃잎 수(300장 내외)가 많고 노심현상이 발생하지 않으며, 꽃잎의 전개가 가지런하다는 장점(RDA, 2008)과 중앙부가 녹색을 띠고 볼륨감과 절화 수명이 우수하여 소비자로부터 호평을 받고 있다. 기존의 수출 주력 품종인 '신마(Jinba)'에 비해 여름재배에서 개화지역이나 화색의 변화가 적고 품질이 높다. 2007년 처음 재배가 시작된 이후, 재배 첫해에 일본시장에 시범 수출하여 일본 소비자들로부터 화색 및 절화 수명에 있어 좋은 반응을 얻음으로써, 일본 품종인 '백선'을 대체할 수 있는 우수한 품종으로 평가를 받고 있으며, 2010년 350만\$의 수출액을 기록하면서 전체 국화 수출액의 25.4%를 차지하

*Corresponding author: changheele@hknu.ac.kr

※ Received 24 May 2011; Accepted 28 September 2011. 본 연구는 농촌진흥청 농업과학기술개발 공동연구사업(과제번호: PJ006670201003)의 지원에 의해 수행되었음.

고 있다(MIFAFF, 2011).

‘백마’는 하추국의 특성을 지니고 있어 화아분화기인 5월-7월 사이의 고온기에 조기출퇴 및 불시개화현상이 일부 나타나고 있어(RDA, 2010), 단일처리 전까지 야간온도의 상승에 주의하면서 장일 처리를 철저히 해야 하지만 저일조로 인한 기상 변화로 최근 불시발뢰가 빈번히 일어난다. ‘백마’에서는 일장이 조금만 부족($\leq 15hr$)하여도 출퇴율이 증가했다는 보고가 있다(Shin et al., 2008). 도입 품종인 하추국 ‘백선’의 경우 정식 후 10일, 20일, 또는 30일째에 $200mg \cdot L^{-1}$ 의 에세폰(2-chloroethyl-phosphonic acid)을 처리하면 불시발뢰 및 기형화 억제 효과 있다고 보고(KCPA, 2009)되어 있으나 재배시 야간온도에 따른 에세폰의 효과에 대한 ‘백마’의 연구결과는 보고되어 있지 않다. 재배기간 중의 온도나 일사량은 이러한 생장조절제의 효과에 있어 큰 차이가 크게 나타날 수 있기에 본 연구는 ‘백마’의 하계재배시 에세폰 처리와 야간온도 조절에 따른 불시개화의 억제와 상품성 향상을 위해 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료는 국립원예특작과학원에서 2004년에 육성한 스탠다드국 ‘백마(Baekma)’ 품종의 삼목묘를 사용하였다. 모본관리는 무가온하우스에서 월동한 모본을 2월 26일에 정식하였고 2회 적심하여 분지유도를 45일간 실시하였다. 모본포의 환경관리는 일몰 후부터 자정까지 삼파장형광등(30W)을 이용하여 전조하였고 모본의 동지아에서 삼수를 채취하여 4월 13일에 128공 플러그판에 펄라이트 배지에 삼목 후 삼목상 관리는 단포그($8L \cdot h^{-1}$)로 30분당 30초간 오전 9시부터 오후 4시까지 분무하였다. 삼목상의 야간온도는 최저 $15^{\circ}C$ 를 유지하고 주간 환기개시점은 $30^{\circ}C$ 로 관리하였다.

에세폰과 야간온도 처리 실험은 2010년 5월부터 2010년 9월까지 국립원예특작과학원 시설원예시험장의 비닐하우스 안에 야간온도가 제어되는 미니온실에서 실시하였다. 2010년 5월 6일 미니온실내 토경으로 삼목묘를 처리별로 반복 당 24주로 재식거리를 $12cm \times 12cm$ 로 각각 3개 미니온실에 정식하여 처리구당 72주를 재배하였다. 영양생장기간 동안의 장일처리는 5월 6일부터 6월 17일까지 일몰 후부터 자정(17:00-24:00)까지 전조하였으며, 삼파장형광등(25W,

4m 간격)을 이용하였다. 단일처리(19:00-07:00, 12h)는 6월 18일부터 각 처리구의 만개기까지 실시하는 하계 작형으로 재배되었다. 재배시 양분 공급은 화란의 국화순환식 표준양액으로 양액의 농도는 $EC 1.8dS \cdot m^{-1}$ 로 1주일에 2회 관수량은 1회당 $5L \cdot m^{-2}$ 기준으로 점적관수하였다. 야간온도는 지중 냉난방 파이프를 이용하여 각 미니온실을 13, 17, $21^{\circ}C$ 로 조절하여 정식 후부터 6월 20일까지 제어하였고, 주간온도는 $30^{\circ}C$ 를 주간 환기개시점으로 하여 제어하여 야간온도 처리별로 3반복의 총 9개 미니온실을 사용하고, 각 미니온실당 8가지 에세폰 처리구를 두었다(Fig. 1). 에세폰(39% 2-chloroethylphosphonic acid, Dongbu Hannong Co., Ltd., Seoul)의 처리농도는 무처리구를 제외하고 3수준으로 에세폰 함량을 기준으로 $200, 400, 800mg \cdot L^{-1}$ 로 엽면 살포하였으며, 에세폰의 처리회수는 1회와 2회 처리로 나누어 5월 7일과 6월 4일에 실시하였다. 정식한 삼목발근모는 8매엽 이상 진행한 묘에서 1회 처리를 시작하였다(Table 1). 에세폰의 처리 방법은 식물체 전체에 소형 스프레이로 주당 5mL를 살포하였으며, 재배환경, 살포시간, 살포시기 및 기상상태에 따라 엽면 살포시 그 흡수량의 차가 나타날 것으로 판단되어 살포시기를 햇빛이 약한 오전 혹은 차광상태에서 실시하였다. 불시발뢰 조사를 위하여 6월 17일에 전조를 중단하고 단일처리(12h) 후 6월 19일에 1차 조사를 실시하였으며, 초장과 화아분화율(%)을 측정하였다. 최종 생육조사는 모든 처리구가 정식 후 만개기에 도달할 때까지 조사



Fig. 1. Flower development at 95 days after planting in a night temperature-controlled mini-plastic house.

Table 1. Characteristics of rooted-cuttings of *Dendranthema grandiflorum* ‘Baekma’ at planting (2010. 5. 6).

Plant height (cm)	Total FW (g)	No. of leaves (ea)	Leaf FW (g)	Stem diameter (mm)	Stem FW (g)
12.3 ± 0.5^Z	1.9 ± 0.3	8.2 ± 0.3	1.0 ± 0.2	3.9 ± 0.3	0.4 ± 0.1

^ZMean \pm SD (n = 15).

하였으며, 정식 후 소요일수는 화아발달 단계별로 출퇴기, 착색기, 출하기, 만개기로 나누어 조사하였다. 그 외 조사항목으로는 절화장, 줄기직경, 엽수, 상위엽의 유엽수, 총생체중, 줄기생체중, 엽생체중, 꽃생체중, 꽃목길이, 통상화수, 설상화수 등을 조사하였다. 재배기간 동안의 소온실내 환경은 데이터로거를 설치하여 5월 8일부터 9월 7일까지 일평균 기온, 지온, 일사량을 관측하였다.

통계분석은 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, V9.1, Cary, NC, USA)을 이용하였고, 처리간 효과는 Duncan's multiple range test(DMRT)에 의하여 유의성을 검정하였다. 그래프는 SigmaPlot 프로그램(Ver. 10.0, Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 작성하였다.

결과 및 고찰

에세폰 및 야간온도에 따른 불시발리 조사

무처리구의 경우, 출퇴율은 13°C에서 50%, 17°C는 90%, 21°C는 93.3%로 야간온도가 높아질수록 출퇴율(불시발리)이 높았고, 17°C와 21°C의 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2). 에세폰 처리구는 처리농도에 관계없이 21°C는 출퇴율이 56.7-66.7%로 높게 나타났고, 200mg·L⁻¹ 에세폰에서는 13°C와 17°C에서 각각 16.7%와 10%를 나타내어 출퇴 억제 효과가 인정 되었으며, 그 이상의 에세폰 농도에서는 13°C와 17°C에서 모두 출퇴가 전혀 일어나지 않았다(Fig. 2). 에세폰 농도 및 처리횟수별 3가지 야간온도의 평균값을 비교해보면 무처리구는 77.8%의 출퇴율을 보였으며, 에세폰 처리시 농도와 처리횟수가 증가할수록 출퇴율이 감소되는 경향을 보였으나 농도 및 처리횟수간의 차이는 크게 나타나지 않았다(Fig. 3).

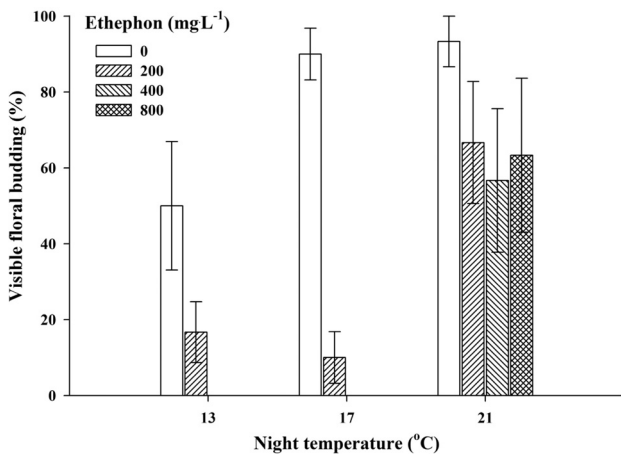


Fig. 2. Visible floral budding (%) at 2 days after short-day treatment as influenced by night temperature and ethephon. Bar present ± SE (n = 20).

에세폰 농도 및 야간온도별 초장을 에세폰 1회와 2회 처리의 평균값으로 비교해보면 야간온도가 낮을수록 그리고 에세폰 농도가 증가할수록 생육 중반의 초장이 억제되는 것으로 나타났다(Fig. 4). 따라서 단일처리 후 2일째의 출퇴율 결과를 종합해보면 무처리시 영양생장 적정 야간온도인 13°C에서도 50%의 출퇴율이 나타났고, 17°C와 21°C에서는 90% 이상으로 대부분 출퇴가 나타난 것으로 보아 향후 생육 후반에 불시개화의 가능성이 높게 나타남을 알 수 있었다. 또한 13°C와 17°C의 야간온도 조건에서는 200mg·L⁻¹ 에세폰에서 상당히 출퇴율을 억제할 수 있다는 것을 보여주었으나, 야간온도 21°C에서는 에세폰의 출퇴 억제 효과가 크게 나타나지 않았다. KCPA(2009)에 따르면 하추국의 경우 에세폰 처리는 정식 후 10, 20, 30일째에 200mg·L⁻¹ 수준에서 처리한다고 하였으며, 본 실험 재료인 하추국 '백마'

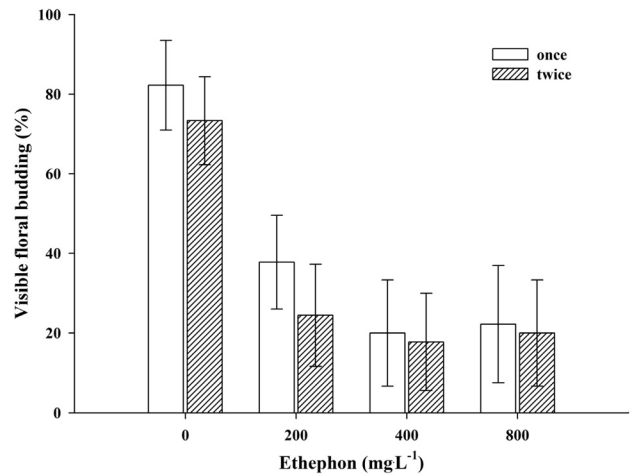


Fig. 3. Visible floral budding (%) at 2 days after short-day treatment as influenced by ethephon concentration and frequency. Bar present ± SE (n = 30).

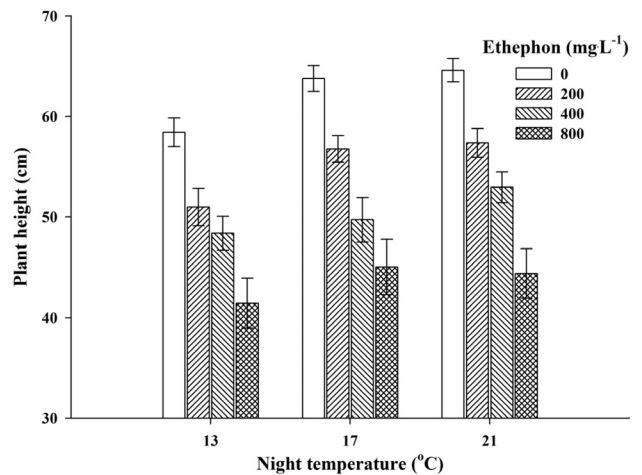


Fig. 4. Plant height at 2 days after short-day treatment as influenced by night temperature and ethephon. Bar present ± SE (n = 20).

품종에서는 에세폰 처리를 정식 다음날인 5월 7일에 1회 살포하고 6월 4일에 2회 살포하였으며, 이는 본엽이 8매엽 이상 진행되었기 때문에 정식 후 10일째 처리와 유사하며, 2회 처리 시기는 1회 처리 이후 4주째 처리되었다고 볼 수 있고, 사용된 처리농도의 경우, 고농도 처리도 포함되어 있어 KCPA(2009)의 방법과 차이가 있었다. 특히, 본 실험에서는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰 1-2회 처리만으로는 야간온도가 상승됨에 따라 불시개화 억제가 어렵다고 판단되었으며, 이는 스탠다드국화의 각 품종별 매뉴얼이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 기존의 백마 재배매뉴얼(RDA, 2010)에서는 8월 상순 출하재배 작형을 보면 5월초에 정식하고 장일 처리한 후 6월초에 단일 처리하여 7월 중·하순에 수확하며, 5월과 7월 사이에는 불시발타 가능성이 있으므로 주의한다고 하였다. 또한 백마의 화아분화시기 결정은 정식 후 36-40일 경과한 초장이 약 50cm 전후로 기재되어 있다. 본 시험도 8월 상순 출하 작형에 가까우며 5월에서 7월까지의 불시개화 가능성이 높은 시기에 시험이 이루어졌고, 장일기간 동안의 불시개화를 관찰하기 위하여 5월 6일 정식하고 정식 후 42일(6월 17일)까지 전조 후 단일처리(12h)하였고 이때 초장은 약 60cm 전후로 진행시킨 후, 불시개화가 발생하는 지를 파악하였다. 또한 백마의 온도관리는 영양생장 기간의 경우, 야간 13-15°C 이고 화아분화 시기는 야간 최저 19-20°C 이상을 유지하도록 기재(RDA, 2010)되어 있으나 실제 하우스 재배상의 야간온도는 13°C를 유지하기 어려워 야간온도를 13, 17, 21°C로 구분하여 처리하였다. 따라서 야간온도 관리에 따른 불시개화와 화기발달과정을 백마재배 매뉴얼(RDA, 2010)과 비교하였을 때, 야간온도 13°C 처리구는 영양생장기간의 적온에 해당하며, 야간온도 17°C 처리구는 영양 생장과 화아분화의 중간온도에 해당하고, 야간온도 21°C 처리구는 화아분화

시기의 적온에 해당하여 야간온도 처리구가 적절하게 설정되었다고 볼 수 있다. Shin et al.(2008)은 ‘백마’의 경우, 하절기에 장일처리는 불시개화 억제에 매우 효과적이며, 출퇴소요일수는 13시간 일장에서 23.1일로 가장 짧았고, 14시간 일장에서는 모두 출퇴하였고, 15시간 일장에서는 65%가 출퇴하였으며, 16시간 일장에서는 전혀 화아분화되지 않았다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 16시간 일장으로 야간온도를 달리한 결과, 무처리구는 야간온도에 관계없이 모두 출퇴하였고 그 출퇴율도 야간온도 상승에 비례하였으며, 에세폰 처리농도 및 횟수에 따라 출퇴율이 억제되는 경향을 나타내어 선행 연구(Shin et al., 2008)와는 차이가 있었다.

에세폰과 야간온도에 따른 백마의 개화 및 생육 양상

무처리구를 기준으로 출하기 시점인 정식 후 95일째(8월 9일) 각 처리구별 개화양상을 비교한 사진(Fig. 5)을 보면, 야간온도 21°C에서는 무처리구(A)를 비롯하여 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰의 1회 처리구(B), 2회 처리구(C) 그리고 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 1회 처리구(D), $800\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 1회 처리구(F)에서 출하기를 경과하였으며, $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰의 2회 및 $800\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 2회 처리구는 개화가 지연되면서 초장이 증가한 경향을 볼 수 있었다. 야간온도 17°C의 경우는 에세폰 농도에 관계없이 각 농도별 2회 처리구에서만 개화가 지연되었다. 또한, 야간온도 13°C에서는 무처리구만 개화하였고 모든 에세폰 처리구는 개화가 지연됨에 따라 초장이 증가하였다. 따라서 야간온도가 낮을수록 개화진행이 지연되고 에세폰의 출퇴 및 개화억제 효과가 명확하였고, 야간온도 17°C 이상일 경우, 에세폰의 1회 처리와 2회 처리간의 차이가 크게 나타났다.

Table 2는 각 처리구의 출퇴기, 착색기, 개화기, 만개기를 정식 후 소요일수로 조사한 표로 21°C 처리구의 평균 출퇴

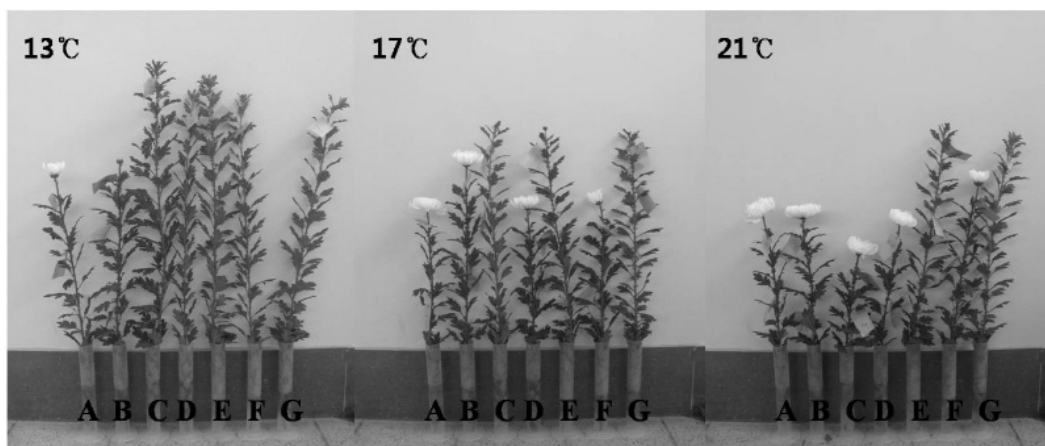


Fig. 5. Plant growth and flower development of 'Baekma' at 95 days after planting as influenced by night temperature and ethephon (A, control; B, $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-once; C, $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-twice; D, $400\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-once; E, $400\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-twice; F, $800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-once; G, $800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ethephon-twice).

Table 2. Days from planting to each flower developmental stage as influenced by night temperature (NT), and ethephon concentration and spray frequency.

NT (°C)	Ethephon (mg·L ⁻¹)	Frequency	Floral budding (days)	Petal coloring (days)	Flowering time (days)	Full blooming (days)
13	0	1	70.6 ± 3.0 ^z	92.3 ± 2.0	104.3 ± 2.0	123.3 ± 1.5
	0	2	72.3 ± 3.2	94.6 ± 1.5	106.6 ± 2.5	125.6 ± 1.5
	200	1	87.0 ± 5.2	107.0 ± 3.4	119.6 ± 3.0	134.3 ± 2.3
	200	2	99.9 ± 9.5	116.6 ± 9.0	129.0 ± 9.0	142.0 ± 7.0
	400	1	88.3 ± 5.5	107.3 ± 4.0	120.0 ± 4.0	136.3 ± 2.3
	400	2	105.0 ± 3.6	122.3 ± 4.1	134.0 ± 4.3	146.3 ± 4.9
	800	1	98.3 ± 4.0	116.6 ± 4.0	129.3 ± 4.6	143.0 ± 4.3
	800	2	112.3 ± 11.6	129.6 ± 12.2	141.3 ± 10.6	152.0 ± 8.1
	Average			91.7 a ^y	110.8 a	123.0 a
17	0	1	53.3 ± 2.0	69.9 ± 2.5	80.6 ± 2.5	101.3 ± 1.1
	0	2	55.0 ± 2.6	72.0 ± 3.4	83.0 ± 4.3	104.6 ± 4.1
	200	1	61.6 ± 6.6	82.0 ± 8.0	94.6 ± 9.0	116.6 ± 5.5
	200	2	80.60 ± 8.7	101.3 ± 7.6	114.0 ± 8.1	130.3 ± 5.0
	400	1	70.3 ± 13.5	89.3 ± 13.5	102.0 ± 14.7	124.0 ± 7.5
	400	2	95.0 ± 7.8	114.3 ± 6.3	126.6 ± 6.8	140.3 ± 4.0
	800	1	79.0 ± 6.0	99.6 ± 5.7	112.3 ± 6.3	129.6 ± 2.3
	800	2	112.0 ± 4.5	127.3 ± 1.1	136.3 ± 2.5	150.3 ± 2.5
	Average			75.8 b	94.4 b	106.2 b
21	0	1	49.0 ± 2.0	63.6 ± 4.0	74.3 ± 4.5	95.6 ± 8.3
	0	2	50.0 ± 1.7	65.6 ± 3.0	76.6 ± 3.0	99.6 ± 7.2
	200	1	52.3 ± 1.5	71.0 ± 2.6	82.6 ± 2.8	109.0 ± 6.5
	200	2	56.0 ± 5.0	81.6 ± 3.5	95.0 ± 4.5	119.3 ± 6.0
	400	1	55.0 ± 1.7	75.3 ± 4.1	87.0 ± 4.5	112.3 ± 7.0
	400	2	66.0 ± 4.0	87.6 ± 5.5	103.3 ± 3.0	124.3 ± 4.7
	800	1	65.0 ± 5.5	84.3 ± 7.7	96.6 ± 8.3	119.3 ± 8.5
	800	2	106.3 ± 9.0	122.6 ± 9.0	134.0 ± 10.5	154.3 ± 8.6
	Average			62.4 c	81.5 c	93.7 c
Significance						
NT			***	***	***	***
PPM			***	***	***	***
FRQ			***	***	***	***
NT*PPM			***	*	*	*
NT*FRQ			NS	NS	NS	NS
PPM*FRQ			***	***	***	**
NT*PPM*FRQ			*	NS	NS	NS

^zMean ± SD (n = 20).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

NS, *, **, *** Non-significant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

소요일수가 62.4일이었으며, 17°C 처리구는 75.8일, 13°C 처리구는 91.7일로 야간온도별 출퇴소요일수의 차이가 현저하게 나타났으며, 따라서 그 이후의 착색기, 개화기, 만개기 소요일수도 고도의 유의차를 나타내면서 각 소요일수가 증가하였다. 특히 야간온도가 높을수록 출퇴기, 착색기, 개

화기, 만개기의 정식 후 소요일수가 짧게 나타났고, 에세폰 농도가 증가할수록 출퇴기, 착색기, 개화기, 만개기를 정식 후 소요일수가 길게 나타남을 알 수 있었다. 또한 야간온도와 에세폰 농도 처리간 출퇴기를 비교해 보면 야간온도가 낮을수록 에세폰 농도가 높을수록 출퇴기가 지연되었으며

Table 3. Characteristics of stem and leaves as influenced by night temperature (NT), and ethephon concentration and spray frequency.

NT (°C)	Ethephon (mg·L ⁻¹)	Frequency	Cut flower length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves (ea)	No. of young leaves (ea)
13	0	1	112.0 ± 2.3 ^z	6.0 ± 0.3	54.6 ± 1.2	4.1 ± 0.0
		2	113.2 ± 3.1	6.0 ± 2.5	57.1 ± 0.7	4.0 ± 0.1
	200	1	127.8 ± 6.6	5.9 ± 0.3	68.7 ± 2.8	3.9 ± 0.4
		2	137.3 ± 6.7	5.8 ± 0.7	77.6 ± 5.4	4.4 ± 0.1
	400	1	131.0 ± 8.9	5.6 ± 0.3	69.9 ± 4.8	4.2 ± 0.3
		2	141.0 ± 4.3	5.2 ± 0.8	83.1 ± 7.3	4.1 ± 0.3
	800	1	139.4 ± 2.7	5.5 ± 0.5	78.5 ± 1.3	4.3 ± 0.0
		2	144.7 ± 9.2	5.1 ± 0.3	87.3 ± 11.1	4.3 ± 0.4
	Average			130.8 a ^y	5.7 a	72.1 a
17	0	1	91.8 ± 4.7	5.7 ± 0.2	42.1 ± 1.1	3.9 ± 0.2
		2	93.0 ± 3.3	6.3 ± 0.4	42.8 ± 0.9	3.8 ± 0.2
	200	1	99.9 ± 8.4	5.9 ± 0.0	53.8 ± 7.0	4.2 ± 0.2
		2	118.7 ± 13.5	6.4 ± 0.3	77.2 ± 4.6	5.7 ± 1.3
	400	1	107.3 ± 16.9	6.1 ± 0.1	61.3 ± 12.0	4.2 ± 0.0
		2	132.2 ± 10.5	5.4 ± 0.7	85.7 ± 3.9	4.7 ± 0.7
	800	1	115.0 ± 10.3	6.0 ± 0.4	68.7 ± 5.1	4.3 ± 0.2
		2	139.5 ± 4.3	5.2 ± 0.4	95.6 ± 6.1	3.9 ± 0.1
	Average			122.2 b	5.9 a	65.9 b
21	0	1	79.2 ± 2.0	5.5 ± 0.4	38.0 ± 1.1	3.4 ± 0.5
		2	80.8 ± 1.2	5.8 ± 0.4	40.3 ± 1.0	3.9 ± 0.2
	200	1	82.8 ± 4.0	6.0 ± 0.2	45.6 ± 1.2	3.7 ± 0.0
		2	80.2 ± 5.6	6.1 ± 0.3	55.3 ± 2.8	7.3 ± 1.3
	400	1	84.6 ± 1.7	6.0 ± 0.2	47.6 ± 1.6	4.1 ± 0.2
		2	90.4 ± 9.5	6.5 ± 0.3	68.6 ± 4.6	7.4 ± 1.1
	800	1	95.2 ± 2.2	6.0 ± 0.3	60.3 ± 5.1	4.2 ± 0.3
		2	128.2 ± 7.2	5.5 ± 0.4	98.6 ± 6.0	4.2 ± 0.2
	Average			90.2 c	5.9 a	56.8 c
Significance						
NT			***	NS	***	***
PPM			***	*	***	***
FRQ			***	NS	***	***
NT*PPM			**	NS	***	***
NT*FRQ			*	NS	**	***
PPM*FRQ			**	*	***	***
NT*PPM*FRQ			*	NS	**	**

^zMean ± SD (n = 20).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

NS,*,**,*** Non-significant or significant at *P* = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

에세폰의 효과는 야간온도가 높을수록 출퇴역제 효과가 적게 나타났고 에세폰의 처리횟수는 농도가 높을수록 출퇴역제 효과가 크게 나타났다.

Table 3은 야간온도 및 에세폰 처리가 절화장, 줄기 및 잎에 미치는 영향을 나타낸 것으로 야간온도가 높을수록 절화장이 짧고 엽수가 적었으며 상위엽의 유엽수가 증가하였

다. 특히, 주요 품질기준인 절화장의 경우, 무처리구는 야간온도가 21°C일 때 80.0cm, 17°C일 때 92.4cm, 13°C일 때 112.6cm로 야간온도가 낮을수록 고도의 유의차를 나타내며 절화장이 짧아졌다. 13°C와 17°C는 에세폰 무처리구에서 절화장이 각각 112.6cm와 92.4cm로 충분하였으나, 야간온도 21°C의 에세폰 무처리구는 80cm로 조기 발육에 의해 충

Table 4. Fresh weights of whole plant as influenced by night temperature (NT), and ethephon concentration and spray frequency.

NT (°C)	Ethephon (mg·L ⁻¹)	Frequency	Total FW (g)	Stem FW (g)	Leaf FW (g)	Flower FW (g)
13	0	1	75.5 ± 7.8 ^z	22.6 ± 3.2	38.2 ± 4.6	15.8 ± 1.8
		2	70.5 ± 6.4	23.0 ± 3.1	38.0 ± 5.5	14.7 ± 2.0
	200	1	82.1 ± 6.4	24.9 ± 2.2	45.7 ± 3.1	15.0 ± 1.9
		2	89.7 ± 9.0	27.3 ± 2.2	52.2 ± 3.5	15.3 ± 1.5
	400	1	84.5 ± 9.2	25.1 ± 3.0	45.5 ± 6.1	14.7 ± 0.6
		2	93.1 ± 10.0	26.4 ± 6.4	51.1 ± 14.8	15.2 ± 0.7
	800	1	88.3 ± 10.4	26.0 ± 4.0	50.7 ± 9.1	14.5 ± 1.2
		2	100.1 ± 23.1	27.5 ± 7.5	50.4 ± 14.7	17.3 ± 3.1
	Average			85.5 a ^y	25.3 a	46.5 a
17	0	1	69.5 ± 1.8	17.8 ± 1.8	28.3 ± 1.5	20.5 ± 1.0
		2	65.9 ± 4.6	18.8 ± 1.7	29.3 ± 2.5	18.7 ± 2.8
	200	1	72.0 ± 5.5	20.6 ± 3.4	35.3 ± 5.3	17.1 ± 2.5
		2	88.9 ± 3.1	26.6 ± 0.9	50.2 ± 3.0	16.1 ± 1.4
	400	1	76.8 ± 6.7	22.2 ± 3.5	41.0 ± 9.0	15.9 ± 2.9
		2	94.0 ± 6.2	26.8 ± 2.0	53.2 ± 5.9	16.3 ± 2.6
	800	1	78.6 ± 6.8	23.3 ± 1.5	43.9 ± 2.7	13.6 ± 3.1
		2	100.7 ± 13.7	28.4 ± 3.6	50.0 ± 7.0	15.9 ± 4.9
	Average			80.8 a	23.1 b	41.4 b
21	0	1	61.1 ± 5.4	13.0 ± 1.3	21.7 ± 1.4	19.7 ± 1.9
		2	61.7 ± 5.7	14.7 ± 1.4	24.8 ± 3.1	20.7 ± 1.9
	200	1	64.7 ± 7.2	14.9 ± 1.8	28.2 ± 3.3	20.6 ± 2.9
		2	66.1 ± 0.7	15.5 ± 0.7	31.3 ± 2.9	18.3 ± 2.1
	400	1	64.7 ± 3.7	15.1 ± 0.8	27.9 ± 0.2	19.4 ± 3.0
		2	76.2 ± 14.6	19.9 ± 3.8	42.7 ± 10.6	17.6 ± 3.8
	800	1	76.4 ± 10.0	18.5 ± 2.5	37.4 ± 5.3	19.2 ± 2.8
		2	90.4 ± 15.1	26.0 ± 4.6	49.1 ± 12.5	14.9 ± 3.8
	Average			70.2 b	17.2 c	32.9 c
Significance						
NT			***	***	***	***
PPM			***	***	***	*
FRQ			***	***	***	NS
NT*PPM			NS	NS	NS	NS
NT*FRQ			NS	NS	NS	NS
PPM*FRQ			*	NS	NS	NS
NT*PPM*FRQ			NS	NS	NS	NS

^zMean ± SD (n = 20).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

NS,*,*** Non-significant or significant at P = 0.05 or 0.001, respectively.

분한 초장을 확보하지 못하였다는 것을 알 수 있었다. 또한 에세폰 농도가 증가할수록 절화장이 증가하였지만 처리횟수별 차이는 같은 농도내에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 고온기의 야간온도 조절을 21°C 이하로 유지하기 어려운 경우, 절화장 확보를 위해 200mg·L⁻¹ 에세폰 이상 처리해야 할 경우도 발생할 수 있다고 판단되었다.

Table 4는 각 처리별 생체중을 조사한 결과로 야간온도가 낮을수록 에세폰 농도가 높을수록 각 총생체중, 줄기 및 엽생체중이 높게 나타났으며, 이는 낮은 야간 온도와 높은 에세폰에 의해 영양생장기간을 연장하였기 때문으로 판단되었다. 특히, 생체중은 에세폰 처리횟수가 증가할수록 무겁게 나타나 에세폰의 영향을 받은 것으로 나타났다. Table 5에

Table 5. Characteristics of flower as influenced by night temperature (NT), and ethephon concentration and spray frequency.

NT (°C)	Ethephon (mg·L ⁻¹)	Frequency	Flower diameter (mm)	Stalk length (mm)	No. of ray flowers (ea)	No. of disc flowers (ea)
13	0	1	108.4 ± 1.1 ^z	95.9 ± 0.8	343.8 ± 6.8	26.3 ± 6.7
		2	105.2 ± 2.5	92.0 ± 2.6	337.1 ± 8.6	30.3 ± 13.2
	200	1	109.6 ± 3.9	89.3 ± 3.6	365.2 ± 7.6	18.2 ± 8.9
		2	118.1 ± 4.6	82.5 ± 11.3	361.5 ± 13.8	22.2 ± 6.4
	400	1	108.8 ± 2.9	94.4 ± 10.2	381.4 ± 17.2	20.8 ± 1.3
		2	120.8 ± 4.2	72.6 ± 2.5	358.8 ± 10.6	21.6 ± 2.1
	800	1	116.1 ± 1.2	80.7 ± 9.2	379.2 ± 16.4	18.4 ± 0.8
		2	124.9 ± 11.0	73.6 ± 2.1	359.2 ± 5.66	24.9 ± 3.3
	Average		113.9 b ^y	85.1 c	360.8 a	22.7 a
17	0	1	121.9 ± 2.2	94.5 ± 8.2	372.3 ± 4.2	12.4 ± 5.0
		2	117.0 ± 7.9	94.5 ± 1.6	367.8 ± 20.8	14.6 ± 3.7
	200	1	114.1 ± 3.6	104.8 ± 4.4	364.0 ± 19.8	23.7 ± 12.2
		2	111.5 ± 3.0	98.3 ± 15.3	363.8 ± 16.5	17.7 ± 8.4
	400	1	112.0 ± 8.0	98.5 ± 12.5	356.5 ± 33.8	21.4 ± 8.7
		2	120.8 ± 0.7	84.4 ± 12.3	372.5 ± 22.6	19.0 ± 3.5
	800	1	109.0 ± 6.3	92.3 ± 7.0	358.8 ± 5.16	27.9 ± 6.6
		2	128.7 ± 11.0	69.9 ± 3.4	333.1 ± 31.9	37.9 ± 5.6
	Average		116.9 b	92.1 b	361.1 a	21.8 a
21	0	1	124.4 ± 4.0	87.0 ± 10.1	363.6 ± 16.0	20.0 ± 1.4
		2	123.3 ± 5.2	93.6 ± 6.7	393.7 ± 7.1	18.9 ± 6.9
	200	1	123.4 ± 4.6	104.6 ± 4.0	402.2 ± 14.7	16.6 ± 6.1
		2	118.1 ± 3.5	127.9 ± 19.5	378.6 ± 20.6	14.2 ± 4.9
	400	1	120.4 ± 4.4	105.3 ± 5.4	362.6 ± 34.6	25.9 ± 11.4
		2	119.8 ± 7.1	115.7 ± 6.9	334.3 ± 20.8	27.5 ± 13.2
	800	1	118.2 ± 3.5	99.4 ± 1.5	362.0 ± 17.9	20.9 ± 6.4
		2	126.1 ± 6.8	76.2 ± 1.7	354.3 ± 30.4	37.0 ± 16.1
	Average		121.7 a	101.2 a	368.9 a	22.6 a
Significance						
NT			***	***	NS	NS
PPM			NS	***	NS	**
FRQ			**	**	NS	NS
NT*PPM			*	***	**	**
NT*FRQ			NS	**	NS	NS
PPM*FRQ			***	**	NS	NS
NT*PPM*FRQ			NS	*	NS	NS

^zMean ± SD (n = 20).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

NS,*,**,*** Non-significant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

서는 화경의 경우, 야간온도가 높을수록 증가하였고 꽃목 길이도 같은 경향을 보였으나 설상화와 통상화수에는 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 특히, 에세폰 처리의 농도별 꽃목길이 억제효과는 농도 비례 효과가 적게 나타나 상대적으로 낮은 야간온도에 의한 꽃목길이 억제 효과가 더욱 확실하게 나타났다.

‘백마’의 여름재배시 기형화 발생 억제를 위해 에세폰을 단일개시전, 단일개시 10일전, 단일개시 20일 전에 처리하여 무처리구에서 가장 개화가 빨랐고, 200mg·L⁻¹ 에세폰 처리시 개화가 늦어졌으며, 단일 처리와 단일처리 10일 전에 200mg·L⁻¹ 에세폰 살포시, 절화장이 가장 짧았고, 무처리구, 단일처리 20일 전, 단일처리 10일 전에 100mg·L⁻¹ 에세

폰 처리는 처리구간 차이가 없었다고 하였다(Choi and Lim, 2010). 따라서 에세폰을 처리하지 않을 경우, 출퇴 및 개화가 빨라지며, 에세폰 농도가 높을수록 개화지연이 나타나며 저농도($100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)의 에세폰 처리에서는 절화장의 차이가 없는 것으로 나타나 본 실험의 결과와 유사하였다.

국화의 에세폰과 일장처리에 관한 연구로 Cockshull et al.(1979)은 장일조건 하에서 국화에 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이상 엽면 살포할 경우, 화아분화를 지연시키거나 방해한다고 하였으며, 이러한 방법은 모주와 삽수 생산시 화아분화를 지연시킬 수 있다고 하였다. 일장에 중성인 하국성 품종 ‘Bright Golden Anne’, ‘Minngopher’, ‘Ruby Mound’, ‘White Grandchild’은 장일 조건하에서조차 빨리 화아분화를 한다고 보고되었고(Cockshull, 1975; Cockshull and Langton, 1984), 에세폰은 국화의 화아분화를 지연시킨다고 보고하였다(Carpenter and Carlson, 1972; Cockshull and Horridge, 1978; Kher et al., 1974). 따라서 에세폰에 대한 국화의 개화반응은 대부분 화아분화를 지연시켜 삽수 생산이나 불시개화 조절에 이용될 수 있으며 특히, 국내 육성 신품종 및 관련 환경요인(온도, 일장 등)에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

현재 에세폰은 화훼작물에서 대부분 개화조절이나 분화생산에 많이 이용되고 있으며, 화단용 식물에 적절한 에세폰 농도 범위는 대체로 $250\text{--}1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 라고 하였다(Whipker et al., 2003). 천인국(*Gaillardia pulchella* ‘Torch Flame’)에 $500\text{--}1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰을 엽면 살포시 무처리구에 비해 15-25% 이상 생육이 위축되고 개화는 지연(Hammond et al., 2007)되며, 수선화에 에세폰 처리시 초장을 억제하였고(Krug et al., 2006), $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰을 1회 혹은 2회 처리로 에키나세아 ‘White Swan’은 생육이 감소하고, 루드바키아 ‘Goldsturm’, 리아트리스 ‘Floristan White’, 세덤 ‘Autumn Joy’은 무처리구와 비슷한 생육을 나타내었다고 하였다(Chamberlayne and Banko, 2003). 게다가 Latimer et al.(2001)은 $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰을 *Heliopsis helianthoides* ‘Summer Sun’에 1회 처리하여 개화는 지연되지 않고 초장만 11-17%까지 감소시켰으며, Starman et al.(2004)은 16종의 일년초(*Alternanthera dentata*, *Brachyscome iberidifolia*, *Calibrachoa* hybrids, *Diascia* × *hybrida*, *Impatiens wallerana*, *Ipomoea batatas*, *Lantana camara*, *Nemesia* × *hybrida*, *Nolana paradoxa*, *Pelargonium hybrida*, *Petunia* × *hybrida*, *Sutera cordata*, *Vinca minor*, *Monopsis unidentata*, *Persicaria microcephala*, *Antirrhinum majus*)에 에세폰 처리를 하여 이 중 81%가 생육 감소반응을 보여주었으며, 이 중 55%가 개화 지연에 따른 화수의 감소 현상이 나타났고 하였다. *Scaevola aemula*에서는 500과 $1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰 처리로 초폭이 감소하고

개화가 각각 8일에서 11일 지연(Starman and Williams, 2000)되었고, 엽면살포용 에세폰 희석액의 효과적인 pH는 4.0에서 4.5 범위로 대부분의 화훼작물에서 에세폰의 적정 농도 범위는 $250\text{--}500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이라고 하였다(Styer, 2002). 따라서 많은 화훼류의 에세폰에 대한 반응은 개화 지연과 생육 감소 현상이 일반적이며 앞으로 보다 효율적인 에세폰 이용방법 개발이 화훼작물 및 품종별로 필요하다고 볼 수 있다. Strefeler et al.(1996)은 국화 모주에 에세폰 처리시 무처리구가 삽수의 생체중은 높게 나타났으나 무처리구에서 유래한 삽수는 21%의 화아분화를 보였으며 $250\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에세폰 처리구는 3%의 삽수에서만 화아분화가 이루어졌다고 하였다. 또한 실제 삽수 생산량에서도 에세폰 처리구가 효과적인 것으로 보고하여 정식전 모주 단계에서 에세폰 처리가 정식 후의 국화 생육시 화아분화 억제에 효과가 있을 것으로 판단된다. 따라서 보다 효율적인 불시출퇴 및 개화 억제를 위하여 향후 ‘백마’ 모주에 대한 에세폰 처리가 정식 후 불시개화 억제에 미치는 효과에 관한 실험을 추가할 예정이다.

본 시험 재배기간 동안의 소온실내 환경은 데이터로거를 설치하여 5월 8일부터 9월 7일까지 관측하여 일평균 기온, 지온, 일사량을 자료를 모니터링한 결과, 생육기간 동안의 온실내 평균 일사량은 생육초기에서 생육 후반으로 갈수록 일사량이 감소하는 경향을 나타내어 2010년 하계 저일조 현상이 심하였음을 잘 나타내었고(Fig. 6), 불시개화에 상당한 요인으로 작용 하였을 것으로 판단되었다. 따라서 고온기의 야간온도를 13°C 로 조절할 경우, 불시개화를 상당히 억제시킬 수 있으나 현실적으로 고온기의 야간온도를 21°C 이하로 유지하기 어려운 경우에는 에세폰 처리가 필요하며, 특히 ‘백마’의 불시개화 억제와 충분한 절화장 확보를 위해서는 정식 직후에 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이상의 에세폰을 1회 정도는 처리해야 할 것으로 판단되었다.

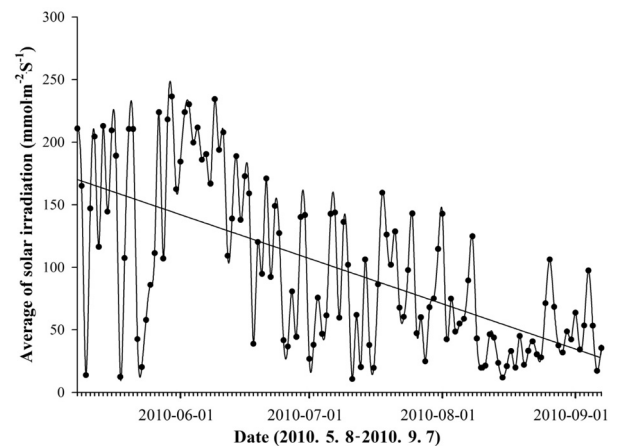


Fig. 6. Average of solar irradiation per day in plastic house during experimental period.

초 록

본 연구는 에세폰과 야간온도에 따른 국내육성 스탠다드 국화 ‘백마(Baekma)’의 불시개화를 조절하기 위하여 수행하였으며, 이는 하계 재배시 장일 조건하에서도 높은 야간온도에 의해 영양생장에서 생식생장 단계로 전이되는 현상을 억제시키기 위함이었다. 에세폰의 살포횟수는 1회와 2회로 나누었고, 살포 농도는 각각 0, 200, 400, 800mg·L⁻¹로 구분하여 처리하였다. 야간온도 처리는 미니 비닐하우스를 각각 13, 17, 21℃가 유지되도록 야간온도를 제어하였다. 실험 결과를 보면, 야간온도 13℃ 처리는 다양한 에세폰 농도 및 처리횟수에 관계없이 모든 야간온도 처리 중에서 가장 ‘백마’의 불시개화를 억제하는 데 효과적이었다. 더욱이 불시개화의 억제 경향은 야간온도가 증가할수록 뚜렷하게 감소하였다. 에세폰 농도가 증가할수록 야간온도가 낮을수록 절화장이 증가하고 총생체중, 줄기 및 엽생체중이 높게 나타났으며, 이는 영양생장 기간이 연장되었기 때문으로 판단되었다. 따라서 고온기의 야간온도 조절을 21℃ 이하로 유지하기 어려운 경우, 불시개화 억제와 충분한 절화장 확보를 위해 정식 직후에 200mg·L⁻¹ 이상의 에세폰을 1회 처리해야 할 것으로 판단되었다.

추가 주요어 : 에세폰, 출퇴기, 스탠다드 국화, 하계

인용문헌

Carpenter, W.J. and W.H. Carlson. 1972. The effect of growth regulators on chrysanthemum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:349-351.

Chamberlayne, C.L. and T.J. Banko. 2003. Growth response of container grown herbaceous perennials to ethephon, daminozide, paclobutrazol, and uniconazole. Southern Nursery Assn. Res. Conf. Proc. 48:267-271.

Choi, S.Y. and J.H. Lim. 2010. Effect of ethephon treatment during summer season on growth and flowering in chrysanthemum ‘Baekma’. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28 (Suppl. I):131. (Abstr.)

Cockshull, K.E. 1975. Premature budding in year-round chrysanthemums, p. 128-136. In: Glasshouse Crops Res. Inst. Annu. Rpt. 1974.

Cockshull, K.E. and F.A. Langton. 1984. A key to the causes of compound spray formation in chrysanthemums, p. 117-134.

In: Glasshouse Crops Res. Inst. Ann. Rpt. 1974.

Cockshull, K.E. and J.S. Horridge. 1978. 2-chloroethylphosphonic acid and flower initiation by *Chrysanthemum morifolium* Ramat. in short days and in long days. J. Hort. Sci. 53:89-90.

Cockshull, K.E., J.S. Horridge, and F.A. Langton. 1979. Ethephon and the delay of early budding in chrysanthemums. J. Hort. Sci. 54:337-338.

Hammond, H.E., R.K. Schoellhorn, S.B. Wilson, and J.G. Norcini. 2007. Differing blanketflower cultivar and ecotype responses to plant growth regulators. HortTechnology 17:552-556.

Kher, M.A., M. Yokoi, and K. Kosugi. 1974. Effects of ethrel on the growth and flower formation in pot chrysanthemums. J. Japan Soc. Hort. Sci. 43:91-96.

Korea Crop Protection Association (KCPA). 2009. Agrochemicals use guide book. KCPA, Seoul. p. 1043.

Krug, B.A., B.E. Whipker, I. McCall, and J.M. Dole. 2006. Narcissus response to plant growth regulators. HortTechnology 16:129-132.

Latimer, J.G., T.J. Banko, and V. Groover. 2001. Using PGRs to hold containerized perennials in the nursery. Southern Nursery Assn. Res. Conf. Proc. 46:336-338.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries (MIFAFF). 2011. Annual report of floriculture. MIFAFF, Gwacheon. p. 5-21, 160.

Rural Development Administration (RDA). 2008. Handbook of growing domestic chrysanthemum cultivar. RDA, Suwon. p. 33-38.

Rural Development Administration (RDA). 2010. Cultural technique manuals for floricultural crop cultivars bred in Korea. RDA, Suwon. p. 36-38.

Shin, H.K., J.H. Lim, and Y.J. Kim. 2005. A new standard chrysanthemum cultivar ‘Baekma’ with large white flower. Kor. J. Breed. 37:119-120.

Shin, H.K., J.H. Lim, H.Y. Joung, and S.K. Park. 2008. Effect of daylength and ethephon on flowering of standard chrysanthemum cv. Baekma. Proc. Asian Horticulture Congress. p. 77. (Abstr.)

Starman, T.W. and M.S. Williams. 2000. Growth retardants affect growth and flowering of scaevola. HortScience 35:36-38.

Starman, T.W., M.C. Robinson, and K.L. Eixmann. 2004. Efficacy of ethephon vegetative annuals. HortTechnology 14:83-87.

Strefeler, M.S., N.O. Anderson, and P.D. Ascher. 1996. Ethylene + GA₃ sprays for delaying flower bud initiation in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv.) stock plants. HortTechnology 6:251-253.

Styer, R.C. 2002. Using florel effectively. Greenhouse Product News 12:10-15.

Whipker, B.E., J.L. Gibson, T.J. Cavins, I. McCall, and P. Konjoian. 2003. Growth regulators, p. 85-92. In: D. Hamrick (ed.). Ball redbook crop production vol. 2. Ball Publishing, Batavia, IL.