

광주기에 따른 배초향의 개화 및 화서 발달 특성

황희성¹ · 정현우² · 황승재^{3,4,5*}

¹경상국립대학교 대학원 작물생산과학부 대학원생, ²경상국립대학교 대학원 응용생명과학부 대학원생,

³경상국립대학교 농업생명과학대학 원예과학부 교수, ⁴경상국립대학교 농업생명과학연구원 교수,

⁵경상국립대학교 생명과학연구원 교수

Flowering and Inflorescence Development Characteristics of Korean Mint Affected by Different Photoperiods

Hee Sung Hwang¹, Hyeon Woo Jeong², and Seung Jae Hwang^{3,4,5*}

¹Graduate Student, Division of Crop Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Graduate Student, Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Professor, Division of Horticultural Science, College of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Professor, Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Professor, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract. The Korean mint (*Agastache rugosa* Kuntze) is used as a leaf vegetable. Therefore, it is important to improve the quality and quantity of leaves by maintaining vegetative growth. When the development of a plant is switched from vegetative to reproductive growth, leaf development may be lowered, leading to a decrease in marketability. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of the photoperiod on the flowering characteristics and inflorescence development of the Korean mint to select an appropriate photoperiod for leaf production. The seeds were sown in 105-cell trays on 29 November 2021, and planted in each pot on 27 December 2021, when four main leaves appeared. After planting, the light/dark period was adjusted to 10/14hrs, 12/12hrs, 14/10hrs, 16/8hrs. After 19 days of planting, the first flowering occurred in 10/14hrs, which had a short photoperiod, and the 12/12hrs had 20 days for flowering, and other treatments had 21 days. In addition, it was confirmed that the Korean mint has the characteristics of facultative quantitative short-day plant, through the increase in the development of inflorescences as the light period is shorter than the dark period. As for the growth of Korean mint, the longer the photoperiod, the higher values were shown with leaf length, number of leaves, fresh weight, dry weight, and leaf area of the shoot. Therefore, it is considered that 14 h or more light period is suitable for increasing the productivity of Korean mint as a leafy vegetable.

Additional key words : facultative quantitative short-day plant, leaf area, reproductive growth, transition of growth phase, vegetative growth

서 론

배초향(*Agastache rugosa*)은 꿀풀과에 속하는 다년생 초본류로 ‘방아’라고 불리기도 하며 약간의 습기가 있는 양지바른 산야에서 자생하는 식물로 식물체 전체에서 특유의 강한 향기가 나는 것이 특징이다(Choi 등, 2010). Rosmarinic acid, tilianin, acacetin과 같은 약리성분을 함유하고 있어 혈관질환, 구토, 감기, 가래 등을 치료하는 데 사용된다(Choi 등, 2010;

Yeo 등, 2021). 국내에서는 약재뿐만 아니라 잎을 채취하여 나물, 부침, 향신료와 같은 식재료로 사용된다(Choi와 Lee, 1999; Yeo 등, 2021). 채소 작물 중 엽채류로 분류되는 배초향은 잎을 수확하여 신선 채소의 형태로 유통 및 소비되는 것으로 알려져 있다(Gopalakrishnan, 2007; Heo 등, 2006; Kwack 등, 2006; Lee, 2019). 따라서, 배초향 잎의 수량과 품질을 늘리는 것은 엽채류로 유통되는 배초향의 수량과 품질을 늘리는 것을 의미한다.

작물의 이용 목적에 따라 영양생장 및 생식생장을 유도하고 조절하는 것은 작물의 수량 및 생산성 증대에 있어 매우 중요하다. 식물은 영양생장기에는 잎, 뿌리, 줄기가 싱크(sink)로

*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr

Received May 16, 2022; Revised July 13, 2022;

Accepted July 15, 2022

작용하며, 이후 생육상이 전환됨에 따라 생식생장기에 꽃, 과실, 종자 등이 싱크로 작용하여 두 성장기간에는 생장에 있어 길항적 작용을 나타낸다(Araki, 2001; Gardener 등, 2020).

작물의 생육상 전환은 온도, 식물체 내 탄수화물과 질소의 비율, 식물생장조절물질, 광주기 등이 관여한다(Hunter 등, 1977; Lim 등, 2015). 특히, 광주기는 작물의 생육상 전환의 주요인 중 하나로 알려져 있다(Han 등, 2006). 이러한 광주기에 따른 작물의 생육상 전환은 식물의 앞에서 광주기를 인식하여 만들어진 신호전달 물질에 의해 조절된다고 알려져 있다(Pennazio, 2004).

인위적인 광주기 조절을 통한 작물의 생육상 전환은 다양한 원예작물의 수량을 높이기 위해 사용되고 있다. 국화는 단일 식물로 알려진 대표적인 화훼 작물로, 목표한 수확기에 맞춰 영양생장을 지속시켜 초세를 키운 후 암막을 통한 단일처리를 통해 생식생장으로 전환시켜 화아분화를 유도한다(Choi 등, 2012). 한국에서 흔히 깎아내림으로 알려진 들깨 또한 대표적인 단일 식물로, 엽채류로 사용하기 위한 들깨는 생식생장을 억제하기 위해 야간에 시설 내에서 인공광을 이용한 전조재배를 하여 영양생장을 지속하도록 유도한다(Choi 등, 2015; Choi 등, 2019). 또한, ‘설향’, ‘금실’ 등으로 대표되는 일계성 딸기는 저온과 단일조건에서 화아분화가 이뤄진다고 알려져 있으며(Fumiomi와 Michael, 2006; Manakasem과 Goodwin, 1998), 이를 이용하여 인위적인 저온단일 또는 야냉 처리를 통해 일계성 딸기의 화아분화를 유도하는 기술이 현장에서 이용된 바 있다(Jun 등, 2013; Rho 등, 2007).

앞서, Choi 등(2010)은 배초향의 생육을 위한 적정 온도, 차광 정도, 재식 간격에 관한 연구를 진행하였다. 하지만, 앞서 언급한 국화, 들깨 등과 달리 엽채류로 사용하는 배초향의 개화 조건, 생육 전환의 조건 등이 명확히 구명되지 않아 시설 재배 시 환경 조절을 통한 작물의 생육상 전환이 원활히 이뤄지지 않을 경우 식물의 생식생장을 유도하여 잎의 수량 및 품질이 떨어질 수 있다. 따라서, 본 연구는 엽채류 작물인 배초향의 광주기에 따른 개화 특성 및 생육 특성을 확인하고, 이를 바탕으로 배초향의 생식생장을 억제할 수 있는 광주기 조건을 구명하여 배초향의 수량 감소 및 품질 저하를 피할 수 있는 시설 내 환경 조절 방법을 구명하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 식물 재료 및 생육 환경

2021년 11월 29일에 경상국립대학교 부속 농장에 위치한 양지봉형 유리온실에서 코이어 배지(Cocopeat Co. Ltd., Dummalasuriya, Sri Lanka)를 충전한 105구 플러그 트레이

에 배초향(*Agastache rugosa* Kuntze) 종자를 파종한 후 본엽이 4매 출현할 때까지 육묘하였다. 2021년 12월 27일에 외경 150mm, 높이 135mm, 내경 90mm인 화분(GS150, Goldstar Chemicals Co. Ltd., Chungju, Korea)에 코이어 배지를 충전한 후에 배초향 묘를 이식한 후 식물생장 워크인 챔버에 배치하였다. 온습도 로거(TR-74Ui, T&D Co. Ltd., Matsumoto, Japan)를 통해 워크인 챔버 내 평균 온도와 상대습도를 모니터링하여 온도는 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 평균 상대 습도는 $59 \pm 17\%$ 로 유지되었음을 확인하였다(Fig. 1). 광원으로 백색 LED(light emitting diode, Bissol LED Co. Ltd., Seoul, Korea)를 사용하였다. 광도(photosynthetic photon flux density)는 $200 \pm 10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 설정하였으며, 사용된 광원의 광질을 분광복사계(IFL950, International Light Co. Ltd., MA, USA)를 이용하여 분석하였는데 광과장 분포는 Fig. 2와 같았다. Hoagland 배양액[$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 236.150g·L⁻¹, KNO_3

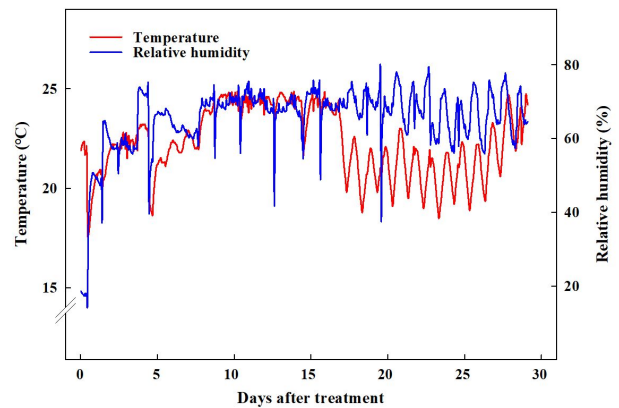


Fig. 1. The changes in temperature and relative humidity in the walk-in chamber during experiment.

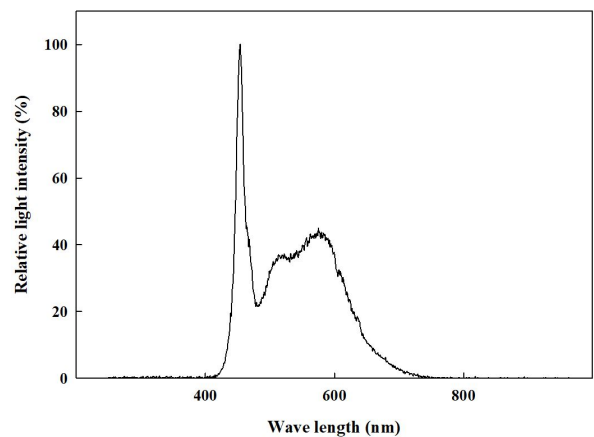


Fig. 2. The relative spectral distribution of light used in the walk-in chamber for plant cultivation.

151.65g·L⁻¹, Fe-EDTA 10.528g·L⁻¹, NH₄H₂PO₄ 28.765g·L⁻¹, MgSO₄·7H₂O 123.240g·L⁻¹, H₃BO₃ 0.715g·L⁻¹, MnCl₂·4H₂O 0.453g·L⁻¹, ZnSO₄·7H₂O 0.055g·L⁻¹, CuSO₄·5H₂O 0.020g·L⁻¹, Na₂MoO₄·2H₂O 0.005g·L⁻¹]을 조제하여(Hoagland and Arnon, 1950), EC는 1.0dS·m⁻¹, pH는 6.5로 조절하여, 각 식물체당 50mL씩 2일에 한 번 배지에 직접 공급하였다. 광 주기는 시작을 모든 처리구에서 오전 8시로 하였으며, 명기/암기 시간을 각각 10/14hrs, 12/12hrs, 14/10hrs, 16/8hrs로 설정하였다(Fig. 3). 각 처리별 일적산광량(Daily light integral)는 각각 7.20, 8.64, 10.08, 11.52 mol·m⁻²·d⁻¹이었다. 각 처리는 2021년 12월 27일에 시작하여 2022년 1월 24일까지 총 29일간 진행되었다.

2. 생육 조사

광주기 처리 후 모든 처리구 중 100% 개화율을 보인 처리구가 발견되는 시점에 모든 처리구들의 지상부를 수확하여 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, SPAD, 생체중 및 건물중, 엽면적을 측정하였다. 초장은 지제부에서부터 식물체의 생장점까지의 높이를 측정하였으며, 엽장과 엽폭, SPAD는 완전히 전개된 4번째

본엽에서 측정하였다. 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3000, LICOR Inc., Lincoln, NE, USA)를, 생체중과 건물중은 전자저울(EW220-3NM, Kem&Sohn GmbH., Balingen, Germany)을 이용하여 측정하였다. 건물중은 시료를 70°C 항온 건조기(Venticell-222, MMM Medcenter Einrichtungen GmbH., Planegg, Germany)에서 72시간 건조한 후 측정하였다. SPAD 값은 엽록소 측정기(SPAD-502, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 화서 발달을 조사하기 위해 단계별 개화 수준을 육안으로 구분하여 측정하였으며(Fig. 4), 화서 길이를 측정하였다.

3. 통계분석

실험은 완전 임의 배치된 실험구 내에서 3반복으로 진행되었다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 처리 간 평균 차이는 Tukey 다중검정을 이용하여 5% 유의수준에서 검증하였다. 그래프는 SigmaPlot 프로그램(SigmaPlot 12.5, Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)을 이용하여 작성하였다.

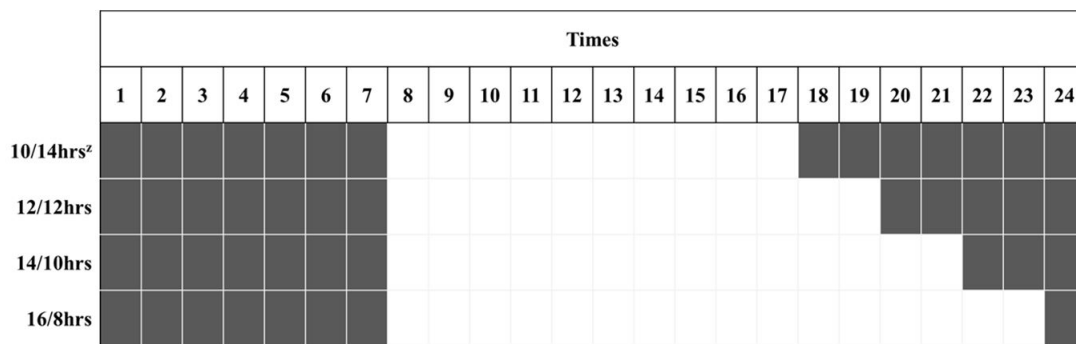


Fig. 3. Photoperiod treated *Agastache rugosa* Kuntze. White color, times with light; Dark color, times without light. ²Hours with light / without light of the day.

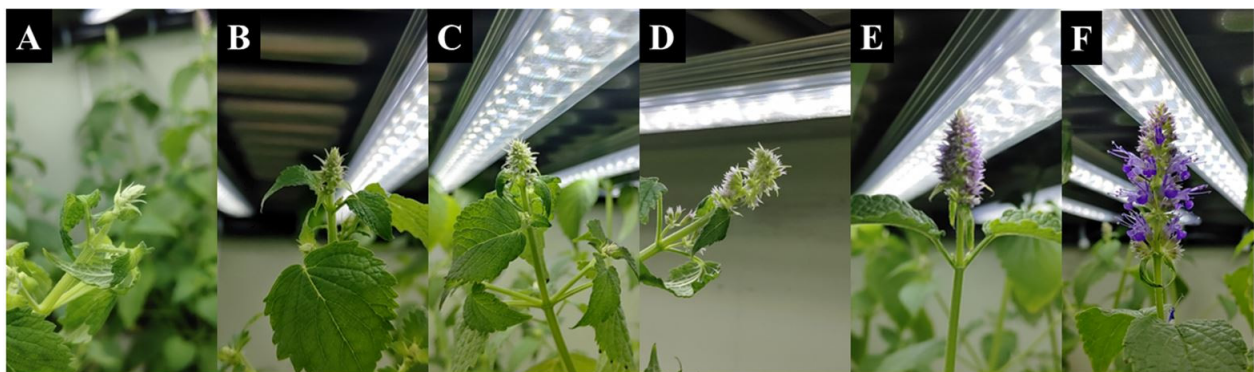


Fig. 4. Photos about flowering stages of *Agastache rugosa* Kuntze. Stage 0 (A), Stage 1 (B), Stage 2 (C), Stage 3 (D), Stage 4 (E), and Stage 5 (F).

결과 및 고찰

배초향의 첫 개화는 가장 광주기가 짧았던 10/14hrs에서 가장 먼저 관찰되었다(Fig. 5). 10/14hrs의 첫 개화일(1일차)을 시점으로 2일차에는 12/12hrs에서 개화가 시작되었으며, 이외 다른 처리구들에서는 3일차에 개화가 시작되었다. 첫 개화가 관측되고 10일이 지난 시점에서 10/14hrs에서 100%의 개화율을 보였다. 단일식물은 광주기가 짧을수록 phytochrome, 신호전달물질의 작용, sucrose 흡수 기작의 변화, DNA의 발현 정도에 따라 개화 속도가 빨라진다(Higuchi 등, 2013; Yanovsky와 Kay, 2002). 또한, 영양생장에서 생식생장으로 넘어가기 위한 한계일장을 가지고 있는 질적단일식물(obligate qualitative short-day plant)과 다르게(Gardner 등, 2006; Harmon 등, 2005; Mcclung, 2006), 배초향은 개화 속도가 늦어질 뿐, 일장이 길어져도(14/10hrs, 16/8hrs) 개화가 진행되는 양적단일식물(facultative quantitative short-day plant)의 특성을 보였다(Higuchi 등, 2013). 이를 통해 배초향은 꽃의 출현을 위한 한계 일장은 없으나, 광주기가 짧을수록 개화 및 화서의 발달이 촉진되는 양적단일식물임을 확인할 수 있었다.

각 처리 간 단계별 개화 수준은 명주기가 암주기보다 짧았던 10/14hrs가 명주기가 암주기보다 길었던 14/10hrs, 16/8hrs에 비해 유의적으로 높았고(Fig. 6과 7), 화서의 길이도 이와 유사한 경향을 보이는 것을 확인하였다. Kim 등(2021)은 배초향과 같이 총상화서로 꽃이 발생하는 긴산꼬리풀의 화서의 길이가 증가함에 따라 꽃의 발달 정도가 증가했다고 보고하였으며, Gardener 등(2020)은 영양생장에서 생식생장으로 접어든 식물에서 동화산물이 화기, 과실, 종자 등의 생식생장

부위에 집중적으로 분배된다고 보고하였다. 이를 통해 배초향은 낮의 길이 10시간 내의 조건에서 생식생장으로의 전환이 빠르고 이에 따라 생식기관으로의 동화산물의 분배가 많아져 화서의 발달속도가 빨라진 것으로 판단된다.

배초향의 엽장, 엽수, 생체중, 건물중, 엽면적은 광주기가 짧을수록 감소하는 경향을 나타냈다(Table 1). 초장, 엽폭, SPAD는 처리 간 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이를 통해 배초향의 영양기관은 장일조건에 더 발달하는 것을 확인할 수 있다. Higuchi 등(2012)은 단일식물인 국화에 인위적인 야파(night interruption)처리를 하였을 때, 단일조건에 둔 국화에 비해 엽수가 증가하는 것을 확인하였으며, 생식생장이 일어나지 않는 돌연변이 국화에서 일반적인 국화에 비해 더 많은 엽수의 증가가 관찰되었다고 보고하였다.

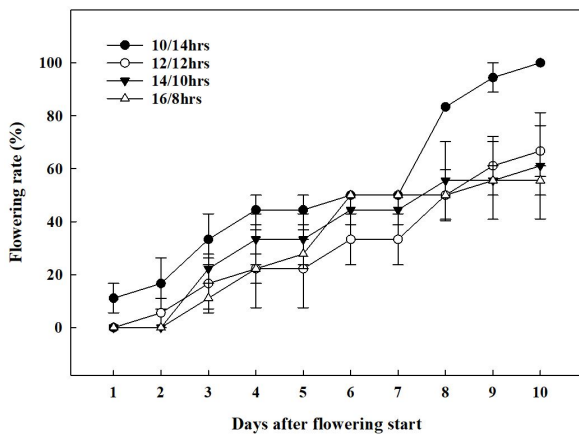


Fig. 5. Changes in average flower rate of *Agastache rugosa* Kuntze as affected by various photoperiod for 10 days after first flowering in plants with 10/14hrs. Vertical bars represent standard error of the means (n = 18).

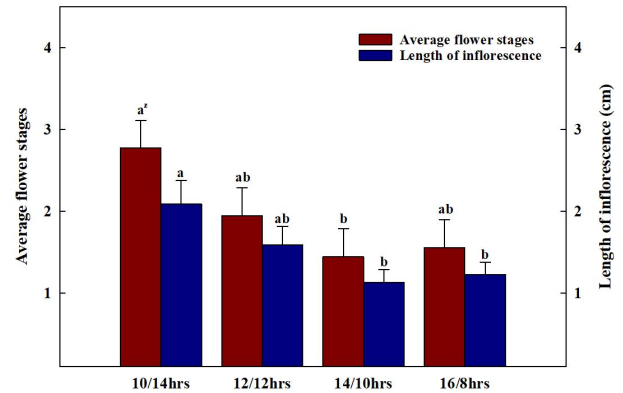


Fig. 6. Average flower stages and length of florescence of *Agastache rugosa* Kuntze as affected by various photoperiod for 28 days after planting. Vertical bars represent standard error of the means (n = 18). ^aMeans separation within columns by Tukey's test at $p \leq 0.05$.

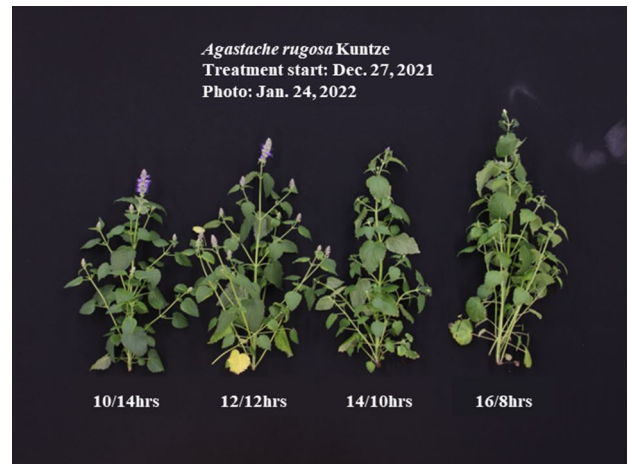


Fig. 7. Photos of *Agastache rugosa* Kuntze as affected by various photoperiod for 28 days after planting.

Table 1. Growth characteristics of *Agastache rugosa* Kuntze as affected by various photoperiod after 28 days from planting.

Treatment ^z	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm ² /plant)	SPAD	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
10/14hrs	34.28 a ^y	5.54 b	4.63 a	25.72 c	389.79 b	42.77 a	12.18 c	1.77 b
12/12hrs	36.34 a	6.00 a	4.90 a	28.22 bc	437.76 ab	40.08 a	13.82 bc	2.07 b
14/10hrs	35.86 a	5.62 ab	4.93 a	31.05 a	432.04 ab	41.78 a	14.55 ab	2.12 ab
16/8hrs	35.34 a	6.05 a	4.90 a	29.72 ab	484.17 a	42.44 a	16.17 a	2.48 a

^zRefer to Fig. 3 for details on photoperiod.^yMean separation within columns by Tukey's test at $p \leq 0.05$.

따라서 장일조건의 배초향에서 단일조건의 배초향에 비해 영양기관이 발달한 것은 생식기관의 발달이 단일조건의 배초향에 비해 억제되었기 때문에(Fig. 6), 광합성을 통해 생산한 동화산물이 영양기관의 발달에 사용된 결과인 것으로 판단된다. 결론적으로 엽채류로 사용하는 배초향의 가식부위인 잎의 생육을 증가시키고 꽃의 출현을 지연시키기 위해서는 단일조건을 피하고 장일조건에서 영양생장을 시켜 배초향을 재배해야 할 것으로 판단된다.

적 요

배초향은 잎을 식용으로 이용하는 작물로 영양생장을 유지하여 잎의 품질과 수량을 높이는 것이 중요하다. 작물의 생장이 영양생장에서 생식생장으로 전환될 경우 잎의 발달이 저하되어 상품성이 하락할 수 있다. 따라서 본 연구는 광주기에 따른 배초향 식물의 개화 특성 및 화서 발달을 조사하여 잎 생산을 위한 적정 광주기를 선발하기 위해 수행되었다. 배초향 종자를 2021년 11월 29일에 105구 트레이에 파종하여 본엽이 4매 발생한 배초향 식물체를 2021년 12월 27일에 각각 포트에 정식하였다. 정식 후 명기/암기 시간을 10/14hrs, 12/12hrs, 14/10hrs, 16/8hrs로 조절하여 처리하였다. 정식 19일 후 광주기가 짧았던 10/14hrs에서 첫 개화를 확인하였으며, 12/12hrs에서 20일, 그 외 처리에서는 21일 이후 개화하는 것을 확인하였다. 또한, 명주기가 암주기에 비해 짧을수록 화서의 발달이 증가하는 것을 통해 본 식물이 양적 단일식물의 특성을 가짐을 확인하였다. 배초향의 생육은 광주기가 길수록 엽장, 엽수, 지상부의 생체중 및 건물중, 엽면적이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서, 명주기를 14시간 이상으로 처리하는 것이 배초향의 엽채류로서의 생산성을 높이는 데 적합할 것으로 판단된다.

추가주제어: 생식생장, 생육상 전환, 양적 단일식물, 엽면적, 영양생장

Literature Cited

- Araki T. 2001, Transition from vegetative to reproductive phase. *Curr Opin Plant Biol* 4:63-68. doi:10.1016/S1369-5266(00)00137-0
- Choi I.Y., J.S. Moon, C.H. Cho, and Y.J. Song 2010, Cultivation technique of *Agastache rugosa* O. Kuntze for high quality herb production. *J Agric Life Sci* 41:1-7. (in Korean)
- Choi J.H., E.S. Kang, J.S. Kim, and J.S. Eun 2015, Effect of LED lighting on growth and functional material contents in perilla (*Perilla frutescens* L.). *J Agric Life Sci* 46:9-15. (in Korean)
- Choi J.W., H. Choi, J. Kim, J. Lee, C.K. Kim, I.S. Shin, and Y.P. Hong 2019, Review of postharvest management to expand the export of fresh perilla leaves. *Korean J Food Preserv* 26:730-739. (in Korean) doi:10.11002/kjfp.2019.26.7.730
- Choi K.S., and H.Y. Lee 1999, Characteristics of useful components in leaves of baechohyang (*Agastache rugosa*, O. Kuntze). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:326-332. (in Korean)
- Choi S.Y., M.J. Kil, Y.S. Kwon, J.A. Jung, and S.K. Park 2012, Effect of different light emitting diode (LED) on growth and flowering in chrysanthemum. *Flower Res J* 20:128-133. (in Korean)
- Fumiomi T., and N. Michael 2006, A method for increasing fall flowering in short-day 'Carmine' strawberry. *Hortscience* 41:480-481. doi:10.21273/HORTSCI.41.2.480
- Gardener F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell 2020, Transport and partitioning of assimilate. *Physiology of crop plants*, Translated by S.Y. Nam, Ed 1, RGB Press, Seoul, Korea, pp 165-183. (in Korean)
- Gardner M.J., K.E. Hubbard, C.T. Hotta, A.N. Dodd, and A.A. Webb 2006, How plants tell the time. *Biochem J* 397:15-24. doi:10.1042/BJ20060484
- Gopalakrishnan T.R. 2007, Chapter 1. Introduction. *Vegetable crops*, Ed 1, New India Publishing Agency, New Delhi, India, pp 1-8.
- Han T., C. Wu, Z. Tong, R.S. Mentreddy, K. Tan, and J. Gai

- 2006, Postflowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. *Environ Exp Bot* 55:120-129. doi:10.1016/j.envexpbot.2004.10.006
- Harmon F.G., T. Imaizumi, and S.A. Kay 2005, The plant circadian clock: review of a clockwork *Arabidopsis*. *Annu Plant Rev* 21:1-23. doi:10.1002/9781119312994.apr0206
- Heo B.G. J.Y. Cho, S.U. Chon, H.G. Jang, S.Y. Yang, S.O. Yu, K.S. Byun, and Y.J. Park 2006, The actual marketing states of the fresh vegetables for salads at five-day traditional markets and large retail stores in Chungnam district. *Korean J Hortic Sci Technol* 24:304-309. (in Korean)
- Higuchi Y., K. Sumitomo, A. Oda, H. Shimizu, and T. Hisamatsu 2012, Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering. *J Plant Physiol* 169:1789-1796. doi:10.1016/j.jplph.2012.07.003
- Higuchi Y., T. Narumi, A. Oda, Y. Nakano, K. Sumitomo, S. Fukai, and T. Hisamatsu 2013, The gated induction system of a systemic floral inhibitor, antiflorigen, determines obligate short-day flowering in chrysanthemums. *Proc Natl Acad Sci USA* 110:17137-17142. doi:10.1073/pnas.1307617110
- Hoagland D.R., and D.I. Arnon 1950, The water-culture method for growing plants without soil. College of Agriculture, University of California, Berkeley, California, USA.
- Hunter R.B., M. Tollenaar, and C.M. Breuer 1977, Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays*) hybrid. *Can J Plant Sci* 57:1127-1133. doi:10.4141/cjps77-167
- Jun H.J., S.S. Liu, E.H. Jeon, G.H. Bae, and S.I. Kang 2013, Effect of low temperature-darkness treatment of floral initiation and flowering response of Korean strawberry cultivars. *Korean J Hortic Sci Technol* 31:726-731. (in Korean) doi:10.7235/hort.2013.13058
- Kim J.H., H.J. Oh, S.H. Kim, S.Y. Kim, and G.U. Suh 2021, Growth of *Veronica longifolia* L. as affected by pinching and foliar application of BA. *Korean J Plant Res* 34:166-171. (in Korean) doi:10.7732/KJPR.2021.34.2.166
- Kwack S.N., Y.J. Park, W.M. Yang, D.M. Oh, J.Y. Cho, H.G. Jang, and B.G. Heo 2006, Kinds and commodity standards of fresh wild vegetables at five-day traditional markets in the southern district of Jeonnam. *J Kor Soci Plant People Environ* 9:61-68. (in Korean)
- Lee M.G. 2019, Classification of vegetable commodities by the codex alimentarius commission. *J Food Hyg Saf* 34:87-93. (in Korean) doi:10.13103/JFHS.2019.34.1.87
- Lim Y.J., I.K. Kang, D.I. Kim, D.S. Kim, T.C. Kim, K.W. Nam, K.S. Park, S.M. Park, and Y.S. Park et al. 2015, Flower bud differentiation. *Fruit science general*, Ed 1, Hyangmoonsa, Seoul, Korea, pp 164-170. (in Korean)
- Manakasem Y., and P.B. Goodwin 1998, Using the floral status of strawberry plants, as determined by stereomicroscopy and scanning electron microscopy to survey the phenology of commercial crops. *J Amer Soc Hort Sci* 123:513-517. doi:10.21273/JASHS.123.4.513
- Mcclung C.R. 2006, Plant circadian rhythms. *Plant Cell* 18:792-803. doi:10.1105/tpc.106.040980
- Pennazio S. 2004, Florigen: an intriguing concept of plant biology. *Riv Biol* 97:33-51.
- Rho I.R., Y.S. Cho, J.W. Cheong, H.J. Jeong, and H.B. Jeong 2007, Effect of low-temperature and short-photoperiod treatment during a high-temperature season on flower bud formation and generation acceleration of short-day strawberry. *Korean J Hortic Sci Technol* 25:12-16. (in Korean)
- Yanovsky M.J., and S.A. Kay 2002, Molecular basis of seasonal time measurement in *Arabidopsis*. *Nature* 419:308-312. doi:10.1038/nature00996
- Yeo H.J., C.H. Park, Y.E. Park, H. Hyeon, J.K. Kim, S.Y. Lee, and S.U. Park 2021, Metabolic profiling and antioxidant activity during flower development in *Agastache rugosa*. *Physiol Mol Biol Plants* 27:445-455. doi:10.1007/s12298-021-00945-z