

보존용액 처리가 신 관상식물 암대극(*Euphorbia jolkinii* Boiss.)의 절화수명에 미치는 영향

송수정^{1†,††}, 박형빈^{1†,†††}, 김지선², 오혜진¹, 김상용³, 정미진⁴, 이승연^{5*}

¹국립수목원 식물자원연구과, 석사후연구원, ²학생, ³연구관, ⁴연구사, ⁵국립안동대학교 원예·생약융합학부, 교수

Effect of Holding Solution on Vase Life of a New Ornamental Crop Known as *Euphorbia jolkinii* Boiss.

Su Jung Song^{1†,††}, Hyung Bin Park^{1†,†††}, Ji Sun Kim², Hye Jin Oh¹, Sang Yong Kim³,
Mi Jin Jeong⁴ and Seung Youn Lee^{5*}

¹Master's Degree Researcher, ²Undergraduate Student, ³Senior Researcher and ⁴Researcher,
Division of Plant Resources, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea

⁵Professor, Division of Horticulture & Medicinal Plant, Andong National University, Andong 36729, Korea

Abstract - This study was conducted with the purpose of examining the suitability of *Euphorbia jolkinii* Boiss. as cut flower, so that it may be introduced as a new ornamental crop. For this purpose, effect of various holding solutions on vase solution uptake rate, vase life, and relative fresh weight of cut flowering branches of *E. jolkinii* was examined. After harvest, cut branches were treated with 10, 50, and 100 mg·L⁻¹ of 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS), 0.1 and 0.2 mM of silver thiosulfate (STS), Chrysal, and Floralife. The cut branches of *E. jolkinii* were placed under the environmental conditions maintained at air temperature of 22.6°C, relative humidity of 45%, and 9/15h photoperiod that was controlled using fluorescent lamps (light intensity of 9.89 μmol·m⁻²·s⁻¹). A holding solution containing 10 mg·L⁻¹ 8-HQS was found to be significantly effective for vase solution uptake rate compared to control, 50 mg·L⁻¹ 8-HQS, and 100 mg·L⁻¹ 8-HQS treatments. However, no significant difference was found in vase life between the branches treated with 10 mg·L⁻¹ 8-HQS holding solution and branches of the control group. Increasing holding solution concentrations of STS was found to have negative effect on the vase life of cut *E. jolkinii* branches. Relative fresh weight of cut *E. jolkinii* branches were significantly decreased by two commercial holding solutions, Chrysal and Floralife. It is expected that these results would aid further studies on utilization of *E. jolkinii* as cut flower crop.

Key words – Chrysal, Floralife, Relative fresh weight, STS, Water uptake, 8-HQS

서 언

국내 절화류 판매시장의 생산액은 2017년 1,833 억 원으로 전체 화훼류 생산액의 약 32.6%를 차지하고 있으나(MAFRA, 2018) 국내 자생식물의 비율은 매우 낮은 실정이다. Chung and Kim (2019)에 따르면 2017년 국내 화훼시장에서 유통되는 절화 가운데 자생식물은 24종으로 전체의 14.0% 불과하다고 보고된 바 있다. 우리나라에 약 4,180여 종의 자생식물이 존재함에도 (KNA, 2019) 여전히 자생식물의 쓰임이 적어 새로운 자생식물의 소재 개발을 위한 연구가 필요하다.

*교신저자: E-mail mrbig99@andong.ac.kr

Tel. +82-54-820-5472

† These authors contributed equally to this work.

†† Current address: Garden Research Center, Korea National Arboretum, Pocheon 11186, Korea

††† Current address: Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology, yeongyanggun 36531, Korea

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

암대극(*Euphorbia jolkinii* Boiss.)은 우리나라 남부 해안지역 및 제주도에 자생하는 대극과(Euphorbiaceae)의 다년생 초본식물이다(KNA, 2019). 초장은 40~80 cm, 줄기는 붉은빛의 원주형으로 여러 대가 무리 지어 자란다(Kim *et al.*, 2006). 배상화서의 황록색 꽃은 3월부터 5월까지 피어 개화기간이 2개월 가량 지속되기 때문에 관상용 및 절화로서의 개발 가치가 크다. 국내에 자생하는 *Euphorbia*속 식물은 대극, 현대극, 제주대극 등 17여 종으로 알려져 있으나(KNA, 2019) 관상용으로 활용하기 위한 선행연구는 암대극의 절화 특성 평가(Oh *et al.*, 2018)가 유일하다. 선행 연구에서는 절화 암대극의 수명이 4°C 온도 조건에서 83일간 유지되어 절화식물로서 가능성을 확인하였으나 실온에서 절화수명이 약 14일로 조사되어 보존용액 처리를 통한 절화수명 연장 연구가 필요한 실정이다.

절화는 수확 후 수분흡수 능력이 감소하여 쉽게 노화되거나 위조되기 때문에(Ku and Cho, 2014) 절화의 수명 연장을 위한 연구가 다수 진행되어져 왔다(Schouten *et al.*, 2018; Shabanian *et al.*, 2018; Su *et al.*, 2019). 절화의 수명연장제로 많이 사용되는 물질은 몇 가지가 있는데, 수분흡수를 개선시키기 위해 살균제 역할로 사용하는 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS), 꽃을 노화시키는 에틸렌의 발생을 억제하는 silver thiosulfate (STS), 에너지원인 당과 살균제로 이루어져 상업적으로 판매되는 Chrysal 및 Floralife 등이 있다(Kim *et al.*, 2017; Rabiza-Swider *et al.*, 2015).

본 연구는 기존에 재배 및 유통되지 않았던 자생식물 암대극을 신 관상식물(new ornamental crops)로 개발하고자 효과적인 보존용액으로 알려진 8-HQS, STS, Chrysal, Floralife 처리에 따른 절화수명을 평가하였다.

재료 및 방법

식물 재료

실험에 사용된 절화 암대극은 2018년 4월 25일 제주도 섭지코지 지역에서 채집한 암대극(Fig. 1) 중 줄기 직경 0.6~0.8 cm, 화경 5~6 cm인 균일한 개체로 선별하였다. 선별된 절화는 길이 30 cm로 하였고, 하단의 약 13 cm까지 잎을 제거하고 사선 절단한 뒤 즉시 보존용액에 처리하였다.

실험환경

본 실험은 국립수목원 유용식물증식센터에서 2018년 4월 26일부터 2018년 5월 11일까지 수행되었다. 실험기간 동안의 환경



Fig. 1. The photograph of *Euphorbia jolkinii* Boiss. in a native habitat. The photograph was taken on 3 April 2018 at Seopji-ko-ji in Jeju Island, Korea.

온도 $22.6 \pm 1.1^\circ\text{C}$, 상대습도 $45 \pm 7.6\%$, 광도 $9.89 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Fluorescent lamp, Osram, Ansan, Korea), 일장 9/15h였다.

보존용액 처리 및 절화수명 조사

절화 보존용액으로는 대조구인 증류수(distilled water), 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) 10, 50, 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, silver thiosulfate (STS) 0.1, 0.2 mM, Chrysal (Chrysal Clear Universal, Chrysal International BV, Naarden, The Netherlands) 8 $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$, Floralife (FloraLife Express Clear 200, Smithers Oasis company, Cheonan, Korea) 10 $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 사용하였다. 각각의 보존용액은 삼각플라스크에 300 mL씩 분주한 후 실험 기간 동안 수분의 증발을 막기 위하여 입구 부분을 파라필름(PM992 Parafilm M, Whatman, Country of Origin, USA)으로 밀봉하였다. 실험구는 처리당 10개체씩 완전 임의배치 하였으며, 처리 당일부터 매일 절화수명, 수분흡수율, 생체중변화율을 조사하였다. 절화수명의 기준은 소화(floret) 또는 포엽(bract)이 절반 이상 마르거나 갈변된 시점으로 판단하였다. 수분흡수율과 생체중 변화율은 아래와 같은 식으로 계산되었으며 각 처리구는 절화수명 종료일까지 조사되었다(Chamani and Esmaeilpour, 2007).

$$\text{수분흡수율(vase solution uptake, mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}) = \frac{\text{일별 수분흡수량}}{\text{초기생체중}}$$

$$\text{생체중변화율(relative fresh weight, \%)} = \frac{\text{일별 생체중}}{\text{초기생체중}} \times 100$$

Table 1. Vase life in cut *Euphorbia jolkinii* Boiss. as influenced by different holding solutions

Holding solutions	Concentration	Vase life (days)
Control		10.4 a ^z
8-HQS	10 mg·L ⁻¹	10.8 a
	50 mg·L ⁻¹	10.2 a
	100 mg·L ⁻¹	9.0 c
STS	0.1 mM	10.1 ab
	0.2 mM	9.3 bc
Chrysal	8 ml	9.0 c
Floralife	10 ml	8.8 c

^zMean separation within columns by Tukey's HSD test ($P < 0.05$).

통계처리

실험결과 분석은 SAS 프로그램(SAS 9.0, SAS institute Inc., USA)을 사용하였으며, 유의성 검정은 Tukey의 다중검정 $P < 0.05$ 수준에서 분석하였다. 그래프는 Sigma plot system (version 10.0; systat software, Inc., IL, USA)을 이용하여 제시하였다.

결과 및 고찰

8-HQS의 암대극 절화 보존제로서의 영향을 알아보기 위해 실험한 결과, 절화수명은 대조구와 8-HQS 10, 50 mg·L⁻¹ 처리에서 각각 10.4, 10.8, 10.2 일로 처리 간 차이가 나타나지 않았다(Table 1). 반면 8-HQS 100 mg·L⁻¹에서는 9.0일로 다른 처리에 비하여 낮게 나타났다. 보존용액의 8-HQS 처리가 *Rosa hybrida* 'Beast'의 줄기갈변현상을 일으켰다는 결과(Lee and Kim, 2014)와 8-HQC 등의 살균제가 특정 농도 이상에서는 식물에 독성을 나타내었다는 연구결과(Van doorn *et al.*, 1989)를 미루어 보아, 8-HQS 100 mg·L⁻¹ 처리가 절화 암대극에 독성을 나타낸 것으로 보인다. 수분흡수율의 경우, 실험 7일 차까지 처리 간 차이가 나타나지 않았지만 8일 차부터 8-HQS 10 mg·L⁻¹에서 0.35 mL·g⁻¹·d⁻¹의 수분흡수율을 나타냈으며, 반면에 8-HQS 100 mg·L⁻¹에서는 0.17 mL·g⁻¹·d⁻¹의 수분흡수율을 나타내었다(Fig. 2A). 상대 생체중의 경우, 8-HQS 10 mg·L⁻¹에서 81.1%로 가장 높은 최종 상대 생체중을 나타냈으나, 8-HQS 100 mg·L⁻¹에선 최종 상대 생체중이 63.0%로 조사되었다(Fig. 3A). 8-HQS 10 mg·L⁻¹ 처리는 절화수명을 연장시키지 못했지만 상대생체중과 수분흡수율이 다른 처리에 비하여 높게 나타났다(Figs. 2 and 3). 이러한 결과는 8-HQS가 처리된 절화

프리지아의 수분흡수 증가(Stoddard and miller, 1962)와 절화 국화의 생체중이 증가되었다는 이전 연구결과(Kwon *et al.*, 1999)와 유사하였다. 이는 8-HQS가 기공개폐에 영향을 미쳐 증산을 억제시킨 결과 수분흡수와 생체중을 증가시켰을 것으로 판단된다(Rogers, 1973). 따라서 8-HQS 보존용액 처리는 10 mg·L⁻¹의 낮은 농도에서 상대생체중 및 수분흡수율을 다소 증가시키지만 절화수명 연장효과는 없는 것으로 판단되며, 100 mg·L⁻¹ 이상의 농도는 절화 암대극에 독성을 나타내는 것으로 보인다.

일반적으로 STS는 수확 직후에 전처리하여 살균, 에틸렌 발생을 억제하여 절화수명을 연장하고 꽃의 노화를 방지하는 것으로 알려져 있다(Ohkawa *et al.*, 1999; Song *et al.*, 1996). 본 연구에서는, STS를 전처리용액이 아닌 절화 보존용액으로서의 효과를 알아보기 위하여 STS 0.1, 0.2 mM을 보존용액으로 사용하였다. 절화수명은 대조구, STS 0.1, 0.2 mM 처리에서 각각 10.4, 10.1, 9.3일로 나타났다(Table 1). 대조구와 STS 0.1 mM에서 절화수명의 차이는 나타나지 않았으며, STS 보존용액 농도가 0.2 mM 이상에서는 유의하게 짧아졌다. 이러한 결과는 0.02 mM STS 보존용액 처리가 절화 장치에서 독성을 일으켜 절화 품질과 수명에 부정적인 영향을 미쳤으며(Sudaria *et al.*, 2017), STS 고농도 처리가 오히려 절화 프리지아의 품질을 감소시켰다는 이전 연구결과(Kwon *et al.*, 1999)와 유사하였다. 따라서 절화 암대극에서 STS 0.1 mM 이상의 보존용액 처리는 에틸렌 발생억제를 통한 절화수명 연장효과보다는 식물체에 독성 작용이 더 큰 것으로 판단된다. 절화 암대극의 수분흡수율은 STS 0.2 mM 보존용액 처리 시 8일차부터 다른 처리에 비해 값이 낮아져 최종 수분흡수율 0.022 mL·g⁻¹·d⁻¹를 나타냈다(Fig. 2B). 절화 암대극의 상대생체중은 STS를 처리한 보존용액

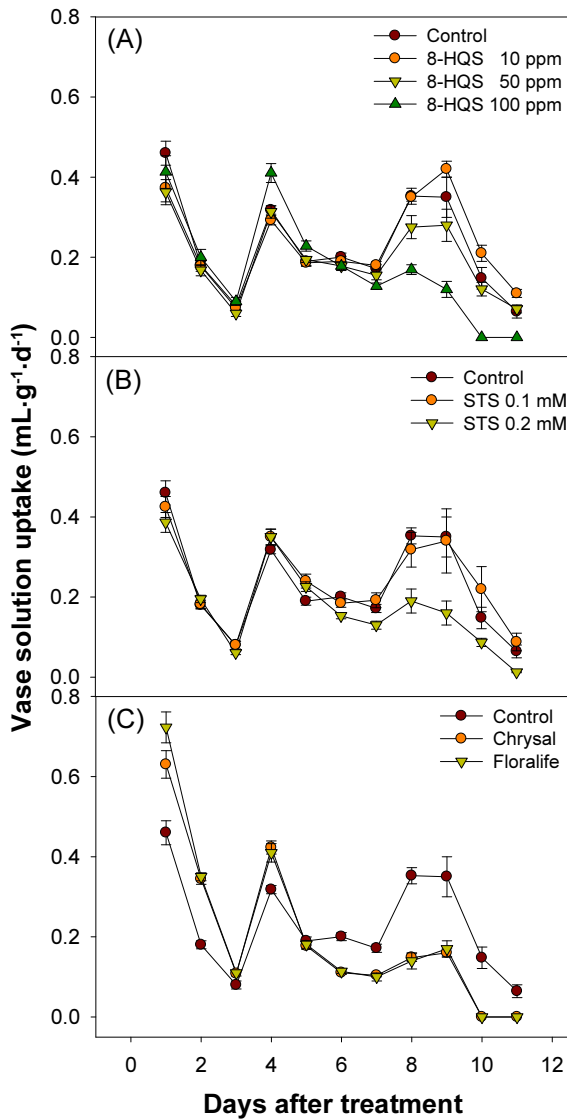


Fig. 2. Changes in vase solution uptake of cut flowers of *Euphorbia jolkinii* Boiss. as influenced by different holding solutions of 8-HQS (A), STS (B), and commercial solutions (Chrysal and Floralife) (C). Error bars are standard errors of the means (n = 10).

에서 8일째부터 감소하기 시작하였으나 최종 상대생체중은 처리 간 차이가 나타나지 않았다(Fig. 3B).

상업용 절화수명연장제를 보존용액으로 사용한 결과 대조구, Chrysal, Floralife 처리에서 절화 암대극의 수분흡수율은 6일 차부터 유의한 차이가 관찰되었으며 8일 차에 각각 0.35, 0.15, 0.14 mL·g⁻¹·d⁻¹로 처리 간에 가장 유의한 차이가 나타났다(Fig. 2C). 절화 암대극의 상대생체중은 대조구, Chrysal,

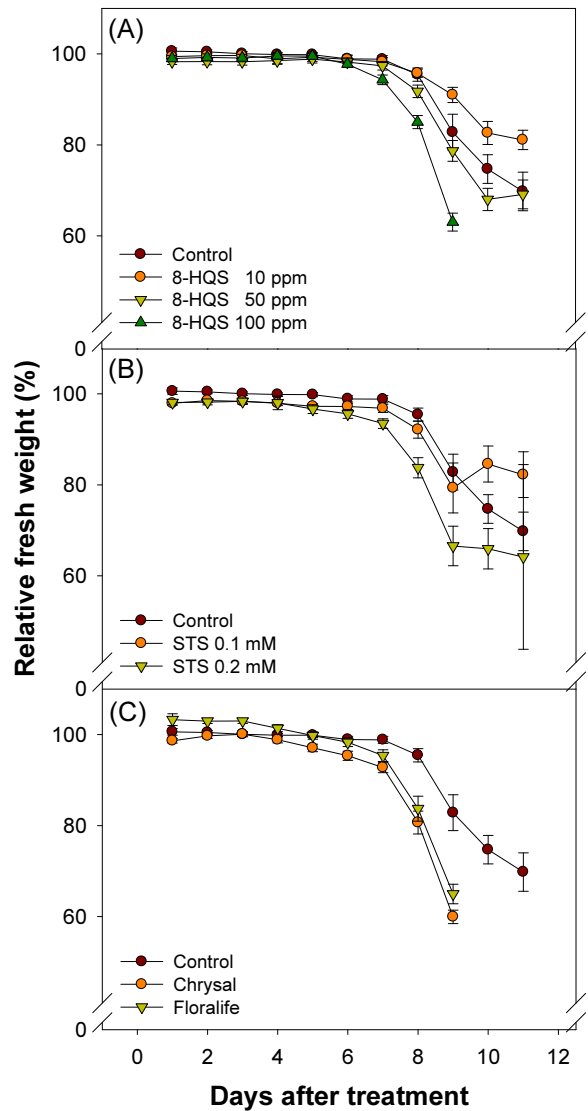


Fig. 3. Changes in relative fresh weight of cut flowers of *Euphorbia jolkinii* Boiss. as influenced by different holding solutions of 8-HQS (A), STS (B), and commercial solutions (Chrysal and Floralife) (C). Error bars are standard errors of the means (n = 10).

Floralife 처리에서 7일 차부터 유의한 차이가 나타나기 시작하여 9일 차에 각각 82.8, 59.9, 65.0%로 처리간 가장 유의한 차이가 조사되었다(Fig. 3C). 상대생체중은 수분균형과 상관관계가 있는 것으로 알려져 있는데(Kim *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2011), 본 실험 결과 절화 암대극의 상대생체중 변화가 전날의 수분흡수량에 영향을 받았던 것으로 판단된다. Chrysal 및 Floralife 처리 시 암대극의 절화수명이 무처리에 비해 유의하게 감소하였는데

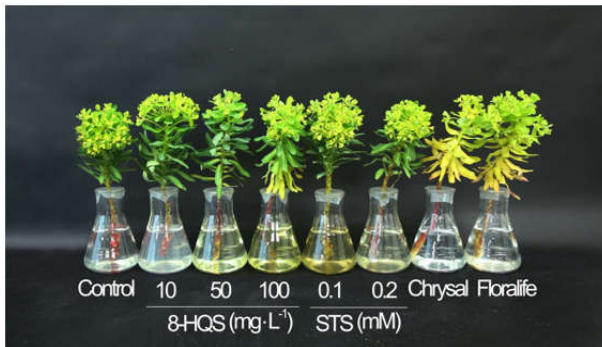


Fig. 4. Response of *Euphorbia jolkini* Boss. cut flowers according to different holding solutions at 9 days after treatment.

(Table 1 and Fig. 4), 이는 절화 암대극의 수분흡수율과 상대생체중의 감소가 절화수명에 영향을 미친 것으로 판단된다. 상업용 절화수명연장제를 사용한 이전 연구들에서 절화수명연장 효과가 있다고 다수 보고된 바 있으나(Ahmad *et al.*, 2014; Carlson and Dole, 2014; Dole *et al.*, 2009), Chrysal 보존용액 처리 시 절화 심비디움의 생체중이 무처리에 비해 유의하게 감소했다고 보고된 바 있다(Kim *et al.*, 2017). 또한, Chrysal가 처리된 절화 장미 ‘Saphir’ 품종에서 절화수명이 대조구에 비해 유의하게 감소되었던 반면, 절화 장미 ‘Red Sandra’ 품종에선 절화수명이 Chrysal 처리와 무처리에서 차이가 관찰되지 않았다. 이를 통해, 절화 종류 및 품종에 따라 상업용 절화수명연장제의 효과가 다르게 나타나는 것으로 판단된다.

결론적으로, 절화용 암대극에 있어서 살균제인 8-HQS, 에틸렌 억제제인 STS, 상업적 전처리제인 Chrysal, Floralife 보존용액 처리는 효과가 없으며, 오히려 절화수명 및 절화특성에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 판단된다. 다만, 이전 연구에서 3월에 수확한 암대극의 절화수명이 14일 이상 지속되었지만(Oh *et al.*, 2018), 본 연구에서는 10일 정도 지속되었다. 이는 쿠르쿠마 ‘Chianmail Pink’ 식물에서 화포가 벌어지기 시작하는 단계에서 수확한 절화가 화포가 벌어진 단계에서 수확한 절화보다 수명이 약 8일 정도 연장되었다는 결과(Hwang and Kim, 2014)와 절화 장미에서 5월에 수확한 절화가 6월에 수확한 절화보다 약 2배가량 수명이 유지되었다는 이전 연구결과(Cho *et al.*, 2001)를 미루어보아, 수확시기가 암대극 절화수명에 영향을 미치는 것으로 판단되며 추후 수확시기에 따른 절화수명 연구가 필요할 것으로 보인다. 이러한 결과들은 신 관상식물인 암대극의 절화수명 연장 연구에 있어 유용한 자료로 사용될 것이다.

적 요

본 연구는 기존에 절화용으로 개발되지 않았던 암대극을 새로운 관상식물로 개발하기 위해 수행되었다. 실험은 보존용액에 따른 절화 암대극의 영향을 구명하고자 수분흡수율, 절화수명, 상대생체중을 조사하였다. 수확 후 절화는 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) 10, 50, 100 mg · L⁻¹, silver thiosulfate (STS) 0.1, 0.2 mM, Chrysal, Floralife의 보존용액에 처리되었다. 실험은 온도 22.6°C, 상대습도 45%, 일장 9/15h, 광도 9.89 μmol · m⁻² · s⁻¹ 환경에서 수행되었다. 절화 암대극의 수분흡수율은 8-HQS 10 mg · L⁻¹ 보존용액에 처리 시 무처리된 절화보다 유의하게 높게 측정되었다. 그러나 절화 암대극의 수명은 무처리와 8-HQS 10 mg · L⁻¹ 보존용액 처리 시 차이가 관찰되지 않았다. 절화 수명은 STS 보존용액 처리 시 처리농도가 증가함에 따라 감소하였다. 절화 암대극의 상대 생체중은 상업용 절화수명연장제인 Chrysal 및 Floralife 보존용액 처리 시 무처리보다 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는 절화 암대극의 사용에 있어 유용한 자료가 될 것이다.

References

- Ahmad, I., J.M. Dole, Z. Vilorio and F.A. Blazich. 2014. Postharvest performance of cut carnation, chrysanthemum and rose as influenced by conventional and organic floral preservatives. *Biol. Agri. Hort.* 30:109-118.
- Carlson, A.S. and J.M. Dole. 2014. Determining optimal production temperature, transplant stage, and postharvest protocols for cut ‘Esprit’ Penstemon. *HortTechnology* 24: 71-75.
- Chamani, E. and B. Esmaeilpour. 2007. Thidiazuron effects on physiochemical characteristics of carnation during pre and postharvest periods. *J. Appl. Hort.* 9:115-117.
- Cho, M.S., S.J. Hwang and B.R. Jeong. 2001. Effect of cultivation method, harvest season and preservative solution on the quality and vase life of cut rose ‘Rote Rose’. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 19:71-77.
- Chung, Y.K. and Y.J. Kim. 2019. Analyze the status of native plants in Korea flower market and uses of floral decoration. *Korean Soc. Floral Art Design* 40:77-96.
- Dole, J.M., Z. Vilorio, F.L. Fanelli and W. Fonteno. 2009. Postharvest evaluation of cut dahlia, linaria, lupine, poppy, rudbeckia, trachelium, and zinnia. *HortTechnology* 19:593-

- 600.
- Hwang, S.A. and Y.A. Kim. 2014. Harvesting stage, exogenous ethylene, and water dipping time after harvest on quality of cut curcuma (*Curcuma alismatifolia*) flowers. *Flower Res. J.* 22:140-148.
- Kim, J.Y., J.A. Lee, W.J. Yoon, D.J. Oh, Y.H. Jung, W.J. Lee and S.Y. Park. 2006. Antioxidative and antimicrobial activities of *Euphorbia jolkini* extracts. *Korea J. Food Sci. Technol.* 38:699-706.
- Kim, S.Y., H.R. An, Y.S. Baek, M. Ramya and P.H. Park. 2017. Effects of preservatives on vase life of cut *Cymbidium* flowers bred in Korea. *Flower Res. J.* 25:70-76.
- Ku, B.S. and M.S. Cho. 2014. Vase life and quality as affected by various holding solution of cut *Hydrangea macrophylla*. *Flower Res. J.* 22:12-20.
- Korea National Arboretum (KNA). 2019. Accessed 27 February 2019 <http://www.nature.go.kr/main/Main.do>.
- Kwon, H.J., M.J. Hwang and K.S. Kim. 1999. Postharvest physiology and prolonging vase life of cut freesia (*Freesia refracta*) Korean J. Hort. Sci. Technol. 17:361-364.
- Lee, P.O., S.A. Hwang, M.P. Choi, Y.A. Kim and J.S. Lee. 2011. Effect of pretreatment and holding solution on vase life and quality of cut flowers of *Aster koraiensis* Nakai. *Flower Res. J.* 19:42-48.
- Lee, Y.B. and W.S. Kim. 2014. Antimicrobial effect of chlorine dioxide on vase life of cut rose 'Beast'. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 32:60-65.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (2018) 2017. Flower Cultivation Situation. Sejong, Korea.
- Ohkawa, K., Y. Kasahara and J.N. Sug. 1999. Mobility and effects on vase life of silver-containing compounds in cut rose flowers. *HortScience* 34:112-113.
- Oh, H.J., U.S. Shin, J.S. Lee, S.Y. Kim and S.Y. Lee. 2018. Evaluation of postharvest cut flower characteristics of a new ornamental crop known as *Euphorbia jolkinii* Boiss.. *Flower Res. J.* 26:132-141.
- Rabiza-Swider, J., E. Skutnik, A. Jędrzejuk and M. Ratuszek. 2015. Effect of postharvest treatments on the longevity of cut inflorescences of 'Rialto' oriental lily. *Folia Hort.* 27:161-168.
- Rogers, M.N. 1973. An historical and critical of postharvest physiology research on cut flowers. *Hort. Sci.* 8:189-194.
- Schouten, R.E., J.C. Verdonk and U. van Meeteren. 2018. Re-evaluating the role of bacteria in gerbera vase life. *Postharvest Biol. Technol.* 143:1-12.
- Shabanian, S., M.N. Esfahani, R. Karamian and L.S.P. Tran. 2018. Physiological and biochemical modifications by postharvest treatment with sodium nitroprusside extend vase life of cut flowers of two gerbera cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 137:1-8.
- Song, C.Y., C.S. Bang, S.K. Chung and D.C. Lee. 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of Asiatic hybrid lily. *Acta Hort.* 414:277-285.
- Stoddard, E.M. and P.M. Miller. 1962. Chemical control of water loss in growing plants. *Science* 137:224-225.
- Sudaria, M.A., A. Uthairatanakij and H.T. Nguyen. 2017. Postharvest quality effects of different vasesolutions on cut rose (*Rosa hybrid* L.). *IJAFLS.* 1:12-20.
- Su, J., Y. Nie, G. Zhao, D. Cheng, R. Wang, J. Chen, S. Zhang and W. Shen. 2019. Endogenous hydrogen gas delays petal senescence and extends the vase life of lisianthus cut flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 147:148-155.
- Van Doorn, W.G., K. Schurer and Y. De Witte. 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *J. Plant Physiol.* 134:375-381.

(Received 16 May 2019 ; Revised 31 July 2019 ; Accepted 1 August 2019)