RESEARCH ARTICLE https://doi.org/10.7235/HORT.20200009

절화 백합 'Woori Tower'의 수송방식에 따른 품질 비교 및 효과적인 습식용액 규명

오상임 · 이애경*

단국대학교 환경원예학과

Comparison of Transport Methods and Wet Shipping Solutions for Cut Lily 'Woori Tower'

Sang Im Oh and Ae Kyung Lee*

Department of Environmental Horticulture, College of Bio-resource Science, Dankook University, Cheonan 31116, Korea

*Corresponding author: akleekr@dankook.ac.kr

Abstract

The aims of the present study were to compare the quality of cut flowers of the lily (*Lilium longiflorum*) 'Woori Tower' when exported via dry transport (DT) and wet transport and to identify a wet shipping solution that would improve both the vase life and quality of the cut flowers. Cut 'Woori Tower' flowers were treated with tap water (TW), Chrysal AVB (C. AVB, 1 mL·L^{-1}), Chrysal SVB (C. SVB, 1 pill·3 L^{-1}), 1-methylcyclopropene kit (1-MCP, 2 mg·L^{-1}), GA_{4+7} + BA (100 mL·L^{-1}), Vital Oxide (V.O, 2 mL·L^{-1}), or H_2 water (HW, 1.5 mg·L^{-1}) as DT and wet shipping solutions. First and second flowers were in full bloom during the consumer stage (Day 7), with no significant differences between treatment groups. For the third flowers, only the C. SVB and GA_{4+7}+ BA treatment groups were in full bloom, and neither the control group nor the TW group had bloomed at all. The vase life of the C. SVB treatment group and the GA_{4+7} + BA treatment group were 9.5 and 9.0 d, respectively, which were longer by 1.8 to 2.3 d, and tilting, petal abscission, and yellowing occurred slightly less in these groups than in the DT group. In particular, the C. SVB treatment was associated with a higher fresh weight change rate and a longer positive water balance (9 d), which were effective for quality maintenance. Fewer bacteria were detected in the C. SVB treatment group than in the DT, TW, or wet shipping solution treatment groups, and the ethylene production of the C. SVB group was lower, thereby improving vase life and freshness. Therefore, wet shipping was more effective than DT in improving the quality of cut lily flowers. In addition, C. SVB was the most effective among the tested wet shipping solutions in improving vase life and flower quality, likely by inhibiting ethylene production and improving water balance.

Additional key words: cut flower, floricultural trade, longevity, postharvest physiology, wet distribution

Received: June 17, 2019
Revised: November 19, 2019
Accepted: December 8, 2019

OPEN ACCESS

HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
38(1):87-96, 2020
URL: http://www.hst-j.org

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2020 Korean Society for Horticultural Science.

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원 수출전략기술개발 "수출 유망 절화류(장미, 국화, 백합)의 습식유통시스템 구축"(과제번호: IPET 316016-04-4-HD040)의 지원에 의해 수행되었음.

서 언

국내산 절화 백합은 수출액이 2017년 기준 8,220 천불로 국내 화훼 수출액의 약 34%를 차지하고 있어

주요 수출 품목 중 하나이다(MAFRA, 2019). 2018년 국내산 절화 백합의 수출액은 6,922천불로 집계되었으며, 이중 일본으로 6,896천불을 수출하며 현재 전체 백합 수출량의 99%를 일본에 의존하고 있다(KITA, 2019). 현재, 국내산 절화 백합은 일본산에 비하여 수명이 짧고 품질이 떨어진다는 소비자 인식으로 인해 수출량이 점차 감소하고 있는 추세이다(Kim and Kim, 2015; KITA, 2019). 절화 백합은 소비자 단계에서 개화하지 않고 봉오리 상태이며 엽황화가 발생하지 않았을 때 상품가치가 높은 것으로 보고되었다(Lim et al., 2016). 절화는 수확 후 호흡과 생육이 이루어짐에도 불구하고 모체에서 분리되어 있기 때문에 영양분 및 수분 공급이 중단되어 수확 후 품질이 급속도로 떨어진다(Hwang et al., 2009). 특히, 절화수명을 단축시키는 여러 요인 중 에틸렌은 가장 부정적인 영향을 미치며(Kim et al., 2015; Ren et al., 2017), 절화 백합은 노화 시 자가촉매적으로 에틸렌이 발생하는 climacteric rise type 식물이다(Son and Suh, 1999). 에틸렌은 기체상태의 식물호르몬으로 세포막 투과성을 증가시키고, 세포 간의 결합력과 당의 흡수력을 떨어트려 노화를 촉진시키는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2016). 또한, 절화 백합의 꽃봉오리 및 잎 탈리와 엽록소 분해를 촉진시키는 것으로 보고되었다(Lee et al., 2004).

일본으로의 수출 기간은 약 3 - 5일이 소요되며, 이 과정에서 절화 백합이 불리한 환경에 노출되거나 적절한 수확 후 관리 기술이 적용되지 못할 경우 품질저하가 빠르게 발생하여 약 10 - 50%의 수확 후 손실이 발생하는 것으로 보고되었다(Lee and Lee, 2015). 현재, 절화 백합은 수출 시 건식으로 포장되며, 포장 후 건식 상태로 출하 전까지 저온 저장되어 일본으로 수송된다(Choi et al., 2018). 따라서 위와 같은 수확 후 손실을 감소시켜 고품질의 절화가 유통될 수 있도록 적절한 수송 환경 조성 및 수송 시 다양한 처리에 대한 연구가 필요하다. Lee and Kim(2016)은 오리엔탈 계통 절화 백합 'Siberia'와 'Medusa' 품종이 농가에서 출하되기 전 건식 저장 보다 Chrysal SVB를 이용한 습식 저장 시 일본 수출국에 도착하여 절화 백합 줄기의 휨 정도를 개선하고 절화수명이 2 - 4일 연장에 효과적이라 하였다. 또한, Lim et al.(2016)은 모의 수출환경에서 오리엔탈 계통 절화 백합인 'Medusa' 품종이 건식수송 보다 습식수송 시 절화수명이 2일 연장되어 품질 개선에 효과적이라 하였다. 그러나 이와 같은 연구는 오리엔탈 계통의 절화 백합 품종을 중심으로 이루어졌으며 수출 증대를 위해서는 새로운 품종들의 다양한 연구가 필요한 실정이다. 이에 따라 최근에는 오리엔탈 계통 외에 OT 계통에 대한 연구가 이루어졌으며, 수출 유망 품종인 'Zambesi'는 수송용 습식용액으로 tap water + 1 − MCP와 Chrysal AVB 처리 시 절화수명 연장 및 품질 유지에 우수한 것으로 보고되었다(Choi et al., 2018). 이 외에 국내에서 재배되고 있는 품종 중 수출 유망 품종으로는 longiflorum 계통의 절화 백합 'Woori Tower'가 있으며, 이 품종은 화훼 선진국인 네덜란드에게 로열티 8만 유로를 받고 있는 국내 육성 신품종이다. 'Woori Tower' 품종은 사계절 내내 식재 및 수확이 가능하고 출하까지 걸리는 기간이 짧아 수출에 유리하기 때문에 2015년 기준 일본으로 7천본을 수출할 정도로 수출 신품종으로 인기가 높아지고 있다(Na, 2017). 따라서, 본 연구는 모의 수출 수송 과정 적용을 통해 주요 수출 신품종인 longiflorum 계통의 절화 백합 'Woori Tower'의 건식수송과 수송용 습식용액에 따른 절화수명과 품질을 비교 분석하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구의 공시재료는 2016년 12월 경기도 광명 농가에서 비닐하우스내 토경 재배한 longiflorum 계통의 3륜화 'Woori Tower(*Lilium longiflorum* 'Woori Tower')' 품종을 수확하여 사용하였다. 개화하지 않고 봉오리 단계인 절화 백합을 수확하여 수돗물로 물올림 하였으며, 습식 상태로 단국대학교로 수송하였다.

수송 시 습식용액 처리

물올림한 절화 백합은 80cm로 재절단하고 줄기 하단 10cm의 하위엽을 제거하여 1단씩 묶음 작업 후 수출용 절화 장미 습식

종이 박스(22 × 22 × 88cm)를 이용해 습식용액을 처리하였다. 처리는 현재 절화 백합 수송 방법인 건식(dry transport, DT)과, 수돗물(tap water, TW), Chrysal AVB(Chrysal international, Netherlands, C. AVB) 1mL·L^{-1}, Chrysal SVB(Chrysal international, Netherlands, C. SVB) 1pill·3L^{-1}, 1-MCP kit(Farm Hannong Inc., Korea, 1-MCP) 2mg·L^{-1}, GA $_{4+7}$ + BA(Bidaewon, Youill corporation, Korea) 100mL·L^{-1}, Vital Oxide(Danbi Bio, Korea, V.O) 2mL·L^{-1}, H_2 water(Few rich hydrogen water, Hayannamoo B&H Inc., Korea, HW) 1.5mg·L^{-1}을 습식용액(wet shipping solution)으로 하였다. 1-MCP 처리는 TW 절화가 들어있는 박스에 상품으로 개발된 스틱형 1-MCP kit를 부러뜨려 외부와 공기가 차단되고 발생한 가스가 새어 나가지 않게 박스를 밀봉하였다. 또한, HW는 음용수로 판매되고 있는 제품을 구입하여 사용하였다. 이 후, 포장을 완료한 절화 백합은 일본으로 수출되는 모의 수송 환경을 적용하였으며, 선박 수송 과정과 검역 과정을 고려하여 습식포장 상태로 각각 5°C 저온고에 48시간 저장하고 상온에서 6시간 처리 후 수출국 경매장 단계인 수확 후 4일을 실험 1일로 하여 품질 조사를 실시하였다.

품질조사

절화 백합을 처리별로 균일하게 5개씩 선별하여 55cm로 재절단 후 증류수 500mL가 담겨있는 삼각 플라스크에 1개체씩 꽂아 품질 조사를 실시하였다. 품질은 개화단계, 절화수명 및 노화양상(Choi et al., 2018), 생체중 변화율, 수분 흡수량 및 수분균형, 엽록소함량, 에틸렌 및 박테리아 발생량을 조사하였다. 개화단계는 1 - 5 단계로 나누어 조사하였으며(Fig. 1), 절화수명은 꽃잎의 위조(wilting), 갈변(browning), 꽃잎 탈리(petal abscission), 엽황화(leaf yellowing) 현상 중 두 가지 이상의 노화현상(위조, 갈변, 엽황화 각각 30% 이상 발생, 꽃잎 탈리 2장 이상)이 발생하여 관상가치가 없는 시점으로 계산하였고, 노화양상은 발생 빈도를 백분율로 나타내었다. 생체중 변화율은 실험 첫날인 수확 후 4일인 실험 첫날을 기준으로 변화율로 조사하였으며, 수분흡수량은 전날 무게에서 당일 무게를 뺀 값으로 계산하였다. 또한, 수분균형은 전날의 용기와 용액 무게에서 당일의 용기와 용액 무게 및 자연 증발량을 뺀 값으로 증산량을 구하고, 용기와 용액, 생체중의 일별 변화량으로 흡수량을 구하여 흡수량과 증산량의 차로 계산하였다. 엽록소 함량은 Chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta, Japan)를 사용하여 2일 간격으로 잎 3매를 무작위로 측정하였으며, 박테리아 검정은 샘플을 3반복으로 3M Pipette Swab(3M Korea Ltd, Korea) 표면검사키트를 이용하여 줄기 끝 절단면에 용액을 묻혀 채취한 후, Petrifilm(3M Korea Ltd, Korea)에 채취한 용액을 분무하고 37°C에 24시간 배양하여 colony 수를 측정하였다. 에틸렌 발생은 12L 밀폐된 용기에 각 처리별로 3본씩 500mL 증류수가 담긴 플라스크에 꽂은 뒤 4시간 동안 밀봉하였다. 이후 1mL 내부공기를 채취하여 초기값을 측정하였으며, 2일간격으로 동일한 시간에 채취하여 Gas chromatograph(GC-2014, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. GC 분석은 TCD가 장착된 Shincarbon ST 컬럼을 이용하여, injection 온도 200°C, detector 온도 200°C로 하였다. 에틸렌의 standard gas 농도는 500mg·L^{-1}을 사용하였으며, 표준곡선을 작성하고 농도를 계산하였다. 또한, 시료의 에틸렌 발생량은 측정할 때마다 standard gas 농도를 측정하여 보정하였다.

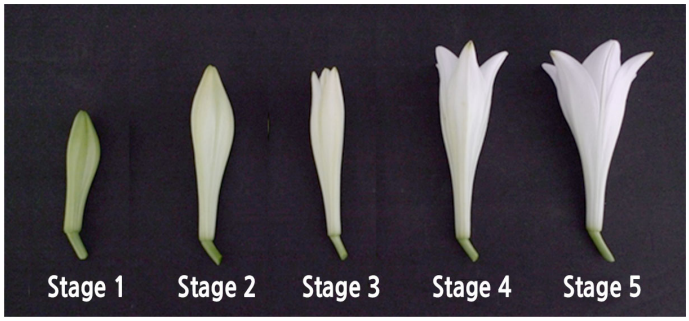

Fig. 1. Flowering stages of lily (*Lilium longiflorum* 'Woori Tower'). Stage 1, green bud; Stage 2, white bud; Stage 3, ≤ 50% blooming; Stage 4, ≥ 50% blooming; Stage 5, full blooming.

통계분석

본 연구는 각 처리당 5반복 완전임의 배치법으로 실시하였다. 모든 자료의 통계분석은 SAS ver. 9.0(SAS institute Inc., USA)를 사용하였으며, Duncan(Duncan's multiple ranges test)의 다중검정으로 $p \leq 0.05$ 수준에서 처리 간의 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

Longiflorum 계통 절화 백합 'Woori Tower'의 건식수송과 습식용액에 따른 개화단계를 조사한 결과, 모의 수송 과정 적용 후 경매장 시점인 실험 1일에는 처리구 모두 개화가 진행되지 않아 봉오리 상태인 것으로 조사되었다(Table 1). 이를 통해 건식수송과 습식수송 모두 조기 개화가 일어나지 않은 것으로 판단되며, 소비자 단계인 실험 7일에는 모든 처리구에서 1번화와 2번화의 개화 단계는 5단계로 모두 만개한 것으로 조사되었다. 그러나 3번화의 경우, DT와 TW 처리구에서는 각각 2.2 단계와 2.9 단계로 개화가 진행되지 않고 불개화 상태로 나타났으며, 유의성은 없었으나 C. AVB, 1-MCP, V.O 처리구는 봉오리 상태에 가까운 반면에 C. SVB 처리구와 GA_{4+7} + BA 처리구의 개화단계는 5단계로 만개하여 다른 처리보다 개화를 유도하는 경향을 보였다. 절화 백합은 수출국인 일본 경매장 단계에서 봉오리 상태로 유지되어야 하며, 소비자 단계에서는 모든 소화가 개화가 되어야 좋은 품질로 인정을 받는다(Choi et al., 2018). 이를 통해 건식 보다는 습식수송 시 절화 백합 'Woori Tower'의 개화를 유도하며, 특히 C. SVB와 GA_{4+7} + BA 처리는 3륜화 모두가 노화가 나타나기 전에 만개가 되었기 때문에 선도유지에 효과적인 것으로 판단된다. 수출용 절화 백합은 3륜이상으로 소화가 많이 달린 '일경다화' 이기 때문에 하위부에서 개화가 진행되는 동안 상위부는 봉오리 상태이며, 상위부가 개화가 될 때에는 하위부는 시들거나 탈리되어 관상가치가 없기 때문에 같은 시기에 개화가 이루어지게 하거나, 개화가 지속적으로 유지되는 것이 중요하다. 또한, 절화 백합은 꽃자루에 비해 봉오리가 큰 식물이기 때문에 순차적으로 개화하기 위해서 많은 수분과 신진대사물질인 당 공급이 필수적이다(Lee and Kim, 2016). 수확 후 절화의 꽃봉오리에 있는 탄수화물과 수분의 양은 완전한 개화를 하기에는 부족하며, 이를 보충하고자 절화는 광합성 및 수분 요

Table 1. Effect of dry transport and wet shipping solutions on flower opening stage of cut lily 'Woori Tower'

Treatments[z]	Flower opening stage					
	Day 1[y]			Day 7		
	1st flower	2nd flower	3rd flower	1st flower	2nd flower	3rd flower
DT	1.0 a[x]	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	2.2 b
TW	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	2.9 b
C. AVB	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	3.4 ab
C. SVB	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	5.0 a
1-MCP	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	3.7 ab
GA_{4+7} + BA	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	5.0 a
V.O	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	3.8 ab
HW	1.0 a	1.0 a	1.0 a	5.0 a	5.0 a	4.2 ab

[z]DT, dry transport; TW, tap water; C. AVB, Chrysal AVB 1 $mL \cdot L^{-1}$; C. SVB, Chrysal SVB 1 pill · 3 L^{-1}; 1-MCP, 1-MCP kit 2 $mg \cdot L^{-1}$; GA_{4+7} + BA 100 $mL \cdot L^{-1}$; V.O, Vital Oxide 2 $mL \cdot L^{-1}$; HW, H_2 water 1.5 $mg \cdot L^{-1}$. TW, C. AVB, C. SVB, 1-MCP, GA_{4+7} + BA, V.O and HW are shipping solutions used in wet transport.

[y]Day 1: the 4th day after harvest and the time of the auction in Japan; Day 7: the 11th day after harvest and the point of view of consumers in Japan.

[x]Mean separation within columns by Duncan's multiple ranges test at $p \leq 0.05$ (n = 5).

구도가 증가하게 된다(Kim and Lee, 2001). 이에 따라, 절화 백합의 개화율을 높이고 품질을 유지하기 위해서는 건식수송 보다는 습식수송이 효과적일 것으로 판단된다. 본 연구에서 습식용액으로 사용된 C. SVB는 상업용 절화 보존제로 탄수화물의 공급원과 살균제 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며(Chrysal, 2018), GA_{4+7} + BA는 생장조절물질로 화기 발육뿐 만 아니라 개화 촉진에 영향을 미치는 것으로 연구되었다(Mulligan and Patrick, 1979; Son et al., 1995). 따라서, 습식용액으로 C. SVB와 GA_{4+7} + BA 처리는 절화 백합 'Woori Tower'의 개화를 촉진시켜 품질 향상에 효과적인 것으로 판단된다.

절화수명 및 노화양상을 조사한 결과, C. SVB와 GA_{4+7} + BA으로 습식수송한 처리구의 절화수명은 각각 9.5일과 9.0일로 DT 보다 1.8–2.3일, TW 처리구 보다 1.4–1.9일 연장되어 절화수명에 효과적인 것으로 조사되었다(Table 2). 이는 절화 백합 'Zambesi'의 건식수송 보다 Chyrsal SVB 습식수송 시 절화수명이 2일 연장되었다는 연구 결과와 일치하였으며(Choi et al., 2018), 절화 백합 longiflorum 계통 'Georgia' 품종은 수확 후 에틸렌 억제제인 STS 처리보다 GA_{4+7} + BA 처리 시 절화수명 연장에 효과적이었다는 연구 결과와 같았다(Byun et al., 2004). 또한, 절화수명이 연장되었던 C. SVB와 GA_{4+7} + BA 처리구는 노화양상에서 꽃잎의 갈변과 엽황화가 발생하지 않았으며, 다른 처리보다 꽃의 위조와 꽃잎 탈리가 각각 60%와 20%로 다소 적게 발생하는 것으로 조사되었다. 절화의 노화지연에 있어 탄수화물과 수분 공급은 필수적이며, 탄수화물은 수분의 이동을 돕는 역할 뿐 만 아니라 에너지원으로 작용하는 중요한 요인이다(Kaltaler and Steponkus, 1974; van Doorn, 1999). 이를 통해 수송용 습식용액으로 사용한 C. SVB의 탄수화물 성분(Lee and Kim, 2016)과 줄기로부터 대사에 필요한 유용 물질의 이동을 촉진시키는 GA_{4+7} + BA (Son et al., 1993)의 역할로 인해 절화 백합 'Woori Tower'의 노화를 지연시키고 품질을 유지시켜 절화수명 연장에 영향을 미친 것으로 판단된다.

엽록소 함량을 조사한 결과, DT와 TW 처리구의 절화수명 시점인 실험 7일의 엽록소 함량은 다른 처리구보다 낮은 것으로 나타났으며 이는 노화양상에서도 엽황화가 발생한 결과와 일치하였다(Tables 1 and 2). 이를 통해 건식수송과 습식수송 중 TW 처리는 절화 백합의 품질 유지에 어려움이 있으며, 절화수명이 다소 연장되었던 GA_{4+7} + BA 처리는 단백질 손실과 클로로필 파괴를 억제하여 잎의 황화와 노화를 감소시킨다고 하였다(D'hont et al., 1991). 또한, C. SVB의 성분인 당과 살균제, 호르몬 처리의 혼합 성분이 절화 백합 'Casa Blanca' 품종의 엽황화가 억제되었다는 연구 결과와 유사하였다(Hwang et al., 2009).

절화 백합 'Woori Tower'의 생체중 변화율을 조사한 결과, DT는 실험 5일까지 증가한 후 감소하여 습식수송 처리구보다 낮

Table 2. Effect of dry transport and wet shipping solution on senescence type, vase life and chlorophyll contents of cut lily 'Woori Tower'

Treatments[z]	Vase life (Days)	Senescence (%)				Chlorophyll contents[y] (SPAD value)
		Wilting	Browning	Petal abscission	Leaf yellowing	
DT	7.2 b[x]	100	20	100	80	35.6 b
TW	7.6 b	100	20	100	80	41.9 b
C. AVB	8.7 ab	80	0	40	0	52.8 a
C. SVB	9.5 a	60	0	20	0	55.2 a
1-MCP	8.5 ab	80	0	60	0	52.4 a
GA_{4+7} + BA	9.0 a	60	0	20	0	53.6 a
V.O	8.2 ab	100	0	80	0	54.2 a
HW	8.2 ab	100	0	80	0	53.8 a

[z]DT, dry transport; TW, tap water; C. AVB, Chrysal AVB 1 $mL \cdot L^{-1}$; C. SVB, Chrysal SVB 1 pill · 3 L^{-1}; 1-MCP, 1-MCP kit 2 $mg \cdot L^{-1}$; GA_{4+7} + BA 100 $mL \cdot L^{-1}$; V.O, Vital Oxide 2 $mL \cdot L^{-1}$; HW, H_2 water 1.5 $mg \cdot L^{-1}$. TW, C. AVB, C. SVB, 1-MCP, GA_{4+7} + BA, V.O and HW are shipping solutions used in wet transport.

[y]measured on the day of senescence, the 7th day of the experiment.

[x]Mean separation within columns by Duncan's multiple ranges test at $p \leq 0.05$ (n = 5).

은 것으로 조사되었으나, 절화수명이 다소 연장되었던 C. SVB 처리구는 실험 7일까지 증가한 후 감소하여 다른 처리구보다 높게 유지하는 것으로 조사되었다(Fig. 2A). 수분흡수량을 조사한 결과, 모든 처리구가 실험 3일부터 감소하는 경향으로 나타났으며, 특히, DT는 다른 처리구보다 실험 3일에 다소 높은 수분흡수량을 보였으나 실험 9일에는 가장 낮은 것으로 조사되었다(Fig. 2B). DT는 실험 3일에 생체중이 초기값보다 증가하여 수분흡수량이 다른 처리구 보다 높았으며 이는 건식수송한 절화 백합의 생체중이 증가하였다는(Choi et al., 2018) 연구 결과와 유사하였고 절화 백합이 건식으로 수송되면서 수분이 부족한 상태에서 수분 공급이 이루어짐에 따라 생체중 변화율이 증가한 것으로 보고되었다. 수분균형을 조사한 결과, 수분흡수량과 비슷한 경향을 보였으며, DT는 절화수명 시점인 실험 7일에 부(-)의 값으로 떨어져 실험 9일에는 수분균형이 가장 낮은 것으로 조사되었다(Fig. 2C). 그러나 높은 생체중 변화율과 절화수명이 다소 연장된 C. SVB 처리구는 실험 9일에 부(-)의 값으로 떨어져 다른 처리구보다 품질 유지에 효과적인 것으로 나타났다. 수분균형이 부(-)의 값으로 감소되는 것은 증산량이 수분흡수량보

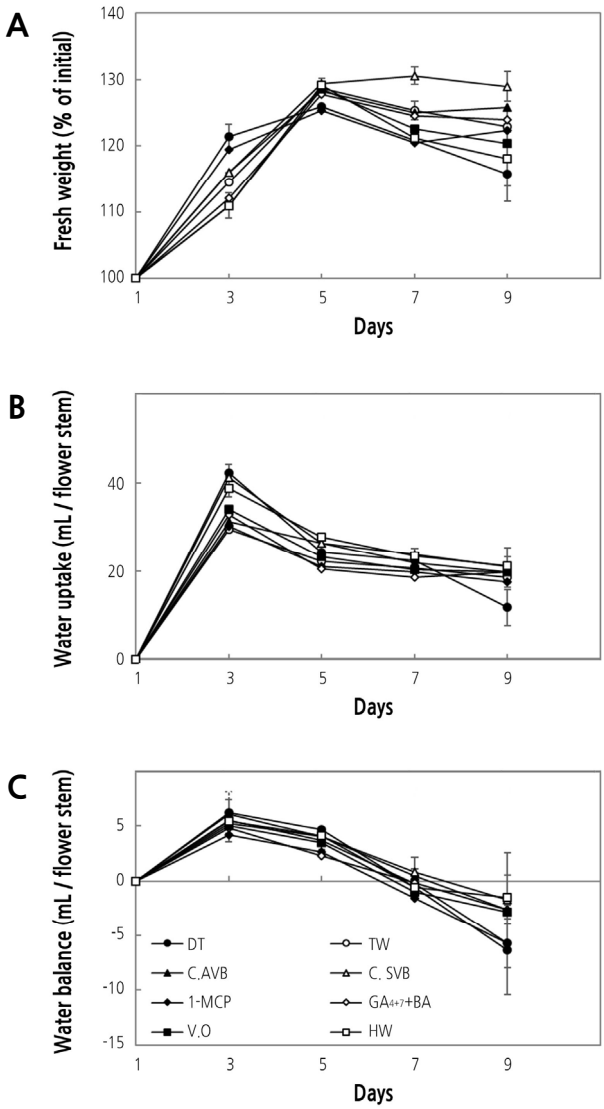

Fig. 2. Changes in fresh weight (A), water uptake (B), and water balance (C) of cut lily 'Woori Tower' as influenced by dry transport and wet shipping solution. DT, dry transport; TW, tap water; C. AVB, Chrysal AVB 1 mL·L^{-1}; C. SVB, Chrysal SVB 1 pill · 3 L^{-1}; 1-MCP, 1-MCP kit 2 mg·L^{-1}; GA $_{4+7}$ + BA 100 mL·L^{-1}; V.O, Vital Oxide 2 mL·L^{-1}; HW, H_2 water 1.5 mg·L^{-1}. TW, C. AVB, C. SVB, 1-MCP, GA $_{4+7}$ + BA, V.O and HW are shipping solutions used in wet transport. Vertical bars indicate the standard error (n = 5).

다 높아 수분스트레스가 발생한 시점으로 이러한 현상이 지속되면, 식물의 생리활성이 감퇴되어 품질 저하가 나타나는 것으로 연구되었다(Marousky, 1972). 절화는 신진대사에 필요한 영양분과 수분이 일시적으로 중단되어 있는 상태이며, 외부의 모든 스트레스에 노출되어 있기 때문에 품질을 향상시키기 위해 수분과 당 공급이 요구된다(Hwang et al., 2009). 그러나 건식수송한 절화 백합은 수확 후 일본 도착하기까지 약 3 - 5일의 기간 동안 수분 공급이 원활히 이루어지지 않아 습식수송한 절화 백합보다 수분균형이 빠른 시간 내에 부(-)의 값으로 떨어져 차이가 나는 것으로 판단된다. 따라서, 건식수송 보다는 습식수송이 품질 유지에 효과적이며, C. SVB 처리가 절화 백합 'Woori Tower'의 생체중 변화율과 수분흡수량 및 수분균형에 영향을 미쳐 조기 개화 지연과 절화수명 연장에 효과적인 것으로 판단된다.

습식용액에 따라 수출국 경매장 시점인 실험 1일과 소비자 단계이며 노화시점인 실험 7일의 박테리아 검정 결과, 실험 1일에는 DT와 TW에서 다른 처리구보다 박테리아가 다소 발생하였으나 C. AVB와 1-MCP, GA_{4+7} + BA 처리구와 유의적 차이가 거의 없는 것으로 조사되었다(Table 3). 또한, 실험 7일에는 실험 1일과 같이 DT와 TW 처리구에서 발생하였으며 이 외에 1-MCP 처리구에서 다소 많이 나타났으나 C. AVB, GA_{4+7} + BA, HW 처리구와 차이가 없는 것으로 조사되었다. 박테리아는 절화의 수분 흡수를 감소시키는 주요 원인 중 하나로, 물속에 꽂아 둘 시 줄기 절단면에 미생물이 침입하여 도관을 막고 이는 수분의 이동을 억제시킨다(Kim et al., 2015). 절화 장미의 경우 박테리아 발생량이 368 no./stem 정도 검출되었을 때 도관 막힘이 일어나 절화수명이 단축되었다고 하였으나(Oh et al., 2018) 본 연구에서는 Table 3과 같이 절화 백합 'Woori Tower'의 박테리아 검정 후 발생 개수가 품질 저하가 일어날 만큼 다량으로 검출되지 않은 것으로 조사되었다. 이를 통해, 절화수명이 다른 처리구보다 다소 연장된 GA_{4+7} + BA 처리구에서 박테리아가 발생한 것으로 보아 절화 백합 'Woori Tower'는 낮은 수준의 박테리아 발생은 도관 막힘과 절화수명 단축에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

절화 백합 'Woori Tower'의 습식용액에 따른 에틸렌 발생량은 모든 처리구가 실험 5일까지 점차 증가하여 노화가 나타난 시점인 실험 7일부터 감소하는 경향이 나타났다(Fig. 3). DT는 습식수송 처리구에 비해 초기부터 높은 수치를 나타냈으며, 1-MCP 처리구와 C. AVB, C. SVB 처리구는 다소 낮은 에틸렌 발생량을 보이면서 DT 보다 에틸렌 발생 억제에 효과적인 것으로 조사되었다. 또한, 실험 5일과 노화 시점이고 수분균형이 부(-)의 값으로 떨어지는 실험 7일에는 C. AVB, C. SVB 처리구가 다른 처리구보다 에틸렌 발생량이 낮은 것으로 나타내어 품질 유지에 효과적인 것으로 나타났다. 절화 백합은 에틸렌에 민

Table 3. Number of colonies detected from cut lily 'Woori Tower' treated with dry transport or wet shipping in various solutions under simulated transportation conditions. Bacterial samples were incubated for 24 hours at 37°C (n = 3)

Treatments[z]	Colony (no./stem)	
	Day1[y]	Day7
DT	3.0 a[x]	232 a
TW	3.0 a	258 a
C. AVB	1.0 ab	157 ab
C. SVB	0.0 b	97 b
1-MCP	1.0 ab	212 a
GA_{4+7} + BA	1.0 ab	102 ab
V.O	0.0 b	99 b
HW	0.0 b	101 ab

[z]DT, dry transport; TW, tap water; C. AVB, Chrysal AVB 1 mL·L^{-1}; C. SVB, Chrysal SVB 1 pill · 3 L^{-1}; 1-MCP, 1-MCP kit 2 mg·L^{-1}; GA_{4+7} + BA 100 mL·L^{-1}; V.O, Vital Oxide 2 mL·L^{-1}; HW, H_2 water 1.5 mg·L^{-1}. TW, C. AVB, C. SVB, 1-MCP, GA_{4+7} + BA, V.O and HW are shipping solutions used in wet transport.

[y]Day 1: the 4th day after harvest and the time of the auction in Japan; Day 7: the 11th day after harvest and the point of view of consumers in Japan.

[x]Mean separation within columns by Duncan's multiple ranges test at $p \leq 0.05$ (n = 3).

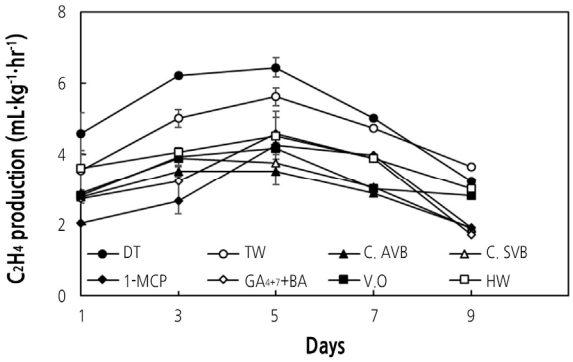

Fig. 3. Effect of dry and wet shipping solutions on the ethylene content of cut *Lilium longiflorum* 'Woori Tower' flowers. DT, dry transport; TW, tap water; C. AVB, Chrysal AVB 1 mL·L^{-1}; C. SVB, Chrysal SVB 1 pill · 3 L^{-1}; 1-MCP, 1-MCP kit 2 mg·L^{-1}; GA $_{4+7}$ + BA 100 mL·L^{-1}; V.O, Vital Oxide 2 mL·L^{-1}; HW, H_2 water 1.5 mg·L^{-1}. TW, C. AVB, C. SVB, 1-MCP, GA $_{4+7}$ + BA, V.O and HW are shipping solutions used in wet transport. Vertical bars indicate the standard error (n = 3).

감한 식물로, 내성 에틸렌에 의해 수확 직 후 호흡 증대와 노화가 급격이 진행되는 작물이다(Son and Suh, 1999). 1-MCP 1.5mg·L^{-1}로 수확 후 전처리 시 절화 심비디움(Kim et al., 2016)과 절화 백합 'Siberia'(Kim et al., 2015)의 절화수명 연장 및 품질 유지에 효과적인 것으로 보고되었다. 그러나 본 연구에서는 절화 백합 'Woori Tower' 의 1-MCP 처리 시 실험 3일까지 에틸렌 발생량이 다른 처리에 비해 적었으나 이후 C. AVB, C. SVB 처리구의 에틸렌 발생량이 더 적었다(Fig. 3). 이를 통해 수확 후 처리 단계와 백합의 계통 및 품종에 따라 에틸렌 발생량 제어에 적합한 처리가 다른 것으로 판단된다. C. AVB와 C. SVB는 에틸렌에 민감한 작물에 사용하는 수확 후 처리제로 백합, 프리지아 등 구근식물의 에틸렌 피해를 예방하고 잎의 선도 유지 및 봉오리 및 꽃의 발달에 효과적인 것으로 알려져 있다(Lim et al., 2016; Chrysal, 2018). 이는 용액의 정확한 성분은 알려져 있지 않으나 탄수화물과 살균제, 에틸렌 발생 억제제와 같은 성분이 포함되어 C. AVB와 C. SVB를 습식용액으로 사용 시 절화 백합 'Woori Tower'의 에틸렌 생성을 억제시키고 노화 지연에 효과적인 것으로 판단된다. 특히, 이 중 C. SVB는 절화 수명 연장 및 수분균형 유지와 함께 에틸렌 억제에 효과적이기 때문에 노화 지연과 품질 유지에 다른 처리보다 더 효과적일 것으로 판단된다.

따라서, 고품질의 절화 백합을 유통시키고 수출국 경매장 시점에서 국내산 절화의 신뢰도 증가와 높은 경쟁력 유지를 위해 봉오리 개화를 지연시키고자 건식수송을 하고 있으나 본 연구에서는 건식수송 보다 습식수송 시 선도유지 및 품질에 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 절화 백합 'Woori Tower'가 품질이 저하되는 것은 박테리아 발생으로 인한 도관 막힘 보다는 에틸렌 발생으로 인한 봉오리 불개화 현상과 꽃잎 탈리로 판단되며, 식물체 내의 호르몬 조절과 탄수화물 공급으로 높은 수분 균형유지를 통해 노화를 지연시킨다면, 절화수명 및 품질 연장에 효과적일 것으로 판단된다. 이에 따라, 건식수송 보다는 습식수송이 절화 백합의 품질 향상에 효과적이며, 습식용액으로 C. SVB와 GA_{4+7} + BA 처리가 절화 백합 'Woori Tower'의 선도 유지에 효과적일 것으로 판단된다. 특히, C. SVB 처리는 에틸렌 발생을 억제하여 수분흡수에 긍정적인 영향을 미쳐 생체중을 증가시키고 높은 수분균형 유지를 통해 갈변과 엽황화 발생을 낮추어 절화수명 연장 및 품질 유지에 효과적인 것으로 판단된다.

초 록

본 연구는 수출용 절화 백합 'Woori Tower'의 건식수송과 습식수송에 따른 품질을 비교하고, 절화수명 연장 및 품질 향상을 위한 적정 습식용액을 구명하고자 수행하였다. 실험재료로는 longiflorum 계통의 절화 백합 'Woori Tower'(*Lilium longiflorum* 'Woori Tower')를 사용하였다. 처리는 건식(dry transport, DT)과 습식용액으로 수돗물(tap water, TW),

Chrysal AVB(C. AVB) 1mL·L^{-1}, Chrysal SVB(C. SVB) 1pill·3L^{-1}, 1-MCP kit(1-MCP) 2mg·L^{-1}, GA $_{4+7}$ + BA 100mL·L^{-1}, Vital Oxide(V.O) 2mL·L^{-1}, H_2 water(HW) 1.5mg·L^{-1}으로 하였다. 조사 결과, 소비자 단계(실험 7일)에서 1번화와 2번화는 모두 만개하였으나 처리 간의 유의한 차이가 없었다. 3번화의 경우 C. SVB 처리구와 GA_{4+7} + BA 처리구만 만개하였으며, 대조구와 TW 처리구에서 불개화 현상이 나타난 것으로 조사되었다. 절화수명 조사결과, C. SVB 처리구는 9.5일, GA_{4+7} + BA 처리구는 9.0일로 대조구보다 1.8 – 2.3일 연장되었으며, 위조 및 꽃잎 탈리와 엽황화가 다소 적게 발생되었다. 특히, C. SVB 처리구는 생체중 변화율이 높게 유지되었고, 수분균형이 실험 9일에 부(-)의 값으로 떨어지며 품질 유지에 효과적이었다. C. SVB 처리구는 건식수송과 TW 처리구보다 박테리아가 적게 검출되었으며, 에틸렌 발생량 또한 적게 나타나 절화수명 및 선도유지에 효과적인 것으로 판단된다. 따라서, 습식수송이 건식수송에 비하여 절화 백합의 품질 향상에 효과적인 것으로 판단된다. 특히, 습식용액으로 C. SVB는 에틸렌 발생을 억제하고 높은 수분균형 유지를 통해 갈변과 엽황화 발생을 낮추어 절화수명 및 품질에 효과적인 것으로 판단된다.

추가 주요어 : 절화, 화훼 수출, 절화수명, 수확 후 생리, 습식유통

Literature Cited

Byun MS, Han IJ, Kim KW (2004) Prolongation vase life in cut *Lilium longiflorum* 'Georgia' by ethylene inhibitors and plant growth regulators. Korean J Hortic Sci Technol 22:236-241

Choi SY, Lee JH, Lee AK (2018) Comparison of pretreatments and shipping solutions for *Lilium* OT hybrid 'Zambesi' export. Hortic Sci Technol 36:876-884. doi:10.12972/kjhst.20180085

Chrysal (2018) Chrsay SVB. https://www.chrysal.com/products/chrysal-svb. Accessed 24 July 2019

D'hont K, Langeslag J, Dahlhaus B (1991) The effect of different growth regulators and chemical treatments used during postharvest for preserving quality of chrysanthemums. Acta Hortic 298:211-214. doi:10.17660/ActaHortic.1991.298.25

Hwang SA, Lee PO, Lee JS (2009) Effect of holding solutions on vase life and sugar content during flower senescence of cut *Lilium* Oriental hybrid 'Casa Blanca'. Korean J Hortic Sci Technol 27:263-268

Kaltaler REL, Steponkus PL (1974) Uptake and metabolism of sucrose in cut roses. J Am Soc Hortic Sci 99:490-459

Kim AY, Lee JS (2001) Vase life and water balance of cut rose cultivars as affected by preservative solution containing sucrose, 8-hydroxyquinolince sulfate, ethionine, and aluminum sulfate. J Kor Soc Hortic Sci 42:325-330

Kim JH, Kim MS, Hong LB, Suh JK (2015) Effect of 1-MCP pre-treatment on postharvest quality of cut *Lilium* Oriental hybrid 'Siberia' Flower. J Korean Soc People Plant Environ 18:241-247. doi:10.11628/ksppe.2015.18.4.241

Kim MS, Suh JK, Kim KS (2016) Effect of postharvest 1-MCP pre-treatment on the quality and freshness maintenance of cut flower cymbidium 'In the mood'. Flower Res J 24:188-195. doi:10.11623/frj.2016.24.3.03

Kim SH, Kim JT (2015) Analysis on the production and consumption of the cut lily bulb in world market. J Agric Sci 42:73-79. doi:10.7744/cnujas.2015.42.1.073

Lee HJ, Kim WS (2016) Effects of pretreatment on quality and vase life of cut lily flowers exported to Japan. Flower Res J 24:110-116. doi:10.11623/frj.2016.24.2.05

Lee JH, Lee AK (2015) Analysis of conveyance environment and pre-treatment on quality maintenance of cut *Dendranthema grandiflorum* 'Baekma' during ship export to Japan. Korean J Hortic Sci Technol 33:697-704. doi:10.7235/hort.2015.15055

Lee JS, Hwang SA, Lee PO, Suh JK (2004) Effects of ethylene exposure and STS pretreatment on vase life quality of cut *Lilium* Oriental hybrids 'Casa Blanca'. J Kor Flower Res Soc 12:221-226

Lim MK, Lee SC, Kim WS (2016) Effects of pretreatment and wet storage on quality and vase life of cut lily flowers under simulated exportation. Flower Res J 24:140-144. doi:10.11623/frj.2016.24.2.09

Marousky FJ (1972) Water relations, effects of floral preservative on bud opening and keeping quality of cut flower. Hortic Sci 7:114-116

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (2019) Major statistics for agriculture, food and rural affairs 2018. Sejong, Korea

Mulligan DR, Patrick JW (1979) Gibberellic-acid-promoted transport of assimilates in stems of *Phaseolus vulagris* L. Planta 145:233-238. doi:10.1007/BF00454446

Na SS (2017) Monthly horticulture. Horticulture, Seoul, Korea, pp 112-113

Oh SI, Lee JH, Lee AK (2018) Pretreatments and MEFI applications for improving postharvest quality of cut spray *Rosa hybrida* L. 'Lovely Lydia'. Hortic Sci Technol 36:237-244. doi:10.12972/kjhst.20180024

Ren PJ, Jin X, Liao WB, Wang M, Niu LJ, Li XP, Zhu YC (2017) Effect of hydrogen-rich water on vase life and quality in cut lily and rose flowers. Hortic Environ Biotechnol 58:576-584. doi:10.1007/s13580-017-0043-2

Son KC, Gu EG, Chae SC (1995) Effect of pulsing solutions on the flower opening and senescence of cut *Gypsophils paniculata* L. J Kor Soc Hortic Sci 36:273-280

Son KC, Han MS, Choi JJ (1993) Effect of GA, BA, and pre STS treatment on the longevity of cut *Lilium* Oriental hybrid 'Casa Blanca'. J Kor Flower Res Soc 2:33-40

Son KC, Suh JN (1999) Ethylene production in *Lilium* Oriental hybrid 'Casa Blanca' florets during the vase life. J Kor Soc Hortic Sci 40:467-469

The Korea International Trade Association (KITA) (2019) Trade statistics of Korea. http://www.kita.net/statistic. Accessed 12 June 2019

van Doorn WG (1999) Role of soluble carbohydrates in flower senescence: A survey. Acta Hort 543:179-183. doi:10.17660/ActaHortic.2001.543.21