

절화 프리지아의 수확 후 생리 및 수명연장에 관한 연구

김기선 · 권혜진
(서울대학교 농업생명과학대학 원예학과)

Postharvest physiology and prolonging vase life of cut freesia (*Freesia refracta*)

Ki-Sun Kim · Hye-Jin Kwon
Dept. Horticulture, Coll. of Agriculture and Life Science,
Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

적 요

본 실험은 1) 절화 프리지아의 수확 후 생리를 연구하며, 2) 수확 후 화학물질의 처리효과를 규명하고, 3) 프리지아의 수명연장과 품질 증진을 위해 수확 후 재배자가 바로 한번만 처리해도 소비자가 손쉽게 고품질의 꽃을 감상할 수 있는 기술을 개발하는데 그 목적이 있다.

1. Sucrose 처리로 개화율의 증진과 생체중 증가효과를 기대할 수 있으며, BA와 8-HQS는 절화의 수분흡수를 좋게 해주어 품질 증진에 효과가 있었다. STS의 경우 단독 처리로 현저한 수명연장 효과는 없었으나, 혼합처리 시 수명연장에 효과를 기대할 수 있다.

2. STS 2mM을 30분 전처리후 sucrose 10%+BA 20ppm+8-HQS 300ppm 용액에 20시간 처리한 경우가 절화 프리지아의 수명연장과 품질 향상에 가장 좋은 효과를 보였다. 혼합용액의 전처리로 수명을 16.7% 연장시켰고, 개화율(26.5%), 화경, 생체중, 수분흡수량, 카로티노이드 함량을 증가시켰으며, 에틸렌 생성과 호흡은 감소시켰다. 또한, STS 2mM+(sucrose 10%+BA 10ppm+8-HQS 300ppm) 처리에서도 수명을 연장시키고 품질을 증진시키는데 매우 좋은 효과를 보였다.

3. STS 2mM+(sucrose 10%+BA 20ppm+8-HQS 300ppm) 용액 처리시 프리지아의 lipoxygenase(LOX) 활성을 지연시키고 그 peak를 낮추는 효과를 나타내었다. 즉, 노화와 관련되어 있다고 알려진 LOX의 활성을 낮춤으로써 혼합용액의 수명연장 효과를 설명할 수 있었다. Phenidone은 재배자 입장에서 절화수명연장제로서의 가치가 인정되지 않았다.

4. STS 2mM+(sucrose 10%+BA 20ppm+8-HQS 300ppm) 용액 처리시, sucrose에 의해 조직 내 삼투압 농도를 증가시켜 초기 수분흡수는 감소시켰으나, 8-HQS 처리로 도관내 미생물 증식을 효과적으로 억제하여 수분흡수를 일정하게 유지시킬 수 있었다.

주요어 : 프리지아, 절화수명, sucrose, benzyadenine(BA), lipoxygenase, 8-HQS, STS, SEM, 수확후 생리, phenidone, 에틸렌, 호흡률

I. 서 론

프리지아는 붓꽃과에 속하는 추식구근으로 화색이 다양하고 향기가 있어 꽃다발 등 선물용으로 최근 수요가 많은 꽃이다. 분화가 주를 이루는 겨울철 절화가 부족한 시기에 매우 적합한 상품성있는 꽃이라 할 수 있다. 현재 주로 재배되고 있는 것은 노란색 품종이 주를 이루고 있으나, 점차 다양한 품종이 재배되기 시작하고 있다.

프리지아의 일반적인 절화 수명은 4~5일 정도로 수확 후 노화가 진행됨에 따라 화서 상단부의 끝까지 개화하지 못하고 단지 하단부의 1~2개의 소화만이 개화하고 시들어 버린다. 그러나, 절화의 노화를 효과적으로 지연시키고 개화율을 증진시킬 수 있는 방안이 강구된다면 화서 상단부의 꽃까지 개화시킬 수 있어 관상가치를 현저하게 연장시켜 가치를 높일 수 있는 가능성이 있다.

절화는 뿌리가 없는 식물체이기 때문에 근본적으로 수명이 짧으며, 절단면으로부터의 부패산물과 공기의 유입은 도관기능 장애의 원인이 되어 수명단축을 가속화시킨다. 생육 최적 환경조건에서 재배되다가 수확된 다음 고온건조한 약관의 실내에서 꽃을 감상하게 되므로 더욱 문제가 크다. 따라서 절화수명연장을 위해서는 수분과 양분 부족을 동시에 충족시켜주어야 한다. 절화의 수명은 여러가지 요인들이 복합적으로 작용하여 결정되는데 절화체의 양분 및 수분의 결핍^{13,17,20,36}, 박테리아 등에 의한 도관폐쇄^{7,33,34}, 급격한 에틸렌 발생^{9,15,28}, 각종 호르몬^{18,20,23,30}, 수확전 재배조건의 불합 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 절화는 잘려진 부위에서의 수분흡수가 부족하고 게다가 그 부위에 여러가지 물질이 분비되거나 기포가 생기고 박테리아 등 미생물이 번식하여 도관을 폐쇄하게 된다^{7,33,34,36}. 즉 자체의 수분흡수 부족과 앞서 설명한 이유들로 인한 흡수의 저해로 인하여 꽃에서 계속되는 수분의 증산량을 감당하지 못하고 결국은 꽃잎의 삼투압이 부족하여 시들어 버리게 되는 것이다. 또한, 꽃이 완전히 피게 되면 꽃의 호흡량이 급격히 증가하기 때문에 이로 인하여 식물체내의 저장양분이 소모되는 것도 중요한 이유중 하나이다. 이때 꽃의 노화를 촉진하는 에틸렌 가스의 발생도 대폭 증가한다. 발생한 에틸렌은 주변의 다른 꽃의 노화에까지 영향을 미치게 된다. 따라서 이

러한 현상을 최소화시키는 것이 절화의 수명을 연장하는 방법이라고 할 수 있으며, 절화 수명을 연장할 수 있는 수확 후 처리 및 저장방법은 필수적인 작업이 될 것이다.

생산자가 절화를 수확한 후 적절한 수명연장 용액에 전처리하여 보다 수명이 길고 품질좋은 생산물을 공급함으로써 소비자에게 좋은 인상을 갖게 할 수 있다. 일반적으로 절화 수명연장제에는 sucrose^{13,17}, anti-ethylene agent^{3,10,27,29,37}, anti-bacterial agent^{17,36}, growth regulator^{5,18,20,35} 등이 포함되어 있다. 현실적으로 선진각국과 절화 수출국 일부는 절화의 수명연장제 처리를 의무화하고 있는 실정이다.

국내에서는 장미, 카네이션, 국화, 글라디올러스 등에 관한 연구가 이루어지고 있다. 프리지아의 경우 겨울철 절화로 많은 수요가 있으므로 이에 대한 연구가 시급할 것으로 생각된다.

본 실험은 절화 생산자의 입장에서 절화수명에 관한 연구를 수행하며, 절화수명에 관여하는 것으로 생각되는 여러물질의 처리를 통한 1차 실험 결과를 토대로 효과적인 것을 선별하여 혼용처리실험을 거쳐 효과적인 수명연장제를 개발하는데 그 목적이 있다. 즉, 절화 생산자가 수명연장제를 수확 직후 처리해줌으로써 수명연장과 품질향상 효과로 인한 농가소득 증대와 소비자 기호의 증가를 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 이에 생산자가 할 수 있는 간편하면서도 값싸고 실용적이며 효과적인 절화 프리지아의 수명연장방법을 연구하여 수명연장제를 개발하고, 수확 후 일어나는 생리현상과 노화현상을 구명하는데 연구의 목표가 있다.

II. 재료 및 방법

1. 시설

본 실험은 철재와 styrofoam으로 만들어진 chamber 내에서 수행되었으며, 실험 수행기간 동안의 chamber 내 환경조건은 최고 24℃, 최저 16℃ 온도 조건과 61% 상대습도를 유지하였다. 형광등을 이용하여 2000 lux의 광을 12 hr 조사하였고, 환풍기를 설치하여 환기를 시켜주었다. 본 실험이 수행된 환경조건은 일반사무실이나 가정의 거실 환경조건과 동일한 조건이었다.

2. 식물재료

Freesia refracta cv. Golden Rocks 품종을 고시하여 수원지역의 화훼농가에서 구입하였다. 수확시기는 1 화방이 tight bud 상태로 1~2 화방이 착색된 시기로 삼았고 전체 화방수가 7~9 개인 꽃을 선별하였다. 프리지아는 수확후 바로 증류수에 담궈 실험실로 수송하여 화경장을 30cm 로 자르고 잎은 남기지 않고 즉시 용액에 처리하였다.

3. 처리

이러한 단용처리를 하여 얻은 결과를 토대로 하여, 각 처리의 가장 우수한 처리농도를 조합하여 단계적으로 혼용처리를 실시하였다. 증류수를 대조구로 삼았고, 수도물과 chrysal AVB 처리도 비교실험하였다. 100ml flask 에 각 처리용액을 100ml 씩 넣어 꽃을 2대씩 꽃아 각 처리당 4반복으로 실험하였다.

각 처리용액을 20 시간 동안 pulsing 처리한 후 증류수로 갈아주어 실험이 완료될 때까지 두었다. 소비자의 입장에서 현실적으로 용액처리를 하기는 어렵고 물에만 담가놓기 때문에 생산자적 입장에서의 수명연장 처리를 하는 형태로 실험을 수행하였다.

4. 조사 및 분석

가. 수명연장제 처리

절화수명은 4번화가 시드는 시기를 관상가치가 상실된 때로 삼았고, 화폭은 3번화의 직경을 측정하였다. 개화율은 전체 소화수에 대한 개화한 소화수의 백분율로 나타내었다. 생체중과 수분 흡수량은 매일 측정하여 변화 양상을 관찰하였다.

절화 프리지아의 내생 에틸렌 발생량과 호흡량은 Gas chromatograph (Hitachi, G-3000)로 측정하였으며 그 조건은 다음과 같다.

Table 1. Chemical names, abbreviations, and their concentrations used in this study as single component treatment.

| Chemical names | Abbreviation | Concentrations |
|---|--------------|----------------------------|
| Sucrose | S | 2, 5, 10, 20 (%) |
| 8-Hydroxyquinolin sulfate (8-HQS) | H | 100, 200, 300, 400 (ppm) |
| Aluminum sulfate [Al ₂ (SO ₄) ₃] | Al | 100, 200, 300, 400 (ppm) |
| Citric acid | C | 100, 200, 400, 800 (ppm) |
| Benzyladenine (BA) | B | 1, 2, 5, 10, 20, 40 (ppm) |
| Kinetin | | 5, 10, 20, 40 (ppm) |
| GA ₃ | G | 1, 2, 5, 10 (ppm) |
| ABA | | 1, 2, 5, 10 (ppm) |
| IAA | | 5, 10, 20, 40 (ppm) |
| AOA | A | 2, 4, 8, 16 (mM) |
| Ethanol | | 1, 2, 4, 8 (%) |
| Silver nitrate (AgNO ₃) | | 10, 20, 40, 80 (ppm) |
| Silver thiosulfate (STS) | ST | 1, 2, 4, 8 (mM) |
| Spermidine | SP | 50, 100, 1000, 2000 (ppm) |
| Putrescine | | 50, 100, 1000, 2000 (ppm) |
| Spermine | | 50, 100, 1000, 2000 (ppm) |
| Uniconazole | Uni | 0.1, 1, 10, 100 (ppm) |
| Chrysal AVB | | |
| Triton-X 100 | Tr | 0.001, 0.01, 0.02, 0.1 (%) |
| Phenidone | Phe | 0.1, 0.4, 1, 1.6, 10 (mM) |

| | GC condition | |
|-------------|---|--|
| | ethylene detection | CO ₂ detection |
| Column | Porapak-Q | Porapak-Q |
| Carrier gas | He | He |
| Detector | Flame Ionization Detector | Thermal Conductivity Detector |
| Flow rate | 1.2 Kg/cm ² | 1.2 Kg/cm ² |
| Temperature | Oven - 100℃ Injector - 120℃ Detector - 120℃ | Oven - 80℃ Injector - 100℃ Detector - 100℃ |

꽃의 화색은 Chromameter(Minolta, CR-200)를 이용하여 L, a, b value를 측정하였다. 또한 화색을 나타내는 색소인 카로테노이드의 함량측정은 UV-spectrometer (Young Woo Co. LTD, Smart Plus 190 DU)를 사용하였다. 프리지아 꽃잎 0.1g을 채취하여 0.1% HCl/Methanol 20ml로 추출한 후 24시간 동안 냉암소에서 지낸 후 여과하였다. 이를 정용한후 442nm에서 흡광도를 측정하였다.

나. 수명연장제 처리 효과 규명

노화가 진행되는 동안에 lipoxigenase(LOX) 활성 측정을 위해 수확 한 꽃을 용액에 처리한 후 꽃잎을 분리시켰다. 처리용액은 증류수와 혼합용액(ST2 + (S10 + B20 + H300))이었다. 다음의 6단계로 나누어 각 단계에 도달한 소화를 임의로 선별하여 이용하였다 : I) 봉오리 단계 II) 꽃잎 출현 단계 III) 꽃잎이 부분적으로 개화 IV) 완전 개화 단계 V) 꽃잎이 팽압 소실 VI) 꽃잎 시듦. 꽃잎 조직을 액체질소에 넣고 갈아 polytube 에 넣어 -50℃에서 보관하였다. 저장한 꽃잎 조직 0.3g 을 0.1M tris-HCl buffer (pH 7) 1ml에 넣고 PVP(polyvinylpyrrolidone) 를 첨가하여 0℃ 에서 8 시간 동안 간헐적으로 저어주며 추출하였다. 이 추출액을 8겹의 거즈에 통과시켜 10,000g 에서 15분동안 원심분리시켰다. 상층액을 취하여 O₂ consumption polarography 방법으로 측정하였다. 반응온도는 30℃, 총 반응부피는 2 ml 로 0.2 ml 상층액과 기질(linoleic acid) 1 ml, 나머지는 buffer 로 채웠다. Linoleic acid 는 ethanol 로 emulsion 시켜 N₂ saturated deionized double distilled water 를 첨가하여 기질로 이용하였다. final 농도는 6 M 로 하였다.

$$LOX \text{ activity} = \frac{LOX \text{ activity at each stage}}{LOX \text{ activity at II stage}} \times 100$$

박테리아수 검정을 위해 프리지아를 증류수와 혼합용액(ST2 + (S10 + B20 + H300)) 에 처리한 후 증류수에 꽃아두고 2일과 5일 후에 vase water 1ml 를 취하여 dilution 시킨 후 'Difco' nutrient agar 배지를 이용하여 petri dish 에서 48 시간 배양하였다. 배양온도는 25℃ 였고 형성된 colony 수를 셐다. 줄기를 1cm 길이로 잘라 막자사발에 넣고 갈아 나온 즙액을 취하여 앞의 방법과 동일하게 수행하였다.

줄기 도관부의 관찰을 위해 용액처리 5일 후 줄기를 5mm 로 잘라 5% glutaraldehyde + 5% paraformaldehyde (in 0.2M phosphate buffer pH 7.2, 0.2M sucrose, CaCl₂) 고정액에 overnight 시킨 후 buffer 로 3 번 씻어낸다. ethanol/water (20% v/v to 100% v/v) series 로 각각 15분씩 탈수시켰다. 조직을 critical point 에서 건조시킨후 Polaroid SEM Autocoating Unit E5200 을 이용하여 금으로 coating 한 후 10kV 에서 주사전자현미경(Cambridge Stereoscan 250 MK-II)으로 관찰하였다. 줄기는 횡단면과 종단면으로 잘라서 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단용처리(SCT)효과

표 2, 3, 4에서 수명, 개화율, 화경에 미치는 여러종류의 단용처리 효과를 보여진다. 어떤 단용처리에서도 수명이나 품질에 주목할만한 효과를 나타내진 못했으나, sucrose, STS, BA 처리에서 절화 프리지아의 품질을 증진시키는 경향을 보였다.

Table 2. Effects of single component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia in 1994.

| Pulsing Solutions | | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|---|------|-----------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | | 9.5 abcd ^y | 57.0 bcdefg | 3.2 cdef |
| Chrysal AVB | | 10.0 a | 58.8 bcde | 3.2 cdef |
| Chrysal RVB | | 9.8 ab | 50.3 cdefghijkl | 3.5 bcde |
| Tap Water | | 8.8 cd | 56.5 bcdefghi | 3.7 abcde |
| STS (mM) | 1 | 9.4 abcd | 54.0 cdefghij | 3.7 abcde |
| | 2 | 9.6 abc | 56.8 bcdefgh | 3.5 abcde |
| | 4 | 10.0 a | 54.5 cdefghij | 3.5 abcde |
| | 8 | 10.0 a | 45.8 hijkl | 2.9 ef |
| AgNO ₃ (ppm) | 10 | 9.3 abcd | 46.3 ghijkl | 3.5 bcde |
| | 20 | 9.1 abcd | 52.3 cdefghijk | 3.7 abcde |
| | 40 | 9.1 abcd | 49.3 cdefghijkl | 3.8 abcde |
| | 80 | 9.8 ab | 52.5 cdefghijk | 3.1 cdef |
| Putrescine (ppm) | 50 | 9.1 abcd | 51.8 cdefghijkl | 3.4 bcde |
| | 100 | 8.8 cd | 48.5 cdefghijkl | 3.2 bcdef |
| | 1000 | 9.1 abcd | 45.0 ijkl | 2.9 ef |
| | 2000 | 9.0 bcd | 49.8 cdefghijkl | 3.2 bcdef |
| Spermidine (ppm) | 50 | 8.9 bcd | 54.3 cdefghij | 3.3 bcdef |
| | 100 | 8.8 cd | 59.3 bcd | 3.1 cdef |
| | 1000 | 9.4 abcd | 47.3 efghijkl | 3.1 def |
| | 2000 | 9.0 bcd | 44.3 jkl | 3.6 abcde |
| Spermine (ppm) | 50 | 9.3 abcd | 52.5 cdefghijk | 3.4 bcde |
| | 100 | 8.8 cd | 52.5 cdefghijk | 3.6 abcde |
| | 1000 | 9.0 bcd | 48.0 defghijkl | 4.0 abc |
| | 2000 | 8.6 d | 41.3 kl | 2.5 f |
| AOA (mM) | 2 | 9.1 abcd | 49.5 cdefghijkl | 3.1 cdef |
| | 4 | 8.8 cd | 50.0 cdefghijkl | 3.2 cdef |
| | 8 | 9.8 ab | 41.3 kl | 3.2 cdef |
| | 16 | 9.0 bcd | 46.0 ghijkl | — ^x |
| 8-HQS (ppm) | 100 | 9.1 abcd | 51.5 cdefghijkl | 3.2 bcdef |
| | 200 | 9.4 abcd | 53.0 cdefghij | 3.7 abcde |
| | 300 | 9.5 abcd | 49.5 cdefghijkl | 3.5 bcde |
| | 400 | 9.3 abcd | 55.0 cdefghij | 4.1 ab |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ (ppm) | 100 | 9.0 bcd | 47.8 defghijkl | 3.0 ef |
| | 200 | 9.4 abcd | 54.5 cdefghij | 3.6 abcde |
| | 300 | 9.6 abc | 53.8 cdefghij | 3.4 bcdef |
| | 400 | 8.9 bcd | 58.5 bcde | 3.3 bcdef |

^z Percent flowering = $\frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

^x less than 2.0 cm

Table 2. Continued.

| Pulsing Solutions | | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|-------------------|-----|------------------|------------------------------------|----------------------|
| Sucrose (%) | 2 | 9.6 abc | 55.3 bcdefghij | 3.7 abcde |
| | 5 | 9.0 bcd | 57.8 bcdef | 3.6 abcde |
| | 10 | 9.8 ab | 57.3 bcdefg | 4.1 ab |
| | 20 | 8.9 bcd | 72.0 a | 4.3 a |
| GA (ppm) | 1 | 9.0 bcd | 54.5 cdefghij | 3.4 bcde |
| | 2 | 9.1 abcd | 66.0 ab | 3.2 bcdef |
| | 5 | 8.9 bcd | 52.8 cdefghij | 3.0 ef |
| BA (ppm) | 10 | 9.0 bcd | 49.3 cdefghijkl | 3.5 abcde |
| | 1 | 9.3 abcd | 52.5 cdefghijk | 3.4 bcde |
| | 2 | 9.4 abcd | 56.5 bcdefghi | 3.7 abcde |
| ABA (ppm) | 5 | 9.5 abcd | 53.5 cdefghij | 3.7 abcde |
| | 10 | 9.6 abc | 60.0 bc | 3.7 abcde |
| | 1 | 9.1 abcd | 50.0 cdefghijkl | 3.9 abcd |
| Citric acid (ppm) | 2 | 10.0 a | 40.8 l | 3.6 abcde |
| | 5 | 9.4 abcd | 48.5 cdefghijkl | 3.5 abcde |
| | 10 | 9.1 abcd | 45.3 hijkl | 3.7 abcde |
| | 100 | 9.4 abcd | 52.3 cdefghijk | 3.2 bcdef |
| | 200 | 9.4 abcd | 52.3 cdefghijk | 3.5 abcde |
| Uniconazole (ppm) | 400 | 9.6 abc | 48.0 defghijkl | 3.4 bcde |
| | 800 | 9.5 abcd | 56.8 bcdefgh | 3.4 bcde |
| | 0.1 | 9.4 abcd | 48.5 cdefghijkl | 3.1 cdef |
| Uniconazole (ppm) | 1 | 9.0 bcd | 46.3 ghijkl | 3.6 abcde |
| | 10 | 9.1 abcd | 53.0 cdefghij | 3.3 bcdef |
| | 100 | 9.0 bcd | 51.8 cdefghijkl | 3.7 abcde |

^z Percent flowering = $\frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

Table 3. Effects of sucrose and 8-HQS as a single component treatments on vase life and percent flowering of cut freesia in 1993.

| Pulsing Solutions | | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) |
|-------------------|-----|--------------------|------------------------------------|
| Control | | 8.1 b ^y | 67.4 a |
| Sucrose (%) | 1 | 9.4 a | 74.4 a |
| | 2 | 9.3 a | 80.3 a |
| | 5 | 8.8 ab | 69.4 a |
| | 10 | 7.8 b | 69.6 a |
| Control | | 8.2 a ^y | 68.7 a |
| 8-HQS (ppm) | 100 | 8.5 a | 80.6 a |
| | 200 | 8.1 a | 69.4 a |
| | 300 | 8.5 a | 65.8 a |
| | 400 | 8.3 a | 69.5 a |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

Table 4. Effects of BA and ABA as a single component treatments on vase life and percent flowering of cut freesia in 1993.

| Pulsing Solutions | | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) |
|-------------------|-----|--------------------|------------------------------------|
| Control | | 8.2 a ^y | 63.5 b |
| BA (ppm) | 0.5 | 9.5 a | 81.9 a |
| | 1 | 9.4 a | 77.7 a |
| | 2 | 9.6 a | 71.3 ab |
| | 5 | 10.6 a | 74.8 ab |
| Control | | 8.6 a ^y | 78.4 a |
| ABA (ppm) | 0.5 | 8.1 ab | 59.4 a |
| | 1 | 8.4 a | 66.7 a |
| | 2 | 7.5 bc | 56.4 a |
| | 5 | 7.7 c | 35.2 a |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

가. Anti-ethylene reagent

STS : STS pulsing 처리구에서 10일로 수명이 가장 길었으나 유의성은 없었으며, 개화율 증진효과도 볼 수 없었다. 고농도 처리시 오히려 개화율과 화경이 감소하였다. 많은 경우에 있어 STS 처리로 꽃잎의 노화를 지연시키는 결과를 보았다^{27,31,38}. Reid 등²⁷은 STS 용액에 침지한 카네이션의 수명이 연장되었음을

보고하였다. 에틸렌은 노화를 촉진시키며, 박테리아에 의해 생성된 에틸렌이 절화 수명을 감소시켰다^{9,34,40}. 다른 절화에 있어 STS의 처리효과는 에틸렌 작용을 억제하고 미생물의 성장을 막는 것과 연관될 수 있다. 단용처리로는 에틸렌의 작용을 억제하여 수명을 연장시킬 수 있는 효과가 발휘될 수 없음을 알 수 있었다.

AgNO₃ : AgNO₃ 처리시 절화수명은 약 9일로 대조구에 비해 유의성이 없었다. AgNO₃ 처리는 단용처리로는 수명연장효과가 없다고 생각되며, 개화율도 46%-53%로 대조구에 비해 낮았다(표2). Reid 등²⁷⁾은 1mM의 AgNO₃ pulsing 처리로 효과를 얻었다고 보고하였다. Kofranek과 Halevy¹⁶⁾는 1000ppm AgNO₃ 를 10분간 dipping 처리했을때 수명연장효과가 있음을 보고하였으나, 본 실험에서는 수명연장효과를 볼 수 없었다.

Polyamines : 절화수명은 9일로 유의성이 없다. Spermidine 이 putrescine 이나 spermine 보다 효과적이었다. Roberts 등²⁹⁾은 polyamine 이 절화 카네이션의 노화시에 에틸렌 생합성을 억제한다고 제안하였으나, 본 실험에서는 유의성있는 수명연장효과가 없었다.

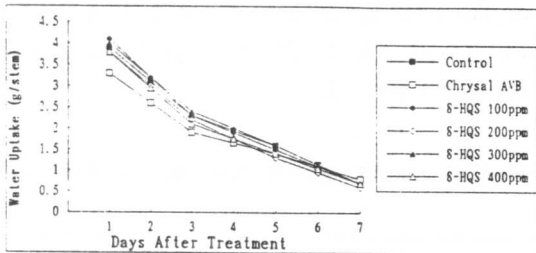


Fig. 1. Effect of 8-HQS treatment on water uptake of cut freesia.

AOA : 절화수명, 개화율, 화경 모두에서 처리효과가 없었으며, 16mM의 고농도 처리시 소화가 개화하지 않았다. AOA 는 ACC synthase 억제제로 알려져 있으며, Bufler 등³⁾은 2mM AOA 처리가 꽃의 모든 부분에서 ACC 축적을 억제했다고 보고하였으나, 본 실험에서는 긍정적인 결과를 얻지 못하였다.

모든 단용처리에서 anti-ethylene agent 처리효과가 유의성있게 나타나지 않았는데 이는 프리지아가 단순히 에틸렌에 의해 노화가 진행되지는 않음을 알려준다.

나. Bactericides

8-HQS : 8-HQS 처리가 절화수명과 개화율을 증진시키지는 못했으나(표 2, 표3), 대조구에 비해 수분흡수를 증가시켰다(Fig. 1). 이는 bactericides 처리가 미생물에 의한 도관폐쇄를 감소시켜 절화수명을 연장시킨다^{7,17,36)}는 보고와 관련시킬 수 있으며, 처리용액의 낮은 수분포텐셜이 줄기에서의 수분흐름과 박테리아

수 제한에 관련된다³³⁾.

Al₂(SO₄)₃ : 절화수명 및 품질향상에 효과가 없었다. 프리지아는 초본성 식물로 목본성 식물에 보다 많이 이용하는 Al₂(SO₄)₃ 처리는 큰 효과를 볼 수 없었던 것으로 생각된다.

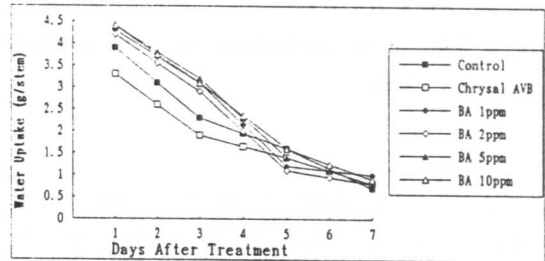


Fig. 2. Effect of BA treatment on water uptake of cut freesia.

다. Sucrose

Sucrose 공급으로 화경과 개화율이 증진되었다. 특히 sucrose 20% 처리구에서는 화경은 34.4%, 개화율은 72%의 증진효과를 나타냈다. Sucrose 와 STS 처리시 생체중이 증가하였는데, 20% 처리시 120%의 증가율을 나타내며 실험 끝까지 높게 유지됨을 볼 수 있었다(Fig. 3). 이러한 결과로부터 생체중의 증가와 높은 개화율이 관련됨을 알 수 있다. Sucrose 10% 처리시 초기 수분흡수는 낮았으나 실험이 끝날때까지 계속 유지가 되는 반면, 대조구에서는 감소하는 모습을 나타내었다(Fig. 4). Sucrose 는 꽃의 삼투 포텐셜을 증진시켜 수분함량을 유지하고 화아 발달을 촉진하는데 기여하며, 고갈된 탄수화물 공급원으로 대사활성을 유지하는데 도움을 준다⁴⁾.

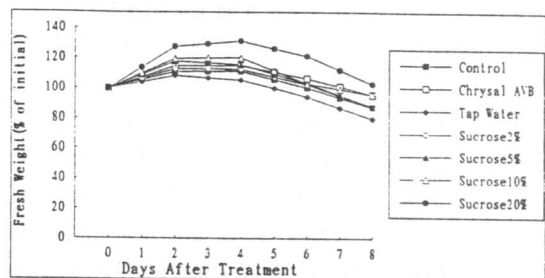


Fig. 3. Effect of sucrose treatment on fresh weight of cut freesia.

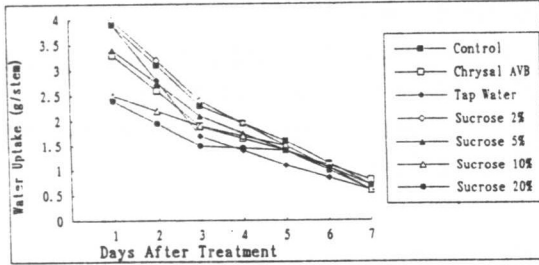


Fig. 4. Effect of sucrose treatment on water uptake of cut freesia.

라. Cytokinin

BA : BA 처리는 개화율 증진과 수명연장에 효과적이었다(표2, 표4). BA 10ppm 처리시 개화율이 60% 증진되었으며, 수분흡수도 120%의 증가를 보였다(Fig. 2). 많은 보고에서 cytokinin 처리가 꽃잎의 노화를 지연시켰으며^{15,18,20}, cytokinin의 품질향상효과는 수분흡수 증진과 그에 따른 팽압 유지, 에틸렌 작용 억제로 설명된다²². Eisinger⁵는 카네이션에 BA 처리시 외생

에틸렌에 덜 민감해짐을 보았고, 이는 STS 처리와 거의 비슷한 효과를 나타낸다고 보고하였다³². 여러 학자들에 의해 cytokinin이 anti-senescence 호르몬으로 알려져있다^{5,23}.

Kinetin : 고농도 처리시 보다 효과적이었으며, 20ppm 과 40ppm 처리에서 수명연장 경향을 보였으나 유의성은 없었다(표6). BA와 Kinetin을 처리시 수명연장 경향을 나타낸 것으로 보아 수명연장제로서의 가능성을 제공하였다.

마. Miscellaneous

Hormone : GA 2ppm 처리시 66%의 개화율로 대조구보다 높게 나타났다(표2). 절화 카네이션의 화아 단계에서 GA 처리는 개화를 촉진하였다³⁰. Van Doorn 등³⁵은 vase water에 IAA 첨가가 절화 *Alstroemeria pelegrina* L.의 leaf yellowing 억제에 별 효과가 없었다고 보고하였으며, 본 실험에서도 IAA처리는 유의성 있는 효과가 없었다(표6).

Table 5. Effects of triton x-100 as a single component treatment on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing Solutions | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|-------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | 8.5 ab ^y | 67.5 a | 2.5 ab |
| Chrysal AVB | 8.8 a | 76.5 a | 2.8 a |
| Triton X-100 | | | |
| 0.001 % | 8.5 ab | 76.5 a | 2.7 a |
| 0.01 % | 6.8 c | 73.0 a | 2.4 ab |
| 0.02 % | 7.0 c | 52.0 b | 1.7 b |
| 0.1 % | 7.3 bc | 54.0 b | 2.7 a |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

Detergent : 표 5는 triton X-100의 처리효과를 본 것이다. 프리지아의 수명은 유의성있게 연장시키지 못했으나, 수분흡수 증진의 효과는 있었다. 0.001% 처리시 8.5일, 76.5% 개화율, 2.7cm 화경으로 대조구보다 높은 결과를 보였다. Triton X-100은 수확과 운송시 줄기내에 형성되는 공기 방울을 제거함으로써 수분흐름을 증진시킨다. Nonionic detergent 처리로 절화

국화와 장미에서 수확을 증진시켰다. *Thryptomene calycina*의 줄기를 통한 수확을 증진시켰으며, sun-flower에서 용액 흡수, 수분흡수를 증가시키고 생체중 손실을 감소시켜 잎의 팽압과 절화수명을 연장시켰다¹⁴. 본 실험에서는 Triton X-100이나 Tween 20의 효과를 볼 수 없었다(표5, 표6). 이는 프리지아가 초본성으로 목본성인 장미와 달리 수분흡수력이 보다 높

Table 6. Effects of kinetin, IAA, BA, and tween 20 as a single component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing Solutions | | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|-------------------|-------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | | 7.5 def ^y | 68.8 bcdefghi | 2.5 abcdef |
| Chrysal AVB | | 8.0 abcde | 68.3 cdefghi | 2.3 bcdef |
| Tap Water | | 7.5 def | 71.8 abcdefghi | 2.3 bcdef |
| Kinetin (ppm) | 5 | 7.6 def | 60.8 ghij | 2.1 def |
| | 10 | 7.8 cdef | 58.8 hij | 1.8 f |
| | 20 | 8.0 abcde | 61.3 fghij | 2.4 abcdef |
| | 40 | 7.9 bcdef | 64.5 efghi | 2.3 abcdef |
| IAA (ppm) | 1 | 7.6 def | 61.5 fghij | 2.5 abcdef |
| | 5 | 7.1 fg | 63.0 efghij | 2.8 abcd |
| | 10 | 7.1 fg | 57.5 ij | 2.3 abcdef |
| BA (ppm) | 20 | 6.5 g | 47.5 j | 2.4 abcdef |
| | 5 | 8.3 abcd | 71.8 abcdefghi | 2.4 bcdef |
| | 10 | 8.0 abcde | 68.5 cdefghi | 2.1 def |
| | 20 | 7.8 cdef | 73.3 abcdefghi | 2.2 bcdef |
| Tween 20 (%) | 40 | 7.9 bcdef | 68.0 cdefghi | 2.2 cdef |
| | 0.001 | 7.6 def | 64.8 efghi | 2.0 ef |
| | 0.01 | 7.5 def | 78.8 abcde | 2.4 abcdef |
| | 0.05 | 7.8 cdef | 73.3 abcdefghi | 2.5 abcdef |
| | 0.1 | 7.5 def | 64.0 efghi | 2.3 abcdef |

^z Percent flowering = $\frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

아 detergent의 효과를 크게 볼 수 없었다.

2. 혼용처리(MCT) 효과

단용처리결과를 토대로 STS, sucrose, BA, 8-HQS를 다양한 농도로 혼합하여 혼용처리효과를 관찰하였다.

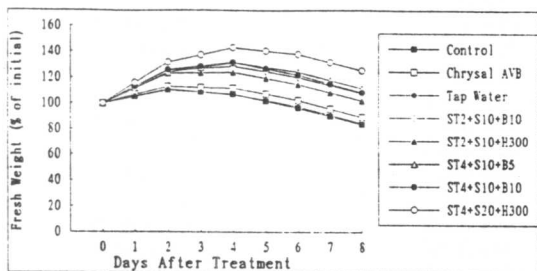


Fig. 5. Effect of multi-component treatment on fresh weight of cut freesia.

표 7은 STS 와 sucrose 처리가 수명연장과 개화율 증진 및 화경 신장에 효과가 있으며, 모든 처리구에서 대조구나 수도물 처리에 비해 효과가 있음을 나타내었다. BA 처리로 수분흡수가 증진되었다. ST2+(S10+B10), ST4+(S10+B5), ST2+(S10+B5) 처리구에서 수명은 각각 9.4(29.4% 증가), 9.3(27.6%), 8.8(20.7%)일을 나타내었고, 대부분의 처리에서 개화율은 증진되었다. 특히, ST4+(S10+B10) 처리구는 77.3%의 개화율을 보였는데, 이는 대조구에 비해 30.4% 증가한 수치이다. 화경 또한 증가됨을 보였다. 실험기간 동안 대조구, 수도물, chrysal 처리구에서는 생체중이 감소한 반면, 혼용처리구에서는 높은 생체중이 유지되었다(Fig. 5). Sucrose 20% 처리시 가장 높은 생체중을 나타냈다. 이는 아마도 부족한 탄수화물 공급원으로 작용하여 대사활성을 유지시켜줬기 때문일 것이다.^{8,13)} 용액 처리후 2일째까지는 대조구의 수분흡수량이 가장 높았으나 이후로 계속적으로 감소하여 다른 처리에 비

Table 7. Effects of multi-component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing | solutions | | Vaselife (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|-------------|------------|--------|--------------------|--|-------------------------|
| | 1st | 2nd | | | |
| Control | | | 7.3 g ^y | 59.3 bcdef | 2.5 fghij |
| Chrysal AVB | | | 7.6 efg | 51.3 f | 2.0 j |
| Tap Water | | | 7.3g | 52.8 def | 2.3 ghij |
| ST2 | S10+B5 | | 8.8 abc | 67.5 abcde | 2.8 bcdefghij |
| | S10+B10 | | 9.4 a | 63.0 abcdef | 3.1 bcdefgh |
| | S10+H300 | | 8.3 cdef | 67.3 abcde | 3.4 abcde |
| | S10+H400 | | 7.9 cdefg | 66.0 abcde | 3.1 bcdefgh |
| | S10+C400 | | 8.4 bcdef | 58.8 cdef | 3.1 bcdefgh |
| | S10+C800 | | 8.4 bcdef | 64.3 abcdef | 3.3 abcdef |
| | S10+SP1000 | | 7.8 defg | 72.5 abc | 2.7 cdefghij |
| | S10+SP2000 | | 7.5 fg | 71.5 abc | 2.7 defghij |
| | S10+A2 | | 7.9 cdefg | 60.3 abcdef | 3.0 bcdefgh |
| | S10+A8 | | 8.0 cdefg | 63.0 abcdef | 2.1 ij |
| | S10+G1 | | 7.9 cdefg | 69.0 abcd | 3.0 bcdefgh |
| | S10+G2 | | 8.0 cdefg | 62.5 abcdef | 2.9 bcdefghij |
| | ST2 | S20+B5 | | 8.4 bcdef | 71.3 abc |
| S20+B10 | | | 8.4 bcdef | 67.0 abcde | 3.3 abcdef |
| S20+H300 | | | 8.1 cdefg | 67.5 abcde | 2.5 efghij |
| S20+H400 | | | 8.0 cdefg | 67.0 abcde | 2.8 bcdefghij |
| S20+C400 | | | 7.6 efg | 73.8 abc | 3.0 bcdefgh |
| S20+C800 | | | 8.3 cdef | 64.8 abcde | 2.8 bcdefghij |
| S20+SP1000 | | | 8.5 bcde | 73.5 abc | 4.1 a |
| S20+SP2000 | | | 7.8 defg | 72.0 abc | 3.6 abc |
| S20+A2 | | | 8.1 cdefg | 66.5 abcde | 2.9 bcdefghij |
| S20+A8 | | | 8.0 cdefg | 77.0 ab | 2.8 bcdefghij |
| S20+G1 | | | 7.6 efg | 66.3 abcde | 3.0 bcdefgh |
| S20+G2 | | | 7.5 fg | 72.0 abc | 2.9 bcdefghij |
| ST4 | | S10+B5 | | 9.3 ab | 72.8 abc |
| | S10+B10 | | 8.5 bcde | 77.3 a | 2.9 bcdefghij |
| | S10+H300 | | 8.3 cdef | 65.3 abcde | 2.6 efghij |
| | S10+H400 | | 8.1 cdef | 70.5 abc | 2.6 efghij |
| | S10+C400 | | 8.1 cdef | 69.8 abcd | 3.1 bcdefgh |
| | S10+C800 | | 8.4 bcde | 74.8 abc | 2.7 defghij |
| | S10+SP1000 | | 8.0 cdefg | 65.0 abcde | 2.8 bcdefghij |
| | S10+SP2000 | | 8.3 cdef | 75.5 abc | 3.0 bcdefgh |
| | S10+A2 | | 8.4 bcdef | 76.5 abc | 3.0 bcdefghi |
| | S10+A8 | | 8.6 abcd | 47.3 f | 2.3 hij |
| | S10+G1 | | 8.1 cdefg | 66.5 abcde | 2.9 bcdefghi |
| | S10+G2 | | 7.9 cdefg | 62.3 abcdef | 2.7 defghij |
| | ST4 | S20+B5 | | 8.5 bcde | 75.0 abc |
| S20+B10 | | | 8.5 bcde | 74.8 abc | 2.9 bcdefghi |
| S20+H300 | | | 8.6 abcd | 70.0 abcd | 3.3 abcdef |
| S20+H400 | | | 8.3 cdef | 76.5 abc | 3.7 ab |
| S20+C400 | | | 8.5 bcde | 69.8 abcd | 3.2 bcdefg |
| S20+C800 | | | 8.3 cdef | 72.0 abc | 2.9 bcdefghi |
| S20+SP1000 | | | 8.5 bcde | 62.5 abcdef | 3.4 abcdef |
| S20+SP2000 | | | 8.3 cdef | 76.0 abc | 2.9 bcdefghi |
| S20+A2 | | | 7.5fg | 75.8 abc | 3.3 abcdef |
| S20+A8 | | | 8.1 cdefg | 68.5 abcde | 3.0 bcdefgh |
| S20+G1 | | | 7.9 cdefg | 59.3 bcdef | 3.0 bcdegh |
| S20+G2 | | | 7.8 defg | 64.3 abcdef | 2.8 bcdefghij |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

해 더 낮게 되었다. ST4+(S10+B5), ST2+(S10+B10) 처리시 상대적으로 높은 수분흡수율을 유지하였다(Fig. 6).

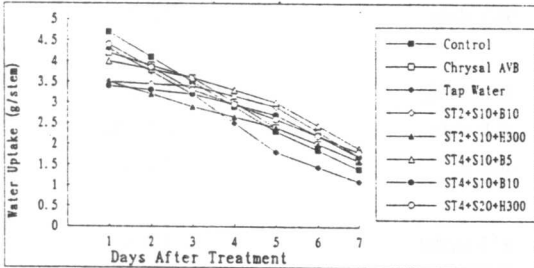


Fig. 6. Effect of multi-component treatment on water uptake of cut freesia.

이러한 결과에서 sucrose공급이 개화율을 증진시키고 생체중을 높게 유지시킴을 알 수 있었다. BA도 생체중 유지와 수분흡수 증진에 기여하였으며, sucrose 처리시에는 8-HQS 를 함께 처리해줌으로써 수분흡수를 도울 수 있다. BA 단용처리로는 수명연장효과가 없었으나 sucrose를 함께 처리해줌으로써 수명연장을 시켰는데 이는 Mayak과 Dilley²⁰의 결과와 일치한다.

표 7의 결과를 토대로 단용처리와 혼용처리의 효과를 비교하는 실험을 수행하였다. 표 8에서 볼 수 있듯이 혼용처리가 단용처리보다 수명연장 및 품질 향상효과가 뛰어나음을 알 수 있다. ST2+(S10+B10+H300) 용액처리구에서 10.1일로 수명이 가장 길어 24.7%의 증가율을 나타내었고, 개화율도 76.5%로 대조구에 비해 35.4%의 증가를 보였다.

STS 2mM에 전처리한 구가 전처리하지않은 구보다 더 높은 개화율을 보였으나 유의성은 없었으며, 절화 수명에 있어서는 (S10+B10+H300) 처리구가 8.8일인 반면 ST2+(S10+B10+H300) 처리구에서는 10.1일로 15.4% 증가를 보였다. 이러한 결과로 STS가 수명연장에 효과적임을 입증할 수 있으며, 혼용처리시 4mM 보다 2mM이 보다 효과적임을 알 수 있다. Bacteriocide로서 ST2+(S10+B10)와 함께 처리했을때 각각 8일과 8.4일로 8-HQS 처리가 $Al_3(SO_4)_3$ 보다 효과적이었다. 여러 보고에서 spermidine이 에틸렌 생합성 경로를 막아 에틸렌 작용억제제로 작용한다고 하였는데^{21,29}, (S10+B10+H300) 용액에 spermidine 1000ppm을 처리한 결과 수명연장효과를 볼 수 없었다. 그러나

spermidine 단독처리시 화색과 화경을 증가시켰다.

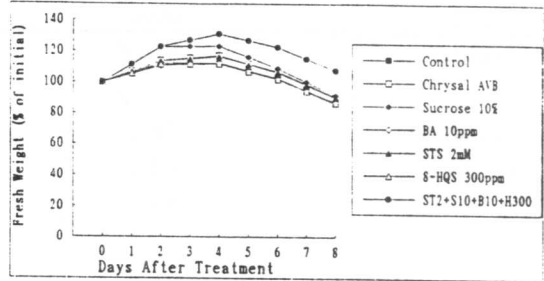


Fig. 7. Effect of single and multi-component treatment on fresh weight of cut freesia.

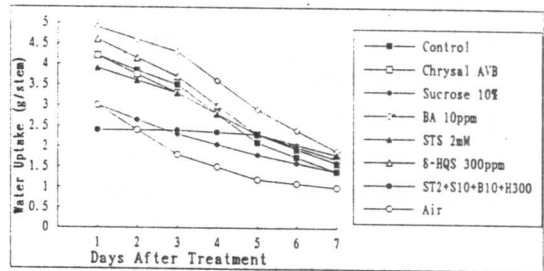


Fig. 8. Effect of single and multi-component treatment on water uptake of cut freesia.

ST2+(S10+B10+H300) 처리시 생체중은 매우 높았고 실험기간 동안 계속 증가하였다(Fig. 7). BA 10ppm과 8-HQS 300ppm 처리는 높은 수분흡수를 보였으나 전반적으로 감소경향을 보인 반면, 혼용처리구에서는 초기 수분흡수는 낮았으나 일정하게 유지되었다(Fig. 8).

일반적인 수확 후 처리 방법은 프리지아를 수확해서 그냥 공기중에 방치해두었다가 출하하는 것으로, 이 경우(air) 수명은 7.5일, 48% 개화율을 보이며(표8), 수분흡수 역시 sucrose 처리보다도 낮음을 보였다(Fig. 8). 이 결과로 현행 방법이 절화 프리지아의 품질을 손상시키며, 수확 후 pulsing 처리가 효과적일 것이라 기대할 수 있다. Heins¹⁰에 의한 ethanol이 카네이션에 있어 에틸렌 합성을 막아 수명을 연장하였다는 보고와는 달리, 본 실험에서는 수명연장, 개화율 증진, 화경 및 생체중 증가의 효과를 볼 수 없었다. 단지 수분 흡수만이 대조구보다 높게 나타났다.

Table 8. Effects of single and multi-component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing Solutions | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | 8.1 cd ^y | 56.5 defg | 2.2 d |
| Chrysal AVB | 8.0 cd | 58.0 cdefg | 2.2 d |
| Tap Water | 7.5 d | 56.8 defg | 2.4 bcd |
| Air | 7.5 d | 48.0 g | 2.4 bcd |
| S10 | 7.5 d | 67.5 bcdef | 3.1 a |
| B10 | 8.5 bcd | 49.3 g | 2.1 d |
| ST2 | 8.4 bcd | 57.8 cdefg | 2.3 bcd |
| H300 | 7.8 cd | 51.8 g | 2.0 d |
| S10 + B10 | 8.4 bcd | 77.8 ab | 2.9 ab |
| S10 + B10 + H300 | 8.8 bc | 84.3 a | 2.6 abcd |
| ST2 + S10 + B10 + H300 | 10.1 a | 76.5 ab | 2.3 bcd |
| ST2 + S10 + B10 + A8 | 8.5 bcd | 71.0 abc | 2.2 cd |
| ST2 + S10 + B10 + SP1000 | 9.1 b | 67.8 bcde | 2.2 cd |
| S10 + B10 + H300 + SP1000 | 8.4 bcd | 67.5 bcdef | 2.6 abcd |
| ST2 + S10 + B10 + A1300 | 9.1 b | 75.8 ab | 2.4 bcd |
| ST4 + S20 + B10 + H300 | 8.5 bcd | 69.8 bcd | 2.86 ab |
| ST4 + S10 + B10 + H300 | 9.3 b | 78.3 ab | 2.67abc |
| ethanol 1 | 8.0 cd | 54.5 efg | 2.2 d |
| ethanol 2 | 7.9 cd | 51.5 g | 2.2 d |
| ethanol 4 | 7.6 d | 46.3 g | 2.3 bcd |
| ethanol 8 | 7.8 cd | 53.8 fg | 2.3 bcd |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

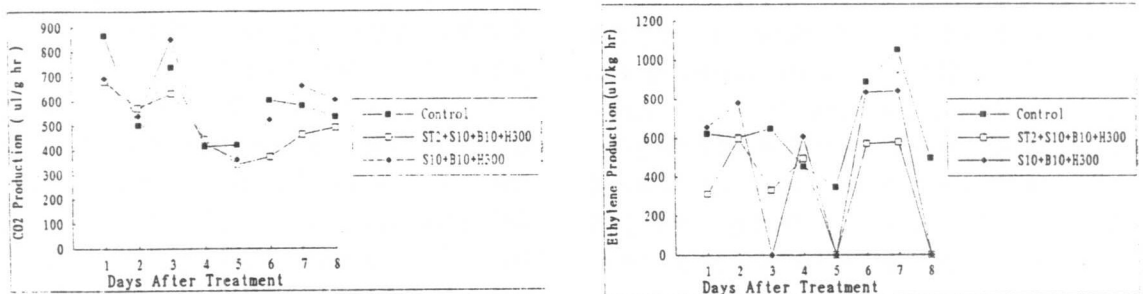


Fig. 9. Effect of multi-component treatment on CO₂ and ethylene production of cut freesia.

Fig. 9는 혼용처리구에서의 CO₂ 및 에틸렌 생성을 나타낸 것으로, (S10+B10+H300) 처리구에서 CO₂ 발생이 대조구보다 높았으나 STS 전처리로 peak가 감소하였다. 즉, ST2+(S10+B10+H300) 처리로 대조구보다 낮은 CO₂ 및 에틸렌을 생성하였으며, STS 전처리로 CO₂ 및 에틸렌 생성을 낮추는 효과가 있었다. 여러

실험에서 STS는 에틸렌 생성을 억제하고 수명을 연장시켰다. Serek³¹⁾은 STS가 절화의 수확 후 품질을 유지하고 노화를 지연시켜 수명을 연장시킨다고 보고하였다. 꽃잎의 Hunter L과 b값은 혼용처리시 대조구보다 높게 나타났고(Fig. 10), 이는 프리지아의 짙고 선명한 화색을 나타낸다(Fig. 11).

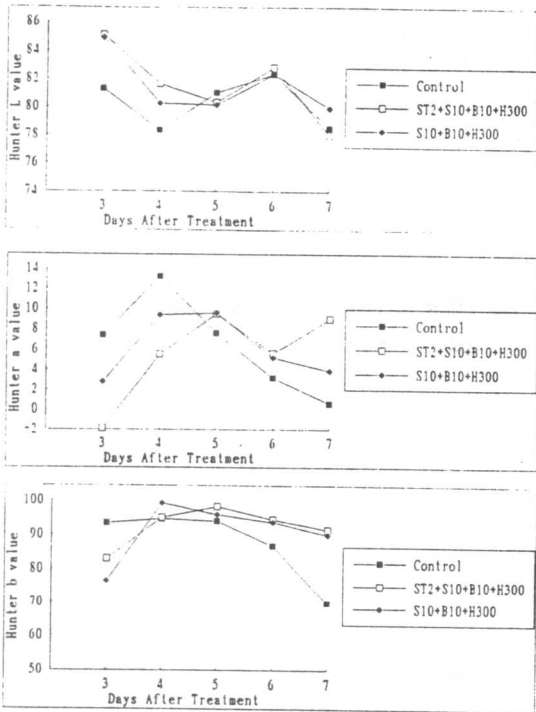


Fig. 10. Effect of multi-component treatment on Hunter L, a, b value of petals in cut freesia.

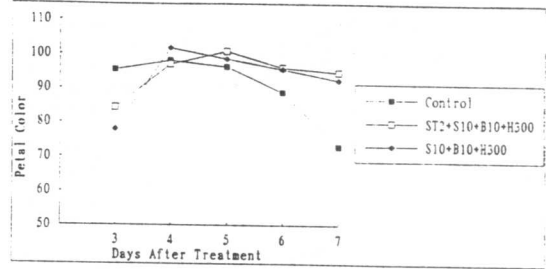


Fig. 11. Effect of multi-component solution on petal color of cut freesia.

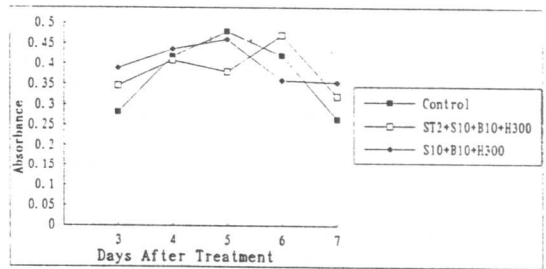


Fig. 12. Effect of multi-component solution on carotenoid content of petal in cut freesia.

Table 9. Effects of multi-component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing Solutions | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | 7.8 a ^y | 67.5 b | 2.5 a |
| Chrysal AVB | 8.8 a | 76.5 ab | 2.8 a |
| ST2 + S10 + B10 + H300 | 7.8 a | 84.5 a | 2.9 a |
| ST2 + S10 + B10 + H300 + Tr0.01 | 8.0 a | 79.5 ab | 3.0 a |
| S10 + B10 + H300 | 8.3 a | 77.0 ab | 3.1 a |
| S10 + B10 + H300 + Tr0.01 | 8.3 a | 81.0 ab | 2.9 a |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

표 9의 혼용처리는 어떤 효과도 보이지 않았는데, 실험수행기간동안 다른 기간에 비해 온도가 높아, 상대적으로 저온에 강하고 에틸렌에 민감한 프리시아의 수명연장에는 효과가 없었던 것으로 생각된다. 혼용처리시 개화율, 화경, 생체중, 수분흡수 등은 현저

히 증가하였다(Fig. 13, Fig. 14). Triton X-100 처리가 높은 수분흡수를 나타낼 수 있게 해주었다. Hunter 값에서 대조구보다 짙은 노란색을 보였으며(Fig. 15), 흡광도와 카로티노이드 함량도 같은 양상을 나타냈다(Fig. 16).

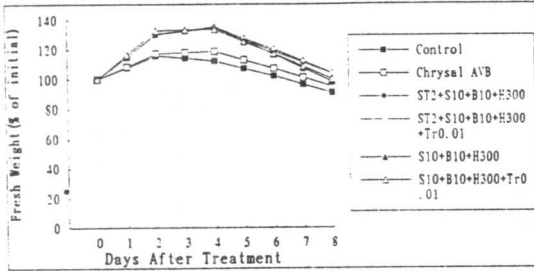


Fig. 13. Effect of multi-component treatment on fresh weight of cut freesia.

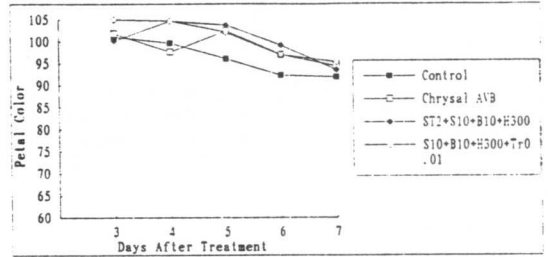


Fig. 15. Effect of multi-component solution on petal color of cut freesia.

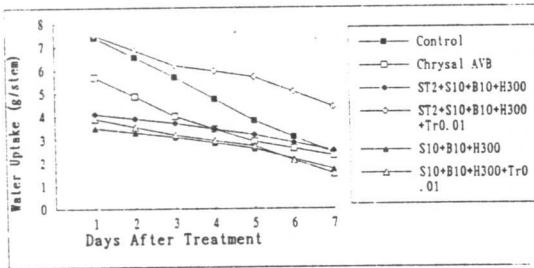


Fig. 14. Effect of multi-component treatment on water uptake of cut freesia.

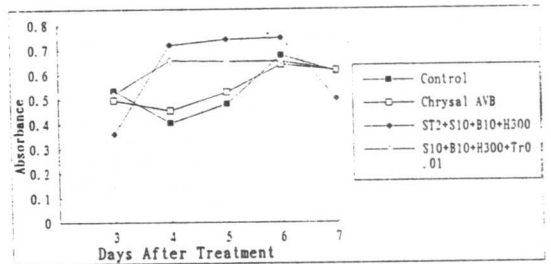


Fig. 16. Effect of multi-component solution on carotenoid content of petals in cut freesia.

표 10은 triton X-100 과 BA를 고농도로 처리했을때의 효과를 본 것으로 ST2+(S10+B10+H300), ST2+(S10+B20+H300), ST2+(S10+B40+H300) 용액처리시 수명이 가장 길었다. ST2+(S10+B20+H300) 처리구는 87%의 개화율을 기록하여 대조구에 비해 26.5%의 증가를 보였다. 화경에서는 유의성있는 증가는 없었으나, sucrose 20%가 sucrose 10%보다 효과적이었다. 이는 수분흡수 및 용액흡수의 증진으로 수명을 연장하고 품질을 향상시킨 결과이다. 대조구의 생체중은 처리후 2일부터 감소되는 반면, 혼용처리구의 생체중은 높게 증가하였고 처리후 4일까지 높게 유지되었다(Fig. 17). 고농도의 BA 처리로 처리 5일 쯤까지 수분흡수가 증가되었다(Fig. 18). 일반적으로 혼용처리로 수명이 1내지 2일 연장되었으며, 수명연장에 가장 좋

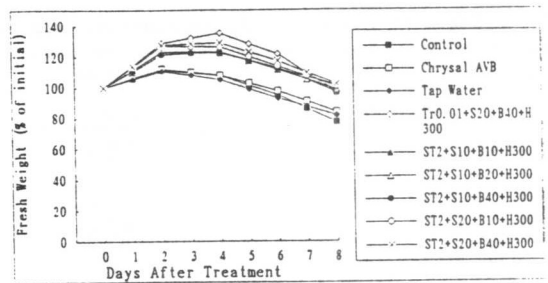


Fig. 17. Effect of multi-component treatment on fresh weight of cut freesia.

Table 10. Effects of multi-component treatments on vase life, percent flowering, and flower diameter of cut freesia.

| Pulsing Solutions | Vase life (days) | Percent flowering ^z (%) | Flower diameter (cm) |
|-------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| Control | 7.5 def ^y | 68.8 bcdefghi | 2.5 a bcdef |
| Chrysal AVB | 8.0 a bcde | 68.3 cdefghi | 2.3 bcdef |
| Tap Water | 7.5 def | 71.8 a bcdefghi | 2.3 bcdef |
| Tr 0.001 | | | |
| S10 + B10 + H300 | 7.4 ef | 73.0 a bcdefghi | 2.6 a bcde |
| S10 + B20 + H300 | 7.8 cdef | 74.3 a bcdefghi | 2.1 def |
| S10 + B40 + H300 | 7.9 bcdef | 76.8 a bcdefg | 2.3 a bcdef |
| S20 + B10 + H300 | 7.5 def | 78.3 a bcdef | 2.7 a bcde |
| S20 + B20 + H300 | 7.6 def | 74.5 a bcdefghi | 2.4 a bcdef |
| S20 + B40 + H300 | 7.5 def | 70.8 a bcdefghi | 2.5 a bcdef |
| Tr 0.01 | | | |
| S10 + B10 + H300 | 7.6 def | 77.8 a bcdefg | 2.6 a bcde |
| S10 + B20 + H300 | 7.9 bcdef | 68.8 bcdefghi | 2.6 a bcde |
| S10 + B40 + H300 | 7.5 def | 74.3 a bcdefghi | 2.3 bcdef |
| S20 + B10 + H300 | 8.2 a bcde | 75.3 a bcdefgh | 2.7 a bcde |
| S20 + B20 + H300 | 8.0 a bcde | 85.8 ab | 2.8 a bcd |
| S20 + B40 + H300 | 8.3 a bcd | 82.8 a bc | 2.9 a bc |
| ST2 | | | |
| S10 + B10 + H300 | 8.5 a bc | 81.8 a bcd | 2.6 a bcde |
| S10 + B20 + H300 | 8.8 a | 87.0 a | 2.7 a bcde |
| S10 + B40 + H300 | 8.8 a | 70.5 a bcdefghi | 2.7 a bcde |
| S20 + B10 + H300 | 8.1 a bcde | 75.8 a bcdefgh | 3.0 a |
| S20 + B20 + H300 | 7.9 bcdef | 74.5 a bcdefghi | 2.7 a bcde |
| S20 + B40 + H300 | 8.6 ab | 79.8 a bcde | 2.9 ab |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

은 결과는 ST2 + (S10 + B20 + H300) 혼용처리로 16.7%의 증가를 보였으며(Fig. 19), 화경신장도 함께 나타났다(Fig. 20). CO₂ 생성은 대조구와 혼용처리에서 비슷한

양상으로 대조구보다 낮게 나타났으며, 에틸렌 생성도 CO₂ 생성과 같은 양상이었다(Fig. 21).

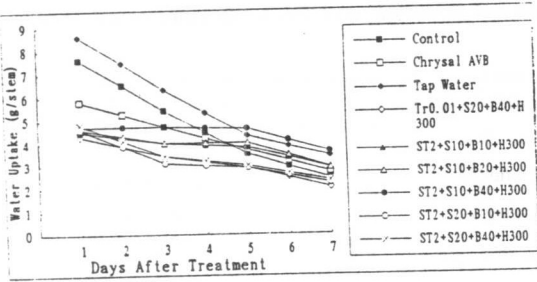


Fig. 18. Effect of multi-component treatment on water uptake of cut freesia.

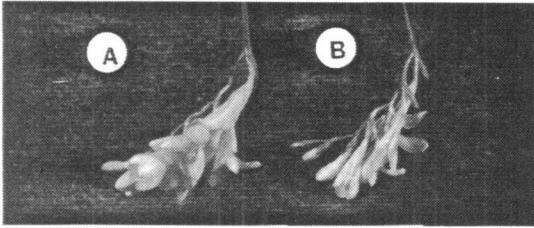


Fig. 19. Effect of multi-component treatment on vase life in cut freesia.

A: STS 2mM + (Sucrose 10% + BA 20ppm + 8-HQS 300ppm)
 B: Control

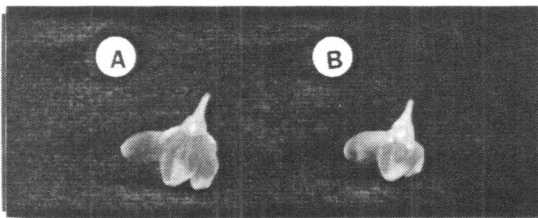


Fig. 20. Effect of multi-component treatment on flower freesia.

A: STS 2mM + (Sucrose 10% + BA 20ppm + 8-HQS 300ppm)
 B: Control

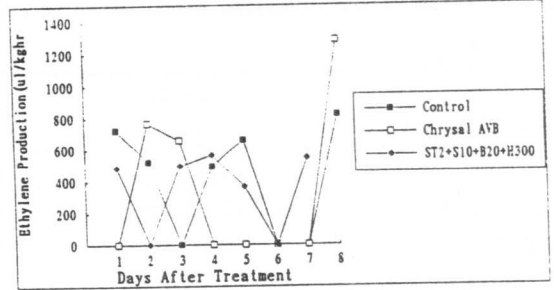
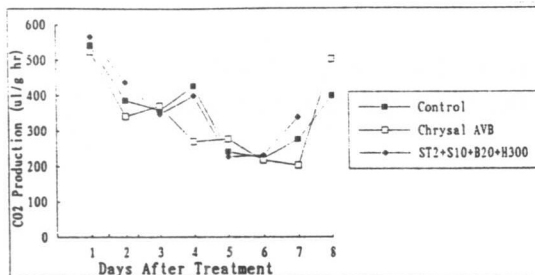


Fig. 21. Effect of multi-component treatment on CO₂ and ethylene production of cut freesia.

결론적으로 ST2+(S10+B20+H300) 혼용처리용액이 수명연장과 품질향상에 가장 효과적이었으며(Fig. 19, Fig. 20), 생체중도 증가하였다(Fig. 17). 수분흡수량도 실험 끝까지 높게 유지되었다(Fig. 18). Sucrose 첨가로 생체중을 증가시키고 개화한 꽃의 노화를 지연시켰을 뿐 아니라 화아의 개화를 유도하였다. BA 첨가는 수분흡수를 증진시키며, Hunter L, a, b 값과 카로티노이드 함량이 대조구 보다 높게 나타난 것으로 화색이 진해졌음을 보였다. ST2+(S10+B10+H300) 혼용처리도 수명 연장과 생체중 증가, 개화를 증진, 품질향상에 효과가 있었다.

3. Lipoxygenase(LOX) Activity

LOX 활성은 식물체의 노화와 상처 반응을 나타내는 지표로 이용되어왔다³⁹⁾. Lipid peroxide 수준은 노화와 관련되며, 막 투과성을 증가시킨다²⁶⁾. 따라서 수명 연장 및 품질향상에 가장 효과적인 ST2+(S10+B20+H300)용액의 효과를 LOX 활성과 연관시켜 설명할 수 있을 것이다.

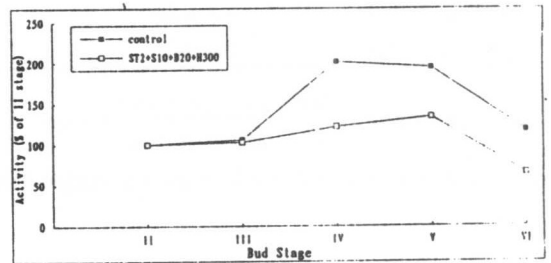


Fig. 22. Lipoxygenase(LOX) activity in petals of freesia. LOX activity was measured at each developmental stage.

프리지아의 LOX 활성은 Fig. 22에서 볼 수 있듯이, II와 III단계에서는 대조구와 처리구간의 차이를 볼 수 없었다. 활성의 peak는 대조구의 경우 꽃이 완전

히 개화하였을때 처리구의 두배 크기로 나타났으며, 혼용처리구에서는 꽃잎이 팽압을 잃은 시기에 대조구보다 낮은 수준으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 조직에서의 결과와 일치하는 것이다²⁵⁾. 프리지아 꽃잎에서의 LOX 활성 경향은 시각적인 노화단계에 이르기 전에 완전히 개화한 상태에서 급격히 증가함을 보였는데, 이로써 LOX 활성이 노화과정을 유도하여

노화의 결과로 활성이 증가하는 것으로 생각된다. 본 실험결과는 노화 전 단계에서 LOX 활성의 증가를 보이고 그 후 감소하는 다른 결과와 일치하였다^{6,19,25)}. 혼용처리는 LOX 활성을 지연시키고 활성도 낮추었다. 이러한 결과로 혼용처리시 노화가 지연(혹은 수명연장, 품질향상)되는 현상을 설명할 수 있었다.

Table 11. Effects of phenidone as a single component treatment on vase life and percent flowering of cut freesia.

| Treatment | | Vase life(day) | Percent flowering(%) ^z |
|-------------|---------|----------------------|-----------------------------------|
| Control | | 6.9 abc ^y | 66.7 a |
| Chrysal AVB | | 7.6 a | 71.5 a |
| Phenidone | 0.1 mM | 7.0 abc | 60.7 a |
| | 0.4 mM | 7.4 ab | 48.5 ab |
| | 1.0 mM | 7.0 abc | 67.5 a |
| | 1.6 mM | 6.4 bc | 36.3 bc |
| | 6.4 mM | 6.0 c | 13.8 d |
| | 10.0 mM | 6.0 c | 15.2 cd |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

Table 12. Effects of phenidone as multi-component treatments on vase life and percent flowering of cut freesia.

| Treatment | | Vase life(day) | Percent flowering(%) ^z |
|---------------------|--|-----------------------|-----------------------------------|
| Control | | 6.9 abcd ^y | 66.7 abc |
| Chrysal AVB | | 7.6 a | 71.5 a |
| S10 + H300 + Phe0.1 | | 7.1 abc | 70.5 ab |
| + Phe1.0 | | 6.4 cd | 53.0 abcde |
| + AOA2 + Phe0.1 | | 6.3 cd | 45.3 bcdef |
| + AOA2 + Phe1.0 | | 6.5 bcd | 38.2 defg |
| + AOA8 + Phe0.1 | | 6.5bcd | 54.7 abcde |
| + AOA8 + Phe1.0 | | 6.1 cd | 43.0 cdef |
| AOA2 + Phe0.1 | | 6.8 abcd | 46.3 abcdef |
| AOA2 + Phe1.0 | | 6.9 abcd | 31.5 efg |
| AOA8 + Phe0.1 | | 7.1 abc | 31.5 efg |
| AOA8 + Phe1.0 | | 6.5 bcd | 26.5 fg |

$$^z \text{ Percent flowering} = \frac{\text{No. of fully open flowers}}{\text{No. of total flower buds}} \times 100$$

^y Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

이에 LOX 억제제의 효과가 기대되어 phenidone을 처리한 결과가 표 11이다. Baker 등¹¹⁾의 보고에서 phenidone이 카네이션의 수명을 연장시켰다는 결과와 달리 본 실험에서는 어느 농도에서도 수명연장효과를 볼 수 없었으며 고농도에서는 오히려 수명을 단축시켰다. Phenidone의 효과를 볼 수 없었던 것은 아마도 처리 시기가 너무 일렀기 때문인 것으로 생각되었다. 표 12에서 phenidone, sucrose 등의 효과를 보았으나 수명연장에는 효과가 없었다.

본 실험 결과로 ST2+(S10+B20+H300) 혼용처리가 LOX 활성 감소에 효과적이며 이는 절화 수명연장의 효과를 설명하는 자료가 되었다. 그러나, LOX 억제제인 phenidone처리는 수명연장제로서 가치는 인정되지 않았다.

4. 박테리아 수 측정 및 SEM을 이용한 도관 관찰

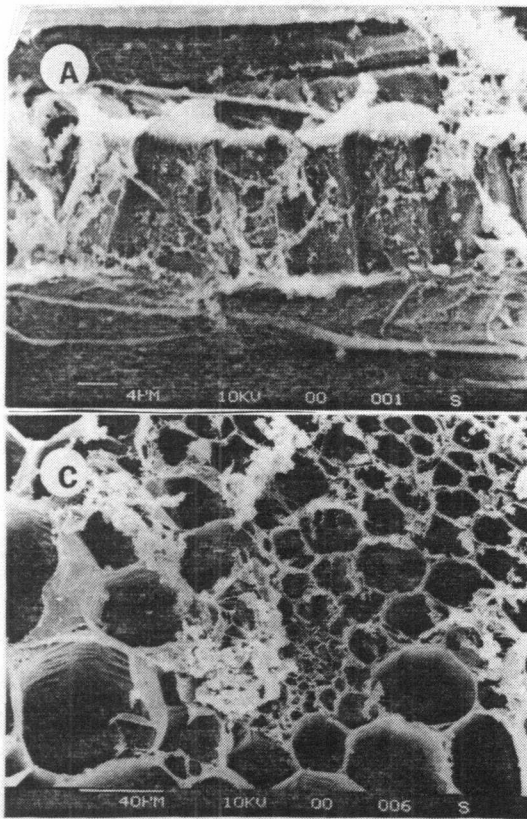
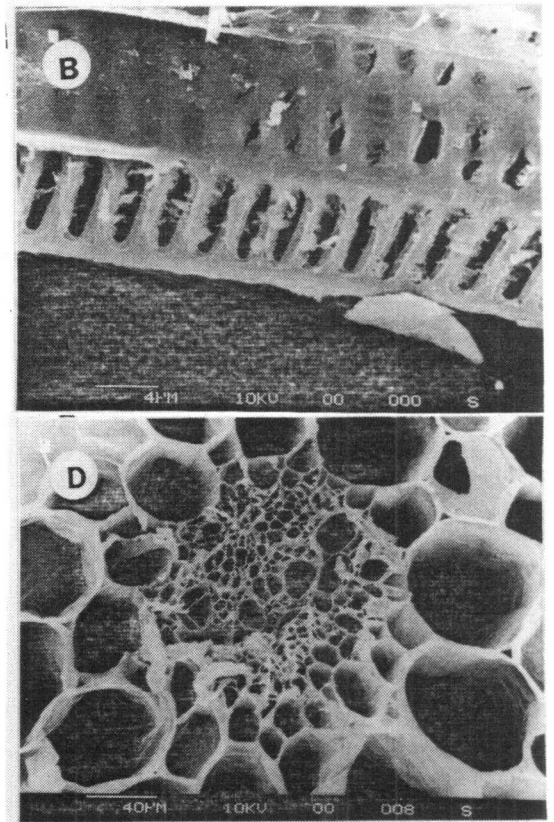


Fig. 23. SEctions of cut freesia stem by scanning electron microscope after 5 days of vase life.
 A:control×1800(longitudinal)
 B:STS 2mM+(Sucrose 10%+BA 20ppm+8-

표 13에서 vase water와 줄기에서의 박테리아의 수를 보여주었다. 8-HQS 처리시 처리 2일째에서 박테리아가 발견되지 않았으며, STS처리도 bactericidal 효과를 나타내었다. 줄기에서의 발생양도 8-HQS처리시 감소하였으며, 8-HQS없이 STS 처리로도 감소효과를 보였다. 처리 5일째에서는 대조구와 8-HQS처리구 모두에서 박테리아 수가 증가를 보였으나, ST2+(S10+B20+H300) 혼용처리시 대조구보다 박테리아 발생이 적게 나타났으며, occlusion 도 발생하지 않았다 (Fig. 23). 박테리아는 도관내부와 절단면에 존재하며 함께 응집하여 불투수층을 형성하여 수분흐름을 약화시킨다. 이러한 박테리아의 생성을 막기위해 antibacterial chemical을 처리하게 된다. 프리지어는 초본성 식물로 수분을 잘 흡수하는 편이나, 미생물 발생으로 수분흡수율이 감소된다.



HQS 300ppm)×2900(longitudinal)
 C:control×340(transverse)
 D:STS 2mM+(Sucrose 10%+BA 20ppm+8-HQS 300ppm)×340(transverse)

Table 13. Effects of antimicrobial compounds on the number of bacteria in the vase water at the lowermost 1 cm stems after 2 days and 5 days of vase life.

| Treatment | Number of bacteria in | | Number of bacteria in vase water (cfu/ml) |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| | Vase water (cfu/ml) | Stem (cfu/g) | |
| | after 2 days | | after 5 days |
| ST2 + S10 + B20 + H300 | 0 b ² | 1.86 × 10 ³ b | 6.71 × 10 ⁵ a |
| ST2 + S10 + B20 | 1.0 × 10 ² b | 1.64 × 10 ⁵ b | 1.44 × 10 ⁵ a |
| H300 | 0 b | 1.44 × 10 ³ b | 2.25 × 10 ⁵ a |
| Control | 7.41 × 10 ⁵ a | 2.08 × 10 ⁶ a | 4.65 × 10 ⁵ a |

² Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, 5% level

ST2 + (S10 + B20 + H300) 혼용처리시 sucrose 공급으로 초기 수분흡수는 낮게 나타나지만, 8-HQS의 처리로 미생물의 번식을 억제하여 계속적으로 수분흡수를 유지할 수 있게 해주었다.

IV. 결 론

본 실험의 목적은 소비자 입장에서 보존용액을 이용하는 데는 어려움이 있어, 수확 후 재배자가 바로 처리하므로써 소비자 단계에서는 더 이상의 처리없이 그냥 물에만 꽂아두어도 수명연장 및 품질 향상 효과가 뛰어난 절화수명연장제를 개발하는데 있었다. 여러가지 단용 및 혼용처리 결과를 통해 STS 2mM을 30분간 dipping 처리한 후 S10 + B20 + H300 용액에 20시간 pulsing 처리함으로써 절화 프리지아의 수명연장 및 품질향상에 가장 좋은 결과를 얻었다. 혼용처리용액은 대조구에 비해 수명을 16.7%, 개화율은 26.5% 증진시켰고, 화경, 생체중, 수분흡수를 증가시켰으며, 에틸렌 발생, 호흡률, LOX 활성, 도관폐쇄현상을 억제하였다.

앞으로 식물조직내에서의 sucrose 의 역할을 이해하기 위해 조직에서의 soluble sugar의 흡수, 분포, 이동을 살펴볼 필요가 있으며, 본 실험의 궁극적 목표인 수명연장 및 품질향상을 위해 노화와 관련하여 조직내의 생리적, 생화학적 반응에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. Baker, J. E., C. Y. Wang, and D. E. Terlizzi. 1985. Delay of senescence in carnations by pyrazon, phenidone analogues, and tiron. HortScience **20**(1):121-122.
2. Brock, T. D. and M. T. Madigan. 1991. Biology of microorganisms. 6th. pp 73-74. In: T. Aloisi and C. Bracewell(ed.) Prentice-Hall International, Inc.
3. Bufler, G., Y. Mor, M. S. Reid, and S. F. Yang. 1980. Changes in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content of cut carnation flowers in relation to their senescence. Planta **150**:439-442.
4. Coorts, G. D. 1973. Internal metabolic changes in cut-flowers. HortScience **8**:195-198.
5. Eisinger, W. 1977. Role of cytokinins in carnation flower senescence. Plant Physiol. **59**:707-709.
6. Feys, M., W. Naesens, P. Tobback, and E. Maes. 1980. Lipoxygenase activity in apples in relation to storage and physiological disorders. Phytochemistry **19**:1009-1011.
7. Gilman, K.F. and P.L. Steponkus. 1972. Vascular blockage in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **97**(5):662-667.
8. Halevy, A.H., A.M. Kofranek, and S.T. Besemer. 1978. Postharvest handling methods for bird-of-paradise flowers (*Strelitzia reginae* Ait.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. **103**(2):165-169.
9. Han, S.S., A.H.Halevy, and M.S.Reid.1991.The role of ethylene and pollination in petal senescence and

- ovary growth of Brodiaea. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 116(1):68-72.
10. Heins, R.D. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **105**(1):141-144.
 11. Hwang, M.J. and K.S. Kim. 1995. Postharvest physiology and prolonging vase life of cut gladiolus. J.Kor.Soc.Hort.Sci. **36**(3):410-419.
 12. Hwang, M.J., H.J. Kwon, K.S. Kim, and S.K. Lee. 1995. Senescence and ethylene production of cut gladiolus. J.Kor.Soc.Hort.Sci. **36**(4):
 13. Jones, R.B. and J.K. Truett. 1992. Postharvest handling of cut *Gloriosa rothschildiana* O'Brien (Liliaceae) flowers. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **117**(3):442-445.
 14. Jones, R.B., M.Serek, and M.S. Reid. 1993. Pulsing with triton X-100 improves hydration and vase life of cut sunflowers (*Helianthus annuus* L.). HortScience **28**(12):1178-1179.
 15. Kende, H. and A.D. Hanson. 1976. Relationship between ethylene evolution and senescence in morning-glory flower tissue. Plant Physiol. **57**:523-527.
 16. Kofranek, A.M. and A.H. Halevy. 1976. Sucrose pulsing of gladiolus stems before storage to increase spike quality. HortScience **11**:572-573.
 17. Larsen, F.E. and M. Frolich. 1969. The influence of 8-hydroxyquinoline citrate, N-dimethylamino succinamic acid, and sucrose on respiration and water flow in 'Red Sim' cut carnations in relation to flower senescence. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **94**:289-292.
 18. Lukaszewska, A.J., J. Bianco, P. Barthe, and M.T. Le Page-Degivry. 1994. Endogenous cytokinins in rose petals and the effect of exogenously applied cytokinins on flower senescence. Plant Growth Regulation **14**:119-126.
 19. Lynch, D.V., S. Sridhara, and J.E. Thompson. 1985. Lipoxygenase-generated hydroperoxides account for the nonphysiological features of ethylene formation from 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid by microsomal membranes of carnations. Planta **164**:121-125.
 20. Mayak, S. and D.R. Dille. 1976. Effect of sucrose on response of cut carnation to kinetin, ethylene, and abscisic acid. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **101**(5):583-585.
 21. Miyazaki, J.H. and Shang Fa Yang. 1987. The methionine salvage pathway in relation to ethylene and polyamine biosynthesis. Physiol. Plant. **69**:366-370.
 22. Mor, Y., A.H. Halevy, H. Spiegelstein, and S. Mayak. 1985. The site of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthesis in senescing carnation petals. Physiol. Plant. **65**:196-202.
 23. Mor, Y., H. Spiegelstein, and A.H. Halevy. 1983. Inhibition of ethylene biosynthesis in carnation petals by cytokinin. Physiol. Plant. **71**:541-546.
 24. Peary, J.S. and T.A. Prince. 1989. Cut flower vase life is little-affected by lipoxygenase inhibitors. HortScience **24**(5):808-809.
 25. Peary, J.S. and T.A. Prince. 1990. Floral lipoxygenase activity during senescence and inhibition by phenidone. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **115**(3):455-457.
 26. Peterman, T.K. and J.N. Siedow. 1985. Behavior of lipoxygenase during establishment, senescence, and rejuvenation of soybean cotyledons. Plant Physiol. **78**:690-695.
 27. Reid, M.S., J.L. Paul, M.B. Farhoomand, A.M. Kofranek, and G.L. Staby. 1980. Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **105**(1):25-27.
 28. Reid, M.S., R.Y. Evans, and L.L. Dodge. 1989. Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut rose flowers. J.Amer.Soc.Hort.Sci. **114**(3):436-440.
 29. Roberts, D.R., M.A. Walker, J.E. Thompson, and E.B. Dumbroff. 1984. The effects of inhibitors of polyamine and ethylene biosynthesis on senescence, ethylene production and polyamine levels in cut carnation flowers. Plant and Cell Physiol. **25**(2):315-322.
 30. Saks, Y., J. Van Staden, and M.T. Smith. 1992. Effect of gibberellic acid on carnation flower senescence: evidence that the delay of carnation flower senescence by gibberellic acid depends on the stage of flower development. Plant Growth Regulation **11**:45-51.
 31. Serek, M. 1993. Ethephon and silver thiosulfate affect postharvest characteristics of *Rosa hybrida* 'Victory Parade'. HortScience **28**(3):199-200.
 32. Serek, M. and A.S. Andersen. 1993. AOA and BA

- influence on floral development and longevity of potted 'Victory Parade' miniature rose. HortScience **28**(10):1039-1040.
33. Van Doorn, W.G., Anke Clerke, and A. Boekestein. 1991a. Bacteria as a cause of vascular occlusion in cut fronds of *Adiantum raddianum* : a scanning electron microscope study. Scientia Horticulturae **48**:299-309
34. Van Doorn, W. G., Devon Zagory, Yke de Witte, and Harmannus Harkema. 1991b. Effects of vase-water bacteria on the senescence of cut carnation flowers. Postharvest Biology and Technology **1**:161-168.
35. Van Doorn, W. G., J. Hibma, and J. de Wit. 1992. Effect of exogenous hormones on leaf yellowing in cut flowering branches of *Alstroemeria pelegrina* L. Plant Growth Regulation **11**:59-62.
36. Van Doorn, W. G. and R. R. J. Perik. 1990. Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stems of cut rose flowers by reducing the number of bacteria. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **115**:979-981.
37. Veen, H. 1986. A theoretical model for anti-ethylene effects of silver thiosulfate and 2,5-norbornadiene. Acta Horticulturae **181**:129-134.
38. Veen, H. and S. C. van de Gejin. 1978. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. Planta **140**:93-96.
39. Vick, B. A. and Don C. Zimmerman. 1987. The biochemistry of plants - A comprehensive treatise. vol. 9. Lipids : structure and function. pp 53-90. Academic Press, Inc.
40. Woonson, W. R. and K. A. Lawton. 1988. Ethylene-induced gene expression in carnation petals. Plant Physiol **87**:498-503.
41. Yang, S. F. and N. E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. Ann. Rev. Plant. Physiol. **35**:155-189.
42. Zagory, D. and M. S. Reid. 1986. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **111**(1):154-158.
43. Zieslin, N. and Rachel Ben-Zaken. 1992. Effects of applied auxin, gibberellin and cytokinin on the activity of peroxidases in the peduncles of rose flowers. Plant Growth Regulation **11**:53-57.