

수출용 절화장미 전처리제 개발에 관한 연구

손기철

(건국대학교 생명환경과학대학 원예학과)

Studies on the Pretreatment Development of Cut Rose

Son, Ki-Cheol

Dept. of Hort. Sci., Konkuk Univ. Seoul 143-701, Korea

적 요

최근 절화장미의 수출급증으로 인하여 선도유지를 위한 효과적인 전처리제 개발이 필요하여, 몇 가지 절화장미 품종에 대한 살균제, 당, 계면활성제, 인지질 분해효소를 저해하는 새로운 물질(LPE; lysophosphatidylethanolamine) 등이 함유된 전처리 용액의 효과에 대한 조사결과는 다음과 같다.

1. 당의 전처리 실험에서는 sucrose는 5%와 10%, 공업용 glucose 5%가 효과적이었으며, surfactant에서는 품종에 따라 다소 차이가 있지만 PLE(Polyoxyethylene 4 lauryl ether) 500ppm과 Psimatic(Aquatrols Inc., USA) 2000ppm + AgNO₃ 0.5mM 처리가 다른 surfactant 처리구에 비해 생체중의 증가를 보였다.
2. 'Cardinal' 에서는 STS 1:4와 1:8 비율별 전처리 효과면에서 차이를 나타나지 않았으며, 1mM 보다는 0.5mM 처리가 생체중의 증가를 나타냈다.
3. 'Red Sandra' 있어서 AS(aluminum sulfate) 700ppm 단독처리보다는 glucose 3%와 혼합처리시 생체중이 증가하는 경향을 보였으나, glucose 6%와 처리했을 때는 대조구보다 생체중이 감소하였다.
4. 인지질 분해효소 억제시키는 LPE(lysophosphatidylethanolamine)와 잎 탈리 및 황화방지에 효과적인 thidiazuron는 각각 10ppm과 5μM, 10μM에서 화판의 위조를 지연시켰으나 청변화가 위조보다 먼저 발생하여서 전체적으로 볼 때, 절화수명의 연장에는 없는 것으로 판단된다.
5. 'Red Sandra' 에서 STS 처리시간(4h, 8h, 12h, 24h)에 따른 전처리 실험은 8h를 제외한 시간대에서 STS 처리구가 TW(tap water)보다 화판의 위조를 감소시켰다. STS농도실험에서는 0.5mM이 1mM보다 화판 위조의 감소에 효과적이며, TW보다는 2.1일(4h), 2.2일(12h), 2.1일(24h)정도 지연시킨 것으로 나타났다.
6. 'Red Sandra', 'Rote Rose' 와 'Saphir' 에 있어서 0.5mM STS, AS 700ppm, glucose 1%, LPE 10ppm을 혼합 처리한 결과, 절화장미 품종에 따라 전처리효과가 다소 차이가 있으나, 모든 품종에는 STS + AS처리와 STS + AS + glucose를 혼합 처리한 것이 외국산 전처리제인 chrysal(화란 Poken & Chrysal사 제품)과 화정(파레스화학 주식회사, 일본)보다 화경과 생체중을 증가시켰으며, 화판의 위조도 대조구에 비해 현저히 지연시키는 것으로 나타났다.

따라서, 0.5mM인 STS(AgNO₃:sodium thiosulfate=1:4)와 aluminum sulfate(AS) 700ppm을 혼합한 처리가 저렴하고 범용적이며 효과적인 절화장미용 전처리제로 판단된다.

I. 서론

최근 국내의 절화류의 소비가 급증함에 따라 절화류의 생산도 급격히 증가하고 있다. 특히, 1998년부터는 국내의 재배시설 확충과 재배기술의 축적으로 절화류의 생산이 많아지면서 장미, 백합, 국화를 중심으로 수출을 주도하고 있으며, 이들 중에서 최근에 수출이 급격히 증가한 품목이 장미이다(Son, 2001).

한편, 장미는 절화의 수명이 짧기 때문에 선도 및 품질유지에 상당한 어려움을 겪고 있다. 절화 장미는 노화시 소량의 에틸렌을 발생하는 climacteric 화기에 속하지만, 카네이션과 백합과는 다른 노화양상을 나타내며(Stiger, 1980; Wang과 Baker, 1979), 특히 장미는 많은 수의 잎을 가지고 있고, 엽면적 또한 넓기 때문에, 절화엽이나 화기로의 에너지원인 탄수화물의 분배 및 이동이 카네이션과는 달라서 에틸렌억제제보다는(Reid 등, 1989) 수분의 이동이 절화수명에 매우 중요한 요인으로 알려져 있다(Stiger와 Broekhuysen, 1989; Mayak과 Halevy, 1974). 현재로서는 수분 흡수, 도관내 미생물 침입, 도관의 전도성 및 엽과 화기간의 탄수화물의 분배 등이 수명에 중요한 요인이 되는 것으로 생각되고 있다. 특히, 도관막힘과 이에 따른 수분흡수력의 감소는 미생물의 감염, 도관조직에 기포발생, 생리적인 요인이 원인된다고 밝혀졌다(van Doorn, 1995). 이러한 원인들로 인하여, 꽃목굽음 현상과 청변화, 화판처짐, 그리고 꽃의 화탁이 황변화되어 수명이 매우 짧아지고 결과적으로는 구매력이 소실되는 것으로 나타났다(Chae 등, 1996).

물올림을 좋게 하기 위한 전처리제에 첨가될 수 있는 대표적인 물질로는 물의 표면장력을 증가시켜 용액흡수를 촉진시키는 계면활성제(van Doorn 등, 1993)와 줄기의 절단면의 미생물 증식을 방지할 수 있는 살균제(Zieslin, 1989), 그리고 호흡 기질로서 체내의 에너지를 공급하고 기공을 폐쇄시켜 건조를 막아주는 당(안과 박, 1996) 등에 대한 고려가 필요하다. 이전에는 주로 에틸렌 억제제인 STS와 살균역할을 하는 aluminum sulfate를 중점으로 연구하였는데, 전처리 효과에 있어서는 품종에 따라 다르게 나타나며(de

Stigter, 1981; 안과 박, 1996; Lukaszewska 등, 1990; Son 등, 1998), 현재 수출농가에서 보편적으로 사용하고 있는 네덜란드 제품인 장미 전용 전처리제 RVB (Poken & Chrysal사)와 일본제품인 화정(다고무역)은 가격이 비싼 반면에, 품종에 따라서 효과가 다르게 나타나므로 농가에서는 사용에 커다란 부담을 가지고 있다. 따라서, 절화장미의 국외 수출의 증대를 위해서는 수확후(postharvest stage)부터 상대국 소비자에 이르는 기간동안 수명연장 및 선도를 유지시킬 수 있고 저렴한 전처리제의 개발이 시급하다고 판단된다.

본 연구는 절화장미의 전처리 효과를 조사하기 위해서 살균제, 당, 계면활성제의 적정농도구명과 인지질 분해효소를 저해하는 새로운 물질(LPE : lysophosphatidylethanolamine)등을 이용하여 저렴하고 범용적으로 사용할 수 있는 전처리제 개발을 하는데 중점을 두었다.

II. 재료 및 방법

실험 1 : 당의 농도별 전처리가 절화장미 'Red Sandra'에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 *Rosa hybrida* 'Red Sandra'를 공시하였으며, 농가에서 채화 직후 1시간 내에 실험실로 옮겨, 절화장을 65cm로 절단한 후 전처리 용액에 4시간동안 처리하였다. 전처리 후 3매엽 2매를 남기고 나머지 잎은 모두 제거하고, 기부 15cm 정도를 재절단한 후 700mL 증류수를 포함한 1L의 용기에 꽃을 담았으며, 처리당 개체수는 3송이 5반복으로 하였다. 각 처리구들은 온도 22°C±1°C, 광도 37μmol·m⁻²·s⁻¹(광주기 12시간: 형광등), 습도 60%인 환경제어실에 두어 생체중은 각 처리당 한송이씩 개별적으로 매일 측정하여 초기치의 백분율로 환산하였다. 대조구로서는 DW(distilled water)를 사용하였으며, sucrose와 공업용 glucose를 각각 5%와 10%로 처리하였다.

실험 2 : Surfactant 종류별, 농도별 전처리가 절화장미 'Red Sandra'에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 *Rosa hybrida* 'Red Sandra'를 공시하였다. 전처리방법과 측정내용 및 실험

협환경은 실험 1과 동일하다. 대조구로서는 DW(distilled water)를 사용하였으며, 계면활성제는 Tween 20(50, 100, 200ppm), Triton X-100(100, 250, 500ppm), Polyoxyethylene 4 lauryl ether(PLE: 250, 500, 1000)를 사용하였다.

실험 3 : Psimatic 전처리가 절화장미 'Cardinal', 'Little Marble'과 'Rote Rose'의 수명에 미치는 영향
경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Cardinal', 'Rote Rose'와 'Little Marble'를 공시하였으며, 하우스에서 채화한 직후 실험실로 1시간 내에 운반하여, 50cm로 절단하였다. 전처리 방법과 측정내용 및 실험환경은 실험 1과 동일하다. 대조구로서는 DW(distilled water)와 silver nitrate(AgNO₃) 0.5mM을 사용하였고, 계면활성제의 일종인 Psimatic (Aquatrols Inc., USA)을 500, 1000, 2000ppm의 농도로 각각 혹은 혼합으로 처리하였다.

실험 4 : STS 비율과 농도별 전처리가 절화장미 'Cardinal', 'Red Sandra'와 'Rote Rose'에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Cardinal', 'Red Sandra'와 'Rote Rose'를 공시하였다. 전처리 방법과 측정내용 및 실험환경은 실험 1과 동일하다. 대조구로서는 DW(distilled water)를 사용하였으며, STS 제조시 silver nitrate(AgNO₃)와 sodium thiosulfate의 비율은 1:4와 1:8로 하였으며, 농도는 각각 0.5mM과 1mM로 하였다.

실험 5 : STS와 당의 혼합 전처리가 절화수명에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Golden Gage', 'Rote Rose'와 'Saphir'를 공시하였으며, 1시간 내에 실험실로 운반하여, 각각 45, 60, 50cm 절단하였다. 전처리 방법과 측정내용 및 실험환경은 실험 1과 동일하다. 단, 처리는 3송이씩 3반복을 하였다. 대조구로서는 TW(tap water)를 사용하였으며, 0.5mM STS, 0.5mM STS+glucose 1%와 0.5mM STS+glucose 6%를 처리하였다. STS 제조는 silver nitrate(AgNO₃)와

sodium thiosulfate의 비율을 1:4로 하였다.

실험 6 : Aluminum sulfate와 당의 혼합 전처리가 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Red Sandra'를 공시하였으며, 전처리 방법과 실험환경 및 측정내용은 실험 1과 동일하다. 처리당 개체수는 3송이씩 3반복하였다. 대조구로서는 수도물(tap water: TW)를 사용하였으며, AS 700ppm(AS), AS 700ppm+glucose 3%(AS+glu 3%), AS 700ppm+glucose 6%(AS+glu 6%)를 처리하였다.

실험 7 : LPE와 thidiazuron의 전처리가 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Red Sandra'를 공시하였으며, 농가에서 채화 직후 1시간 내에 실험실로 옮겨, 절화장을 40cm로 절단한 다음 전처리 용액에 침지하여 5°C 암상태의 저온고에서 8시간동안 처리하였다. 전처리 후 잎은 3매엽 2매를 남기고 나머지 잎은 모두 제거한 후 기부 5cm 정도를 제절단한 후 700mL 수도물(tap water)을 포함한 1L의 용기에 꽂았으며, 처리당 개체수는 3송이씩 3반복하였다. 실험환경은 실험 1과 동일하며, 절화 수명(청변화와 위조) 항목을 매일 측정하였다. 절화수명은 이들 요인중 가장 빠르게 나타난 날을 절화수명의 종료일로 보았고, 화판의 청변화와 위조는 Son(1995)의 방법으로 행하였다. 대조구로서는 수도물을 사용하였으며, 10% LPE(lysophosphatidylethanolamine)용액 0.1ppm, 0.5ppm, 1ppm, 5ppm, 10ppm, 20ppm과 thidiazuron(TDZ, N-phenyl-N'-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea) 5, 10, 50, 100 µM을 처리하였다.

실험 8 : STS 농도 및 전처리 시간이 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Red Sandra'를 공시하였으며, 농가에서 채화 직후 1시간 내에 실험실로 옮겨, 절화장을 60cm로 절단한 다음 전처리 용액에 침지하여 5°C 암상태의 저온고에서 4h, 8h, 12h, 24h 동안 처리하였으며, Chrysal(화란

Poken & Chrysal사 제품)과 화정(파레스화학주식회사, 일본)은 관행되는 방법대로 각각 4h과 8h으로 처리하였다. 전처리 후 잎은 3매엽 2매를 남기고 나머지 잎은 모두 제거한 후 기부 10cm 정도를 재절단한 후 700mL 수돗물(tap water)을 포함한 1L의 용기에 꽂았으며, 처리당 개체수는 3송이씩 3반복하였다. 실험환경과 측정내용은 실험7과 동일하다. 대조구로서는 수돗물 혹은 현재 장미전처리제로 보편적으로 사용하고 있는 0.2%의 RVB와 1%의 화정을 사용하였으며, 0.5mM STS, 1mM STS와 0.5mM STS+0.1% glucose를 처리하였다. 한편, STS 제조는 Reid 등(1980)의 방법을 따랐으며, silver nitrate와 sodium thiosulfate의 비율은 1:4로 하였다.

실험 9 : 혼합 전처리가 절화장미 'Red Sandra', 'Rote Rose'와 'Saphir'의 수명에 미치는 영향

경기도 일대에서 재배된 장미 Rosa hybrida 'Red Sandra', 'Rote Rose', 'Saphir'를 공시하였으며, 농가에서 채화 직후 1시간 내에 실험실로 옮겨, 절화장을 각각 60cm로 절단한 다음 전처리 용액에 침지하여 5°C 암상태의 저온고에서 4h동안 처리하였다. 각 처리구들은 온도 22°C±1°C, 광도 37μmol·m⁻²·s⁻¹(광주기 12시간; 형광등), 습도 60%인 환경제어실에서 생체중과 화경 및 절화 수명(청변화, 위조, 꽃목굽음)을 매일 측정하였다. 생체중은 각 처리당 개체별 무게를 측정하였고, 화경은 장경과 단경의 지름을 산술평균하였다. 생체중과 화경은 초기치의 백분율로 환산하여 나타내었으며, 절화수명은 이들 요인중 가장 빠르게 나타난 날을 절화수명의 종료일로 보았고, 화판의 청변화와 위조는 손(1995)의 방법으로 행하였다. 대조구로서는 수돗물 혹은 현재 장미전처리제로 보편적으로 사용하고 있는 0.2%의 RVB(화란 Poken & Chrysal사 제품)와 1%의 화정(파레스화학 주식회사, 일본)을 사용하였으며, 0.5mM STS, 700ppm의 AS(aluminum sulfate)의 단독처리와 STS+AS, STS+AS+1% glucose, STS+AS+10ppm LPE, STS+AS+1% glucose+10ppm LPE를 혼합 처리하였다. 한편, STS 제조방법은 실험8과 동일하게 하였다.

III. 결과 및 고찰

실험 1 : 당의 농도별 전처리가 절화장미 'Red Sandra'에 미치는 영향

당의 종류별, 농도별 전처리에 따른 생체중 변화를 살펴보면, glucose 10%를 제외하고 나머지 처리구는 대조구보다 좋은 것으로 나타났으며, 그 중에서도 sucrose 10%와 glucose 5%가 효과가 좋은 것으로 나타났다. Glucose 10%의 경우 고농도의 당으로서 약해를 받은 것으로 보이며, 4일 후에 생체중이 급격히 떨어지는 경향을 보였다(Fig. 1).

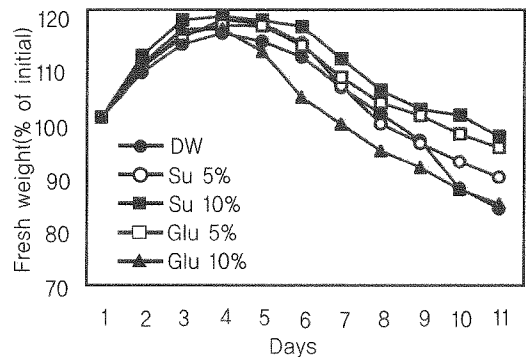


Fig. 1. Effects of pretreatment solutions containing sugar on the fresh weight of cut rose 'Red Sandra'. ● Distilled water, ○ sucrose 5%, ■ sucrose 10%, □ glucose 5%, ▲ glucose 10%

당은 절화의 에너지원으로서 기공의 열림을 억제하여 절화내 수분보유력을 높여서 화판 세포의 팽압을 유지하고 수분균형을 양호하게 하여 절화의 품질 유지에 효과를 나타내며, 따라서 그 결과로 절화장미의 절화수명을 연장하는 것으로 보고되고 있다. 市村一雄(2000)는 glucose, fructose 및 sucrose 3종류의 당중에 fructose가 가장 뛰어나다고 보고하고 있다. 그러나, 본 실험에는 fructose의 단가가 비싸고 또한 공업용으로 판매되지 않는 이유로, 값이 비교적 저렴한 공업용 glucose와 현재까지 절화보존제에 관행적으로 사용된 sucrose를 처리하여 비교한 결과, sucrose는 5, 10% 모두 효과가 좋았으며, glucose는 5%에서 효과

가 좋았으며, 고농도(10%)에서는 효과가 좋지 않은 것으로 나타났다. 따라서 전처리제로 개발시 단가와 실용적인 면을 비교하여 볼 때, 앞으로 시행되는 실험에서는 저농도의 공업용 glucose로 처리하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

실험 2 : Surfactant 종류별, 농도별 전처리가 절화'장미 Red Sandra'에 미치는 영향

PLE 250을 제외한 대부분 처리구의 생체중 증가율은 4일째까지 증가하다가 5일후부터 감소하는 경향을 보였으며, 대부분 8, 9일째에 초기치보다 낮아지는 경향을 보였다. PLE 1000은 대조구와 비슷한 경향을 나타냈으며, PLE 500은 대조구보다 생체중 증가율이 약간 증가하는 경향을 보였다. 또한 PLE 250은 대조구보다 하루 일찍 생체중이 감소하였다. Tween 50과 100은 초기에는 대조구보다 생체중 증가율이 높았으나 7일 이후부터는 비슷하거나 떨어지는 경향을 나타냈으며, Tween 200은 대조구보다 생체중 증가율이 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. Triton X-100은 대조구에 비해 오히려 생체중이 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). van Doorn(1993)에 의하면 surfactant (Nonoxynol-8,5)처리는 건식수송 전후 처리시 모두 생체중과 용액흡수량이 증가한다고 보고하였으며, PLE 500ppm은 화판의 위조억제에 효과적이라고 나타내었다(손 등, 1998). 본 실험에서는 PLE 500ppm처리구가 다른 surfactant 처리에 비해 약간의 효과를 보였으므로, 다른 물질과의 혼합실험에서 PLE가 절화장미의 수명에 미치는 영향을 구체적으로 조사해 볼 필요가 있다고 생각된다.

실험 3 : Psmatric 전처리가 절화장미 'Cardinal', 'Little Marble' 과 'Rote Rose'의 수명에 미치는 영향

수확직후 전처리시 물올림을 촉진시킬 수 있는 surfactant의 일종인 Psmatric(Ps)과 살균효과가 있는 silver nitrate(AgNO₃)와의 혼합 혹은 단독처리시 생체중의 변화를 살펴보면, 'Cardinal'에서는 대조구가 3일째까지 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타냈으며, 다른 처리구들은 대조구보다 생체중이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 PS 2000+Ag처리구

는 6일째까지 생체중 증가율이 증가하는 것으로 나타났다. 질산은의 단독처리는 5일까지는 증가하다가 그 이후에는 급속히 감소하는 경향이 나타났으며, Ps 단독처리보다는 질산은(AgNO₃)과의 조합처리가 후반기에도 생체중이 유지되는 경향을 보였다. 'Rote Rose'의 경우, Ps와 질산은(AgNO₃)과 혼합처리시 모든 처리구가 대조구보다 생체중의 변화가 비슷하게 나타났다. 그러나 'Rote Rose'의 경우 Ps 단독처리구는 대조구보다 오히려 생체중의 감소가 빠른 것으로 나타났다. 'Little Marble'의 경우 Ps 2000 처리구가

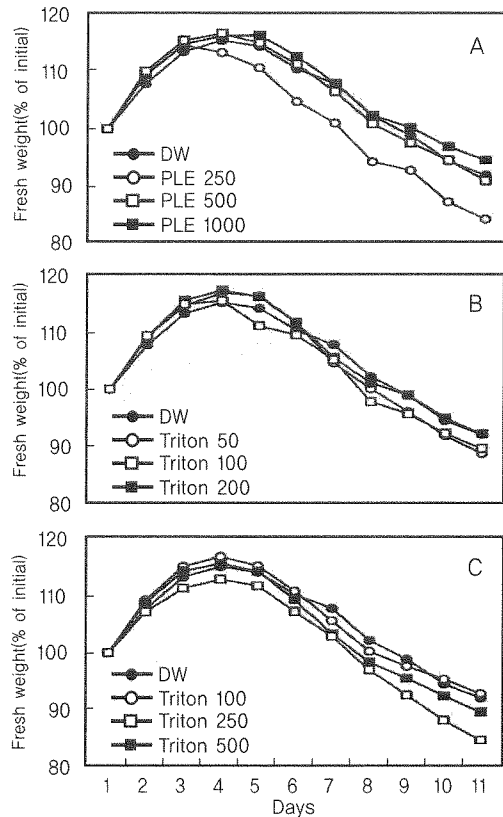


Fig. 2. Effects of various surfactant pre-treatments on the fresh weight of cut rose 'Red Sandra'. A: ● distilled water, ○ PLE 250ppm, ■ PLE 500ppm, □ PLE 1000ppm B: ● distilled water, ○ Tween 20 50ppm, ■ Tween 20 100ppm, □ Tween 20 200ppm C: ● distilled water, ○ Triton X-1000 100ppm, ■ Triton X-1000 250ppm, □ Triton X-1000 500 ppm

대조구에 비하여 절화 후반기에 생체중의 감소가 빠른 것으로 나타났으며, 나머지 처리구는 대조구와 비슷하거나 약간 높은 것으로 나타났다(Fig. 3).

따라서, 절화장미의 품종에 따라 Psimatric의 효과가 다르게 나타났으며, 대부분은 Psimatric의 품종별 적정 농도는 다르지만 단독처리보다는 질산은 (AgNO₃)과의 조합처리가 생체중 증가에 효과적인 것으로 나타났다.

실험 4 : STS 비율과 농도별 전처리가 절화장미 'Cardinal', 'Red Sandra'와 'Rote Rose'에 미치는

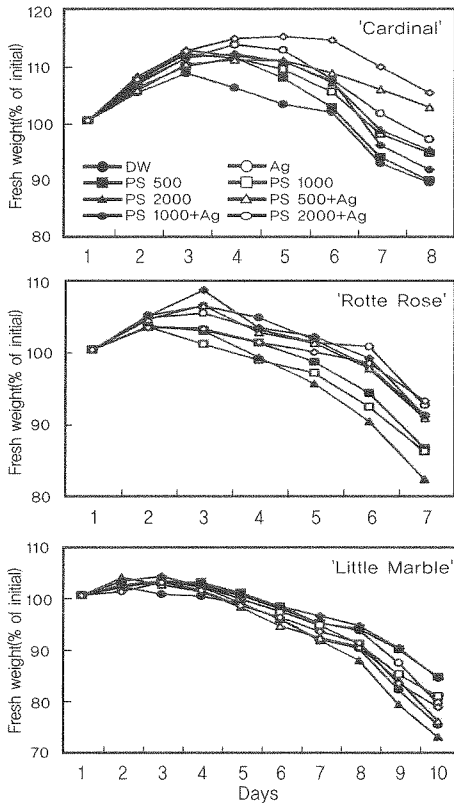


Fig. 3. Effects of Psimatric pretreatments on the fresh weight of cut rose 'Cardinal', 'Rote Rose' and 'Little Marble'. ● distilled water, ○ AgNO₃ 0.5mM, ■ Psimatric 500ppm, □ Psimatric 1000ppm, ▲ Psimatric 2000ppm, △ Psimatric 500ppm+AgNO₃ 0.5mM, ◆ Psimatric 1000ppm+AgNO₃ 0.5mM, ◇ Psimatric 2000ppm+AgNO₃ 0.5mM

영향

'Cardinal'에서는 대조구가 3일이후부터 생체중이 감소하는 경향을 보였으며, 0.5mM 처리구가 1mM 처리구보다 생체중의 감소가 지연되었다(Fig. 4). Silver nitrate와 sodium thiosulfate의 비율에 있어서는 1:4와 1:8에서 별다른 차이를 보이지 않았다. 'Red Sandra'에서는 역시 모든 STS 처리구가 대조구보다 생체중이 증가하는 경향을 나타냈으며, 대조구는 3일이후부터 감소하는 경향을 보였다. 또한 0.5mM이 1mM 처리구보다 좋은 경향을 보였다. 그러나 'Rote Rose'에서는 대조구나 STS 모두 2일까지는 급격한 증가를 보이다가 그 이후로는 감소하는 경향을 나타내어, 'Rote Rose'에는 STS의 전처리 효과가 나타나지 않았다(Fig. 4). 또한, STS 농도면에서는 1mM보다는

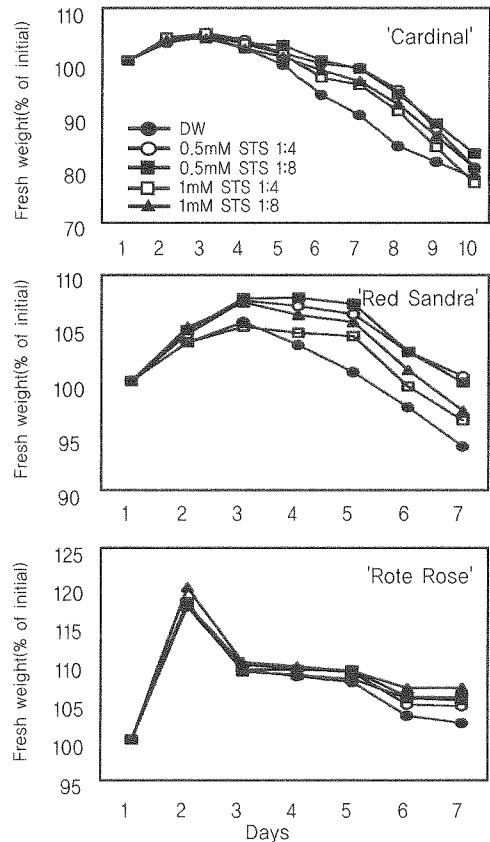


Fig. 4. Effects of STS pretreatments on the fresh weight of cut rose 'Cardinal', 'Red Sandra' and 'Rote Rose'.

0.5mM이 더 효과적이었으며, STS 비율별의 전처리에서는 비슷한 효과를 나타내었다.

실험 5 : STS와 당의 혼합 전처리가 절화수명에 미치는 영향

0.5mM STS 단용처리와 glucose 1%와 6%를 혼용처리시 절화장미 품종별의 생체중의 변화를 보면, 'Golden Gage'는 대조구에 비해 STS 처리구의 생체중이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 0.5mM STS+glucose 1% 혼용처리가 다른 처리에 비해 큰 생체중 증가를 나타내었다(Fig. 5). 그러나, 'Saphir'는 대조구와 STS 처리구간의 차이가 보이지 않았고, 'Rote Rose'는 오히려 STS처리구가 대조구보다 생체중의 감소를 나타내었다(Fig. 5). STS는 silver nitrate와 sodium thiosulfate로 구성된 것으로 살균효과뿐만

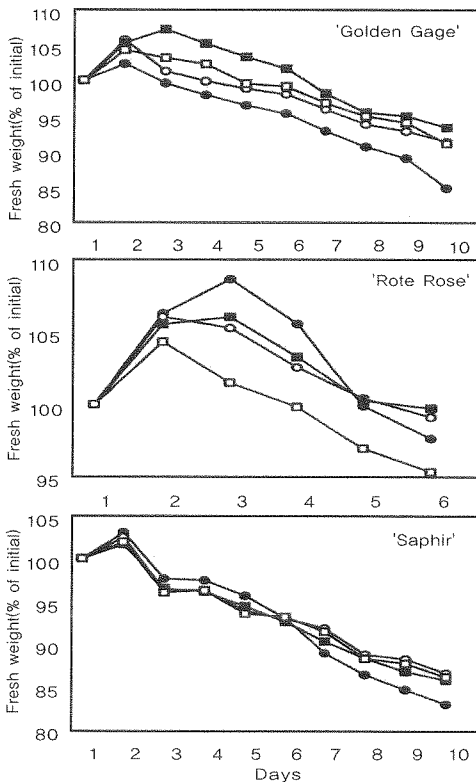


Fig. 5. Effects of pretreatment solution on the fresh weight of cut rose 'Golden Gage', 'Rote Rose', and 'Saphir'. ● tap water, ○ STS 0.5mM, ■ STS 0.5mM+glucose 1%, □ STS 0.5mM + glucose 6%

아니라 에틸렌의 작용을 억제하여 에틸렌에 민감한 절화류의 절화수명에 큰 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며, silver nitrate (AgNO₃)보다 은(Ag⁺)의 이동성을 향상시켜 그 효과가 좋다고 알려져 있다(Reid 등, 1980). 그러나 절화 장미의 STS 전처리효과는 품종에 따라 다르게 나타난다고 하였는데(De Stigter, 1981;Lukaszewska 등, 1990), 실험 4와 실험 5의 결과를 살펴보면, 품종간의 STS 전처리 효과가 다르게 나타난다는 것을 보여주었다. 위 실험의 결과, 절화장미 'Rote Rose'에 있어서 STS와 당의 혼합 전처리가 절화수명을 짧게하는 것으로 나타났다.

실험 6 : Aluminum sulfate와 당의 혼합 전처리가 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

절화 장미 'Rote Rose'에 AS(aluminum sulfate)와 당의 혼합 전처리시 생체중의 변화를 살펴보면, AS 500ppm 단용처리는 대조구와 비슷한 경향을 나타낸 반면, glucose 6%를 혼용한 처리는 오히려 대조구보다 생체중이 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 6). 그러나 AS 500ppm+glucose 3% 전처리는 대조구보다 생체중의 증가를 보였다. 이는 Ahn(1996)이 AS를 단용처리 하는 것보다 sucrose와 병용시 더욱 효과적이라는 것과 비슷한 결과를 나타내었다. 그러나, 고농도인 glucose 6%에서는 오히려 역효과를 나타내었다.

Aluminum sulfate(AS)는 현재 유럽의 농가에서 전

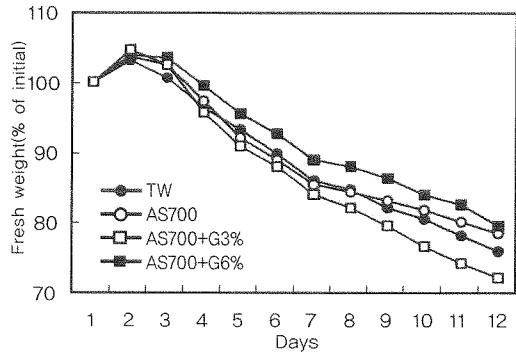


Fig. 6. Effects of AS pretreatment on the fresh weight of cut rose 'Red Sandra'. ● tap water, ○ al-uminium sulfate 700ppm, ■ aluminium sulfate 700ppm+glucose 3%, □ aluminium sulfate 700ppm+glucose 6%

처리제로 많이 사용되고 있는 것으로(Son 등, 1998), 살균작용으로 세균번식과 수분장애를 감소시키고 기공을 폐쇄하여 증산을 억제시키며, 보존액을 산성화하여 품질을 향상시킨다고 보고되고 있다(Ahn, 1996).

실험 7 : LPE와 thidiazuron의 전처리가 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

절화의 화판은 노화가 진행되면서 인지질의 분해가 급속히 진행됨으로 인해 세포막의 완전성이 파괴되면서 노화는 가속화되게 된다. 따라서, 최근 연구에 의해 밝혀진 인지질 분해효소를 억제시키는 LPE (Ryu 등, 1997)의 농도별 처리시 절화수명을 살펴보면, 화판의 청변화에 있어서는 대조구와 별다른 차이를 나타내지 않았으며, 화판의 위조에서는 10ppm이 대조구에 비해 1일정도 지연시키는 것으로 나타났다(Table 1). 금어초 절화에 LPE를 처리한 결과 절화수명을 연장시킨 보고가 있지만(Kaur와 Palta, 1997), 본 실험에서는 LPE의 전처리 효과가 없는 것으로 나타났다.

잎 탈리 및 황화방지에 효과적인 thidiazuron의 전처리 효과를 살펴보면(Ferrante, 2001), 5 μ M과 10 μ M이 대조구에 비해 화판의 위조를 각각 1.7일과 1.1일 정도 지연을 시키나(Table 2), LPE과 마찬가지로 청변화가 먼저 일어나므로 전체적으로 보면 전처리가 절화수명에 큰 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

실험 8 : STS 농도 및 전처리 시간이 절화장미 'Red Sandra'의 수명에 미치는 영향

절화장미 'Red Sandra'의 STS 전처리 농도 및 전처리 시간에 따른 절화수명을 살펴보면, STS의 대부분의 처리구가 대조구보다 꽃목굽음이 많이 발생하였다(Table 3). 그러나, 화판의 청변화에 있어서는 STS처리구가 전처리 시간과 농도간에는 약간의 차이는 있지만, tap water(TW), chrysal과 화정에 비해 확실히 감소시키는 것으로 나타났다. 화판의 위조를 살펴보면, 8h를 제외한 4h, 12h와 24h는 TW에 비해 STS 전처리가 위조를 감소시키는 것으로 나타났다.

Table 1. Effects of LPE pretreatments on vase life of cut rose 'Red Sandra'.

Treatment	Petal bluing (days)	Petal withering (days)
TW	9.9	9.3
LPE 0.1 ppm	9.3	9.2
LPE 0.5 ppm	9.4	9.7
LPE 1 ppm	9.4	10.1
LPE 5 ppm	9.3	10.1
LPE 10 ppm	9.8	10.6
LPE 20 ppm	9.4	9.4

Table 2. Effects of TDZ pretreatments on vase life of cut rose 'Red Sandra'.

Treatment	Petal bluing (days)	Petal withering (days)
TW	9.6	8.9
TDZ 5 μ M	9.0	10.6
TDZ 10 μ M	9.6	10.0
TDZ 50 μ M	9.0	9.4
TDZ 100 μ M	9.0	8.8

특히, 24h 전처리시에는 STS 처리구가 TW보다 각각 2.1일(0.5mM STS), 3.9일(1mM STS), 3.4일(0.5mM STS+1% glucose)정도 지연시키는 경향을 보였다. STS 농도별로 살펴보면, 8h을 제외한 전처리 시간대에서는 0.5mM STS처리가 1mM처리보다 위조를 지연시켰으며, 또한 0.5mM STS처리구가 TW보다 화판의 위조를 각각 2.1일(4h), 2.2일(12h), 2.1일(24h)정도 지연시킨 것으로 나타났다. 따라서, STS 처리구가 기존의 전처리 제품인 chrysal과 화정보다 절화수명을 연장시키는데 효과적이며, STS 농도면에서는 1mM보다는 0.5mM STS가 더 효과적이다. 또한, 전처리 시간에 있어서는 0.5mM STS를 4h이나

24h을 처리해도 거의 비슷한 효과를 나타내므로 4h 동안 처리하는 것이 가장 적합한 시간이라고 판단된다. Stigter(1980)은 STS 처리가 빛에 의하여 잎에 장애를 발생할 수 있으므로 수확후 암상태에서 5시간 동안 처리하는 것을 권장하였다.

실험 9 : 혼합 전처리가 절화장미 'Red Sandra', 'Rote Rose' 와 'Saphir'의 수명에 미치는 영향

'Red Sandra'의 화경에서 화경과 AS(aluminum sulfate) 700ppm 전처리구는 초기 5일째까지 화경 증가율이 다른 처리구보다 높았으나, 그 후 천천히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 7). 그러나, STS+AS 혼

Table 3. Effects of STS pretreatments on the petal bluing, petal withering, and bent-neck of cut rose 'Red Sandra'.

Treatment ^a		Bent neck ^b (%)	Petal bluing (%)	Petal withering (days)
TW	4h	77.8	77.8	9.8
Chrysal	4h	33.3	77.8	10.7
Hwajung	8h	55.6	66.7	9.3
0.5 S	4h	55.6	33.3	11.9
1 S	4h	55.6	44.4	11.1
0.5 GS	4h	66.7	33.3	10.6
Tap water	8h	33.3	77.8	10.2
0.5 S	8h	77.8	44.4	9.6
1 S	8h	88.9	22.2	11.2
0.5 GS	8h	66.7	33.3	10.6
Tap water	12h	66.7	44.4	9.6
0.5 S	12h	55.6	44.4	11.8
1 S	12h	66.7	33.3	10.6
0.5 GS	12h	88.9	0.0	10.9
Tap water	24h	44.4	77.8	8.2
0.5 S	24h	44.4	33.3	10.9
1 S	24h	66.7	55.6	12.1
0.5 GS	24h	55.6	11.1	11.6

^aTW: tap water; 0.5S: 0.5mM STS; 1S: 1mM STS; 0.5GS: 0.5mM STS+1% glucose.

^bThe degree of bent neck and petal bluing were measured on the 10th day after experiment.

용처리는 다른 처리구에 비해 화경이 절화후반기까지 꾸준히 유지되는 경향을 나타냈다. 'Saphir' 화경의 증가에 있어서는 AS 단용처리가 6일째부터 대조구보다 감소하는 것을 제외하고는 모든 처리구가 비슷한 경향을 나타내었다. 그러나, 'Rote Rose'는 혼합처리의 효과가 상당히 다양하게 나타났다. 대조구는 5일 이후 화경이 급속히 감소하는 경향을 나타냈으며, STS 단용처리와 STS+AS+LPE 처리는 대조구보다 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 'Rote Rose'에 있어서 AS가 첨가된 처리구는 STS+AS+LPE를 제외하고는 대부분 화경이 후반기까지 좋은 것으로 나타났다(Fig. 7).

생체중의 변화에서도 'Red Sandra'에서는 대조구

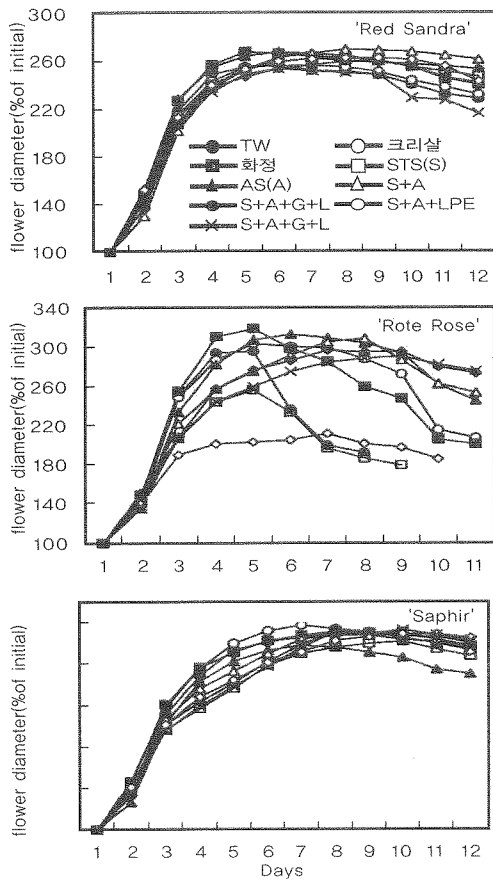


Fig. 7. Effects of various pre-treatment on the flower diameter of cut rose 'Red Sandra', 'Rote Rose', and 'Saphir'.

나 화정보다도 STS+AS와 STS+AS+glucose 처리구의 생체중이 증가하는 경향을 보였다. 'Saphir' 경우 대조구, Chrysal, 화정, AS 처리구가 4일째까지 생체중이 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향이 나타났으며, STS처리와 STS+AS+LPE처리는 대조구보다 오히려 생체중이 감소하는 경향을 나타내었다. 반면에, STS+AS, STS+AS+glucose, STS+AS+glucose+LPE 처리구는 6일째까지는 서서히 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 8).

화판의 청변화의 경우, 'Red Sandra'에서는 AS가

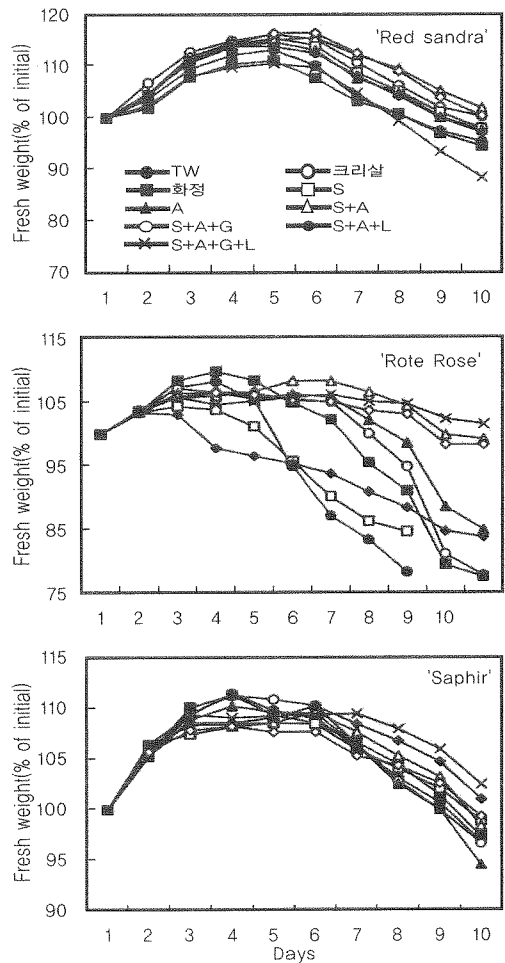


Fig. 8. Effects of various pre-treatments on the fresh weight of cut rose 'Red Sandra', 'Rote Rose', and 'Saphir'.

첨가된 처리구에 청변화가 일어나지 않았으며, 'Rote Rose'에서는 AS, STS+AS+glucose, STS+AS+glucose+LPE 처리가 오히려 청변화가 일어나는 것으로 나타났다(Table 4). 꽃목굽음은 품종의 특성에 따라 적게 발생하는 것도 있는 반면, 오히

려 대조구보다 더 많이 발생하는 처리도 있었다. 그러나, 대부분의 처리구가 꽃목굽음 발생을 억제시키는데 별다른 효과를 나타내지 않았다. 반면에, 화판의 위조에 있어서 'Rote Rose'는 AS, STS, glucose의 단독 혹은 혼합처리구가 대조구보다 각각 3.9일(AS), 4

Table 4. Effects of various pretreatments on the petal bluing, petal withering, and bent-neck of cut rose 'Red Sandra', 'Rote Rose', and 'Saphir'.

Cultivar	Treatment ^z	Petal bluing ^y	Bent-neck	Petal withering
		(%)	(%)	(Days)
Red Sandra	TW	55.6	33.3	10.6
	Chrysal	33.3	44.4	11.3
	Hwajung	55.6	22.2	10.8
	STS	33.3	55.6	11.4
	AS	0.0	11.1	10.8
	STS+AS	0.0	44.4	12.1
	STS+AS+Glu	0.0	44.4	11.6
	STS+AS+LPE	0.0	55.6	11.3
	STS+AS+LPE+Glu	0.0	88.9	9.8
Rote Rose	TW	0.0	33.3	6.1
	Chrysal	0.0	33.3	9.4
	Hwajung	33.3	44.4	8.0
	STS	0.0	77.8	6.2
	AS	44.4	55.6	10.0
	STS+AS	0.0	44.4	10.1
	STS+AS+Glu	33.3	66.7	10.6
	STS+AS+LPE	0.0	44.4	7.5
	STS+AS+LPE+Glu	22.2	33.3	11.4
Saphir	TW		11.1	10.9
	Chrysal		11.1	10.9
	Hwajung		0.0	11.7
	STS		33.3	10.9
	AS		11.1	10.7
	STS+AS		22.2	11.1
	STS+AS+Glu		22.2	11.7
	STS+AS+LPE		22.2	11.0
	STS+AS+LPE+Glu		0.0	11.1

^zTW: tap water; STS: 0.5mM STS; AS: 700ppm AS; Glu: 1% Glucose; LPE: 10ppm LPE.

^yThe degree of bent neck and petal bluing were measured on the 10th day after experiment.

일(STS+AS), 4.5일(STS+AS+glucose), 5.3일(STS+AS+LPE+glucose)을 지연시켰다. 또한, 'Red Sandra'의 경우에도 TW(10.6일), Chrysal(11.3), 화정(10.8)과 비교하면, STS+AS+glucose 처리구의 경우 화판위조가 11.6일로 매우 효과적이었으며, 'Saphir'에서도 STS+AS+glucose 처리구에서 화판의 위조가 대조구보다 지연되는 것으로 나타났다.

따라서, 본 실험의 결과 절화장미의 품종에 따라 전처리효과가 다르게 나타났으나, 살균작용을 하는 STS+AS처리구와 STS+AS+glucose 1%처리구가 가장 선도유지에 가장 효과적으로 나타났다. 그러나, 경제적인 면과 전처리제에 당을 첨가시 점액성이 높다는 물질적인 특성으로 인한 취급시 불편한 점을 고려해볼 때, STS+AS를 첨가한 처리구가 범용적으로 사용하기에 가장 적합하다고 판단된다.

IV. 결론

지금까지 절화장미의 보존용액에 대해서는 많은 연구가 있었고, 또한 많은 진전이 있었다(Son 등, 1997; Kim과 Lee, 2001). 그러나, 전처리제에 대해서는 지난 수십년간 많은 연구자들에 의해서 연구되었지만, 별다른 진전이 없는 실정이다. 또한, 현재 시판되는 상업제품도 품종에 따라 그 효과가 매우 다르며, 심지어 대조구에 비해 좋지 않은 영향을 미치는 경우도 있다(Ahn, 1996). 앞으로, 절화장미의 수출을 고려할 때 전처리제의 개발은 시급하다. 그럼에도 불구하고 현재 시판되는 대부분의 처리제는 수입되는 것으로 고가이며, 효능이 불분명하다. 따라서, 앞으로 전처리제의 개발의 목적은 범용적이며, 저비용의 처리제를 개발하는 것이라고 판단된다.

일반적인 경우, 장미의 절화수명을 위한 전처리제는 물의 표면장력을 증가시켜 용액흡수를 촉진시키는 계면활성제(van Doorn 등, 1993)와 미생물 증식을 방지할 수 있는 살균제(Zieslin, 1989), 그리고 호흡 기질로서 체내의 에너지를 공급하고 기공을 폐쇄시켜 건조를 막아주는 당(안과 박, 1996; 市村一雄, 2000) 등의 물질들이 첨가되어야 한다.

본 실험에서 앞서 언급한 범용성과 저비용의 처리

제를 개발하기 위해서 현재까지 연구된 결과를 바탕으로 하여 새로운 물질의 조사 및 기존물질의 새로운 가능성을 조사하였다. 따라서, 당으로는 sucrose 5%, 10%와 공업용 glucose 5%가 'Red Sandra'에 효과가 좋았으나, 고농도(10%)의 glucose에서는 효과가 좋지 않은 것으로 나타났다. 市村一雄(2000)은 당의 3종류 fructose, glucose와 sucrose중에서 fructose가 절화수명을 연장하는데 가장 뛰어나다고 보고하고 있으나, fructose의 경우는 단가가 비싸고 공업용으로 판매되지 않는 문제점이 있었다. 또한, 현재까지 절화보존제에서 관행적으로 사용되고 있는 sucrose는 단가와 실용적인 면을 비교하여 볼 때, 본 실험에서는 저농도의 공업용 glucose로 처리하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 살균제로서 STS와 aluminum sulfate(AS)는 주로 단용 처리하거나 각각 다른 물질과 혼합하여 처리하였을 경우의 전처리효과를 살펴 보았다. 그러나, 본 실험에서는 절화품종간의 전처리 효과가 다르게 나타났지만, STS와 AS를 혼합한 처리구와 STS+AS+glucose 1%처리구가 단용 처리보다는 전처리 효과가 좋게 나타났다. 또한 외국산 전처리제인 chrysal과 화정보다 전처리 효과가 좋게 나타나서, 범용적인 절화장미용 전처리제로 사용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

한편, STS는 본래 에틸렌 작용 억제제로서 카네이션과 같은 클라이맥트릭 화기에 엄청난 효과를 주는 물질이다. STS는 silver nitrate와 sodium thiosulfate로 구성된 것으로 살균효과 뿐만 아니라 에틸렌의 작용을 억제하여 에틸렌에 민감한 절화류의 절화수명에 큰 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며, silver nitrate ($AgNO_3$)보다 은(Ag^+)의 이동성을 향상시켜 그 효과가 좋다고 알려져 있다(Reid 등, 1980). 일반적으로 장미는 같은 클라이맥트릭 화기를 가졌지만, 실제적으로 볼 때 에틸렌의 작용 억제제의 영향을 받기보다는 수분균형이 문제가 되기 때문에 대부분은 살균제 개발에 대한 연구가 주를 이루었다. 실제로, 절화장미에 대한 STS 처리의 효과는 별로 연구되지 않았으며, 그 결과를 살펴보면, De Stigter (1981)는 절화장미 'Sonia'에는 STS 전처리 효과가 나타나지 않는다고 보고한 반면, Lukaszewska 등(1990)은 에틸렌

처리 유무에 관계없이 STS 전처리가 절화수명은 연장시키는 것으로 보고되고 있다. 특히, STS는 살균제가 아니라 에틸렌 작용억제제로 작용하는 것으로 알려져 있으며, 장미의 경우 품종에 따라 다양한 반응을 나타내는 것으로 밝혀졌다(Reid 등, 1989). 따라서, 이러한 고정관념 때문에 STS의 전처리의 효과에 대한 구체적인 연구는 별로 없는 것으로 판단된다.

한편, 지금까지 처리된 살균제 중에서는 질산은이 가장 효과적이고 범용성을 띠는 것으로 알려져 있다. Son 등(1998)은 계면활성제, 당, 호르몬, 살균제 전처리 중 $AgNO_3$ 가 절화장미 'Red Sandra'에 가장 효과적으로 나타났다고 보고하고 있으며, 실제로 일본에서 판매되는 Mei-up의 경우에는 질산은($AgNO_3$)을 포함하고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 $AgNO_3$ 은 이동성이 거의 없기 때문에 전처리 후 재절단할 경우 살균효과가 없어지기 때문에 문제가 된다. 'Asami Red'는 STS 전처리보다 줄기 기부부분에 은이 다량으로 분포된 $AgNO_3$ 전처리가 꽃목굵음도 적게 발생되고 절화수명을 연장되었으며, 은이 에틸렌 억제제로서가 아니라 살균역할을 하여 절화수명 연장에 효과가 있으나, 재절단시 은효과의 문제점에 대해서 보고하고 있다(Ohkawa, 1999). 따라서, 본 실험에서는 STS가 이동성이 있기 때문에 고농도로 처리한다면 STS의 본래의 역할로 생각해 왔던 에틸렌 작용 억제제보다는 오히려, 살균제로서 이동성을 갖추게 한다면 재절단후에도 살균효과를 지속적으로 유지하지 않을까 판단되었다. 이러한 이론을 증명하기 위해서 STS의 처리 농도와 시간(4h, 8h, 12h, 24h)을 실시한 결과, 1mM STS보다는 0.5mM STS가 효과적이었으며, 전처리 시간은 4h정도해도 충분히 전처리 효과를 얻을 수 있었다. 그러나, STS 전처리의 경우도 품종에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 어떤 품종은 절화수명을 연장시키는 반면, 어떤 품종은 절화수명에 하등 효과가 없는 것으로 나타났다. 한편, AS는 일반적으로 유럽에서 많이 사용되는 물질이나, 실험결과에 따르면 AS 단용처리는 좋은 성적을 거두지 못했다.

본 실험에서는 범용성을 지닌 전처리제를 개발하기 위해서 STS와 AS를 혼용으로 실험한 결과, 표(Table 4)와 그림(Fig. 7, 8)에서 보는 바와 같이 상업

적 전처리제로서의 범용성을 상당히 갖추고 있는 것으로 밝혀졌다. 일반적으로 우리나라의 경우 장미의 뚜렷한 대표적인 특성을 지니고 있는 것이 'Red Sandra'와 'Rote Rose'인데, 같은 물질이라도 그 절화수명에 미치는 영향을 상당히 다른 것으로 나타났다. 'Red Sandra'는 $AgNO_3$ 처리구에서 화판의 위조와 청변화를 감소시키는 반면(Son 등, 1998), 'Rote Rose'는 $AgNO_3$ 0.25mM+sucrose 5%에는 전처리 효과가 나타나지 않았지만, $AgNO_3$ 에 AS를 혼용한 처리가 꽃목굵음의 방지와 화판의 위조를 감소시켜 절화수명을 연장시키는 효과가 있다고 보고되고 있다(Son 등, 1998). 이는 'Rote Rose'에서 $AgNO_3$ 이 포함된 STS처리에는 전처리효과가 나타나지 않았지만, AS와 혼용처리시 절화수명을 연장되는 본 연구의 결과와 비슷하게 나타났다.

따라서, 본 실험에서는 STS와 AS를 혼용해서 사용할 경우 상당히 범용성을 띠는 것으로 나타나, 앞으로 상업성이 충분히 있는 것으로 밝혀졌다. 혼용실험이 동계절에 국한되었으나, 하계절에 실험을 하게 되면 그 결과는 더욱 뚜렷할 것으로 판단된다. 앞으로는 국내의 절화장미 품종 전부를 대상으로 확대 실험이 필요한 것으로 판단되며, 이의 결과에 따라 곧바로 시판할 수 있는 전처리제를 상업화할 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

1. Ahn, G.Y.(1996), Effects of postharvest pretreatment, recutting stems in water, and carbonated soft drink treatment on vaselife and flower quality of cut rose 'Mary de Vor', J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(5):719-725.
2. Ahn, G.Y. and J.C. Park.(1996), Effects of postharvest pretreatments on vaselife of cut rose 'Mary de Vor', J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(3):475-478.
3. Chae, S.C., K.C. Son, and C.H. Kim(1996), Effects of ethionine applied in the preservative solution on the physical structure of petal of cut

- rose, J. Kor. Flower Res. Soc. 5(2):7-12.
4. De Stiger, H.C.M. and A.G.M. Broekhuysen (1989), Secondary gas embolism as an effect of disturbed water balance in cut roses, *Acta Hort.* 261:17-26.
 5. De Stiger, H.C.M.(1980), Ethephon effects in cut 'Sonia' roses after pretreatment with silver thiosulfate, *Acta Hort.* 113:27-31.
 6. Ferrante, A., Hunter, D.A., Hackett, W.P., and Reid, M.S.(2001), Thidiazuron-a potent inhibitor of leaf senescence, *J. Amer. Soc. Hort. Sci. Abstract.*
 7. 市村一雄(2000), 切り花の鮮度保持, 筑波書房.
 8. Kaur, N. and J.P. Palta(1997), Postharvest dip in a natural lipid, lysophosphatidylethanolamine, may prolong vase of snapdragon flowers, *HortScience.* 32(5):888-890.
 9. Kim, Y.A. and J.S., Lee(2001), Vase life and water balance of cut rose cultivar as affected by preservative solutions containing sucrose, 8-hydroxyquinoline sulfate, ethionine, and aluminum sulfate, *J. Kor. Soc. Hort.* 42(3):325-330.
 10. Lukaszewska, A.J., J. Tonecki, E.J. Woltering, and N. Gerin(1990), Effects of ethylene and silver thiosulfate on vase life of 'Sonia' roses, *Gartenbauwissenschaft.* 55(3):118-121.
 11. Mayak, S. and A.H. Halevy(1974), The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut rose flowers, *Physiol. Plant.* 32:330-336.
 12. Ohkawa, K., Y. Kasahara, and J.N. Suh(1999), Mobility and effects on vase life of silver-containing compounds in cut rose flowers, *HortScience* 34(1):112-113.
 13. 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 of cut carnations, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(1):25-27.
 14. Reid, M.S., R.Y. Evans, and Linda L. Dodge (1989), Ethylene and silver thiosulfate influence open-ing of cut rose flowers, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(3):436-440.
 15. Ryu, S.B., B.H. Karlsson, M. Ozgen, and J.P. Palta(1997), Inhibition of phospholipase D by lysophos-phatidylethanolamine, a lipid-derived senescence retardant, *proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94:12717-12721.
 16. 손기철(2001), 절화장미·백합·국화의 대일수출 확대 방안모색, 농협중앙회 연구용역 보고서.
 17. Son, K.C., H.J. Byoun, and M.K. Kim(1997), Effect of ethionine on the photosynthesis, respiration, and transpiration of leaf of cut rose(cv. Red Sandra) during vaselife, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(3):297-302.
 18. Son, K.C., T.S. Kim, H.J. Byoun, and M.K. Chang(1998), Effects of pretreatments of on the vase life of cut rose 'Rotte Rose' for the improvement of exportation quality, *Kor. J. Hort. Sci. & Tech. Abstract.* 16(1):122
 19. Son, K.C., T.S. Kim, H.J. Byoun, and M.K. Chang(1998), Effects of pretreatments of surfactants, germicides, sucrose, or hormones on the vase life of cut rose 'Red Sandra', *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 16(4):533-536.
 20. Van Doorn, W.G.(1995), Vascular occlusion in cut rose flowers, *Acta Hort.* 405:58-66.
 21. Van Doorn, W.G., C. Pak, and C.J.J. Buddendorf(1993), Effects of surfactants on the vascular occlusion induced by exposure to air in cut flowering stems of astilbe, bouvardia, and rose, *J. Plant Physiol.* 141:251-253.
 22. Wang, C.Y. and J.E. Baker(1979), Vase life of cut flowers treated with rhizobitoxine analogs, sodium benzoate, and isopentenyl adenosine, *HortSci.* 14:59-60.
 23. Zieslin, N.(1989), Postharvest control of vase life and senescence of rose flowers, *Acta Hort.* 261:257-264.