

수송 전 Diniconazole과 D-mannitol, D-sorbitol, Wax의 혼용 살포에 따른 접목 선인장 산취의 품질과 표피의 변화

박선미¹ · 남상용^{1,3*} · 이병철^{1,2} · 이부영²

¹삼육대학교 자연과학연구소, ²서울시립대학교, ³삼육대학교 원예학과

Quality and Epidermal Changes of *Chamaecereus silvestrii* after the Spray of the Mixtures of Diniconazole and D-mannitol, D-sorbitol, Wax before Transportation

Seon-Mi Park¹, Sang-Yong Nam^{1,3*}, Byung-Chul Lee^{1,2}, and Bu-Young Yi²

¹Natural Science Research Institute, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

²Department of Environmental Horticulture, Seoul University, Seoul 139-742, Korea

³Department of Horticulture, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

Abstract. This research has been carried out to examine the effects of quality promoting agents on global quality and epidermal changes of *Chamaecereus silvestrii* ‘Hee-mang’ for quality maintenance of the transportation. D-sorbitol than D-mannitol treatment was effective in a lower reduction of fresh weight in *C. silvestrii* transportations. Application of diniconazole 200 ppm suppressed growth of *C. silvestrii*. However, it enabled the possibility of long-term plant transportation (up to 50 days) and color formation was also effective. As for epidermis structure of *C. silvestrii*, hypodermis development was lower compared to *Gymnocalycium friedrichii* and its long-term transportation became poor quality due to single layered, thin cell wall. Application of diniconazole 200 ppm + D-mannitol 10,000 ppm showed higher growth suppressing effects and diniconazole 200 ppm + wax treatment showed better color formation suitable for quality maintenance and storage purposes for *C. silvestrii*.

Key words : agents, cuticle, cactus, grafted hypodermis, promoting quality

서 론

아르헨티나가 원산지인 소형 접목선인장 산취 (*Chamaecereus silvestrii*) ‘희망’은 비모란에 비해 생육속도가 낮아 상품의 색이나 경도 등의 품질특성이 하절기에는 봄, 가을보다 생육이 떨어지는데 이는 강광과 고온이 신장을 과도하게 촉진시켜 도장을 초래하고 무름현상이 발생함으로 상품성이 떨어지고 수출규격에 적합하지 않게 되는 등 출하 시에 문제가 되고 있다.

선인장 수출은 1978년에 시작되어 1999년에는 294만 달러로 우리나라 화훼 수출액의 15%를 차지하고 있는데 우리나라는 접목선인장 세계 수요량의 70% 이

상을 공급하는 최대 수출국으로 네덜란드를 비롯한 20여 개국에 수출하고 있다(Jung, 2008). 수출액은 2007년에 180만 6천 달러(최근자료 사용)로 우리나라 화훼 수출액의 3.1%를 차지했다. 수출 시기는 2-6월이 전체 수출량의 약 70%를 차지할 정도로 상반기에 집중되고 나머지는 8-9월 사이에 이루어지고 10월이면 수출이 종료된다. 이는 주요 수출국인 네덜란드에서 일조량이 부족한 겨울철(11-1월)에는 수입을 기피하기 때문이다. 수출 접목 선인장은 약 70%가 에어컨이 작동되는 컨테이너를 이용해 부산항을 통해 선박수출하고 나머지는 인천국제공항을 통해 수출한다. 접목 선인장의 수출량은 네덜란드의 경우 선박을 이용할 때 23일 정도 걸려 암스테르담 항이나 로테르담 항에 도착하고, 미국수출은 선박으로 12-13일 걸려 태평양 서해안 로스앤젤레스의 롱비치 항에 도착한다. 선박을 이용한 수

*Corresponding author: namsy@syu.ac.kr
Received February 23, 2011; Revised June 17, 2011;
Accepted June 20, 2011

출은 적도를 지날 때 과습으로 인해 접목 선인장이 썩거나 변색되기 쉬우므로 이에 대비한 취급 기술이 필요하다.

첨가물을 이용한 접목선인장에 관한 연구는 경도유지를 통한 품질증진(GARES, 1999), 도장억제와 지구색의 변질방지를 통한 적정 수송 온도선발(Choi 등, 2004), 수송 시 MCP와 STS를 이용한 저장품질 개선(Choi 등, 2005), CCC와 diniconazole 처리효과(Choi 등, 2008) 등이 보고되었다. 최근 anti-GA인 triazole계 화합물인 diniconazole의 사용은 절간신장의 생육억제에 효과적인데 이 화합물은 GA의 능력을 저하시켜 동화 산물의 이동을 방해하여 지상부의 신장을 억제시키며(Wang과 Blessington, 1990) 지하부의 생육을 촉진시킴으로 발근을 용이하게 한다. 특히 분화용 화훼류의 절간신장을 억제하여 관상 가치를 높이고 색소형성을 촉진 또는 억제하며 수분스트레스와 건조에 대한 저항성 증대의 역할을 하는 것으로 보고되었다(Newman과 Tant, 1995). 생장억제제에 대한 반응은 원예작물의 품종, 처리방법, 처리횟수에 따라 각기 다르게 나타난다.

따라서 본 연구는 diniconazole과 D-mannitol, D-sorbitol, wax를 각각 혼용하여 살포한 후 컨테이너에 선적하여 50일간 저장함으로 산취의 품질과 표피변화를 관찰하여 수송 후 고유품질을 유지하는 적정제제의 선발과 농도조합을 찾고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 실험은 수출규격인 접목선인장인 산취 ‘희망’을 공시품종으로 삼육대학교 원예학과에 있는 수출용 모의 수송용 컨테이너에서 2009년 3월부터 2009년 10월까지 실시하였다. 컨테이너 환경은 암(暗) 조건으로 실내온도는 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 60%이며 총 20반복으로 실험하였다. 산취의 지구 품질증진효과를 알아보기 위하여 diniconazole(빈나리, (주)동방아그로)과 (주)삼전화학의 D-mannitol(99%), D-sorbitol(97%)과 제주도 감귤농장에서 사용하는 약제인 wax 도포제(일본 수입품)와 함께 처리하였다. 농도는 D-mannitol, D-sorbitol은 각각 1ppm, 100ppm, 10,000ppm로 처리하였고 wax (1백액)를 dniconazole 200ppm과 혼합하여 처리하였다. 약제는 1주일 간격으로 총 2회 선인장의 지상부에 살포하였고 그 후 2주를 경과시킨 후 수송컨테이너에 적

재하여 암 조건에서 50일간 저장하였다.

지구의 생육조사는 구고, 구직경을 각각 측정하였으며 일주일 간격으로 총 7회를 측정하였다. 접목선인장의 생체중은 저장 50일 경과 후 측정(g)하였다. 색도는 선인장 접목부위인 지구의 측면 중앙부분을 색도계(CM-2600d, Minolta, Japan)로 Hunter value를 측정하였다. 측정치는 명도를 나타내는 L*값과 녹색과 적색의 정도를 나타내는 a*값, 황색과 청색을 나타내는 황색도인 b*값을 각각 비교 분석하였다. 표피조직의 해부학적 차이는 선인장 줄기를 횡단으로 약 5mm 두께로 잘라서 10%의 중성 포르말린에 12시간 이상 고정 후 일련의 과정을 거쳐 파라핀 포매를 하였다. 파라핀을 포매한 조직은 4~5 μm 로 박편하여 슬라이드 글라스에 올린 후 파라핀을 녹이고 자일렌으로 파라핀을 완전히 제거하였다. 그 다음 에틸알코올로 단계적으로 함수하고 H&E(Hematoxylin and Eosin staining) 염색을 하였다. Olympus 현미경을 사용하여 조직을 관찰하였고, digital camera(QICAM)로 촬영하였다.

통계분석 및 유의성 검증은 SAS 프로그램(V. 9.2)으로 ANOVA와 Duncan's multiple range test(DMRT)를 하였다.

결과 및 고찰

1. Diniconazole과 D-mannitol, D-sorbitol 및 wax 살포에 따른 품질변화

Diniconazole과 D-mannitol, D-sorbitol, wax의 품질증진제를 혼용 살포한 산취의 생체중(fresh weight) 변화는 유의적 차이가 있었으며 전 처리구에서 감소하는 경향이 확인되었다. D-mannitol 처리구인 diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm의 생체중이 -8.36g로 그 감소폭이 가장 적었으며 그 다음은 diniconazole 200ppm + wax(-9.84g), diniconazole 200ppm + D-mannitol 1ppm(-9.98g), diniconazole 200ppm + D-mannitol 100ppm(-11.17g) 순으로 억제되었다. Diniconazole 200ppm의 단용 살포에 비해 D-Mannitol과의 혼용 살포는 생체중 감소를 완화시켜 효과적이었으나 농도 간 경향은 볼 수 없었다.

산취의 중량감소폭은 diniconazole 200ppm + wax(-9.84g)에서 두 번째로 낮으며 구고 품질이 양호하였는데, wax 살포가 모구 표피의 수분증산을 억제함으로

Table 1. Effects of quality promoting agents on fresh weight of grafted cactus *Chamaecereus silvestrii* in 50 days after treatment.

Quality promoting agents	Concentration (ppm)	Fresh weight (g/plant)	Gains of fresh weight (g/plant)
Control	0	126.97b ^z	-17.24
D-mannitol	1	126.02b	-9.98
	100	116.94c	-11.17
	10,000	118.64c	-8.36
	Diniconazole (200 ppm)	1	132.24ab
D-sorbitol	100	138.69a	-16.77
	10,000	102.76d	-26.67
Wax	× 1	138.65a	-9.84

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Effects of quality promoting agents on globe growth of grafted cactus *Chamaecereus silvestrii* in 50 days after treatment.

Quality promoting agents	Concentration (ppm)	Globe height (mm)	Gains of globe height (mm)	Globe diameter (mm)	Gains of globe diameter (mm)
Control	0	71.63a	-5.79	19.69b	-6.22
D-mannitol	1	58.65b	+0.05	18.91b	-2.61
	100	61.82ab	+0.62	19.3b	-4.46
	10,000	62.42ab	+0.85	20.32b	-2.19
	Diniconazole	1	68.15a	-0.29	24.51a
D-sorbitol	100	61.16ab	-8.87	20.77b	-3.1
	10,000	66.62ab	-4.8	20.15b	-5.77
Wax	× 1	61.26ab	+1.55	20.58b	-1.6

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

생체중의 감소폭을 낮추는 역할을 하였다고 판단된다. 이는 Hwang 등(1998)이 과일용 왁스로 사과에 피막 처리함으로 수분 증산에 따른 중량 감소율을 낮추어 저장력을 향상시킨 것과 유사하였다. 그 다음은 diniconazole 200ppm + D-sorbitol 10,000ppm(-26.67g)에서 감소폭이 가장 컸으며 control(-17.24g), diniconazole 200ppm + D-sorbitol 100ppm(-16.77g), diniconazole 200ppm + D-sorbitol 1ppm(-12.5g) 순으로 감소하는 결과가 나타났다. 고농도의 D-sorbitol은 diniconazole 200ppm과의 혼용처리로 억제력이 증진되어 생체중 경감 효과가 높아 실제 수송환경에서 D-sorbitol을 첨가하는 것은 수출 품질유지에 적절하지 않다고 판단된다.

구고(globe height)와 구직경(globe diameter)은 모구생육에서 유의적 차이가 뚜렷하게 나타났다(Table 3). 구고는 diniconazole 200ppm + D-mannitol 1ppm(+0.05mm), diniconazole 200ppm + D-sorbitol 1ppm(-0.29mm), diniconazole 200ppm + D-mannitol 100ppm(-0.62mm), diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm

(+0.85), diniconazole 200ppm + wax(+1.55mm) 순으로 control(-5.79mm)에 비해 증감의 변화량이 적어 처리효과가 적합하였다. D-mannitol과 wax 살포는 모구의 높이가 다소 증가하였으나 미미하였고 D-sorbitol 살포는 수송 중 자구의 도장을 억제하는데 효과적이었다. 구직경은 diniconazole 200ppm + D-sorbitol 1ppm(-0.84mm), diniconazole 200ppm + wax(-1.6mm), diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm(-2.19mm), diniconazole 200ppm + D-mannitol 1ppm(-2.61mm), diniconazole 200ppm + D-sorbitol 100ppm(-3.1) 순으로 감소하여 그 효과가 확인되었다. 수송조건에서 control의 구고(-5.79mm)와 구직경(-6.22mm)의 감소가 높은 것을 볼 때 자구품질의 적극적 관리가 필요하다. 산취는 비모란보다 자구의 신장이 빨라 하절기에 도장문제를 해결하는 것이 중요한데, anti-GA계열인 diniconazole은 다양한 원예작물에서 도장억제제로 인정되어 안정적 이용과 보급도 확대되고 있으며(Zhang, 2003; Choi 등, 2008), 하늘나리에서도 diniconazole

Table 3. Effects of quality promoting agents on globe color of grafted cactus *Chamaecereus silvestrii* after 50 days treatment.

Quality promoting agents	Concentration (ppm)	L*a*b*		
		L ^z	a [*]	b [*]
Control	0	53.88	5.94ab ^y	32.57b
D-mannitol	1	58.58	6.68a	33.87ab
	100	52.29	6.07a	30.74b
	10,000	52.86	5.84b	32.56b
Diniconazole (200ppm)	1	54.36	5.02b	31.48b
	100	51.75	6.29a	30.19b
	10,000	52.89	6.73a	28.98b
Wax	× 1	53.63	6.64a	36.79a

¹L*, a* and b* represent lightness (from black (0 value) to white (100 value)), redness (from green (negative value) to red (positive value)), and yellowness (from blue (negative value) to yellow (positive value)), respectively.

²Mean separation within columns by Duncan's new multiple range test at 5% level.

처리가 초장을 감소시켰다는 보고도 있다(Eum 등, 2010). 따라서 diniconazole 200ppm과 D-mannitol과 wax의 혼용살포는 생장을 억제하여 하절기 산취 자구의 도장을 낮추는데 적절한 약제라고 판단된다.

선인장의 수확 후 품질증진제 혼용살포에 따른 산취 자구의 명도는 유의성이 없으나 낮은 1ppm의 D-mannitol, D-sorbitol 농도에서 명도가 높아 밝고 선명하며 D-mannitol, D-sorbitol과 wax 살포에 따라 적색도와 황색도는 유의한 차이를 보였다. 색도 중 적색도는 diniconazole 200ppm + D-sorbitol 10,000ppm (+6.73), diniconazole 200ppm + D-mannitol 1ppm(+6.68), diniconazole 200ppm + wax(+6.64), diniconazole 200ppm + D-sorbitol 100ppm(+6.29), diniconazole 200ppm + D-mannitol 100ppm(+6.07) 순으로 높으며 D-mannitol 농도가 낮고 D-sorbitol 농도가 높을 때 적색도가 상승하였다. 황색도는 diniconazole 200ppm + wax(+36.79), diniconazole 200ppm + D-mannitol 1ppm(+33.87), control (+32.57), diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm (+32.56) 순으로 우수하였고 D-sorbitol에서 D-mannitol과 wax 살포보다 황색도가 더 낮았다(Table 3). 따라서 산취 자구의 황색발현을 위한 적절한 품질증진제는 diniconazole 200ppm + wax 혼용처리구로 나타나 자구의 품질증진에 적합한 약제와 농도라고 판단된다.

2. Diniconazole과 D-mannitol, D-sorbitol 및 wax 살포에 따른 표피의 조직변화

산취 자구의 표피(Fig. 1)는 D-mannitol 10,000ppm

(D) 처리구가 생체중 감소율이 가장 낮았는데 각피 발달이 저조하고 단층의 상피와 하피의 층 두께가 유사하였다. D-mannitol 농도가 낮은 1ppm(B)보다 100ppm(C)과 10,000ppm(D)의 하피가 두꺼웠으나 외벽은 모두 얇았다. D-mannitol 농도가 낮은 1ppm(B)보다 높은(C)와(D)는 하피 아래 chlorenchyma 세포가 크고 헐거웠다. D-sorbitol 농도가 증가할수록 생체중이 감소하였는데, 1ppm(E)보다 100ppm(F)과 10,000ppm(G)의 상피가 얇으며 1ppm(E)와 100ppm(F)는 하피가 10,000ppm(G)보다 두꺼웠다. Wax(H)는(D)와 함께 생체중 감소율이 낮았으며 상피와 하피의 층두께가 유사하였다. 산취 모구의 표피 구조는 비모란에 비해 하피 발달이 저조하여 단층이며 세포벽도 얇았다. 가내배양 환경과 유사한 장기 선박수송은 습도가 높게 유지되어 기공 및 각피층이 불량하고 체내수분의 불균형이 야기되므로(Ziv 등, 1983) 생체중 감소 효과가 큰 diniconazole 200ppm+D-mannitol 10,000ppm과 diniconazole 200ppm + wax 혼용 살포가 구조적으로 약한 하피층의 결함을 완화시켜 모구품질 유지에 효과적이라 판단된다. Smith 등(1991)은 paclobutrazol처리로 식물체의 내건성을 증가시킬 수 있다고 하였는데 각피층이 diniconazole 혼용처리로 두꺼워져 증산이 억제된 것으로 생각된다.

산취 자구의 적색도는 D-mannitol 농도가 낮은(B)와 D-sorbitol 농도가 높은(G)에서 증가하였는데(B)와(G)의 하피 아래 chlorenchyma 세포 내에서 적색으로 진하지만 control(A)에 비해 모두(B-H) 낮았으며 황

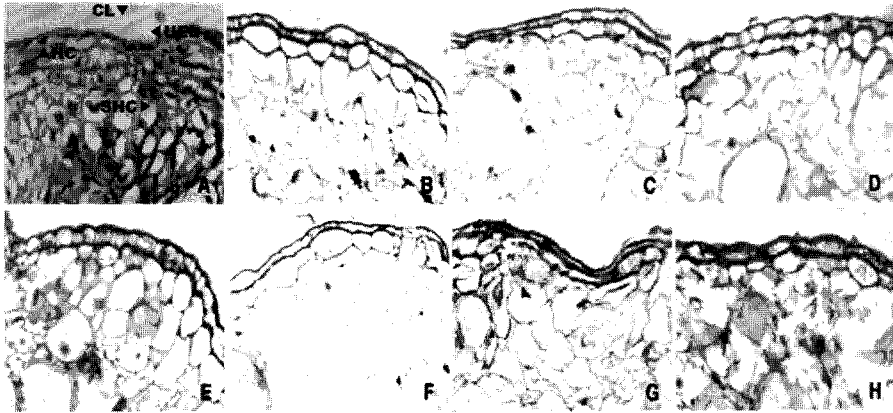


Fig. 1. Epidermal changes of transverse sections in grafted cactus scion (*Chamaecereus silvestrii*) as affected by quality promoting agents concentration after 50 days treatment (×40). A: Control, B: treated with diniconazole 200 ppm + D-mannitol 1ppm, C: diniconazole 200 ppm + D-mannitol 100ppm, D: diniconazole 200 ppm + D-mannitol 10,000ppm, E: diniconazole 200 ppm + D-sorbitol 1ppm, F: diniconazole 200 ppm + D-sorbitol 100 ppm, G: diniconazole 200 ppm + D-sorbitol 10,000 ppm, H: diniconazole 200 ppm + wax, CL: cuticle layer, UEL: upper epidermis layer, HC: hypodermis cell, SHC: subepidermal hypodermis cell.

색도는 wax(H)에서 색깔의 발현이 가장 좋았다. Kim 등(2008)은 트리아졸계 화합물 처리가 절화국화의 초장과 절간길이를 단축하고 엽록체 함량을 증대한다고 보고하였으나 품질증진제 살포로 control(A)보다 색소 함량이 낮은 상이한 결과를 보였다.

이상에서 산취의 표피 구조는 비모란에 비해 하피 발달이 저조하고 단층이며 세포벽도 얇아 수송조건에 불리하였는데 생육 억제효과가 높은 diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm과 발색효과가 높은 diniconazole 200ppm + wax 살포가 수송 중의 품질 유지에 적합한 것으로 나타났다. 밀폐된 컨테이너에 적재하여 암(暗) 조건으로 수송하는 산취는 자구의 말단 부위가 가늘어지고 자구색이 열어지는 등 도장의 가능성이 높는데 diniconazole 200ppm를 첨가한 경우 지베렐린의 생합성 및 활성을 저해하여 줄기신장을 억제하므로(Upadhyaya, 1986) 도장이 억제되었다. 일반적으로 diniconazole은 작물의 도장억제제로 인정되어 그 이용과 보급이 확대되고 있으며(Zhang, 2003; Choi 등, 2008), diniconazole 처리로 하늘나리의 초장이 감소한 것(Eum 등, 2010)을 감안하면, diniconazole 200ppm 단용 살포로 하절기 시설 재배나 선박 수송 조건 모두에서 산취의 도장을 경감시킬 수 있으며 적정농도와 살포횟수에 관해서는 향후 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

적 요

본 연구는 품질증진제 처리가 산취(*Chamaecereus silvestrii*) ‘희망’의 모구품질과 표피 변화에 미치는 영향을 연구하였다.

생체중은 D-sorbitol 처리구보다 D-mannitol 처리구에서 감소율이 낮아 효과적이었다. Diniconazole 200ppm처리는 산취의 자구생육을 어느 정도(수치화) 억제하여 장기수송(50일)에 더 적합하였으며 자구색의 발현 어느 정도(수치화)에도 효과적이었다. 산취 모구의 표피구조는 비모란에 비해 하피 발달이 저조하고 어느 정도(수치화) 단층이며 세포벽도 얇아 어느 정도(수치화) 수송조건에 불리하였는데 생육의 억제효과가 높은 diniconazole 200ppm + D-mannitol 10,000ppm과 발색효과가 좋은 diniconazole 200ppm + wax 살포가 저장 중의 품질 유지에 적합하다고 판단된다.

주요어 : 각피, 접목선인장, 품질증진제, 하피

인 용 문 헌

1. Choi, I.J., M.I. Jeong, and M.S. Kim. 2008. Effect of CCC and diniconazole on the growth retarding of grafted cactus. *Flower Res. J.* 16(4):234-238.
2. Choi, I.J., M.I. Jeong, C.H. Lee, J.Y. Kim, and S.T.

- Choi. 2005. Influence of 1-methylcyclopropene and silver thiosulfate treatment on the quality of graft cactus, *Chamaecereus silvestrii* f. var. 'Hong-wol', as product for export. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:64-68.
3. Choi, I.J., M.I. Jeong, J.Y. Kim, J.S. Song, and S.T. Choi. 2004. Establishment of optimum storage temperature for expert transportation of *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* and *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 45:64-68.
4. Eum, S.J., K.I. Park, W. Oh, and K.W. and K.W. Kim. 2010. Plant growth retardants can inhibit stem elongation and improve flowering rate in *Lilium concolor* var. *parthneion* and *L. dauricum*. Flower Res. J. 18(1): 38-43.
5. Gyeonggi Province Agriculture Research and Extension Service (GARRES). 1999. The study of productivity and quality elevation on grafted cactus. Hwaseong, Korea. 544-555.
6. Hwang, Y.S., Y.A. Kim, and J.C. Lee. 1998. Effect of post-harvest application of chitosan and wax, and ethylene scrubbing on the quality changes in stored 'Tsugaru' apple. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(5):579-582.
7. Jung G.H., H.K. Lee, I.T. Park, and C.H. Lee. 2008. Cactus growers information required of the agricultural research. Agricultural Information Science 2:9-15.
8. Kim, J.H., S.D. Kim, H.D. Lee, T.J. Kim, T. Yun, and K.Y. Paek. 2008. Effect of triazole compounds treatment on quality of cut flower of *Dendranthema grandiflorum* 'Baegkwang'. Flower Res. J. 16(1):57-62.
9. Newman, S.E. and J.S. Tant. 1995. Root-zone medium influence growth of poinsettias treated with paclobutrazol impregnated spikes and drenches. HortScience. 30: 1403-1405.
10. Smith, E.F., A.V. Roberts, J. Mottley, and S. Denness. 1991. The propagation *in vitro* of chrysanthemum for transplanting to sol. 4. The effect of eleven growth retardants on wilting. Plant Cell Thiss. Org. Cult. 27: 309-313.
11. Upadhayaya, A., T.D. Davis, and N. Sankhia. 1986. Some biochemical changes associated with paclobutrazol induced adventitious root formation on bean hypocotyl cutting. Ann. Bot. 57:309-315.
12. Wang, Y.T. and T.M. Blessington. 1990. Growth of four tropical foliage species treated with paclobutrazol or uniconazole. HortScience. 108:1076-1080.
13. Zhang, C.H, I.J. Chun, Y.C. Park, and I.S. Kim. 2003. Effect on the inhibition of over-growth of plug seedling by triazole-type growth regulator treatment. J. Bio-Envir. Con. 12(3):139-146.
14. Ziv, M., G. Meir, and A.H. Halevy. 1983. Factors influencing the production of hardened glaucous carnation plantlets *in vitro*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 2:55-56.