

코발트 염을 이용한 금어초 절화의 수확 후 굴지성 반응 억제

손은규 · 김용삼 · 김동헌¹ · 정 진*

서울대학교 농업생명과학대학 농화학과, ¹농촌진흥청 농업과학기술원 생물자원부 생화학과

초 록 : 화경이 긴 절화 등에서 문제가 되는 절화의 수확 후 저장 및 수송기간 중 굴지성 반응을 억제하기 위한 실용적 방법을 개발하고자 본 연구를 수행하였다. 에틸렌 합성 저해제인 코발트 염이 효과적으로 굴지성 반응을 억제한다는 저자들의 이전 보고에 의거하여 본 연구에서는 코발트 염을 주성분으로 하는 굴지성 반응억제제와 그 처리법을 확립하기 위한 일련의 실험을 수행하였다. 굴지성 반응 억제제에 첨가되는 계면활성제로는 수종의 계면활성제를 대상으로 조사한 굴지성 반응 억제효과 및 절화품질에 미치는 영향에 근거하여 Tween-40이 선발되었으며 처리농도로는 0.05%가 적절하다는 것을 확인하였다. 코발트염의 음이온 종류에 따른 절화 굴지성 반응 억제효과를 검정한 결과 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 가 비교적 절화의 품질을 저하시키지 않고 굴지성 반응 억제효과를 증가시키는 것으로 나타났다. 굴지성 반응억제제 처리방법을 개선하기 위하여 절화의 굴지성 반응부위를 직접 억제액에 담그는 침지법과 수평으로 놓인 절화의 굴지성 반응부위에 분무하는 방법등을 시험하였으며 그 결과 처리방법이 간편하고 노동력의 투여가 적은 분무법이 침지법에 비하여 처리효과가 전혀 뒤지지 않았다. 10 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 와 0.05% Tween-40으로 이루어진 억제제를 처리한 금어초 절화의 굴지성 반응 속도를 측정할 결과, 억제제 처리효과는 절화의 굴지성 반응 지연효과임을 관찰할 수 있었고, 절화를 10°C정도의 저온에서 보관하는 저온처리와 병행하였을 때 이러한 지연효과를 증진시킬 수 있음을 확인하였다. (1999년 9월 7일 접수, 1999년 9월 28일 수리)

서 론

19세기초 Knight에 의하여 처음 실험적으로 증명된 식물의 굴지성 반응은 지구 중력 신호에 반응하여 식물이 생장의 방향을 조절하는 기능으로서, 양분 및 수분 흡수, 광합성과 종자생산 등 식물의 생장과 번식에 매우 중요하다.^{1,2} 그러나 글라디올러스, 금어초, 폭스테일과 같이 화경이 긴 화훼류와 아네모네, 튜립 등과 같이 화경이 계속 자라는 화훼류등에 있어서는 절화의 수확 후 저장과 수송기간 중 일어나는 굴지성반응으로 인하여 상품가치가 저하되는 등의 문제를 야기하기도 한다. 현재 이들 절화의 굴지성 반응을 억제하기 위해서는 수확 후 저장과 수송중 수직으로 세운 상태를 유지하는 것이 유일한 방법이다. 따라서 굴지성 반응을 억제할 수 있는 화학적 처리법이 개발될 수 있다면, 절화를 취급하는데 있어서 상당한 비용절감을 기대할 수 있을 것이다.

굴지성 반응은 식물이 중력신호를 인지하여 생화학적 신호로 바꾸는 신호인식(signal perception), 신호전달(signal transduction) 및 중력신호에 대응하여 조직의 비대칭적 성장을 보이는 생리반응(physiological response)의 3단계로 이루어진다. 식물의 굴지성반응 부위의 세포 중 일부에는 전분으로 채워진 열록체가 있으며 이를 statolith라고 한다.^{3,4} 식물의 중력 신호 인식은 statolith가 중력에 의해 침강하는 것으로부터 시작된다. 이렇게 침강한 statolith는 아직 확인되지 않은 receptor를 자극하여 신호를 발생시킬 것으로 생각된다. Statolith가 중력신호 인식에 중요하다는 것은 전분결핍 변이 담배와 *Arabidopsis* 변이

체를 이용한 일련의 연구와^{5,6} 암상태에서 일정 기간동안 보관하여 식물을 전분 결핍상태로 만든 후의 굴지성 반응을 조사한 연구등을 통하여 확인된 바가 있다.^{7,8} Statolith-receptor 반응에 의하여 생성된 신호의 전달과정의 메카니즘은 아직 잘 알려져 있지는 않으나 오옥신 호르몬이 주요 조절물질로서 작용한다.⁹ 이외에 칼슘이온과 에틸렌이 조절작용에 참여하는 것으로 알려져 있으며, 세포막의 수소이온 펌프 활성변화가 굴지성 신호전달 과정과 관련이 있다는 보고도 있다.^{9,11} 굴지성 반응에 의한 조직의 비대칭적인 신장과 관련한 효소활성의 변화에 대해서는 주로 세포벽의 연화, 세포의 신장에 따른 새로운 세포벽 합성, 굴지성 반응 과정 중의 탄수화물 대사 등에 관여하는 효소를 대상으로 연구가 진행되고 있다.¹²⁻¹⁴

금어초 절화는 굴지성 자극에 민감하고 빠르게 반응하기 때문에 좋은 모델시스템의 하나이다. 그리고 금어초의 경우 오옥신 신호전달 또는 에틸렌합성을 방해하는 물질을 처리할 경우 굴지성 반응이 어느정도 억제된다.¹⁵ 이와 관련하여 금어초에 칼슘과 결합하는 물질을 처리하였을 경우에 화경의 굴지성 반응이 억제되는 것이 관찰되었고 아울러 꽃대 조직의 세포내 칼슘농도가 감소하고 에틸렌의 생산이 줄어드는 것도 함께 관찰되었다.¹⁶ 저자들 역시 금어초 절화의 굴지성 반응을 억제할 수 있는 억제제를 개발하기 위하여 칼슘통로 저해제, 세포막 p형-ATPase저해제, 에틸렌 저해제등의 굴지성 반응 억제력을 조사한 결과, 에틸렌 합성 억제제이자 칼슘통로 차단제이기도한 코발트 이온이 금어초 절화의 굴지성 반응을 효과적으로 억제함을 관찰한 바 있다.¹⁷ 그 후속 연구로서, 코발트 염을 주성분으로 하는 금어초 절화 굴지성 반응 억제용액의 적정조성과 처리법을 결정하기 위한 일련의 실험을 수행하였으며, 그 결과를 보고한다.

찾는말 : 금어초 절화, 굴지성 반응, 코발트 염, 계면활성제, 분무법
*연락처

재료 및 방법

재배농가로부터 직접 구입한 금어초 절화 (50 cm 내외)를 수돗물로 채운 2L 용량의 바이커에 수직으로 세워 냉장 조건 (4°C)하에 보관하면서 실험에 사용하였다. 이렇게 보관한 금어초 절화의 굴지성 반응력은 1주일 이상 지속되었다.

굴지성 반응 측정

본 연구에서도 전 보¹⁷⁾에서 기술한 바와 같이 굴지성 반응 억제제로 전처리한 절화를 인큐베이터의 선반에 수평으로 놓힌 다음 25°C에서 일정시간동안 굴지성 반응을 유도하였다. 절화의 굴지성 반응은 절화의 구부러짐을 사진으로 촬영한 다음 이미지의 각도를 측정하여 구하였다. 인큐베이터에서 굴지성 반응을 유도하는 동안 꽃잎이 마르는 것을 방지하기 위하여 인큐베이터 바닥에 물로 채운 트레이를 놓아 인큐베이터 내부의 상대습도를 높게 유지하였고 수시로 절화에 물을 분무하였으며 수평으로 놓은 절화 기부의 절단면을 물로 적신 솜으로 덮어 충분한 수분이 공급되도록 하였다. 이렇게 절화의 절단면으로부터 수분을 공급하였을 경우에는 절화의 굴지성 반응이 매우 신속히 일어났다.

굴지성 반응 억제용액 조성의 적정화

효과적인 굴지성 반응억제제를 개발하기 위하여 코발트염과 함께 첨가되는 음이온의 종류 및 계면활성제의 영향을 조사하였다. 본 연구에 사용된 코발트 음이온으로는 Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ 및 acetate 등이며, 계면활성제로는 Triton X-100, Tween-80, Tween-40 및 Na-cholate 등이다. 먼저 코발트염의 음이온 종류에 따른 굴지반응 억제효과를 검증하기 위해서는 0.02%의 Triton X-100과 10 mM의 코발트염이 들어있는 용액에 절화를 거꾸로 세워 굴지성 반응부위를 한 시간 동안 용액에 침지하여 전 처리하였다. 최적의 계면활성제를 선정하기 위한 실험에서는 10 mM의 CoCl₂에 계면활성제를 0.02%가 되도록 첨가한 다음 절화의 굴지성 반응 부위를 침지하는 방법으로 전처리하였다.

일련의 실험을 통하여 선발된 Tween-40과 Co(NO₃)₂의 적정 처리농도를 구하기 위해서 먼저 10 mM의 코발트 용액에 계면활성제의 최종 농도가 0.01, 0.02, 0.03, 0.05 및 0.08%가 되도록 첨가한 용액을 수평으로 놓인 절화의 굴지성반응 부위에 직접 분무하여 처리하였다. Co(NO₃)₂의 적정 처리농도를 결정하기 위하여 적정 계면활성제로 선발된 Tween-40의 농도를 0.05%로 고정한 다음 코발트 염의 농도를 5, 10, 20 mM으로 조절된 용액을 수평으로 놓인 절화에 분무 처리하였다.

굴지성 반응 억제액의 처리효과 검증

10 mM Co(NO₃)₂와 0.05% Tween-40으로 제조한 굴지성 반응 억제액을 수평으로 놓인 절화에 분무한 다음 시간의 경과에 따른 절화의 굴곡변화를 측정하였다. 또한 반응 억제제 처리효과에 미치는 온도효과를 조사하기 위하여 절화의 굴지성 반응을 4, 12, 20 및 25°C에서 유도하여 억제제 처리구와 비처리 대조구간의 굴지성 반응정도를 비교하였다.

Table 1. Effect of the treatment of several different cobalt salts on the suppression of the gravitropic response and the flower quality of snapdragon cut-flowers

Treatment	Gravitropic Response*	Flower Quality**
Distilled Water	75°	5
Detergent only (Triton X-100, 0.02%)	60°	4
Detergent+10mM CoCl ₂	5°	3
Detergent+10mM Co(NO ₃) ₂	6°	4
Detergent+10mM CoSO ₄	25°	2
Detergent+10mM Co(OAc) ₂	8°	3

* Gravitropic response was measured by flower stem curvature occurring after gravistimulatory treatment for 8 h.

** Flower quality was evaluated by visual observation at 30 h after the treatment. 5: Intact flower quality. 4: Without any visible symptoms of flower deterioration. 3: minor wilting at the end of flowers. 2: wilted flower with browning.

결과 및 고찰

코발트 (II) 와 공존하는 음이온의 영향

금어초 절화의 굴지성 반응을 억제하는 것으로 밝혀진 코발트 염에서, 서로 다른 종류의 음이온들의 존재가 굴지성 억제에 어떤 효과를 미치는지 확인하기 위하여 CoCl₂ 등 4종의 코발트 염을 대상으로 반응 억제효과를 검증하였다. Table 1에서 보이는 바와 같이 Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ 및 acetate 등 음이온의 종류를 달리한 10 mM의 코발트 염을 처리하였을 경우 어느 것이나 정도의 차이는 있지만 금어초 절화의 굴지성을 상당한 정도로 억제하였으며, 그 중 CoCl₂와 Co(NO₃)₂의 억제효과가 상대적으로 우수하였다. 그러나 CoCl₂의 경우 처리 후 시간이 경과함에 따라 화색이 변하는 등의 품질저하를 보이는 반면 Co(NO₃)₂는 비슷한 정도의 억제효과를 보이면서도 화색의 변질정도가 미미하였다. 따라서 Co(NO₃)₂를 기본물질로 선발하였다.

계면활성제의 종류에 따른 효과의 차이

굴지성 반응억제제의 체내흡수 및 작용점으로서의 침투를 촉진하기 위한 목적으로 처리용액에 첨가하는 계면활성제의 종류에 따라 반응 억제효과가 변하는지 알아보기 위하여 Tween-80 등 4종의 계면활성제에 대하여 처리농도를 0.02%로 하여 그 효과

Table 2. Effects of surfactants added to 10 mM Co(NO₃)₂ solution on the suppression of the gravitropic response and the flower quality of snapdragon cut-flower

Surfactants (0.02%)	Gravitropic Response*	Flower Quality**
Control	64°	5
Triton X-100	13°	3
Tween 80	26°	4
Tween 40	24°	4
Na-cholate	20°	3

*Gravitropic response was measured by flower stem curvature occurring after gravistimulatory treatment for 15 h.

**Flower quality: the same as described in Table 1.

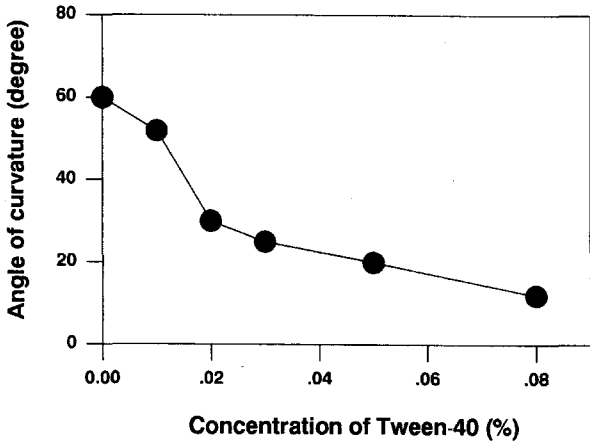


Fig. 1. Gravitropic response of snapdragon cut-flower stalks treated with 10 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ containing Tween-40 as a function of the concentration of the surfactant. The response was determined by measuring the gravitropic curvature of the flower stems at 8 hours after the initiation of gravi-stimulation.

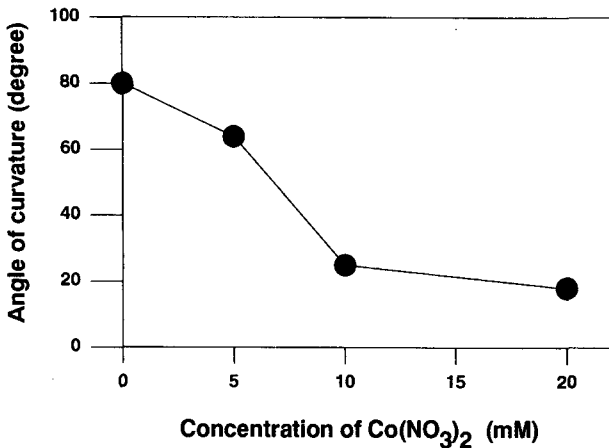


Fig. 2. Gravitropic responses of snapdragon cut-flower stalks sprayed with different concentrations of $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ containing 0.05% Tween-40 on the gravitropically sensitive region. The response was determined as in Fig. 1.

를 검정하였다. Table 2에 보인 바와 같이 계면활성제의 종류를 달리하여도 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 에 의한 굴지성 반응의 억제효과는 크게 달라지지는 않았으나, Tween-40이 반응억제효과와 화질보존 측면에서 가장 우수한 것으로 판단되었다.

Tween-40의 적정처리농도

Tween-40의 적정 처리농도를 결정하기 위하여 0에서 0.08%까지 농도를 증가시키면서 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 의 효과를 검정하였다. Fig. 1에서 보이는 바와 같이 Tween-40의 첨가농도가 증가할수록 절화의 굴지성 반응 억제효과가 커지는 것을 알 수 있었다. 즉 25°C에서 8시간 동안 굴지성 반응을 유도하였을 때 10mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 만 처리하였을 경우에는 약 60°의 굴지각도를 보였으나 Tween-40의 농도가 증가할수록 굴지성 반응은 감소하여 0.08%에서는 12의 굴지각도만을 보였다. 그러나 화질보존이라는 측면에서 평가한다면 0.05%가 적절한 수준이라고 판단되었다.

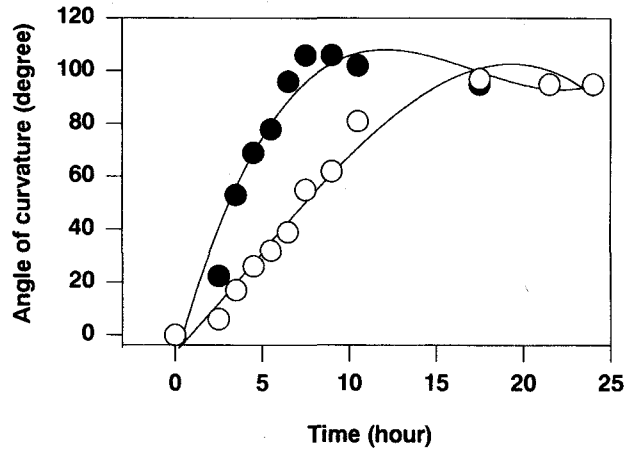


Fig. 3. The time-courses of gravitropic curvature response of the suppressor (10 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ +Tween-40)-treated flower stalks (open circle) and the untreated control (closed circle).

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 의 농도 효과

위의 결과에 근거하여 굴지성 반응억제제의 적정성분으로서 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 와 Tween-40을 선정하였다. 이미 보고한 바와 같이 금어초 절화의 굴지성 반응은 화경 전반에 걸쳐 일어나는 것이 아니라 특정부위에서 국부적으로 일어나는 현상이다.¹⁷⁾ 따라서 굴지성 반응을 효과적으로 억제하기 위해서는 억제제의 처리법을 최적화할 필요가 있다. 본 연구에서는 이를 위하여 절화를 거꾸로 담구어 반응부위를 침지시키는 -실용성이라는 측면에서 문제가 있는- 방법 대신 굴지성 반응부위에 억제제를 분무처리한 다음 절화의 굴지성 반응을 조사하였다. Fig. 2에서 보인 바와 같이 분무법의 처리효과는 침지법의 효과에 못지 않음을 알 수 있었다. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 의 농도를 5, 10, 20 mM로 증가시켰을 때 절화의 굴지성 반응은 예상대로 감소하여, 20 mM로 처리한 경우 8시간 후의 굴지각도는 18°로 대조구의 80°에 비하여 20% 이하의 수준이었다. 그러나 1주일 정도 지난 후 20 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 처리구의 꽃이 시드는 현상이 보여 절화의 수명이 단축된다는 문제점이 나타났다. 따라서 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 는 10 mM을 넘

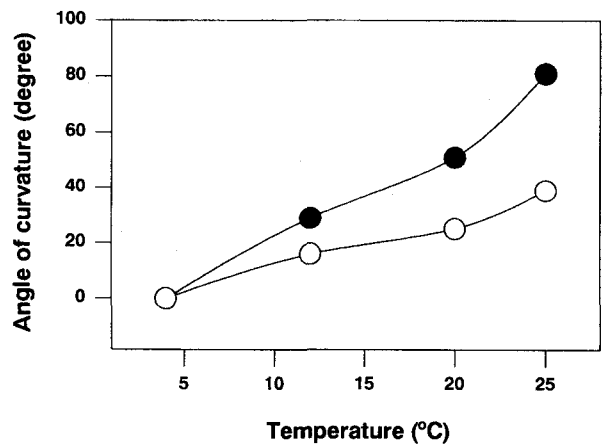


Fig. 4. The effect of temperature on the gravitropic curvature responses of the suppressor treated (open circle) and untreated (closed circle) flower stalks of snapdragon. The curvatures were measured 8 hours after the treatment of the suppressor.

지 않는 것이 바람직하다고 판단되었다.

굴지반응의 지연

앞에서 기술한 일련의 실험 결과로부터 금어초 절화의 굴지성 반응을 억제하기 위해서는 10 mM의 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 와 0.05%의 Tween-40이 첨가된 용액을 분무하는 것이 효과적이며 실용적이라는 결론을 얻을 수 있었다. 그러나 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 의 효과는 절화의 굴지성을 타파한 것이라기 보다는 굴지반응속도를 감소시키는 속도론적 효과임을 확인하였다. 즉, Fig. 3에서 보이는 바와 같이 억제제를 처리하지 않은 대조구의 경우 굴지성 반응유도 후 7~8시간이 지나면 반응이 완료되어 100°정도의 굴지현상을 보였음에 반하여, 10 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 와 0.05%의 Tween-40으로 이루어진 억제제를 처리한 절화의 굴지성 반응은 팔복할 만큼 지연되어서 반응이 완료되기까지 16~24시간 정도 걸렸다.

굴지반응 억제의 온도효과

식물의 굴지성 반응은 저온에서 효과적으로 지연된다는 점은 잘 알려진 사실이다. 이것은 굴지성 반응과 같이 식물의 생장이 관여하는 과정에는 많은 에너지가 필요하다는 점에서 쉽게 이해가 된다. 따라서 화합물이 관여하는 화학적인 굴지성 반응 지연효과와 저온처리의 물리적 반응 지연효과를 합하면 더욱 효과적인 굴지성반응 억제법을 확립할 수 있을 것으로 생각되었다. 따라서 선발된 억제제용액을 분무처리한 금어초 절화의 반응을 0에서 25°C에 이르는 온도범위하에서 각각 측정하고, 상온에서 굴지성 반응이 완료되는 것으로 확인된 굴지성 반응유도 개시 8시간 후 억제제 처리구와 대조구의 굴지각도를 비교한 결과, Fig. 4에서 보이는 바와 같이 저온에서의 굴지성 반응 억제효과가 뚜렷하게 나타났으며 억제제 처리구의 경우 굴지성반응 지연 효과가 상당히 향상됨을 알 수가 있었다.

본 연구를 통해서 얻은 결론은 다음과 같다. 수종의 굴지성 반응 억제 가능물질을 대상으로 금어초 절화의 굴지성 반응 억제효과를 검정한 기존의 연구¹⁷⁾를 바탕으로 코발트염을 주성분으로 하는 억제제와 그 적절한 처리법을 개발하고자 하였다. 그 결과 10 mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 와 0.05% Tween-40으로 이루어진 수용액이 절화의 품질에 거의 인지되지 않을 정도의 최소한의 영향만을 미치는 적절한 반응억제제임을 확인하였다. 그리고 억제제 처리법을 개발하기 위하여 몇가지 처리방법을 검토한 결과 간편성과 효과적 측면에서 볼 때 수평으로 놓인 절화의 굴지성 반응부위에 흠뻑 젖도록 분무하는 방법이 그 중 가장 추천할만 하였다. 굴지성 반응 억제제의 처리효과는 절화굴지성의 원천적 타파라기 보다는 굴지반응의 속도를 저하시킨 결과였다. 따라서 굴지성 반응 억제제의 효과를 더욱 크게 하기 위해서는 저장 및 수송 중 온도를 10°C정도로 낮게 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 그러나, 코발트염을 처리한 절화의 경우, 화색의 갈변등이 나타나는 경우도 종종 관찰되는 등의 문제가 있음을 부인할 수는 없다. 또한 본 연구에서는 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 가 금어초 절화의 경우에는 품질에 거의 영향을 미치지 않으면서도 상당한 수준의 굴지성반응 억제효과를 보였지만 그것이 다른 종류의 화훼류에서도 동일하게 나타날 것인가 하는 점에 대해서 검토하지 않았다. 따라서 본 연구의 결과로 도

출된 절화의 굴지성 반응 억제제의 실용화를 위해서는 다양한 종류의 절화를 대상으로 그 효과를 폭넓게 검증할 필요가 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구개발사업의 일환으로 이루어졌으며, 재정적 지원에 대하여 사의를 표한다.

참고문헌

1. Knight, T. A. S. (1806) On the direction of the radicle and germen during the vegetation of seeds. *Phil. Trans. Royal Soc. London (Part 1)*. 99-108.
2. Salisbury, F. B. (1993) Gravitropism: Changing ideas. *Hort. Rev.* 15, 233-278.
3. Kaufman, P. B., Wu, L. -L., Brock, T. G. and Kim, D. (1994) Hormone and the orientation of growth. In; *Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development*, Davies, P. J., 2nd Ed., pp147-179, Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht, Netherlands.
4. Björkman, T. (1988) Perception of gravity by plants. *Adv. Bot Res.* 15, 1-41.
5. Roberts, J. A. (1984) Tropic responses of hypocotyls from normal tomato plants and the gravitropic mutant Lazy-1. *Plant Cell Environ.* 7, 515-520.
6. Casper, T. and Pickare, G. (1989) Gravitropism in a starchless mutant of *Arabidopsis*: Implication for the starch-statolith theory of gravity sensing. *Planta* 177, 185-197.
7. Iverson, T. H. (1983) The localization of auxin transport carrier using monoclonal antibodies. *Physiol. Plant.* 14, 17-20.
8. Song, I., Lu, C. and Kaufman, P. B. (1988) Do starch statoliths act as the gravisensors in cereal grass pulvini? *Plant Physiol.* 86, 1155-1162.
9. Stinemetz, C. L., Hassenstein, K. H., Young, L. M. and Evans, M. L. (1992) Effect of calmodulin antagonists on the growth and graviresponsiveness of primary roots of maize. *Plant Growth Regul.* 11, 419-427.
10. Rayle, D. L. and Cleland, R. E. (1992) The zusin growth theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. *Plant physiol.* 99, 1271-1274.
11. Versel, J. M. and Pilet, P. E. (1986) Distribution of growth and proton efflux in gravireactive roots of maize (*Zea mays* L.). *Planta* 167, 26-29.
12. Kaufman, P. B., Song, I. and Pharis, R. P. (1985) Gravity perception and response mechanism in graviresponding cereal grass shoots. In; S. S. Purohit (eds.) *Hormonal Regulation of Plant Growth and Development, Vol III*, pp189-200, Agro Botanical Pub., Bikaner, India.
13. Mulkey, T. J. and Evans, M. L. (1981) Geotropism in corn roots: evidence for its mediation by differential acid efflux. *Science* 212, 70-71.
14. Gibeaut, D. M., Karuppiyah, N., Chang, S. -R., Brock, T. J., Vadlamudi, B., Kim, D., Ghosheh, N. S., Rayle, D. L., Carpita, N. C. and Kaufman, P. B. (1990) Cell wall and enzyme

- changes during the graviresponse of leaf-sheath pulvinus of oat (*Avena sativa*). *Plant Physiol.* **94**, 411-416.
15. Wheeler, R. M., White, R. G. and Salisbury, F. B. (1986) Gravitropism in higher plant shoots. IV. Further studies on participation of ethylene. *Plant Physiol.* **82**, 534-542.
16. Sonia, P. -H., Shimon, M., Ida, R. and Abraham, H. H. (1996) Regulation of the gravitropic response and ethylene biosynthesis in gravistimulated snapdragon spikes by calcium chelators and ethylene inhibitors. *Plant Physiol.* **110**, 301-310.
17. Kim, Y. -S., Kim, D., Hwang, Y. -S. and Jung, J. (1997) Chemical suppression of gravitropic bending response in flower stalks of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.). *Agric. Chem. Biotechnol.* **40**, 567-571.

A Protocol of Cobalt(II)-Based Chemical Treatment for Suppressing Post-harvest Gravitropic Response of Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) Flower Stalks

Eun-Kyu Sohn, Yong-Sam Kim, Donghern Kim¹ and Jin Jung*(*Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea; ¹Biochemistry Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Suwon, 441-744, Korea*)

Abstract : It was previously reported that cobalt(II) effectively suppresses the postharvest gravitropic response of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) (Kim et al. (1997) *Agric. Chem. and Biotechnol.* **40**, 567-571). In this study, several factors affecting the suppression of the gravitropic response by cobalt ion were examined. When flower stalks of snapdragon were pretreated with several different cobalt salts, cobalt nitrate turned out to be the most effective not only in reducing the response but also in preserving the flower quality. We also tested the effects of various detergents which were added to cobalt(II) solution, finding that Tween-40 was the best among the tested with respect to the effectiveness as well as the flower quality. Based on these results, we optimized a protocol for the chemical treatment; that is, a suppressor solution containing 10 mM Co(NO₃)₂ and 0.05% Tween-40 was directly sprayed on the gravitropically sensitive region of cut flowers of snapdragon. The suppressor treatment gave rise to a significantly improved results when the flower stalks were stored at a lower temperature after the chemical treatment.

Key words : cobalt, gravitropism, snapdragon, Tween-40

*Corresponding author