

# 화훼생산과 생장조정제 이용기술

## (I)

〈국제화를 위한 화훼생산의 기술적 대응방안〉 심포지움이 지난해 11월 17일 농촌진흥청 대강당에서 개최됐다. 이 글은 이날 고려대학교 광명학교수가 발표한 것으로 이번호부터 2회로 나누어 연재한다.

식물자체가 생합성하는 내생(内生) 생장물질 또는 생장호르몬으로서 알려진 것은 크게 나누어 옥신, 지베렐린, 사아토키닌, 압스사이신 그리고 에치렌의 5가지로 대별할 수 있다. 이들의 식물체에 대한 반응과 생리작용에 대해서는 수많은 연구가 되어왔고 궁극적으로 화학적 분자반응의 기작에 대해서는 현재 상당히 연구되고 있는데도 명쾌하지 않은 상태이다.

그러나 이들의 작용과 식물이 나타내는 반응을 고려해서 이들 자체의 인위적인 합성과 생리작용에 있어서의 길항, 억제 그리고 그것과 비슷한 생장조정제(growth regulators)가 농업 특히 화훼재배와 관리상 이용가치가 있는 것들이 연구를 통해

서 많이 알려져, 그 실용성에 대하여 다각도로 검토되고 있다.

화훼류의 생장을 조절한다는 것은 외부적으로 화학물질에 의한 형질 및 생리변화를 일으켜 경영성이 있는 보다 양질의 식물을 생산하고자 하는데 있다. 그런데 이것은 유전 또는 품종특성이 이미 그러한 것이 있으면 그것을 선택하는 것이 구태어 생장조절을 할 필요가 없게 되어 경영상 최상의 방법이 되겠지만 그렇지 못할 경우가 많다. 광선, 온도, 수분, 토양과 비료 및 각종 피해방제등 환경조절에 의해서 보다 나은 품질을 생산할 수 있다. 그러나 오늘날 선진국에서의 화훼생산과정과 같이 품종선택으로만 할 수 없고 경영에 합리화를 기할 목적으로는 생장조정물질

을 사용하는 것이 앞으로 매우 바람직한 것으로 생각된다.

생장조정제의 이용은 성질과 편의상 발근촉진, 생장촉진, 식물왜화, 화학적심, 식물체의 휴면타파, 개화촉진과 억제, 절화수명연장 등으로 나누어 생각할 수 있고 또 주로 그 방향으로 이용되고 있다. 한 물질이 한 목적으로, 또는 한 물질이 여러가지 용도로 이용될 수 있는 것과 그 가능성이 있는 것을 검토할 수 있다.

생장조정제를 이용한 분화와 절화의 품질향상에 관해서 1983년에 한번 종합적으로 검토, 고찰되었던 바가 있으나 여기서는 최근의 정보를 가미하여 취급해 보았다.

## 1. 5종 자연산 내생 생장질의 생리학적 작용

### 가. 옥신(Auxin)

이것이 생장촉진물질 또 생장호르몬으로 알려진 것은 벌써 수십년이 넘은 오늘날 아직 확실한 작용기작은 모르고 있지만 체내에 있어서는 인돌초산(IAA)이 주로, 특히 세포내에서 리보솜(ribosome) RNA 합성을 증진시키는 것이 뚜렷하며 그렇게 되면 RNA polymerase 효소가 활성화되기 때문인 것으로 풀이된다. 결국 IAA에 의한 RNA 합성의 증가는 단백질 특히 기타 효소류를 합성하고

활성화시켜 비교적으로 저광도(低光度) 조건에서 세포막을 연화시켜 세포신장을 관장하는 것으로 알려져 있는 것이 옥신 작용의 요점이라 하겠다.

### 나. 지베레린(Gibberellin)

벼의 키다리병에서 유래된 이 화학물질은 식물의 생장촉진물질로 알려진 것이 역시 수십년이 넘는다. 옥신과 더불어 이 물질에 대하여 수많은 연구 보고가 있었지만 아직 그 작용기작, 특히 생화학적으로는 불투명하다. 지베레린 또는 지베레린산(GA)은 세포염색체상의 DNA와 RNA 핵산을 합성할 수 있는 자리와 분자적 환경을 마련한다는 것이다. 또 GA는 다당류나 복당류를 촉진적으로 가수분해할 수 있는 효소를 활성화시켜 단당류로 전환시키며 특히 밝은 조건에서 엽록부분의 세포신장을 자극하는 것이 잘 알려져 있다.

### 다. 사이토키닌(Cytokinin)

IAA, GA와 사이토키닌의 세가지는 주로 생장촉진쪽으로 작용하는 것은 잘 알려져 있다. 그러나 이들 자체의 농도라든가 식물조직의 조건에 따라서 그 반대작용을 낼 수 있는 것을 볼 수 있기 때문에 이들의 특징적 작용은 항상 생리적 수준에서 고려되어야 한다. 사이토키닌은 특히

식물조직이 달라짐에 따라 작용의 기작도 달라지는 양상을 보이지만 그중 중요한 것은 리보솜에서의 단백질 또는 세포분화에 관계되는 효소합성에 많이 관계하고 있다. 사이토키닌은 보통 리보솜 RNA에 경고히 부착되어 있는 것을 볼 수 있고 사이토키네시스(cytokinesis) 즉 세포분열과 분화에 이바지하는 효소합성을 자극하는 것으로 알려져 있는데 분자생물학적 입장에서 본 작용과정은 아직 많은 연구해명이 필요할 것 같다.

## 라. 압스사이신(Abscisin)

압스사이신산(ABA)으로도 통칭되며 생장억제물질로 유명하다. ABA의 가장 현저한 생리적 역할은 원형질막의 불활성이며 이것은 RNA와 단백질 또는 생장에 관계되는 각종 효소의 저지작용을 일으킨다. ABA는 조직의 노화나 휴면을 야기시키고 환경적 스트레스(stress)에 의하여 활성화 되고 생성량도 많아진다. 그러나 이같은 생리작용에 대한 상세한 해설은 더욱 밝혀져야 하겠다.

## 마. 에치렌(Ethylene)

원래 에치렌의 작용은 식물의 호흡과 밀접한 관계가 있는데 탄산가스발생을 조장하며 세포의 노화를 촉진시킨다. 에치렌은 효소 특히 호흡

효소를 촉진시키는데 셀룰레이스(cellulase)와 그 밖의 세포막분해효소를 또한 촉진한다. 그러나 더 명확한 생화학적 작용과정은 아직 모르고 있는 실정이다.

원예에 있어서는 이들 자연산 생장물질의 특성을 고려하여 대부분 인위적으로 이들과 화학적으로나 식물학적으로 유사한 화합물을 합성하여 작물에 이용하고 있다.

## 2. 발근촉진(發根促進)

식물자체가 생산하는 소위 내생옥신은 처음에 그것이 표시하는 식물의 향일성(向日性), 배지성(背地性)이라든가 정부우세(頂部優勢)에 관계한다는 것에서 알려지고 식물생장을 촉진하는 대표적인 호르몬으로서 그간 널리 연구되어 많이 이용되어 왔다. 이 중 인돌초산(indole acetic acid, IAA)은 잘 알려져 있다. 실질적으로는 응용면에서 삼목 또는 기내(器內) 식물조직의 발근소(發根素)로서 불가결한 것이다.

발근에는 내생옥신으로서의 IAA나 합성IAA보다도 인위적으로 생산되고 식물 자신은 생산하지 않는 인돌초산(IBA)이나 나프타렌초산(N-AA) 등이 보다 강력한 촉진 효과가 있는 것이 보통이다. IAA는 광이나 열 그리고 주위의 각종 화학 물질의

존재로 쉽게 변질되어 효과가 감소되거나 없어진다. IBA는 IAA 보다 는 상당히 안정성이 있고 또 서서히 분해되는데 비해서 NAA는 좀더 안전하고 변질이 잘 안되는 반면 식물에 대한 독성이 있어 특히 사용법에 주의하여야 한다. 다행히도 NAA의 아미드화합물이 생산되어 그 독성이 적으며 요즘 삼목발근에 많이 이용되고 있다.

옥신이라고 할 수 있는 페녹시(p-henoxy) 화합물인 2, 4-D 나 2, 4, 5-T는 제초제이지만 아주 낮은 적정농도에서는 효과가 크다. 그러나 유효농도가 좁기 때문에 실용상의 문제점을 안고 있다.

발근은 도움없이 식물 스스로 쉽게 발근할 수 있는 종류가 있는가 하면, 약간의 도움을 주어야 잘되는 것 그리고 꼭 도움을 받아야 되는 것들이 있어, 식물종류별로 그것에 대한 유전특성에 따라 차이가 큰것 같고 따라서 옥신의 효과도 달라진다. 특히 삼목발근은 부정근(不定根) 발생에 기인하며 옥신이 주동적 역할을 하지만 옥신작용에 보조소(co-factor : chlorogenic acid, vitamin 또는 terpenoid 등이 관계한다)가 가담하거나 복합체를 만들어 작용할 때도 있다. 옥신의 작용이 충분하다해도 IAA 산화효소라든가 폴리페놀(polyphenol) 산화효소의 영향을 받거나 관

제효소합성에 있어 RNA의 활성이 약하거나 때로는 ABA가 개입한다든가 GA가 세포분열을 차단하는 경우도 있고 당분, 아미노산, 심지어는 석회분같은 금속물질의 보충효과도 발근을 유도하는데 간접적인 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 식물체의 내외여건에 따라 발근정도가 다른 것은 그러한 조건의 불합리성과 합리성에 유래되는 것으로 본다.

종래에 IBA를 이용하여 삼목발근을 촉진시키는 경우가 많았고 지금도 널리 이용되지만 이것은 일반적 발근여건에서이고 고온, 다습한 여건(여름의 하우스내 여건이라든가 가열해야 하는 기내조작배양액 또는 배지상태등)에서는 오히려 NAA를 이용하는 것이 효과가 더 나올 때가 많다. 고온기의 녹지밀폐삽매에는 따라서 NAA효과가 보다 크다. 삼수의 조건, 예를들면 그 건조도라든가 크기, 그리고 신선도를 저하시키는 상태에 따라 NAA 효과가 달라진다. 건전하고 신선도가 클수록 또 오래 유지되는 삼수일수록 그 효과가 크고 그렇지 못할수록 효과가 없거나 오히려 역효과가 날 때가 있다. NAA 아미드는(amide) 식물에 독성은 적게주지만 이러한 경우 발근효과는 떨어지든가 적은 경우도 있다(NAA 아미드가 분말로 상품화되어 시판된다). NAA 200 ppm 용액에 삼수하단부 절

단면 부근을 수시간 침적처리하여 녹지삽(綠枝插)에 이용하면 많은 관상 식물에 대해 효과를 볼 수 있고 IBA와 복합처리도 할 수 있지만 부가적인 효과는 기대할 수 없다.

근래에 와서 ABA처리가 발근효과를 나타내는 것으로 보고되고 있으나 IBA나 NAA 같은 옥신훈효에 능가하는 효과가 있는 것에 대해서는 좀더 연구결과를 기대해야 하겠다. 아마 보건의상의 문제로 일본에서는 감귤 적과제의 주성분인 NAA의 생산을 중지시키고 옥신훈유사물질로서 휘가론(ethylozate)을 그 목적에 대신 등록한 것으로 아는데 삼목발근에 대한 촉진효과가 NAA에 매우 유사하다.

IBA나 NAA 처리는 삽수기부처리를 위주로 하되 저농도(100ppm 내외)에서 1~24시간 침지처리하는 경우와 고농도(3,000~10,000ppm 또는 mg/l, 용액 또는 분말에 따라)에 수초동안 기부의 접촉처리를 하는 경우가 있는데 사항에 따라 어느 것이 더 효과적인지 알 수 없으나 효과의 차이가 있으니 사용자의 편의성에 따라 방법을 택하도록 한다.

기내 조직배양에 이용되는 옥신훈은 주로 벤질 아데닌(benzyladenine: BA)과의 균형을 이루는 과정에서 뿌리분화를 유도, 촉진하는 역할을 한다. 종래에는 2, 4-D 나 IAA

를 배지에 첨가한 경우가 많았으나 점차 NAA를 옥신훈(源)으로 사용하기에 이르렀다.

### 3. 생장촉진(生長促進)

여기서의 생장촉진은 신장생장(伸長生長)의 촉진을 뜻하고 식물 지상부의 경엽과 지하부의 뿌리를 대상으로 한다. GA는 뿌리생육과는 대체로 무관하며 주로 지상부에 촉진적 영향을 준다. 현재 원예의 여러 방면에 GA를 생장물질로 널리 이용하고 있는 것은 너무나도 잘 알려진 사실이고 합성GA(주로 GA<sub>3</sub>)는 많이 시판된다.

GA를 50~100ppm 수용액으로 엽면살포하되(GA를 토양주입하는 경우는 없음) 이것을 1주에 한번씩 수회처리 하므로써 줄기신장으로 절화 품질을 향상시키는데 쓰고 있다. 스위트피(Sweet pea, 애스터(aster), 금잔화, 스톡(stock), 센타우레아(Centaurea), 금어초, 팬지등 1, 2년생초화를 대상으로 하는 경우, 시네라리아(Cineraria) 같은 분화에 대해서도 50ppm용액을 꽃대 초기발생기에 살포하면 초장(草長)을 50cm 이상으로 신장시킬 수 있어 절화용으로 낼수가 있다. 국화, 리아트리스(liatris), 도라지, 작약, 덴드로비움(Dendrobium) 같은 숙근초나 Ph-

*ilodendron* 과 *Sansevieria* 같은 관엽식물에 대해서도 신장촉진용으로 외국에서는 쓰인다.

구근류는 대개 단자엽식물의 GA에 의한 초장신장효과는 적은 편이지만 튜립의 반촉성재배때 고온상태에서는 별문제가 없지만 하우스내에 충분한 가온이 안될때는 꽃대가 짧아 절화의 품질이 적당치 못하게 됨으로서 화아분화(0~5°C에서 30~50일간 저온유지)에 GA(약50ppm)를 화경기부에 한두방울 적하(滴下) 또는 주사하거나 처음부터 구근을 2~3시간 거기에 침적식재하였다가 그 효과를 보는 경우가 많다. Tulip 꽃대의 꽃봉우리에 가까운 마지막 절간은 GA에 의하여 신장 촉진이 되고 그 아래의 제 2, 3등 절간은 주로 옥신에 의하여 신장촉진되는 것을 알게 되었다. GA나 NAA 같은 옥신의 혼용으로 튜립의 겨울재배시 꽃대 신장촉진처리에 이용하면 절화품질향상에 도움이 될 때가 많다.

저온같은 환경적인 불합리성으로 줄기신장이 부진할 때 또는 그 개선을 요할때는 대개 단 1회의 GA 살포(50 또는 100ppm)로서 장미의 상품가를 향상시킨다. 미국에서 분화제라늄(*geranium*)은 삼목후 12~15개월만에 3척(尺)높이의 정상품이 되는데 매주 한번씩 GA<sub>3</sub>를 5번 엽면살포하면 단 4개월만에 그와 비

슷한 품질의 분화를 생산할 수 있는 것으로 알려져 있다.

또한 예를 들면 실용면에서 분식 *Hedera* (ivy)에 10~100ppm GA<sub>3</sub>를 전식물잎에 매주 한번 또는 격주에 한번 뿌리면 식물의 넝쿨이 보다 길어지고 품질향상으로 상품가를 향상시킬 수 있다.

#### 4. 식물의 왜화(矮化)

화훼류의 가장 용이한 왜화재배는 왜생종을 이용하는 것이지만 그러한 종류가 아닌 종류의 특성과 경제품종의 이용을 생각할 때 왜화재배를 하면 월등 품질향상이 될 때가 있어 선진외국에서는 화훼생산에서 왜화재배는 성장조정제를 가장 보편적으로 사용하는 작업이 되어 있다. 왜화재배는 분화를 보다 짜임새있고 보기 좋게 만드는 것이 요구된다. 왜화재배는 수분조절, 농도조절, 그리고 적심과 정지작업등으로 그것을 어느정도 성취할 수 있으나 왜화제를 이용하는 것보다 능률적이며 규격적이 될 수 없다. 다음에 말하는 성장조정물질로서의 왜화제는 합리적으로 사용하면 부작용이 없다. 대개 절간만 짧아지며 꽃과 꽃피는 시기에는 별 지장없고 엽수 또는 절수는 처리를 안한 것과 역시 큰 차이가 없으며 엽록색이 더 짙고 잎이 두꺼워져 반출

입시에 손상이 적다. 병충해 라든가 공기전염의 피해에도 보다 강하게 된다.

종전만 해도 포스폰, 비나인(SA-DH, alar, daminozide) 등이 초분화해 특히 국화왜화제로 이용되었다. 포인세치아에 chloromequat (ccc, cycocel) 과 비나인을 살포하여 왜화재배를 했으나 대규모 분화 생산에 chloromequat 를 토양주입(12% 용액을 40배로 묶어 타서 6인치 화분에 200~250ml 주입)하면 15~20일 후에 효과가 나타나게 된다. Amo-1618, morphactin 그리고 maleic hydrazide (MH) 도 왜화재배발의 초기에 많이 공시(供試)되었으나 가격과 사용상의 불리점 관계 때문에 요즘 실지이용이 많이 되지 않고 있다. 목본관상식물에는 비나인, ph-sfon, chloromequat, triiodobenz-oic acid (TIBA)도 매우 효과적인 물질로서 공시되어 왔으나 실용화는 못되고 있다. 이들은 앞서말한 바와도 같이 사용상의 편의성, 가격면의 타당성, 재배 노력면에 있어서의 능력을 충분히 이해해야 될 것으로 본다. 최근 아직까지도 chloromequat 는 포인세치아 왜화에, MH는 도로변 잡초억제용으로 널리 사용하고 있는 것은 이들 약제의 대량 생산으로 사용상의 합리성이 있기 때문에 그런 것이 아닌가 싶다.

미국에서 소비량이 많은 분화 포인세치아와 국화 및 백합 (그림 1)

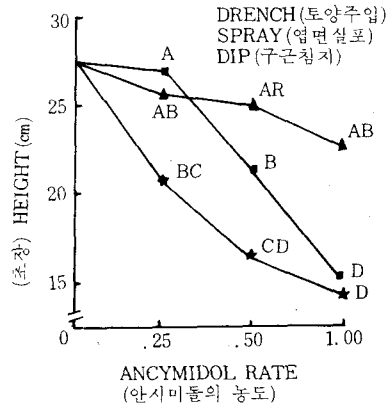


그림 1. 백합생육('Ace') 왜화재배에 미치는 ancymidol의 효과 (Lewis 와 Lewis, 1981).

등에 안시미돌(A-Rest, Quel)을 토양주입함으로써 초장왜화(草長矮化)에 큰 효과가 있고 생산물 품질향상에 큰 도움을 줄 수 있는 새로운 왜화재배제로 개발, 공시되고 있다. Chloromequat는 쌍자엽 식물에 효과적이지만 튜립이나 글라디올러스 등 단자엽식물에 대해서는 그렇지 못하고 안시미돌은 그런 식물의 구별없이 효과가 있고 앞의 것보다 식물의 종류에 따라 차이는 있으나 낮은 농도(active ingredient, 활성성분: 20 ppm 정도)에서 실용화할 수 있는 장점이 있어, 각광을 받고 있다. 화분의 대량생산에 따른 안시미돌의 가격

과 그에 따른 식물생산물의 타당성이 고려되어야 하겠다.

최근 트리아졸계통 화합물인 paclobutrazol (pp333, Bonzi) 이 개발되어 광범위한 화훼, 관상식물에 대하여 시험하고 그 왜화효과가 좋음이 알려지고 있다. 우리나라에서는 아직 당국의 등록이 된 항목은 아니지만 현재까지 소개된 왜화제중에서 아마 실용상 효과와 이용면에서 가장 적절한 것이라는 생각이 드는 유망품목으로 등장했다. 이것은 비단 국화, Zinnia 와 제라늄이나 메리골드 같은 쌍자엽 초본화훼 뿐만 아니라 목본류와 실내식물에도 적용되며 특히 튤우립이나, 백합 글라디올러스 등 단자엽 초본화훼류와 목본화훼류 등에 대해서도 효과가 크다. 식물의 종류와 배양토 같은 여건에 따라 효과면에서 약간의 차이는 있으나 화분당(지름 15cm) 활성물질로서 0.25mg 을 한번 토양주입처리를 하든가 엽면 살포(앞의 것이 더 효과적)하면 국화왜화제배는 목적한바 매우 만족스러운 품질이 된다고 한다.

다른 대부분의 왜화제와 같이 paclobutrazol도 식물체내의 GA 생합성을 억제하고 세포신장을 덜하게 하며 세포막질을 두껍게 한다.

Paclobutrazol은 azol 화합물이

지만 아주 최근에 또다른 그 화합물인 uniconazole (XE-1019, S-07 또는 Sumagic) 이 소개되어 Zinnia 라든가 백합 그리고 목본 화훼류에 공시되어 왜화제배에 더욱 효과적인 성장조정 물질로 부상하고 있고, 그 실용성에 대한 기대가 크다.

이들 물질이외에도 식물왜화에 안시미돌정도로 효과가 인정되는 것으로는 백합에 대해서 propiconazol, triadimefon, Mobay RS0411, BAS109, SD8339 등이 *Dianthus* 초장생장을 감소시키는 효과를 보고 있고 포인세치아와 다른 여러가지 식물에 ethephon, flurprimidol 과 tet-cyclasis, 개나리에 mefluidide, flurprimidol과 서양잔디에 또 mefluidide 와 ethephon, BAS 10600 W, EL-500 등과 같은 것도 공시되어 효과를 봤고 또 서양잔디에 pronomide, ethephon, MH와 atrinal (Dikegulac) 나 Embark는 봄에 생육이 시작되거나 이루어지고 있을 때 엽면살포 또는 토양주입시험을 하여 왜화효과를 관찰하고 있고 관상수도장에 대한 MH의 억제효과가 알려져 있으나 약간의 부주의로 인한 약해라든가 사용상의 어려움등을 고려하여 이들에 대한 실용적 연구가 실시되어야겠다.