

식물생장
조정제

더 많은
농작물을
더 빨리
얻어
주세요

(레)
(이)
(다)

경북대학교 농과대학
교수 김 길 용

“세계적으로 볼때 생장조정제가 전체 농약사용량의 4%를 차지하는데 비해 우리나라사용량은 1/20로 이용율이 현저히 떨어지고 있다

작용기작

영양소와는 달리 식물생장조정 물질이란 유기화합물로 구성된 천연 또는 합성된 화합물이다. 미량으로 식물의 성장 및 발육에 영향을 미치는 것으로 발아, 발근,

생육촉진 및 억제, 화아유도 및 개화조절, 착과 및 낙과방지, 과실비대, 성숙기조절, 노화방지, 수량증대 및 품질개선, 휴면의 유도 또는 각성등 다양하게 영향을 미치는 물질이다.

식물체에서 생성되는 생장조절 물질을 크게 옥신류, 지베렐린류, 사이토키닌류 및 억제물질류등의 4유형으로 대별하며 에틸렌을 제5의 식물생장물질로 분류하기도 한다. 최근에는 제6의 화합물로 브라시노라이드(Brassinolide)가 대두되어 연구 중에 있다. 이와같은 물질들은 식물체에서 생성되며 추출이 가능하고 식물의 생장조절을 위하여 처리되고 있다.

자체생산되며 끊임없이 배출

식물생장물질에 대한 식물체 또는 식물체 부위의 반응은 식물체 종류에 따라 상이하다. 같은 품종이라고 하더라도 연령, 환경조건, 발육 및 영양상태 등에 따라 상이한 반응을 보인다. 에틸렌은 식물체에 끊임없이 생성되나 또 한편으로 끊임없이 식물체로부터 가스상태로 배출된다. 에틸렌은 식물체부위와 직접적인 화학작용을 하지 않는 것 같

으나 식물체 생장의 여러과정에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

에틸렌 생성·활동에 영향미쳐

천연 또는 합성된 식물생장조절물질의 상당수가 생장조절물질로서 영향을 발휘하게 되는 것은 바로 에틸렌의 생성이나 활동에 영향을 미치게 되므로서 나타나는 것으로 보인다. 옥신, 지베렐린, 사이토키닌 및 억제물질등의 식물생장조절물질은 각 종류별로 여러가지 독자적인 작용기작이 제시되어 있으나 식물생장에 아마도 이중적인 효과를 나타내는 것으로 추정된다. 즉 처리시에 세포막에 존재하는 물질에 즉각적으로 영향을 미치는 것과 체내 효소의 작용등에 지연되어 나타나는 반응등을 들 수 있다. 그러나 분자수준에서의 식물생장조절물질의 1차 작용점은 아직도 잘 모르고 있으며 식물생장조절물질의 작용기작이 불분명한 이유로 두가지를 들 수 있는데 첫째로 각각의 식물생장조절물질이 여러 종류의 생리적 반응을 일으킨다는 것과, 둘째로 상이한 생장조절물질에 대하여 식물체가 유사한 생리적 반응을 나타내기

때문에 정확한 작용기작을 이해하기는 어렵다. 이 방면에 금후에도 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

사용 내력

식물생장조절제의 사용역사는 매우 길며 기원전부터 사용된 것으로 알려져 있다.

기원전에 중동지역에서 무화과를 재배하는데 올리브기름을 점적처리하는 것이 일반화되었는데 최근에 알려진 올리브기름의 생장조절제로서의 작용효과는 올리브기름을 처리하고 시간이 경과하면 열에 의하여 분해되면 에틸렌이 배출되어 무화과의 발육에 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 1893년에 온실에서 일하고 있던 목수에 의해서 불을 피우면 생기는 연기가 파인애플의 화아형성을 촉진시킨다는 사실이 알려졌다. 1920년대에 저온에 의한 파인애플의 생장의 정지를 막기 위하여 불을 피워 연기로 개화를 촉진시켰다고 한다. 이것은 바로 연기는 불포화개스로 구성되어 있고 그속에 에틸렌이 함유되어 있으며 이것이 개화를 촉진시

킨다는 사실에 의해 1930년대에 하와이에서는 파인애플의 화아형성 또는 개화촉진을 위하여 아세틸렌이 상업적으로 사용된 바 있다.

1940년대에는 옥신류가 에틸렌류와 같이 파인애플의 화아형성을 촉진하는 것으로 나타나 나프탈렌초산이 에틸렌 다음으로 상업적으로 파인애플재배에 사용되었다. 그 후 이와 유사한 효과를 발휘하는 물질을 연속으로 찾아내게 되었다.

한편으로, 1896년에 불란서의 어떤 포도재배 농가가 포도의 도난을 방지하기 위하여 유산동(Copper sulfate)을 처리한 것이 포도나무의 곰팡이는 물론 포도밭의 광엽잡초를 방제한다는 사실을 알게 되었다. 이와 같은 사실이 밝혀진 이래 많은 화합물이 처리량에 따라 식물의 생장과정에 촉진 또는 억제작용을 나타냄을 알게 되었다. 또 이와 같은 결과는 식물생장조절제 개발 연구를 촉진하는데 크게 기여하였다.

사용 현황

1) 세 계

식용작물에 70%이상 소비돼

1984년도에 전세계적으로 사용된 성장조정제를 금액으로 나타내면 5억 4천 만불(\$)에 이르며 작목별로는 식용작물에 70%, 공예작물(고무나무, 목화, 담배, 사탕수수)에 30% 사용했으며 지역별로는 40%가 유럽, 25%가 북미, 35%가 동아시아와 동유럽 등이다.

사용된 중요한 성장조정제로 MH(액아역제, 생장억제, 저장성향상), CCC(도복방지), Ethephon(수확보조, 제웅), SADH(생육억제제), Glyphosine(증당제, 성숙촉진제), Paraquat, diquat, Dinoseb, DNOC(낙엽 및 건조제) 등이 주로 사용되었다. 이 가운데 낙엽·건조제는 유럽의 감자, 유채, 미국의 목화와 소련의 해바라기등을 대상으로 사용되었으며 이들이 성장조정제 전량의 40%를 점한다. 한편 낙엽 및 건조제는 비선택성 제초제로 사용되기도 한다.

미국, 80%가 낙엽·건조제

미국에 현재 사용되고 있는 성장조정제는 80%가 목화의 낙엽·건조제로 사용되고 있다. Ethephon, Merphos, Glyoxime, Cycl-

oheximide, Paraquat, Endothall, Dinoseb, Harvade 및 AVG-300 등이 사용되고 있다.

일본에서는 성장조정제의 60%가 과수에 사용되고 있다. 지베레린은 포도의 핵을 없애는데 사용되며 포도와 복숭아등의 꽃의 노후화방지도 사용되고 있다. BA는 지베레린 처리시기를 확대, 꽃의 노후화방지 등에 사용되고 있다. Ethephon은 배의 숙기촉진, MCPB는 배 및 사과와 낙과방지, 2,4-D는 사과 및 감귤류의 낙과방지제로 유효하게 사용되고 있다. 벼의 전묘육성을 위하여 Isoxazol이 사용되며 도복방지제로서 많은 종류의 화합물이 시험 중에 있다.

채소는 대개가 시설물 속에서 재배되어 성장조정제의 처리가 그리 많지 않으나 저온기의 토마토, 가지 및 참외의 착과촉진을 위하여 4-CPA가 사용되고 있다. 화훼류는 왜화의 목적으로 SADH, Chloromequat 등이 사용되며 튜립, 씨크라멘 등의 개화촉진에 지베레린이 사용되고 있다.

이용많은 서유럽, 수확량높아

서유럽에서는 소맥의 도복방지

제로 Chlormequat, 대맥에 Ethephon이나 Ethephon + Mepiquat의 합제가 사용되고 있으며, 유채나 해바라기등에 낙엽·건조제가 사용되고 있다. 서유럽의 농업은 농업기술이 고도로 발달되어 있으며 작물수량 또한 높다. 이러한 이유 중의 하나가 생장조절제를 많이 사용하는 것을 들 수 있다.

2) 우리나라

86년 4월 현재 등록되어 시판되는 생장조절제는 생장촉진약으로 아토낙액제(0.3%), 지베레린 수용제(3.1%), 지베레린도포제(2.7%), 도마도톤액제(0.15%), 인돌비액제(0.5%)의 5종과, 착색촉진약으로 에세폰액제(39%), 제이트유제(20%)의 2종, 낙과방지약으로 이사오티피액제(5.3%), 비나인수화제(85%)의 2종, 생장억제약으로 말레이액제(21.7%), 오에스티유제(83.3%), 씨엠액제(39%)의 3종, 작물건조약으로 다이코액제(20%) 1종 및 부피방지약 칼카본수화제(95%), 발근촉진약 루톤분제(0.4%) 등이 있다.

더 많은 생장조절제 도입 필요

'84년 우리나라에서 출하된 전체농약량은 163,442^M/T이며 성분량으로 16,688^M/T이다. 이가운데 제초제는 출하량으로 49,430^M/T, 성분량으로 3,857^M/T이며, 생장조절제는 출하량으로 462톤 652kg, 성분량으로 85톤 607kg이다. 출하량으로 보면 생장조절제가 전체 농약의 0.283%, 제초제가 0.936%이고, 성분량으로 보면 생장조절제가 전체농약의 0.513%, 제초제가 0.222%이다. 세계적으로 볼때 생장조절제가 전체농약사용량의 4%인데 비하여 우리나라는 사용량이 약 20분의 1로서 생장조절제의 이용이 현저히 낮은 것을 보여준다.

'86년 현재 등록되어 시판되는 생장조절제는, (1) 생장촉진약으로 아토낙액제(0.3%)가 담배의 생육촉진, 지베레린수용제(3.1%)는 포도, 딸기, 토마토, 감자, 국화등의 생장촉진, 지베레린도포제(2.7%)는 배의 비대 및 숙기촉진, 도마도톤액제(0.15%)는 토마토 및 가지의 생장촉진, 인돌비액제(0.5%)가 콩나물 생장촉진약으로 사용되고 있으며, (2) 생장억제약으로 말레이액제(K-MH, 21.7%), 오에스티유제(83.3%) 및 씨엠액제(39%, C-MH) 등은 담배의 액아액제제로 사용

되며, (3) 착색촉진제로 에세폰액제(39%)는 토마토, 고추의 착색촉진, 사과, 포도, 배 및 담배에는 숙기촉진으로 사용되며, 제이트유제(20%)는 감귤 착색촉진제로 사용되며, (4) 낙과방지약으로 이사오티피액제(5.3%)는 사과 낙과방지, 비나인수화제(85%)는 사과의 낙과방지, 포도의 착립증가, 포인세티아의 신장억제제로 사용되며, (5) 발근촉진약인 루튼분제(0.4%)는 카네이손의 발근촉진제로 사용되며, (6) 작물건조약인 다이코액제(20%)가 벼, 보리의 건조제 및 감자의 경엽건조제로 사용되고 있으며, (7) 부피방지약인 칼카본수화제(95%)가 감귤(온주밀감)의 부피방지제로 사용되고 있다.

이상과 같이 성장조절제는 생리작용면으로 보면 크게 7개 분야로 대별되며 전체 15종의 성장조절제가 등록되어 있는 것에 불과하여 앞으로 선진국에서 개발 이용되고 있는 많은 종류의 성장조절제의 도입 이용이 기대된다.

이용실태 및 전망

앞에서 언급한 것처럼 작물생

산에 미치는 성장조절제의 영향이나 역할이 매우 크기 때문에 21세기를 향한 첨단기술의 한 분야로 개발될 것으로 기대되나 우리나라에서는 이 분야에 있어서 연구개발이 미흡할 뿐만 아니라 이용률도 낮은 편이어서 앞으로 많은 관심을 쏟아야 할 분야로 사료된다. 세계적으로 이용되고 있는 식물생장조절제의 특성 및 종류에 관하여 이들을 일일이 설명하는 것은 불가능하여 본란에서는 작물의 발아에서부터 수확까지의 생육단계별로 성장조절제의 이용 실태를 소개하고자 한다.

1) 발아·발근 및 초기생육

종자의 발아가 시작되면 배(胚)에서 지베레린, 옥신 및 사이토키닌이 생합성되고 결합형 호르몬이 유리된다. 그리하여 저장양분이 분해되어 배의 생장을 촉진한다. 수확직후 대맥종자는 휴면상태에 있고 내생 지베레린 합성이 억제되기 때문에 알파-아밀라제가 생기지 않는다.

이 때문에 맥아(麥芽) 공업에서는 인위적으로 지베레린을 첨가한다. 사이토키닌도 알파-아밀라제의 생합성에 촉진제 작용을 하며 광엽식물에도 배축에

서 지베레린이 생합성되지만 이것을 제거하고 사이토키닌을 공급하면 저장양분이 분해된다고 한다. 그밖에 지베레린은 많은 종자의 발아를 촉진하고 호광성 종자가 암상태하에서 지베레린 처리로 발아가 가능하다. 또 고온상태에 의한 발아장애를 퇴치하기 위하여도 사용된다.

발근 촉진…옥신류 효과높아
발근을 촉진시키기 위하여 생장조절제를 사용한 것은 그 역사가 매우 길며 옥신류가 가장 유효한 것으로 알려져 있다. 그 가운데도 IBA(인돌부틸산)가 가장 광범하게 사용되고 있다. IBA를 처리하면 처음에는 처리 부위에 멈춰있지만 시간이 경과함에 따라 서서히 식물체내로 이동한다. 반면 지베레린은 뿌리의 신장을 억제하며 지베레린에 길항작용을 가진 chlormequat나 SA-DH를 처리하면 발근이 촉진된다. 에틸렌도 발근작용을 촉진시킨다고 한다.

ABA는 발근촉진작용을 하지만 이것은 기공을 폐쇄함으로써 수분의 손실을 막기 때문에 생기는 간접적인 효과로 간주된다. 생장조절제와 발근작용에 대하여는 수천편의 논문이 발표되어 있

고 교과서도 수권에 이른다. 그러나 현재까지 IBA를 능가하는 발근에 효과적인 발근촉진제는 없는 것으로 사료된다.

뜸묘발생방지에도 활용돼

수도의 뜸묘 발생을 방지하고 뿌리의 생리적 기능을 좋게하여 건묘를 육성시키기 위하여 Isoxazol나 Isoprothiolane이 사용되고 있다. 기계육묘상에서는 증산방지제로 paraffin이나 wax가 사용되고 발근촉진제로 IBA, 노화방지제로 BA가 사용되고 있다.

또 지베레린은 완두와 옥수수 왜생종의 신장 생장을 현저히 촉진시키며 정상적인 식물에도 효과가 나타난다. 지베레린은 화분과 식물의 도장생장(稻長生長), 즉 줄기의 신장에 효과가 크다. 화병이나 엽병의 신장도 촉진시킨다. 이와같은 신장효과는 어린조직의 성장점에서 일어나는 세포분열과 그 주변의 신장촉진에 기인하여 생기는 것이다. 그 밖에도 지베레린은 샬러리나 목초 등의 초기생육을 촉진시킨다.

저온서 효과높은 약제도 있어

신규 화합물인 Brassinolide도 각종 식물의 초기생육을 촉진시

키고 특히 저온과 같은 불량한 조건하에서의 생육촉진이 현저한 것으로 알려져 금후에 많은 연구가 기대된다. 이들 생장조정제의 혼합적인 효과도 계속 연구되어야 할 것으로 생각된다.

2) 생육억제

생장조정제의 처리로 식물체의 생장을 억제시키는 것은 농업에 유용한 점이 많다. 특히 공원, 골프장, 고속도로주변이나 묘지 등에 잔디를 깎는 대신에 생육억제제를 사용할 수 있다면 생력의 효과가 크고 유용하다고 생각된다. MH처리로 잔디의 생육을 3개월간 억제시킬 수 있으나 잔디의 종류에 따라 갈색으로 변하는 것도 있어서 주의를 요한다.

현재 일본에서는 Fluornol, Fluoridamid, Ethepon, Mefluidide, Ancymidol 등이 생육억제제로 시험 또는 실용화단계에 있다.

지하부 동화물질 축적에 이용

당근이나 고구마에 생육억제제를 사용하면 지상부의 생육을 억제시키고 지하부에 동화물질을 많이 축적시킨다. 열대지방의 커피, 코코아 및 망고등에도 생육억제제를 처리하면 영양생장을

억제하고 생식기관에 영양을 보내서 수량을 증가시킨다고 한다.

3) 화분과 작물의 도복방지

맥류재배에 있어서 도복을 방지하기 위하여 왜화제를 유럽등에서 많이 사용하고 있다.

소맥을 다비조건하에서 재배하면 줄기가 약하여 내병성이 약해지며 비바람등에 저항성이 약해지고 도복하여 감수가 된다. 이런 조건하에서 생장억제제를 살포하면 절간신장이 억제되고 견강한 줄기를 갖게하여 도복을 방지할 수 있다. 줄기의 신장에 미치는 억제제의 사용은 연한 가지의 생장점과 그 부근에 일어나는 세포분열과 신장에 저해작용을 가져오기 때문에 정아의 생장점의 기능은 큰 영향을 받지 않는다. 대부분의 도복방지제는 지베레린 생합성의 특정단계를 저해하여 절간을 단축시키는 것으로 알려져 있다.

소맥, 도복방지처리로 20%증수

도복이 발생할 수 있는 조건하에서 Chlormequat을 소맥에 처리하면 20% 증수시킬 수 있고 정상적인 조건하에서도 5%이상

증수시키는 것으로 보고되어 있다. 이와같이 도복방지제(왜화제)는 경엽부에 대한 지하부의 비를 증대시켜 내한발성을 높이는 것으로 알려져 있다. 소맥이나 연맥에서는 Chlormequat가 유효하나 대맥(보리)에는 오히려 Ethe-phon이 유효하다고 한다.

벼도 다른 화분과작물 못지않게 도복이 잘 될 수 있는 식물이며 특히 다수계보다 일반벼가 다비조건이나 일광이 부족한 장마철등에서 도복하기 쉽다. 현재 벼의 도복방지제로 일본에서는 키타진(IBP)이 사용되고 있으며 최근에 PP-333(Palcobutrazol), G-3307, BAS-106, CGR81, N-TN-821등이 도복방지제로 시험중에 있으며 상당히 유망한 것으로 알려지고 있다. 이들 대부분은 출수 10~15일 전에 처리하여 상위절간의 신장을 억제하여 도복을 방지한다. 이 시기에 벼 체내에는 아직 GA1이나 GA19의 수준이 낮은 시기이기 때문에 효율이 높고 ent-kaurere에서 ent-kaurenoic acid의 산화를 억제하여 지베레린의 생합성을 저해한다. 이와같은 약제는 출수후 3주간 이내에 일어나며 도복을 방지하고 도복이 일어나지 않은 환

경하에서도 감수의 위험이 없다.

4) 액아발생 억제

담배 재배에 있어서는 잎의 수량 및 품질을 향상시키기 위하여 꽃봉오리를 적심하면 엽액에서 액아가 발생하게 되고 액아가 발생하면 액아성장에 영양분이 소모되어 잎의 품질을 크게 손상시키므로 적심함과 동시에 액아의 발생을 억제시켜야 한다. 액아발생을 억제시키기 위하여 MH(마하액제)가 가장 널리 사용되고 있다. 최근에 MH제조시에 사용하는 diethanolamine(DEA)과 MH중의 잔류 hydrazine 농도가 문제가 되어 사용이 금지되고 die-
thanolamine대신에 K-MH와 C-MH가 사용되고 있다.

우리나라에서도 K-MH(카리염의 MH)와 C-MH(코린염의 MH)의 사용이 허용되어 있고 그 밖에도 지방산의 일종인 오에스티유제가 액아억제제로 사용되고 있으나 MH보다 억제효과는 낮은 것으로 알려져 있다.

지방산은 담배뿐만 아니라 토마토나 국화등의 액아에 접촉해 줄주므로서 액아를 억제시킨다고 한다.

(다음호에 계속)