

② 지베레린계 생장조정제

이타엔다이도 분제

지베레린 수용제

지베레린 도포제

강 충 길 농약연구소 농약생물과(農博)

1. 발견의 역사

지베레린을 발견하게 된 계기는 이렇다. 동일 품종의 어떤 벼가 주위의 다른 벼보다도 훨씬 도장하는 것을 보고 이상하게 여기게 되었다. 이것을 1912년 일본의 사와다(沢田)가 *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium moniliforme*)라고 하는 균의 균사 자극에 의한 증상이라고 설명했다. 14년이 지난 1926년에 사와다(沢田)의 제자인 구로사와(黒沢)가 이 자극은 균의 분비물

질에 의한 것이며 이 물질은 열에 안정하다고 밝혔다. 1935년 야부타(藪田)가 균사 배양액에서 조추출물을 분리하여 지베레린이라고 명명하게 되었고, 1938년 야부타(水田)와 스미키(住木)가 지베레린 A, B의 결정화에 성공하였다. 1958년에는 영국의 맥밀리안(Mac Millian)이 두류의 미숙종자에서 GA₁을 단리함으로써 각종의 지베레린이 고등식물에서 단리되었고, 1961년에는 지베레린의 복잡한 구조가 최종적으로 결정되었다.

우리가 쓰는 것은 GA₃

지베레린의 구조는 대단히 비슷하며 모든 지베레린은 gibbane ring이라고 하는 기본골격을 가지고 있다. 포화와 치환정도의 변화에 따라 지베레린을 구분하는데, 이들은 GA₁, GA₃, 혹은 gibberellin A₁, gibberellin A₃ 등으로 표시한다. GA는 gibberellic acid의 머릿글자이다. 화학적 특성과 구조가 이미 밝혀진 지베레린이 80여개 이상이며, 아직 알려져 있지 않은 지베레린도 다수 있는 것으로 보고 있다.

우리가 사용하는 지베레린은 GA₃이다. 한작물에는 수종 혹은

그 이상의 지베레린이 존재하나 모든 종류가 있는 것은 아니다. 재미있는 사실은 수도에는 가장 많이 사용하는 GA₃가 아직 발견되지 않고 있다.

2. 지베레린의 생리작용

화학구조면에서의 지베레린의 생리작용은 현재 단리되고 있는 지베레린 모두가 생리활성을 보이는 것은 아니고, 많은 지베레린이 저활성(低活性)이거나 불활성이다. 지베레린을 작물이나 식물에 처리하면 작물이나 식물체내에서 다른 종류의 지베레린으로 전화(轉化)될 가능성이 높기 때문에

표1. 성장억제제의 개발 역사

연 도	개 발 내 용
1949	미국 농무성의 미첼 등이 두류 유묘의 경장을 현저히 억제시키는 nicotinium화합물 발견 (효과가 가장 높은 화합물의 2,4-DNC)
1950	제4급 암모니아 화합물 개발 (대표적인 것이 AMO-1618)
1953	파인애플의 줄기 신장 억제와 화성유도를 일으키는 BOH 및 오이 질간 신장을 억제하는 phosphonium 화합물 개발
1958	Chlorophonium염 (상품명 포스폰)개발
1960	CCC (상품명 사이코세르)개발
1962	Daminozide (상품명 비나인)개발
1970	아조르계 살균제에서 살균효과와 성장억제효과 동시 연구
1980년대	살균제 screening 도중 isonicotinilid계인 inabenfide가 개발되고 triazole계인 paclobutrazol 및 uniconazole이 개발되어 수도 도복경감제로 이용되고 있음

화학구조만으로 지베레린의 생리활성을 직접 비교한다는 것은 명확한 결론을 얻기가 어렵다.

줄기신장, 성결정에도 관여

조직·기관 수준에서의 지베레린의 생리작용은 줄기신장을 현저하게 촉진시키는 것인데, 이는 절간수가 증가되는 것은 아니고 절간장이 증가한 것이다.

저온 요구성 종자의 휴면타파 및 명발아종자의 암발아를 유도하는데 상추는 광발아종자이기 때문에 암흑하에서는 발아하지 않으나 물을 흡수한 종자는 단시간 백생광하에 노출시키면 금방 발아한다. 이 반응을 유도하는 스펙트럼은 광(光)의 적색부분(660nm)이지만 지베레린 처리로 대체할 수 있다.

또한 감자 괴경의 눈은 수확직 후에는 절대로 발아하지 않으나 지베레린을 처리하면 쉽게 발아한다. 지베레린은 뿌리생장 및 부정근의 형성을 억제시켜 옥신과는 반대작용을 보이며, 조직의 노화를 방지하여 기관탈리를 억제함으로써 ABA(앱사이식산)와는 반대작용을 보이기도 한다.

오이분엽에 지베레린을 처리하면 오이가 맺히지 않는 수꽃의 수

가 급격히 증가하여 지베레린이 식물의 성결정에도 관여하고 있음을 알 수 있다. 또한 지베레린은 단위결실을 유도하는데 포도의 무핵과에 요긴하게 이용되고 있다.

세포수준에서의 지베레린의 생리작용은 세포분열과 세포신장을 촉진시키는데, 이는 포도, 딸기, 토마토 등의 생장촉진에 이용되고 있다.

대표적 지베레린계 생장조정제인 이나벤화이드 입제, 지베레린 수용제, 지베레린 도포제의 효용적 이용기술에 대해 알아본다.

3. 이나벤화이드 입제

최근 수도재배의 특징은 양질미 생산, 농작업의 생력화 및 다수성 위주로 바뀌어지고 있고, 수확작업의 기계화가 크게 증가되었다. 또한 어린모의 기계이앙재배는 아주 어릴 때 이앙되어 얇게 심겨짐으로써 뿌리가 토양 표층에 많이 분포하는 반면, 줄기가 약해져 도복저항성을 강화시키는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다. 더구나 양질미 품종은 생육기간중에 도장하기 쉽고 일부지역에서는 매년 상습적으로 도복되고 있어 도복저



〈사진 1〉 이나벤화이드 처리에 의한 벼 도복경감효과

항성을 향상시키는 기술의 개발이
긴요한 문제로 되어 왔다.

개발배경

살균제 연구중에 우연히

이런 가운데 세계적으로 수도나
밀등 주요 경작작물의 도복문제를
해결코자 많은 연구와 개발이 적
극적으로 진행되어 왔으나 실용화
에 성공한 예는 극히 적었다.

생장억제제의 개발 역사를 보면
표1에서와 같이 1949년에 미국 농
무성의 미첼 등이 니코티니움 화
합물을 발견한 것이 최초이다. 이
후 CCC(상품명 사이코세르)와 다
미노자이드(상품명 비나인)가 실
용화에 성공하였다. 다행히 근년
에 이르러 살균제의 스크리닝 도
중에 식물이 크게 왜화되는 것에
'힌트'를 얻어 개발된 것이 isoni-
cotinanilide계인 수도의 도복경감

제인 이나벤화이드이고 현재 국내
에 등록, 사용되고 있다(상품명
세리타드). triazole계인 paclobut-
razol과 uniconazole은 일본에 등
록, 사용중이나 국내에는 아직 품
목고시가 되어 있지 않은 상태이
다.

이나벤화이드는 일본의 슈가이
(中外) 제약 회사의 시나가와(白
川) 등이 1975년 농업용 살균제의
개발을 목적으로 isonicotin산을 기
본골격으로 하는 일련의 화합물을
합성하여 스크리닝을 실시하였다.
1976년에 이 물질의 anilide 유도
체가 살균활성을 가지고 있음을
발견함과 동시에 재초제 스크리닝
과정에서 재배했던 피의 생육을
현저히 억제하는 화합물을 발견했
다. 결국 본답에서의 내도복성 향
상을 위해 수백가지 화합물을 합
성하는 본격적인 연구를 1981년에

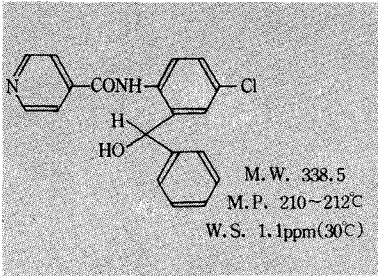


그림1. 이나벤화이드의 화학구조

착수하여 벼에 안전성이 높으면서 도복저항성이 강한 inabenfide의 개발에 성공하게 되었다.

작용성

지베레린의 생합성을 억제

이나벤화이드의 작용성은 하위 절간인 제4절간을 크게 억제시키면서 간벽 두께를 두껍게 하고, 도복지수를 낮추며, 출수기와 수량에 영향을 미치지 않고 특히 후작물에 안전한 것으로 보고되어 있다.

이나벤화이드는 식물체내에서 줄기신장에 결정적인 역할을 하는 지베레린의 생합성을 억제한다. 생합성 억제과정은 그림2에서와 같이 ent-kaurene에서 ent-kaurenol과정을 억제하거나 ent-kaurenal에서 ent-kaurenal 과정을 억제하는 것으로 알려져 있다.

사용법

출수 40~50일전 10a당 3kg

이나벤화이드의 사용법은 벼 출수 40~50일전에 10a당 3kg 수준으로 논물을 3~5cm 깊이로 댄후 약제가 균일하게 살포될 수 있도록 손이나 살립기로 논전면에 골고루 뿌리되 약을 뿌린 후 최소한 5일간은 논바닥이 노출되지 않도록 논물을 그대로 유지하여야만 한다. 보다 균일하게 살포하기 위해서는 모래를 말려 살포약량과 비슷한 양의 마른 모래와 균일하게 섞어 뿌리면 한 곳으로 약제가 몰리거나 부족하게 되지는 않는다.

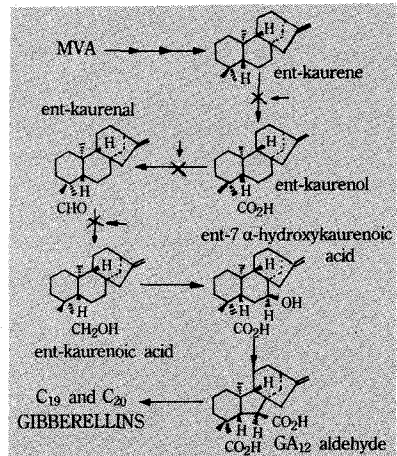


그림2. 이나벤화이드의 지베레린 생합성 억제과정

주의사항

중복, 과다살포는 피해야

주의사항으로는 이 약제 처리만으로는 완전히 도복을 방지할 수 없다. 만약 약제처리후 폭우나 태풍이 있을 경우에는 충분한 도복경감 효과를 기대하기가 어렵다. 이 약제의 효과를 최대한 발휘하기 위해서는 시비관리(특히 질소비료), 물관리등 기본적인 도복예방 기술과 병행하여 사용하는 것이 좋다. 중복살포나 과다살포는 절대로 해서는 안되고 필히 적정량을 살포해야 한다. 습답, 채소류를

재배하여 질소함량이 높은 논, 생활폐수가 유입되는 논에서는 효과가 다소 떨어질 우려가 있다. 후작물에 미치는 영향은 초기에 다소 억제되다가 곧 회복된다.

4. 지베레린 수용제

가. 포도 무핵과 생산

포도 무핵과 생산 및 성장촉진을 위해 지베레린 수용제를 처리한다. 포도(거봉)의 무핵과 생산을 위해 개화직전 및 만개 10일후 각각 1회, 과방을 희석액에 침지 처리하는데 희석액을 물 20ℓ당 1.6g

표2. 지베레린 수용제의 적용대상 및 사용법

작물명	적용대상	사용적기	물 20ℓ(1말)당 1.6g포장 사용약량	1.6g포장당 물량
포도 (거봉)	무종자화	개화직전 및 만개 10일후 각각1회 과방을 희석액에 침지처리	16.13g (1.6g 포장 10개)	2ℓ
포도 (데리웨어)		꽃이 만발하기 약14일전과 만발후 약10일 경에 봉오리와 과방을 희석액에 침지	64.5g (1.6g 포장 40개)	0.5ℓ
딸기	성장촉진	비닐로 덮을 때나 그로부터 일주일 후	4.5g~64.5g (1.6g 포장 3~4개)	5~7ℓ
토마토		1화방중 꽃이 3~5개 피었을 때 희석액을 뿌리고 그 다음날 낙과방지제를 뿌림	64.5g (1.6g 포장 4개)	5ℓ
오이 (억제재배시)	숙기억제	꽃이 필때 또는 꽃이 피기 2~3일전에 유과(자방)에 분무기로 뿌림	32.26g (1.6g 포장 20개)	1ℓ
감자		절편 씨감자를 희석액에 30~60분간 침지시킨후 발아시켜 파종	1.94~3.23g (1.6g 포장 1~2개)	10~17ℓ
국화 (여름국화)	성장촉진	생육초기 10일 간격으로 2회정도 엽면살포	45.16~64.5g (1.6g 포장 28~40개)	0.5~0.7ℓ



〈사진2〉 지베레린 수용제 처리에 의한 포도 무증자화 및 성장촉진효과

포장 10개를 섞어 만든다. 델라웨어는 꽃이 만개하기 약 14일전과 만개후 10일경에 봉오리와 과방을 희석액에 침지 처리하되 사용약량은 표2와 같다. 포도에 지베레린 수용제를 처리할 때 소요 희석액은 포도나무의 수령, 재식밀도 등에 따라 차이가 있으나 제1회 처리시 약 8ℓ 내외, 제2회 처리시 24ℓ 내외가 필요하다.

주의할 점은 1회처리가 신장되고, 늦으면 유핵과가 많이 생기기 때문에 처리시기를 놓치지 않도록 해야한다.

나. 딸기 휴면타파

딸기가 정상적으로 생육하기 위해서는 일정기간 이상의 저온조건을 거쳐야 한다. 즉, 초동, 풍향 품종은 5℃이하의 경과시간이 50시

간, 여봉, 여홍은 100시간, 보교 조생은 500시간이 경과해야만 한다. 만약 휴면이 타파되지 않은 상태에서 딸기를 재배하면 생육이 크게 떨어지고 왜화되어 수량이 크게 감소하는데 이 때 지베레린을 처리하면 휴면이 타파되어 정상적인 생육을 할 수 있다. 사용적기는 비닐로 덮을 때나 그로부터 1주일 후이며 사용약량은 표2와 같다. 사용상 주의사항은 딸기묘가 휴면이 타파되어 있음에도 불구하고 지베레린을 처리하면 모가 도장되어 생육이 오히려 불리하게 되므로 주의해야 한다. 반축성재배시 출퇴기 이후 살포는 화경장이 도장될 우려가 있기 때문에 피해야 하며, 처리후 지상부의 급속한 신장으로 모의 내한성이 일시적으로 저하될 수 있으므로 보온에 유의한다.

다. 오이 억제재배

오이를 억제재배할 때에는 날씨가 추워져 과실의 발육이 불량해지기 쉬운데 이 때 지베레린을 처리하면 과실발육이 촉진되고 수확이 빨라지며 곡과가 적어지는 특징이 있다. 처리시기는 꽃이 필때 또는 꽃이 피기 2~3일 전에 유과(자방)에 분무기로 뿌려야 한다. 특히 주의를 요하는 것은 어린 과실에 살포치 않고, 오이 본엽 3~4매시 앞에 처리하면 오이가 달리지 않는 수꽃이 많이 피게 되므로 주의를 요한다. 초세가 나쁠 경우에는 오이의 후기 수량이 감소될 가능성도 있기 때문에 기온 및 초세 또한 고려하여 살포해야 한다.

라. 감자 휴면타파

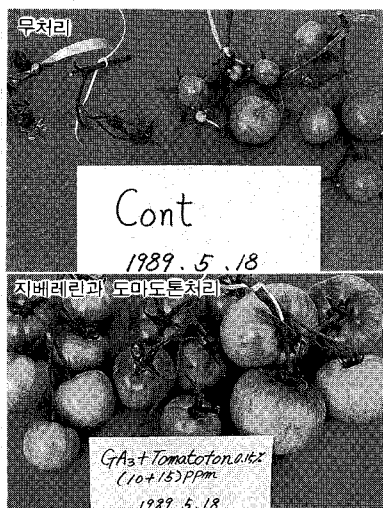
가을감자를 재배하기 위해 당해 연도에 생산된 봄감자를 씨감자로 파종할 경우 휴면이 타파되지 않아 출현율이 떨어져 수량이 감소된다.

이 때 휴면타파를 위해 절편 씨감자를 희석액에 30~60분간 침지시킨 후 발아시켜 파종하면 포장에서 출현이 잘되어 수량을 높일 수 있다. 남작과 같이 휴면기간이

긴 품종에 효과가 크나 시마바라와 같이 휴면기간이 짧은 품종은 모가 오히려 도장할 수도 있어 피하는 것이 좋다. 침지처리 후에는 감자를 꼭 건조시킨 후에 최아시켜야 하며, 씨감자를 젖은 상태로 파종하면 부패하기 쉬우므로 주의를 요한다.

마. 토마토 생장촉진

토마토의 생장촉진을 위해 도마도톤을 처리하는데 비닐하우스 재배시 저온으로 수정이 불량하여 과실이 낙과되거나 수정후 착과가 되어도 과실 발육이 나빠진다. 이



〈사진3〉 지베레린과 도마도톤 처리에 의한 토마토 생육촉진효과

것을 방지하기 위해 지난호에서 설명한대로 도마도톤을 처리한다. 그런데 이 약제만 처리하면 토마토의 과경이 짧아져 과실끼리 서로 닿아 품질이 크게 저하되는데 이때 지베레린 수용제 10ppm(물 5ℓ에 1.6g들이 지베레린 수용제 1포)을 희석하여 혼용처리하면 과실끼리 서로 붙지 않고 좋은 품질의 과실을 생산할 수 있다.

5. 지베레린 도포제

배 비대 및 숙기촉진

지베레린 도포제는 배 비대 및 숙기를 촉진하며 사용적기는 배꽃

이 완전히 핀 후 30~40일경 봉지 씌우기 전에 과경당 25mg을 도포한다.

사용할 때에는 튜브에 첨부되어 있는 붓을 사용하여 튜브를 눌러서 일정선까지 빼낸 약을 붓으로 묻혀서 배의 과경 부위에 바르되 이때 어린 과일의 과면에 묻지 않도록 주의한다. 장십랑과 만삼길에서 그 효과가 현저하다. 신고에서는 다소 낮고, 숙기가 약 1주일 정도빨라지므로 수확적기를 놓치지 않도록 하고, 비배 및 수세가 불량한 배나무나 이상 기후조건하에서는 충분한 효과를 기대할 수 없다.

“쓰레기는 타는것, 타지않는것, 다시쓸수 있는 것으로 나누어 처리합니다”

우리나라의 쓰레기 발생량은 해마다 늘어나고 있다. '89년 한해동안 모두 4,952만톤의 쓰레기가 쏟아져나왔다. 이중 가정에서 나오는 생활쓰레기가 2,848만톤, 각종 산업체에서 나오는 산업쓰레기가 2,104만톤이다. 이를 높이 쌓을 경우 서울 여의도 63빌딩 규모의 큰 건물 40개 정도가 훨씬 넘는다고 한다. 이러한 쓰레기는 매년 11%씩 증가하고 있다.

가정에서 나오는 생활쓰레기는 타는것(음식물찌꺼기 목재류 비닐등), 타지 않는것(연탄재 토사등)과 재활용할수 있는것(유리병 알루미늄캔 플라스틱 신문지 폐지 고철등)으로 구분하여 처리한다면 그만큼 매립에 필요한 토지를 줄일수 있고 처리비용도 절감된다. 쓰레기 분리수거와 재활용의 정착을 위해 우리모두가 협조해야할 때이다.