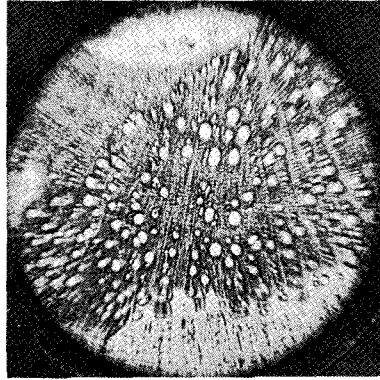


살 균 제



계통별 작용특성과 효과적 안전사용법

서울시립대학교
교수 이 두 형

1. 화학조성에 의한 살균제의 계통 분류

현재 우리나라에서 사용되고 있는 살균제의 품목수는 137개에 이르고 있으며 계속 증가 추세에 있다. 따라서 이들을 화학조성(化學組成)에 따라 상세하게 나눈다는 것은 어렵기 때문에 일반적인 방법으로 나누어 보면 다음과 같다.

1) 구리제 : 구리(銅)를 주성분으로 하는 약제로서 젯트보르도(보르젯), 구퍼(코사이드) 등과 같은 무기 구리제가 있고 옥시동, 요네탄, 유기 폰(요네폰) 등과 같은 유기구리제가

있다. 또 폴리동, 카프로(로브동), 피시피동(아루돈), 디치돈(델란케이), 메타실동(리도밀동) 및 타로동(탐스론) 등과 같은 혼합제도 있다.

2) 디티오카바메이트제 : 지네브, 마(dithiocarbamate) 네브, 만코지(다이센엠-45), 프로피(안트라콜), 메디(상케루) 등이 이에 속한다.

3) 카바메이트제 : 침투성 살균제로 (carbamate) 널리 쓰이고 있는 베노밀(벤레이트), 지오판(톱신엠) 등과 티시엠(부산-30), 이프로(로브랄), 파모(프리엔) 등이 있다.

4) 유기인제 : 아이비(키타진), 에디(有機磷) 펜(히노산), 피라조(아

푸칸), 포세칠알(알리에테), 토로스(리조렉스) 등이 이 계통에 속하는 약제들이다.

5) 유기염소제: 라브사이드, 타로닐(有機塩素) (다코닐), 사프롤, 켈탄(오소싸이드), 갱타폴(디포라탄·모두나), 홀팻(폴판), 프로파(스미렉스), 디크론(유파렌) 및 빈줄(놀란) 등이 속한다.

6) 퀴논제: 디치(델란)이 있다. (quinone)

7) 니트로 페놀제: 아크리짓과 디노(nitro phenol) (카라센) 등이 속한다.

8) 요소제: 펜시쿠론(몬세렌)이 있다. (尿素) 다.

9) 카복시아니리드제: 메로닐(논사)(carboxianilide) 이 속한다.

10) 프로베나솔제: 베나솔(오리자)(Probenasol) 이 속한다.

11) 유기비소제: 네오진(네오아소진)(有機砒素) 이 있다.

12) 트리아졸제: 침투성 살균제인 비(triazole) 타놀(바이코), 마이탄(시스텐), 티디폰(바리톤), 트리졸(빔) 등이 속한다.

13) 이미다졸제: 침투성 살균제인 프(imidazole) 로라츠(스포탁)와 리프졸(트리후민)이 속한다.

14) 피리미딘제: 웨나리, 누리만(트(Pyrimidine) 리달엠) 등의 침투성 살균제가 이에 속한다.

15) 아실알라닌제: 메타실(리도밀), (Acylalanine) 베나실(갈벤) 등의 침투성 살균제가 이에 속한다.

16) 카복신제: 카보람(비타지람)과(carboxin) 옥사보(프란트박스) 등의 침투성 살균제가 속한다.

17) 항생제: 미생물이 생산하는 물(抗生劑) 질을 이용한 살균제로서 부라딘(부라에스), 가스신(가스가만), 바리신(바리몬), 포리옥신, 농용신(아그렙토, 부라마이신) 등이 이에 속한다.

18) 기타 살균제: 웨나진, 다져가렌, 카펜, 이소란(후치왕) 등이 있다.

2. 계통별 작용특성을 고려한 효과적 안전 사용법

가. 호흡저해제

① 병원균의 세포질 또는 미토콘드리아에서 각종 SH 효소를 저해하는 구리제, 디티오카바메이트제, 유기염소제중 타로닐(다코닐), 켈탄(오소싸이드), 갱타폴(디포라탄·모두나), 홀팻(폴판) 및 디크론(유파렌)과 퀴논제인 디치(델란) 등은 다작용점(多作用點) 저해작용을 하기 때문에 살균적이며 포자 또는 균사의 구별없이 작용한다. 따라서 비선택적(非選擇的)으로 적용범위가 대단히 넓다. 또 예방효과만 가지고 있기 때문에 발병 전 또는 발병 초기에 약제를 처리했

을 때만 효과를 볼 수 있는 특징이 있다.

② 전자전달계(電子傳達系) 저해제로서는 유허제, 퀘라진, 카보람(비타지람), 옥사보(프란트박스) 및 메푸로닐 등이 있으며 호흡저해제 중에서 비교적 선택적인 작용을 하는 약제이다. 따라서 적용범위도 좁고 옥사보(프란트박스)와 같은 약제는 병원균의 내성이 생기기도 하므로 주의해야 한다.

나. 균체성분 생합성 저해제

병원균은 호흡에 의해서 얻은 A-TP를 사용하여 핵·세포질·세포벽·세포막을 구성하는 DNA·RNA·단백질·지질(脂質)·다당류 등의 각종 균체성분을 합성한다.

이들 중 DNA는 핵 속에 들어 있어서 다음 세대로의 유전정보의 전달과 세포내에 있어서의 각종 균체성분의 합성을 지배하고 있다. 그러나 실제로 DNA가 직접 생합성을 지배하는 것이 아니고, DNA 밑에 일련의 정보전달기구가 있어 이것을 통하여 유전정보가 흐른다. 예컨대, 단백질의 합성은 단백질 중의 아미노산 배열 순위에 관한 유전정보를 가진 DNA의 주형(鑄型)으로 되어 m-RNA가 복제되고, 이 m-RNA의 지시에 의해서 리보솜 위에서 단백질이 합성

된다. 합성된 단백질은 균체세포의 구성에 쓰여지나 일부는 효소단백질이 되며, 그의 지시에 의해서 세포막을 구성하는 스테롤(sterol), 레시틴(lecithin), 지방산 등의 지질류(脂質類)나 세포벽을 구성하는 셀룰로스(cellulose), 키틴(chitin), 글루칸(glucon) 등의 다당류가 합성된다.

따라서 생합성 저해제는 호흡저해제의 경우와 반대로 위에서와 같이 생합성에 관계되는 유전정보의 흐름의 근원에 작용하는 것일수록 강한 독성을 나타낸다. 예컨대, 유전자의 본체인 DNA의 합성을 저해하는 약제는 생명 그 자체를 못쓰게 만드는 대신 지방질이나 다당류의 합성저해제는 단지 생명의 흐름의 말단을 멈추게 하는데 지나지 않는다.

생육 왕성한 균사를 강하게 저해

균체성분 생합성저해제로서는 ① 단백질생합성저해제[부라딘(부라에스), 가스신(가스가민), 농용신(부라마이신, 아그렙토) 등] ② 키틴 생합성저해제[포리옥신, 빈줄(놀란)] ③ 스테로이드 생합성저해제(피리미딘계, 트리azole계, 이미다졸계) ④ 인지질(燐脂質) 생합성저해제(아이비(키타진), 에디펜(히노산), 이소란(후치왕)) ⑤ 멜라닌 생합성저해제[트리졸(빔)] ⑥ 글리세라이드 생합성저해제[빈줄(놀란)] ⑦ 핵산 생합

성저해제(메타실(리도밀), 다찌가렌)
⑧ 핵분열 저해제(베노밀(벤레이트),
지오판(코빈, 톱신엠, 톱신페스트))
등이 있다.

균체성분의 합성이 저해되더라도
병원균은 쉽게 죽지 않는다. 따라서
생합성저해제의 작용은 정균적(靜菌
的)이며, 생육이 왕성한 균사나 발아
관에 대해서는 강한 저해작용을 나타
내나 포자의 발아에 대해서는 거의
영향을 미치지 못한다. 예컨대, 스테
롤 생합성 저해형의 살균제는 사상균
의 분생포자 발아 보다는 균사의 신
장을 강하게 억제한다. 이것은 포자
에 내재(內在)하는 에르고스테롤(er-
gosterol)이 이용되는 사이에는 스테
롤의 합성이 억제되어도 생육할 수
있기 때문일 것이다.

식물에 독성 낮고 강한 침투이행성

또 균사의 신장이 억제되면 반드시
이상분지(異狀分岐)· 팽화(膨化)와
같은 형태 이상이 따른다. 그 원인의
하나는 세포의 내용물은 정상적으로
만들어지는데 세포막의 성분만이 형
성되지 않기 때문이다. 또 세포막 성
분의 에르고스테롤 함량이 감소하거
나 혹은 에르고스테롤 생합성의 저해
와 함께 축적된 스테롤이 세포막에
들어가 막구조(膜構造)가 이상하게
되어 막결합 효소가 영향을 받는 것
도 생각할 수 있다.

결국 사상균의 형태는 주로 세포
벽의 모양으로 결정되는 것인데, 세
포막상에서 구축되는 세포벽의 생성
은 생성에 관여하는 막결합효소의 이
상에 의해서 영향을 받는다.

이러한 약제들은 선택성이 강하여
어떤 종의 병원균에 대해서는 극히
낮은 농도에서도 작용하나 그 외의
것에 대해서는 전혀 효과가 없다. 또
식물에 대한 독성이 낮고, 식물체내
에 침투·이행하는 성질이 강하므로
치료효과를 기대할 수가 있다.

조성 다른 약제와 교대 살포하도록

그러나 이와 같은 침투성은 내성균
(耐性菌)에 대한 약제의 도태압력이
높아서 내성균의 출현을 촉진시킨다.
현재 여러 나라에서 베노밀, 지오판,
가스가민, 포리옥신, 아이비, 에디펜,
프로파, 빈줄, 메타실 등 많은 생합
성 저해제에 대한 내성균의 출현이
보고되어 문제화되어 있다. 또 계통
이 같은 약제 사이에는 교차내성(交
叉耐性)이 생긴다는 보고도 있어 화
학적 조성이 다른 약제를 반드시 교
대살포(交代撒布)하거나 혼합살포해
야 한다.

다. 병원균의 병원성 제어작용

병원균이 기주식물체에 침입할 때
에는 각종 효소나 독소를 분비하나.
이것을 불활성화시켜서 병원력을 잃

게 하면 식물은 병에 걸리지 않게 된다. 예컨대, 네오진(네오아소진)은 벼잎집얼룩병(문고병)균의 균사신장에 대해서는 거의 영향을 미치지 못하나 발병 저지효과는 현저하게 나타나는데, 이것은 네오진이 병원균의 병원인자의 생성을 저해하기 때문이라고 한다.

또 바리신(바리다마이신A)은 항균력을 나타내지 않으나 벼잎집얼룩병균의 균사 속으로 이행하여 벼에 침입하기 전 단계에 형성하는 균사덩어리를 만들 수 없도록 영양조건에 영향을 미침으로써 병원성의 상실에 관여하고 있는 것으로 알려졌다.

라. 기주식물의 저항성증대제(抵抗性增大劑)

병원균에 대해서 직접 살균작용을 나타내지는 않으나 식물체에 살포했을 때 발병을 저지하는 효과가 나타나는 것으로서 이소란(후치왕), 베나솔(오리자), 포세칠알(알리에테) 등이 이에 속한다. 이들 약제를 살포하면 식물체내의 항균성 물질이 증가하는 것으로 알려졌으며 이 약제도 침투성을 가지고 있고 치료효과가 있으며 선택적이나 약제내성균의 출현을 알 수가 없다.

3. 올바른 사용을 위한 제반 고려사항

병을 방제하기 위해서 살균제를 선택하는 경우, 자기 포장에 발생하는 병은 어떤 것이 있는지를 정확히 알아야 한다. 살균제의 선택은 그 약제의 효력, 작업능률, 방제기구, 살균제의 가격 및 독성의 강약 등 여러가지 관계를 종합적으로 판단해서 가장 합리적인 것으로 해야 한다.

또 살균제의 적용범위와 그 시기에 발생하는 병의 종류 등도 고려되어야 한다. 예컨대, 4~5월에 발생하는 배나무의 병을 방제하고자 할 때 살균제는 어떤 것을 선택할 것인가를 생각하여 보자. 배나무에 발생하는 중요한 병으로는 붉은별무늬병과 검은별무늬병을 들 수 있다. 과거에는 두 종류의 병을 방제하기 위해서 각각 다른 약제를, 시기를 달리하여 처리해야만 했다. 그러나 요즘은 가격은 좀 비싸지만 이 2종의 병에 효과가 좋은 에르고스테롤 저지제가 개발되어 시판되고 있으므로 이를 선택하여 2~3회 처리해줌으로써 높은 효과를 기대할 수 있다고 본다. 물론 약효 뿐만 아니라 살포회수가 줄어들고 사용농도도 현저히 낮기 때문에 노력절감 뿐만 아니라 환경오염방지 측면에서도 효과가 크다고 본다.

수확전 살포일은 반드시 지켜야

살균제를 실제 포장에서 살포할 경우 살포량이나 살포회수 등도 고려

하여야 한다. 어느 정도로 살포하느냐 하는 문제는 살균제의 종류, 병의 종류 및 발생상황, 농작물의 종류, 품종, 수령(樹令), 생육정도 및 그 시기 등에 따라서 달리해야 하므로 잘 알아서 하지 않으면 안된다. 약제의 살포량은 살포농도와 깊은 관계를 가지고 있으며 살포량을 줄이려면 살포농도를 진하게 하여야 한다. 특히 스피드 스프레이(고속살포)나 공중살포 등과 같은 경우를 말한다. 그러나 살포방법에 있어서 골고루, 충분히 살포하지 못하면 효과는 떨어지게 된다.

같은 약제의 살포회수는 안전사용기준에 의해서 제한된다. 그러나 그 범위안에서는 얼마든지 뿌려도 상관은 없으나 반드시 수확전 몇일까지 뿌려야 되느냐 하는 것은 지켜야 된다.

저항성 방지위해 연속사용 피해야

또 살균제에 따라서는 살포회수가 늘어나면 대상 병원균이 그 약제에 대해서 저항성이 생겨 효과가 떨어지게 되므로 반드시 다른 약제로 바꾸어 뿌리는 것이 좋다. 저항성이 생기기 쉬운 살균제의 종류는 이미 설명한 바 있으므로 생략하나 약제 저항성이 생기는 병원균에 대해서는 연 2회 이내의 사용으로 그치는 것이 좋다는 보고도 있다.

에르고스테롤 저해제는 식물의 지베렐린 생합성을 저해한다는 보고도 있으므로 약제의 처리회수가 많으면(10회 이상) 꽃눈형성에 지장을 준다는 보고가 있으나 과수에서 2~3회 정도 뿌리는 것은 안전하다고 한다. 또 오이에 대하여 3회까지 살포한 결과 꽃눈과 마디수, 마디의 길이에는 아무런 영향이 없었던 것으로 보아 2~3회 범위에서는 안전하다고 본다.

발생시기 정확히 파악후 방제토록

살균제의 종류에 따라서 살포시기를 언제로 하느냐 하는 문제도 약효 증진 면에서 중요하다.

호흡저해제에 속하는 구리제, 디티오카바메이트제, 타로닐, 켈탄, 갱타폴, 홉펫, 디크론, 디치 등은 다작용점 저해작용을 하기 때문에 예방효과만 가지고 있는 살균제로서 반드시 발병전에 살포해야 한다. 따라서 병의 발생시기를 정확히 알아야 한다. 또 최다감염기(最多感染期)에는 약효가 뚜렷한 약제를 선택하여 집중적으로 살포하는 것이 좋겠고, 상품가치에 영향이 큰 시기에도 효과가 뚜렷한 약제를 뿌리는 것이 좋겠다.

균체성분 생합성 저해제에 속하는 항생물질, 피리미딘계, 트리아졸계, 이미다졸계, 유기인계, 카바메이트제, 아실알라닌계 등은 침투성을 가지고 있으며 치료효과를 가진 살균제이다.

따라서 예방 위주로 병발생 초에 뿌리는 것이 원칙이나 병원균이 기주체에 침입한 직후이거나 또는 병반이 생긴 다음에 뿌려도 효과를 나타낼 수 있다.

사용설명서 잘 읽고 이에 따라야

약해가 심한 살균제는 좋은 것이라도 잘못 사용하면 약해가 나므로 살균제 사용에 있어서 언제나 주의하여야 한다. 대부분의 약제는 약해가 생길 요인을 가지고 있으며, 그것은 주 성분 자체에 의한 것도 있고 물리적 성질을 개선할 목적으로 첨가한 보조제에 의한 것도 많다. 그 외에 약해의 발생은 작물의 종류 및 품종, 작물의 생육 상태, 기상 조건, 살포 농

도 등에 따라 차이가 있다. 작물이 연약하게 자랐거나 비 바람이 지나간 후나, 개화 시기에 농약을 살포하면 약해가 나기 쉽다. 두가지 이상의 농약을 섞어 쓸 경우나 연속적으로 사용하는 경우에도 작물에 약해를 일으키거나 효력이 저하되는 수가 있으므로, 늘 각 살균제의 용기에 있는 사용설명서를 상세히 읽어보고 이에 따라야 한다. 만일 대상작물에 대한 사용법이 알려져 있지 않은 것을 꼭 쓰고자 할 때는 전문가 또는 그 살균제의 제조회사 기술부에 문의하거나 또는 사용하고자 하는 사람이, 적은 면적 또는 한 두 포기 식물에 살포 시험을 해본 다음 사용하는 것이 안전하다고 하겠다.