

# 리포트

□ 살균제의 작용기구와 사용시 주의점 ⑤

## 흡수약제성분의菌体축적여부가중요

서울시립대학교

교수

이

두

형

### 살균제의 선택성

살균제의 선택성은 병원균에 대한 선택성과 병에 대한 선택성으로 나누어 생각할 수 있다. 병원균에 대한 약제의 선택성은 병원균과 약제와의 상호관계에 의해서 결정된다. 이 경우 살균제의 살균성 혹은 독성과 병원균의 약제에 대한 저항성 혹은 감수성이란 개념에 끌리게 된다. 약제측으로 초점을 맞추어 보면 살균성 혹은 독성이며 병원균측으로 초점을 맞추면 저항성 혹은 감수성으로 된다. 이 양자는 분리시킬 수 없는 불가분의 관계를 갖고 있다. 살균제의 병원균에 대한 선택성은 약제의 물리·화학적 성상(性狀)과 병원균의 생리·화학적 성상에 의해서 결정되는 것이다.

병에 대한 선택성은 효과의 선택성이라고 할 수 있다. 이것은 약제와 병원균 외에 기주식물(寄主植物), 이들을 둘러싸고 있는 환경요인 즉 생태요인에 의해서 결정된다. 따라서 병원균에 대한 선택성보다 복잡하다.

### 병방제와 살균제의 선택성

병의 방제면에서는 병원균에 대한 약제의 선택성보다도 병에 대한 선

택성, 즉 효과의 선택성이 중요하다. 지상부의 잎·줄기 및 과실에 발생하는 병에 대해서는 적용범위가 넓은 약제, 즉 선택성이 적은 약제가 바람직하다.

### 지상부는 적용범위 넓어야 하고 토양전염병은 선택성 적어야 좋다

반면 토양 전염병에 대해서는 선택성이 있는 약제가 바람직스럽다. 이것은 병원균에 대한 선택성이 아니고 병원균 이외의 미생물, 즉 병원균 및 기주식물의 뿌리를 둘러싸고 있는 토양미생물에 대한 선택성을 뜻하는 것이다. 특히 토양 전염병의 병원균에 길항적(拮抗的) 혹은 경쟁적(競爭的)으로 작용하는 미생물류 및 여러 종류의 균근(菌根) 등 유용 미생물군에 대해서는 살균성 혹은 독성을 나타내지 않고 병원균에 대해서만 살균성을 나타내는 약제가 바람직스럽다.

### 對병원균 살균제의 선택성

병원균에 대한 선택성은 병원균과 약제와의 상호작용에 의해서 결정되는 것이므로 약제의 물리 화학적 성상 및 병원균의 생리 화학적 성상이 중요하다.

### 병원균의 약제 가용화와 선택성

살균제 중 살포제는 물에 용해(溶解)될 수 있는 형태의 것은 적고, 대부분은 물에 녹지 않는 것이 쓰이고 있다. 물에 녹지 않는 것은 그 상태로는 살균성을 나타내지 않는다. 무엇인가의 요인에 의해서 물에 가용태(可溶態)의 형으로 변화한 다음 살균성을 나타내게 된다.

가용태로 변화시키는 요인으로써는 대기중의 탄산가스, 기주식물에서의 분비물 혹은 병원균으로부터의 분비물등을 생각할 수 있다. 이들 요인중 병원균으로부터의 분비물에 의한 가용화가 약제에 대한 병원균의 저항성, 즉, 약제의 선택성과 관련된다고 할 수 있다.

### 살포제는 대부분 불가용태이나 병원분비물 접촉으로 가용화돼

보르도액 및 구리제제는 물에 녹기 어려우며, 가용태의 구리는 극히 적다. 그러나 병원균이 오랫동안 접촉하면 죽게 된다. 그러므로 병원균의 종류에 따라서는 보르도액 및 구리제제에 대한 저항성이 각각 다르다. 이것은 일부 병원균의 보르도액 및 구리 제제의 가용화와 관련된다.

즉 보르도액 및 구리 제제에 대해서 약한 용해작용을 나타내는 벼 깨씨무늬병균(*Cochliobolus miyabean*

□ 살균제의 작용기구와 사용시 주의점 □

us), 배나무 검은무늬병균(*Alternaria Kikuchiana*) 및 고구마 검은무늬병균(*Alternaria bataticola*) 등은 저항성이나, 강한 용해작용을 나타내는 흰비단병균(*Corticium rolsii*), 보리 갈색설부병균(*Pythium sp.*) 및 벼 도열병균(*Pyricularia oryzae*)은 감수성이다.

可溶化 만으로 선택성 설명곤란

그러나 병원균의 종류에 따라서는 반드시 가용화와 저항성이 관련성을 맺지 않는 것도 있다. 보리 紅色雪腐病菌(*Micronectriella nivalis*)은 보르도액 및 구리 제제에 대한 용해작용은 적지만 감수성은 크다. 크로바겍무늬병균(*Stemphylium sarcinaeforme*)에 대한 imidazoline화합물류의 살균성은 물에 대한 살균성에 관계없이 물과 리피드에 대한 용해의 비율에 의해서 일어난다는 보고가 있다. 따라서 화합물의 가용화만으로는 살균제의 선택성을 설명하기는 어렵다.

병원균의 약제흡수와 선택성

약제가 살균작용을 나타내기 위해서는 약제의 작용점에 도달할 필요가 있다. 작용점으로는 원형질막, ribosome, mitochondria, 핵 등을 들 수 있다. 따라서 이들의 작용점에 도달하기 위해서는 약제가 병원균의

세포 안으로 투과, 흡수될 필요가 있으며 흡수된 약제의 양과 병원균의 저항성, 즉, 약제의 선택성이 관계한다고 생각된다.

황산구리에 대해서 보리 雪腐褐色小粒菌核病菌(*Typhula incarnata*) 및 보리 褐色雪腐病菌(*Pythium sp.*)은 흡수량이 많고 황산구리에 감수성이다. 그런데 배나무 검은무늬병균(*Alternaria kikuchiana*) 및 벼 깨씨무늬병균(*Cochliobolus miyabeanus*)은 흡수량이 적고 저항성이다. 또 *Uromyces polygomi*에 대한 黃劑의 흡수와 살균작용 사이에는 평행을 이룬다고 한다.

병원균에 의한 약제의 흡수는 병원균의 생리상태에 따라 다르다고 보고되어 있다. 토마토 겹등근무늬병균(*Alternaria solani*)에 의한 메탈부르마이드의 흡수는 분생포자가 건조한상태일 때에는 적고 저항성이며 습할 때에는 많고 감수성이다. 이것은 포자가 습하여지면 대사가 활발하여지며 약제의 투과흡수가 많아지기 때문이다. 또 온도 혹은 pH에 의한 약제에 살균성이 병원균의 종류에 따라서 다르다는 것은 일부 약제의 흡수와 관계한다고 생각할 수 있다.

그러나 흡수와 살균성이 평행하지 않는 예도 보고되어 있다. 양배추 검은무늬병균(*Alternaria oleracea*), 사

□ 살균제의 작용기구와 사용시 주의점 □

과나무 꽃색음병균(*Momiliria fructicola*), 배나무 검은별무늬병균(*Venturia pyrina*) 등의 포자에 의한 질산은의 흡수와 포자발아억제와 병행하지 않는다고 한다. 또 모잘록병균(*Rhizoctonia solani*)의 PCNB에 대한 감수성 균주와 저항성 균주 사이에, 벼 도열병균에 의한 황산구리의 흡수와 저항성 사이에는 각각 병행관계가 없는 것으로 보고 있다.

병원균에 의한 약제흡수와 살균성과는 흡수되어, 그것이 균체내에 축적되느냐, 안되느냐가 중요한 것 같다. 모잘록병균(*Rhizoctonia solani*)은 PCNB에 감수성이며, 토마토 시들음병균(*F. oxysporum f. sp. lycopersici*)은 저항성이다. 그런데 *Rhizoctonia*균은 PCNB를 흡수하여 체내에 축적하는 양이 많은데 반해서 *Fusarium*균은 흡수도 적고 축적양도 적다고 한다.

동일종의 약량과 살균성 사이에는 흡수에 의해서 설명되는 보고가 많으나 약제의 선택성과 흡수 사이에는 반드시 병행되지 않는다는 보고도 있다. 따라서 흡수된 것이 균체내에 축적되느냐 안되느냐가 중요한 것 같다.

.....  
 : 병원균에 의한 해독과 선택성 :  
 .....

병원균의 종류에 따라서는 세포내에 흡수한 약제를 저독성의 물질로

대사할 수 있는 능력을 가지고 있어 이것이 저항성과 관련한다는 보고도 있다.

토마토 시들음병균(*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*)은 PCNB에 대해서 저항성이다. *Fusarium*균은 PCNB를 흡수하는 일이 적고, 체내에 축적하는 일도 적을뿐만 아니라 보다 저독성인 Pentachloroanilin(PCA)과 Pentachlorothioanisole(PCTA)로 대사시켜 균체 밖으로 배출(排出)시킨다. 이에 대해서 감수성의 *Rhizoctonia*균은 세포내에 PCNB를 축적함과 동시에 PCA로 대사하는 일도 적고, PCNB로서 균체내에 남는다고 한다.

Dodine에 저항성인 강남콩 근부병균(*Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli*)은 약제를 흡수하나, 단시간 사이에 독성이 낮은 화합물로 대사하여 균체 밖으로 방출한다. 이때 미리 Cycloheximide로 처리하던가, 혹은 저온(0°C)에 보관했던 포자는 대사가 늦어진다는 사실이 보고되어 있다. 오이 검은별무늬병균(*Cladosporium cucumerinum*)의 6-azauracil 저항균은, Azauracil을 살균활성을 나타내는 6-azauridine-5-phosphate로 변화시키지 않는다. 해독의 양식은 병원균이 종류와 약제의 종류에 따라서 다른 것 같다.

### 병에 대한 살균제의 선택성

병에 대한 약제의 선택성은 효과의 선택성이라 할 수 있다. 병에 대한 선택성은 약제, 병원 외의 기주식물 및 이들을 둘러 싸고 있는 물리화학적 및 생물적 요인, 즉, 생태요인에 의해서 결정된다.

#### 발병과정에 있어서의 선택성

살균제의 병에 대한 효과는 발병과정에 따라서 각각 다르다. 사상균에 의한 병의 발병 과정은 병원균의 종류에 따라서 다르나 잎, 줄기에 발생하는 병에 있어서는 포자발아, 부착기 형성, 기주체 침입, 균사 신장(잡복기), 포자 형성이란 경과를 거치는 것이 많다. 약제에 따라서는 이들 과정 중, 어느 단계에 효과를 나타내느냐가 선택성과 관련된다고 생각할 수 있다.

벼 도열병의 발병은 대체로 위에 열거한 경과를 거처 일어난다. 따라서 이 병의 발병 방지에는 모든 발병 단계에 대해서 효과가 있는 약제가 효과적인 방제약제라고 할 수 있는데, 특히 분생포자 발아저지 및 부착기 형성저지작용이 강한 것이 발병초기의 효과를 올리기 위해서는 중요하다. 균사 신장저지작용은 병의 진전저해와 함께 분생포자 형성

저지상 중요하다. 그러나 균사는 기주식물의 조직 속에서 자라고 있으므로 균사신장을 저해하려면 조직속으로 약제가 침투할 필요가 있다.

벼 도열병 방제약제로써 사용되던 유기수은제는 발병과정의 모든 단계에서 효과적이었기 때문에 아주 좋은 약제이었다. 이에 대해서 구리제제 및 보르도액은 어떤 단계에서나 효과가 떨어지고, 특히 기주조직으로의 침투성이 떨어지기 때문에 방제효과가 떨어졌던 것으로 생각된다. 현재 사용되고 있는 벼 도열병 방제약제는 어떤 단계의 발병 과정에 대해서도 저지효과가 우수한 것 같으며, 좋은 방제제라고 할 수 있다.

흰가루병은 흡기를 기주식물조직속에 발달시키고 균사의 대부분은 표피 위에서 자란다. 따라서 포자발아 저지작용과 균사신장 저지작용이 강한 약제를 요구하게 된다. 이 경우에는 기주식물의 조직 속으로의 침투는 벼 도열병 방제약제보다 약간 낮아 방제목적은 달성할 수 있다고 본다. **Phiophanate methyl**제는 포자발아 저지작용과 함께 균사신상 저지작용도 강하기 때문에 좋은 약제라고 할 수 있다.

발병과정에 있어서의 도열병균의 약제에 대한 감수성은 분생포자 발아>부착기 형성>분생포자 형성>균사의 순이다. 따라서 벼 도열병

방제에는 발병전, 즉, 포자발아 저지를 목적으로 한 예방제로서의 살포가 효과적이다.

### 습도와 선택성

습도가 살균제의 살균성에 영향을 미치는 것은 토양살균제이다. 토양 살균제는 토양 수분에 따라서 확산 혹은 분해등이 영향을 받으며, 살균 효과도 영향받는다.

클로로피크린은 토양수분이 20~60%의 범위일때 잘 확산하며, 살균 효과도 크나 그 이상 혹은 그 이하의 토양수분에서는 확산도 불충분하고 효과도 떨어진다. ethylene dibromide는 토양이 건조할 것 같으면 가스가 토양에 흡착되어 살균효과는 떨어지나 토양수분이 15%이상으로 되면 흡착은 적어지고 효과가 커진다. Vapam은 토양 속의 습도가 적은 경우에는 분해되기 쉽고 효과는 떨어진다. methyl bromide의 *Pythium ultimum*에 대한 효과는 토양습도가 10%일때 효과적이며, 건조토양(2%), 습한 토양(37%)에서는 효과가 떨어진다. 그러나 *Rhizoctonia solani*에 대한 효과는 *Pythium*균보다 토양습도의 영향을 적게 받는다. PCNB는 습한 토양에서는 PCA로 변화하기 쉬우며, PCA로 변화하여도 *Rhizoctonia*균에 대한 억제효과는 강하기 때문에 PCNB가 *Rhizoctonia*균

에 대해서 효과가 오래 지속되는 것이다.

### 토양 미생물과 선택성

토양 미생물에 대한 토양 살균제의 영향은 토양 전염병에 대한 효과에 영향을 미치는 일이 많다. 수목류의 뿌리썩음병(*Armillariella mella*)에 대해서 메틸브로마이드 600, 1,200, 2,400ppm을 처리하면 생육은 억제되나, 토양에 생식하고 있는 *Trichoderma virida*는 600, 1,200ppm에서는 처리 중에도 생육하고 2,400ppm에서 비로소 억제된다. 그러나 처리를 중지하면 급격히 생육한다.

*Trichoderma*균은 *Armillariella*균에 길항적으로 작용한다. 메틸브로마이드의 *Armillariella*에 대한 살균 효과가 높은 것은 *Armillariella*균에 대한 생육저지효과 외에 길항적인 *Trichoderma*균에 대한 생육저지작용이 낮은 때문이기도 하다.

베노밀제의 처리는 *Pythium aphanidermatum*의 생식밀도를 낮게 하여 동부 모잘룩병의 발생을 낮게 한다. 이것은 Benomyl제 처리에 의해서 *Pythium*균에 대한 길항균 및 경쟁균류의 생육을 억제시키기 때문에 *Pythium*균의 밀도가 높아져서 병발생이 많아지는 것이다. 이와같은 현상이 PCNB에서도 나타나고 있다.

PCNB 제로 처리하면 *Rhizoctonia solani*에 의한 소나무 모잘록병은 적게 발생하나 *Pythium*균에 의한 모잘록병은 증가한다. 이것은 *Pythium*균에 대한 경쟁균에 선택적으로 작용하여 발생이 많아지는 것이다. 또 Laston으로 처리한 토양에서는 *Pythium*균에 의한 모잘록병의 발생은 적어지나 PCNB제로 처리하면 *Pythium*균에 의한 모잘록병의 발생이 많아진다.

토양 살균제는 토양에 첨가하는 유기물에 의해서도 작물이 영향을 받는다. PCNB를 포도당과 함께 처리하면 PCNB에 둔감한 *Fusarium*균을 증가시킨다. 또 *Helminthosporium victorie*의 분생포자는 포도당과 PCNB제를 함께 처리한 토양에서 발아가 잘 된다. 키틴 첨가는 *F. oxysporum f. sp. raphani*에 의한 무우 위황병의 발생을 저하시킨다. 이것은 항방선균의 증가 때문인 것으로 보고 되어 있다. PCNB제는 키틴 첨가 토양에서 방선균의 증가를 억제하며, PCNB에 둔감한 토양 병원균을 한층 더 증가시킨다. 그러나

PCNB를 벼의 왕겨와 함께 처리하면 토양 속의 미생물상의 변화가 일어나 *Rhizoctonia solani*에 의한 토마토의 모잘록병이 감소되었다는 보고가 있다.

토양 살균제는 병원균에 대한 선택성 외에도 토양미생물, 특히 병원균에 길항 혹은 경쟁하는 미생물균에 선택적으로 작용하며, 그것이 병원균에 영향을 미치게 되기 때문에 살포제 보다는 더 복잡하다.

#### 기타 요인과 선택성

토양 살균제에서는 토양의 반응, 토성등도 작용에 영향을 미친다. Benomyl, thiabendazole 및 furidazole의 벨론 덩굴쪼김병에 대한 효과는 토양의 pH가 중성 혹은 그 이상일 때 유효하다. 그러나 Vapam은 pH 9.5에서는 분해되기 쉽다. 클로로피크린의 효과는 토질에 따라서 다르다. 담배 모잘록병에 대해서 모래땅에서는 효과가 높고 점질토양에서는 효과가 떨어진다. 또 화강암 및 흑색화산회토에서도 효과는 떨어진다.

## 너와 나의 적십자

## 서로 돕는 적십자