

## 식물병방지에서 식물병리학의 역할

김 철 우

지금 여러 과학분야가 사회발전에 적극적으로 이바지하고있다. 모든 학문과 더불어 식물병리학도 사회발전에 필요한것이다.

1960년이후 분자생물학이나 분자유전학이 발전함에 따라 병원체나 병원균의 감염, 증식물림새, 식물의 병해저항성물림새 등을 점차 유전자수준에서 해명하게 되었으며 이때부터 식물병리학은 생명과학의 한 분과로서 발전하게 되었다.

한편 분자유전학적연구에 치중하던 나머지 식물병리학의 주요한 부분인 식물병의 진단과 발병물림새, 방지의 측면이 홀시되었던적도 있다. 이것은 어느 한 나라만이 아닌 세계적인 경향이며 학계에서도 인정하고있는 커다란 문제이다.

본문에서는 식물병리학이 식물병방지에서 어떤 역할을 할수 있는가에 중점을 두고 논의하려고 한다.

### 1. 식물병리학의 개념

일반적으로 식물병리학을 취급한 교과서들에서는 《식물병리학이란 식물의 병원인과 전염경로를 밝히고 병을 막는 방법을 연구하는 학문이다.》라고 정의하고있다.[1, 2] 식물병리학을 취급한 어느 한 도서에서는 《식물병리학은 식물병에 대한 우리의 인식을 높여 줌과 동시에 식물병을 막을수 있는 방법과 지식과 재료의 발전에 이바지한다.》라고 서술되어있다. 결국 식물병리학의 본래의 사명은 식물병을 피하거나 방지하는 방법, 그 설비와 재료를 개발하는것이며 그때문에 식물병리학적인 지식의 축적과 기술의 개발을 도모하고있다고 보고있다.

사람은 식물로부터 많은 혜택을 받고있다. 식물이 지구상의 유기화합물의 생산과 산소의 공급에서 커다란 역할을 하고있는것은 물론이지만 사람의 몸과 건강에 주는 혜택을 기준으로 하여 식물을 크게 2가지로 갈라보고있다.[6] 하나는 사람이 살아가는데 반드시 필요한 식품을 공급하는 식물(식용식물)이며 다른 하나는 룡색식물이나 꽃과 같이 마음의 안정이나 정신적인 안정을 주는 식물(건강식물)이다.

식용식물이란 벼나 보리와 같은 알곡작물들, 감자나 고구마와 같은 작물들, 남새 등 몸의 에네르기원천으로 되는 식물인데 넓은 의미에서는 농림업식물을 포함한다고 볼수 있다.

건강식물로는 가정원예, 잔디밭, 룡화수목, 화분화초 등 룡색환경을 마련해주는 식물들을 말하는데 넓게는 환경보존식물도 포함된다고 보고있다. 특히 유럽과 아메리카에서는 오래전부터 마음이 병든 사람을 농작물을 통하여 고치는 전통적인 치료방법을 장려해오고있다. 여러 나라들에서도 최근 식물의 재배를 통하여 룡화나 천치, 백치를 치료하거나 병원이나 룡양소 등에서 룡색환경이 사람의 마음안정에 좋은 효과를 준다는데로부터 식물을 고령자나 만성질환환자들의 치료에 적극 리용하고있는데 이것들은 농업치료, 식물치

료, 원예치료 등으로 불리우고있다.

앞으로 사회적으로는 안전한 식량의 공급과 함께 마음의 안정을 줄수 있는 녹색환경이 우선적으로 마련되어야 한다고 보고있다. 그러자면 식용식물과 건강식물을 병해없이 안전하게 재배하여야 하는데 여기에 반드시 필요되는 지식을 주는것이 바로 식물의 병발 생물림새와 진단, 그 방지대책을 연구하는 식물병리학이다.

## 2. 식용식물의 재배와 관리에서 식물병리학의 역할

어느 한 나라에서 주요작물인 벼의 수확량을 보면 1960년에 정보당 약 4.9t이었던것이 2000년에는 7.4t으로서 약 1.5배라는 경이적인 비약을 가져왔다.[6] 이 수확량은 품종개발, 비료에 의한 효과 등 경작방법의 과학화수준과 함께 병해충방지기술의 발전에 의한 것이라고 보고있다.

어느 한 나라의 식물방역협회가 1991년부터 1992년에 진행한 실험에 의하면 농약을 사용하지 않고 재배하는 경우 쌀생산량은 약 30%나 감소되며 재정적으로도 커다란 손실로 된다는 결과를 얻었다. 벌레나 잡초에 의한 피해를 제외하고도 식물병에 의한 피해가 알곡증수에 크게 영향을 미친다. 이러한 기본원인은 바로 식물병해방지대책의 과학화수준에 있다고 해도 지나친 말이 아니다.

식물의 병해방지의 역사를 보면 19세기초에 밀의 녹병방지에 석회류황합제가 리용된 것이 처음이며 그후 1897년에 보르도액이 도입되었다. 살균제로서는 1940년이전에는 무기화합물이 기본이었고 그 이후에는 유기합성화학의 발전에 의하여 디티오카르바마트제, PCP, 캡탄, 초산페닐수은 등 비선택성살균제가 리용되었다. 1960년이후에는 세계적으로 화학농약개발이 활발해지고 항생물질이 농업부문에 리용되기 시작하였으며 많은 유기린 살균제 등 선택성을 가진 약제가 개발되었다. 한편 1962년에 도서 《생과 죽음의 묘약과 침묵의 봄》이, 1975년에는 《복합오염》이 출판되어 농약의 독성과 환경에 미치는 영향이 사회적문제로 제기되게 되었다.[4] 이것을 계기로 보다 안전성이 높은 약제에 대한 연구가 진행되어 피로크론, 카르프로파미드, 프로페나졸, BTH와 같은 식물에 병해저항성을 부여하는 약제가 개발되게 되었다. 더우기 1996년에는 도서 《억지로 빼앗기는 미래》가 출판되어 농약의 환경호르몬작용이 문제로 되었다.[5] 이것을 계기로 합성농약과 다른 병해방지제로서 비병원성의 *Fusarium*, *Erwinia*나 길항균인 *Bacillus*, *Pseudomonas* 등의 생물농약이 제품화되는것과 함께 토양병해에 대한 열수토양소독법이나 토양환원소독법 등의 물리적방지법이 주목되게 되었다.

1960년이후 어린싹검정법이 나오고 식물병해저항성물림새가 해명됨으로써 약제개발에서는 큰 전진이 이룩되었다. 이전에는 항생균에 기초한 약제의 산포방지법이 주류였다. 그렇지만 화합물이 비록 높은 항균성을 가지고있다 하여도 대체로는 빛안정성이나 식물에로의 침투성 등과 같은 문제로 하여 포전에서는 방지효과가 잘 나타나지 못하였다. 그리하여 식물의 어린싹을 리용하는 산포방지법으로 전환되었는데 초기에는 어린싹에 균일하게 병을 발병시키는것이 쉽지 않았다. 벼열병방지제의 개발에서도 대량포자형성법, 벼어린싹에 균일하게 발병시키는 분무점종법이 확립됨으로써 블라스트사이드인 S와 같은 많은 미생물기원의 농약과 프로페나졸과 같은 저항성유도제가 개발되게 되었다.

앞으로 식물병해방지제연구에서는 그 효력을 보다 높이는 것과 함께 사람과 집짐승, 환경에 미치는 영향을 최소로 줄일 것을 목표로 하고있는데 그러자면 식물병리학적지식과 기술이 반드시 필요하게 될것이다.

### 3. 건강식물의 재배와 관리에서 식물병리학의 역할

여러 나라의 대학들과 시험연구기관들, 기업소의 연구기관들의 노력에 의해 식용식물의 병예방에서 많은 성과가 이룩되었으며 앞으로도 식량의 안전한 생산과 증산을 위하여 식용식물에 대한 보호와 병예방기술은 더욱 발전할것으로 보고있다.

한편 건강식물에 대해서는 원예기관들과 원예업자들이 관리하는데 이 부문에는 식물병리학전문가들이 적고 다만 일부 전문가가 텔레비죤, 신문, 원예잡지 등을 통하여 병에 대한 예방지도를 하고있다. 이런 방법으로는 실지로 병든 식물을 진단하거나 그 예방법을 지도하기 힘들다. 더우기 식량생산과 직결되지 않는것으로 하여 지금까지 중요시되지 않은 면도 있다. 그러나 앞으로 사회가 로령화되는 것과 함께 마음의 안정을 요구하는 사람들도 많아지게 되면 건강식물에 대한 식물병리학적방조가 사회적으로 필요된다고 보고있다. 어느 한 나라의 직업인구의 분포를 보아도 1960년에는 3명당 1명이 농업에 종사하였지만 2000년에는 10명당 1명으로 감소하고 인구의 90%가 농업외의 직업에 종사하고있다.[6]

세계적으로 많은 주민세대들이 건강식물을 심고 관리하고있는 실정에서 이러한 식물의 병이나 재배법에 대하여 상담할수 있는 관리체계를 정리하고있다. 여기에는 건강식물을 대상으로 하는 식물상담소를 개설하거나 일반농가들에서 식물의 병해충예방대책에 대한 상담을 인터넷을 통하여 직접 할수 있는 식물병진단 및 치료기관을 내오려 하고있다. 특히 식물병의 진단은 비전문가의 눈으로는 판단하기 어렵고 전문가적지식과 경험을 가진 식물병리학자의 협력과 진단에 필요한 기구와 설비가 없이는 불가능하므로 앞으로 우와 같은 전문기관에서는 인터넷을 통하여 식물병해충들에 대한 예방과 진단, 치료와 관리 등 영역에서 광범한 대중을 대상으로 상담하게 되며 그 운영에 식물병전문가뿐아니라 해충전문가나 농약전문가의 협력도 필요할것으로 보고있다.

### 4. 식물병해방지의 방향

병원균을 죽이지 않는 예방약제 현재 대표적인 약제는 멜라닌합성저해제이다. 실모양균의 멜라닌은 티로신으로부터 도파경로를 거쳐 합성되는 동물의 멜라닌합성계와는 달리 초산으로부터 시작되는 펜타케타이드경로를 거쳐 합성된다. 벼열병균의 경우 분생포자는 발아관을 내보내며 길어지며 벼식물체표면의 소수성과 굳기를 인식하고 그 앞부분에 부착기를 형성하고 주변에 접착물질을 분비하며 세포내부에 높은 팽압을 가지고 침입한다. 그 높은 팽압을 가능하게 하는것이 세포벽의 안쪽에 있는 멜라닌층이다. 열병균은 멜라닌층에 의하여 세포안에서 형성되는 8MPa이나 되는 높은 압력으로 벼세포에로의 침입에 성공하게 된다. 멜라닌합성저해제에는 멜라닌생합성계의 환원효소를 저해하는 것과 탈수소효소를 저해하는 것이 있는데 어느것이나 다 기질과 길항적으로 결합하는것으로 멜라닌생합성을 저해하며 부착기의 성숙을 억제하여 벼에로의 감염력을 상실시킨다.[3] 최근 이러한 효소와 약제와의 결합양식의 구조해석이 진행되고 단백질의 립체구조에 기초하여 앞으로

보다 효과적인 약물설계(drug design)를 할수 있는 가능성이 있다.

식물에 병해저항성을 부여하는 예방약제 어떤 종의 약제는 식물에 전신획득저항성(SAR: Systemic Acquired Resistance)을 유도하여 병을 예방한다. 이러한 약제를 식물활성화제(plant activator)라고 부른다. 실험으로 프로베나졸(PBZ)을 담배나 벼에 처리하면 이러한 식물에는 SAR의 유도에 참가하는 살리칠산의 농도가 증가하는것과 함께 PR-단백질(pathogenesis related protein: 병원체의 감염에 의하여 새롭게 합성되는 단백질무리의 총칭)이 발현된다.[3] PR-단백질의 발현유도를 지표로 하여 애기장대의 여러가지 변이그루를 리용한 PBZ, BTH(아시벤조랄S메틸)의 SAR의 발현에 미치는 작용물질새연구결과로부터 PBZ는 살리칠산-NPR1경로의 활성화에 의한 SAR를 유도하지만 BTH는 살리칠산보다 하류에 작용하여 SAR를 유도한다는것이 밝혀졌다. 현재 병해저항성의 유도물질새가 분자수준에서 활발히 연구되고있으며 그러한 물질새의 연구는 새로운 작용을 하는 약제의 개발로 이어질것이다.

병해저항성유전자전이식물 여러 나라들에서 식용식물에 대한 병해저항성유전자전이식물들이 실용화되었지만 건강식물에 대하여서는 1997년에 보라색의 꽃패랭이가 상품화되었다. 연구자들은 담배야화병균이 생성하는 독소인 타브톡신을 불활성화하는 독소유전자 *ttr*를 병원균자체에서 분리하고 그 유전자를 담배식물체에 도입함으로써 세계에서 처음으로 1989년에 담배야화병저항성식물을 만들어내는데 성공하였으며 현재 여러 나라들에서 실용화를 위한 포전시험이 진행되고있다.[6] 현재까지는 식용식물들을 유전자전이식물로 대용하는데서 사회적인견일치를 보는것이 쉽지 않지만 앞으로는 꽃, 잔디, 관상식물 등의 건강식물에서부터 시작하여 식용식물로 유전자전이식물을 리용하게 될것으로 보고있다.

생물학적, 물리학적예방의 역할 일부 나라들에서는 이른바 부가가치가 높은 소규모특정농작물의 재배가 증가하는 경향이 있다. 이러한 소규모재배작물의 병해에 대해서는 효과가 아주 높은 예방약제의 개발과 적용이 늦어지고있고 또 토양성전염병과 모판이나 상자재배모 등의 병, 예방이 어려운 병들에 대해서는 유효한 약제가 없는 경우가 많다. 이러한 병예방에는 생물학적예방이나 물리학적예방이 효과적인 수단으로 된다. 특히 상자재배모와 같은 제한된 면적의 병예방에는 생물농약을 리용하거나 온실재배인 경우 토양성전염병들에 대하여 열수토양소독법이나 토양환원소독법 등이 예방효과가 클것으로 보고있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 리승빈; 균류생물학, 김일성종합대학출판사, 2~4, 주체99(2010).
- [2] 김철우; 식물보호생물학, 김일성종합대학출판사, 2~3, 주체94(2005).
- [3] 김철우; 식물보호학, 김일성종합대학출판사, 3~5, 주체100(2011).
- [4] Robert Burns; Plant Pathology, Humana Press, 6~121, 2009.
- [5] R. N. Strange et al.; The Role of Plant Pathology in Food Safety and Food Security, Springer, 7~15, 2010.
- [6] 米山勝美; 日本植物病理学会報, 81, 3, 72, 2015.

## **Role of Phytopathology in Plant Disease Prevention**

*Kim Chol U*

Phytopathology was emerged as a branch of life science as the mechanisms of pathogen infection and plant's resistance against the disease were verified at the gene level according to the development of molecular biology and molecular genetics. This article focuses on the role of phytopathology in plant disease prevention.

Key words: phytopathology, pathogen infection