

재배양식에 따른 무화과 역병의 발생 및 친환경적 방제

마경철 · 변만호 · 방극필 · 고숙주¹ · 이용환^{2*}전남농업기술원 과수연구시험장, ¹전남농업기술원 채소연구시험장, ²농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과Incidences of *Phytophthora* Fruit Rot on Fig according to the Cultural Practice and Its Eco-friendly ControlKyeong-Chul Ma, Man-Ho Byeon, Geuk-Pil Bang, Sug-Ju Ko¹ and Yong Hwan Lee^{2*}

Fruit Crops Experiment Station, JARES, Haenam 536-824, Korea

¹Vegetable Crops Experiment Station, JARES, Gurye 542-821, Korea²Plant Pathology Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-857, Korea

(Received on May 27, 2008)

For the eco-friendly control of fruit rot of fig, disease incidences according to the cultural practices at 51 fig orchards in south coast area of Korea were surveyed in 2002, and the effect of soil mulch and potassium phosphonate on fruit rot of fig was evaluated from 2002 to 2004. Diseased fruits of fig orchards of open field, rain shading, and vinyl house were 33.3%, 7.5%, and 0%, respectively. Diseased fruits were rated at 34.6%, 35.7%, and 27% as the tree spacing of 2 m × 2 m, 2 m × 3 m, and 3 m × 4 m, respectively. Among the soil mulching materials, barley straw showed disease incidence of 1.8% and 3.5% of diseased fruits compared to 42.1% and 48% of no mulching in 2002 and 2003, respectively. Diseased fruits in dark paper film mulching were recorded at 4.8% and 12% in 2002 and 2003, respectively, which were lower than those in dark polyethylene film mulching at 11.2% and 26.2%. When potassium phosphonate (1,000 ppm) was sprayed 3 times with 10 days intervals from the beginning of disease occurrence, disease incidences were rated at 3.0% and 2.0% in 2003 and 2004, respectively, which were much lower than those of control at 45.9% and 39.3%.

Keywords : Cultural practice, Fig, Mulching, *Phytophthora palmivora*, Potassium phosphonate

*Phytophthora palmivora*에 의해 발생하는 무화과 역병은 일본에서 처음 보고되었고(Hori, 1915; Katsura, 1969), 대만과 미국 등지에서도 보고되었다(Sawada, 1919; El-Gholl과 Alfieri, 1984). 국내에서는 1928년에 *P. citrophthora*로 처음 보고되었고, 1991년에 *P. palmivora*로 다시 보고되었는데 당시에는 크게 문제가 되지 않았다(이 등, 1991). 무화과는 전남 영암 지방에서 약 130 ha 정도가 재배되고 있는데 90년대 후반부터 해에 따라 병이 심하게 발생되었다.

무화과 역병균인 *P. palmivora*는 유주자낭의 탈립성이 높아 강우에 의해 토양이 튀면서 쉽게 전파되기 때문에

주로 지면에서 가까운 열매부터 발생이 시작한다(Taylor와 Adedoyin, 1981). 또한 유주자낭의 재생성 속도가 아주 빠르기 때문에 강우가 심할 경우 방제 적기를 놓치기 쉽다(Erwin과 Rebeiro, 1996). 특히 무화과 열매는 저장기간이 짧고 주로 생식을 하기 때문에 농약을 이용한 방제의 한계가 있다. 최근 무화과 재배 시에 수량 증대와 수확기 단축 등을 위해서 하우스 재배나 비가림 시설이나 제초 등의 목적으로 다양한 재료로 과원을 피복하는 농가들이 증가하고 있는 추세인데(김, 2001), 역병균이 강우에 의해 전파되는 특성상 여러 작물에서 토양피복에 의한 병 억제에 관한 보고들을 볼 때 이들 시설이나 토양 피복이 역병 발생 경감 효과가 있을 것으로 생각되지만 아직 체계적으로 조사되지 못하고 있는 실정이다(최 등, 1984; Ristaino 등, 1997; Puttoo, 1995; Dodan 등, 1994; Madden과 Ellis, 1990; Merwin 등, 1992). 따라서 본 연구

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0470, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) leeyhlee@rda.go.kr

는 경종적 방법으로 무화과 역병을 방제하기 위하여 재배양식의 차이와 병 발생과의 관계를 조사 분석하였고 이를 토대로 과수원 토양의 피복 재료에 따른 병 발생 억제효과를 구명하였다. 또한 환경친화적인 방제를 위해서 아인산염 등 몇 가지 친환경 방제제의 무화과 역병에 대한 방제효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재배 양식에 따른 병 발생 조사. 2002년에 전남 영암군과 해남군 일대의 무화과 재배 포장을 대상으로 8월부터 9월 초까지 역병 발생상황을 조사하였다. 조사방법은 재배형태별로 노지, 시설하우스, 비가림시설로 구분하고 (Fig. 1), 재식거리별로 2 m×2 m, 2 m×3 m, 3 m×4 m로 나누어 무화과 포장의 토양피복 여부 등을 구분하여 이병과율을 조사하였다. 이병과율은 각 포장에서 무작위로 3그루를 선정하고 그루당 5가지를 선정하여 전체 과일 당 이병과의 비율을 조사하였고 SAS ANOVA procedure를 이용하여 통계 분석하였다.

피복재 종류에 따른 발병 억제 효과. 전남 영암군 학산면 무화과 과수원에서 역병피해 경감을 위한 피복재 선

발을 2002년부터 2003년까지 2년 동안 실시하였다. 시험 포장의 재배형태는 노지재배이고 수형은 일문자수형이며 품종과 수령은 승정도우핀 5년생이었다. 토양조건은 불빠짐은 대체로 양호한 사양토였으나 경반층 토양으로 토심이 얇고 딱딱하여 뿌리 자람이 좋지 못하였으며, 매년 역병이 상습적으로 발생하는 포장이었다.

피복재료는 흑색 부직포, 흑색 폴리에틸렌필름, 보릿짚을 이용하여 무피복과 비교하였고, 피복시기는 6월 하순이었다. 피복방법은 흑색 부직포의 경우 공기와 수분이 통과할 수 있는 제초용 부직포를 사용하였고, 철사재질의 \cap 형태의 고정핀을 이용하여 고정하였다. 흑색폴리에틸렌필름은 농가에서 일반적으로 사용하고 있는 방법과 같이 가장자리를 흙을 조금씩 덮어 고정 피복하였다. 보릿짚은 과수원 주변 보리밭에서 보리수확 직후 수거하여 결속한 후 피복시기에 맞춰 3 cm 두께로 포장 전면에서 피복하였다.

조사내용은 무화과 생육상황과 피복재별 역병 발병과율과 빗물이 튀겨 오르는 정도를 측정하였다. 빗물이 튀어 오르는 정도를 측정하기 위해 각각의 피복재료 위 50 cm 높이에 A4 크기의 백색 도화지 2장을 10 cm 간격을 두고 고정한 후 물병에 먹물(번지지 않도록) 100 ml를

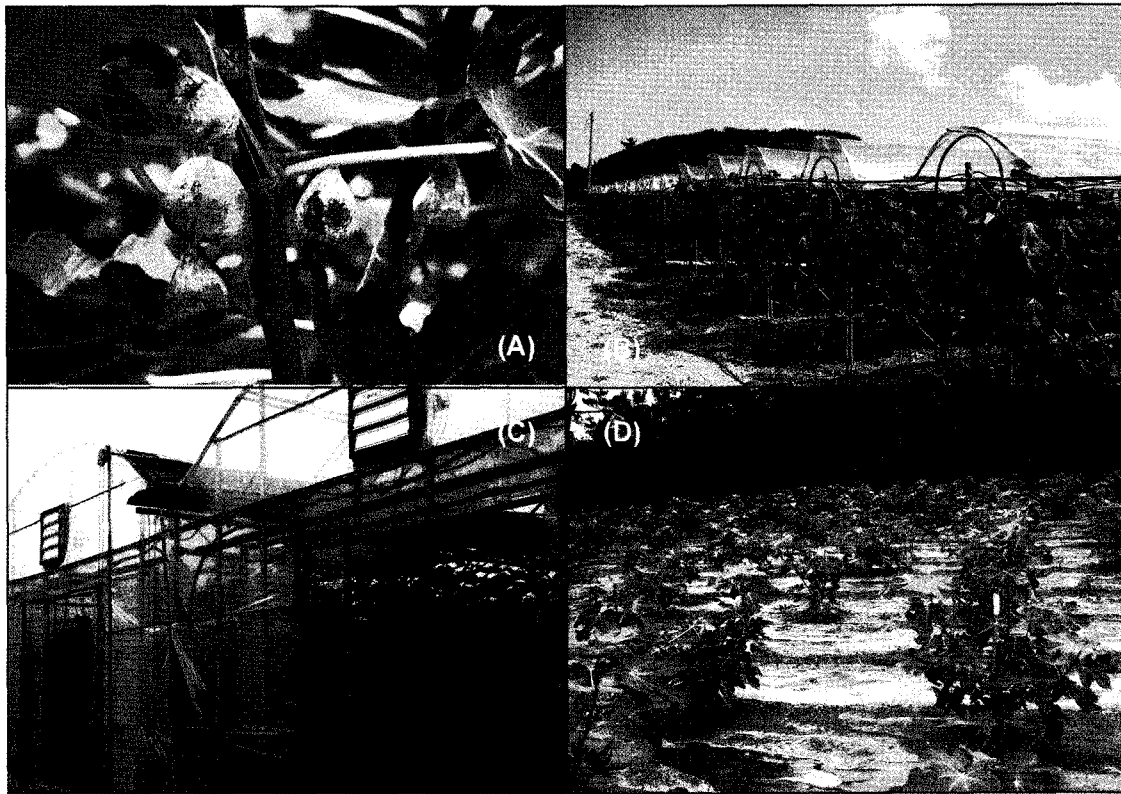


Fig. 1. *Phytophthora* fruit rot symptoms of fig (A) and cultivation types of fig orchard: rain shading equipment (B), vinyl house (C), and open field (D) of fig orchard.

담아 1.5 m 높이에서 도화지 사이의 10 cm 틈으로 낙하시켜 도화지에 먹물이 튀는 정도를 측정하였다.

아인산염 등 항균성 소재의 역병 방제 효과. 친환경적인 방제를 위해서 아인산염 등 항균성 소재들을 2003년과 2004년에 발병 직전인 8월 12일부터 10일 간격으로 3회 경엽살포한 후 10일째에 발병과율을 조사하였다. 아인산염은 pH 5.9의 1,000 ppm 농도, 규산과 염화칼슘은 500배액, 전해산화수는 경우텍(주)의 모델 GRA-1200에서 생성된 pH 2.5, ORP 1,130 mV 용액을 사용하였다.

결과 및 고찰

재배 양식에 따른 병 발생 조사. 무화과 재배 포장은 51개 가운데 노지가 45개로 대부분을 차지하였고 비닐하우스(4개)와 비가림시설(2개) 순이었는데 노지포장에서는 이병과율이 33.3%였던 반면에 비가림시설은 7.5%, 비닐하우스 포장에서는 전혀 발병하지 않았다(Table 1). 병원균인 *P. palmivora*는 병 발생에 가장 중요한 요인이 기주 조직에 자유수분이 존재할 때 빠르게 유주자낭을 형성하여 많은 유주자를 퍼트릴 수 있는 능력인데(Taylor와 Adedoyin, 1981), 시설하우스에서는 기본적으로 강우를 완전히 피할 수 있기 때문에 병 발생의 기본 환경조건을 충족시키지 못하여 발생이 없었으나 비가림시설에서는 완전히 강우를 차단할 수 없기 때문에 일부 역병이 발생한 것으로 생각되었다.

Table 1. Effect of fig field style on occurrence of Phytophthora fruit rot of fruit

Field style	No. of investigated fields	Diseased fruits ^a (%)
Open field	45	33.3 a ^b
Vinyl house	4	0.0 b
Rain shading equipment	2	7.5 b

^aBased on field observation at the harvesting stage.

^bMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Effect of fig tree spacing on occurrence of Phytophthora fruit rot of fig

Tree spacing	No. of investigated fields	Diseased fruits ^a (%)
2 m×2 m	5	34.6 ab ^b
2 m×3 m	20	35.7 a
3 m×4 m	3	27.0 b

^aBased on field observation at the harvesting stage.

^bMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

재식거리에 따른 역병 발생은 2 m×2 m에서 34.6%, 2 m×3 m에서 35.7%의 과일에서 발병한 반면 3 m×4 m에서는 27%의 발병과율을 보여 재식간격이 넓어질수록 병 발생이 줄어드는 경향을 보였는데(Table 2), 역병 발생이 재식거리 등의 재배법과 밀접한 관계가 있다는 보고(Erwin과 Ribeiro, 1996)와 일치하였다. 따라서 역병을 예방하기 위해서는 재식간격을 넓게 하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

피복재 종류에 따른 발병 억제 효과. 피복재 종류별로 무화과 포장에서 역병 발생정도를 조사한 결과 2003년에 무피복은 48.0%의 이병과율을 보인 반면에 흑색폴리에틸렌필름은 26.2%, 흑색부직포는 12.0%, 보릿짚은 3.8%의 발병과율을 보여 보릿짚 피복 시 가장 높은 발병 억제효과를 나타냈고 2002년에도 같은 경향을 보였다(Table 3). 피복재료에 따라서 빗방울에 의해 흙이 튀는 정도를 조사한 결과 무처리, 흑색폴리에틸렌필름, 흑색부직포, 보릿짚 순으로 그 정도가 심하게 나타나 보릿짚에서 가정 적게 흙이 튀는 것을 알 수 있었다(Fig. 2). *P. palmivora*는 유주자낭의 탈립성이 높아 강우에 의해 흙이 튀면서 쉽게 전파되는데(Taylor와 Adedoyin, 1981), 본 시험에서도 흙이 튀는 정도가 적을수록 병 발생이 적음을 확인할 수 있었다. 실제 농가 포장에서는 흑색부직포나 폴리에틸렌필름의 경우에는 바람에 고정시키기 위해서 흙으로 일부분을 덮어놓는 경우가 있는데 이것이 전염원의 역할을 할 수 있기 때문에 고정핀 등을 이용하여 빗방울에 의해 흙에 의한 병원균의 전파를 억제하는 것이 이 병의 방제에 가장 효과적일 것으로 생각되었다.

농가 조사한 결과를 보면 보릿짚을 사용한 과원은 없었고 일부 호밀짚으로 피복한 경우가 있었는데 8월 말 이후에 역병 발생이 심하였다(자료 미 제시), 이것은 호밀의 경우 4월에 예취하여 피복하기 때문에 실제 병 발생이 많은 8월에는 대부분 부식되어 흙이 튀는 것을 방지하지 못한 것으로 판단하여 본 실험에서는 보릿짚을 이

Table 3. Effects of soil mulching materials on occurrence of Phytophthora fruit rot of fruit

Treatment	Diseased fruits (%)			
	2002		2003	
	19 Aug.	30 Aug.	12 Aug.	3 Sep.
Dark polyethylene film	6.9 b ^a	11.2 b	11.2 b	26.2 b
Dark paper film	2.5 c	4.8 c	6.8 c	12.0 c
Straw of barley ^a	0.0 d	1.8 d	2.1 d	3.8 d
No mulching	30.2 a	42.1 a	22.5 a	48.0 a

^aMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

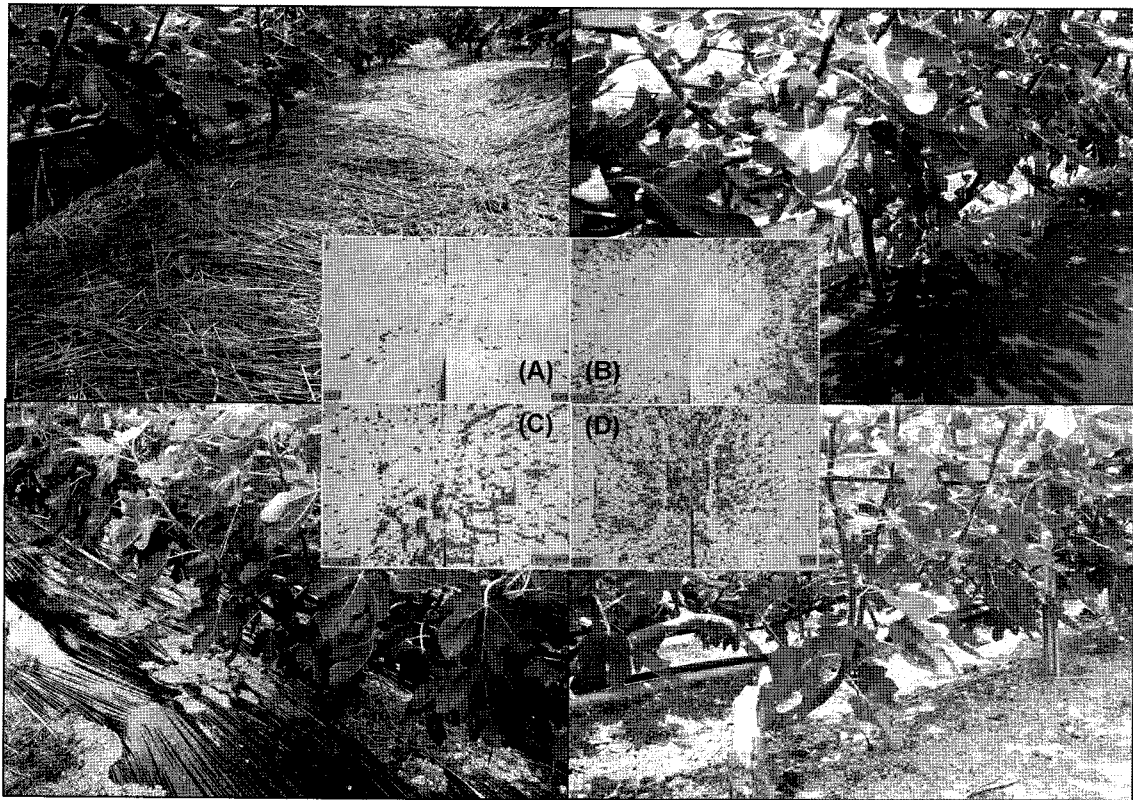


Fig. 2. Releasing effect of soil splashing (inner pictures) by the mulching materials: barley straw (A), dark paper film (B), dark polyethylene film (C), and no mulching (D).

용하였는데 보릿짚은 6월에 예취를 하기 때문에 8월까지 거의 정상적인 상태를 유지할 수 있었고 이로 인해 높은 발병억제효과를 보였던 것으로 생각되었다. 따라서 일반적으로 남부지방에서는 보리수확 후에 보릿짚을 소각시키는 경우가 많은데 이 실험에서와 같이 무화과나 역병이 발생하는 사과, 배 등에 피복재로 이용하면 역병예방에 도움이 될 것으로 생각되었다.

아인산염 등 항균성 소재의 역병 방제 효과. 역병 발병 직전부터 아인산염을 10일 간격으로 분무 처리할 경

우 2003년과 2004년에 각각 3.0%와 2.0%의 발병과율을 보인 반면 무처리에는 45.9%와 30.3%를 나타내 90% 이상의 방제효과를 보였다(Table 4). 하지만 전해산화수, 규산, 염화칼슘의 경우에는 무처리에 비해서 통계적으로 유의성이 있게 적게 발생하였지만 방제효과가 낮아 무화과 역병 방제제로는 적합하지 않다는 결론을 내렸다. 아인산염은 다른 역병에 대해서 친환경방제제로 널리 사용되고 있고 무화과에 대해서 어떤 약해 증상도 보이지 않았기 때문에(Smillie 등, 1989) 보릿짚을 이용하여 전염원을 차단하고 아인산염을 이용하여 추가적인 방제를 실시한다면 무화과에서 무농약 재배를 실현할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 4. Effects of potassium phosphate, electrolyzed oxidizing water, silicic acid, and calcium chloride on *Phytophthora* fruit rot of fig

Treatment ^a	Diseased fruit (%) in the years of	
	2004	2003
Potassium phosphonate	2.0 c ^b	3.0 d
Electrolyzed oxidizing water	17.2 b	31.0 b
Silicic acid	20.7 ab	25.4 c
Calcium chloride	24.7 ab	33.1 b
No treatment	30.3 a	45.9 a

^aSpraying at Aug 12, Aug 22, and Sep 3.

^bMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

요 약

무화과 역병의 친환경적 방제를 위해서 2002년에 우리나라 남부지방의 51개의 무화과 과원에서 과원의 재배 양식에 따라 무화과 역병 발생정도를 조사하고, 토양피복재 종류에 따른 역병발병 경감 효과와 아인산염의 방제효과를 구명하였다. 노지 포장에서는 이병과율이 33.3%인 반면 비가림 시설에서는 7.5%, 비닐하우스에서는 전혀 발

생하지 않았다. 재식거리 2 m×2 m, 2 m×3 m, 3 m×4 m 34.6%, 35.7%, 27%의 발병과율을 나타냈다. 피복재 종류별 병 발생억제 효과는 보릿짚에서 2002년과 2003년에 1.8%와 3.8%인 반면, 무처리에서 각각 42.1%와 48.0%의 발병과율을 보였다. 흑색부직포는 각각 4.8%와 12.0%로 흑색폴리에틸렌 필름의 11.2%와 26.2% 보다 적게 발병하였다. 1,000 ppm의 아인산염을 발병 초부터 10일 간격으로 3회 경엽살포할 경우 2003년과 2004년에 각각 3.0%와 2.0%의 발병과율을 보인 반면 무처리는 각각 45.9%와 39.3% 발병하였다.

참고문헌

- 최성호, 조의규, 조원대. 1984. 참깨 재배형에 따른 역병의 병학적 연구. 농사시험연구보고(토비) 26: 64-68.
- Dodan, D. S., Shyam, K. R. and Gupta, S. K. 1994. Integrated management of buckeye rot of tomato. *Plant Disease Research* 9: 141-144.
- El-Gholl, N. E. and Alfieri, S. A., Jr. 1984. Fruit rot of fig caused by *Phytophthora palmivora*. *Pro. Fla. State. Hortic. Soc.* 97: 327-328.
- Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press. St. Paul Minnesota. pp. 562.
- Hori, S. 1915. *Phytophthora ficis*. *J. Plant Prot.* 2: 930-932.
- Katsura, K. 1969. Two species of *Phytophthora* on fig. *Sci. Rep. Kyoto Prefect. Univ. Agric.* 22: 9-16.
- 김형만. 2001. 21C 한국에 편 창세기의 선물 무화과. 대한출판기획. pp. 298.
- 이영희, 조원대, 김완규, 진경식, 김충희, 이은종. 1991. 주요경제작물의 기주 미기록종 분류 동정. 농시논문집(작물보호편) 33: 15-19.
- Madden, L. V. and Ellis, M. A. 1990. Effect of ground cover on splash dispersal of *Phytophthora cactorum* from strawberry fruits. *J. Phytopathology* 129: 170-174.
- Merwin, I. A., Wilcox, W. F. and Stiles, W. C. 1992. Influence of orchard ground cover management on the development of *Phytophthora* crown and root rots of apple. *Plant Dis.* 76: 199-205.
- Puttoo, B. L. 1995. Collar rot of apple and its management. *International J. Tropical Plant Diseases* 13: 1-7.
- Ristaino, J. B., Parra, G. and Campbell, C. L. 1997. Suppression of *Phytophthora blight* in bell pepper by a no-till wheat cover crop. *Phytopathology* 87: 242-249.
- Sawada, K. 1919. Preliminary report on *Phytophthora* diseases of Cyperaceae. *Formosan Agric. Mag.* 146: 8-14.
- Smillie, R., Grant, B. R. and Guest, D. 1989. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathology* 79: 921-926.
- Taylor, B. and Adedoyin, S. F. 1981. A general view of ant biology in relation to cocoa. Chapter 9. Epidemiology of *Phytophthora* Pod Rot of Cocoa in Nigeria. P. H. Gregory and A. C. Maddison, eds. *Commonw. Mycol. Inst. Phytopathol. Pap.* 25: 132-144.