

## *Phytophthora nicotianae*와 *P. palmivora*에 의한 대추역병 발생

임양숙\* · 정기채 · 김승한 · 윤재탁  
경상북도농업기술원

### Occurrence of Jujube (*Zizyhus jujube*) Fruit Rot caused by *Phytophthora nicotianae* and *P. palmivora*

Yang Sook Lim\*, Ki Chae Jung, Seung Han Kim and Jae Tak Yoon

Kyong-Buk Agricultural Technology Administration, 189 Dongho Dong, Taegu 702-320, Korea  
(Received on April 25, 2001)

Two species of *Phytophthora* were isolated from infected fruits of jujube. Among 18 isolates collected, 6 were identified as *P. nicotianae* and 12 as *P. palmivora* on the basis of their mycological characteristics. The former produced no caducous, ovoid to spherical sporangia in contrast to caducous, ellipsoid, and broadly ovoid to spherical ones of the latter. These two species were shown to be heterothallic and markedly papilate, chlamydospores abundant, and A1 mating type. They showed strong pathogenicity to fruits of jujube and pear while no symptom was produced on apple fruit by artificial inoculation. This is the first report of jujube fruit rot caused by *P. nicotianae* and *P. palmivora* in Korea.

**Keywords :** Jujube(*Zizyhus jujube*), *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora palmivora*

대추는 전국적으로 많이 재배되고 있는 주요 과수로써 과실을 이용한 차, 음료, 약제 등의 수요 증가로 점차 재배면적이 늘어나고 있는 실정이다. 1997~1998년에 대구와 경산, 군위, 영천, 청도 등 경북일원의 대추 과원에서 과실이 역병에 의해 심하게 썩는 증상이 발견되었다. 현재 대추에는 *P. citricola*에 의한 역병의 발생이 보고되어 있다(Jee *et al.*, 1998). 증상은 이병과실이 갈색 혹은 선홍색으로 썩고 심하면 미이리가 되는데 과경 및 가지도 겹겹이 마르고 조기낙과 되기도 한다. 이 논문은 대추의 과실 이병조각으로부터 병원균을 분리하여 균학적 특성조사와 병원성검정에 대한 결과를 보고하는 것이다.

### 병원균 분리

1997~1998년 대구와 경북일원의 대추가 재배되는 과원에서 이병과실을 채취하였다. 채집한 이병과를 흐르는 물에 깨끗하게 씻은 후 신선한 내부 이병조직을 떼어 corn meal agar(CMA ; Difco, 17 g/l)와 water agar 위에 올려놓

았다. 2일간 25°C에서 배양한 후 활력있게 성장하는 균총 가장자리의 균사선단을 절취하여 다시 potato dextrose agar(PDA ; Difco, 39 g/l)로 옮겨 배양하여 관찰 조사한 결과 2종의 *Phytophthora*속 균이 분리되었다. 총 18개의 분리된 역병균 중 *P. nicotianae*으로 추정되는 6개와, *P. palmivora*로 추정되는 12개로 분류하여 병원균 동정에 사용하였다.

### 병원균 동정

유주자낭 형성 및 특성을 조사하기 위해, 모든 균주를 10% V8 주스 배지에서 25°C, 12시간 조명으로 5일간 배양하였다. 5일간 배양한 균총의 선단부를 직경 7 mm의 cork borer로 떼어내어 일회용 페트리 접시에 올려 놓은 후 각각의 agar disks 위에 약 0.5 ml의 살균수를 떨어뜨린 다음 25°C, 연속조명의 조건에서 24~48시간 동안 유주자낭을 형성시켰다. 경산에서 분리된 균주는 10% V8 juice agar와 물속에서 다량의 유주자낭이 형성되었으며 유주자낭병으로부터 쉽게 이탈되지 않는 특성을 가졌고 구형 혹은 난형의 유주자낭과 다량의 후막포자를 형성하였다. 크기는 40.0-112.8×37.4-94.3(평균 63.6×47.8) μm 범위였고 L/B 비율은 1.3정도였다. 영천에서 분리된 균주

\*Corresponding author  
Phone)+82-53-320-0234, Fax)+82-53-321-7730  
E-mail)lysook99@naver.com

**Table 1.** Characteristics of asexual and sexual reproduction structure of *Phytophthora* spp. isolated from fruit rot of jujube

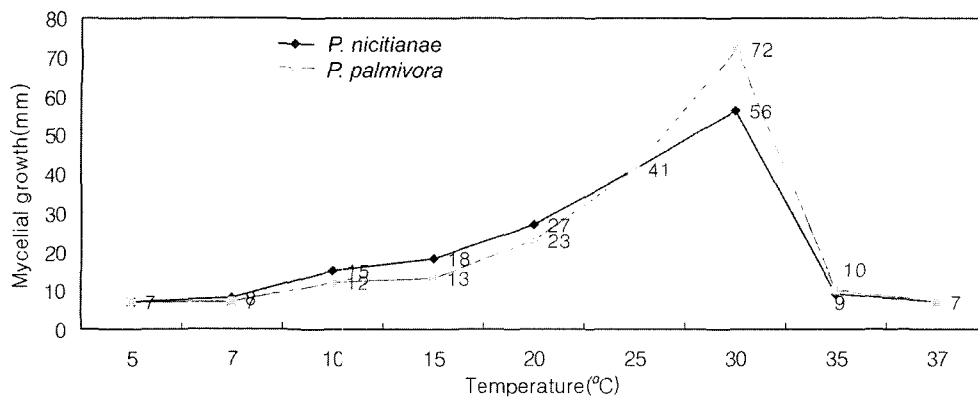
Characteristics	Mycological characteristics of	
	Kyongsan isolate	Youngcheon isolate
Sporangium	Produced on agar in water, papillate, noncaducous, ovoid and spherical, 40.0~112.8(63.6)×37.4~94.3(47.8) μm, L/B ratio 1.3	Produced on agar in water, papillate, caducous, ovoid and spherical, short pedicels, 30.0~95.0(55.3)×22.5~47.5 (33.6) μm, L/B ratio 1.6
Sporangiophore	Irregularly branched	Simple sympodium
Sexuality	Heterothallic	Heterothallic
Oogonium	Spherical, smooth, 41.0~51.3(45.9)×30.1~57.4(50.0) μm	Spherical, smooth, 23.3~42.5(30.5)×30~45(36.1) μm
Oospore	Aplerotic, 32.8~45.1(37.9)×34.9~53.3(40.6) μm	Aplerotic or plerotic, 20.0~40.0(31.0)×20.0~40.0(32.1) μm
Antheridium	Amphygynous, unicellular, spherical, 20.5~28.9(22.4)×10.3~26.7(19.0) μm	Amphygynous, unicellular, spherical, 50~15.0 (10.4)×10.0~20.0(14.4) μm
Chlamydospore	Abundant spherical, 54.3 μm	Spherical, abundant, 20.0~55.0 (33.8) μm

도 경산균주와 같이 다량의 유주자낭을 형성하였다(Table 1). 장타원형이거나 난형 혹은 구형으로 유두돌기가 뚜렷하였으며 유주자낭벽으로부터 쉽게 떨어지고 난포자의 형성이 많았다(Fig. 2).

Heterothallic 균의 유성생식기관을 형성시키기 위해, 고추에서 분리된 mating types A1, A2 균주를 사용하였으며 본 균은 경북대학교 원예학과로부터 분양받았다. 5 일 동안 배양된 대추 역병균 균주와 7일간 배양된 고추 역병균 A1, A2 균주의 균총 선단을 cork borer(Ø7 mm)로 절취하였다. 대추 역병균 agar disks와 고추 역병균 A1, A2를 10% V8 쥬스 베지 위에 옮겨 대추배양 하였다. 20°C, 2주 동안 암배양하여 난포자를 형성시켰다. 형성된 유주자와 난포자의 균학적 특성을 조사하였으며 조사방법은 직접 혹은 유리슬라이드로 옮긴 후 광학현미경(200 or 400×)을 사용하여 micrometer로 측정하였다. 경산균주는 유성생식형이 자웅이주로 모두 A1형으로 조

사되었으며 난포자는 비충만형으로 평균 크기 37.9×40.6 μm이고 장정기는 측착이고 구형이었다(Table 1). PDA에서 균사생장을 조사한 결과 균사생장 최적온도는 25~30°C였으며 5°C 이하와 37°C 이상에서는 전혀 자라지 못하였고 7°C와 35°C에서 약간의 균사생장이 있었다(Fig. 1). 영천균주도 유성생식형이 자웅이주로 모두 A1형으로 조사되었고 난포자는 충만형, 비충만형 모두 가지고 있으며 크기는 31.0×32.1 μm였는데 장정기는 측착으로 구형이었다(Table 1). 균사생장 최적온도는 25~30°C였고 7°C이하와 37°C이상에서는 전혀 자라지 못하였다(Fig. 1).

이러한 분리된 두 균의 특성으로 경산균주는 Erwin & Riberiro(1996)과 지 등(1997a)이 보고한 *P. nicotianae*와 거의 일치하며 영천균주는 지 등(1997b)과 홍 등(1998)이 보고한 *P. palmivora*와 거의 일치하여 대추에 발생하는 역병균을 *P. nicotianae*와 *P. palmivora*로 동정하였다.

**Fig. 1.** Effect of temperature on mycelial growth of *Phytophthora* spp. isolated from jujube (7 days after inoculation on PDA).

**병원성 검정**

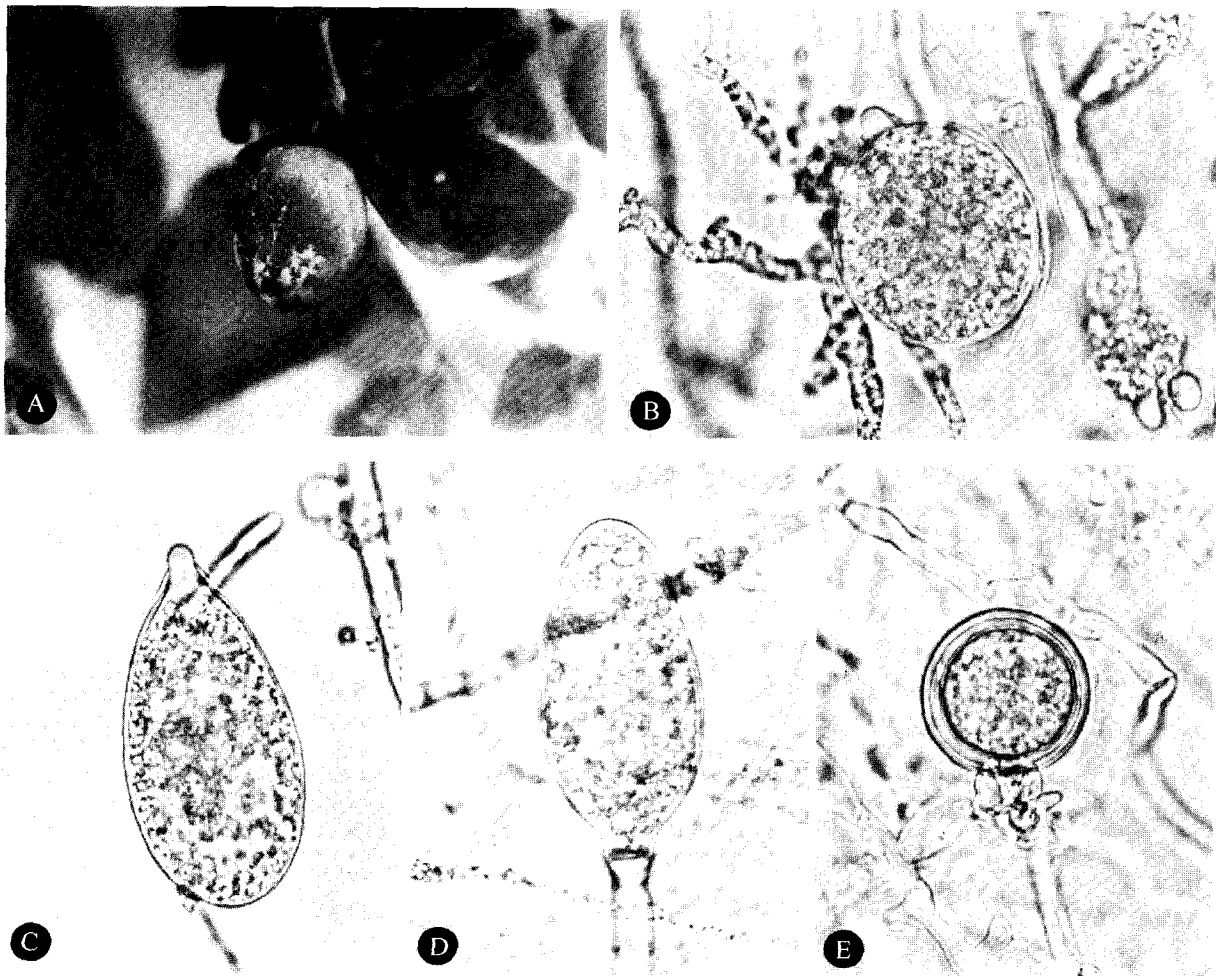
10% V8 주스 배지에서 5일간 배양된 균총의 선단을 1 cm<sup>2</sup> 크기로 절단하여 살균된 펄트리디쉬에 옮긴 후 약 20 ml의 살균수에 담구어 배양하였다. 25°C, 연속조명의 배양기에서 24~48시간 배양하여 유주자낭을 형성시켰으며 유주자낭에서 유주자를 유출시키기 위해 1~2시간 4°C 냉장고에서 냉장처리 하였다. 병원성 검정을 위해 유주자 현탁액을 대추 무등 등 7종, 사과 후지, 배 신고에 대해 무상처 분무접종 하였다. 접종농도는 5×10<sup>4</sup>/ml였다. 병원성은 과실, 잎과 줄기에 형성된 이병정도로 조사하였다. 두 균 모두 대추와 배에는 병원성을 나타내었으나 사과에는 병원성을 보이지 않았으며 두 균 중에 강한 병원성을 보인 것은 *P. nicotianae*였다(Table 2). 대추 품종별 병원성 정도를 조사한 결과 *P. nicotianae*는 경산, 봉

화, 금성, CC에서 강한 병원성을 나타내었으며 *P. palmivora*는 모든 품종에서 매우 강한 병원성을 나타내었고 과실, 잎, 가지 모든 부위에 강한 병원성을 보였다(Table 3). 대추에 역병이 발생된다는 보고(한국식물병리학회, 1997)는 있었지만 정확한 종이 동정되지는 않았었다. 지등(1998)의 보고에 의해 최초로 *P. citricola*가 동정된바

**Table 2.** Pathogenicity of jujube isolates of *Phytophthora* to fruits of jujube, apple and pear

Tested plant	Cultivar	<i>P. nicotianae</i>	<i>P. palmivora</i>	Control
Jujube	Mudeung	+++ <sup>a</sup>	+++	-
Apple	Fuji	-	-	-
Pear	Niitake	+++	+	-

<sup>a</sup> - : not pathogenic, + : weak, ++ : moderate and +++ : severe, respectively.



**Fig. 2.** Symptoms on fruit of jujube caused by *Phytophthora* spp. (A), Sporangia of *P. nicotianae* (B), Sporangia (C-D) and Oogonium with amphigynous antheridium and oospore (E) of *P. palmivora*.

**Table 3.** Pathogenicity of jujube isolates of *Phytophthora* to jujube cultivars by spray inoculation with zoospores suspension

Cultivars	Inoculated isolates					
	<i>P. nicotianae</i>			<i>P. palmivora</i>		
	Fruit rot	Leaf spot	Shoot blight	Fruit rot	Leaf spot	Shoo: blight
Mudeung	++ <sup>a</sup>	++	+	+++	+++	+++
Kyongsan	+++	+++	+++	+++	+++	--
Bonghwa	+++	+++	++	++	+++	--
Wolchul	+++	++	+	+++	+++	++
Keumsung	+++	+++	++	+++	+++	++
CC	+++	+++	+++	+++	+++	+++

<sup>a</sup>Severity of the diseases ; -, no symptom, +: weak, ++: moderate, +++: severe.

있으나 그 외에는 없었다. 대추에서 분리된 *P. nicotianae*는 가장 광범위한 기주 범위를 가지고 있는 균으로 과수(지 등, 1997a), 채소(송 등, 1998), 화훼(지 등, 1998b) 등 많은 작물에 피해를 주고 있다. *P. palmivora*는 열대 지방에서 가장 중요한 역병균 중의 하나로 알려져 있고 국내에서는 무화과 역병균으로 이 균종이 최초로 보고 되었으며(Nakata & Takimoto, 1928), 최근에는 지 등(1997b)에 의한 관상수인 아래카야지역병, 홍 등(1988)에 의한 심비디움역병이 보고된 바 있다. 이상의 결과로 대추 과실에 발생하는 역병균으로 *P. nicotianae*와 *P. palmivora* 2종을 보고하는 바이다.

## 요 약

'97~'98년에 경북지역의 대구와 경산, 군위, 영천, 청도 등 대추과원에서 과실에 역병이 발생되었다. 병징은 과실이 적갈색의 반점이 생기며 심하면 미이러가 되고, 말라서 조기낙과되며 엽병과 신초에도 마름증상을 나타내기도 했다. 이병과에서 2종의 역병균이 검출되었는데 총 18개 역병균중 6균주는 *P. nicotianae*로 동정되었고, 나머지 12균주는 *P. palmivora*로 동정되었다. *P. nicotianae*는 유두돌기가 뚜렷하고 비탈락성인 구형 혹은 난형의 유주자낭과 다량의 후막포자를 형성하였으며 유성생식형은 자웅이주로 A1 mating type이 조사되었다. *P. palmivora*는 유주자낭이 유두돌기가 뚜렷하고 탈락성이며 장타원형 혹은 난형, 구형 등이었고, 다량의 후막포자를 형성하였으며 유성생식형은 자웅이주로 A1 mating type이 조사되었다. 2종의 역병균 모두 대추와 배에 강한 병원성을 나타

내었으나 사과에는 병원성이 없었다. *P. nicotianae*와 *P. palmivora*에 의한 대추 역병은 국내에서 최초로 보고되는 것이다.

## 참고문헌

- Erwin, D. D. and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- 홍순영, 지형진, 현승원. 1998. 제주도에서 처음으로 발생한 *Phytophthora palmivora*에 의한 심비디움 역병. 한식병지 14(6): 725-728.
- Jee, H. J., Cho, W. D., Kim, K. S. and Kim, Y. S. 1997a. Occurrence of Yuzu(*Citrus junos*) Gummosis caused by *Phytophthora nicotianae*. *Korean J. Plant Pathol.*, 13(6): 442-445.
- Jee, H. J., Kim, W. G. and Cho, W. D. 1997b. First report of *Phytophthora palmivora* isolated from Areca plum and soil in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 13(6): 438-441.
- 지형진, 김완규, 김재영, 임성언. 1998a. *Phytophthora nicotianae*에 의한 국내 미기록 화훼류 역병. 한식병지 14(5): 452-457.
- Jee, H. J., Lim, Y. S., Jung, K. C. and Cho, W. D. 1998b. *Phytophthora citricola*, a causal agent of jujube (*Zizyphus jujube*) fruit rot. *Korean J. Plant Pathol.* 14(5): 402-407.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 3판.
- Nakata, K. and Takimoto, K. 1928. *List of Crop Diseases in Chosen(Korea)*. Chosen Govern. Gen. Agri. Exp. Station 15:3(in Japanese).
- 송주희, 노성환, 박현철, 문병주. 1998. 딸기 역병균 *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*의 균학적 특성 및 딸기 품종간 저항성. 한식병지 14(6): 646-650.