

## Rhizopus stolonifer에 의한 감귤 무름병

권진혁\* · 박창석<sup>1</sup>

경상남도농업기술원, <sup>1</sup>경상대학교 농과대학

### Rhizopus Soft Rot on Citrus Fruit Caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea

Jin-Hyeuk Kwon\* and Chang-Seuk Park<sup>1</sup>

Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea

<sup>1</sup>College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received March 19, 2002)

**ABSTRACT:** A fruits soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* found on citrus fruit in Jinju City Agricultural Products Wholesale Market. The disease infection usually started from wounding. At first, the lesions started water soaked and rapidly softened and diseased lesion gradually expanded to other fruits in the same container. The mycelia grew vigorously on the surface of fruits and formed sporangia, sporangiophores and stolons. Sporangio-phores were 900-4300  $\mu\text{m}$  in size. Sporangia were globose or subglobose and 98 $\times$ 346  $\mu\text{m}$  in size. The color of sporangia was white at first and then turned black with many spores. Columella were globose or ellipsoid and 60-216 $\times$ 72-143  $\mu\text{m}$  in size. Sporangiospores were globose or ellipsoid, brownish-black streaked and 8-18.3  $\mu\text{m}$  in diameter. Zygosporangia were globose, black and 98-176  $\mu\text{m}$  in size. The optimum temperature for mycelial growth of the fungus on PDA was 25°C. The causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer*. This is the first report of rhizopus soft rot on citrus fruit caused by *R. stolonifer* in Korea.

**KEYWORDS:** Citrus fruit, Rhizopus soft rot, *Rhizopus stolonifer*

2002년 1월 진주시 농산물 도매시장에 판매중인 감귤에서 급속히 부패하면서 물리지는 증상이 발생하였다. 이러한 과일의 병반으로부터 병원균을 분리하여 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과, 감귤 무름병을 일으키는 *Rhizopus stolonifer*로 동정되었다.

세계적으로 감귤에 발생하는 병해는 100여 종류가 보고되어 있으며 이중 20-30여 종류의 병원균이 저장병해에 관여하고 있으나(北島博, 1966; Farr *et al.*, 1989), 우리나라에서는 18종류의 병이 기록되어 있으며 저장병해에 관여하는 균은 녹색곰팡이병(*Penicillium digitatum*), 푸른곰팡이병(*Penicillium italicum*), 검은썩음병(*Alternaria citri*), 검은부늬병(*Phyllosticta citricarpa*), 검은점부늬병(*Diaporthe citri*), 탄저병(*Colletotrichum gloeosporioides*) 등 6종을 보고하였지만(홍 등, 1991), 감귤 무름병을 일으키는 *Rhizopus stolonifer*에 관해 아직 보고된 바 없다(한국 식물병리학회, 1998).

따라서 감귤의 저장중에 발생하는 *R. stolonifer*의 병원균을 분리, 배양 및 동정, 병징과 균학적 특징 및 병원성 검정한 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 병원균 분리

병징이 뚜렷하고 포자낭포자가 많이 형성된 과일을 채집하여 핀셋으로 포자낭을 한 개씩 떼어서 물한천배지(WA) 위에 50개를 옮긴 다음 20°C 항온기에서 4일간 배양하였다. 배양한 균사 끝부분을 3 $\times$ 3 mm 크기로 잘라내어 감자한천배지(PDA) 위에 다시 이식하여 20°C 항온기에서 3일간 배양한 다음 실험균주로 사용하였다.

### 병원균 특성

병원균을 동정하기 위해 PDA를 이용하여 20°C 항온기에서 3일간 배양 후 형성된 균총을 가지고 광학현미경(Axioplane, Zeiss) 하에서 병원균의 형태적 특징을 관찰하였다. 또한 균사생육 온도범위를 조사하기 위하여 5°C에서 35°C까지 5°C 간격으로 조절한 다음 암조건에서 배양하여 균사를 생육을 조사하였다.

### 병원성

병원성을 확인하기 위하여 건전한 과일에 상처를 낸 것과 안낸 것으로 구별하여 사각 플라스틱(29 $\times$ 22 $\times$ 15 cm)

\*Corresponding author <E-mail: Kwon825@mail.knrda.go.kr>

용기 안에 감귤을 넣고 병원균을 접종하였다. 순수 분리한 병원균에서 형성된 포자낭포자를  $4 \times 10^4$  conidia/ml 농도로 현탁액을 만들어 처리당 20개 과일에 10 ml씩 분무접종을 하였다. 20°C 접종상에서 접종 24시간 후 꺼내어 실온에서 발병유무를 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**병징**

발병은 처음 과일껍질 부분이 수침상으로 물러지면서 갈색으로 부패하여 썩으면서 점차 병징이 진전되어 병반 부위에는 백색의 균사가 자라며 균사 끝부분에 작은 검은색의 포자낭병이 아주 많이 형성되었다(Fig. 1A). 과일 내부도 연화 되었다(Fig. 1B). 병 발생은 수확기에 과피에

상치난 과실 및 저장, 수송중 껍질이 손상될 때 2차적으로 발생이 많으며 상자내에서 발생될 경우 건전과일에 쉽게 감염되어 상품성을 저하시킨다.

**병원균 특성**

PDA 상에서 균사는 생육이 빠르고 무격균사로서 긴 포자낭병을 공기중으로 형성하고 포자낭병의 끝에 검고 둥근 포자낭을 아주 많이 형성한다. 균총은 초기에 흰색에서 시간이 지날수록 점차 연한 회색을 띠었다. 균사가 표면에 자라면서 포복균사를 형성하고 접촉부위에 뿌리모양의 가근(rhizoid)을 형성하였다(Fig. 2E). 포자낭병은 처음 부속에서 회색을 나타내며 가근을 형성하는 곳에서 2~5개씩 직립하여 포자낭을 끝에 만들고 길이는 900~4300 μm였다. 포자낭은 포자낭병의 끝부분에 형성되고 처음

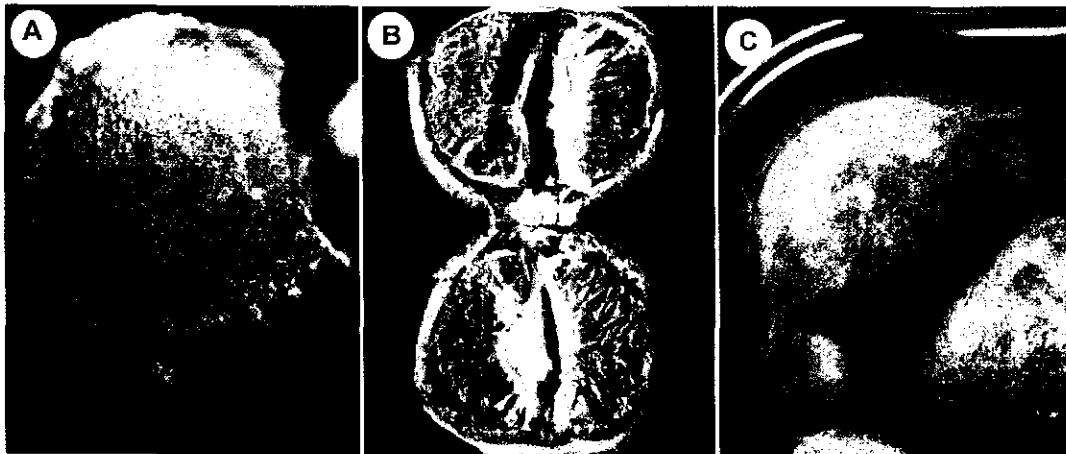


Fig. 1. Symptoms of rhizopus soft rot on citrus fruits. A : Symptom showing water-soaked lesion and typical symptom with mycelia, sporangia and sporangiospores. B : Longitudinal section of infected fruits, the fruit tissues near to peel are collapsed C : Artificially inoculated fruits.

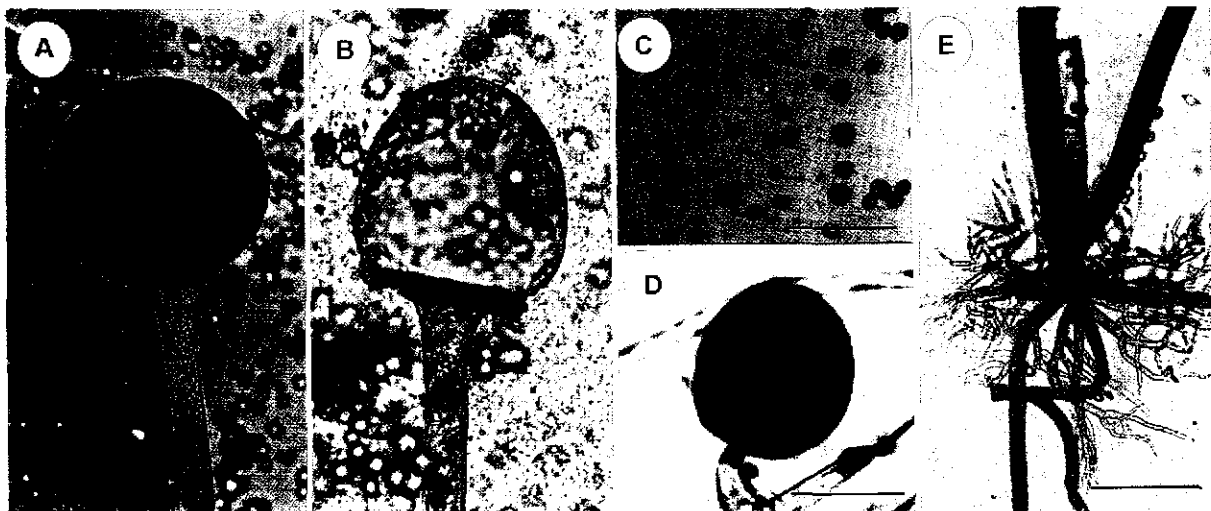


Fig. 2. Morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from rhizopus soft rot of citrus fruit caused by *Rhizopus stolonifer*. A : Sporangium and sporangiophore. B : Columella, C : Sporangiospores, D : Zygospore, E: Rhizoids and stolons. Scale bar : 20 μm.

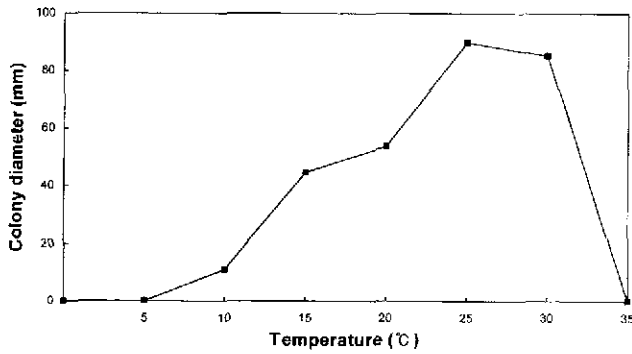


Fig. 3. Effect of temperature on the mycelial growth of *Rhizopus stolonifer* causing rhizopus soft rot of citrus fruit. Linear mycelial growth was measured 28 hours after incubation on PDA. Data are the means of three replications (■—■).

무색에서 성숙하면 검은색으로 되며 아구형이고 직경은  $98 \times 346 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 2A). 주축은 아구형 또는 타원형으로 크기는  $60 \sim 216 \times 72 \sim 143 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 2B). 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 표면에는 세로로 길게 연한 줄이 그어져 있고 포자낭병에서 아주 쉽게 잘 떨어진다. 직경은  $8 \sim 18.3 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 2C). 접합포자는 구형의 검은색이고 직경은  $98 \sim 176 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 2D). 균사생육 온도는 PDA 배지 상에서  $10^\circ\text{C}$ 에서  $30^\circ\text{C}$ 까지이며, 생육적온은  $25^\circ\text{C}$ 였다(Fig. 3).

#### 병원성

인공접종한 감귤 껍질부분이 수침상으로 불려지면서 이 병부는 빠르게 부패하기 시작하였다. 접종 2일 후 상처 부위에서 부패되기 시작하면서 병반부위에 백색의 균사와 포자낭이 많이 형성되고 자연발생한 병징과 똑같은 병징이 나타났다(Fig. 1C). 상처없는 과일에서는 초기에 병징이 나타나지 않았지만 상자안에서 시간이 경과됨에 따라 병 발생을 하였다. 인공접종하여 발병된 병반부에서 다시 병원균을 재분리하여 동정한 결과 *R. stolonifer*에 의한 감귤 무름병과 동일한 균이었다.

이상과 같이 이 병원균의 형태적 특징은 Ellis and Waller (1977), 小林 등(1992), 宇田 등(1980)이 보고한 *R. stol-*

*onifer*와 일치하였다(Table 1).

*R. stolonifer*는 수확후 채소, 과일, 화훼류의 다육질 식물에 발병하여 저장, 운반, 판매중에 무름병을 일으킨다고 보고하였다(Agrios, 1997). 小林 등(1992)은 부생적 성질이 강하고 가끔 식물을 침입하여 병을 일으키며 주로 수확 과실류의 부패나 어린 식물의 모잘록병을 일으킨다고 보고하였다. *R. stolonifer*는 전 세계적으로 분포하며 사과, 야자, 딸기, 감자, 목화, 땅콩 등 여러 식물에 무름병을 일으킨다고 보고하였다(Ellis and Waller, 1977). 홍 등(1991)은 저장중 감귤에서 *Rhizopus* sp.에 의해 병을 일으킨다고 보고하였으나 생리·생태 및 종명 동정은 되어있지 않다.

#### 적 요

2002년 진주시 농산물 도매시장에서 *Rhizopus stolonifer*에 의한 감귤 무름병이 발생하였다. 병징은 처음 과일 껍질 부분이 수침상으로 불려지면서 급속히 진전되어 썩었다. 균사는 처음 흰색에서 연한 갈색으로 되며 검은색의 포자낭을 형성한다. 포자낭병은 처음 무색에서 회색을 나타내며 포자낭을 끝에 만들고 길이는  $900 \sim 4300 \mu\text{m}$ 였다. 포자낭은 처음에 무색에서 나중에 검은색이고 아구형으로 크기는  $98 \sim 346 \mu\text{m}$ 이다. 주축은 아구형 또는 타원형으로 직경은  $60 \sim 216 \times 72 \sim 143 \mu\text{m}$ 이다. 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 크기는  $8 \sim 18.3 \mu\text{m}$ 였다. 접합포자는 구형의 검은색으로 크기는  $98 \sim 176 \mu\text{m}$ 였다. 균사생육 적온은  $25^\circ\text{C}$ 였다. 이상과 같이 병원균의 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과 이 병을 *R. stolonifer*에 의한 감귤 무름병으로 명명할 것을 제안하고자 한다.

#### 참고문헌

- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 3판. 436 p.  
 홍순영, 김완규, 조원대, 이영희. 1991. 감귤저장병해에 관여하는 진균. 농사시험연구논문집(작물보호편). 33(2): 12-17.  
 北島博. 1966. 貯藏病害. 柑橘の病蟲害生態と防除. 誠文堂新光社. 205 p.

Table 1. Morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from soft rot of citrus fruit compared with by *Rhizopus stolonifer*

Characteristics		Present isolate	<i>R. stolonifer</i> <sup>a</sup>
Colony	color	white cotton to brownish	white cotton to brownish
Sporangiospores	diameter	$8 \sim 18.3 \mu\text{m}$	$8 \sim 20 \mu\text{m}$
Sporangiophores	length	$900 \sim 4300 \mu\text{m}$	$1000 \sim 3500 \mu\text{m}$
Sporangia	shape	globose, subglobose	globose, subglobose
	diameter	$98 \sim 346 \mu\text{m}$	$100 \sim 350 \mu\text{m}$
Columella	size	$60 \sim 216 \times 72 \sim 143 \mu\text{m}$	$63 \sim 224 \times 70 \sim 140 \mu\text{m}$
Zygosporangia	diameter	$98 \sim 176 \mu\text{m}$	$103 \sim 180 \mu\text{m}$

<sup>a</sup>Ellis, M. B. and Waller, J. M. 1977. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 524.

- 小林亨夫, 勝本謙, 我孫子和雄, 阿部恭久, 植島眞, 1992. 植物病原菌類圖說. 全國農村教育協會. 534 p.
- 宇田川俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山龍夫, 渡辺昌平. 1980. 菌類圖鑑(上). 講談社. pp 300-301.
- Agrio, G. N. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. pp 283-286.
- Ellis, M. B. and Waller, J. M. 1977. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 524.
- Farr, D. E., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1995. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. 1252 p.