

수입 오렌지로부터 갈색썩음병균(*Phytophthora citrophthora*)의 분리 및 동정

송장훈 · 권혁모 · 문덕영 · 강혜경 · 고영진^{1*}
농촌진흥청 제주감귤연구소, ¹순천대학교 응용생물원에학부

Isolation and Identification of *Phytophthora citrophthora* from Imported Orange Fruits

Jang Hoon Song, Hyeog Mo Kwon, Duck Young Moon,
Hye Kyong Kang and Young Jin Koh*

Cheju Citrus Research Institute, RDA, Cheju 699-807, Korea

¹Faculty of Applied Biology and Horticulture, Suncheon National University,
Suncheon 540-742, Korea

ABSTRACT: Occurrence of brown rot was observed on imported orange fruits, and irregular brown spots were appeared as an initial symptom. White colored mycelia were developed rapidly on the surface of the fruits under the humid condition and resulted in rotting of the fruits. The causal organism of brown rot of orange was identified as *Phytophthora citrophthora*. Most sporangia were nondeciduous, papillate, ovoid, and measured $25.5\sim 51.5 \times 17.9\sim 34.7 \mu\text{m}$ in size. *P. citrophthora* was pathogenic on Satsuma mandarin as well as orange. Symptoms were produced 3~7 days after artificial inoculation of sporangia and mycelia mixture on the fruits of orange and Satsuma mandarin, which were similar to those on the naturally infected fruits.

Key words: *Phytophthora citrophthora*, orange, Satsuma mandarin, brown rot, identification

감귤류에는 재배 중인 포장에서 뿐만 아니라 저장 중에도 여러 가지 병해가 발생하는 것으로 보고되었는데(8, 10, 11). 우리 나라에서도 저장 중인 온주밀감에서 *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Alternaria citri*, *Phyllosticta citricarpa* 등에 의한 부패과가 많이 발생하는 것으로 보고되었다(7). 주요 저장병해의 하나인 *Phytophthora citrophthora*에 의한 갈색썩음병은 오렌지 주생산국인 브라질, 미국뿐만 아니라 지중해 연안, 일본, 대만 등지에서도 생육기와 수확 후 저장에 이르기까지 큰 피해를 주고 있으며(3, 13), 세균을 썩게 하고 주간부위에 수지를 야기시키는 병으로 알려져 있다(2). 우리 나라에서도 갈색썩음병이 온주밀감에서 발생하는 것으로 농촌진흥청에서 발간한 과수병해원색도감(10)에는 수록되어 있으나 갈색썩음병의 발생 생태, 기주범위 등에 관한 상세한 연구는 이루어지지 않았으며, 또한 국내에서 대량으로 유통되고 있는 수입 오렌지 과실에서 갈색썩음병의 발

생이 보고된 바는 없다. 그러나 최근에 수입 오렌지에서 갈색썩음병의 발생이 관찰되어 그 병원균의 분리 및 동정 결과를 보고하는 바이다.

수입 오렌지에서 관찰되는 갈색썩음병의 초기 병징은 불규칙한 갈색 점무늬를 보이며 빠르게 과실 전체에 확산되고 과피는 딱딱하게 굳어졌다. 습한 조건에서는 하얀 균사체가 발달하고 빠르게 병이 진전되면서 열매를 썩히는데 특이한 냄새를 발생시켰다(Fig. 1A).

갈색썩음병이 발생한 수입 오렌지 열매의 병환부를 절단하여 70% ethyl alcohol에 1분간 표면 살균한 후 Corn meal agar(bonomyl 25 mg, quintozone 30 mg, rifampicin 10 mg, ampicillin 180 mg, hymexazol 25 mg, rose bengal 30 mg, nystatin 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$)를 포함, 증류수 1 L)에 치상하여 병원균을 분리하였다.

분리된 균주들의 균총은 모두 감자한천배지에서는 촘촘히 자라 장미꽃 모양의 균사생장을 보였으나 V-8 배지에서는 성긴 형태의 균사생장을 보였다(Fig. 1C, D). 5°C 이하와 35°C 이상에서는 균사가 자라지 못하였는데 5°C 배양 균주를 24°C 조건에서 배양하였을

*Corresponding author.

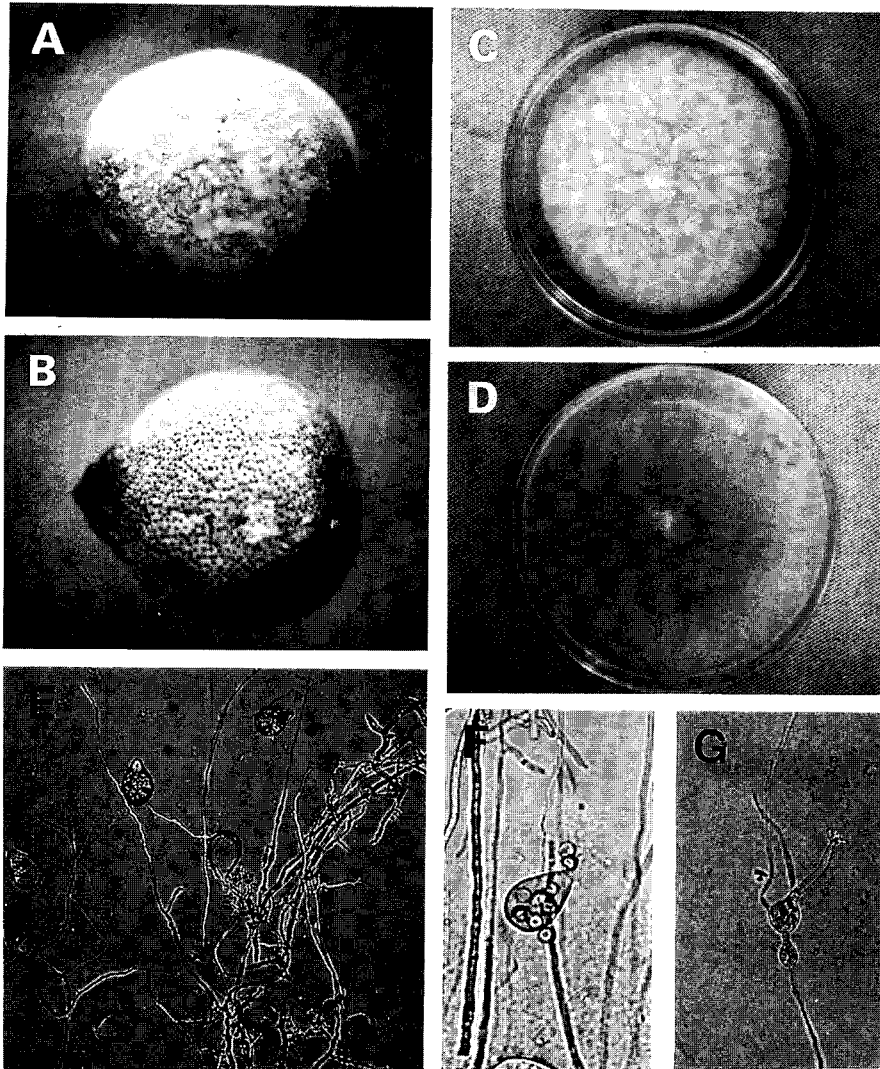


Fig. 1. Symptoms of brown rot of orange (A) and Satsuma mandarin (B) caused by *Phytophthora citrophthora*; colony of *P. citrophthora* on potato dextrose agar (C) and V-8 agar (D); nondeciduous sporangia on sporangiophores (E), sporangium with zoospores (F), and hyphal swellings of *P. citrophthora*.

때 다시 균사 성장을 하였지만, 35°C 조건에서는 병원균이 치사되었다. V-8 배지에서 균사 성장속도는 24±1°C 조건에서 6.0±3.5 mm/day였으며, 균사는 격막이 없고 직경은 3~6 µm 크기였다.

1% 토양추출액에 균총을 침지하였을 때 유주자낭이 잘 생성되었으나 물한천배지에서는 생성되지 않았다. 유주자낭은 유주자낭병에서 잘 떨어지지 않은 특성을 가지며, 대부분의 유주자낭은 난형으로 유두돌기가 한 개 있었으나, 두 개의 유두돌기가 생성되는 것도 있었다(Fig. 1E). 유주자낭의 장경:단경의 비율은 1.1~1.8 범위(평균 14.2)이고, 유주자낭의 크기는

25.5~51.5×17.9~34.7 µm(평균 40.1×27.3 µm)였으며, 유주자의 크기는 7.7~12.2 µm(평균 9.7 µm)였다(Fig. 1F). 1% 토양추출액에서 균사의 부풀음 현상(swelling)이 드물게 관찰되었으나(Fig. 1G). 후막포자와 난포자는 생성되지 않았다. 이러한 분리군의 특징은 Ho (5)와 Ho 등(6)의 분류 체계와 Mchau와 Coffey의 보고(9)와 일치하여 *Phytophthora citrophthiora*(R. E. Smith & E. H. Smith) Leonian으로 동정하였다.

동정된 *P. citrophthora* 균주의 균사체를 25°C 항온기에서 2일간 멸균수에 담궈 유주자낭을 생성시켜 4.5×10²개/ml 농도로 조정된 후 균사체와 혼합하여

Table 1. Pathogenicity of *Phytophthora citrophthora* to orange and Satsuma mandarin

Fruit	Pathogenicity		
	Wounded	Not wounded	Control
Orange	++	+	-
Satsuma mandarin	++	+	-

++: Severe symptom appeared 3 days after artificial inoculation.

+: mild symptom appeared 7 days after artificial inoculation.

-: no symptom.

ethyl alcohol로 표면 살균한 수입 오렌지와 온주밀감 과실의 표면에 상처접종과 무상처접종을 하였으며 비이커에 넣어 랩으로 싼 후 $18 \pm 1^\circ\text{C}$ 조건으로 습실처리하였다. 접종한 꺾은줄은 수입 오렌지와 온주밀감에서 모두 상처접종구에서는 3일 후에, 무상처접종구에서는 7일 후에 흰색 균사가 발달하고 갈색썩음병이 진전되었다(Fig. 1B)(Table 1). 따라서 수입 오렌지에서 분리된 *P. citrophthora*는 온주밀감에도 강한 병원성을 나타내는 것으로 확인되었다.

갈색썩음병균은 토양 표면이나 썩은 과실에 전염되어 있다가 강우량이 많을 때 유주자낭이 과실로 튀기면서 전염되기 때문에 수관 하부의 과실들이 주로 갈색썩음병에 감염된다(4). *P. parasitica*, *P. palmivora*, *P. citrophthora* 등이 감귤류의 과실에 병원성을 나타내는 것으로 보고되었지만(1), 특히 *P. citrophthora*는 과실표면에 많은 유주자낭을 생성하여 주로 과실을 감염시키고 포장에서 뿐만 아니라 저장 중인 과실에도 큰 피해를 초래하므로 방제대책이 절실한 실정이다(11, 12).

국내에서 갈색썩음병의 발생 생태 및 *P. citrophthora*의 분포에 관한 연구가 미진한 상태에서 수입 오렌지로부터 *P. citrophthora*가 분리되었는데, 수입 오렌지에서 검출율이 0.2~13.7%에 이르렀고 분리된 *P. citrophthora*는 온주밀감에 대해서도 강한 병원성을 나타내는 것으로 확인되었기 때문에 수입되는 오렌지에 대해 세심한 검역관리를 통하여 외래 균주의 국내 감귤원 정착을 차단시키는 것이 시급한 과제이다.

요 약

수입 오렌지에서 갈색썩음병의 발생이 관찰되었다. 갈색썩음병의 초기 병징은 불규칙한 갈색 점무늬로 나타나고, 습한 조건에서 하얀 균사가 과실 표면에 급속하게 자라면서 과실을 썩혔다. 갈색썩음병의 병원균은 *Phytophthora citrophthora*(R. E. Smith & E. H.

Smith) Leonian으로 동정되었는데, 유주자낭병에서 잘 떨어지지 않은 특성을 가지며, 대부분의 유주자낭은 난형으로 유두돌기가 있었으며, 크기는 $25.5\sim 51.5 \times 17.9\sim 34.7 \mu\text{m}$ 였다. *P. citrophthora*는 오렌지 뿐만 아니라 온주밀감에서도 강한 병원성을 나타내었는데, 유주자낭과 균사체를 혼합하여 오렌지와 온주밀감 과실에 각각 인공접종하였을 때 3~7일 후에 자연 감염에 의한 것과 동일한 병징이 나타났다.

참고문헌

- Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchard in Taiwan. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 82: 631-634.
- Broadbent, P., Fraser, L. R. and Waterworth, Y. 1971. The reaction of seedlings of *Citrus* spp. and related genera to *Phytophthora citrophthora*. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 96: 119-127.
- Donald, C. E. and Olaf, K. R. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. American Phytopathological Society. St. Paul. Minn. 288pp.
- Fawcett, H. S. 1936. *Citrus Diseases and Their Control*. McGraw Hill, New York. 656pp.
- Ho, H. H. 1992. Keys to the species of *Phytophthora* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull. (Taiwan)* 1: 104-109.
- Ho, H. H., Ann, F. J. and Chang, H. S. 1995. *The Genus Phytophthora in Taiwan*. Institute of Botany, Academia Sinica, Monograph Series 15. 86pp.
- 홍순영, 김완규, 조원대, 이영희. 1991. 감귤저장병해에 관여하는 진균. 농시논문집 33(3): 12-17.
- 고영진, 송장훈, 권혁모, 문덕영, 문두길, 한해룡. 1996. 우리나라 감귤 주요 병의 최근 방생 동향. *한식병지*. 12(4): 466-470.
- Mchau, G. R. A. and Coffey, M. D. 1994. An integrated study of morphological and isozyme patterns found within a worldwide collection of *Phytophthora citrophthora* and a redescription of the species. *Mycol. Res.* 98: 1269-1299.
- 유화영, 이영희, 조원대, 김완규, 진경식. 1993. 과수 병해원색도감. 농촌진흥청 농업기술연구소. 186pp.
- Whiteside, J. O. 1970. Factors contributing to the restricted occurrence of citrus brown rot in Florida. *Plant Dis. Rep.* 54: 60-611.
- Zitko, S. E., Timmer, L. W. and Snadler, H. A. 1991. Isolation of *Phytophthora palmivora* pathogenic to citrus in Florida. *Plant Dis.* 75: 532-535.
- Zvi Solel. 1984. Application methods and fungicides for the control of brown rot (*Phytophthora citrophthora*) of citrus fruit. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 412-415.

(Received March 29, 1997)