식물병연구
Res. Plant Dis. 11(2) : 204-207 (2005)

Research in Plant Disease
©The Korean Society of Plant Pathology

*Rhizopus stolonifer*에 의한 여주 무름병

권진혁* · 지형진[1]
경상남도농업기술원, [1]농업과학기술원 친환경농업과

Rhizopus Soft Rot on *Momordica charantia* Caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea

Jin-Hyeuk Kwon* and Hyeong-Jin Jee[1]
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Servies, Jinju 660-360, Korea
[1]Organic Farming Technology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea
(Received on October 2, 2005)

A Rhizopus soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* occurred on *Momordica charantia* at Daesan-myon, Changwon city, Gyeongnam province from 2003 to 2005. The disease usually started from wound on fruit with water-soaking lesions. The lesion rapidly expanded and softened. The fungal mycelia grew vigorously and sporangia, sporangiophores, and stolons were formed on surface of the fruit. Sporangiophores were 15~30 μm in width. Sporangia were globose or hemispheric and 90~180 μm in size. The color of sporangia was white and cottony at first and turned to brownish black with many spores at maturity. Columella were hemispheric and 80~150 μm in size. Sporangiospores were irregular round or oval, brownish-black streaked and 7~18 × 6~12 μm in size. The optimum temperature for mycelial growth of the fungus on PDA was 25°C. On the basis of mycological characteristics and pathogenicity to host plants, the causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind. This is the first report of Rhizopus soft rot on *M. charantia* caused by *R. stolonifer* in Korea.

Keywords **: *Momordica charantia*, Rhizopus soft rot, *Rhizopus stolonifer***

여주(*Momordica charantia*)는 박과(*Cucurbitaceae*)에 속하는 아시아 열대산 1년생 덩굴식물이다. 과실의 형태는 타원형이며 혹 같은 돌기로 덮여 있고 익으면 황적색으로 된다. 일반가정에서는 관상용으로 한 두 포기씩 정원에 재배하고 있으며 어린과실은 식용으로 이용하고 종자는 약용으로도 쓰인다(이, 2003).

2003년부터 2005년까지 3년 동안 경남 창원시 대산면 북부마을에 일본수출용으로 계약 재배중인 여주포장에서 과실이 급속히 물러지면서 부패하는 이상증상이 발생되어 농가로부터 임상진단 의뢰를 받아 현장조사를 하였다. 이 지역의 여주 재배면적은 약 10,000평으로 비닐하우스에서 재배되고 있다. 이 지역의 여주 재배시기는 8월 하순에 종자를 파종하여 9월 중순경에 정식하며 이듬해 봄 4~5월경까지 수확을 하는 재배 작형이다.

여주에 발생하는 병해는 세계적으로 12종이 보고되어 있으며(Farr 등, 1989) 일본에서는 7종이 보고되어 있다(岸, 1998; 일본식물병리학회, 2000). 포장에서 채집한 이병과실의 병반으로부터 병원균을 순수 분리하여 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과, *Rhizopus stolonifer*에 의한 여주 무름병으로 동정되었다. 우리나라에서는 여주에 3종의 병해가 기록되어 있지만 *R. stolonifer*에 의한 여주무름병 발생보고는 아직 없다(한국식물병리학회, 2004). 따라서 본 연구에서는 *R. stolonifer*에 의한 여주 과실무름병의 국내 발생을 보고하기 위해 병 증상을 관찰하고 병원균의 분리 및 균학적 특성 그리고 병원성 검정한 결과를 조사하였다.

병 증상 및 발생환경. 여주 무름병은 주로 과실부위에 발생한다. 발병초기에는 과실의 끝부분이나 중간부분에

*Corresponding author
Phone) +82-55-771-6423, Fax) +82-55-771-6419
E-mail) Kwon825@mail.knrda.go.kr

수침상의 병반이 생기고 물러지면서 빠르게 부패하는데 병반부위에는 백색의 균사가 왕성하게 자란다. 균사 끝부분에는 작은 검은색의 포자낭경이 많이 형성된다(Fig. 1A). 병 발생은 수확기 전의 과실보다 수확시기가 지나 과실의 색깔이 노란색을 띄는 과실에 많이 발생한다. 포장에서 감염되어 버려진 과실의 병반부위에는 무수히 많이 형성된 포자낭포자가 2차 전염원으로서 병발생을 더욱 확대시키고 있는 것으로 보였다(Fig. 1B).

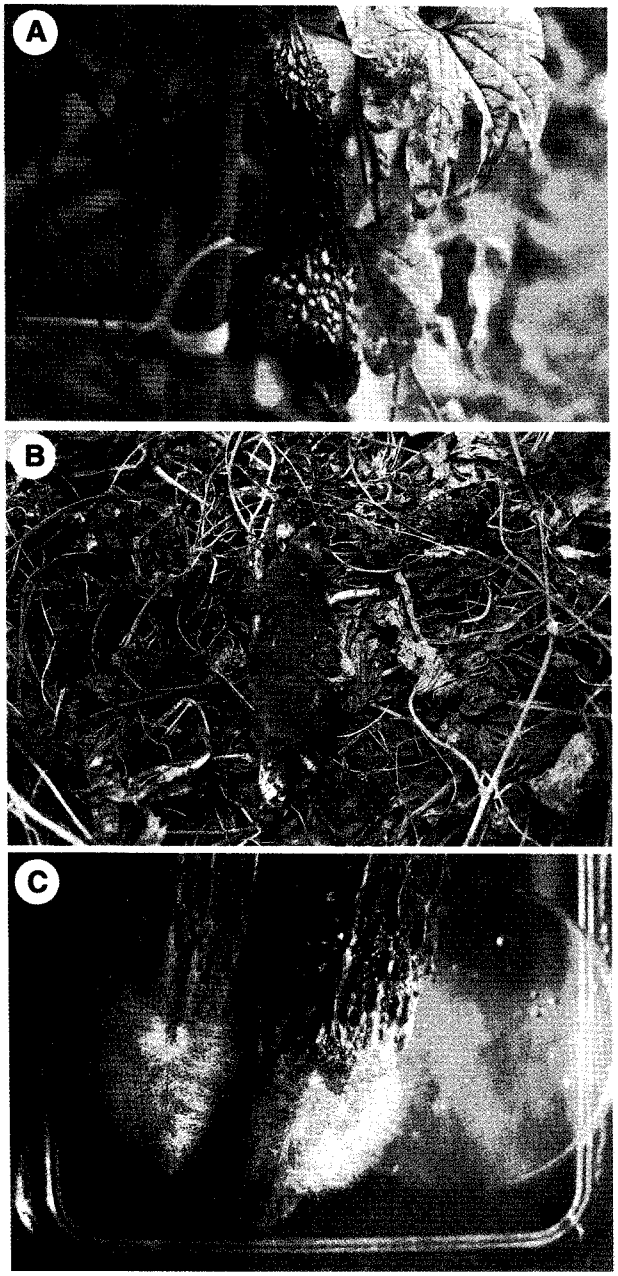

Fig. 1. Symptoms of Rhizopus soft rot on *Momordica charantia*. **A**: A heavily diseased fruit showing water-soaking lesion and the causal fungus with abundant sporangia and sporangiospores, **B**: An abandoned fruit became a secondary inoculum source in the field, **C**: Artificially inoculated fruits after 4 days in a plastic box.

재배기간 중 시설하우스 내 환기불량과 고온다습한 환경이 병발생을 조장하는 것으로 보인다. 포장에서의 무름병발생은 수확기부터 한 두개의 병반이 나타나기 시작하여 계속적으로 증기되는데 2~3월에 병 발생이 시작되어 수확 말기까지 피해를 준다. 대부분의 포장은 식물체가 성장함에 따라 넝쿨이 서로 엉키어 통풍과 채광이 불량한 상태로 재배되고 있는데, 이러한 포장에서는 봄비가 자주 내려 고온다습한 환경조건이 되면 식물체 아래 및 중간부분의 과실에서 무름병 발생이 많다. 병든 과실에서는 검은색의 포자낭이 무수히 형성되어 있는 것을 관찰할 수가 있다. 이 지역의 3개 포장을 선정하여 한 포장당 3개 지점에서 지점당 30개씩 90개를 3반복으로 하여 270개 과실을 조사한 결과, 과실 발병율은 14.2% 정도였다.

병원균 분리 및 동정. 포장에서 병 증상이 뚜렷하고 건전부위와 발병부위 경계부분에서 포자낭포자가 많이 형성된 과실을 채집하여 해부현미경 아래에서 핀셋으로 포자낭을 한 개씩 떼어내어 감자한천배지(PDA) 위에 30개를 옮긴 다음 25°C 항온기에서 2일간 배양하였다. 배양한 균사 끝부분을 백금구로 떼에 내어 PDA배지 위에 다시 이식한 후 25°C 항온기에서 2일간 배양하여 병원균 동정 및 병원성 검정의 시험균주로 사용하였다.

PDA 배지상에서 균사는 생육이 빠르고 무격균사로서 긴 포자낭병을 위로 형성하고 포자낭경 끝에 초기에 흰색에서 검은색의 둥근 포자낭을 많이 형성하였다. 균총은 초기에 흰색을 띠고 시간이 지날수록 점차 연한 회색을 띠었다. 균사는 배지표면에 자라면서 포복균사를 형성하고 접촉부위에 뿌리모양의 가근(rhizoid)을 형성하였다(Fig. 2D). 포자낭경은 처음 흰색에서 회색으로 나타내며 가근을 형성하는 곳에서 2~5개씩 직립하며 폭은 15~30 μm였다. 포자낭경의 끝부분에 형성된 포자낭은 처음 흰색에서 성숙하면 검은색으로 되며 반구형이고 크기는 90~180 μm였다(Fig. 2A). 주축은 반구형으로 크기는 80~150 μm였다(Fig. 2B). 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많고 표면에는 세로로 길게 연한 줄이 그어져 있으며 포자낭경에서 쉽게 떨어진다. 크기는 7~18×6~12 μm였다(Fig. 2C, Table 1). 접합포자는 관찰되지 않았고 균사생육 온도는 PDA배지상에서 10°C에서 30°C까지이며 생육적온은 25°C이었다.

이와 같은 여주 무름병균의 균학적 특성은 Sarbhoy(1966), 小林 등(1992), 宇田 등(1980)이 기술한 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind와 일치하였다.

병원성 검정. 병원성을 확인하기 위하여 포장에서 건

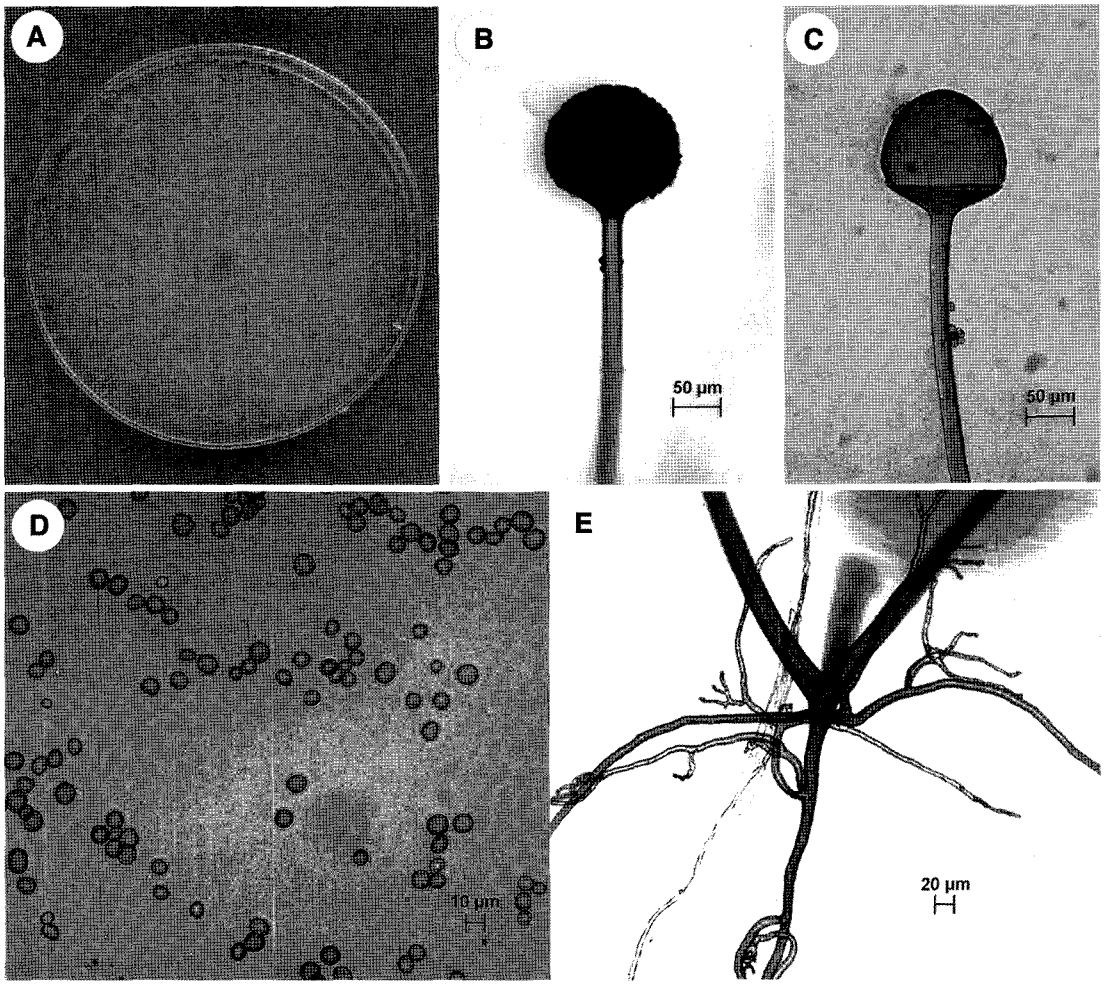

Fig. 2. Morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from *Momordica charantia*. **A**: Colony pattern on PDA at 7 days after incubation, **B**: Sporangium and sporangiophore, **C**: Columella, **D**: Sporangiospores, **E**: Rhizoids and stolons.

Table 1. Comparison of morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from soft rot of *Momordica charantia* with *Rhizopus stolonifer* described previously

Characteristics		Present isolate	*R. stolonifer*[a]
Colony	color	white, cottony to brownish black at maturity	white, cottony to brownish black at maturity
Sporangia	shape	globose, hemispheric	hemispheric
	size	90~180 μm	85~200 μm
Sporangiospores	shape	irregular round or oval	irregular round or oval
	size	7~18×6~12 μm	10~20×7.5~8 μm
Sporangiophores	size	15~30 μm width	13~25.3 μm width
Columella	shape	hemispheric	hemispheric
	size	80150 μm	70~90 μm
Zygospores	shape	not measured	round or oval
	size	not measured	160~220 μm

[a]Described by Sarbhoy (1966).

전한 과실을 채집하였다. 과실표면을 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)으로 표면살균한 다음 멸균수로 씻어 내었다. 접종상으로 준비해 둔 플라스틱통(29×22×15 cm)에 표면소독한 과실을 상처접종과 무상처접종으로 나누어 각

각 3개씩 넣었다. 접종용 병원균은 감자한천 배지에서 8일간 배양한 균을 이용하여 4×10^5 spores/m*l* 농도로 포자낭포자 현탁액을 50 m*l* 만들어 처리당 3개 과실 끝부분을 침지 접종하였다. 접종 후 플라스틱통 뚜껑을 닫은 상태로 25℃ 접종상에서 24시간 지난 다음 실온에서 발병유무를 조사하였다.

상처접종한 여주 과실의 껍질부분은 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패하기 시작하였다. 접종 2일 후 상처부위에서 부패되기 시작하면서 병반부위에 백색의 균사와 포자낭이 형성되어 포장에서 자연발생한 병징과 유사한 병 증상이 나타났다(Fig. 1C). 무상처 접종과실에는 접종 초기에 병징이 나타나지 않았으나 시간이 경과됨에 따라 점차적으로 병이 발생되었다. 인공 접종하여 발병된 병반부에서 다시 병원균을 재분리하여 동정한 결과 *R. stolonifer*에 의한 여주 무름병과 동일한 균이었다.

*Rhizopus stolonifer*는 전 세계적으로 널리 분포하고 있으며 접합균류에서 가장 일반적인 병원균의 하나로(Domsch, 1980), Agrios(1997)에 의하면 *R. stolonifer*는 수확 후 채소, 과일, 화훼류의 다육질 식물에 발병을 하며 저장, 운반, 판매중에도 발생하여 무름병을 일으킨다고 하였다. 또한 小林 등(1992)은 *R. stolonifer*는 부생적 성질이 강하나 간혹 식물에 침입하여 병을 일으키며 주로 수확 과실류의 부패나 어린 식물에 모잘록병을 일으킨다고 보고하였다. Ellis와 Waller(1977)에 의하면 *R. stolonifer*는 전 세계적으로 분포하며 파파야, 야자, 딸기, 감자, 목화, 땅콩 등 여러 식물에 무름병을 일으킨다고 보고하였다.

요 약

2003년부터 2005년까지 경남 창원시 대산면 북부마을 여주재배 농가에서 *Rhizopus stolonifer*에 의한 여주 무름병이 발생하였다. 병징은 처음 과실껍질 부분이 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패되었다. 균사생육 적온은 25℃ 내외로 처음 흰색에서 연한 갈색으로 되며 검은색의 포자낭을 많이 형성한다. 포자낭경은 처음 흰색에서 회색을 나타내며 포자낭을 균사 끝에 형성하고 폭은 15~30 μm 이었다. 포자낭은 처음에 흰색에서 나중에 검은색으로 되었고 모양은 반구형으로 크기는 90~180 μm이었다. 주축의 모양은 반구형으로 크기는 80~150 μm이었다. 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많으며 크기는 7~18×6~12 μm이었다. 이상과 같은 병원균의 균학적 및 병원학적 특성조사 결과로 본 병해를 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind에 의한 여주 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. pp. 283-286.

Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of Soil Fungi. Vol. 1. Academic Press. 859 pp.

Ellis, M. B. and Waller, J. M. 1977. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 524.

Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1995. Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press. 1252 pp.

小林亨夫, 勝本謙, 我孫子和雄, 阿部恭久, 柿島眞, 1992. 植物病原菌類圖說. 全 國農村教育協會. 534 pp.

일본식물병리학회. 2000. 일본식물병명목록. 857 pp.

岸國平. 1998. 日本植物病害大事典. 全國農村教育協會. 東京. 日本. 1276 pp.

한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록. 779 pp.

이창복. 2003. 원색 대한식물도감(상). 향문사. 914 pp.

Sarbhoy, A. K. 1966. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 110.

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, 渡類昌平. 1980. 菌類圖鑑(上). 講談社. 780 pp.