식물병연구
Res. Plant Dis. 13(1) : 57-60 (2007)

Research in Plant Disease
©The Korean Society of Plant Pathology

*Rhizopus stolonifer*에 의한 포도 무름병

권진혁* · 심창기[1] · 채윤석[2] · 박창석[3]
경상남도농업기술원, [1]농촌진흥청 농업과학기술원 친환경농업과, [2]진주산업대학교 원예학과,
[3]경상대학교 농업생명과학대학

Rhizopus Soft Rot on Grape Caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea

Jin-Hyeuk Kwon*, Chang-Ki Shim[1], Yun-Seok Chae[2] and Chang-Seuk Park[3]
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea
[1]Organic Farming Technology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea
[2]Department of Horticultural Science, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea
[3]College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
(Received on January 25, 2007)

A rhizopus soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* occurred sporadically on grape in orchard in Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services and in Wholesale Market of Agricultural Products in Jinju city. The infected fruits were rapidly water-soaked, softened and eventually rotted, and the symptoms were initiated from wounds or cracks occurred at harvest time. Sporangiophores were 850~1,800 μm in length and 12~23 μm in width. Sporangia were globose or hemispheric and 80~190 μm in size. The color of sporangia was white and cottony at first and gradually to brownish black, bearing abundant spores when it matured. Columella were hemispheric and 70~95 μm in size. Sporangiospores were irregular round or oval, brownish-black streaked and 8~22 × 6~10 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 grape (*Vitis vinifera*), the causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind. This is the first report of Rhizopus soft rot by *R. stolonifer* on grape (*V. vinifera*) in Korea.

Keywords **: Grape, Rhizopus soft rot, *Rhizopus stolonifer*, *Vitis vinifera***

2003년부터 2006년까지 4년 동안 경남농업기술원 과수포장과 진주시 농산물도매시장에서 유통·판매중인 포도에서 과실이 부패하고 상자 내에 곰팡이가 생기는 이상증상이 발생하였다. 병든 과실을 채집하여 실험실에서 병원균을 분리하여 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과 *Rhizopus stolonifer*로 동정되었다.

우리나라에서 포도에는 23종의 병해가 기록되어 있지만 *R. stolonifer*에 의한 포도 무름병은 보고되지 않았다(한국식물병리학회, 2004). 따라서 본 연구에서는 *R. stolonifer*에 의한 포도 무름병의 국내 발생을 보고하기 위해 병든 과실에 대한 병 증상을 관찰하고 병원균의 분리 및 균학적 특성 그리고 병원성 검정한 결과를 보고한다.

병징. 경남농업기술원의 과수포장에 재배중인 포도에서 봉지씌우기를 하지 않은 수확기에 있는 포도(cv. 'Tamnara') 과실에서 상처 난 과실이나 열과된 과실부위에 무름 증상이 발생하였다(Fig. 1A). 또한 진주시 농산물도매시장에 유통 중인 포도(cv. 'Campbell early') 상자에 있는 과실에서도 간혹 발생하여 피해를 주고 있는데 주로 상처난 과실이나 열과된 과실에 무름 증상이 발생하였다(Fig. 1B). 따라서 무름 증상은 수확기, 수송 또는 유통 중 부주의로 인한 과실에 상처나 열과된 부위에 주로 발생하는 것으로 여겨진다. 발생 초기에 과실의 상처나 열과된 부위가 수침상으로 물러지고 과실즙액이 흘러내리면서 빠르게 부패하였다. 병반부위에는 흰색의 균사와 회갈색의 균사가 혼재되어 왕성하게 자라며, 균사 끝부분에는 작은 검은색의 포자낭들이 많이 형성되었다. 수확 후 유통 중

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

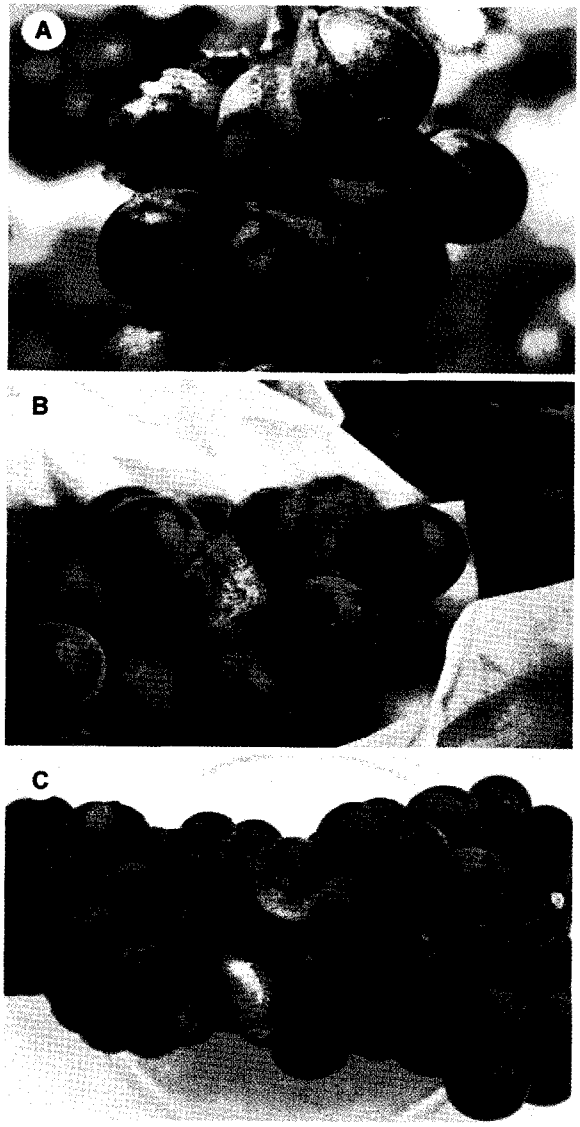

Fig. 1. Symptoms of rhizopus soft rot on grape caused by *Rhizopus stolonifer*. **A**: Typical symptoms of rhizopus soft rot on *Vitis vinifera* (cv. 'Tamnara') in orchard, **B**: Symptoms of rhizopus soft rot on *Vitis vinifera* (cv. 'Campbell early') in the boxes after postharvest, **C**: Symptoms induced by artificially inoculation.

에 발생할 경우 상자 내 건전과실에 쉽게 감염되어 상품성을 저하시키기도 하였다. 또한 도매시장 내 그대로 방치해 놓은 이병된 과실로부터 포자가 공기 중으로 비산하여 건전 과실로의 2차 감염이 일어날 가능성이 매우 높은 것으로 추정된다.

병원균 분리 및 동정. 도매시장에서 무름 증상이 발생한 포도(cv. 'Campbell early')를 채집하여 실내에서 플라스틱 통에 넣고 하루 동안 습실에 처리를 하였다. 포자낭포자가 많이 형성된 포도송이를 선택하여 병원균을 해부현미경 아래 핀셋으로 포자낭을 한개 씩 떼어내어 감자한천배지(PDA) 위에 100개 옮긴 다음 25°C 항온기에서 3일간 배양하였다. 배양한 균사 끝부분을 백금구로 다시 떼어내어 PDA 배지 위에 옮긴 다음 25°C 항온기에서 5일간 배양하여 병원균 동정 및 병원성 검정에 사용하였다.

PDA 배지상에서 균사는 생육이 아주 빠르고 무격균사로서 긴 포자낭경을 형성하고 포자낭경 끝에 처음 흰색에서 검은색의 둥근 포자낭을 많이 형성하였다. 균총은 초기에 흰색을 띠고 얼마 후 연한 회색을 나타나지만 무수히 많이 형성된 포자낭으로 인해 페트리디쉬 뚜껑이 검은색으로 보였다(Fig. 2A). 포자낭경은 초기에 흰색을 띄었다가 점차 갈색으로 변하며 가근을 형성하는 곳에서 2~5개씩 직립하여 크기는 850~1,800 μm이며 폭은 12~23 μm였다. 포자낭경의 끝부분에 형성된 포자낭은 처음 흰색에서 성숙하면 검은색으로 되며 반구형이고 크기는 80~190 μm였다(Fig. 2B). 주축은 반구형으로 크기는 70~95 μm였다(Fig. 2C). 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많고, 표면에 세로로 길게 연한 줄이 그어져 있으며 포자낭에서 잘 떨어진다. 크기는 8~22×6~10 μm였다(Fig. 2D, Table 1). 균사가 배지표면에 자라면서 포복균사를 형성하고 접촉부위에 뿌리모양의 가근(Rhizoid)을 형성하였다(Fig. 2E). 조사기간 동안 접합포자는 관찰되지 않았고, 균사생육 적온은 PDA 배지 상에서 25°C이었다.

이상과 같이 병원균의 균학적 특성을 조사한 결과, Sarbhoy(1966), 小林 등(1992)이 기술한 *R. stolonifer*와 일치하였으며, Lisker 등(1996)도 포도에 *R. stolonifer*에 의한 병해 발생보고를 하였다. 따라서 우리나라에 아직 보고가 되지 않은 이 병을 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind에 의한 포도 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

병원성 검정. 2006년 8월 하순 병원성을 확인하기 위하여 시장에 유통중인 봉지씌운 건전한 과실(cv. 'Campbell early') 12송이를 구입하였다. 과실표면을 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)으로 표면 살균한 다음 멸균수로 3회 세척하고 물기를 완전히 제거하였다. 접종상으로 준비해 둔 6개의 플라스틱통(29×22×15 cm)에 표면 소독한 과실을 상처접종과 무상처 접종으로 나누어 각각 2개씩 넣었다. 접종용 병원균은 감자한천 배지에서 6일간 배양한 균을 이용하여 포도송이에 칼로 상처를 내고 포자낭포자를 핀셋으로 떼어 내어 상처부위에 접종하였다. 접종 후 플라스틱통을 큰 비닐봉지 안에 넣고 공기가 잘 통하도록 느슨하게 묶은 다음 실온에서 발병유무를 조사하였다.

접종 3일 후 상처접종한 포도 과실이 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패하기 시작하여 병반부위에 회색의 균

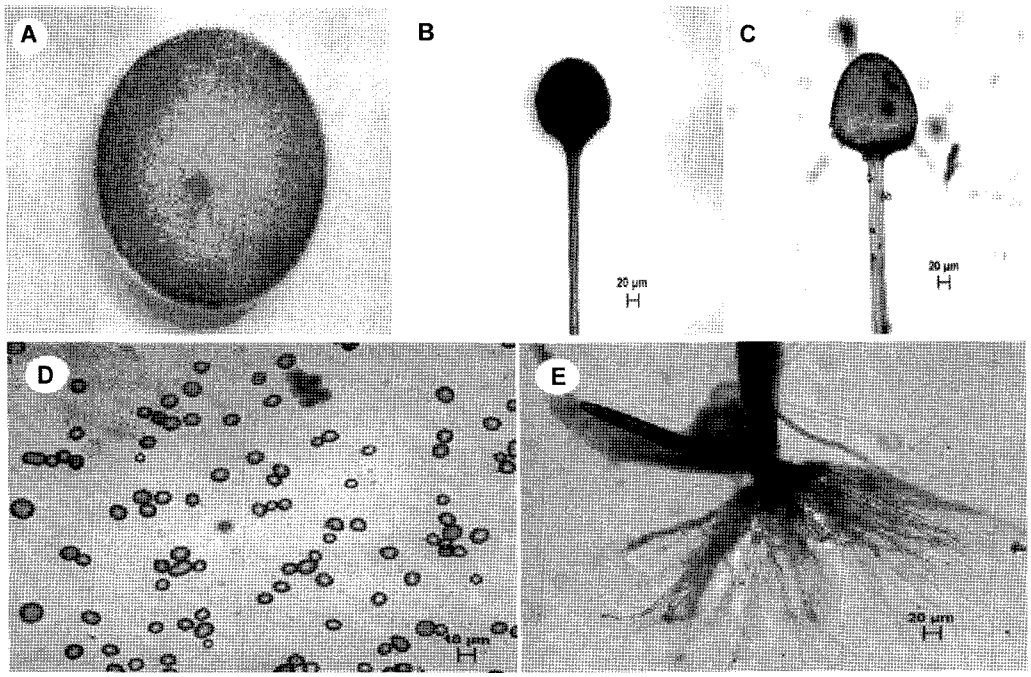

Fig. 2. Morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from grape (*Vitis vinifera*). **A**: Colony on PDA 6 days after inoculation, **B**: Sporangium and sporangiophore. **C**: Columella, **D**: Sporangiospores, **E**: Rhizoids.

Table 1. Comparison of morphological characteristics of the *Rhizopus* sp. isolated from the lesion of soft rot of grape (*Vitis vinifera*) 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	80~190 μm in diam.	85~200 μm in diam.
Sporangiospores	shape	irregular round or oval	irregular round or oval
	size	8~22 × 6~10 μm	10~20 × 7.5~8 μm
Sporangiophores	size	850~1,800 μm in length 12~23 μm in width	1,000~2,000 μm in length 13~25.3 μm in width
Columella	shape	hemispheric	hemispheric
	size	70~95 μm in height	70~90 μm in height

[a]Described by Sarbhoy(1966).

사와 포자낭이 많이 형성되어 포장이나 도매시장에서와 같이 자연발생한 병징과 동일하게 나타났다(Fig. 1C). 인공접종하여 발생한 병반부에서 다시 병원균을 재분리하여 동정한 결과 *R. stolonifer*에 의한 포도 무름병과 동일한 균이었다. 무상처 접종 과실에는 병 발생이 잘되지 않았다.

*R. stolonifer*는 전 세계적으로 널리 분포하고 있으며 접합균류에서 가장 일반적인 병원균 중의 하나이며, 따뜻한 지역에서 병 발생이 잘된다고 보고되었다(Domsch, 1980). *R. stolonifer*는 수확 후 채소, 과일, 화훼류의 다육질 식물에 발병을 하며 저장, 운반, 판매 중에도 발생하여 무름병을 일으킨다고 기술하였다(Agrios, 2005). 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.

요 약

2003년부터 2006년까지 4년 동안 경남농업기술원 과수포장과 진주시 농산물 도매시장에서 유통 판매중인 포도에서 이상증상이 발생하였다. 병징은 상처나 열과된 과실이 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패되었다. 균총은 처음 흰색에서 연한 갈색으로 되며 검은색의 포자낭을 많

이 형성한다. 균사생육 적온은 25°C였다. 포자낭경은 처음 흰색에서 회색을 나타내며 크기는 850~1,800 μm이며 폭은 12~23 μm이었다. 포자낭은 처음에 흰색에서 검은색으로 되며 모양은 반구형으로 크기는 80~190 μm이었다. 주축의 모양은 반구형으로 크기는 70~95 μm이었다. 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많으며 크기는 8~22×6~10 μm이었다.

이상과 같이 병원균의 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과, 본 병해를 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg ex. Fr.) Lind에 의한 포도 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th ed. Academic Press. 922 pp.

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

한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록. 779 pp.

Lisker, N., Keren, S. Z., Sarig, P., Zutkhi, Y. and Ben, A. R. 1996. The biology and pathology of the fungus *Rhizopus stolonifer*, cause of black mould disease of table grapes in Israel. *Plant pathology* 45: 1099-1109.

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