The Korean Journal of Mycology
© The Korean Society of Mycology

한국균학회지
Kor. J. Mycol. 37(1) : 117-119 (2009)

수확후 유통중 *Rhizopus stolonifer*에 의한 딸기 무름병 발생

권진혁[1]* · 윤혜숙[1] · 남명현[2] · 박창석[3]

[1]*경상남도농업기술원,* [2]*충청남도농업기술원 논산딸기시험장,* [3]*경상대학교 농업생명과학대학*

Occurrence of Strawberry Soft Rot by *Rhizopus stolonifer* on Distribution after Harvest

Jin-Hyeuk Kwon[1]*, Hae-Suk Yoon[1], Myeong-Hyeon Nam[2] and Chang-Seuk Park[3]

[1]*Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea*
[2]*Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungcheongnam-do AgriculturalResearch and Extension Services, Nonsan, 320-862, Korea*
[3]*College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea*

(Received April 9, 2009. Accepted May 13, 2009)

ABSTRCT: Rhizopus soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* occurred on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) in the plastic boxes in Jinju City Wholesale Market of Agricultural Products at Gyeongnam province in Korea on April 2008. The infected fruits were rapidly softened, water soaked and finally rotted. The symptoms were mainly occurred through wounds at harvest time. The colony color was white, cottony to brownish black after fully matured and numerous sporangiospores were formed on sporangia. The optimum growth temperature of the fungus was 30°C on potato dextrose agar. Sporangia were globose or hemispheric shape of white color at initial stage and gradually changed with black color of 82~195 μm in size. Sporangiophores were 12~25 μm in width. Columella were hemispheric in shape, and 70~92 μm in size. Sporangiospores were irregular round or oval in shape, brownish-black in color and 9~21 × 7~8 μm in size. This fungus formed stolones and rhizoid on PDA. On the basis of symptom, mycological characteristics and pathogenicity of the fungus, the causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.

KEYWORDS: Rhizopus soft rot, *Rhizopus stolonifer,* Strawberry

2008년 4월 진주시 농산물도매시장에서 유통 판매중인 딸기 과실이 수침상으로 물러지면서 부패하고 과실 표면에 곰팡이가 발생되는 이상증상을 관찰하였다. 병든 과실에서 병원균을 분리, 배양하여 동정하였다. 일본에서는 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg : Fries) Vuillemin (=*R. nigricans* Ehrenberg)에 의한 딸기 연부병으로 기술하였다(일본식물병리학회, 2000).

우리나라에서 박(1961)이 *R. nigricans*에 의한 딸기 무름병에 대해 처음 기술하였지만, 이 병해에 대한 학술적인 보고는 전혀없다. 또한 조 등(1998)에 의해 딸기 무름병을 일으키는 병원균으로 *Rhizopus stolonifer*라고 기술하였지만 발생등급을 0으로만 기록 했을 뿐이다. 지금까지 우리 나라 딸기에 발생하는 병해로 잿빛곰팡이병 등 27종이 보고되어 있지만(한국식물병리학회, 2004), 무름병을 일으키는 *R. stolonifer*에 대한 보고는 없다. 따라서 수확 후 유통중인 딸기 과실에서 발생한 병원균을 분리 배양하여 *R. stolonifer*로 동정하고 병원균의 균학적 특징과 병원성 검정한 결과를 보고한다.

병징과 발생환경

딸기의 과실 표면이 수침상으로 짓물러지면서 빠르게 부패되고 병반부위에 약간 흰색 또는 회색의 균사가 과실 표면에 심하게 발생하였다. 이들 균사의 끝부분에 검은색의 작은 포자낭들이 많이 형성되었다(Fig. 1A). 수확후 유통중에 있는 대부분의 딸기에서 무름병의 발생은 과실 수확시 상처난 부위나 운반, 수송중 취급 부주의에 의한 상처부위가 짓물러지면서 빠르게 발생되었다. 또한 과실 수확 후 시장 유통시 저장력이 차츰 떨어지고 쌓인 과실끼리 무게에 의해 짓물러진 부위에서 잘 발생되었다. 유통중인 과실에서 병이 발생한 것을 관찰한 결과 둥근 플라스틱 통에 딸기 과실을 수확하여 담아 놓은 상태에서 그 위에 똑같은 크기의 통을 덮은 후 상하로 겹쳐진 상태에서 테이프 이용하여 떨어지지 않게 부착시킨다. 이때 플라스틱 통 안에 적당한 온도와 습도가 유지되어 과실의 상처난 부분에 무름병이 발생할 가능성이 높으며 병 발생시 건전한 과실에 빠르게 감염되어 상자내 담겨진 과실 전체를 감염시켜 상품성이 전혀 없어진다. 또한 일부 상인들은 해마다 딸기 과실이 물러지고 곰팡이가 발생하여도 큰 문제시 하지 않고 병이 발생한 과실을 수거하여 구석진 곳에 그대로 방치해 놓고 있기 때문에 2차 감염 주의를 해야한다.

균학적 특성

병든 과실을 습실처리한 후 포자낭을 형성시켰다. 성숙한

*Corresponding author <E-mail : kwon825@korea.kr>

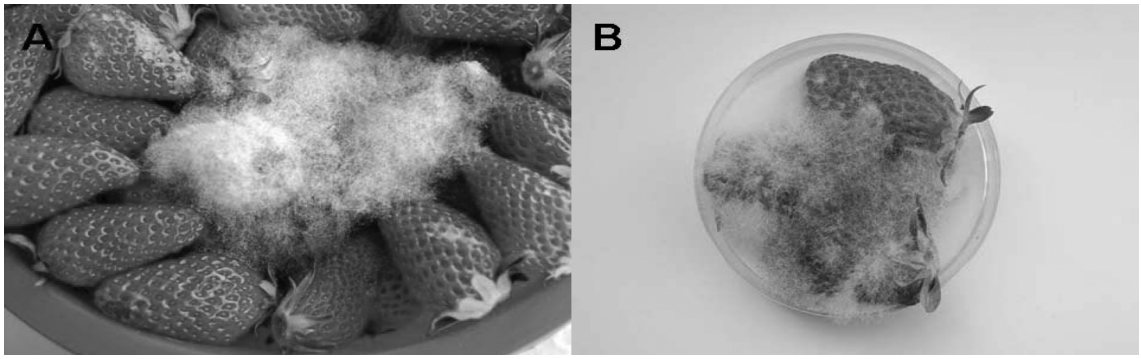

Fig. 1. Symptoms of Rhizopus soft rot on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) caused by *Rhizopus stolonifer*. A: Typical symptoms of Rhizopus soft rot in the plastic box after postharvest, B: Symptoms induced by artificial inoculation with *Rhizopus stolonifer* after 72 hours.

검은색의 포자낭은 감자한천배지(PDA) 위에 50개 옮겼다. 25°C 항온기에서 3일간 배양하여 자라나온 균사 끝부분을 코크 볼라(7 × 7 mm)로 자른 다음 백금니로 절취하였다. 25°C 항온기에서 5일간 배양하여 병원균의 동정 및 병원성 검정에 사용하였다.

균총은 PDA 배지 상에서 균사 생육이 아주 빠르고 무격균사로 배지표면에 기중균사 형태로 자라면서 긴 포자낭경을 많이 형성하였다. 균사의 끝부분은 초기에 흰색의 포자낭을 형성하지만 배양시간이 길어지고 성숙되어지면 검은색으로 되어 사레 뚜껑 부분이 검은색으로 나타나며 균사생육 적온은 30°C이었다(Fig. 2A). 포자낭의 모양은 구형 또는 반구형으로 크기는 82~198 ㎛ 였다(Fig. 2B). 포자낭경은 초기에 약간 흰색을 띠는 것도 있지만 성숙하게 되면 연한 갈색으로 변하며 가근을 형성하는 곳에 2~5개씩 직립으로 자라며 크기는 12~24 ㎛였다. 주축은 반구형이며 크기는 68~92 ㎛였다(Fig. 2C). 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것도 있으며 포자낭에서 잘 떨어지고 크기는 9~20 × 7~8 ㎛였다(Fig. 2D). 접합포자는 관찰되지

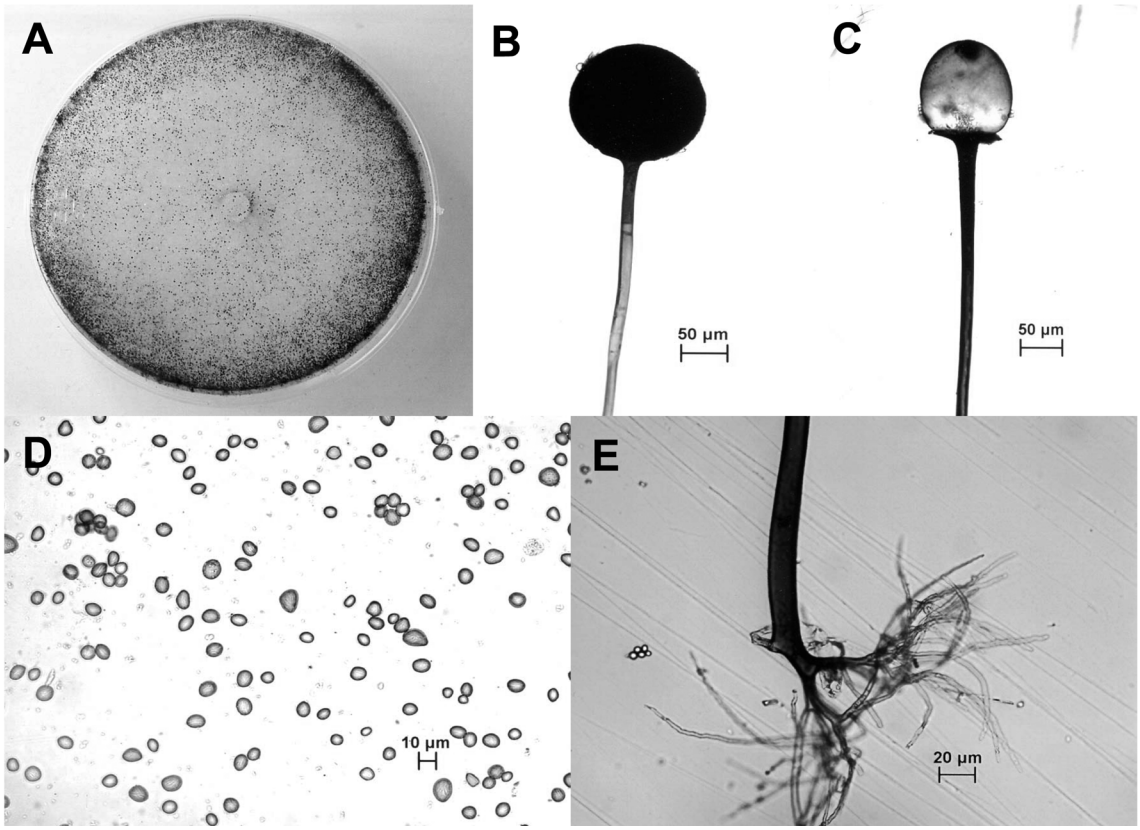

Fig. 2. Morphological characteristics of *Rhizopus stolonifer* isolated from strawberry (*Fragaria* × *ananassa*). A, Colony on PDA 8 days after inoculation; B, Sporangium and sporangiophore; C, Columella; D, Sporangiospores; E, Rhizoids.

Table 1. Comparison of morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) in with *Rhizopus stolonifer*

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	82~198 μm	85~200 μm
Sporangiophores	size	12~24 in width	13~25.3 μm in width
Columella	shape	hemispheric	hemispheric
	size	68~92 μm	70~90 μm
Sporangiospores	shape	irregular round or oval	irregular round or oval
	size	9~20 × 7~8 μm	10~20 × 7.5~8 μm

[a]Described by Sarbhoy, A. K. (1966).

않았다. PDA배지에 배양할 경우 포복균사를 형성하는데 접촉부위에 뿌리모양의 가근을 형성하였다(Fig. 2E, Table 1).

딸기에서 분리된 병원균의 균학적 특성을 조사한 결과, Sarbhoy(1966)와 Lunn(1977), 岸(1998)가 기술한 *R. stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.의 기술과 잘 일치하여 딸기 무름병의 병원균을 *R. stolonifer*(Ehrenb.) Vuill.로 동정하였다.

병원성 검정

*R. stolonifer*에 의한 딸기 무름병의 병원성을 검정하기 위하여 건전한 딸기의 과실표면을 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)으로 표면소독한 다음 멸균수로 3회 세척하였다. 딸기 표면에 있는 물기를 완전히 말린 다음 접종상으로 준비해 놓은 3개의 플라스틱통 안에 사례 당 딸기 3개를 놓고서 상처 접종구, 무상처 접종구로 나누어 3반복으로 접종실험을 수행하였다. 접종에 사용한 병원균은 PDA 배지에서 8일간 배양한 병원균의 포자낭을 과실 표면에 상처접종하였다. 무상처 접종시 위와 같은 방법으로 상처없이 인공접종을 하였다. 접종 후 플라스틱통을 큰 비닐봉지 안에 넣고 습도가 유지될 수 있도록 필터 페이퍼 20장에 물기를 충분히 적신 후 좌우에 넣고서 공기가 통하도록 끝부분을 느슨하게 묶어 25°C 항온기 두고서 발병유무를 조사하였다. 접종 2일후 상처접종한 딸기의 과실이 수침상으로 물러지기 시작하면서 3일째에 심하게 발생되었다(Fig. 1B). 접종 병반부위에서 흰색 또는 연한 회색의 균사가 발생하기 시작하면서 서서히 과실표면에 많은 균사가 자라게 되고 균사 끝부분에서 검은색의 포자낭이 많이 형성되어 자연병징과 동일하게 나타났다. 인공접종한 딸기 과실의 병반부에서 병원균을 재분리하였다. 무상처 접종한 과실에서도 시간이 경과됨에 따라 서서히 병이 발생하였다.

*R. stolonifer*는 세계적으로 널리 분포하고 있으며 접합균류에서 가장 일반적인 병원균 중의 하나로서 따뜻한 지역에서 병 발생이 잘된다고 보고되었다(Domsch, 1980).

적요

2008년 4월 진주시 농산물도매시장에 유통 판매중인 딸기에서 이상증상이 발생하였다. 병징은 과실표면에 상처 부위가 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패되었다. 균총은 처음 흰색에서 연한 갈색으로 되고 검은색의 포자낭을 많이 형성하였으며 균사생육 적온은 30°C이었다. 포자낭은 검은색으로 구형 또는 반구형이며 크기는 82~198 μm이었다. 포자낭경은 처음 흰색에서 연한 회색을 나타내며 폭은 12~24 μm이었다. 주축은 반구형이며 크기는 68~92 μm 이었다. 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형이고 불규칙한 것도 있으며 크기는 9~20 × 7~8 μm이었다. PDA배지에 배양할 경우 포복균사를 형성하는데 접촉부위에 뿌리모양의 가근을 형성하였다.

이상과 같이 딸기 과실에 발생한 병징과 병원균의 균학적 특징 및 병원성을 검정한 결과, 본 병해를 *Rhizopus stolonifer*에 의한 딸기 무름병으로 보고한다.

참고문헌

박종성. 1961. 충남대학교 농과대학 연구보고 제2호. p. 13.

조원대, 김완규, 지형진. 1998. 채소병해 종류 및 분포조사. 농업기술연구소 농작물병해충조사사업보고서 pp. 5-29.

일본식물방역협회. 2000. 일본식물병명목록. p. 857.

한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록. p. 779.

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. p. 1276.

Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. 1. *Academic Press*. p. 859.

Lunn, J. A. 1977. *Rhizopus stolonifer*. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 524. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.

Sarbhoy, A. K. 1966. *Rhizopus stolonifer*. C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 110. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.