

*Rhizopus stolonifer*에 의한 바나나 무름병 발생

권진혁*

경상남도농업기술원

Occurrence of *Rhizopus* Soft Rot on *Musa sapientum* Caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea

Jin-Hyeuk Kwon*

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

(Received April 23, 2007)

ABSTRACT: *Rhizopus* soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* occurred on banana (*Musa sapientum*) in the box at Jinju City Wholesale Market of Agricultural Products at Gyeongnam province in Korea. The infected fruits were rapidly water-soaked, softened, blackened and eventually rotted. They were infected from wounds at harvest time. The colony of the isolate from the infected fruit was white to light brown and formed many sporangiospores. The optimum growth temperature of the fungus on potato dextrose agar was 30°C. Sporangiohores were 12~26 µm in width. Sporangia were globose or hemispheric, white at first and changed gradually to black, and 83~195 µm in size. Columella were hemispheric, and 72~125 µm in size. Sporangiospores were irregular round or oval, brownish-black and 9~20 × 7~8 µm in size. On the basis of symptom, mycological characteristics and pathogenicity to banana, the causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer*. This is the first report of *Rhizopus* soft rot by *R. stolonifer* on banana in Korea.

KEYWORDS: Banana, *Musa sapientum*, *Rhizopus* soft rot, *Rhizopus stolonifer*

2005년부터 2006년까지 2년 동안 진주시 농산물도매시장에 유통 판매중인 바나나에서 과실이 부패하고 상자 내에 흰색 곰팡이가 생기는 이상증상이 발생하였다. 현장에서 이병 과실을 채집하여 실험실에 가지고 와서 병원균을 분리, 배양하여 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과 *Rhizopus stolonifer*로 동정되었다. Farr et al.(1989)은 *R. stolonifer*에 의한 바나나 무름병 발생을 기록하였으며, 일본에서도 이미 발생보고가 되어 있다(岸, 1998; 日本植物病理學會, 2000). 우리나라에서 바나나에 발생하는 것으로 기록된 병해로는 탄저병(*Colletotrichum musae*), 무름병(*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas cichorii*), 잎끝마름병(*Fusarium moniliforme*), 도열병(*Pyricularia angulata*) 등 4종에 대해서 이미 보고되어 있지만, *R. stolonifer*에 의한 무름병은 지금까지 보고되어 있지 않았다(日本植物病理學會, 2004).

본 연구에서는 *R. stolonifer*에 의한 바나나 무름병의 국내 발생을 보고하기 위해 병든 과실에서 병징을 관찰하고 병원균의 분리, 배양 및 균학적 특성과 병원성 검정을 수행한 결과를 보고한다.

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

병징과 발생환경

진주시 농산물도매시장에 유통 중인 바나나 과실에서 무름증상이 관찰되었다. 병해 발생은 푸른상태로 저온저장고에 저장중인 과실에서는 발생되지 않고 후숙이 많이 진행된 과실에서 무름 증상이 발생하였다. 특히 수확시 상처 난 부위나 운반, 수송 중 짓눌려진 과실이 후숙이 심하게 될 경우 발생한다. 초기에 과실의 상처 부위가 수침상으로 물러지고 검은색으로 변색되어지면서 빠르게 부패하였다. 병반부위에 흰색의 균사가 왕성하게 자라며, 균사 끝부분에 검은색의 작은 포자낭들이 수많이 형성되었다(Fig. 1A). 병이 발생한 과실의 끝부분을 세로로 길게 가운데 잘랐을 경우 과실내부가 갈색으로 부패되어 상품성이 전혀 없었다(Fig. 1B). 또한 상자내 과실을 비닐로 감싸고 있어 상온에서 후숙시 온도와 습도가 유지되어 병해 발생이 용이하고, 한번 병이 발생할 경우 짧은 시간내 일시에 건전 과실로 쉽게 감염되어 상품성을 완전히 잃는다. 감염된 과실상자를 농산물도매시장내 구석진 곳에 그대로 방치해 놓을 경우 이병된 과실로부터 포자낭포자가 공기 중으로 비산하여 도매시장내에 있는 서로 다른 건전 과실에 2차 감염이 일어날 가능성이 매우 높은 것으로 추정된다.

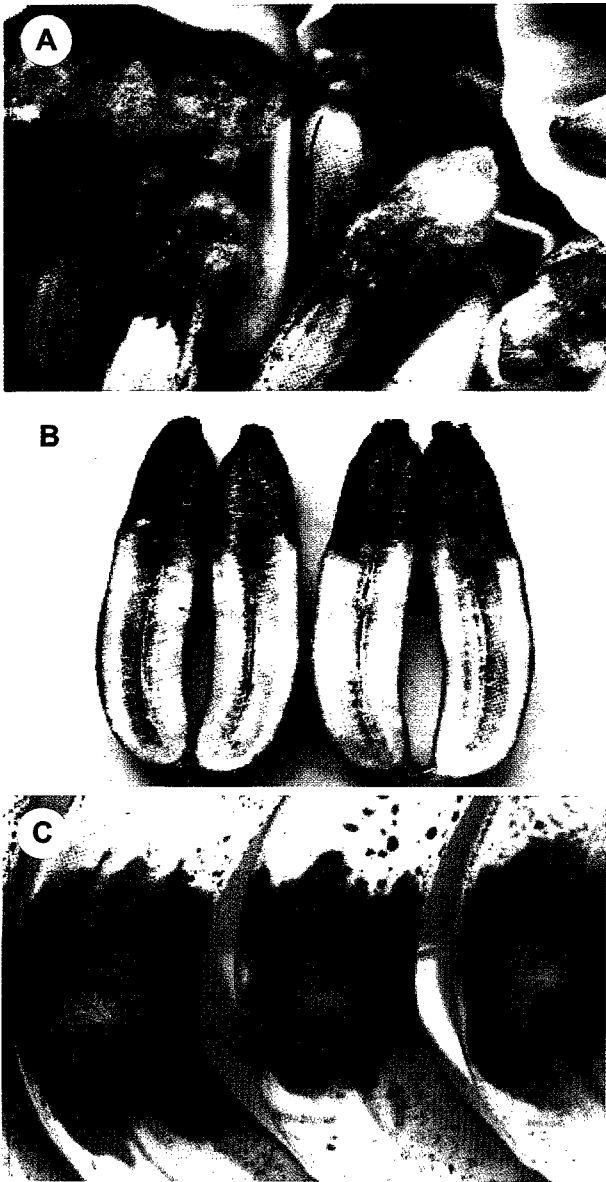


Fig. 1. Symptoms of *Rhizopus* soft rot on banana (*Musa sapientum*) caused by *Rhizopus stolonifer*. A: Typical symptoms of *Rhizopus* soft rot on banana (*Musa sapientum*) in the box after postharvest, B: Longitudinal section of the infected fruits showing water-soaked lesions, C: Symptoms by artificial inoculation.

병원균 분리 및 동정

농산물도매시장에서 과실 무름증상이 발생한 바나나 한 상자를 수거하여 실험실에 가지고 와서 박스내 비닐봉지에 있는 그대로 묶어 이를 동안 습실처리를 하였다. 병든 과실에서 건전부와 이병부 사이 포자낭포자가 뚜렷하게 형성된 바나나 한 개를 잘라내어 해부현미경 아래서 끝이 뾰족한 핀셋으로 포자낭을 하나씩 떼어 내어 1회용 페트리디쉬 두개를 조심스럽게 열고 미리 만들어 둔 감자한천 배지(PDA) 위에 핀셋을 사례에 살며시 1~2회 두드리면 성숙한 포자낭으로부터 포자낭포자가 터져 배지위에 잘

분산되어진다. 사례 50개를 만들어 25°C 항온기에서 2일간 배양하였다. 포자낭포자에서 자라난 균사 끝부분을 3×3 mm 크기로 잘라 백금구로 다시 떼어 내어 PDA 배지 위에 옮긴 다음 25°C 항온기에서 4일간 배양하여 병원균 동정 및 병원성 검정에 사용하였다.

PDA 배지상에서 균사 생육이 아주 빠르고 무색균사로써 배지표면에 기증균사 형태로 자라며 긴 포자낭경을 형성하는데 그 끝에 흰색의 포자낭이 형성되어지고 배양시간이 길어짐에 따라 성숙되어져 검은색으로 변하며 작은 등근 포자낭을 많이 형성하였다(Fig. 2A). 균총(colony)은 초기에 흰색을 나타내며 배양 일수가 길어짐에 따라 연한 회색을 나타내기도 한다. 이때 무수히 많이 형성된 포자낭으로 인해 페트리디쉬 위쪽부분이 검은색으로 나타났다. 균사생육 적은은 PDA 배지 상에서 30°C이었다. 포자낭경(sporangiophore)은 초기에 흰색을 띄었다가 성숙하게 되면 연한 갈색으로 변하며 가근을 형성하는 곳에서 2~5개씩 직립하며 크기는 12~26 μm였다. 포자낭(sporangia)은 처음 흰색에서 성숙되어지면 검은색으로 되어지고 모양은 구형 또는 반구형이고 크기는 83~195 μm였다(Fig. 2B). 주축(columella)은 반구형으로 크기는 72~125 μm였다(Fig. 2C). 포자낭포자(sporangiospores)는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많고, 표면에 세로로 길게 연한 줄이 그어져 있으며 포자낭에서 잘 떨어지며 크기는 9~20×7~8 μm였다(Fig. 2D). 균사가 배지표면에 자라면서 포복균사를 형성하는데 접촉부위에 뿌리모양의 가근(rhizoids)을 형성하였다(Fig. 2E, Table 1). 조사기간 동안 접합포자는 관찰되지 않았다.

이상과 같이 병원균의 균학적 특성을 조사한 결과, Sarbhoy(1966), 宇田 등(1980), 小林 등(1992)이 기술한 *Rhizopus stolonifer*와 일치하였다.

따라서, 우리나라에서 바나나에 지금까지 보고가 되지 않은 이 병을 *Rhizopus stolonifer*(Ehrenb.) Vuill.에 의한 바나나 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

병원성 검정

2006년 10월 상순 병원성을 검정하기 위하여 시장에 유통중인 건전한 바나나 한 상자를 구입하였다. 과실표면을 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)으로 표면 살균한 다음 멸균수로 3회 세척하고 물기를 완전히 제거하였다. 접종상으로 준비해 둔 3개의 플라스틱통(29×22×15 cm)에 표면소독한 과실을 상처접종과 무상처 접종으로 나누어 각각 6개씩 넣고 3회 반복으로 실험하였다. 접종용 병원균은 감자한천 배지에서 4일간 배양한 균을 이용하였으며, 접종원으로 사용할 바나나는 칼로 가운데 부분에 십자모양의 상처를 내고 배양한 균사를 조심스럽게 핀셋으로 떼어 내어 상처부위에 접종하였다. 무상처 접종은 분생포자 현탁액(3×10⁴/ml)을 만들어 분무접종하였다. 접종 후 플라스틱통을 큰 비닐봉지 안에 넣고 공기가 잘 통하도록 느

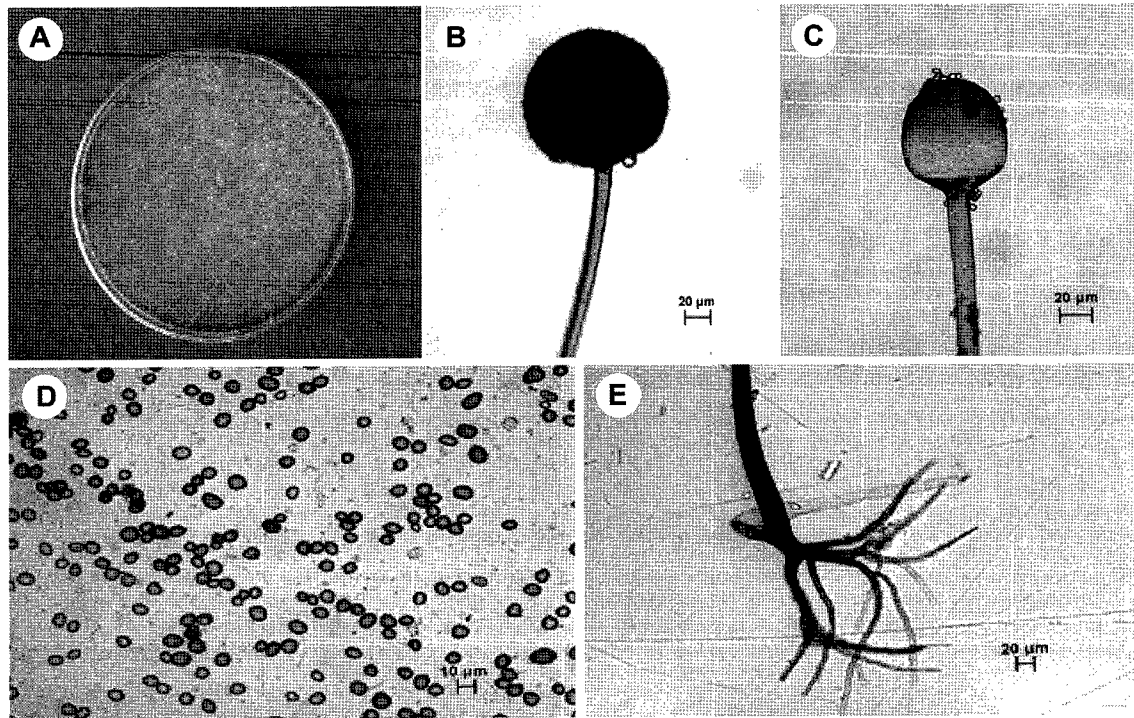


Fig. 2. Morphological characteristics of *Rhizopus stolonifer* isolated from banana (*Musa sapientum*). A: Colony on PDA 5 days after inoculation, B: Sporangium and sporangiophore, C: Columella, D: Sporangiospores, E: Rhizoids.

Table 1. Comparison of morphological characteristics of the pathogenic fungus isolated from banana with *Rhizopus stolonifer*

| Characteristics | | Present isolate | <i>R. stolonifer</i> ^a |
|-----------------|-------|---|--|
| Colony | color | white, cottony to light brown at maturity | white, cottony to brownish black at maturity |
| Sporangia | shape | globose, hemispheric | hemispheric |
| | size | 83~195 μm | 85~200 μm |
| Sporangiospores | shape | irregular round or oval | irregular round or oval |
| | size | 9~20 \times 7~8 μm | 10~20 \times 7.5~8 μm |
| Sporangiophores | size | 12~26 μm in width | 13~25.3 μm in width |
| Columella | shape | hemispheric | hemispheric |
| | size | 72~125 μm | 70~90 μm |

^aDescribed by Sarbhoy (1966).

순하게 묶은 다음 실온에서 발병유무를 조사하였다.

접종 4일 후 상처접종한 바나나 과실이 갈변되기 시작하면서 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패되어졌다. 접종 병반부위에서 흰색의 균사가 서서히 생기기 시작하면서 진행됨에 따라 과실표면으로부터 많은 균사가 자라게 되고 과실이 검은색으로 변색되어지며 포자낭이 많이 형성되어 자연발생한 병징과 동일하게 나타났다(Fig. 1C). 인공접종하여 발생한 병반부에서 다시 병원균을 재분리하여 동정한 결과 *R. stolonifer*에 의한 바나나 무름병과 동일한 균이었다. 무상처 접종구에서는 접종 10일후에 발생되기 시작하였다.

시장상인에 따르면 해마다 후숙과정에서 간혹 과실에 발생하여 피해를 주고 있는데 병해 발생이 미미하다고 하였다. *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 잘하며 저장, 운반, 판매 중에도 발생하여 무름병을 일으킨다고 기술하였다(Agrios, 2005).

적 요

2005년부터 2006년까지 2년 동안 경남 진주시 농산물 도매시장에 유통 판매중인 바나나에서 이상증상이 발생하였다. 병징은 상처난 부위의 과실이 수침상으로 물러지면서 검은색으로 빠르게 부패되었다. 균총은 처음 흰색에서 연한 갈색으로 되며 검은색의 포자낭을 많이 형성하며 균사생육 적온은 30°C였다. 포자낭경은 처음 흰색에서 연한 회색을 나타내며 폭은 12~26 μm 이었다. 포자낭은 처음 흰색에서 검은색으로 되며 모양은 구형 또는 반구형이며

크기는 83~195 μm 이었다. 주축은 반구형이며 크기는 72~125 μm 이었다. 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규칙한 것이 많으며 크기는 9~20 \times 7~8 μm 이었다.

이상과 같이 바나나에 발생한 병징과 병원균의 균학적 특징 및 병원성을 검정한 결과, 본 병해를 *Rhizopus stolonifer*에 의한 바나나 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록.

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.

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.

日本植物病理學會. 2000. 日本植物病名目錄. 日本植物防疫協會. 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, 橫山龍夫, 渡辺昌平. 1980. 菌類圖鑑(上). 講談社.

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

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

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.

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