

*Rhizopus stolonifer*에 의한 산딸기 무름병 발생권진혁\* · 쩌티핑지<sup>1</sup>경상남도농업기술원, <sup>1</sup>베트남 동나이성 식물보호지국Occurrence of *Rhizopus* Soft Rot on *Rubus crataegifolius* Caused by *Rhizopus stolonifer* in KoreaJin-Hyeuk Kwon\* and Tran Thi Phuong Chi<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>Plant Protection Subdepartment of Dongnai, Bienhoa City, Dongnai Province, Vietnam

(Received on July 16, 2008)

*Rhizopus* soft rot caused by *Rhizopus stolonifer* on June, 2008 occurred on *Rubus crataegifolius* Bunge in the box at Jinju City Wholesale Market of Agricultural Products at Gyeongnam province in Korea. The infected fruits were rapidly water-soaked, softened, black and eventually rotted. The symptoms occurred after infecting wounds at harvest time. The colony were white to light brown, formed much sporangiospores. The optimum temperature of the fungus on potato dextrose agar was 30°C. Sporangioophores were 12~25 µm in width. Sporangia were globose or hemispheric, white at first and gradually to black, and 82~195 µm in size. Columella were hemispheric, and 70~92 µm in size. Sporangiospores were irregular round or oval, brownish-black and 9~21×7~8 µm in size. On the basis of symptom, mycological characteristics and pathogenicity of the fungus, the causal fungus was identified as *Rhizopus stolonifer*. This is the first report of *Rhizopus* soft rot by *R. stolonifer* on *R. crataegifolius* in Korea.

**Keywords :** *Rhizopus* soft rot, *Rhizopus stolonifer*, *Rubus crataegifolius*

산딸기(*Rubus crataegifolius*)는 장미과(*Rosacea*)에 속하며 전국의 산과 들의 어디에서나 자라는 낙엽아관목으로서 높이가 2 m에 달하고 과실을 식용으로 이용한다(이, 2003). 2006년에서 2008년까지 3년동안 진주시 농산물도매시장에 6월경 유통 판매중인 산딸기의 과실이 수침상으로 물러지면서 부패하고 과실 표면에 흰색의 곰팡이가 생기는 이상증상을 해마다 관찰하였다. 현장에서 그대로 방치한 병든 과실의 상자를 실험실에 가지고 와서 병원균을 분리, 배양하여 동정하였다. 지금까지 우리나라에서 산딸기에 발생하는 것으로 기록된 병해는 빗자루병, 녹병, 점무늬병 등 3종이 보고되어 있지만, *Rhizopus stolonifer*에 의한 산딸기 무름병은 지금까지 보고되어 있지 않았다(한국식물병리학회, 2004). 따라서 본 연구에서는 *R. stolonifer*에 의한 산딸기 무름병의 국내

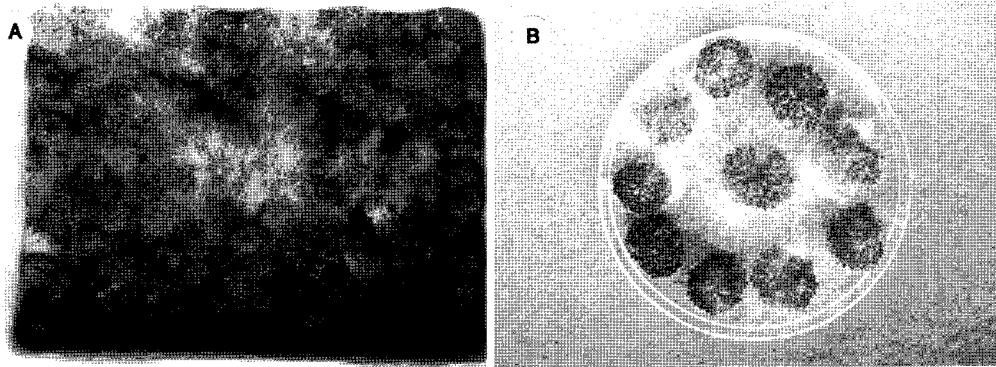
발생을 보고하기 위해 수확 후 유통중인 과실에 발생한 병징을 관찰하고 병원균의 균학적 특징과 병원성 검정한 결과를 보고한다.

**병징과 발생환경.** 2008년 6월경 진주시 농산물도매시장에 수확 후 유통중인 산딸기의 과실 표면이 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패가 되어지고 병반부위에 약간 흰색 또는 회색의 균사가 상자내에 있는 과실 표면에 심하게 발생하였다. 이들 균사의 끝부분에 검은색의 작은 포자낭들이 많이 형성되었다(Fig. 1A). 수확후 유통중에 있는 산딸기 무름병(*R. stolonifer*) 발생은 과실 수확시 상처난 부위나 운반, 수송중 취급 부주의에 의한 상처난 부위가 물러지면서 고온 다습한 환경에서 빠르게 발생되었다. 또한 과실을 일시보관하기 위해 저온 저장고에 보관 중일 때에는 발생되지 않으나 시장유통시 상온에서 노출 시간이 길어짐에 따라 저장력이 떨어지고 겹겹이 쌓인 과실끼리 무게에 의해 짓물러져 상처난 부위에서 비교적 병해 발생이 잘 되었다. 시장 유통중인 과실에 병이 발생할 경우 건전한 과실에 빠르게 감염되어 상자내에 담

\*Corresponding author

Phone) +82-55-771-6423, Fax) +82-55-771-6419

E-mail) Kwon825@mail.knrda.go.kr



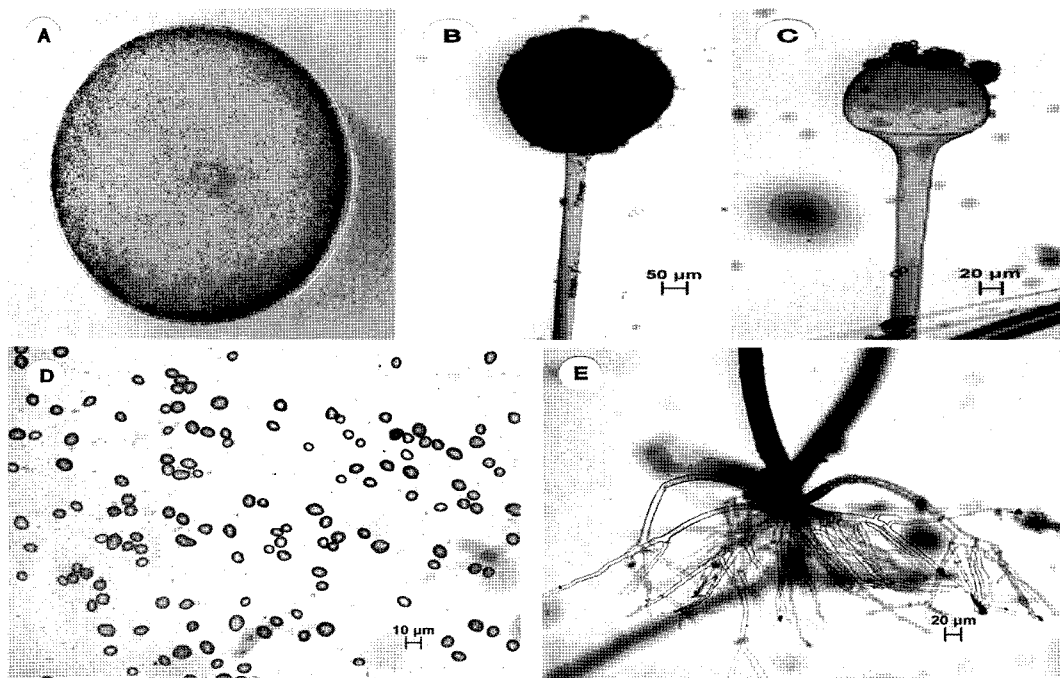
**Fig. 1.** Symptoms of *Rhizopus* soft rot on *Rubus crataegifolius* caused by *Rhizopus stolonifer*. **A:** Typical symptoms of *Rhizopus* soft rot in the box after postharvest, **B:** Symptoms after 48 hours by artificial inoculation with *R. stolonifer*.

겨진 과실전체에 대한 상품성이 전혀 없어진다. 또한 일부 상인들은 2006년 이후 해마다 조금씩 감염되어 발생하고 있지만 감염된 과실 상자를 농산물도매시장 입구나 구석진 곳에 그대로 방치해 놓고 있었다. 따라서 병든 과실로부터 형성된 수많은 포자낭포자가 공기 중으로 비산하여 도매시장내에 있는 다른 건전한 과실에 2차 감염이 일어날 가능성이 높은 것으로 추정되어지므로 병든 과실에 대한 주의가 요구되어진다.

**분리 및 균학적 특성.** 진주시 농산물도매시장에서 산딸기 과실에 무름증상이 발생한 과실 박스를 수거하여 실험실로 가지고 왔다. 검은색으로 성숙한 포자낭이 많이 형성된 병든 과실을 크린벤치 내에서 끝이 뾰족한 편

셋으로 포자낭을 하나씩 떼어 내어 미리 만들어 놓은 감자한천배지(PDA) 위에 30개 옮겼다. 25°C 항온기에서 3일간 배양한 다음 다시 형성된 포자낭을 한개씩 떼어 내어 PDA배지위에 50개를 옮겨 배양하였다. 2일간 배양하여 자라나온 균사 끝부분을 코크 볼라(7×7 mm)로 자른 다음 백금구로 다시 떼어 내었다. 이것을 PDA배지위에 옮기고 25°C 항온기에서 7일간 배양하여 병원균 동정 및 병원성 검정에 사용하였다.

PDA 배지상에서 균사 생육이 아주 빠르고 무격균사로서 배지표면에 기중균사 형태로 자라면서 긴 포자낭경을 형성한다. 균사의 끝부분은 초기에 흰색의 포자낭을 형성하지만 배양시간이 길어짐에 따라 사례 두껍에 검은색



**Fig. 2.** Morphological characteristics of *Rhizopus stolonifer* isolated from *Rubus crataegifolius*: Colony on PDA 7 days after inoculation (A), Sporangium and sporangiophore (B), Columella (C), Sporangiospores (D) and Rhizoids (E).

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

Characteristics		Present isolate	<i>R. stolonifer</i> <sup>a</sup>
Colony	color	white, cottony to brownish at maturity	white, cottony to brownish black at maturity
Sporangia	shape	globose, hemispheric	hemispheric
	size	82~195 $\mu$ m	85~200 $\mu$ m
Sporangiospores	shape	irregular round or oval	irregular round or oval
	size	9~21 $\times$ 7~8 $\mu$ m	10~20 $\times$ 7.5~8 $\mu$ m
Sporangiophores	size	12~25 $\mu$ m in width	13~25.3 $\mu$ m in width
Columella	shape	hemispheric	hemispheric
	size	70~92 $\mu$ m	70~90 $\mu$ m

<sup>a</sup>Described by Sarbhoy (1966).

의 둥근 포자낭이 많이 형성하였다(Fig. 2A). 균총은 초기에 약간 흰색을 나타내지만 배양일수가 길어짐에 따라 연한 회색을 나타낸다. 이때 무수히 많이 형성된 검은색 포자낭으로 인해 페트리디쉬 두께 부분이 검은색으로 나타난다. PDA배지 상에서 균사생육 적온은 30°C이었다. 포자낭경은 초기에 약간 흰색을 띠는 것도 있지만 성숙하게 되면 연한 갈색으로 변하며 가근을 형성하는 곳에 2~5개씩 직립으로 자라며 크기는 12~25  $\mu$ m였다. 포자낭은 처음 배양조건에 따라 흰색을 나타내는 것도 있지만 대부분 성숙되어지면 검은색으로 되어지고 모양은 구형 또는 반구형으로 크기는 82~195  $\mu$ m였다(Fig. 2B). 주축은 반구형이며 크기는 70~92  $\mu$ m였다(Fig. 2C). 포자낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형으로 불규한 것도 있으며 포자낭에서 잘 떨어지고 크기는 9~21  $\times$  7~8  $\mu$ m였다(Fig. 2D). 균사가 감자한천배지 표면에 자라면서 포복균사를 형성하는데 접촉부위에 뿌리모양의 가근을 형성하였다(Fig. 2E, Table 1). 조사기간 동안 접합포자는 관찰되지 않았다.

이상과 같이 병원균의 균학적 특성을 조사한 결과 Sarbhoy(1966)가 기술한 *R. stolonifer*와 잘 일치하였다. 따라서 지금까지 우리나라에서 산딸기에 발생 보고가 되어 있지 않은 이 병을 *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.에 의한 산딸기 무름병으로 명명할 것을 제안한다.

**병원성 검정.** 2008년 6월 중순 *R. stolonifer*에 의한 산딸기 무름병의 병원성을 검정하기 위하여 시장에 유통중인 건전한 산딸기 1 kg씩 들어 있는 과실 1박스를 구입하였다. 병원성 검정용으로 사용할 산딸기 200개를 골라내어 과실표면을 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)으로 표면 살균한 다음 멸균수로 3회 세척하였다. 자연상태에서 신평기를 이용하여 조심스럽게 물기를 완전히 제거한 다음 접종용으로 100개를 골라내어 사용하였다. 접종상으로 준

비해 든 3개의 플라스틱통에 표면소독한 과실을 상처접종과 무상처 접종으로 나누어 접종 실험을 하였다.

접종용 병원균은 감자한천 배지에서 4일간 배양한 병원균 이용하여 핀셋으로 포자낭을 하나씩 떼어 내어 산딸기에 인공접종하였다. 상처접종을 하기 위해 사례 6개를 준비하였으며 1개 사례당 건전한 산딸기 10개씩 놓고 끝이 뾰족한 핀셋으로 병원균을 옮기면서 과실표면에 상처접종을 하였다. 무상처 접종도 위와 같이 똑같은 방법으로 인공접종을 하였다. 접종 후 플라스틱통을 큰 비닐 봉지 안에 넣고 습도가 유지될 수 있도록 필터 페이퍼 20장에 물기를 충분히 적신 후 넣고서 공기가 잘 통하도록 끝부분을 느슨하게 묶은 다음 25°C 항온기 넣고서 발병유무를 조사하였다. 접종 1일 후 상처접종한 산딸기의 과실이 수침상으로 물러지기 시작하면서 빠르게 부패되어졌으며 2일째에 심하게 발생되어졌다. 접종 병반부위에서 흰색 또는 연한 회색의 균사가 발생하기 시작하면서 서서히 과실표면으로부터 많은 균사가 자라게 되고 균사 끝부분에서 검은색의 포자낭이 많이 형성되어 자연 발생한 병징과 동일하게 나타났다(Fig. 1B).

인공접종하여 발생한 병반부에서 다시 병원균을 재분리하여 동정한 결과 *R. stolonifer*에 의한 산딸기 무름병과 동일한 균이었다. 무상처 접종한 구에서도 접종일수가 경과됨에 따라 서서히 병이 발생하였다.

농산물도매시장내에 있는 상인에 따르면 2006년부터 해마다 조금씩 산딸기 유통, 판매과정에서 짧은 기간동안 많은 양의 과실이 일시에 거래되기 때문에 간혹 발생하여 피해를 주고 있지만 산딸기 유통기간이 비교적 짧아 크게 문제시 되지 않는다고 하였다. 하지만 상온에서 유통기간이 길어질 경우 저장력이 떨어지기 때문에 병원균이 발생하여 조금씩 피해를 준다고 하였다.

*R. stolonifer*는 세계적으로 널리 분포하고 있으며 접합

균류에서 가장 일반적인 병원균 중의 하나이며, 따뜻한 지역에서 병해 발생이 잘된다고 보고되었다(Domsch, 1980). *R. stolonifer*는 수확 후 채소, 과일, 화훼류의 다육질 식물에 발생을 잘하며 저장, 운반, 판매 중에도 발생하여 무름병을 일으킨다고 기술하였다(Agrios, 2005).

## 요 약

2008년 6월 상순 경남 진주시 농산물도매시장에 유통 판매중인 산딸기에서 이상증상이 발생하였다. 병징은 과실표면에 상처 또는 짓물러진 과실부분이 수침상으로 물러지면서 빠르게 부패되었다. 균총은 처음 흰색에서 연한 회색으로 되고 검은색의 포자낭을 많이 형성하였으며 균사생육 적온은 30°C이었다. 포자낭경은 처음 흰색에서 연한 회색을 나타내며 폭은 12~25 µm이었다. 포자낭은 검은색으로 구형 또는 반구형이며 크기는 82~195 µm이었다. 주축은 반구형이며 크기는 70~92 µm이었다. 포자

낭포자는 담갈색으로 단포이며 구형 또는 타원형이고 불규칙한 것도 있으며 크기는 9~21×7~8 µm이었다. 따라서 산딸기 과실에 발생한 병징과 병원균의 균학적 특징 및 병원성을 검정한 결과, 본 병해를 *Rhizopus stolonifer*에 의한 산딸기 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.
- 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. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.