

*Penicillium crustosum*에 의한 감 푸른곰팡이병 발생

권진혁* · 박창석¹

경상남도농업기술원, ¹경상대학교 농업생명과학대학

Blue Mold of Persimmon (*Diospyros kaki*) Caused by *Penicillium crustosum*

Jin-Hyeuk Kwon* and Chang-Seuk Park¹

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

¹College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received on September 16, 2003)

A severe fruit rot of Persimmon (*Diospyros kaki* cv: Fuyu) was occurred during the storage and transport that infected with blue mold in Sweet Persimmon Experiment Station, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Korea. Fruit surfaces were infected with the fungus first and the colonized fungus formed mycelial mats. From the point of infection, fruits become collapsed and mostly ruptured. The pathogenic fungus from infected fruits was isolated and cultured on PDA. Colony color of the fungus was white at first than became green on Malt Extract Agar and Czapek Yeast Extract Agar. Conidia were ellipsoid subglobose and 2.6~3.8 × 2.4~3.8 μm in size. Stipes were 86~320 × 2.8~4.3 μm in size. Rami were 7.5~32.6 × 2.6~4.2 μm in size, Ramuli were 12.4~14.8 × 3.2~3.8 μm in size, Metulae were 8.9~13.6 × 2.8~4.6 μm in size. Phialides were ampulliform, 8.2~12.4 × 2.3~3.6 μm in size. Based on the cultural and mycological characteristics and pathogenicity test on host plants, the fungus was identified as *s.* This is the first report on the blue mold of Persimmon (*Diospyros kaki*) caused by *P. crustosum* in Korea.

Keywords: Blue mold, *Penicillium crustosum*, Persimmon, *Diospyros kaki*

국내 단감 저장병해에 관한 연구는 지금까지 초기단계이지만 이 분야에 지속적인 연구를 하여 고품질 단감의 안정적인 생산과 저장 유통기반을 확보하고, 생산자와 유통업자가 받고 있는 경제적 손실을 최소화하고 소비자들에게는 좋은 감을 제공하기 위해 저장병의 연구가 절대적으로 필요하다.

감 저장병해에 관한 보고는 Farr(1995) 등이 감에 *Penicillium expansum*, *Penicillium* spp.에 의한 푸른곰팡이병 발생을 기술하였고, 일본의 경우 과실의 정부나 열매 꼭지 부분의 연화증상에서 *Alternaria*, *Phoma*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis* 등 6속을 분리하여 그 중 *Pestalotiopsis longiseta*와 *Pestalotiopsis foedans*

등 2종을 보고하였다(田口 등, 2001). 우리 나라에서 단감 저장중 과실에 발생하는 병해는 *Botrytis* sp., *Phomopsis* sp., *Penicillium* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Mucor* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Pestalotia* sp., 등 8종이 조사되었다(권 등, 2002). 그러나 *Penicillium crustosum*에 의한 푸른곰팡이병의 발생은 지금까지 다른 작물에도 보고된 바 없다(한국식물병리학회, 1998).

저장 및 유통중인 감에서 표면이 약간 함몰되면서 부패되고 그 위에 푸른곰팡이 증상이 심하게 발생하는 과일이 발견되었다. 이러한 이병 과실로부터 병원균을 분리하여 균학적 특징과 병원성을 검정한 결과, *P. crustosum*에 의한 감 푸른곰팡이병으로 동정되었기에 그 결과를 보고한다.

병 징

저장 및 유통중인 과실에서 초기 수침상으로 약간 함

*Corresponding author

Phone)+82-55-750-6319, Fax)+82-55-750-6229

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

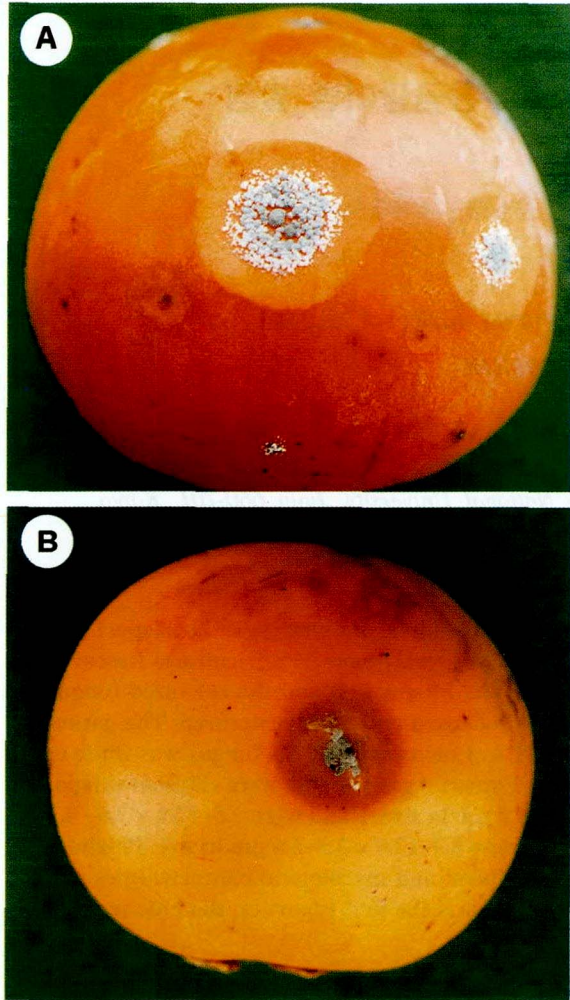


Fig. 1. Symptoms appeared on the fruit surface of persimmon caused by *Penicillium crustosum*. **A:** Naturally infected; **B:** Artificial inoculation.

물되고 갈색으로 물러지면서 부패되고 시간이 경과됨에 따라 병반부위가 확대되면서 그 위에 푸른곰팡이가 아주 많이 형성되는 것이 특징이었다(Fig. 1A). 병반부위를 절단해 보면 표피근처의 과육내부가 연화되면서 변색되고 부패되어 상품성이 전혀 없어진다.

균학적 특성

병원균을 분리하기 위하여 병반에 형성된 곰팡이로부터 단포자를 50개 균주를 분리하여 감자한천배지(PDA) 위에 옮겨 20°C 항온기에 5일간 배양하였다. 배양된 균총 끝부분을 1×1 mm 크기로 떼어내어 Malt Extract Agar (MEA)와 Czapek Yeast Extract Agar(CYA)에 배양하여 균학적 특성을 조사하였고, 온도에 따른 배지별 균사생장량

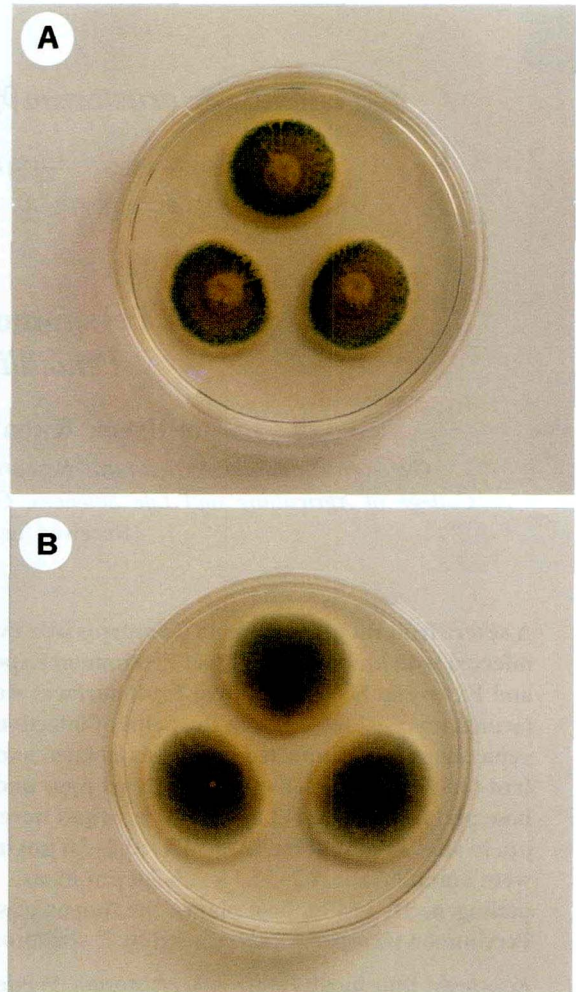


Fig. 2. Mycelial growth of *Penicillium crustosum* on Malt Extract Agar (A) and Czapek Yeast Extract Agar (B) at 10 days after inoculation.

을 조사하기 위해서는 0~35°C 항온기에서 10일간 배양하였다.

균총을 5×5 mm 크기로 잘라내어 Karnovsky 용액에 4°C에서 12시간 동안 전고정시킨 후 0.05 M cacodylate buffer(pH7.2)로 3회 세척하였다. 1% osmium tetroxide 용액에 4°C 2시간 후고정하여 다시 buffer로 3회 세척하였다. 탈수는 50, 75, 90, 100% ethanol 용액을 실온에서 각각 20분 처리한 후 isoamylacetate로 실온에서 1시간동안 1회 치환하였다. crytical point dryer로 1시간동안 건조시킨 다음 gold/palladium coating 후 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)으로 20 KV에서 관찰하였다.

균사생장은 MEA 및 CYA배지 모두 25°C에서 가장 좋았고 0°C와 35°C에서는 생장이 되지 않았다. 이 병원균은 균사생장 온도 범위가 좁으며 대체로 저온에서 균사

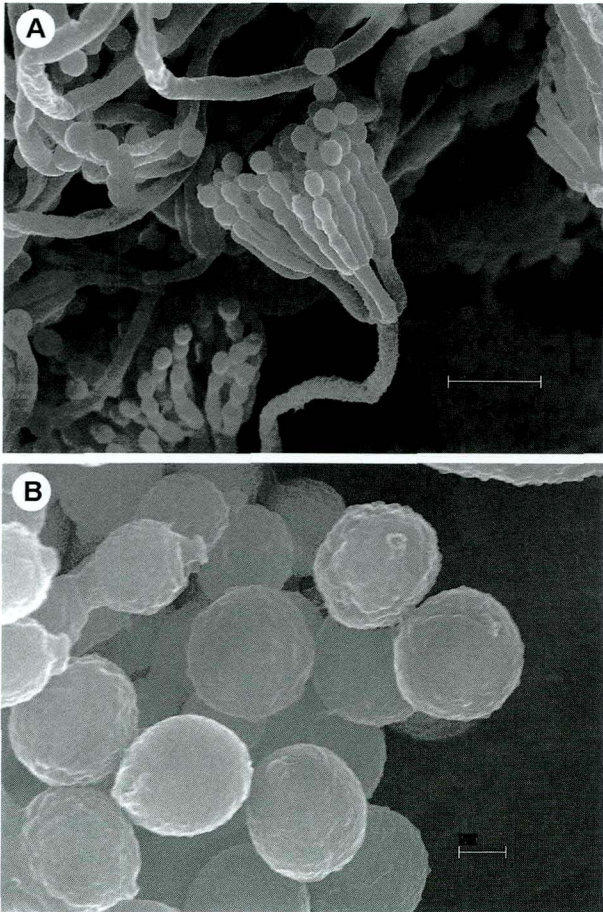


Fig. 3. Scanning electron microscopy of *Penicillium crustosum*. A: Conidia, phialides, metulae, ramuli, rami, stipes (10 µm); B: Conidia (1 µm).

생장이 양호하였다.

25°C에서 배양한 병원균의 균층은 MEA와 CYA배지 모두 처음에 흰색에서 배양기간이 경과됨에 따라 푸른색을 띠었고, 분생포자가 아주 잘 형성하였다(Fig. 2A,B). 분생포자의 모양은 타원형 또는 아구형이며 푸른색으로, 크기가 2.6~3.8×2.4~3.8 µm이었다. 분생포자병은 기중균사나 균사표면으로부터 형성되고, Stipes에 격막이 있고 명확하게 거칠고 가는 벽을 가졌고 크기는 86~320×2.8~4.3 µm이며, Rami의 크기가 7.5~32.6×2.6~4.2 µm이었다. Ramuli의 크기는 12.4~14.8×3.2~3.8 µm이며, Matulae는 2~5개의 운생체가 있으며 거칠고 크기는 8.9~13.6×2.8~4.6 µm이다. Phialide는 2~6개의 운생체가 있으며 단지모양으로 매끈하며 크기는 8.2~12.4×2.3~3.6 µm이었다(Fig. 3A, B, Table 1). 이 병원균은 宇田 등(1978), Tzean 등(1994)이 보고한 *P. crustosum*의 균학적 특징과 일치하였다. 따라서 단감에서 분리한 본 병원균을 *Penicillium crustosum*에 의

Table 1. Comparison of mycological characteristics of persimmon blue mold fungus disease with previous descriptions of *Penicillium crustosum*

Characteristics	Present isolate	<i>P. crustosum</i> ^a
Colony		
color	white	white
Conidia		
shape	ellipsoid, subglobose	ellipsoid, subglobose
size	2.6~3.8×2.4~3.8 µm	2.8~4.2×2.6~3.5 µm
wall	smooth, thick-walled, borne in defined or occasionally irregular columns	smooth, thick-walled, borne in defined or occasionally irregular columns
Conidiophores		
penicilli	mostly terverticillate	mostly terverticillate
stipes	86~320×2.8~4.3 µm	70~300×3.2~4.0 µm
rami	7.5~32.6×2.6~4.2 µm	8.0~30.4×3.2~4.0 µm
ramuli	12.4~14.8×3.2~3.8 µm	11.7~13.6×3.5~4.0 µm
metulae	8.9~13.6×2.8~4.6 µm	9.4~12.8×3.2~4.8 µm
phialides		
shape	ampulliform	ampulliform
size	8.2~12.4×2.3~3.6 µm	8.8~11.2×2.4~3.2 µm

^aDescribed by Tzean, *et al.* (1994).

한 감 푸른곰팡이병으로 명명할 것을 제안한다.

발병환경

진주, 창원, 김해지역의 저온 저장고에 있는 저장감을 시장 출하 하기위해 선별작업을 할 때 이병과율을 조사한 결과 3월 중순에 3지역 모두 5.0%이었는데 2월 중순부터 서서히 발생하기 시작하여 저장력이 조금씩 떨어지는 3월 중순 이후에 발생이 8%로 증가하였다. 이들 병원균은 저장 및 유통중 과실에 발생하는데 주로 상처받은 부위에서 병 발생이 많은 것으로 보아 대부분 수확기에 상처를 통해 감염되는 것으로 보인다. 감 저온 저장 상태에서 푸른곰팡이로 인한 피해는 적은 편이지만 시장 출하를 하기 위해 저장고에서 작업 후 시장유통중 병 발생이 크게 증가한다. 이는 저장중에는 온도가 낮기 때문에 병원균이 활동하지 못하다가 선별작업 후부터 온도가 높은 환경에 처하기 때문에 발병이 증가하는 것으로 추측된다.

병원성

실내에서 병원성을 확인하기 위하여 건전한 과일을 1% 차아염소산 나트륨 용액으로 표면소독을 한 후 상처를 내

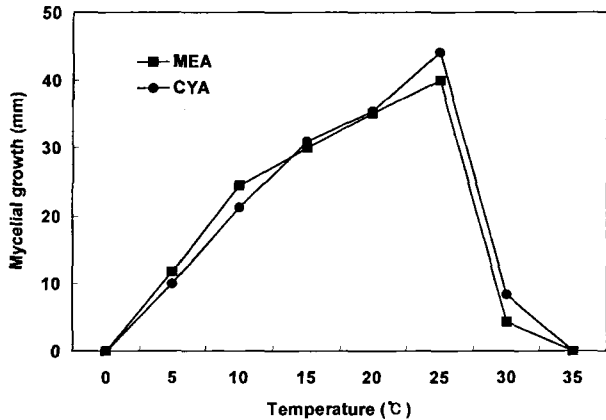


Fig. 4. Effect of temperature on mycelial growth of *Penicillium crustosum*, the causal organism of blue mold fruit rot of Persimmon (*Diospyros kaki*). The mycelial growth was measured 10 days after incubation at each temperature on two different agar media.

어 사각 플라스틱(29×22×15 cm) 용기 안에 단감을 처리당 6개씩 넣고 순수분리한 병원균에서 형성된 분생포자를 3×10^5 conidia/ml 농도로 포자현탁액 5 ml를 만들어 병원균을 인공접종하였다. 25°C 항온기에 넣고 조사한 결과, 유상처리시 6일 후에 단감이 수침상으로 물러지고 연한 갈색으로 변하면서 표면에 푸른곰팡이가 형성되었다. 이병부는 빠르게 부패하기 시작하였다(Fig. 1B). 접종후 발병된 병반부에서 다시 병원균을 분리하였을 때 동일한 병원균이 분리됨을 볼 수 있었다.

Penicillium spp.는 불완전균으로 대부분 저장중인 농작물에 가장 큰 피해를 일으키며 식물체 침입은 상처나 피목을 통해 이루어지며, 저장 및 운송 중에 건전한 식물과의 접촉부위를 통해 전파된다(Agrios, 1997). 小林 등(1992)에 의하면 *Penicillium* spp.는 토양속, 공기중, 각종 유기물 속에 여러 종이 존재하며 과실이나 구근류를 부패시킨다고 보고하였다.

감에 있어서 *Penicillium crustosum*에 의한 푸른곰팡이병균의 침입과정에 대해서는 아직 밝혀지지 않았으며, 정확한 감염시기와 침입방법에 대해서는 추후 구명되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 저장 및 시장 유통중에 과실에 발생하여 피해를 주고 있는 병원균에 대해서 연구가 선행되어야 할 분야이다.

요 약

저장 및 유통중인 과실이 약간 함몰되면서 부패되고 그 위에 푸른곰팡이가 심하게 발생하였다. MEA배지에서 균층의 색깔은 처음 흰색에서 푸른색을 띄며 분생포자를 아주 많이 형성하였다. 분생포자의 모양은 타원형 또는 아구형이고 크기가 $2.6 \sim 3.8 \times 2.4 \sim 3.8 \mu\text{m}$ 이었다. 분생포자병은 균사표면으로부터 형성되고, Stipes의 크기가 $86 \sim 320 \times 2.8 \sim 4.3 \mu\text{m}$ 로 가늘고 길며, Rami의 크기가 $7.5 \sim 32.6 \times 2.6 \sim 4.2 \mu\text{m}$, Ramuli의 크기가 $12.4 \sim 14.8 \times 3.2 \sim 3.8 \mu\text{m}$, Matulae의 크기는 $8.9 \sim 13.6 \times 2.8 \sim 4.6 \mu\text{m}$ 이고, Phialide는 침상이고 크기가 $8.2 \sim 12.4 \times 2.3 \sim 3.6 \mu\text{m}$ 이었다. 균사생육적온은 25°C였다. 분리된 병원균을 건전한 감에 접종한 결과 동일한 병원성을 나타내었다. 이상의 결과로 이 병을 *Penicillium crustosum*에 의한 감 푸른곰팡이병으로 명명할 것을 제안한다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*, 4th ed. Academic press. 635pp.
- 田口義廣, 渡邊秀樹, 秋田滋, 百町滿朗. 2001. カキの果實軟化症の發生原因と 防除. 日本植物病理學會報 67: 33-41.
- 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. 1252pp.
- 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. 534pp.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 436pp.
- 권진혁, 서광기, 안광환, 강수용, 김정수, 김희규, 박창석. 2002. 감 과실 발생 병해 연구. 경남시험연구보고서. 482pp.
- Tzean, S. S., Chiu, S. C., Chen, T. L., Hseu, S. H., Lin, G. H., Liou, G. Y., Chen, C. C. and Hsu, W. H. 1994. *Penicillium* and related teleomorphs from Taiwan. Food Industry Research and Development Institute, Hsinchu, Taiwan 30099, R. O. C. 158pp.
- 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, 渡邊昌平. 1980. 菌類圖鑑(下). pp. 1076-1120. 講談社.