

## Botrytis cinerea에 의한 야콘 잿빛곰팡이병의 발생

김점순\* · 이영규 · 김수정 · 홍성기<sup>1</sup> · 최효원<sup>1</sup>

농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

### Occurrence of Gray Mold on Yacon Caused by Botrytis cinerea

Jeom-Soon Kim\*, Young-Gyu Lee, Su-Jeong Kim, Sung Kee Hong<sup>1</sup> and Hyo Won Choi<sup>1</sup>

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration (RDA), Pyeongchang, 232-955, Korea

<sup>1</sup>Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received on October 27, 2010; Accepted on November 9, 2010)

The gray mold disease occurred on tuberous roots of yacon in storage facilities in Gangneung, Korea, in March 2010. Symptoms typically appeared as in the form of dark brown discoloration on the surface of tuberous roots and water-soaked brown lesions in cross sections of the affected portions. A total of five isolates of *Botrytis* sp. were obtained from the symptomatic portions. All isolates on potato-dextrose agar (PDA) produced abundant conidia which were pale brown, one-celled, mostly ellipsoid or ovoid in shape and 8.2~14.8×6.5~9.9 μm in size. Large numbers of round to irregular, smooth, black, hard sclerotia were produced on PDA over time. The optimal temperature for mycelial growth and sclerotia formation of the fungal isolates was 20°C. On the basis of morphological and cultural characteristics, all the fungal isolates were identified as *Botrytis cinerea*. Pathogenicity test on host plants showed that the fungus could infect not only tuberous roots but also leaves and petioles of yacon. This is the first report on gray mold of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) caused by *Botrytis cinerea* in Korea.

**Keywords :** *Botrytis cinerea*, Gray mold, Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

야콘[*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig and Endlicher) Robinson]은 초롱꽃목 국화과의 다년생 식물로 원산지는 남아메리카 안데스지역인 볼리비아와 페루이다. 뿌리는 고구마와 비슷하고 지상부는 돼지감자와 흡사하며 키는 1.53 m로 자라 9월 말에 노란색 꽃이 피고 이 시기부터 식용 부위인 덩이뿌리가 빠르게 형성된다. 우리나라에는 1985년 농촌진흥청 원예시험장에서 다키이사로부터 야콘 묘를 들여와 시험연구를 거쳐 농가에 보급되었으나(정, 1988) 큰 호응을 얻지 못하다가, 덩이뿌리에 함유된 다량의 올리고당과 식이섬유소에 의한 당뇨병, 고지혈증, 변비에방 등의 효과(Asami 등, 1989; Ohya 등, 1990)가 알려지면서 최근에 수요가 늘어나고 있는 실정이다. 국내 재배면적은 약 160 ha로 추정되며 경상북도, 강원도, 경

기도에서 주로 재배되고 있다. 덩이뿌리는 10월 말에 수확되어 대부분은 과즙으로 바로 이용되고, 일부는 생과로 4°C의 저장고에 보관되면서 이듬해 3월까지 판매된다. 덩이뿌리는 수분함량이 85~88%로 저장기간이 길어짐에 따라 수분이 증발하여 상품성이 떨어지게 된다. 수분 증발을 방지하기 위하여 주로 스티로폼 박스에 넣어 저장하게 되는데 박스 내의 높은 습도 때문에 부패증상이 잘 발생하는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 2010년 3월 강원도 강릉시 강동면 임곡리의 저온 저장고에 저장중인 야콘의 덩이뿌리가 썩는 증상이 발생하였고 그 원인이 되는 병원균을 동정하기 위하여 수행하였다.

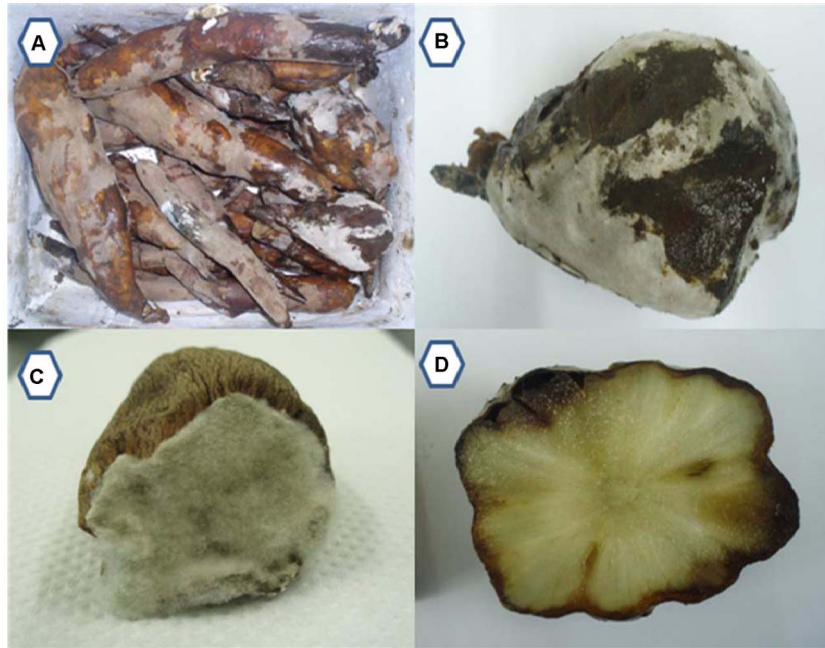
**병징.** 저장중인 병든 야콘의 덩이뿌리는 표면이 암갈색으로 변하면서 병든 부위에 회색의 분생포자경과 분생포자가 많이 형성된 것을 볼 수 있었다(Fig. 1A-C). 덩이뿌리를 절단하면 발병 부위로부터 안쪽으로 갈색으로 무르면서 부패되어 있는 것이 관찰되었다(Fig. 1D).

**균학적 특징.** 저장고에서 병든 야콘의 덩이뿌리를 채

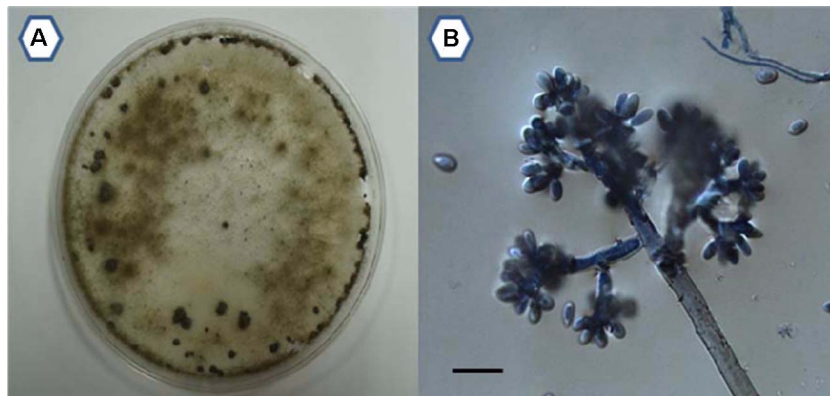
\*Corresponding author

Phone) +82-33-330-1980, Fax) +82-33-330-1519

Email) kimjs33@korea.kr



**Fig. 1.** Symptoms of gray mold on yacon caused by *Botrytis cinerea*. **A:** Diseased tuberous roots, **B** and **C:** Tuberous root covered with woolly mycelium, **D:** A cross section of tuberous root with water-soaked lesion.



**Fig. 2.** Morphological and cultural characteristics of *Botrytis cinerea*, the causal agent of yacon gray mold. **A:** Mycelia and sclerotia formed on potato dextrose agar, **B:** Conidiophore with conidia. Scale bar = 20  $\mu$ m.

집하였다. 야콘의 표면은 살균수로 깨끗하게 세척한 후 표피 아래의 병든 부위와 건전한 부위 사이의 조직을 5×5 mm 크기로 절단하였다. 각 단편들은 1% 차아염소산 나트륨(NaOCl) 용액에 1분간 침지하여 표면 소독한 후 멸균수로 2회 세척하였다. 여과지(Advantec, 90 mm)로 남아있는 수분을 완전히 제거한 다음 물한천배지로 옮겨 20°C 항온기에서 3일간 유지하였다. 병든 부위에서 형성된 분생포자를 희석하여 단포자 분리하였다. 각각의 단포자 균주는 감자한천배지(PDA)에 배양하였고 4°C에 보관하면서 시험 균주로 사용하였다. 광학현미경 하에서 자연 병반과 PDA 배양기 상에 형성된 병원균의 형태적 특징

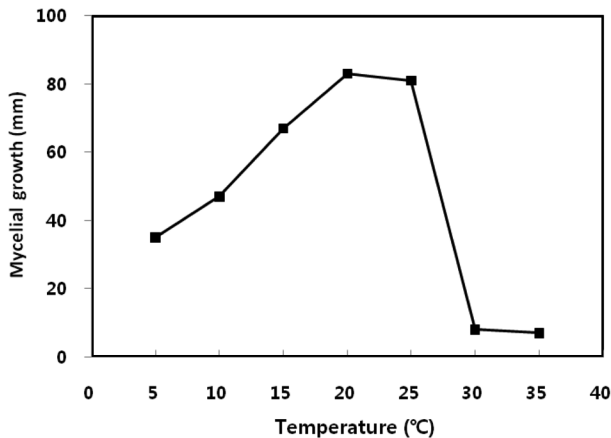
**Table 1.** Comparison of morphological and cultural characteristics of *Botrytis cinerea* isolated from tuberous roots

Characteristics		Present isolate	<i>B. cinerea</i> <sup>a</sup>
Colony	color	grayish brown	grayish brown
Conidia	shape	ellipsoid~ovoid	ellipsoid~ovoid
	size	8.2~14.8×6.5~9.9 $\mu$ m	6~18×4~11 $\mu$ m
	color	colorless~pale brown	colorless~pale brown
Conidiophores	size	14.5~24.3 $\mu$ m	16~30 $\mu$ m
Sclerotia	shape	flat or irregular	flat or irregular
	color	black	black

<sup>a</sup>Described by Ellis and Waller (1974).

과 배양적 특성을 조사하였다.

PDA상에서 균총의 균사는 처음 흰색이었으나 배양기간이 지남에 따라 회갈색을 나타내었다(Fig. 2A). 분생포자경은 암갈색으로 격막이 있으며, 균사 표면으로부터 직립하여 나뭇가지 모양으로 형성되고, 말단은 둥근 모양으로 팽윤하며, 크기는 14.5~24.3  $\mu\text{m}$ 이었다. 선단부위에 형성된 분생포자는 단세포로 무색 또는 연갈색이며, 타원형 또는 난형이고, 크기는 8.2~14.8×6.5~9.9  $\mu\text{m}$ 이었다(Fig.

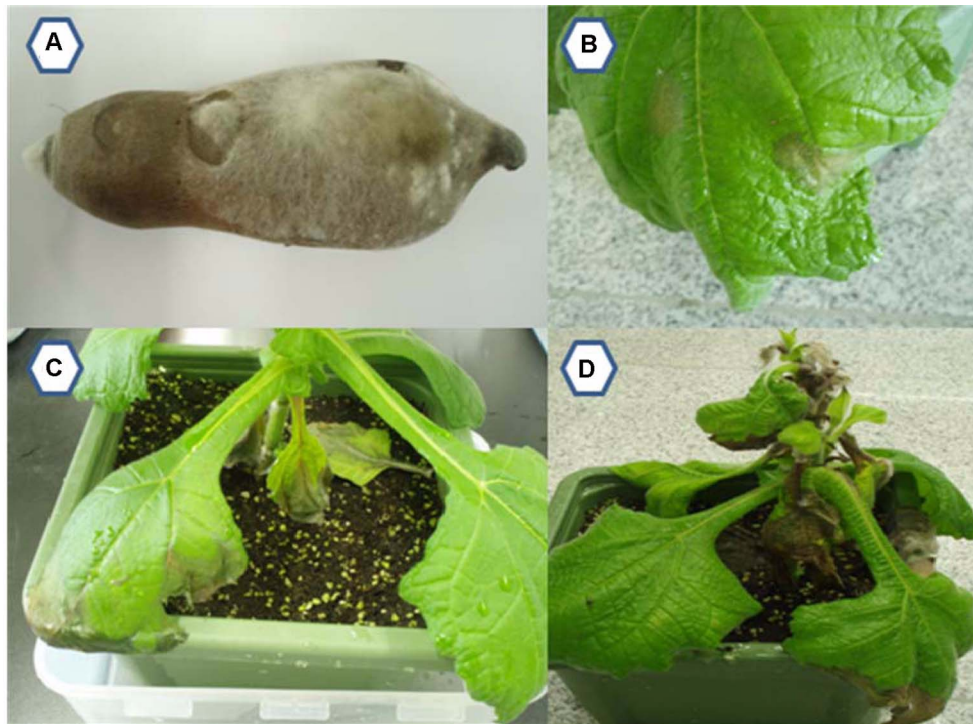


**Fig. 3.** Effect of temperature on mycelial growth of *Botrytis cinerea* isolated from yacon. Mycelial growth diameter was measured after 74-hour incubation on potato dextrose agar.

2B; Table 1). 배양기간이 길어지면서 둥글거나 부정형의 검은색 균핵이 형성되었으며, 크기는 1~11 mm였으나 대개 1~5 mm이었다. PDA상에서 온도별 균사 생장을 조사하기 위해 균총의 가장자리로부터 직경 7 mm의 균사절편을 절취하여 PDA배양기 중앙에 이식한 후 5°C에서 35°C까지 5°C 간격으로 각각 조절된 항온기에서 74시간 암 조건으로 배양하였다. 병원균의 온도에 따른 균사생장은 20°C에서 가장 좋았으며 25°C에서도 양호하였다(Fig. 3). 균핵의 형성도 20°C에서 가장 왕성하였다.

위와 같은 병원균의 형태적 및 배양적 특성은 Ellis와 Waller(1974)가 기술한 *Botrytis cinerea*와 잘 일치하였다(Table 1). 따라서 본 병원균을 *Botrytis cinerea* Persoon: Fries로 동정하였다.

**병원성 검정.** 분리된 병원균의 야콘에 대한 병원성을 검정하였다. 먼저, PDA에서 2주간 배양하여 형성된 병원균의 분생포자를 살균된 증류수로 포자현탁액을 만들어 3겹의 거즈로 거르고 포자 농도를  $10^6$  conidia/m/로 조절하였다. 1% 차아염소산나트륨(NaOCl) 용액으로 표면 소독한 야콘 덩이뿌리에 직경 2 mm의 상처를 준 후 20  $\mu\text{l}$ 의 포자현탁액을 접종하였다. 접종된 덩이뿌리는 습실처리된 플라스틱 박스에 넣어 20°C에 3주일 동안 배양하면서 병 발생을 조사하였다. 병원균의 야콘 지상부에 대한 병원성을 검정하기 위하여 같은 방법으로 만든 균 현탁



**Fig. 4.** Symptoms induced on tuberous root (A) and above ground parts (B-D) of yacon by artificial inoculation.

액을 온실에서 생육중인 건전한 야콘 식물체에 분무접종 후 20°C, 상대습도 95% 이상의 항온실에 유지하였다. 대조구로서 포자현탁액 대신 살균된 증류수가 사용되었다.

덩이뿌리에서는 접종 7일째 작은 암갈색 병반을 형성하기 시작하였으며 시간이 지남에 따라 확대되면서 병반 위에 균사와 많은 분생포자를 형성하였다(Fig. 4A). 지상부에는 4일째부터 잎과 엽병에 수침상 병반이 형성되었고(Fig. 4B, C), 10일 후에는 병반 부위에 회색의 균사와 분생포자가 형성되었다(Fig. 4D). 대조구에서는 덩이뿌리와 지상부 어느 부위에서도 병반이 형성되지 않았다.

*B. cinerea*는 많은 작물의 저장 중에 잿빛곰팡이병을 일으켜 막대한 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Ellis와 Grove, 1982; Janisiewicz와 Roitman, 1988; Opgenorth, 1983; Tanovic 등, 2009). *B. cinerea*에 의한 저장 중 부패를 막기 위해서는 포장에서 동일한 병원균의 침입을 막고, 상처가 나지 않도록 작물을 수확하고 취급해야 한다. 또한 큐어링을 통해 상처를 치유하고, 작물의 표면에 습기가 생기지 않도록 저장 중에 통풍을 시켜주어야 한다(Agrios, 2005). 그러나 야콘의 경우 덩이뿌리를 식물체에서 떼어내 수확할 때 절단 부위에 상처가 잘 생기며 저장 중 높은 상대습도로 인하여 잿빛곰팡이병의 발생이 조장된다. 따라서 국내 야콘 시장의 활성화와 소비 확대를 위해서는 향후 야콘 잿빛곰팡이병의 발생생태와 방제법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

2010년 3월 강릉의 저장고에 보관중인 야콘의 덩이뿌리에서 잿빛곰팡이병이 발생하였다. 병징은 전형적으로 덩이뿌리 표면에서 암갈색 병반으로 나타났고, 감염된 부위의 절단면은 수침상 갈색 병반이 형성되었다. *Botrytis* 속의 5균주가 병든 부위에서 분리되었다. 감자한천배지에서 풍부하게 형성된 분생포자는 단세포, 무색 혹은 엷은 갈색, 타원형~난형이고, 크기는 8.2~14.8×6.5~9.9 μm이다. 시간이 지나면서 둥글거나 불규칙한 검은색의 균핵이 형성되었다. 균사생장과 균핵형성을 위한 최적생육온도는

20°C이었다. 형태적, 배양적 특성을 기초로 분리된 모든 균은 *Botrytis cinerea* Persoon: Fries로 동정되었다. 기주에 대한 병원성 검정 결과, 병원균은 야콘의 덩이뿌리뿐만 아니라 잎과 엽병에도 병원성을 나타내었다. 이것은 국내에서 *Botrytis cinerea*가 야콘 잿빛곰팡이병을 일으킨다는 최초 보고이다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구개발과제(과제번호: 200901OFT072251330)의 연구비 지원으로 수행한 연구결과물의 일부입니다.

## 참고문헌

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Academic Press.
- Asami, T., Kubota, M., Minamisawa, K. and Tsukihashi, T. 1989. Chemical composition of yacon, a new root crop from Andean highland. *Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 60: 122-126.
- 정주호. 1988. 뿌리채소 야콘의 개발전망. *연구와 지도.* 24: 30-32.
- Ellis, M. A. and Grove, G. G. 1982. Fruit rots cause losses in Ohio strawberries. *Ohio Rep.* 67: 3-4.
- Ellis, M. B. and Waller, J. M. 1974. *Sclerotinia fuckeliana*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 431. Commonw. Mycol. Inst. Kew, England. 2 pp.
- Janisiewicz, W. J. and Roitman, J. 1988. Biological control of blue mold and gray mold on apple and pear with *Pseudomonas cepacia*. *Phytopathology* 78: 1697-1700.
- Ohyama, T., Ito, I., Yasuyoshi, S., Ikarashi, T., Minamisawa, K., Kubota, M., Tsukihashi, T. and Asami, T. 1990. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 36: 167-171.
- Opgenorth, D. C. 1983. Storage rot of California-growing kiwifruit. *Plant Dis.* 67: 382-383.
- Tanovic, B., Delibasic, G., Milivojevic, J. and Nikolic, M. 2009. Characterization of *Botrytis cinerea* isolates from small fruits and grapevine in Serbia. *Arch. Biol. Sci., Belgrade* 61: 419-429.