

## *Pythium myriotylum*에 의한 만삼 뿌리썩음병

김진원\* · 장석원<sup>1</sup> · 김성기<sup>1</sup>

서울시립대학교 환경원예학과, <sup>1</sup>경기도농업기술원 북부농업시험장

### Root Rot of *Codonopsis pilosula* Caused by *Pythium myriotylum*

Jin-Won Kim\*, Seog-Won Chang<sup>1</sup> and Sung-Kee Kim<sup>1</sup>

Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea  
<sup>1</sup>Northern Agriculture Research Station, Kyonggido Agriculture Research & Extension Services,  
Yonchon 486-833, Korea

**ABSTRACT:** A *Pythium* species was isolated from roots of *Codonopsis pilosula* showing wilt symptoms in a field at Yonchon, Kyonggido of Korea from late June to early August in 2000. The *Pythium* species was identified as *Pythium myriotylum* Drechsler based on various mycological characteristics. The isolate was strongly pathogenic when inoculated to root of *C. pilosula* plants in pot. The inoculated plants showed typical symptoms of root rot, resulting in reduced growth of root and consequently wilting of above ground part of plants. *Pythium* root rot of *C. pilosula* caused by *P. myriotylum* has not been reported previously in Korea.

**KEYWORDS:** *Pythium myriotylum*, *Codonopsis pilosula*, Pathogenicity, Root rot, Wilt symptoms

만삼(*Codonopsis pilosula*)은 초롱꽃과(Campanulaceae)의 덩굴성 다년생 초본으로 뿌리를 이용하며, 뿌리에 saponin, phytoderin, leothin, penfossane, inulin 등이 함유되어 있고 거담, 강장 작용 등에 효과가 좋은 약용식물로 알려져 있다. 한의약에서는 만삼을 당삼(党参)이라고도 부른다. 해발 600~1,000 m의 산간 고랭지가 재배적지인 작물로 우리나라에서는 강원도 정선, 전라북도 무주 등 주로 산간지역에서 재배되고 있다(이·계, 1992). 최근의 전국 재배면적은 1996년 28 ha에서 1999년 5 ha로 급격히 감소하였으나 수입이 1992년 30톤에서 1996년 76톤으로 수입량은 점차 증가 추세에 있다(농림부, 2000).

우리나라에서 만삼에 발생하는 병으로는 점무늬병(*Cercospora* sp.) 시들음병(*Fusarium* sp.) 그리고 녹병(*Puccinia campanumoeae*)이 기록되어 있고(한국식물병리학회, 1998), 중국에서는 녹병(*P. campanumoeae*), 뿌리썩음병(*Fusarium* spp.) 그리고 자주날개무늬병(*Helicobasidium mompa*)이 보고되어 있다(韓, 1990). 2000년 6월 하순부터 8월 초순에 경기도 연천 소재 경기도농업기술원 북부농업시험장의 시험포장에서 재배 중인 만삼의 지상부가 시들면서 고사하는 증상이 발견되었다. 지상부에서는 특별한 병징이 발견되지 않아 이들 식물체의 지하부를 조사하였는데, 뿌리가 흑갈색으로 변하면서 썩는 증상을 발견하였고 이러한 병환부로부터 *Pythium* sp.가 분리되었다. 우리나라에서는 *Pythium* sp.에 의한 만삼의 병해가 보고된 바 없다. 따라서 본 연구는 만삼의 뿌리썩음증상의 원인을 규명하기 위해

분리된 *Pythium* sp.를 동정하고 그 병원성을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 병원균의 분리 및 배양

경기도 연천에 있는 경기도농업기술원 북부농업시험장의 만삼재배 포장에서 지상부가 고사되거나 시들음증상을 나타내는 만삼을 채집하여 병원균을 분리하였다. 병원균을 분리하기 위하여 만삼 뿌리에 붙어 있는 흙을 흐르는 수돗물에서 제거하고 종이수건으로 물기를 제거 하였다. 병징 부위를 5x5 mm 크기로 절단하여 1% NaOCl 용액에 1분간 침지하여 표면살균 한 후 살균수로 3회 세척하고 무균상에서 물기를 말렸다. 표면이 마른 시료는 병원균의 분리를 위하여 물한천배지(water agar; 2.0%) 위에 치상하여 25°C 항온기에서 24~48시간 배양 후 현미경 검경을 통해 *Pythium* sp.임을 확인하였다. *Pythium* sp.의 순수분리를 위해 물한천배지 위에서 전배양시킨 균주를 Schmitthenner (1980)가 사용한 sucrose-asparagine selective medium위에 치상한 다음 25°C 항온기에서 24~48시간 배양시킨 후 이를 다시 potato-carrot agar(PCA) 배지에 이식하여 공시하였다. 균주는 PCA 배지에서 배양한 균을 cork-borer로 채취하여 살균수에 넣어 보관하는 살균수 보관법(이 등, 1994)을 이용하였고, 실험실내 그늘진 곳에 보관하면서 사용하였다.

#### *Pythium* sp.의 배양 및 형태적 특성조사

분리된 *Pythium* sp.의 배양 및 형태적 특성을 관찰하기

\*Corresponding author <E-mail: jwkim@uoscc.uos.ac.kr>

위하여 저영양 배지인 PCA 배지와 sucrose-asparagine bentgrass leaf culture(SABL) 배지(김·박, 1997)를 이용하였다. 배양적 특성을 관찰하기 위하여 PCA 배지에서의 균사생장형, 기중균사의 형성유무, 균사생육범위 및 적온을 조사하기 위하여 5°C 간격으로 5°C~45°C 범위에서의 균사생장속도를 조사하였다. 형태적 특성을 조사하기 위하여 PCA 배지에서 배양시킨 미동정 *Pythium* sp.를 SABL 배지에 접종시켜 배지 표면과 creeping bentgrass 잎 조각에 형성된 *Pythium* sp.의 포자낭, 장란기, 장정기, 난포자 및 그 밖의 특성을 조사하였다. 분리한 *Pythium* sp.의 배양 및 형태적 특성을 Van der Plaats-Niterink(1981)와 Yu와 Ma(1989)의 분류 key를 이용하여 동정하였다.

#### 병원성 검정

분리한 *Pythium* sp.의 병원성 검정을 위하여 pot에서 재배중인 10엽기 및 20엽기 만삼을 김 등(1998)이 사용한 oat-meal 모래배지 방법으로 식물체에 접종하였고 무처리인 살균수를 접종하였다. 접종한 후 온도 25±1°C, 상대습도 100%의 습실상에 24시간 정치하여 병을 유발시켰으며 식물체를 25±1°C 항온실로 옮긴 후 병발생 양상을 관찰하였다. 각 처리구는 3반복으로 하였으며, 병원성 정도는 시들음 증상의 정도와 뿌리의 썩음 정도를 대조구와 비교하였고, 시들음 증상을 나타내는 피해 개체의 뿌리는 현미경으로 관찰하여 *Pythium* sp.의 유무를 확인하였다.

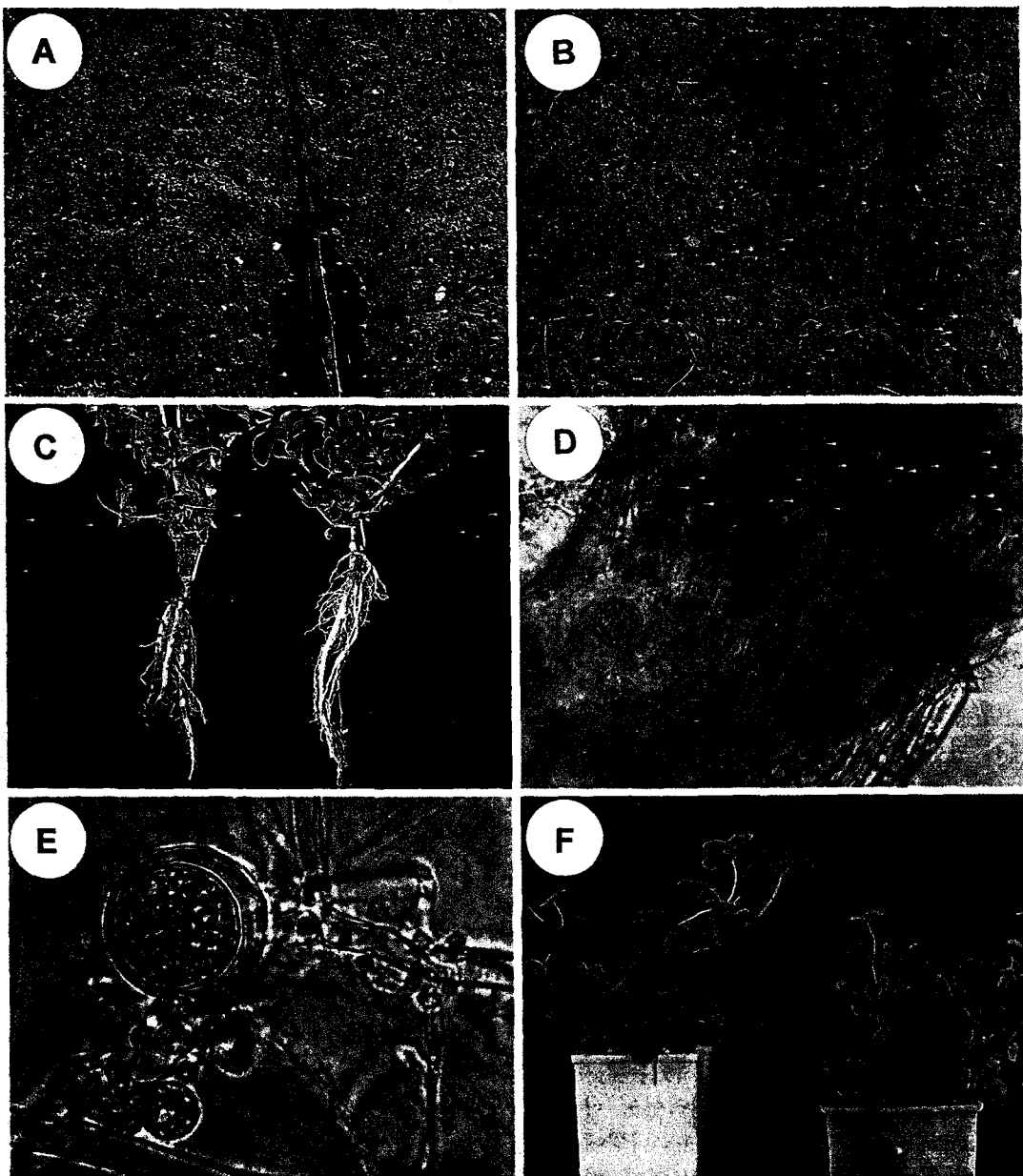


Fig. 1. Root rot of *Codonopsis pilosula* caused by *Pythium myriotylum* and morphological characteristics. A-B; *C. pilosula* plants showing wilt symptoms. C; The typical root rot symptom (left) and healthy plant root (right). D; Oospores imbedded in the infected roots. E; Aplerotic oospore of *P. myriotylum*, isolated from *C. pilosula*. F; Control (left) and severe wilt symptom of *C. pilosula* (right) 20 days after inoculation of roots with *P. myriotylum* for pathogenicity test.

결 과

병징

피해식물은 주로 배수불량지역에서 관찰되었으며(Fig. 1A), 처음에는 지상부의 일부가 일시적인 시들음 증상을 나타낸 후 시간이 지남에 따라 식물체 전체로 확대되어 고사하였다(Fig. 1B). 초기증상을 일으키는 식물체의 줄기나 잎에는 뚜렷한 병반이 없었으며, 이들 개체를 채집하여 지하부 뿌리를 관찰했을 때 건전한 것에 비해 뿌리의 근모가 갈변한 것을 볼 수 있었다(Fig. 1C). 심한 경우에는 잔뿌리 및 주근의 하위부분이 심하게 갈변된 후 겹겹이 찢어 있었으며, 조직을 광학현미경하에서 조사한 결과 다수의 난포자를 관찰할 수 있었다(Fig. 1D). 이처럼 시들음 증상을 나타낸 개체는 건전한 개체에 비해 생육이 부진하고 뿌리의 발달이 현저히 떨어져 있었고, 병든 개체 주변의 외관상 건전한 개체의 경우도 일부는 뿌리 끝이 찢어 있는 것이 관찰되었다.

징은 PCA 배지 상에서 특별한 균사생장형을 나타내지 않았다. 주균사의 폭은 8.4  $\mu\text{m}$ 에 이르고, 포자낭은 다소 부풀 모양으로 정생 또는 간생하였다. 장란기(oogonia)는 구형으로 주변에 돌기가 형성되어 있지 않으며, 주로 정생하였다. 간혹 간생한 것이 관찰되었고, 2개가 연결된 경우도 관찰되었다. 크기는 (21.6-)26.4-31.2(-36) (평균 29.1)  $\mu\text{m}$  이었다. 장정기(antheridia)는 방망이모양 또는 목이 굵은 호박형으로 정생하며, 장란기당 (2-)4~5(-6)개 형성되고, 대부분 이균사성(diclinous)을 나타내며, 크기는 9.6~14.4 $\times$ 4.8~9.6  $\mu\text{m}$  이었다. 난포자(oospore)는 구형으로 매끈하며 미충만형이고(Fig. 1E), 크기는 (16.8-)21.6-26.4(-31.2) (평균 23.8)  $\mu\text{m}$ 이었으며, 난포자막의 두께는 2.4  $\mu\text{m}$ 였다. 생육온도범위는 PCA에서 최저 10°C, 최적 35°C, 최고 40°C이었다. PCA배지, 25°C에서 의 일일균사 성장속도는 30 mm 이상이었다. 이상의 관찰된 배양 및 형태적 특성을 근거로 만삼의 뿌리에서 분리한 *Pythium* sp.는 *P. myriotylum* Drechsler로 동정되었다(Table 1).

*Pythium* sp.의 동정

순수분리된 *Pythium* sp. 3개 균주의 배양 및 형태적 특

병원성 검정

10엽기의 식물체는 접종한지 4일만에 상위엽의 시들음

Table 1. Comparison of mycological characteristics of *Pythium myriotylum* isolated from root rot symptoms of *Codonopsis pilosula* in this study with those previously described by other researchers

		Mycological characteristics		
		This study	Van der Plaats-Niterink <sup>a</sup>	Yu and Ma <sup>b</sup>
Colonies on PCA	:	with some loose aerial mycelium without a special pattern	: without a special pattern	: without a special pattern
Hyphae	:	profusely branched, main hyphae up to 8.4 $\mu\text{m}$ wide	: main hyphae up to 8.5 $\mu\text{m}$ wide	: well developed, branched, 3.6-9.2 $\mu\text{m}$ wide
Sporangia	:	lobulate, irregularly branched, terminal or intercalary	: filamentous, consisting of undifferentiated and inflated lobulate or digitate elements, terminal or intercalary	: inflated and non-inflated, inflated parts digitated or lobate, terminal or intercalary
Oogonia	:	(sub) spherical, smooth, mostly terminal, occasionally intercalary, occasionally 2 in chains, (21.6-)26.4-31.2(-36) (av. 29.1) $\mu\text{m}$ diam	: (sub) globose, terminal or intercalary, (20-)26-32(-35) (av. 29) $\mu\text{m}$ diam	: spherical or subspherical, smooth, mostly terminal or intercalary, occasionally 2 in chains, (26-)28-33(-34) (av. 30.8) $\mu\text{m}$ diam
Antheridia	:	club- or crook-shaped, terminal, diclinous, making apical contact with oogonia, diclinous, (2-)4~5(-6) per oogonium, 9.6-14.4 $\times$ 4.8~9.6 $\mu\text{m}$	: clavate or crook-shaped, making apical contact with oogonia, diclinous occasionally monoclinal, 3~6(-10) per oogonium, 8-30 $\times$ 4~8 $\mu\text{m}$	: club- or crook-shaped, terminal, diclinous, making apical contact with oogonia, (1-)4~5 per oogonium, (7.7-)9.2~13.9(-15.4) $\times$ (4.2-)4.6~7.2(-8.5) (av. 10.91 $\times$ 5.65) $\mu\text{m}$
Oospores	:	spherical, smooth, aplerotic, (16.8-)21.6-26.4(-31.2) (av. 23.8) $\mu\text{m}$ diam., walls up to 2.4 $\mu\text{m}$ thick	: aplerotic, (18-)20-27(-29) (av. 24.5) $\mu\text{m}$ diam, wall up to 2 $\mu\text{m}$ thick	: spherical, smooth, aplerotic, occasionally plerotic, (23-)25-29(-30) (av. 27.5) $\mu\text{m}$ diam., walls 1.5-2 (2.4) (av. 1.81) $\mu\text{m}$ thick
Cardinal temperatures	:	min. 10°C, opt. 35°C, max 40°C	: min. 5°C, opt. 37°C, max. 40°C	: min. 8°C, opt. 36°C, max. 40°C
Daily growth rate on PCA at 25°C	:	over 30 mm	: 28 mm	

<sup>a</sup>Van der Plaats-Niterink (1981).

<sup>b</sup>Yu and Ma (1989).

증상이 시작되었으며, 접종 10일 후에는 식물체가 시들면서 고사하여 포장의 병징과 유사한 시들음 증상을 나타냈다. 20엽기 식물체의 병발생은 다소 더디게 나타났는데 접종 20일 후 무처리는 건전한 생육을 유지하는 반면 접종구는 하엽이 갈변하고 잎과 줄기가 말라 고사하기 시작하였다(Fig. 1F). 지하부의 뿌리 생육상태를 조사한 결과 무처리는 잔뿌리의 발육이 양호한 반면 접종원 처리구에서는 잔뿌리가 거의 존재하지 않았고 주근 뿐만 아니라 관부도 검게 썩어 있었다. 접종 후 병든 개체의 뿌리로부터 분리한 *Pythium* sp.는 *P. myriotylum*이었다.

## 고 찰

본 실험에 사용된 시들음 증상을 일으키는 만삼의 줄기 기부와 뿌리에서는 우리나라와 중국에서 시들음병과 뿌리썩음병을 일으키는 병원균으로 알려진 *Fusarium* spp.는 분리되지 않았으며, 갈변 증상을 나타내는 뿌리에서 *Pythium* sp.가 분리되었다. 분리된 *Pythium* sp.를 Van der Plaats-Niterink(1981)와 Yu and Ma(1989)의 분류 key를 이용하여 동정한 결과 분리된 *Pythium* sp. 3개 균주는 모두 *P. myriotylum*이었다(Table 1).

장란기 주변이 매끈하며 크기가 30  $\mu\text{m}$ 에 이르는 유사한 형태의 *Pythium* spp.에는 *P. myriotylum* 외에 *P. aristosporum*과 *P. arrhenomanes*가 있으나 *P. aristosporum*는 생육최고 온도가 30°C로 그 이상에서는 균사생장이 이루어지지 않으므로 구분되고, *P. arrhenomanes*는 난포자가 충만형이고 보다 많은 장정기를 형성하므로 구분이 된다.

우리나라에서 *P. myriotylum*은 강낭콩 마름병(정 등, 1977), 벼 갈락병(Lee et al., 1978), 생강의 근경썩음병(Kim et al., 1997), 인삼 갈락병(이, 1984) 그리고 잔디 잎마름병(김·박, 1997)을 일으키는 것으로 보고되어 있다. 그러나 만삼에서 *P. myriotylum*에 의한 병해는 미기록이므로 본 연구를 통해 처음 보고하는 것이다. 또한 지상부에 시들음증상을 나타내지만 주된 원인은 뿌리썩음에 의한 경우로 병명을 '만삼 뿌리썩음병'이라고 명명할 것을 제안한다.

만삼은 수확까지 2~3년 정도 소요되는데, 상대적으로 토양전염성균인 *Pythium* sp.의 경우 일단 발병된 포장에서는 매년 그 피해가 우려된다. 본 병은 지하부 뿌리썩음병을 일으키고, 따라서 오랜 생육기간 중 외관상으로는 건전하나 생육이 상대적으로 불량하고 시들음 증상을 나타내는 개체는 지하부 뿌리의 건전 여부를 확인하여야 한다. 또한 *P. myriotylum*은 고온성 *Pythium* sp.로 여름철 고온기에 배수불량지에서는 세심한 관찰과 방제에 유의하여야 한다.

## 적 요

2000년 경기도 연천지역의 만삼(*Codonopsis pilosula*) 재배포장에서 시들음 증상을 나타내는 만삼의 뿌리로부터 *Pythium* sp.를 분리하였고, 다양한 균학적 특성을 조사한 결과 *Pythium myriotylum*으로 동정되었다. 병원성검정을 위하여 pot에 식재된 만삼의 뿌리에 분리 균을 접종한 결과 강한 병원성을 나타냈고, 포장에서 나타난 특징적인 증상과 유사한 뿌리썩음에 의한 시들음 증상을 나타냈다. 만삼에서 *P. myriotylum*에 의한 병은 아직 국내에 보고된 바 없어 *P. myriotylum*에 의한 만삼 뿌리썩음병을 최초로 보고한다.

## 참고문헌

- 김진원, 박은우. 1997. 우리나라 골프장 잔디에서 분리한 *Pythium* spp. 한국균학회지 25: 276-290.
- 김진원, 김성기, 박은우, 홍순성, 양장석. 1998. *Pythium spinosum* Sawada에 의한 꽃도라지 뿌리썩음병의 발생. 한국식물병리학회지 14: 103-108.
- 농림부. 2000. 특용작물 생산실적.
- 이순구. 1984. *Pythium* 및 他病原菌에 의한 人蔘 모잘락병의 病原學的 研究. 박사학위논문. 서울대학교. 47 p.
- 이정일, 제봉명. 1992. 약용식물의 이용과 신재배기술. Pp. 173-177. 선진문화사.
- 이종규, 최경자, 김병섭, 조광연. 1994. 식물병원 진균 균주의 살균중류수 저장법. 한국식물병리학회지 10: 144-147.
- 정봉조 등. 1977. 작물보호연구훈련강화사업기구 시험연구보고서 7: 8.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 436 p.
- 韓金聲. 1990. 中國藥用植物病害. Pp. 237-240. 吉林科學技術出版社.
- Kim, C. H., Yang, S. S. and Park, K. S. 1997. Pathogenicity and mycological characteristics of *Pythium myriotylum* causing rhizome rot of ginger. Kor. J. Plant Pathol. 13: 152-159.
- Lee, Y. H., Lee, E. K. and Kim, B. S. 1978. Studies on the identification of *Pythium* spp. and Sclerotial fungi isolated from rice plants in Korea (II). Kor. J. Mycol. 6: 19-24.
- Schmitthenner, A. F. 1980. *Pythium* species. Isolation, biology and identification. Pp. 33-36. In: Advances in Turfgrass Pathology. Larsen, P. O. and Joyner, B. G., eds. Harcourt Brace Jovanovich, Duluth, M. N. 197 p.
- Van der Plaats-Niterink, A. J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. Studies in Mycology No. 21, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Inst. R. Neth. Acad. Sci. Lett., Baarn, Netherlands. 242 p.
- Yu, Y. N. and Ma, G. Z. 1989. The genus *Pythium* in China. Mycosystema 2: 1-110.