

*Phytophthora nicotianae*와 *P. palmivora* var. *palmivora*에 의한 아주까리 역병김병수\* · 임양숙<sup>1</sup> · 김정훈경북대학교 농업생명과학대학 원예학과, <sup>1</sup>청도복숭아시험장Leaf Blight of Castor Bean Caused by *Phytophthora nicotianae* and *P. palmivora* var. *palmivora*Byung-Soo Kim\*, Yang-Sook Lim<sup>1</sup> and Jeong-Hoon Kim

Dept. of Horticulture, Kyungpook National Univ. Daegu 702-701, Korea

<sup>1</sup>Cheongdo Peach Exp. Sta., Cheongdo-gun, Gyeongbuk 714-851, Korea

(Received on April 7, 2004)

Two species of *Phytophthora* were isolated from a leaf blight disease found on castor bean plants growing at a residential area of Hwanggeum-dong in Daegu city. One species was producing conspicuously papillate, non-caducous, ovoid to obpyriform sporangia,  $31.2-58.5 \times 25.4-44.1 \mu\text{m}$  in range with an average of  $46.4 \pm 6.5 \times 35.9 \pm 4.7 \mu\text{m}$  on simple sympodial sporangiophores, was heterothallic with oogonia globose,  $22.5-35.0 \mu\text{m}$  with an average of  $30 \pm 3.3 \mu\text{m}$  in diameter, oospores plerotic,  $18.8-30.0 \mu\text{m}$  in range averaging  $25.4 \pm 2.8 \mu\text{m}$ , and with antheridia amphigynous. This species was identified as *P. nicotianae* Breda de Haan. The other species produced papillate, caducous, ovoid to ellipsoid sporangia with pedicel,  $21.5-54.6 \times 17.6-34.3 \mu\text{m}$  in range with an average of  $41.7 \pm 7.1 \times 28.4 \pm 4.0 \mu\text{m}$ , and was heterothallic with oogonia globose,  $21.3-26.8 \mu\text{m}$  with an average of  $23.0 \pm 1.6 \mu\text{m}$  in diameter, oospores plerotic,  $17.5-23.8 \mu\text{m}$  in range averaging  $20.2 \pm 1.8 \mu\text{m}$ , and with antheridia amphigynous. This species was identified as *P. palmivora* (Butler) Butler. Both species produced chlamydospores. Pathogenicity of the 2 species was confirmed by foliar inoculation of castor bean seedlings. Both species have been reported to infect castor bean plants in a few foreign countries but it is the first that a disease of castor bean plants caused by either or both of the species was found in Korea.

**Keywords :** *Phytophthora nicotianae*, *P. palmivora* var. *palmivora*, *Ricinus communis* L

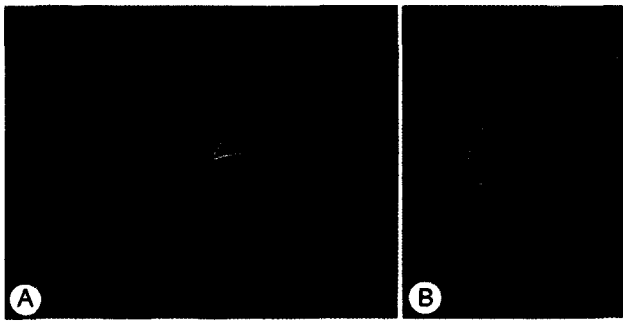
아주까리(피마자)는 열대원산의 다년생 식물이나 국내에서는 일년초로 취급되며, 농업적으로는 유료작물로 취급되고 있다. 근래 도시에서는 아주까리의 잎을 식용하기 위하여 주택 부근에 몇 포기씩 심는 경우가 많다. 1993년도부터 대구시 수성구 황금1동의 주택가에 심어놓은 아주까리 잎에 잎마름병이 발생한 것을 보고 병원균을 분리한 결과 일종의 *Phytophthora* 균이 분리되었다. 그 이후 같은 장소에서 매년 같은 병징의 병이 발생하는 것을 관찰하였다. 병징은 장상엽(掌狀葉)의 주연 혹은 끝에 수침상의 병반이 나타나 급속히 마르는 잎마름(葉枯, leaf blight)이었다(Fig. 1A, B). 2003년도에는 같은 장소의 다

른 식물체에서 서로 다른 종의 *Phytophthora* 균이 분리되었다. 그 하나는 처음 이 병을 발견하여 분리하였던 종으로서 유두돌기가 뚜렷하고(papillate) 환천배지 상에 유주자낭의 형성이 적고 물에 담글 경우 서양배 모양(obpyriform)의 비탈락성(noncaducous) 유주자낭을 형성하였으며, 다른 하나는 처음 보는 것으로 채소즙환천배지(V8 juice agar)에서 곧 바로 유주자낭을 풍부히 형성하며, 유두돌기가 뚜렷하고, 난형 내지 장란형(ovoid to ellipsoid)의 유주자낭에 탈락성(caducous)이며 기부에 자루(pedicel)가 붙어 있었다. 또한 태풍 '매미'가 지나간 다음에는 북구 산격3동에 있는 경북대학교 농장에 병원성 검정용으로 심어놓은 아주까리 잎에 황금1동에서와 같은 잎마름병이 발생하여 병원균을 분리한 결과 서양배 모양의 비탈락성 유주자낭을 형성하는 *Phytophthora* 균이 분리되었다. 세계적으로 아주까리에는 *Phytophthora nicotianae*와 *P. palmivora*

\*Corresponding author

Phone)+82-53-950-5729, Fax)+82-53-950-5722

E-mail)bskim@knu.ac.kr



**Fig. 1.** Symptoms of leaf blight of castor bean caused by *Phytophthora nicotianae*. A. Scorch along the inner margin of the lobes; B. Blight on a leaf tip.

에 의한 유묘 및 잎마름병이 보고되어 있다(Erwin and Ribeiro, 1996). 그러나 국내에는 아직까지 어느 것도 그 발생이 보고된 바가 없다(한국식물병리학회, 1998). 그래서 아주까리에서 분리된 2종의 *Phytophthora* 균의 균학적 특성과 병원성을 조사하였으며, 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

*P. nicotianae*로 보이는 균의 관찰에는 경북대 농장의 균주를 사용하였다. 병원균을 채소즙한천배지(V8 juice agar)에 배양하여 균총의 주연으로부터 균사를 잘라내어 증류수에 담가 25°C 부근의 실내에 두어 2-3일 후에 형성된 유주자낭과 후막포자를 관찰하였다. *P. palmivora*로 보이는 균의 관찰에는 대구시 황금1동에서 분리한 균주를 사용하였다. 배양균주를 채소즙배지에 치상하여 22-27°C 범위의 실온에서 12시간 형광등 조명 하에서 4-5일간 배양하여, 그 배지 위에 형성된 유주자낭을 관찰하였다. 유성

세대의 관찰은 농업과학기술원 병리과에서 분양받은 *P. nicotianae*와 *P. palmivora*의 A1, A2균주와 각각 대치 배양하여 약 1주일 후 유성기관의 형성을 확인하고 관찰하였다. 각 기관의 크기는 약 50개를 측정하여 평균치를 구하였다.

다음과 같은 방법으로 병원성을 검정하였다. 화분에 파종하여 본엽 3-4매 전개된 아주까리 묘의 잎에 채소즙한천배지에 배양한 2종 병원균의 균총을 약 1×1 cm 크기로 잘라 한 개씩 넣고 물을 살포하여 접종하였다. 균사조각 없이 물만 살포한 것을 대조구로 두었다. 접종한 식물은 플라스틱물통에 넣고 바닥에 소량의 물을 놓아 습실이 되도록 하였으며, 그 위에 다시 같은 크기의 플라스틱물통을 얹어 덮은 다음 25°C로 조정된 습실상(dew chamber)에서 48시간 동안 습실처리한 후 꺼내 온실에 두고 발병을 관찰하였다.

병원균 균사생육에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 채소즙한천배지에 배양한 2종 병원균의 균총을 직경 5 mm의 코르크천공기(cork borer)로 찍어내어 직경 8.5 mm의 PDA 평판배지에 옮겨 5°C부터 40°C까지 5°C 간격으로 8 단계로 설정한 항온기에 각 온도 3반복으로 배양하였다. 배양 개시 후 매일 균총의 직경을 조사하였으며 5일간 배양 후의 최종조사 자료를 결과로 제시하였다.

## 결과 및 고찰

아주까리에서 분리한 *Phytophthora* 2종의 균학적 특성은 Table 1과 같다. 경북대 농장에서 분리한 *P. nicotianae*로 보이는 균은 균사를 물에 담글 경우 곧 바로 유주자낭과 후막포자를 다수 형성하였다. 유주자낭은 단순 유주

**Table 1.** Characteristics of *Phytophthora nicotianae* and *P. palmivora* causing leaf blight on castor bean plants

Organ	<i>P. nicotianae</i> (KNU campus)	<i>P. palmivora</i> (Hwanggeum 1-dong)
Sporangium	Formed in water, Papillate, ovoid to obpyriform Noncaducous on simple or sympodial sporangiophores 31.2-58.5 × 25.4-44.1 μm in range, 46.4 ± 6.5 × 35.9 ± 4.7 μm in average. Papilla 4.8 ± 1.2 μm high l/b ratio: 1.11-1.52 (average 1.29)	Formed on V8 juice agar Papillate, ovoid to Caducous with pedicel 21.5-54.6 × 17.6-34.3 μm in range, 41.7 ± 7.1 × 28.4 ± 4.0 μm in average Papilla 3.7 ± 0.7 μm high Pedicel 3.4 ± 1.3 μm long l/b ratio: 1.22-1.75 (average 1.47)
Chlamydo-spore	Globose, 21.5-48.8 in range, averaging 32.3 ± 6.3 μm	Globose 27.3-44.9 μm in range, averaging 36.1 ± 4.3 μm
Oogonium	Globose, 22.5-35.0 μm with an average of 30 ± 3.3 μm in diameter	Globose, 21.3-26.8 μm with an average of 23.0 ± 1.6 μm in dia.
Oospore	Almost plerotic in oogonium, 18.8-30.0 μm in range, 25.4 ± 2.8 μm in average	Almost plerotic in oogonium, 17.5-23.8 μm in range, 20.2 ± 1.8 μm in average
Antheridium	Ovoid to cylindrical, amphigynous 14.4 ± 1.2 × 12.5 ± 1.4 μm	Cylindrical, lightly tapering to the base, amphigynous 14.3 ± 1.4 × 13.2 ± 1.1 μm

자낭경에 착생하였으며 후막포자도 유주자낭과 함께 착생하기도 하였다. 유주자낭과 후막포자에서는 다시 균사

가 분화되어 나오는 경우가 많았으며 유주자낭과 후막포자가 서로 변형되는 것으로 보였다(Fig. 2A-F). 유주자낭은 유두돌기가 뚜렷하고 기부는 둥글어 서양배 모양을 나타내었으며, 비탈락성으로 유주자낭으로부터 부속균사가 뻗어 나오는 경우가 많았다(Fig. 2C, D). 유주자낭은  $31.2-58.5 \times 25.4-44.1 \mu\text{m}$  범위에 평균  $46.4 \pm 6.5 \times 35.9 \pm 4.7 \mu\text{m}$ , 유두돌기는  $4.8 \pm 1.2 \mu\text{m}$  정도로 높고, 길이/폭 비율(*l/b* ratio)은 1.11-1.52 범위에 평균 1.29로서 *P. nicotianae*의 이미 알려진 크기(Erwin과 Ribeiro, 1996)와 대체로 일치하였다. 후막포자는 대체로 둥근 구형이었으며(Fig. 2E, F), 크기는  $21.5-48.8 \mu\text{m}$  범위에 평균  $32.3 \pm 6.3 \mu\text{m}$ 이었다. 장란기는 구형이었으며(Fig. 2G, H) 직경은 22.5-

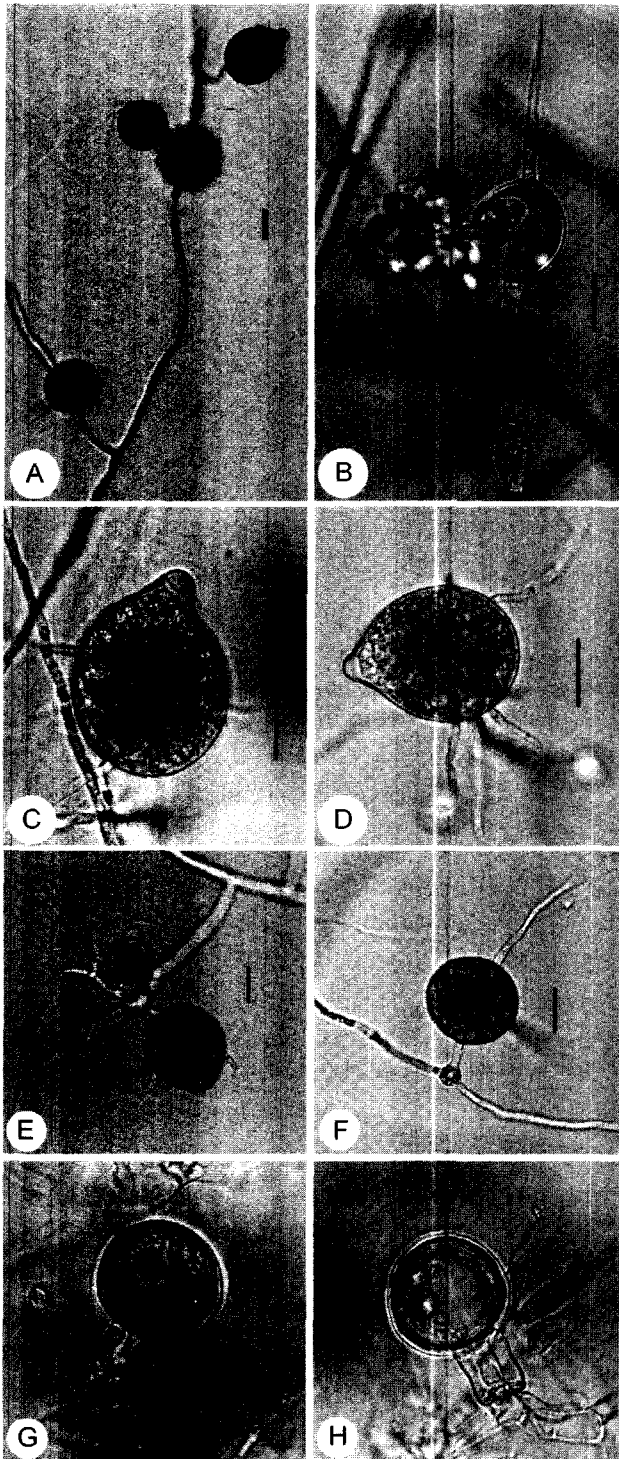


Fig. 2. *Phytophthora nicotianae* infecting castor bean plants. A. Sporangia and chlamydospores formed on simple sympodium; B. An intercalary sporangium releasing zoospores; C. D. Sporangia; E. F. Chlamydospores; G. H. Oogonia and antheridia. Bar = 20  $\mu\text{m}$ .

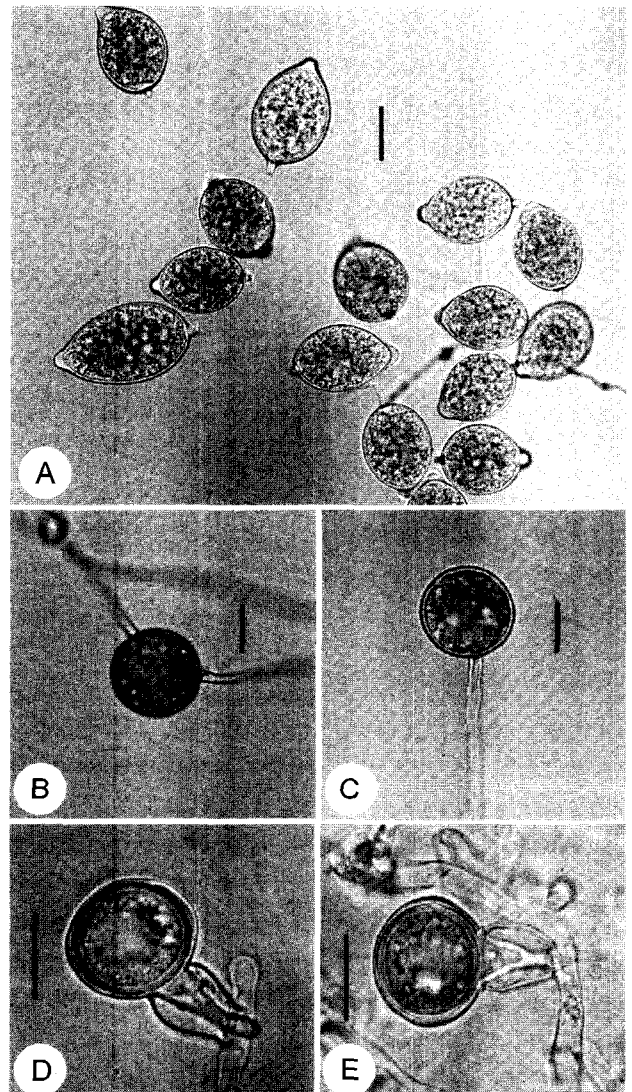


Fig. 3. *Phytophthora palmivora* infecting castor bean plants. A. Sporangia; B. C. Chlamydospores; D. E. Oogonia and antheridia. Bar = 20  $\mu\text{m}$ .

35.0  $\mu\text{m}$  범위에 평균  $30 \pm 3.3 \mu\text{m}$ 이었으며, 난포자는 대부분 장정기에 충만(plerotic)하였으며, 직경은 18.8-30.0  $\mu\text{m}$  범위에 평균은  $25.4 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 였다. 장정기는 장란기에 저착(amphigynous)하였으며 모양은 난형내지 원통형에 가까웠다. 크기는  $14.4 \pm 1.2 \times 12.5 \pm 1.4 \mu\text{m}$ 였다. 균사의 생육 적온은 25°C, 35°C에서 생육하였으며, 5°C와 40°C에서는 자라지 못하였다(Fig. 4). 이 병원균의 특성을 *Phytophthora* 속 균의 분류체계(Ho, 1981, 1992; Ho 등, 1995; Newhook 등, 1978; Stamps 등, 1990; Waterhouse, 1963, 1970)에 따라 분류하면 *P. nicotianae* Breda de Haan으로 동정되었다. 병원성 검정 실험에서는 접종 후 48시간, 즉 습실처리 종료시점에 이미 균사조각 주위에 수침상의 병반이 형성된 것을 관찰할 수 있었으며, 이후 계속 병징이 진전되어 자연 발병에서 관찰된 것과 비슷한 잎마름 증상을 나타내었다. *P. nicotianae*에 의한 아주까리 역병은 이미 미국, 아르헨티나, 일본, 타이완 등 많은 지역에서 그 발생이 보고되었다(Erwin과 Ribeiro 1996; Ho 등, 1995; Katsura, 1972). 그러나 국내에서는 아직 그 발생이 조사 보고된 적이 없다.

대구광역시 수성구 황금1동에서 분리되어 *P. palmivora*로 추정되었던 균주는 채소습찬천배지에 배양할 경우 곧바로 유주자낭을 풍부히 형성하였으며, 유주자낭이 많이 쌓이면서 회색을 띠게 되는 특징이 있었다. 유주자낭은 유두돌기가 뚜렷하고(Fig. 3A), 주로 난형 내지 장난형, 유주자낭경(sporangiophore)으로부터 탈락성(caducous)을 띠며, 유주자낭의 기부에 자루(pedicle)가 붙어 있었다. 유주자낭은  $21.5-54.6 \times 17.6-34.3 \mu\text{m}$  범위에 평균  $41.7 \pm 7.1 \times 28.4 \pm 4.0 \mu\text{m}$ 이었으며, 유두돌기의 높이는 평균  $3.7 \pm 0.7 \mu\text{m}$ 이었으며 자루의 길이는 평균  $3.4 \pm 1.3 \mu\text{m}$ 로 유주자낭의 길이/폭 비율(l/b ratio)은 1.22-1.74 범위에 평균 1.47이었다. 구형의 후막포자를 형성하였으며(Fig. 3B, C), 그 직경은 평균  $36.1 \pm 4.3 \mu\text{m}$ 이었다. 단독으로 유성기관을 형성하지 않았으나 A2균주와 대치배양한 경우 다수의 장란기와 장정기를 형성하였다(Fig. 3D, E). 장란기는 구형으로서 직경 21.3-26.8  $\mu\text{m}$  범위에 평균  $23.0 \pm 1.6 \mu\text{m}$ 이었으며, 난포자는 그 안에 충만하였고, 크기는 17.5-23.8  $\mu\text{m}$  범위에 평균  $20.2 \pm 1.8 \mu\text{m}$ 이었다. 장정기는 장란기에 저착하였으며 중간이 불룩하고 하단이 빠른 원통형이었다. 크기는 대체로  $14.3 \pm 1.4 \times 13.2 \pm 1.1 \mu\text{m}$  범위였다. 균사생육 최적온도는 30°C, 10°C 그리고 35°C 이상에서는 거의 자라지 않아(Fig. 4) *P. nicotianae*에 비해 최적온도는 높으나 생육 온도범위는 *P. nicotianae*보다 좁은 것으로 나타났다. 이는 이미 알려진 바와 같다(Erwin과 Ribeiro, 1996; Jee 등, 2000; Katsura, 1972). 균사조각 혹은 유주

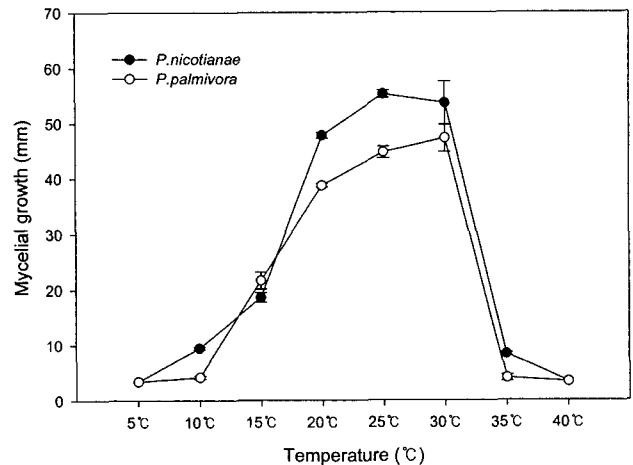


Fig. 4. Mycelial growth of *P. nicotianae* and *P. palmivora* infecting castor bean plants as influenced by temperature. Vertical bars indicate standard deviation.

자낭현탁액으로 접종할 경우 아주까리 잎에 강력하고 빠른 병원성을 나타내었다. 이상의 특성에 기초하여 이병원균을 *Phytophthora*속 균의 분류체계 (Ho, 1981, 1992; Ho 등, 1995; Newhook 등, 1978; Stamps 등, 1990; Waterhouse, 1963, 1970)에 따라 분류하면 *P. palmivora* Butler로 동정되었다. *P. palmivora*에 의한 아주까리 역병은 미국 하와이(Uchida와 Aragaki, 1988)와 인도(Erwin과 Ribeiro, 1996)에서 그 발생이 보고되었다. 그러나 국내에서는 아직까지 *P. palmivora*에 의한 역병이 보고된 바가 없다. *P. palmivora*는 원래 열대지역에서 파파야 등에 발생하여 피해를 주는 병원균으로 국내에서는 1997년에 아레카야자에서 최초로 그 발생이 보고되었으며(Jee 등, 1997), 이어서 심비디움(홍 등, 1998)과 대추(임 등, 2002)에서 발생이 보고되었다. 아주까리에서 *Phytophthora* spp.에 의한 잎마름병은 대구 이외의 다른 지역에서는 아직까지 관찰되지 않았는데, 이것은 아주까리가 재배되는 면적이 매우 적고 벌이 잘 드는 장소에 소수의 개체가 자라기 때문인 것으로 보인다. 대구시 황금1동 상습발생지의 경우 건물과 큰 나무 사이이어서 그늘 지는 시간이 많고, 비가 오면 높은 옹벽 위에서 물이 떨어지는 등 역병의 발생에 좋은 조건을 갖추고 있었다.

## 요 약

대구시 황금동 주택가에 자라는 아주까리에 발생한 역병(잎마름병)에서 2종의 *Phytophthora* 균이 분리되었다. 그 하나는 유두돌기가 뚜렷하고, 비탈락성이며, 난형 내지 서양 배 모양의 유주자낭을 형성하고, 그 크기는 31.2-

58.5×25.4-44.1 μm의 범위에 평균 46.4±6.5×35.9±4.7 μm, 이주성(Heterothallic)으로서 장란기는 둥글고, 직경 22.5-35.0 μm 범위에 평균 30±3.3 μm, 그 안의 난포자는 충만형이었으며, 직경 18.8-30.0 μm 범위에 평균 25.4±2.8 μm 이었다. 장정기는 장란기에 저작하였다. 이 종은 *Phytophthora nicotianae*로 동정되었다. 다른 하나의 종은 유두돌기가 뚜렷하고, 탈락성이며, 난형 내지 타원형, 기부에 자루가 붙어있는 유주자낭을 형성하였으며, 그 크기는 21.5-54.6×17.6-34.3 μm 범위에 41.7±7.1×28.4±4.0 μm, 이주성이었으며, 장란기는 구형, 직경 21.3-26.8 μm 범위에 평균 23.0±1.6 μm, 난포자는 충만형, 직경 17.5-23.8 μm 범위에 평균 20.2±1.8 μm, 장정기는 저작하였다. 이 종은 *P. palmivora* (Butler) Butler로 동정되었다. 2종 모두 후막포자를 형성하였다. 이들 2종 *Phytophthora* 균은 아주까리 유묘의 잎에 강한 병원성을 나타내었다. 이들 2종에 의한 아주까리 역병의 발생은 외국에서는 이미 보고되어 있으나 국내에서는 처음이다.

## 참고문헌

- Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 562pp.
- Ho, H. H. 1981. Synoptic keys to the species of *Phytophthora*. *Mycologia* 73: 705-714.
- Ho, H. H. 1992. Keys to the species of *Phytophthora* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull. (Taiwan)* 1: 104-109.
- Ho, H. H., Ann, F. J. and Chang, H. S. 1995. *The genus Phytophthora in Taiwan*. Institute of Botany, Academia Sinica. Monograph Series 15. 86pp.
- 홍순영, 지형진, 현승원. 1998. 제주도에서 처음으로 발생한 *Phytophthora palmivora*에 의한 심비디움 역병. *한식병지* 14: 725-728.
- Jee, H. J., Cho, W. D. and Kim, C. H. 2000. *Phytophthora diseases in Korea*. National Inst. Agr. Sci. Tech., RDA, Suwon, Korea. 105pp.
- Jee, H. J., Kim, W. K. and Cho, W. D. 1997. First report of *Phytophthora palmivora* isolated from Areca palm and soil in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 13: 438-441.
- Katsura, K. 1972. *Phytophthora diseases of plants, Theory and Practice*. Yokendo, Tokyo, Japan. 128pp.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록, 제3판. 436pp.
- 임양숙, 정기채, 김승한, 윤재탁. 2002. *Phytophthora nicotianae* 와 *P. palmivora*에 의한 대추 역병. *식물병연구* 8: 41-44.
- Newhook, F. J., Waterhouse, G. M. and Stamps, D. J. 1978. *Tabular key to the species of Phytophthora de Bary*. Mycol. Pap. 143. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, U.K. 20pp.
- Stamps, D. J., Waterhouse, G. M., Newhook, F. J. and Hall, G. S. 1990. *Revised tabular key to the species of Phytophthora*. Mycol. Pap. 162. Commonw. Agric. Bur. Int. Mycol. Inst. Kew, Surrey, U.K. 28pp.
- Uchida, J. Y. and Aragaki, M. 1988. Seedling blight of castor bean in Hawaii caused by *Phytophthora palmivora*. *Plant Dis.* 72: 994.
- Waterhouse, G. M. 1963. *Key to the species of Phytophthora de Bary*. Mycol. Pap. 92. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, U.K. 22pp.
- Waterhouse, G. M. 1970. *The genus Phytophthora de Bary*. Mycol. Pap. 122. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, U.K. 104pp.