

## 박과류 검은점뿌리썩음병의 발생분포 및 분리병원균의 병원성

허노열\* · 류경열<sup>1</sup> · 현익화 · 권진혁<sup>2</sup>

국립식물검역소, <sup>1</sup>고령지농업시험장, <sup>2</sup>경상남도농업기술원

### Occurrence and Distribution of *Monosporascus* Root Rot and Pathogenicity of *Monosporascus cannonballus* on Cucurbitaceae Plants

Noh-Youl Heo\*, Kyung-Youl Ryu<sup>1</sup>, Ik-Hwa Hyun and Jin-Hyeuk Kwon<sup>2</sup>

National Plant Quarantine Service, Anyang 430-016, Korea

<sup>1</sup>Alpine Agricultural Experiment Station, Pyungchang 232-950, Korea

<sup>2</sup>Kyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Chinju 660-370, Korea

(Received on February 15, 2001)

Root rot of Cucurbitaceae plants, caused by *Monosporascus cannonballus*, is one of the recently described diseases in Korea. The distribution and pathogenicity of *M. cannonballus* were examined by field and *in vitro* experiments. Root rot caused by *M. cannonballus* occurred on melon, oriental melon, watermelon and cucumber plants. In two years of disease survey, the disease occurred at 10 and 32 fields in 1997 and 1998, respectively, which were located at Kimhae, Chinju, and Namhae in Gyeongnam province, at Kwangyang in Chonnam province, at Kwangju city, and at Yeosu and Ichon in Gyeonggi province. The disease progress in a melon field at Namhae was not observed until the middle stage of plant growth, but rapidly increased at the fruit maturing stage, resulting in more than 50% yield loss. Isolation rate of *M. cannonballus* was 36.7% from wilted hosts. *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani* were also frequently isolated. *In vitro* test, seedlings wilted after 7-14 days of inoculation, and perithecia were formed in infected roots 21 days later. Two cucumber cultivars, Baekbong and Eunhwa, were resistant to the disease.

**Keywords :** Cucurbitaceae plant, *Monosporascus cannonballus*, root rot, distribution, pathogenicity

## 서 론

우리 나라의 박과류 채소 재배는 주로 시설재배에 의존하고 있는데 시설재배의 특성상 연작재배가 불가피한 실정이다. 시설재배지에서 주로 피해를 주는 토양전염병으로는 덩굴썩김병, 덩굴마름병 및 역병이 알려져 있으나, 최근 미국 등 여러나라에서는 검은점뿌리썩음병이 문제가 되고 있다. 토양전염성병의 일종인 검은점뿌리썩음병은 1970년 미국에서 처음 발견된 후 범세계적으로 박과작물에서 폭넓게 발생하고 있으며, 특히 멜론과 수박 재배지역에 심각한 피해를 주고 있다. 미국의 경우 이 병에 의한 손실은 해에 따라 다르지만 약 10~25%이고 포장에 따라서는 100%의 손실을 입는 경우도 있다고 한다 (Martyn and Miller, 1996). 그리고 이러한 손실은 스페인

남부(Lobo-Ruano, 1991)와 이스라엘(Reuveni and Krikun, 1983)에서도 비슷한 것으로 보고되었다. Aegerter 등(2000)은 온실에서 재배한 멜론(cantaloupe계)의 경우 이 병의 감염에 의해 건물중이 39% 감소된다고 보고하였다. 국내에서는 박 등이 1994년 참박에서 처음 보고했지만 이 병의 중요성은 크게 부각되지 않았으나, 최근에 남부지방 박과작물(멜론, 수박, 참외, 애호박) 시설재배 단지에서 많이 발생되고 있음이 확인되었고 발생지역도 점차 확대되고 있는 실정이다(조 등, 1997; 홍 등, 1998). 병 발생 수박재배 하우스에서는 포장에 따라 차이는 있었지만 30~50%의 수량감수가 예상되는 것이 보통이었고, 극심한 경우는 수확이 이루어지지 않은 상태로 덩굴이 완전히 말라 죽어버리고 미숙과만 남기도 하였다. 농가에 따라서는 이 병으로 인해 5%의 과실 수확에 그친 예도 있다(김, 1999). 이 병원균은 토양중 생존기간이 길고 고온성균이므로, 국내 박과작물 주산지에서 시설내 고온조건에서 연작으로 재배되고 있는 현실을 감안할 때, 박과작물에서 심각한

\*Corresponding author

Phone) +82-31-448-3489, Fax) +82-31-447-0525

E-mail) nyheo@maf.go.kr

병으로 등장할 것으로 보여 그 대책 마련이 시급하다고 하겠다.

이 병에 관한 연구결과는 발생보고를 제외하고는 진단 법이나 방제대책에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 특히 이 병은 최근에 보고됨에 따라 초기에는 연작장해나 역병인 것으로 생각했었고 확실한 진단없이 대책을 세우지 못해 그 피해가 심각하였다. 따라서 본 연구는 국내에서 발생하고 있는 검은점뿌리썩음병의 지역적인 분포 및 발생소장을 조사하고, 박과작물에 대한 병원성을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

**분포조사.** 전국의 박과작물 재배주산지를 대상으로 1997년과 1998년 2개년에 걸쳐 검은점뿌리썩음병의 발생 분포를 조사하였다. 조사지역의 선정은 진주, 남해, 광양의 멜론재배단지, 김해와 성주의 참외재배단지, 고창과 광주, 영동의 수박재배단지, 구례와 아산의 오이재배단지, 제주의 수박과 참외 재배단지를 중심으로 전국적으로 박과작물 재배주산지가 포함되도록 하였으며, 기타 경기 여주와 이천, 충남 연기 소재 종묘사의 박과류 재배포장도 조사에 포함시켰다. 조사는 연중 실시하였고, 검은점뿌리썩음병의 발병특성이 생육후기인 과실성숙기에 집중적으로 나타나는 점을 감안하여 재배단지별로 재배작물의 수확기에 집중적으로 조사가 되도록 일정을 조정하였다.

**발생소장 조사.** 검은점뿌리썩음병의 시기별 발생소장은 경남 남해군 설천면 고사리의 멜론 시설재배 포장에서 1997년에서 1998년에 걸쳐 2년간 생육초기인 3월 21일부터 수확기까지 순별로 이병주율을 조사하였다. 재배 품종은 '시장소로'이었고, 파종은 2월초에 정식은 3월초에 하였으며, 1997년의 재식시기는 1998년에 비해 보름 정도 빨랐다. 하우스의 형태는 1-2W형 3연동 PE하우스로 폭은 21.6 m이었고 길이는 66 m이었다.

**병원균의 분리.** 병원균의 분리는 박과작물 재배포장에서 수확을 앞둔 식물체의 지체부가 갈변되고 지상부가 말라죽는 병징을 나타내는 식물체의 뿌리에서 기주별로 분리하였다. 병원균의 순수분리를 위하여 수집된 병든 뿌

리조직을 3~5 mm 크기로 자른 다음 0.1% 차아염소산나트륨에 표면살균하여 물한천배지 위에 치상하였다. 28°C 조건에서 3일간 배양하여 자란 균사선단을 무균적으로 물한천배지와 함께 잘라 감자한천배지(PDA)로 옮겨 배양한 후 시험에 공시하였다. 또한 이병된 줄기와 뿌리로부터 직접 병원균을 분리하기 위하여 시료를 10 cm 크기로 잘라 20×15×10 cm 크기의 플라스틱통에 넣고 28°C 조건에서 2~3일간 습실처리하였다. 이때 이병시료에 형성된 자낭각과 자낭포자를 분리하여 PDA 사면배지에 옮겨 병원균을 분리하였다.

**병원성 검정.** 병원성 검정을 위해 분리한 병원균을 PDA배지에서 28°C 조건에서 30일간 배양한 후, 배지상에 형성된 자낭각을 회수하여 유발로 가볍게 부수고, 자낭포자를 증류수 1 ml당 1,000개 수준으로 조절하여 접종원으로 사용하였다. 유묘의 병원성 검정을 위해 오이, 참외 및 수박을 각 5품종씩 공시하였고, 물한천 시험관법에 따라 1% 물한천이 25 ml씩 들어있는 30×120 mm의 시험관에 종자 1개씩을 넣고(각 품종당 6주) 25°C 항온기에서 배양하였다. 그리고 파종한 종자가 발아하여 5 cm 크기로 자란 유묘에 병원균을 접종하고 25°C 접종상에서 배양하면서 병 발생 및 뿌리에 형성된 자낭각을 확인하였다.

## 결과 및 고찰

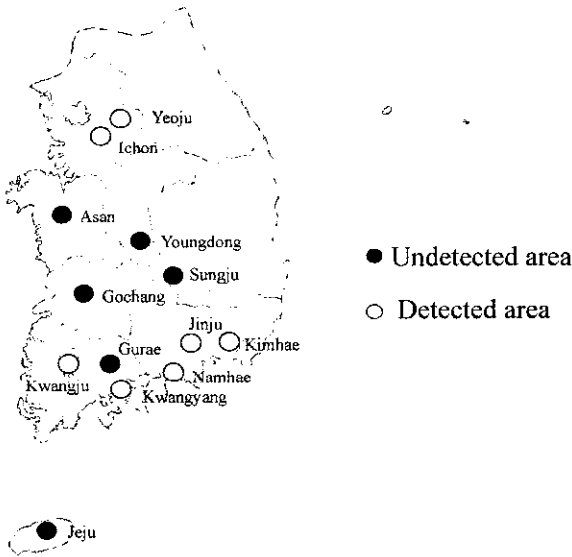
**지역별 검은점뿌리썩음병 발생분포조사.** 박과류 재배주산지에서 기주별로 검은점뿌리썩음병의 발생율을 조사한 결과, 조사지역과 포장에 따라 상대적이기는 하나 발생빈도는 멜론과 수박 재배포장에서 높았고 발생포장에서의 감염율은 오이와 참외 재배포장에서 높았던 반면, 호박 재배포장에서는 병징을 관찰할 수 없었다(Table 1). 지금까지 보고된 *M. cannonballus*의 기주로는 멜론, 수박, 수박 대목용 박, 동과(冬瓜), 오이, 참외, 호박(植松 등, 1985, 1991; 植松·赤山, 1987; Mertely *et al.*, 1991; Cohen *et al.*, 1995) 등이고, 국내에서도 참박과 멜론, 수박, 참외, 호박 등에 발생한다는 보고가 있음을 미루어 볼 때 (박 등, 1994; 조 등, 1997; 홍 등, 1998), 이미 이 균은 국내의 주요 박과작물을 침해하고 있는 것으로 추정된

**Table 1.** Occurrence of root rot caused by *Monosporascus cannonballus* on various Cucurbitaceae plants in Korea

Host	No. of fields surveyed	No. of diseased fields	% of diseased fields	Infection rate (%)
Oriental melon	49	10	20.4	2-90
Watermelon	16	8	50.0	5-50
Cucumber	23	4	17.4	60-90
Melon	16	10	62.5	5-70
Pumpkin	3	0	0	0

**Table 2.** Occurrence of root rot of Cucurbitaceae plants caused by *Monosporascus cannonballus* in different provinces of Korea

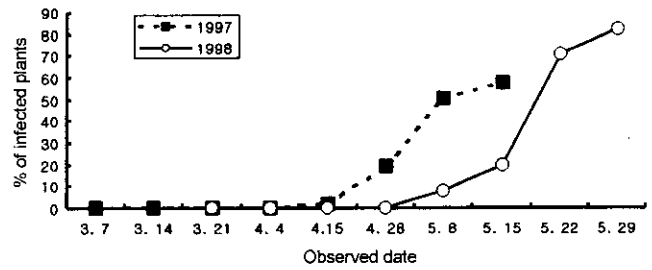
Province	No. of fields surveyed		No. of diseased fields	
	1997	1998	1997	1998
Kyeonggi	14	13	1	8
Chungbuk	6	12	-	-
Chungnam	-	19	-	-
Chonbuk	20	6	-	-
Chonnam	40	14	1	8
Kyeongbuk	90	18	-	-
Kyeongnam	28	38	8	16
Jeju	-	9	-	-
Total	198	129	10	32



**Fig. 1.** Distribution map of root rot disease in Cucurbitaceae plants caused by *Monosporascus cannonballus*.

다. 금번 조사에서 호박에서의 발생을 관찰할 수 없었던 것은 조사포장의 수가 적어 병원균이 오염되지 않은 포장에 조사되었거나, 호박보다 멜론과 수박의 병징이 심하다는 Aegerter 등(2000)의 보고와 같이 저항성품종이 재배되었던 탓으로 추정되나 금후 정밀한 재조사가 요망된다.

전국의 박과류 재배지역별로 검은점뿌리썩음병의 발생을 조사한 결과, 1997년에는 198개 조사포장 중 10포장, 1998년에는 129포장 중 32포장에서 발생이 확인되어 병진전이 점차 확대되고 있음을 알 수 있었다(Table 2). 지역적인 병발생 분포를 분석해 보면 주로 경남과 전남지방의 시설하우스 재배지역에서 많이 발생하였는데(Fig. 1), 이는 이 병의 병원균인 *M. cannonballus*가 주로 고온에서 잘 생육하는 특성과 관련이 있는 것 같다(박 등, 1994). 주 발생지역은 김해의 참외재배 주산지과 광양과 남해, 진주지역의 멜론재배지역, 광주의 수박재배지역이었으며,



**Fig. 2.** Seasonal disease progress of *Monosporascus* root rot on melon at Namhae in Korea.

기타 여주와 이천 소재 종묘사 박과작물 재배포장에서도 발생하고 있었다. 이 병이 처음 발견되었던 조치원 소재 종묘사에서는 이 병의 발생이 확산됨에 따라 박과류의 재배를 하지 않고 있어 조사할 수 없었다. 또한 성주의 참외주산지와 구례의 오이주산지, 고창과 영동의 수박주산지와 제주에서는 아직까지는 발생을 확인할 수 없었다.

이 병의 피해가 수확기에 치명적으로 나타나며, 금번 조사에서 확인된 지역 외에도 정읍의 참외와 수박 재배지와 광주의 애호박 재배지에서도 조사된 바 있고(홍 등, 1998), 발생이 점차 확대되고 있는 실정을 감안할 때(Table 2), 금후 이 병에 대한 발생분포의 변화양상을 정밀히 조사하면서 경계를 늦추지 말아야 할 것으로 생각된다.

검은점뿌리썩음병 발생소장 조사. 1996년도에 검은점뿌리썩음병의 발생이 확인되었던 경남 남해군 설천면의 멜론 재배포장에서 발생소장을 조사한 결과(Fig. 2), 1997년과 1998년 모두 생육중기까지는 발병을 관찰할 수 없었고, 과실 성숙기인 4월 중순(1997년)에서 5월 상순(1998년)에 처음 병징을 관찰하였다. 개체 발병율은 초기에는 완만히 진전하다가 수확기에 급격히 증가하여 50% 이상의 식물체 덩굴이 시들어 고사하였는데, 이는 이 병의 영어 일반명인 vine decline이나 sudden wilt(Martyn and Miller, 1996; Cohen *et al.*, 1995)와 잘 일치하는 전형적인 병세의 진전을 보였다. 1998년에 비해 1997년의 발생 시기가 전반적으로 이른 것은 재식시기가 보름정도 빨랐기 때문으로 생각된다. 또한 1998년이 1997년에 비해 발병율이 높은 것은 연작에 의해 토양내 병원균의 밀도가 증가하였고, 과실 성숙기이후의 온도가 1997년(4월 중순)에 비해 1998년(5월 초순)이 높았기 때문으로 추정된다(Fig. 3).

병원균의 분리빈도. 박과류의 생육후기인 과실성숙기에 감작스런 시들음 증상을 나타내는 식물체의 뿌리에서 관련균을 분리한 결과(Table 3), 검은점뿌리썩음병의 병원균인 *M. cannonballus*의 분리비율은 36.7%이었으며, 이외에도 토양전염성병원균인 *Fusarium oxysporum*(34.3%)과

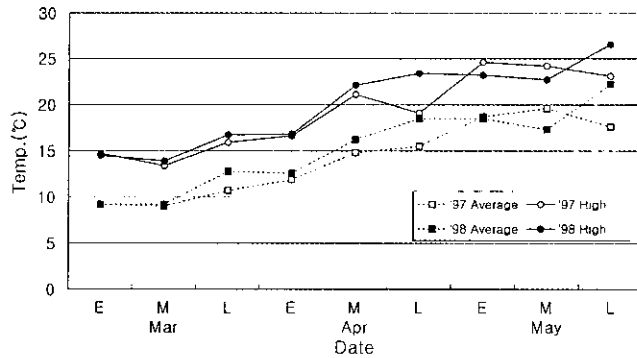


Fig. 3. Temperature changes at Namhae in 1997 and 1998 during the growing season of melon plants; E: early, M: mid, L: late.

Table 3. Fungi isolated from Cucurbitaceae plants showing symptoms of root rot at the maturing stage in different localities

Location	Isolation rate(%) <sup>a</sup>		
	<i>Monosporascus cannonballus</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
Kwangyang	30	50	15
Namhae	20	35	20
Chinju	25	26	13
Kimhae	25	40	20
Ichon	70	20	16
Yeoju	50	35	10
Average	36.7	34.3	15.7

<sup>a</sup> Isolation rate = No. of plants with fungal isolates/No. of total plants examined

*Rhizoctonia solani*(15.7%)도 높은 비율로 분리되었고 이들 균에 복합 감염된 경우도 상당 수 있었다. Troutman과 Matejka(1970)는 멜론(cantaloupe계)의 뿌리썩음병은 *R. solani*와 *Verticillium albo-atrum* 및 unidentified fungus(나중에 *M. cannonballus*로 동정됨)에 의해 발생한다고 하였다. 또한 Champaco 등(1988)은 미국 텍사스주에서 재배되고 있는 머스크멜론에서 덩굴의 생육이 부진함을 보고하였으나 병원을 밝히지는 못했다. 이병부위에서 많이 분리되는 *F. solani* f. sp. *cucurbitae*와 *F. oxysporum* f. sp. *melonis*의 접종시험 결과 똑같은 증상을 재현시키지는 못하였지만 Mertely 등(1991)에 의해 *M. cannonballus*가 이 병의 병원 균임을 밝힌 바 있다. Aegerter 등(2000)은 root rot와 vine decline 증상을 보이는 멜론 병징에서 관련균을 분리한 결과, *M. cannonballus*외에 *Acremonium cucurbitacearum*, *Rhizopycnis vagum*, *F. solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Pythium* spp., *Verticillium dahliae*, *R. solani* 등이 분리되었다고 하였다. 국내의 시들음 증상을 보이는 박과작물에서도 *F. oxysporum*이나 *R. solani*와 같은 토양전염성 병원균이 높은 비율로 분리되고 복합감염도 있는 것으로 미루어

Table 4. Pathogenicity of *Monosporascus cannonballus* to various cultivars of three Cucurbitaceae plants by water agar tube test

Host	Cultivar	No. of wilted plants/ No. of inoculated plants			
		7 DAI <sup>a</sup>	14 DAI	21 DAI	28 DAI
Cucumber	Baekbong	0/6	0/6	0/6	0/6
	Eunhwa	0/6	0/6	0/6	0/6
	Chungjang	0/6	2/6	4/6	4/6
	Jinju	2/6	4/6	4/6	4/6
	Jangbaek	1/6	4/6	4/6	6/6
Oriental melon	Gumbora	0/6	2/6	2/6	2/6
	Gumssaragi	0/6	4/6	4/6	4/6
	Hwangjini	1/6	4/6	5/6	6/6
	Hwangtaeja	2/6	5/6	6/6	6/6
	Eunchun	2/6	6/6	6/6	6/6
Watermelon	Daesang	0/6	2/6	3/6	4/6
	Gamro	0/6	3/6	4/6	5/6
	Boksubak	0/6	3/6	4/6	6/6
	Danbee	0/6	1/6	6/6	6/6
	Dalgona	2/6	6/6	6/6	6/6

<sup>a</sup> DAI: days after inoculation.

보아, 이들 균에 의해 토양서식균인 *M. cannonballus*의 발병이 조장되거나 심화될 수 있는 가능성이 있겠으나 확실한 근거가 없으므로 금후 구명하여야 할 과제중의 하나라 생각된다.

분리균의 병원성. 오이, 참외 및 수박 각 5품종의 유묘에 분리병원균을 접종하고 *in vitro*에서 병원성을 검정한 결과, 접종 후 7~14일 사이에 시들음 증상을 보였고, 21일 후에는 뿌리에 자낭각이 형성되었으며, 4주 후에는 대부분의 품종이 100% 고사하였다(Table 4). 그러나 일부 품종은 병저항성을 나타내어 오이 품종 중에서 백봉과 은화는 전혀 발병하지 않았고, 참외 품종 중 금보라의 발병률이 상대적으로 낮아서 육종재료로서의 이용 가능성을 보였다. 병을 방제함에 있어서 저항성품종을 이용할 수 있다면 무엇보다도 경제적인 수단이 될 것이다. 품종저항성에 관한 연구로는 Mertely 등(1993)이 수박 품종균이나 cantaloupe계 멜론보다 honeydew계 멜론이 저항성을 나타낸다고 보고한 바 있다. 이외에도 다수의 연구자가 저항성 품종이나 육성계통을 선발하는데 관심을 보였다(Cohen et al., 1995; Stanghellini et al., 1995; Wolff and Miller, 1998). 국내에서는 홍 등(1996)이 본 연구와는 공시품종이 상이하나 오이 은광백다다기 등 15품종과 참박 FR-하모니 등 2품종을 저항성품종으로 선발한 바 있다. 금후 이 병의 분포가 점차 확산되고 피해가 증대되고 있는 점을 감안할 때 저항성원의 탐색과 저항성품종 육성 등의 적극적인 대책이 마련되어야 할 것이다.

요 약

최근 박과류 재배 주산단지에서 발생이 증가하고 있는 검은점뿌리썩음병의 방제에 필요한 기초자료를 얻기 위해서 지역적인 발생분포와 발생소장을 조사하고 병원성을 검정하였다. *Monosporascus cannonballus*에 의한 검은점뿌리썩음병은 멜론, 참외, 수박 및 오이에서 발생하였으며, 발생포장 수는 '97년 10개 포장에서 '98년 32개 포장으로 확대되었고, 발생지역은 김해, 진주, 남해, 광양, 광주, 여주, 이천 등이었다. 경남 남해 멜론 재배포장에서 발생소장을 조사한 결과, 생육중기까지는 발병을 관찰할 수 없었으나, 과실 성숙기에 급격히 발병이 증가하여 50% 이상의 식물체 덩굴이 시들어 고사하였다. 시들음 증상을 나타내는 기주에서 *M. cannonballus*의 분리비율은 36.7% 이었고, *Fusarium oxysporum*과 *Rhizoctonia solani*도 높은 비율로 분리되었다. 물한천 시험관법에 의한 박과류 유묘에 대한 병원성은 접종후 7~14일 사이에 대부분의 식물체가 시들고 21일 후에는 뿌리에 자낭각이 형성되었다. 특히 오이품종 중에서 백봉과 은화는 저항성 반응을 나타내었다.

참고문헌

Aegerter, B. J., Gordon, T. R. and Davis, R. M. 2000. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and vine decline in California. *Plant Dis.* 84: 224-230.

Champaco, E. R., Martyn, R. D. and Barnes, L. W. 1988. Root rot, a new disease of muskmelon in South Texas. *Phytopathology* 78: 626 (Abstr.).

Cohen, R., Schreiber, S. and Nelson, H. 1995. Response of melon breeding lines to powdery mildew, downy mildew, Fusarium wilt, and sudden wilt. *Plant Dis.* 79: 616-619.

홍정래, 권미경, 조백호, 김기청. 1998. 수박 검은점뿌리썩음병 (*Monosporascus cannonballus*)의 기주범위와 발병환경의 조사. 1998년도 한국식물병리학회 임시총회 및 학술발표회 요지집 p. 184-185.

홍연규, 조재민, 신동범, 김희태. 1996. 박과작물의 저항성 대목 선발 및 screening 방법 개발. 영남농시 시험연구보고서, pp. 825-827.

조동진, 강수용, 권진혁, 김희규. 1997. 경상남도 주요 재배작물의 병해종류 조사. 농작물병해충조사사업보고서, pp. 203-206.

김기청. 1999. 박과작물병의 진단과 방제이론. 전남대학교출판부, 광주. 702pp.

Lobo-Ruano, M. 1991. Severe diseases of melons and watermelons. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas (Spain)* 17: 133-163.

Martyn, R. D. and Miller, M. E. 1996. *Monosporascus* root rot and vine decline: An emerging disease of melons worldwide. *Plant Dis.* 80: 716-725.

Mertely, J. C., Martyn, R. D., Miller, M. E. and Bruton, B. D. 1991. Role of *Monosporascus cannonballus* and other fungi in a root rot/vine decline disease of muskmelon. *Plant Dis.* 75: 1133-1137.

Mertely, J. C., Martyn, R. D., Miller, M. E. and Burton, B. D. 1993. An expanded host range for the muskmelon pathogen *Monosporascus cannonballus*. *Plant Dis.* 77: 667-673.

박경석, 남상현, 김충희. 1994. 수박 대목용 참박에 발생 한 *Monosporascus cannonballus*에 의한 검은점뿌리썩음병(黑点根腐病). *한식병지* 10: 175-180.

Reuveni, F. G. and Krikun, J. 1983. The occurrence and distribution of *Monosporascus eutypoides* under arid zone conditions in Israel. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 72: 354-356.

Troutman, J. L. and Matejka, J. C. 1970. Three fungi associated with cantaloupe roots in Arizona. *Phytopathology* 60: 1317 (Abstr.).

植松清次, 赤山喜一郎. 1987. 멜론黑点根腐病菌의 멜론類およびその他ウリ科作物への寄生性(講要). *日植病報* 53: 382.

植松清次, 廣田耕作, 白石俊昌, 大泉利勝, 赤山喜一郎. 1991. 유가오台スイカに發生した *Monosporascus cannonballus*による黑点根腐病(新稱)(講要). *日植病報* 57: 128-129.

植松清次, 小野木静夫, 渡邊恒雄. 1985. *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker의 멜론에對する病原性と 멜론黑点根腐病. *日植病報* 51: 272-276.

Wolff, D. W. and Miller, M. E. 1998. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. *HortScience* 33: 287-290.