

*Didymella bryoniae*에 의한 오이 속썩음의 발생상황 및 발병조건

이상엽* · 황순진 · 이상범¹ · 김용기

농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹농촌진흥청 연구개발국 연구정책과

Occurrence and Its Condition of Internal Fruit Rot Caused by *Didymella bryoniae* in Cucumber

Sang-Yeob Lee*, Soon Jin Hwang, Sang-Bum Lee¹ and Yong-ki Kim

Division of Plant Pathology, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Research Policy Planning Division, Research Management Bureau, Rural Development Administration,
Suwon 441-707, Korea

(Received on May 3, 2004)

Internal fruit rot of cucumber was observed in several locations in Korea. Incidence of the disease reached up to 21.5% and averaged 4.2% in the fields surveyed. The disease started at blossom ends of cucumber fruits. Internal tissues of infected fruit tips showed brown discoloration over 2 cm in length and 2 mm in diameter. Subsequently, the brown discoloration was extended into the carpels, and the surface of the infected fruit tips was rugged. Fungal isolates from the internal tissues of diseased fruits were identified as *Didymella bryoniae* based on mycological characteristics. Temperature for mycelial growth of isolates ranged 5~32°C with optimal temperature between 26~28°C. Similar symptoms were developed in the internal part of the cucumber fruit when conidial suspensions of the isolates were inoculated to the flower of cucumber. Furthermore, *Didymella bryoniae* isolates from other plant parts of cucumber, watermelon, oriental melon, melon and pumpkin also showed the similar symptoms in the internal part of cucumber fruits by inoculation tests. Temperature range for occurrence of internal fruit rot of cucumber was 10~32°C with optimal temperature of 25~28°C.

Keywords : Cucumber, *Didymella bryoniae*, Internal fruit rot

*Didymella bryoniae*에 의한 병은 오이, 멜론, 수박, 호박 및 참외에 발생하는 것으로 보고되었다(한국식물병리학회, 1998). 박과채소작물에서는 종자, 떡잎, 줄기, 잎, 잎자루와 참외과일에 발생하여 피해를 주고 있다. 또한 오이뿌리에서 발생은 1984년 덴마크에서 보고되었다(Kirsten Thingard, 1987). 오이 속썩음(internal fruit rot)은 일본에서 1967년 Kagiwata(1970), 네덜란드에서 1967년 Sweep와 Govers, 영국에서 1968년 Sitterly, 폴란드에서 1984년 Leski가 발생을 보고하였다(Van Steekelenburg, 1986). 그러나 우리나라에서 오이의 *D. bryoniae*에 의한 속썩음병

의 발생조건에 대하여 보고된 바 없다.

본 연구에서는 아직까지 우리나라에서 보고되지 않은 오이 속썩음에 대한 병원균의 동정, 발병상황, 병원성 검정 및 발병조건에 대한 실험결과를 보고한다.

재료 및 방법

병발생 조사. 2000년 춘천, 대전, 구례, 순천과 광양의 오이재배단지에서 오이의 화기쪽부분이 울퉁불퉁해지는 증상이 나타났다. 오이 과일을 세로로 절단하여 관찰한 결과, 오이 과일의 내부가 황갈색으로 변색되어 있다. 이와 같은 증상을 나타내는 오이의 발생농가수와 이병율을 조사하였다.

병원균 분리. 오이 속썩음을 나타내는 오이를 멸균된

*Corresponding author
Phone)+82-31-290-0425, Fax)+82-31-290-0406
E-mail)lsy1111@rda.go.kr

칼로 횡으로 잘라서 황갈색으로 변색된 부분을 떼어내어 물한천배지에 치상하였다. 25°C 항온기에서 7일간 배양 후 형성된 병자각에서 방출되는 포자를 멸균수에 희석한 후 백금이로 감자덱스트리한천배지(PDA)에 도말하여 25°C 항온기에서 3일간 배양 후 단포자 분리를 하였다. 단포자 분리된 균주들은 PDA사면배지에 배양하여 4°C 항온기에 보관하면서 실험에 사용하였다.

병원균 동정. 오이 속썩음에서 분리한 균의 형태학적 특성을 조사하기 위하여 완전세대는 자낭각, 자낭과 자낭포자 그리고 불완전세대는 병자각과 병포자를 광학현미경으로 각각 100개씩 크기와 형태적 특징을 조사하였다. 분리균의 특성은 Punithalingam와 Holliday(1972)의 방법에 따라서 동정하였다.

배양적 특성 조사. 오이 속썩음에서 분리한 CI00017 균주와 수박덩굴마름병에서 분리한 WM98159균주의 배양온도에 대한 균사생장을 비교하기 위해 25°C에서 PDA 배지에 5일간 배양한 균총의 선단부분을 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내어 PDA배지에 치상한 다음 5, 10, 15, 20, 24, 28, 30, 32°C로 조절된 항온기에서 7일간 배양 후 균사생장을 조사하였다.

실험균주. 박과채소의 덩굴마름병에서 분리한 균주와 오이 속썩음에서 분리한 균주의 오이 속썩음을 일으키는지를 알아보기 위하여 시험에 사용한 균주들은 오이줄기(CM99012), 수박잎(WM98125), 참외줄기(OM98019), 멜론줄기(ME97132), 호박잎(PK98013)에서 분리한 덩굴마름병의 균주와 오이 속썩음에 분리한 균주(CI00017)를 사용하였다.

포자현탁액 조제. 균주들의 포자형성은 Carol과 Randall(1991)과 Walter(1973) 방법을 개량하였다. PDA배지를 이용하여 20W NUV가 12시간씩 명암이 교대로 조사되는 25°C 항온기에서 배양 10일 후에 병자각이 형성된 페트리디쉬에 멸균수를 넣어서 수거한 후, 헤마사이트메터를 이용하여 각각 균주의 포자현탁액($1 \times 10^6/m$)을 제조하였다.

병원성 검정. 오이는 직경 25 cm 포트에 발효과 돈분 퇴비를 섞은 상토를 이용하여 온실에서 18엽기로 생육한 온성백다다기오이를 사용하였다. 균접종은 오이의 꽃에 포자현탁액을 침지점종하여 비닐봉지로 덮어서 습도를 유지면서 처리 2주 후 형성된 오이를 잘라서 병발생을 확인하였고, 갈변부위에서 균을 재분리하였다

발병온도 조사. 오이 속썩음의 발생에 미치는 온도의 영향을 구명하기 위하여 CI00017균주의 포자현탁액($1 \times 10^6/m$)을 채취한 어린 오이의 꽃에 $10 \mu l$ 씩 점접종한 후, 습실처리한 밀폐된 플라스틱상자에 담아서 10, 15, 20, 24, 28, 30, 32°C 항온기에서 접종 7일 후까지 발병도(0~7)

를 조사하였다.

기주범위 조사. 박과채소 분리균주와 오이 속썩음에서 분리균주의 오이에 대한 병원성검정을 위해 공시한 온성백다다기오이를 15엽기로 재배하였다. 12엽기 오이잎을 직경 2.5 cm 절편으로 잘라서 미리 조제한 각 균주들의 포자현탁액($1 \times 10^6/m$)을 $10 \mu l$ 씩 오이잎 절편의 중앙에 점접종하였으며, 각 균주당 5반복으로 실시하였다. 포화습도를 유지하기 위해 밀폐된 플라스틱상자에 담아서 25°C 항온기에서 4일간 배양한 후 병반의 직경을 측정하였다.

결과 및 고찰

발병조사. 오이 재배지역에서 덩굴마름병균에 의한 오이 속썩음 발생을 조사하였다(Table 1). 총 70개 포장중에 49개포장에서 병이 발생하여 70%의 이병포장율을 나타냈다. 지역별로는 구례, 춘천, 순천, 광양, 대전 순으로 발생이 심하였다. 그러나 발병율은 대전지역이 가장 심하여 최대 21.5%까지 발생하였으며, 춘천 10%, 구례 6.5%, 순천 4.4%, 광양 2.2%로 나타났고, 조사지역의 평균 발병율은 4.2%였다. 이와 같이 국내의 오이 재배단지에서 매우 심각한 피해를 주고 있는 실정므로 본 병의 정확한 진단, 발생상태 및 방제대책이 시급히 요구되었다. 이 병은 오이의 생육기에 발생할 뿐만 아니라 저장 및 유통중에도 피해를 주며, 경우에 따라서 수확기에 46%까지 감염될 수 있다고 하였다(Van Steekelenburg, 1986).

병징. 오이 속썩음이 발생한 오이는 꽃이 붙어있는 부위의 오이 끝부분이 정상적인 것과는 달리 약간 울퉁불퉁하며, 오이 끝에서 4~6 cm 정도의 부위가 약간 잘록하다 (Fig. 1A). 병든 오이를 칼로 잘라보면 오이 꽃이 붙어 있는 부분에서부터 갈변이 시작되어서 과일 내부 깊숙이 22 cm까지도 갈변이 진전된 것을 볼 수 있다(Fig. 1B).

병원균 동정. 오이 속썩음에 걸린 갈변부위에서 단포자분리하여 배양한 균(Fig. 2A)과 형성된 병자각은 흑갈

Table 1. Incidence of internal fruit rot of cucumber in the greenhouses located in five major cultivating areas of Korea in 2000

Location	No. of greenhouse surveyed	No. of greenhouse occurred	Incidence (%)
Daejeon	25	2	1~21.5
Chunchen	8	5	1~10.0
Koore	20	15	1~6.5
Sunchen	10	5	1~4.4
Kwangyang	7	3	1~2.2
Total (Average)	70	49 (70%)	(4.2)

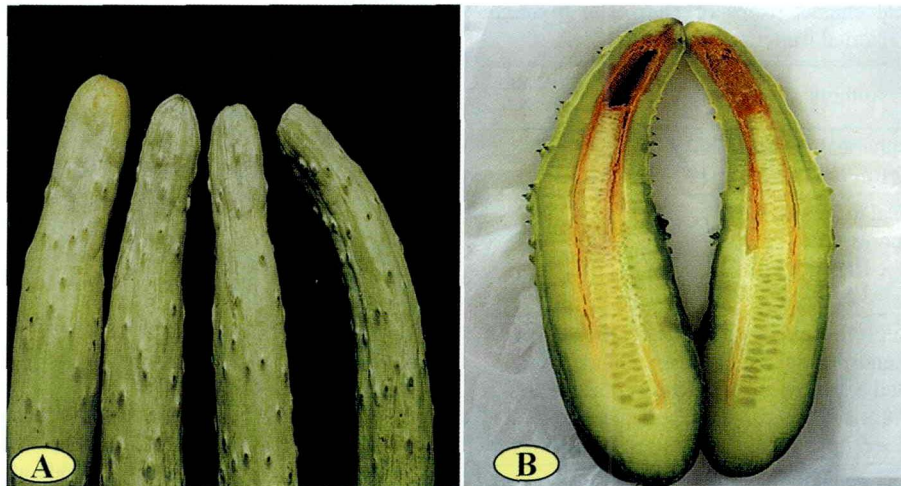


Fig. 1. Symptom of internal fruit rot at the blossom end of cucumber fruit. A, external cucumber fruit; B, internal cucumber fruit.

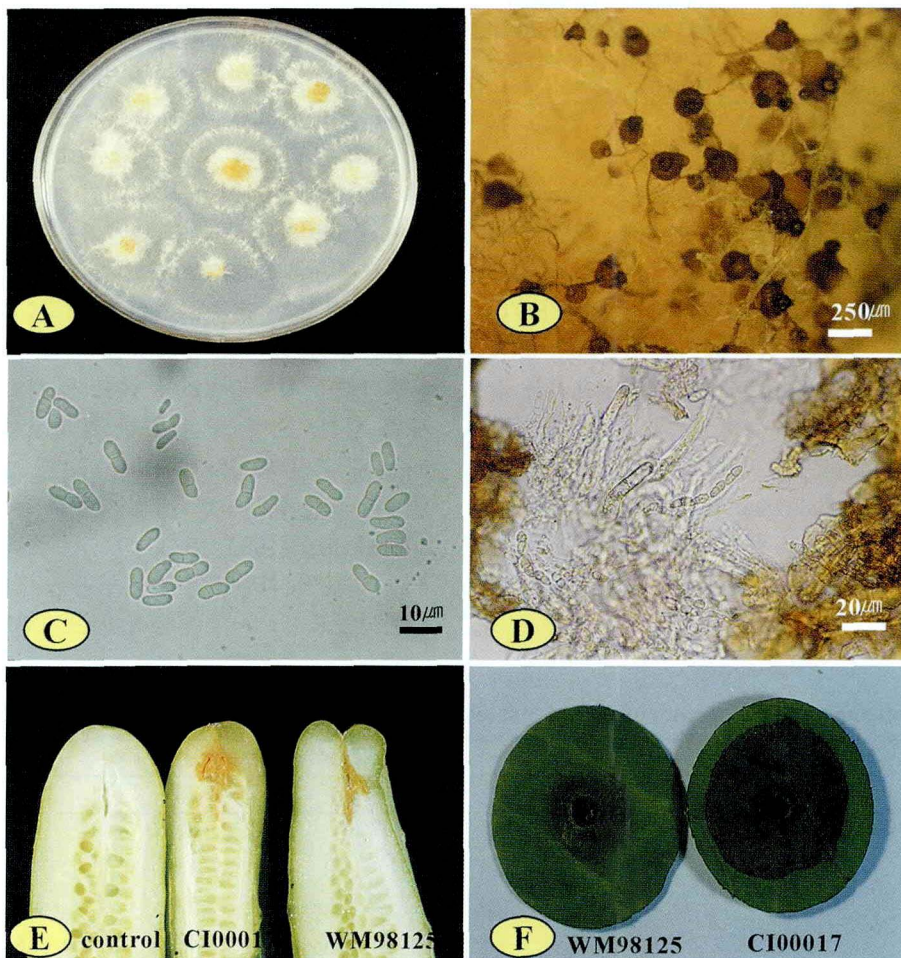
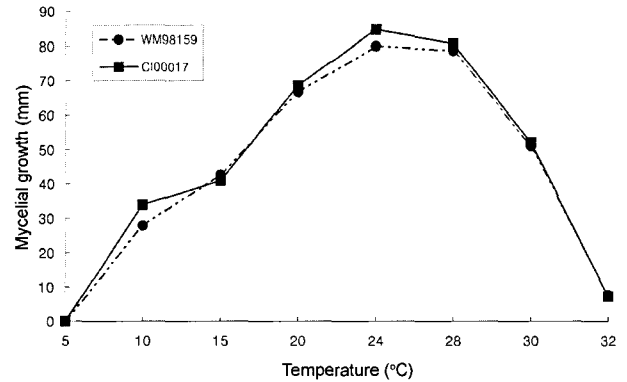


Fig. 2. Morphological characteristics and pathogenicity of *Didymella bryoniae* isolated from internal fruit rot of cucumber. A~B; colonies and pycnidia produced on internal fruit rot of cucumber; C, conidia; D, ascus and ascospores; E~F, symptoms of fruits and leaf discs by artificial inoculation.

Table 2. Morphological characteristics of *Didymella bryoniae* CI00017 isolated from internal fruit rot of cucumber

Character	Authors	Punithalingam E. and Holliday P. (1972)
Perithecium	Nearly spherical, black 125~212 μm (av. 153 μm)	Globose, black 140~200 μm
Ascus	Cylindrical to subclavate with 8 spores, 60.5~90 \times 10.6~15.5 μm (av. 72.0 \times 12.5 μm)	Cylindrical to subclavate with 8 spores, 60~90 \times 10~15 μm
Ascospore	Uniseptate, ellipsoid rounded ends, slightly constricted at the septum 13.2~17.8 \times 4~7 μm (av. 12.5 \times 6 μm)	biseriate, ellipsoid ends mostly rounded, slightly constricted at the septum 14~18 \times 4~7 μm
Pycnidium	Dark brown, nearly spherical 50~312 μm (av. 127.8 μm)	Dark brown, 120~180 μm
Pycniospore	Cylindrical with rounded ends, one septate or unicellular 2.5~15 \times 2.5~7.5 μm (av. 8.2 \times 4.0 μm)	Cylindrical with rounded ends, mostly one septate but a small percentage unicellular 6~13 \times 3~4 μm

색의 준구형으로 크기는 50~312 $\mu\text{m} \times$ 42~247 μm (평균 127.8 \times 96.0 μm)이다(Fig. 2B). 병포자는 무색, 격막이 없거나 한개로 장타원형, 크기는 2.5~15 \times 2.5~7.5 μm (평균 8.2 \times 4.0 μm)이다(Fig. 2C). 자낭각은 흑색, 크기가 71~112 μm (평균 85 μm), 자낭은 원통형, 크기는 60.5~90 \times 10.6~15.5 μm (평균 72.0~12.4 μm)로 8개의 자낭포자를 갖고 있다(Fig. 2D). 자낭포자는 무색, 격막 한개, 방추형, 크기는 13.2~17.8 \times 4~7 μm (평균 12.5 \times 6.0 μm)이다. 이와 같은 형태적 특징은 Punithalingam E. 등(1972)의 기술과 일치하여 *Didymella bryoniae*로 동정하였으며(Table 2), 이는 기존 한국에 오이 등에 보고된 덩굴마름병과 같은 병원균이었다.

**Fig. 3.** Effect of temperature on mycelial growth of *Didymella bryoniae* isolated from internal fruit rot of cucumber and black rot of watermelon. Measurement was made after 7 days' cultivation on PDA.

배양적 특성. 수박에서 분리한 덩굴마름병균 WM98159 균주와 오이 속썩음에서 분리한 CI00017균주의 온도별 균사생장을 조사한 결과, 두 균주의 균사 생육온도범위는 5°C~32°C이었으며, 균사생장적온은 24~28°C이었다(Fig. 3). 수박 분리균과 오이 속썩음에서 분리한 균주간 온도별 균사생장은 유사하였다. 이미 보고된 수박, 오이, 멜론, 오이와 호박에서 분리한 덩굴마름병균에 대한 균사 생육 온도범위는 5°C~32°C이었으며, 균사 생장적온은 24~28°C 범위로 온도의 영향이 거의 일치하였다(이 등, 2000).

병원성 검정. 오이 꽃에 오이 속썩음증상에 분리한 포자현탁액을 침지접종하여 14일 후 성숙한 오이를 잘라 조사한 결과, 오이 꽃이 달린 부위로부터 길이 2 cm, 폭 2 mm의 황갈색으로 변색되었다(Fig. 2E). 그리고 갈변부위에서 균을 재분리한 결과, 접종한 균과 동일하였다. Van Steekelenburg(1982, 1983, 1986)는 오이 속썩음에 대한 연구에 의하면 과일표면에 병원균을 접종하였을 때 100% 감염되었으며, 오이 식물체에 포자현탁액을 살포한 5일

Table 3. Effect of temperature on the occurrence of internal fruit rot of cucumber by artificial inoculation of *Didymella bryoniae* CI00017

Days after treatment with CI00017 ^a	Disease severity index ^b						
	10°C	15	20	24	28	30	32
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1.0	1.0	1.0	0
4	0	0	0.9	1.5	2.9	1.8	0.1
5	0	0	1.5	3.5	4.8	3.8	0.1
6	0	0.5	2.4	5.1	6.3	4.1	0.2
7	0	2.5	3.8	6.0	7.0	6.8	0.3

^aSpore suspension of CI00017 was treated by drop inoculation 50 μl ($1 \times 10^6/\text{ml}$) onto flower of cucumber.^bMeasurement was made 0~7 degree on fruit rot of cucumber.

Table 4. Pathogenicity of *Didymella bryoniae* isolated from internal fruit rot of cucumber and other parts of cucurbit plants

Host	Isolated plant part	Isolate No.	Disease severity on cucumber	
			Fruit ^a	Leaf ^b
Cucumber	Fruit	CI00017	++	++
Cucumber	Stem	CM99012	++	++
Watermelon	Leaf	WM98125	++	+
Oriental melon	Stem	OM98019	+	+
Melon	Stem	ME97132	++	++
Pumpkin	Leaf	PK98013	+	+

^a++: above 5 cm lesion, +: below 4 cm lesion.

^b++: above 10 mm lesion, +: below 9 mm lesion.

후부터 15일 후에 속썩음증상이 발생하였다. 영양원으로 2% 오이 꽃추출물, 2% 오렌지주스, 2% sucrose를 첨가한 포자현탁액과 영양원무첨가의 포자현탁액으로 접종하였을 때 영양원 첨가에 따른 발병정도와의 차이가 없었다. 오이 꽃의 개화상태에 따라서 꽃이 완전개화시에 병 발생이 많았으며, 꽃이 시든 시기가 오래될수록 병발생량이 적었다. 또한 꽃을 제거한 구에서 병 발생이 감소되었다. 이상의 결과로부터 오이 속썩음은 병원균이 개화에 꽃을 통하여 감염되어 발생한다는 것이 증명되었다.

발병온도. 오이 속썩음에서 분리한 CI00017균주의 포자현탁액을 어린 오이에 붙어 있는 꽃에 점적중하여 온도별로 처리하였다(Table 3). 10°C에서는 접종 7일 후에도 발병하지 않았다. 15°C에서는 접종 6일 후에 발병이 시작되었으며 20°C와 32°C에서는 접종 4일부터 발병하였고, 24°C부터 30°C까지는 접종 3일 후부터 발병하기 시작하였다. 발병적온은 24~30°C이었고, 28°C에서 접종 7일 후 발병도 7.0으로 가장 높았으며, 30°C, 24°C, 20°C, 15°C, 32°C 순으로 발병이 심하였다. 이 등(2000)은 오이 덩굴마름병균을 오이 잎에 접종한 결과에서 발병온도범위는 15~30°C이며, 최적온도는 24~26°C로 보고한 결과와 달리 본 실험에서 발병온도가 32°C까지, 최적발병온도에서도 30°C까지 잎접종에 비하여 어린 오이에 접종이 약간 높은 온도범위를 나타냈다.

기주범위. 박과채소의 덩굴마름병에서 분리한 균주들과 오이 속썩음에서 분리한 균주의 오이와 잎에서 병 발생을 조사하였다(Table 4). 오이 줄기(CM99012), 수박 잎(WM98125), 참외 줄기(OM98019), 멜론 줄기(ME97132), 호박 잎(PK98013) 및 오이 속썩음(CI00017)에서 분리한 균주들은 오이 속썩음이 발생하였고, 오이 잎에서도 모두 병원성을 나타냈다(Fig. 2E, F). 이(1985)는 오이와 호박 종자에서 분리한 균주가 오이, 참외, 호박과 수박의 종자

와 유묘에 병원성이 있다고 보고와 같이 본 실험에서도 박과채소 및 오이 속썩음에서 분리한 *D. bryoniae*의 기주 범위가 같음을 알 수 있었다.

그러므로 *D. bryoniae*에 의한 오이 속썩음의 효율적인 방제를 위해서는 약제방제 보다는 오이 꽃의 개화기간이 짧은 품종이나 낙화가 잘되는 품종을 개발할 필요성이 요구되고 있다.

요 약

우리나라에서 오이 속썩음은 대전을 비롯한 여러 오이 재배지역에서 발생하였다. 본 병의 발생은 조사포장에서 평균 4.2%, 최대 21.5%까지 발생하였다. 병 발생은 오이 꽃이 붙어 있는 부위부터 시작되었다. 병원균을 접종하여 감염된 오이의 내부조직은 길이 2 cm, 폭이 2 mm 이상으로 갈변되었다. 후에 갈변은 진전되어 과일의 심피에 이르렀으며, 감염된 오이의 끝부분이 울퉁불퉁하게 되었다. 병반부위에서 분리된 병원균은 형태적 특징에 의하여 *Didymella bryoniae*으로 동정되었다. 병원균의 균사생장 온도범위는 5~32°C이고, 최적 균사생장 온도는 26~28°C이었다. 포자현탁액을 오이 꽃에 점적중하여 오이 과일의 내부에서 자연감염된 것과 유사한 병징이 나타났다. 오이, 수박, 참외, 멜론 및 호박에서 분리된 *D. bryoniae*균주들은 점적실험에 의하여 오이 속썩음이 나타났다. 오이 속썩음의 발생 온도범위는 10~32°C이며, 최적 발생온도는 25~28°C이었다.

참고문헌

- Carol J. Arny and Randall C. Rowe. 1991. Effects of temperature and duration of surface wetness on spore production and infection of cucumber by *Didymella bryoniae*. *Phytopathology* 81: 206-209.
- Kagiwata, T. 1970. Brown heart rot of cucumber by *Mycosphaerella melonis* chiu et Walker and its control. *Rev. Pl. Prot. Res. Tokyo* 3: 94-97.
- Kirsten Thinggard. 1987. Attack of on roots of cucumber. *J. Phytopathology* 120: 372-375.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 436 pp.
- Lee Du Hyung. 1985. Pathogenicity of *Didymella bryoniae* on the seedlings of Cucurbits. *Korean J. Plant Pathol.* 1(3): 173-177.
- 이상엽, 이상범, 김용기, 최동철. 2000. 박과채소 덩굴마름병의 발생생태 및 대책연구. 2000작물보호연구. 농업과학기술원. 90-113 pp.
- Punithalingam, E. and Holliday, P. 1972. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 332. Commonwealth

Agricultural Bureaux.

- Van Steekelenburg, N. A. M. 1982. Factors influencing internal fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. *Neth. J. Pl. Path. J.* 88: 47-56.
- Van Steekelenburg, N. A. M. 1983. Epidemiological aspects of *Didymella bryoniae*, the cause of stem and fruit rot of cucumber. *Neth. J. Pl. Path. J.* 89: 75-86.

- Van Steekelenburg, N. A. M. 1986. Factors influencing internal fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. *Neth. J. Pl. Path. J.* 92: 81-91.
- Walter. J. Kaiser. 1973. Factors affecting growth, sporulation, pathogenicity, and survival of *Ascochyta rabiei*. *Mycologia* 65: 444-457.