

***Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 시설재배 들깨 균핵병 발생특성**신동범* · 송석보¹ · 문병주²농촌진흥청 작물과학원 환경생명공학과, ¹작물과학원 영남농업연구소 식물환경과,²동아대학교 생명자원과학대학**Occurrence of *Sclerotinia* Rot on Perilla Caused by *Sclerotinia sclerotiorum* under Structured Cultivation Condition**Dong Bum Shin*, Seok Bo Song¹ and Byung-Ju Moon²

Environment & Biotechnology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

¹Plant Environment Division, Yeongnam Agricultural Research Institute of NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea²Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

(Received on August 23, 2006)

Sclerotinia rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* frequently causes serious and unpredictable yield losses of the leaves of perilla growing under structured cultivation as vegetable in Korea. Temperature for mycelial growth ranged from 5 to 30°C with optimum temperature at 20°C. Sclerotia were formed fewer at low temperature, but their dry weight was heavier than that at high temperature. The apothecia were formed from the sclerotia that buried up to 3 cm soil depth at 15°C in moisture condition. The incidence of perilla *Sclerotinia* rot caused by *S. sclerotiorum* was observed throughout the growing season at greenhouse. The occurrence of this disease was especially severe from January to February of low temperature period. The average incidence rates of this disease was up to 15%. The significant occurrence of this disease was showed mainly in the continuous cropping field for more than five years. The incidence of this disease increased according to the increase of continuous cropping year. The incidence rates of this disease reached up to 20% in the continuous cropping field for ten years. Also it was firstly investigated the natural infection caused by *S. sclerotiorum* on weed plants, *Gnaphalium affine* and *Mazus pumilus* in farmer's field. The casual fungus showed pathogenicity on 11 weed plants species tested, and more severe pathogenicity on *G. affine*, *Latuca indica* and *Ixeris dentata* included in the family *Compositae*. This result suggests that effective crop rotation and weed eradication can be the method for organic control of perilla *sclerotinia* rot, and sudden outbreaks of this disease on perilla growing under structure after paddy rice can be explained by the presence of weed hosts.

Keywords : Apothecia, Disease occurrence, Perilla, *Sclerotinia* rot, *Sclerotinia sclerotiorum*, Weed host

들깨는 원래 동북아시아 특산물로서 식용유 또는 공업 원료 생산을 목적으로 재배되어 왔으나, 우리나라에서는 채소로서 각광을 받게 되어 들깨 잎 생산을 위한 비닐하우스 시설재배가 이루어지고 있다. 그러나 동절기 무가운 수막 시설재배의 경우 저온, 다습 등 불리한 환경요인에 의하여 저온기 시설재배에서 많이 발생하는 잣빛곰팡이병, 균핵병이 발생하여 피해를 초래하고 있다. *Sclerotinia sclerotiorum*은 식물병원균 중에서 가장 비 특이적이고 전

세계적으로 존재하는 토양서식균으로서(Purdy 등, 1979), 75과 278속 408종의 폭넓은 기주를 가지고 있는 경제적으로 중요한 식물 병원균이다(Boland 등, 1994). 우리나라에서는 고랭지 채소재배지, 십자화과 채소재배지, 시설재배지에서 주로 발병된다고 보고되어 있다(조, 1976; Kim 등, 1999, 2003, 2006; Shin 등, 1987). 특히 조 등 (1994)이 시설재배 되는 들깨에 발생하여 피해를 초래하는 *S. sclerotiorum*에 의한 들깨 균핵병 발생을 보고한 바 있다.

*S. sclerotiorum*은 토양전염 혹은 공기전염을 하는 병원균으로 일반적으로 자낭반 형성에 의하여 일차적으로 전

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-6767, Fax) +82-31-290-6752

E-mail) shindb@rda.go.kr

염을 하며 포장 간 전반에 중요한 역할을 하며 균핵 형태로 혹은 감염된 기주 식물체 조직내의 균사체에 의한 전염이 이루어지고, 포장내의 발병에 중요한 전염원인 균핵의 밀도의 증가는 병 발생 증가의 원인이 된다(Abai 등, 1979; Schwartz 등, 1978; Kora 등 2003). 특히 균핵병은 비교적 저온다습의 조건에서 발생이 많은 것으로 알려져 있어, 저온기에 시설재배 되는 들깨의 경우 시설재배 연작 년 수의 증가는 전염원인 균핵밀도를 증가시켜 균핵병 발생이 높아지는 원인이 되고 있다. 또한 다수의 잡초가 *S. sclerotiorum*의 기주로 보고되어 있어 기주 잡초에 의한 균핵생산과 발병관련성에 대해서 간과하지 말아야 한다.

따라서 본 연구에서는 시설재배 들깨에 발생하는 균핵병균의 생육특성 및 발병특성과 발병에 주 원인으로 알려지고 있는 연작에 따르는 병 발생 양상, 그리고 잡초의 병 발생 관련성 등에 대한 조사연구를 수행하였다.

재료 및 방법

균사생장 및 균핵 형성에 미치는 온도의 영향. 본 실험에 사용된 공시균은 이병된 들깨 식물체에서 분리한 들깨 균핵병균(*S. sclerotiorum*)이다. 온도별 균사생장 및 균핵형성 조사는 공시균을 Potato dextrose agar(PDA) 배지 상에서 1차 배양한 다음, 균총선단부의 5 mm 균총 disk를 PDA 배지상에 이식하여 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C 항온기에서 각각 배양하였다. 균사생장정도는 배양 72시간 후 균총의 직경을 측정하였으며, 균핵형성 수는 배양 21일 후 배지상에서 형성된 균핵의 수를 조사하였다. 또한 균핵을 80°C 건조기에서 24시간 건조시킨 다음 균핵의 건물중을 조사하였다. 이상의 모든 실험은 5반복으로 수행하였다.

자낭반 형성에 미치는 토양깊이의 영향. 본 실험에 사용된 공시 균핵은 15°C에서 21일간 배양하여 형성된 균핵을 5~10°C의 저온 저장실에서 3개월간 처리한 다음 사용하였다. 비닐포트(30×40×10 cm)에 사질토양으로 토양 깊이를 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 cm로 구분하고 각 구당 공시 균핵을 50개씩 매몰시킨 다음 15°C 접종상에서 광 조사시간을 1일 12시간으로 하고 충분한 수분을 유지하면서 자낭반형성 및 균핵발아 특성을 조사하였다.

발병 특성 조사. 비닐하우스 시설재배 기간 중 들깨 균핵병 발병 특성을 알고자, 경남 밀양의 들깨 시설재배 단지 포장 중 재배년수가 7년된 3개의 포장을 선정(8월 하순 파종)하여 10월 초순부터 30일 간격으로 다음해 5월 하순까지 전 수확기에 걸쳐 균핵병 발생을 조사하였

으며, 시설재배 포장을 출입구로부터 5구획하여 구획당 200주씩 포장 당 1,000주를 조사하여 생육시기별 발병율을 조사였다.

연작 년수별 병 발생 양상 조사. 비닐하우스 시설재배 연작 년수별 들깨 균핵병 발생양상을 알고자, 재배년수가 각각 3년, 5년, 7년, 10년된 3개의 포장을 선정(8월 하순 파종)하여 발병 최성기인 다음해 1월 상순에서 2월 하순까지 10일 간격으로 위와 같은 방법으로 조사하였다.

잡초의 들깨 균핵병 발생 관련성 구명. 들깨 시설재배 포장에서 발생하는 잡초의 균핵병 발생에 관여 여부를 알고자, 먼저 들깨 시설재배지에서 발생하는 잡초의 균핵병 자연 감염여부를 부산 강동, 경남 밀양의 주요 재배지를 대상으로 전 생육기간을 통하여 조사하였다. 그리고 주요 발생 잡초에 대한 들깨 균핵병균의 병원성을 알고자, PDA 배지상에서 형성된 들깨 균핵병균의 균총 위에 고압멸균된 셀러리 엽병(1.0×1.0 cm)을 Petri-dish 당 5개씩 올려 놓고 20°C 항온기에서 3일간 더 배양하여 균총이 형성된 셀러리 엽병을 취하여 비닐포트에서 생육시킨 떡쭉 등 13종의 들깨 시설재배지 잡초 식물체에 접종하고 20°C 접종상에서 암상태로 24시간 처리한 후 광 조사시간을 12시간으로 하여 발병유무를 조사하였다(Hunter 등, 1981). 이 조사는 공시 잡초 당 3주씩 3반복으로 실시하였다.

결과 및 고찰

균사생장 및 균핵 형성에 미치는 온도의 영향. 들깨 균핵병원균인 *S. sclerotiorum*의 배양온도별 균사생장은 Table 1과 같이 균사생장 온도범위는 5~30°C였으며, 15~25°C에서 양호한 균사생장을 하였고 최적온도는 20°C였다. 그리고 균핵형성은 배지상에서 생장한 균총이 두꺼워져서 작은 물방울에 덮힌 백색균사 덩이를 형성하였고 이것이 커짐에 따라 그 표면은 검어지고 더 많은 삼출 물방울이 나타났으며 흑색의 균핵으로 되었을 때, 대부분 물방울은 없어졌다. 배양온도별 균핵형성은 5~30°C의 온도범위에서 형성되었는데, 20, 25, 30°C에서는 5, 10, 15°C에서 보다 많은 수의 균핵을 형성하였으나, 5, 10, 15°C의 온도에서 보다 큰 균핵을 형성하였으며 건물중도 높았다.

Phipps 등(1982)은 20°C에서 균사생장이 가장 양호하였고 30°C에서는 균사생장이 되지 않았다고 하였으며, Abai 등(1975)은 15~20°C에서 균사생장이 양호하였고, 5°C에서는 경미한 균사생장을 하였으나 30°C에서는 10일간 배양에서도 측정할만한 균사생장은 없었다고 하였다. 신 등(1987)은 상추 균핵병균은 15~25°C에서 양호한 균사생장을 하였고 5°C와 30°C에서도 다소의 균사생장을 하였다

Table 1. Mycelial growth and sclerotia formation of *Sclerotinia sclerotiorum* from perilla grown under structured cultivation condition on PDA media at various temperature

Temp. (°C)	Mycelial growth ^a		Sclerotia formation/petridish ^b	
	Colony diameter (mm)	No. of sclerotia	Dry weight (mg)	
5	5.2	10.2	262	
10	18.8	15.8	250	
15	43.4	17.0	246	
20	70.4	27.8	222	
25	69.2	29.0	156	
30	15.2	20.2	60	

^aColony diameter grown on PDA for 72 hr.

^bNo. of sclerotia produced and dry weight after culturing on PDA in 9 cm diameter petri-dish for 21 days. Values are the averages of 5 replications.

Table 2. Influence of soil depth on apothecia formation of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*

Soil depth (cm)	No. of apothecia formed/50 sclerotia ^a
0.5	120.5
1	81.0
3	28.5
5	0.0
7	0.0

^aNumber of apothecia produced sclerotia incubated various depth in sandy soil at 15°C in moisture chamber.

고 하였다. Abai 등(1975)은 10~15°C의 비교적 낮은 온도에서는 25°C에서보다 적은 수의 균핵을 형성하였으나, 25°C에서 형성된 균핵보다 크고 무거웠다고 하였다. 이들의 결과는 이 실험의 결과와 일치하거나 같은 경향을 보였다. 한편 균핵의 크기가 균핵으로부터 자낭반 형성여부의 주요한 결정요소가 되고 균핵의 크기가 큰 균핵에서 작은 균핵에서 보다 자낭반 형성율이 높았다고 보고되었으며(Hao 등, 2003), 균핵의 크기가 큰 균핵이 발병에 더 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다. 이들에 대한 연구는 앞으로 더 이루어져야 할 것으로 생각된다.

자낭반 형성에 미치는 토양깊이의 영향. 균핵의 매몰 토양깊이 별 자낭반형성 및 균핵 발아 특성을 15°C 접종 상에서 광 조사시간을 12시간으로 하고 충분한 수분을 유지하면서 조사한 결과, Table 2와 같이 토양깊이 0.5 cm 구에서 가장 많은 자낭반을 형성하였고(Fig. 1.B,C), 1.0 cm 구에서도 다수의 자낭반을 형성하였으며 일부균핵은 균사발아를 하였다. 3.0 cm 구에서도 자낭반을 형성하였으나, 토양깊이 5.0 cm 이상 구에서는 자낭반 형성이 관찰되지 않았다.

Duane Le Tourneau(1979)은 *S. sclerotiorum*의 균핵은 영양이 결핍된 물질상에서는 적절한 조건하에서 한개 이상의 자낭반을 형성한다고 하였으며, Abai 등(1979)은 토양

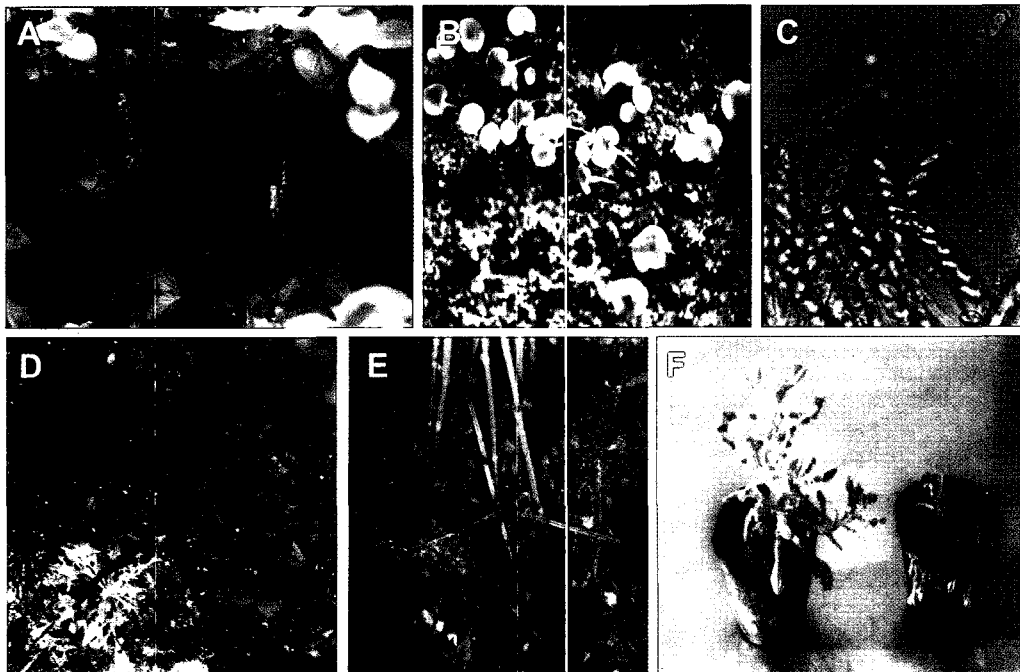


Fig. 1. Symptoms of sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (A). Apothecia (B) and ascospore (C) of sclerotia buried with 0.5 cm soil depth. Appearance of weed plants, *Gnaphalium affine* (D) and *Mazus pumilus* (E) naturally infected by *S. sclerotiorum* in farmer's field. Appearance of *Gnaphalium affine* infected by artificial inoculation with mycelial fragment of *S. sclerotiorum* in growth chamber (F-Right).

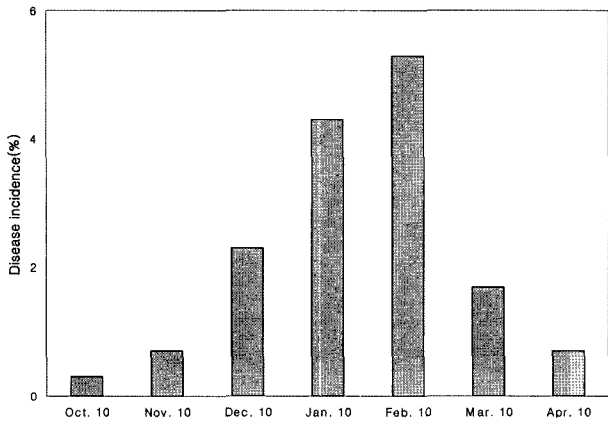


Fig. 2. Seasonal incidence of sclerotinia rot of perilla plants seeded in late August in a plastic film house. The disease incidence examined was based the rating of naturally infested plants grown in plastic film house. Two hundred plants in each block and five block each plastic film house were surveyed.

깊이 2~3 cm내에서 자낭반 형성이 가능하다고 하였다. 이 실험에서도 0.5~3 cm 깊이에서 자낭반이 형성되었으나, 5 cm 깊이에서는 자낭반이 형성되지 않았다. 따라서 토양 깊이 3 cm 이하의 표면에 존재하는 균핵이 주로 자낭반을 형성하는 것으로 생각된다.

발병 특성. 들깨 시설재배지에서의 균핵병 발생은 유효기인 10월부터 전 생육기간에 걸쳐 발병하였으며 발병율이 약 15%이었다. 특히 저온기간으로 하우스내 습도가 매우 높은 1월에서 2월 사이에 높은 발병을 보였고, 상대적으로 11월에서 12월 사이와 3월에서 4월 사이에는 발병이 적었으며 5월 이후에는 거의 발생하지 않았다(Fig. 2). 들깨 균핵병의 병징과 표조는 들깨 줄기의 땅가부위에 수침상의 병반이 형성되고 확대되면서 갈색, 흑갈색으로 변하여 잘록 증상을 나타내고 주 전체가 고사하며 이 병 부위에는 흰색의 균사가 뒤덮고 그 위에 흑색의 균핵을 주로 형성하였으며, 오래된 이병주에서는 줄기내부에 다수의 균핵을 형성하였다. 때로는 줄기 상위 부위나 잎에 감염되어 흰색의 균층이 형성되고 흑색의 균핵을 형성하였고 생육초기에 심하게 이병되면 시들음 증상을 보이기도 하였다(Fig. 1.A).

*S. sclerotiorum*에 의한 균핵병은 저온 다습한 시기에 발생하며(Purdy 등, 1979; Kora 등, 2003) 우리나라에서는 고랭지 채소재배지, 십자화과 채소재배지, 시설재배지에서 주로 발병된다고 보고되어 있다(조 1976, Kim 등, 1999, 2003, 2006; 신 등 1987). Weiss 등(1980)은 발생적온이 10~15°C이며, 습도가 발생의 주요 요인이 된다고 하였으며, 기상 인자 중 습도가 균핵병의 발병 및 감염에 가장 중요하다고 보고하였다(Abai, 1975). 이 조사 결과에서도

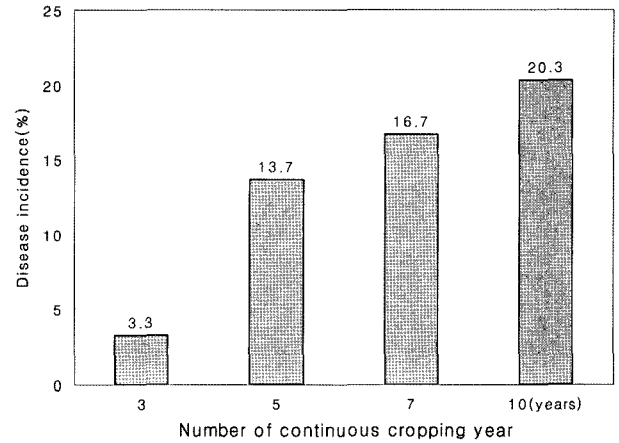


Fig. 3. Incidence of sclerotinia rot of perilla plants growing under structured cultivation by continuous cropping years. The disease incidence examined was based the rating of naturally infested plants grown in plastic film house at mid February. Two hundred plants in each block and five block each plastic film house were surveyed.

저온으로 환기부족 등에 인한 들깨 시설재배포장내의 습도가 높은 기간인 1월에서 2월에 발병율이 가장 높았으며, 상대적으로 온도가 높고 습도가 낮은 기간에서는 발병율이 낮았다.

연작연수별 병 발생 양상 조사. 시설재배 들깨의 연작연수 별 균핵병 발생양상을 조사한 결과 Fig. 3과 같이 연작연수가 늘어남에 따라 균핵병 발생은 높아졌으며, 연작연수가 5년째 되는 해에 급속히 발병이 높아지는 경향을 보였다. 연작 연수가 10년 이상된 포장의 경우 발병율이 20%에 달하는 등 그 피해가 많았다.

Adams 등(1979)은 포장내의 발병에 중요한 전염원인 균핵의 밀도의 증가는 균핵으로부터 2차 균핵생산과 기주식물체상에서의 균핵생산에 의한 2가지 방법으로 이루어지나, 기주식물체상에서의 균핵생산에 의해 주로 이루어진다고 하였는데, 연작에 의한 균핵병 발생 증가는 연작에 의한 균핵 및 전염원의 증가가 주된 원인으로 생각되며 발병이 높았던 포장주위의 기주가 되는 작물 및 잡초의 영향도 있을 것으로 생각된다.

잡초의 들깨 균핵병 발생 관련성 구명. 들깨 시설재배 농가 포장에서 잡초 인 떡쭉, 주름잎이 균핵병균에 의해 자연적으로 감염되어 발병하는 것이 조사되었는데(Fig. 1.D, E), 주로 연작연수가 7년 이상된 포장에서 조사되었다. 그리고 들깨 시설재배 포장 내에 발생하는 주요 잡초에 대해 균핵병균의 병원성을 조사한 결과 Table 3과 같이 떡쭉, 쭉, 망초, 한련초, 씩바귀, 왕고들빼기 등 국화과 잡초를 비롯한 토끼풀, 꿩이밥, 주름잎, 명아주, 냉이 등

Table 3. Pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* on the various weed plants occurring in perilla field cultivated under structure by artificial inoculation with mycelial fragment in growth chamber

Families	Species	Pathogenicity ^a
Compositae	<i>Artemisia princeps</i> L.	+
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	+
	<i>Eclipta prostrata</i> L.	+
	<i>Gnaphalium affine</i> D. Don	+
	<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	+
	<i>Lactuca indica</i> L.	+
Leguminosae	<i>Trifolium repens</i> L.	+
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	+
Scrophularaceae	<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) Van Steenis	+
	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino	+
Cruciferae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MediK	+
Gramineae	<i>Poa annua</i> L.	-
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel	-

^aThree plants in each plant species were inoculated with mycelial fragment of *S. sclerotiorum* growing on autoclaved celery petiole in growth chamber with 3 replication.

6과 11종의 잡초에 병원성을 나타내었다. 그러나 화분과 잡초인 포아풀, 바랭이 등에서는 병원성을 나타내지 못하였다.

*S. sclerotiorum*은 75과 278속 408종의 폭넓은 기주를 가지고 있는 다범성균으로(Boland 등, 1994), 잡초 기주들이 병원체 밀도를 증가시키며, 재배되고 있는 작물과 후속작물에 영향을 미치는 수단이 되고 잡초기주에서 형성된 균핵은 전염원이 된다고 하였다(Adams 등, 1983). 그리고 비기주 작물의 윤작효과를 감소시키는 원인이 되기도 한다. 이 연구결과에서 들깨 시설재배기간에 발생하는 딱썩, 주름잎 등의 잡초가 균핵병균에 의해 자연적으로 감염되어 발병하는 것이 조사되었고, 균핵병균이 화분과 잡초를 제외한 다수의 잡초에 병원성을 나타내어 이들 잡초가 전염원 및 발병증대에 한 요인으로 작용할 가능성이 있다고 생각된다. 따라서 들깨 시설재배기간 동안 균핵병균의 기주가 되는 잡초 관리는 물론 윤작효과를 높이기 위해서는 화분과 비기주 식물 재배시에도 이들 잡초의 관리가 중요할 것으로 생각된다. 그리고 수도작에 이어지는 들깨 시설재배지에서의 갑작스런 균핵병 발생을 설명하는 하나의 요인으로 이들 균핵병균 기주잡초가 될 수 있을 것으로 생각되며 잡초의 효율적인 관리가 균핵병 발생을 경감시키는 효과를 나타낼 것으로 생각된다. 이들에 대한 연구는 앞으로 보다 심도있게 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

시설재배 되는 들깨에 발생하여 피해를 초래하는 균핵병 발생 특성에 대하여 조사연구한 결과, 들깨 균핵병균(*S. sclerotiorum*)의 균사생장 적온은 20°C이었고, 15°C 이하의 온도에서 20°C 이상의 온도에서보다 균핵의 형성 수는 적었으나 보다 큰 균핵을 형성하였으며 건물중도 높았다. 토양 깊이별 균핵의 자낭반 형성은 0.5 cm에서 가장 높았고 3 cm 깊이까지 자낭반을 하였으나 5 cm 이상의 깊이에서는 자낭반 형성이 관찰되지 않았다. 들깨 균핵병은 전 생육기에 걸쳐 발생하였고, 특히 저온 다습기인 1월에서 2월에 발생이 높았다. 그리고 5년 이상 연작 재배시 높은 발병을 보였으며, 10년 이상 연작재배 포장 은 20% 이상의 발병을 보여 많은 피해를 초래하였다. 또한 들깨 시설재배 농가 포장에서 자연 감염에 의한 균핵병이 딱썩, 주름잎 등의 잡초에 발생하였으며, 병원성 조사결과, 화분과를 제외한 국화과 등 6개과에 속하는 11종의 잡초에 병원성을 나타내었다. 이런 결과는 윤작과 효율적인 잡초관리가 들깨 균핵병 발생을 경감할 수 있고, 비 후작으로 시설재배 되는 들깨에 균핵병이 격발하는 원인을 설명할 수 있는 하나의 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Abai, G. S. and Grogan, R. G. 1975. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. *Phytopathology* 65: 300-309.
- Abai, G. S. and Grogan, R. G. 1979. Epidemiology of disease caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology* 69: 899-904.
- Adams, P. B. and Ayers, W. A. 1979. Ecology of *Sclerotinia* species. *Phytopathology* 69: 896-899.
- Adams, P. B., Marose, B. H. and Dutky, E. M. 1983. Cockbur: A new host for several *Sclerotinia* species. *Plant Dis.* 67: 484-485.
- Boland, G. J. and Hall, R. 1994. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Can. J. Plant Pathol.* 16: 93-108.
- 조종택. 1976. 우리나라 시설원예의 병해현황과 그 방제대책 및 문제점. *한국식물보호학회지*. 154: 215-222.
- Cho, C. T. and Moon, B. J. 1994. *Sclerotinia* rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary and its new host. *Res. Bull. Inst. Agr. Resco. Dong-A Univ.* 3: 11-24.
- Duane Le Tourneau. 1979. Morphology, cytology, and physiology of *Sclerotinia* species, in culture. *Phytopathology* 69: 887-890.
- Hao, J. J., Subbarao, K. V. and Duniway, J. M. 2003. Germination of *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum* sclerotia under various soil moisture and temperature combinations. *Phytopathology* 93: 443-450.

- Hunter, J. E., Dikson, M. H. and Cigna, J. A. 1981. Limited term inoculation ; A method to screen bean plant for partial resistance to wite mold. *Plant Dis.* 65: 414-417.
- Kim, W. G., Cho, W. D. and Jee, H. J. 1999. Occurrence of *Sclerotinia* rot on cucurbitaceous vegetable crops in greenhouses. *Korean J. Mycol.* 27: 198-205.
- Kim, W. G. and Cho, W. D. 2003. Occurrence of *Sclerotinia* rot in cruciferous crops caused by *Sclerotinia* spp. *Plant Pathol. J.* 19: 69-74.
- Kim, W. G., Hong, S. K. and Lee, S. Y. 2006. Occurrence of *Sclerotinia* rot in four leguminous crops caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Pathol. J.* 22: 16-20.
- Kora, C., McDonald M. R. and Boland, G. J. 2003. *Sclerotinia* rot of carrot: An example of phenological adaptation and bicycli development by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis.* 87: 456-470.
- Phipps, P. M. and Porter, D. M. 1982. *Sclerotinia* blight of soybean caused by *Sclerotinia minor* and *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis.* 66: 163-165.
- Purdy, L. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum* ; History disease and symptomatology, host range, geographic dstrubtion and impact. *Phytopathology* 69: 875-880.
- Schwartz, H. F. and Steadman, J. R. 1978. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecium production by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology* 68: 383-388.
- Shin, D. B. and Lee, J. T. 1987. Ecological studies on lettuce drop disease occurring under controlled cultivation conditions in drained paddy fields. *Korean J. Plant Pathol.* 3: 252-260.
- Weiss, A., Kerr, E. D. and Steadman, J. R. 1980. Temperature and moisture influences on development of white mold disease (*Sclerotinia sclerotiorum*) on great northern beans. *Plant Dis.* 64: 757-759.