최 종
연구보고서

GOVP 12009289

고추에 발생하는 두가지 잎점무늬병 종합방제 대책 개발

Developing Integrated Control Measures for Two Leaf Spot Diseases infecting Pepper Plants

경 북 대 학 교

농 림 부

최 종 보 고 서

1996 년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 고추에 발생하는 두 가지 잎점무늬병 종합방제 대책 개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 10부

2. 최종보고서 디스켓 1매

1999. 10. 30.

주관연구기관 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 김 병 수 (인)

주관연구기관장 : 경북대학교 총장

직 인

농 림 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고추에 발생하는 두 가지 잎점무늬병 종합방제 대책 개발에 관한 연구” 과제 (제1세부과제 (주관) : 병원균의 생리생태와 저항성 품종육성 기초확립, 제2세부과제 (협동) : 두 가지 병에 대한 약제방제 대책 개발, 제3세부과제 : 두 가지 병에 대한 저항성 일대잡종 개발)의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 30.

주관연구기관명 : 경북대학교
총괄연구책임자 : 김 병 수
협동연구기관명 : 안동대학교
협동연구책임자 : 이 영 근
위탁연구기관명 : 농우종묘(주) 육종연구소
위탁연구책임자 : 이 용 수

요 약 문

I. 제 목

고추에 발생하는 두 가지 잎점무늬병 종합방제 대책 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

최근 경북 북부지역의 고추산지에는 아직까지 국내에 보고되지 않은 *Stemphylium* spp.에 의한 흰별무늬병이 발생하여 많은 피해를 내고 있었다. 그러나 이 병에 관여하는 병원균의 분류동정과 생리·생태, 그리고 이 병에 대한 저항성 품종육성과 약제방제를 위한 기초연구는 아직까지 이루진 바 없는 실정이었다.

남부지방의 시설 풋고추 재배지역에 많이 발생하고 있는 *Cercospora capsici*에 의한 갈색무늬병은 심하게 발생할 경우 결정적인 피해를 입힐 수 있는 주요 병이지만, 이 병에 대한 저항성 유전 육종에 관한 연구나 약제 방제를 위한 기초연구는 아직 이루어지지 않은 실정이었다.

따라서 본 연구에서는 이들 두 가지 병에 대하여 병원균의 분류동정, 생리·생태, 저항성 품종 육종을 위한 기초연구로서 저항성 재료 검색 및 유전분석, 약제방제 대책 개발, 저항성 일대잡종의 선발을 통하여 두 가지 병에 대한 종합방제 대책을 확립하고자 하였다.

고추는 경제적 중요성에서 벼 다음으로 큰 작물이다. 그러나 연작과 저온기 재배로 인하여 여러 가지 병과 해충의 발생으로 많은 피해를 입고 있으며, 그해의 기후 조건에 따라 발생하는 병으로 인하여 작황의 불안정이 야기되고 이로 인하여 가격의 불안정이 초래되고 있다.

특히 본 연구의 대상으로 하고 있는 *Stemphylium* spp.에 의한 흰별무늬병은 아직까지 국내에 기록조차 되지 않은 새로운 병으로 이에 대한 연구는 국내의 저항성 고추 품종육성, 농가의 방제 지도, 그리고 종자회사의 지역 적응성 품종육성에 긴요한 것으로 사료되었다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

제1세부과제에서는 두 가지 병에 관여하는 병원균의 생리생래와 저항성 육종을 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 따라서 병원균의 배양적 특성, 포자의 다량 형성법 확립, 접종에 적합한 환경 조건의 구명, 저항성 재료의 검색과 유전분석을 수행하였다.

제2세부과제에서는 두 가지 병의 발생소장을 조사하여 약제방제 적기를 구명하고자 하였으며, 국내에 시판되고 있는 원예용 살균제 중에서 두 가지 잎점무늬병에 효과적인 약제를 선발하고자 하였다.

제3세부과제에서는 두 가지 병에 대하여 저항성 재료를 선발하여 육종소재로 활용하고 농가에서 재배할 수 있는 일대잡종을 선발하여 농가에 보급가능성을 검토하고자 하였다.

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

경북 북부지역에 발생하는 국내 미기록의 흰별무늬병은 *Stemphylium solani* Weber와 *Stemphylium lycopersici* (Enjoji) Yamamoto에 의하여 일어나는 것으로 확인되었다. 이들 *Stemphylium* spp.는 V-8 쥬스한천 등 식물성 배지에 잘 자라며, 균사생육적온은 25℃, V-8 쥬스한천배지에 옮겨 15 25℃의 온도범위에서 12시간 형광등 조명 하에서 배양하면 포자형성을 잘하였다. 그러나 국내산 유리샤레를 사용하면 포자형성이 저지되었는데 이는 유리샤레의 뚜껑이 자외선을 차단하기 때문으로 추정되었다. 분생포자의 발아 최적온도는 25℃, 발병 최적 밤낮 온도는 15/20℃이었다. 종자전염을 할 수 있으며 병든 잎에 붙어서 월동할 수 있는 것으로 확인되었다. 종자전염은 주로 표면에 붙어서 전염하여 차아염소산나트륨 1% 용액에 30분간 처리할 경우 대부분 제거되었다.

Stemphylium spp.에는 KC320, KC220, KC208, KC47, KC43, KC380, KC319가 몇 차례 실험에서 일관되게 저항성으로 나타났다. 저항성의 유전분석을 위하여 KC220, KC47, KC43, KC319를 저항성 친으로 하고 수비초, 칠성초, 풍각초(KC268)를 이병성 친으로 하는 교배조합의 P_1, P_2, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2 집단을 검정한 결과

저항성은 단순유전자의 분리양식에 맞지 않았으며, 다수의 유전자에 지배되는 양적 유전의 양상을 나타내었다.

고추에 갈색무늬병을 일으키는 *Cercospora capsici*는 25℃ 부근에 균사생장이 가장 양호하였다. PDA 등의 기본배지에 배양한 균총을 코르크보러로 찍어내어 막자사발에 놓고 약 12㎖의 멸균수를 가한 다음 마쇄하여, 물한천(Water agar)에 고춧잎 분말을 0.5% 첨가한 배지에 1 페트리접시 당 1㎖씩 부어 펴서(flooding), 형광등 12시간 조명 하에서 48시간 동안 배양한 다음, 멸균수 1㎖을 넣고 면봉이나 유리막대로 표면에 자극을 준 다음, 다시 형광등 하에서 배양하면 3일 후에는 다량의 포자가 형성이 되는 것을 알아내었다. 분생포자는 5℃에서부터 35℃에 이르는 넓은 범위의 온도조건에서 발아가 가능하였으나 25 30℃에서 가장 활발한 것으로 나타났다. 습실처리 기간 중 밤낮의 온도를 20/25℃로 설정한 구에서 발병이 가장 양호하였다. 접종에는 파종 후 30 40일 묘를 사용하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 접종원의 포자 밀도는 10^5 포자/㎖이 적합한 것으로 조사되었다. *Capsicum annuum*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens*를 포함하는 총 546점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정한 결과 발병하지 않을 정도로 높은 수준의 저항성은 발견되지 않았다.

경북 북부지역에서 고추 흰별무늬병(*Stemphylium* spp.)은 6월 상순에 발생되기 시작하여 8월 하순부터 9월까지 최대 발생을 보였다. 경남 밀양지역의 시설재배지에서 조사된 고추 갈색무늬병(*Cercospora capsici*)은 정식 후 한달 반부터 발생되기 시작하여 수확기에 최대 발생을 보였다.

치람수화제를 비롯한 7종의 약제가 흰별무늬병 방제에 효과적인 것으로 선발되었으며, 디페노코나졸수화제를 비롯한 7종의 약제가 갈색무늬병 방제에 효과적이었다. 이 가운데 타로닐수화제 등 3종의 약제는 두 종류의 점무늬병 방제에 모두 효과적이었다.

흰별무늬병에 대한 저항성 재료의 탐색 결과 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유중인 계통중 조합능력이 비교적 우수한 3계통을 확보하였으며, 이들을 이용하여 새로운 계통을 육성하고 있다.

또한 기 등록되어 시판되고 있던 “대가고추”가 *Stemphylium* spp.에 저항성이 있는 것으로 확인되었으며, 본 연구결과로 “오대고추”와 “대한고추”를 저항성 품종으로 개발하여 생산판매신고를 하였다. 이러한 품종은 *Stemphylium* spp.에 의해 일어나는 흰별무늬병에 대해서는 상당히 강하게 나타나고 있고, 극대과계로 품질도 우수한 편이나 척박한 토양에서는 초세가 떨어져 바이러스에 쉽게 이병 되는 경향을 보여 확대 보급하기에는 미흡한 점이 많다. 따라서 앞으로 역병이나 바이러스 저항성을 보충하면 더 우수한 흰별무늬병 저항성 품종이 충분히 개발될 수 있다는 가능성을 제시하였다 점에 가치를 두어야 할 것이다.

두 가지 잎점무늬병에 관여하는 병원균의 생리·생태에 관한 연구 결과는 앞으로 저항성 육종, 약제방제 등의 연구에 기초자료가 될 것이며, 저항성 재료와 유전분석 결과는 저항성 육종계획을 위한 자료로서, 그리고 기본 재료서 활용이 가능할 것이다. 약제방제 시험결과는 농가 지도 자료로 활용이 가능할 것이다. 두 가지 병 저항성 일대잡종 개발 연구 결과 농가에 보급할 수 있는 품종이 육성되었으며 아직 미흡한 점을 보완하면 농가에 보급이 가능할 것이다.

SUMMARY

I. Research Project Title

Developing Integrated Control Measures for Two Leaf Spot Diseases infecting Pepper Plants

II. Purpose and Importance of Research Project

An unusual leaf spot disease caused by *Stemphylium* spp., previously unreported in Korea, has recently occurred in pepper production fields in the northern part of Kyungpook province causing considerable damage. Basic information is lacking concerning the identity of these pathogens, their physiological and ecological characteristics, and breeding and chemical control.

Furthermore, Cercospora leaf spots, caused by *Cercospora capsici,* damage greenhouse green pod pepper plant production in the southern part of Korea. Basic information on breeding for resistance and the chemical control of this disease is also lacking.

This project sought to identify the pathogenic fungi that cause the gray leaf spots on pepper plants and clarify the physiological and ecological characteristics of the pathogens of the above two diseases to enable breeding for resistance. In addition, an attempt was made to identify chemical control measures along with the selection and development of resistant commercial F_1 hybrids.

Peppers are the second most important cash crop in Korea, surpassed only by rice. However, pepper production is suffering from problems related to soil-borne diseases resulting from monoculture and continuous cropping. Therefore, major seasonal outbreaks of disease combined with insect pests are resulting in an unstable production and dramatic price fluctuations.

Particularly, the gray leaf spot caused by *Stemphylium* spp. is a new disease which has previously been unreported in Korea. Accordingly, studies concerning this disease are considered worthwhile for the development of breeding for resistance, chemical control, and commercial hybrid cultivars in commercial seed companies.

Ⅲ. Subject Matter and Range of Research Project

The first research group conducted studies on the physiological and ecological characteristics of the pathogens of the two leaf spot diseases to obtain basic information for breeding resistance to these diseases. There was a particular focus on the cultural characteristics of the pathogens, their sporulation methods, and the optimum environmental conditions for inducing infection, along with a search for resistant germplasms and the inheritance of resistance.

The second research group studied the occurrence of the diseases in order to establish an effective spray schedule and select effective chemicals for controlling the respective diseases.

The third research group focused on identifying materials that were resistant to the diseases in addition to breeding and selecting resistant hybrid combinations for commercial distribution to farmers.

Ⅳ. Research Results and Suggestions for Utilization

The pathogenic fungi causing the gray leaf spots occurring in the production fields in the northern region of the Kyungpook province were identified as *Stemphylium solani* Weber and *S. lycopersici* (Enjoji) Yamamoto. The *Stemphylium* spp. grew well on general agar media such as a V-8 juice agar and PDA, the optimum temperature for the mycelial growth was 25℃, and it sporulated abundantly when cultured on V-8 juice agar plates under 12 hr of

fluorescent light illumination. However, sporulation was inhibited when domestic-brand glass Petri dishes were used, probably due to the lids blocking the ultra violet rays of light. The optimum temperature for conidial germination was 25℃. The maximum amount of disease was induced in a 15/20℃ night and day temperature regime. It was also confirmed that the pathogens were seed-transmissible and could survive through the winter on diseased leaves. The seed transmission appeared to be attributable to fungal propagules on the surface of the seeds, therefore, most seed-borne pathogens were eradicated by dipping the seeds in a 1 % sodium hypochlorite solution for 30 min.

KC320, KC220, KC208, KC47, KC43, KC380, and KC319 were consistently resistant to *Stemphylium* spp. in repeated tests. The inheritance of resistance was studied by testing the parents, P_1, P_2, F_1, F_2 and backcrosses of the crosses between susceptible 'Subi' and 'Chilsung' and the resistant KC220, KC47, KC43, and KC319. The resistance was inherited in a quantitative mode controlled by multiple genes and the heritability appeared to be relatively high.

Cercospora capsici, the causal fungus of Cercospora leaf spots, showed the best mycelial growth at 25℃. Sporulation was induced by first flooding the pepper leaf powder agar (PLA, containing 0.5% pepper leaf powder) plates with a thick mycelial suspension prepared by grinding mycelial blocks in a bowl with a pestle and a small amount of water, then culturing the plates in a incubator set at 20 ℃ under 12 hr fluorescent light illumination for 2 to 3 days, rubbing lightly with a cotton swap and a small amount of sterile water, and finally culturing under fluorescent light for another 3 days. The conidia germinated in a temperature range between 5 and 35℃, however, the maximum germination occurred between 25 and 30℃. The maximum amount of disease was induced when the inoculated plants were incubated for 48 hrs with a 20/25℃ night and day temperature regime. Seedlings aged between 30 to 40 days after seeding

were found to be suitable for inoculation in testing resistance. A spore concentration of 10^5 per ㎖ inoculum was identified as the appropriate amount. No reliable resistance was found among the 546 accessions of pepper germplasms tested, including *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *and C. pubescens*.

The occurrence of Stemphylium and Cercospora leaf spots in pepper plants was surveyed in the Youngnam area between 1997 and 1999. Effective chemicals for the protection of plants from these leaf spot diseases were also identified.

The gray leaf spots caused by *Stemphylium* spp. initially occurred in early June and were most severe during late August into September. The Cercospora leaf spots caused by *Cercospora capsici* initially occurred one and half months after transplanting the plants to a greenhouse.

Seven effective fungicides were identified for each of the two leaf spot diseases, three of which were found to be effective against both diseases.

Based on these results, to protect pepper plants from the above leaf spot diseases, it is recommended that chemical fungicides should be applied from an early stage at ten-day intervals.

In experiments conducted at the experimental farm of the Nongwoo Seed Co. Ltd., a few lines such as 'Daeje', 'Daeputae', 'PI260429' showed a high level of resistance to *Stemphylium* spp. These resistant lines can be used as donor parents for breeding a diversity of lines that are resistant to *Stemphylium* spp.

Lines that were resistant to *Cercospora capsici* were not found. Therefore, a wider search for a resistant germplasm is still necessary. In order to obtain a large number of lines resistant to *S. lycopersici* with satisfactory horticultural characteristics, a breeding program utilizing resistant lines is currently

underway. Breeding for multiple disease resistance to major diseases, e.g. resistance to gray leaf spots and Phytophthora blight or gray leaf spots and TMV, is also proceeding.

Most F_1 hybrids showed a high level of resistance to gray leaf spots when either the male or the female parent was resistant. Accordingly, it will be easy to develop an F_1 variety that is resistant to gray leaf spots. 'P146' and 'P147' combinations were selected because both cultivars exhibited resistance to *Stemphylium* spp. in inoculation tests plus excellent combining abilities in their field performances. The registered commercial cultivar names of 'P146' and 'P147' are 'Odae' and 'Daehan', respectively.

The physiological and ecological characteristics identified for the pathogens causing the two leaf spot diseases investigated in this study will be very useful in breeding for resistance and chemical control studies. Furthermore, the resistant genetic resources and inheritance study results will both be valuable in breeding for resistance. The information established on control chemicals and the proposed spray schedule can be used in extending agricultural disease control. Finally, a few resistant F_1 hybrids with acceptable horticultural characteristics were obtained and these can be distributed to farmers in areas with a high disease incidence.

CONTENTS

목 차

제 1 장 서 론

최근 경북 북부지역의 고추산지에서 아직까지 국내에 보고되지 않은 곰팡이에 의한 점무늬병이 발생하여 많은 피해를 내고 있었다. 이 병은 잎에 작고 둥근 담갈색 점이 생겨 직경 3㎜ 이하의 흰 점으로 되며, 잎에 이 같은 점이 무수히 형성되면서 황화와 낙엽을 가져와 수량을 감소시켰다. 병반에서는 2종의 *Stemphylium*속 균이 분리되었다. *Stemphylium*속 균에 의한 흰별무늬병은 미국에서 토마토에 처음 발생이 보고되었으며(Weber, 1930, Hannon and Weber, 1955) 고추에도 발생하여 큰 피해를 낼 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Sinclair et al, 1958, Blazquez, 1969). 미국에서 토마토와 고추에 잿빛점무늬병을 일으키는 병원균으로는 *Stemphylium solani* Weber (Weber, 1930, Ellis and Gibson, 1975b)와 *S. lycopersici* (Enjoji) Yamamoto (syn. *S. floridanum*, Hannon and Weber, 1955, Ellis and Gibson, 1975a)가 관여하는 것으로 알려져 있다. 국내에는 *Stemphylium botryosum*에 의한 겹무늬병이 한국식물병·해충·잡초명감(The Korean Society of Plant Protection, 1986)에 수록되어 있으나 이 병의 병징과 병원균에 대한 기록은 전혀 없는 실정이었으며 병명을 볼 때 경북 북부지역에서 발생하고 있는 흰별무늬병과는 다른 것으로 생각되었다. 근년에 *S. lycopersici*에 의한 토마토 잿빛점무늬병이 보고된 바 있으나(Min et al., 1995) 고추에 발생하는 *Stemphylium* spp.에 의한 흰별무늬병에 대한 연구보고는 아직 없는 실정이었다.

남부의 시설재배지대에는 *Cercospora capsici*에 의한 갈색무늬병(Sung et al., 1984)이 심하게 발생하여 많은 피해를 내고 있으나 이 병에 대한 방제대책과 저항성 품종 육성을 위한 연구결과는 없는 실정이었다.

따라서 본 연구에서는 경북 북부지역에 발생하는 국내 미기록의 흰별무늬병과 남부 시설풋고추에 많이 발생하는 갈색무늬병에 관여하는 병원균의 생리·생태와 이들 두 가지 병에 대한 저항성 재료의 검색, 저항성의 유전양식 구명과 육종에 필요한 기초실험을 수행하고, 이 병에 방제효과가 우수한 약제를 선발하고, 이 병에 강한 일대잡종 품종을 육성하고자 하였다.

이들 두 가지 병에 관여하는 병원균의 생리생태와 저항성 육종 기초 확립을 위한 연구는 주관연구기관인 경북대학교에서 수행하고, 약제방제 대책개발은 협동연구기관인 안동대학교에서 수행하고, 저항성 일대잡종 개발은 위탁연구기관인 농우종묘(주) 육종연구소에서 수행하였다.

참고문헌

Blazquez, C. H. 1969. Occurrence of gray leaf spot on peppers in Florida. Plant Dis. Rep. 53:756.

Ellis, M. B. and I. A. S. Gibson. 1975a. *Stemphylium lycopersici*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 471.

Ellis, M. B. and I. A. S. Gibson. 1975b. *Stemphylium solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 472.

Hannon, C. I. and G. F. Weber. 1955. A leaf spot of tomato caused by *Stemphylium floridanum* sp. nov. Phytopathology 45:11-16.

Min, J. Y., B. S. Kim, K. Y. Cho, and S. H. Yu. 1995. Gray leaf spot caused by *Stemphylium lycopersici* on tomato plants. Korean J. Plant Pathol. 11:282-284.

Sinclair, J. B., N. L. Horn, and E. C. Time. 1958. Unusual occurrence of certain diseases in Louisiana. Plant Dis. Rep. 42:984-985.

Sung, J. M., E. K. Cho, D. J. Cho, S. W. Kang. 1984. Undescribed fungal leaf spot disease of pepper caused by *Cercospora capsici* in Korea. Korean J. Mycol. 12(2):75-77.

The Korean Society of Plant Protection. 1986. A list of plant diseases, insect pests, and weeds in Korea. 2nd ed.

Weber, G. F. 1930. Gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium solani* sp. nov. Phytopathology 20:513-518.

제 2 장 병원균의 생리생태와 저항성 육종기초 확립

제1절 *Stemphylium* spp.에 의한 흰별무늬병

1. 서 설

경북 북부 지역을 비롯한 산간지 내지 중산간지의 고추 재배지역에 아직까지 국내에 보고되지 않은 흰별무늬병이 발생하여 많은 피해를 내고 있다. 이 병은 잎에 직경 1 2㎜의 회백색 점을 무수히 형성하면서 조기 낙엽을 초래하여 피해를 준다. 이 병은 처음 미국에서 토마토의 잿빛점무늬병(gray leaf spot)으로 그 발생이 보고되었으며(Weber, 1930) 고추에도 발생하여 많은 피해를 낼 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Sinclair et al., 1958, Blazquez, 1969). 병원균은 2종의 *Stemphylium* 속 균이 관여하는 것으로 알려져 있다(Weber, 1930, Hannon and Weber, 1955, Ellis and Gibson, 1975a, 1975b). 병명은 영어로는 gray leaf spot(잿빛점무늬병)으로 되어 있으나 고추 잎에 형성된 점무늬는 마치 밤하늘에 별이 무수히 뿌려진 것과 비슷하여 흰별무늬병으로 부르고자 한다. 이 병은 아직까지 국내에 보고된 적이 없기 때문에 병원균의 생리 생태적 특성과 저항성 품종육성을 위한 기초자료가 전혀 없는 실정이었다.

본 절에서는 흰별무늬병을 일으키는 *Stemphylium* spp.균의 생태와 이에 대한 저항성 품종 육종을 위한 기초연구를 수행한 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. *Stemphylium* spp.의 생리·생태

1) 병원균의 분류동정

영양군 수비면에서 수집한 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*균을 사용하였다. 병든 잎을 해부현미경하에서 관찰하여 포자가 있는 병반을 확인한 다음 병반을 물한천배지(Water Agar) 표면에 찍어 포자가 한천배지 표면에 떨어지게 한 다음

하단조명으로 관찰하면서 한천과 함께 낱개 포자를 채소즙배지(V-8 juice agar)에 옮겨 배양하였다. 이후 새 채소즙배지 평판과 시험관 사면에 옮겨 배양하면서 분생자경, 분생포자 등을 관찰하였다. 오래된 균주는 포자형성능을 쉽게 상실하는 것으로 관찰되었다. 병원균의 동정을 위해서는 병반 조직에서 분리한 신선 균주를 채소즙배지에 옮겨 12시간 형광등 조명 하에서 2 3일간 배양하여 형성되는 신선한 분생자경과 분생포자의 모양을 관찰하였다.

병원성 검정을 위하여 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*균을 채소즙배지에 옮겨 12시간 형광등 조명 하에서 4 5일간 배양하여 포자를 형성시킨 다음 멸균수를 가하고 붓으로 포자를 털어 씻어낸 후 4겹의 가제로 걸러 균사와 한천조각을 걸러내었다. 이 포자현탁액을 약 10^4 포자/㎖로 조정하여 고추와 토마토 유묘의 잎에 골고루 살포여 접종하였다. 접종식물체는 습실상자에 넣어 20 25℃ 조건에서 48시간 습실처리한 다음 온실로 내어 발병을 관찰하였다.

1996년과 1997년에 걸쳐 전국의 주요 고추 재배지에서 흰별무늬병의 발생을 조사하고 병원균을 분리하여 병원균을 동정하였다.

2) 배양온도와 균사생장

배양균총의 주연에서 직경 5㎜의 코르크보리를 사용하여 균사원판을 찍어내어 직경 9㎝의 PDA 평판에 치상한 것을 5℃에서 35℃까지 5℃ 간격으로 단계를 두어 배양하여 균총의 직경을 측정하였다. 각 온도별 3반복으로 실시하였다.

3) 배양온도 및 광과 포자형성

*S. lycopersici*와 *S. solani*의 포자형성에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 채소즙배지에 공시균을 접종하여 20, 25, 30℃에서 배양하였다. 이때 포자형성을 유도하기 위하여 근자외선(NUV)광을 12시간/1일씩 비춰 주었다. 한편 포자형성에 미치는 광의 영향을 조사하기 위하여 V-8 juice agar 배지에 접종한 공시균을 근자외선광 처리구(12시간/1일)와 암흑구로 구분하여 25℃ 항온기에서 7일간 배양한 후 포자형성량을 조사하였다.

4) 배지의 종류 및 조명과 포자형성

*S. lycopersici*와 *S. solani*를 PDA, V-8 juice agar, PCA 배지에 접종하여 광(NUV lamp)을 12시간/1일 조사하는 광암교호구와 암구로 구분하여 20°C에서 7일간 배양한 후 포자형성량을 혈구계산기(hemacytometer)로 조사하였다.

5) 배양 온도와 포자모양

*S. lycopersici*와 *S. solani*를 V-8 juice agar배지에 접종하고 20, 25, 30°C의 항온기(광암교호처리)에서 배양한 후 분생포자의 크기를 측정하고 L/B 비율을 조사하였다.

6) 온도와 포자발아

*S. lycopersici*와 *S. solani*의 분생포자현탁액(포자농도 10^5/㎖) 0.5㎖을 Water Agar 배지 위에 깔은 cellophane membrane 위에 도말한 후 15, 20, 25, 30, 35°C의 항온기에서 배양하고 발아율과 발아관의 길이를 조사하였다.

7) *Stemphylium* spp.균의 병원성 검정

공시균의 분생포자현탁액(포자농도 10^5/㎖)을 40일 생육시킨 고추 유묘에 분무접종하고 2일간 습실처리하여 25°C 온실에 5일간 둔 후 고추 잎에 형성된 병반수를 조사하였다.

8) 습실처리 온도와 발병

고추의 유묘에 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*를 접종한 다음 15/20, 20/25, 25/30, 30/35°C(야간/주간) 조건에서 48시간동안 습실처리한 다음 온실로 옮겨 발병을 관찰하였다.

9) 종자전염과 종자소독

고추종자 11개 시료를 공시하여 종자전염성균의 검출율을 표준습지법으로 조사

하였다. 공시종자시료 중 6개 시료(1 6번)는 농가 포장에서 수확한 고추종자로서 종자소독을 하지 않은 것이고 5개 시료(7 11번)는 시판되는 종자로서 종자소독제를 처리한 시료이다.

10) 고추 잔재물에서의 *Stemphylium*균의 월동 조사

영양고추시험장 포장에서 4월말에 고추 월동 잔재물(잎, 줄기, 열매 등)을 수집하여 습실처리한 후 20℃ 항온기에서 배양하면서 *Stemphylium*의 검출율을 조사하였다.

11) 발생지역에서 *Stemphylium* spp. 포자비산과 발생소장 조사

1999년 5월 22일 영양고추시험장에 회전식포자채집기를 설치하고 글리세린교(글리세린 80, 젤라틴 10, 증류수 100)를 바른 슬라이드그라스에 부착하여 타이머로 제어하여 새벽 1부터 2시까지 1시간동안 회전하도록 하였다. 오전 10시에 슬라이드그라스를 회수하여 18 × 18 ㎜ 커버그라스를 덮고 현미경으로 보면서 커버그라스 내에 있는 *S. solani*와 *S. lycopersici*의 포자를 세었다.

또한 7월 20일과 21일에는 하루 중 포자비산이 많은 시간대를 찾기 위하여 매 시간별로 슬라이드그라스를 교체하면서 포착된 포자수를 조사하였다.

발생소장 조사는 '금탑' 품종 280주를 재식한 포장에서 발병도별 빈도를 조사하였다. 1주의 발병도는 1(없음), 2(소: 하위엽에 1 2개의 점이 형성된 것), 3(중: 상위엽에 1 4개의 점이 형성된 것), 4(심: 상위엽에 5개 이상의 점)의 기준으로 하였다.

나. *Stemphylium* spp.에 대한 저항성 육종 기초

1) 유전자원의 저항성 평가

가) 제1차 저항성 검정

공시 품종은 본 실험실에서 보유하고 있는 고추 유전자원 중 종자량이 충분한 임의의 80계통을 선택하고 역병 저항성 계통으로 알려진(Kim, 1986, 1988, Kimble

et al., 1960, Hwang and Kim, 1997) KCB13, KCB14, KC256, KC263, KC294와, 더뎅이병 저항성 계통인(Kim, 1988) KC47, KC79, KC112, KC127과 '금탑' 등 11개의 시판 품종을 합하여 모두 101품종을 사용하였다. 1996년 2월 12일에 각 품종의 종자를 25립씩 128구 묘종상자에 서울농자재 제품인 바로커 상토를 사용하여 파종, 육묘하였으며 1996년 3월 16일 32구 묘종상자(59×29×7.5㎝, cell ψ 6.5㎝, 삼정산업제품)에 부엽상토를 사용하여 각 계통 당 10주 또는 11주씩 이식하였다.

공시균주는 *S. lycopersici* 청송①을 사용하였다. 접종을 위한 포자형성은 Sahin and Shepard(1979)의 방법에 따라 V-8 juice agar 배지에 균총을 배양시킨 후 균총을 잘게 잘라 탄산칼슘배지에 치상하여 15℃에서 암배양하여 형성시켰다.

접종은 포자가 형성된 샤알레에 증류수를 넣고 붓으로 포자를 떨어내어 만든 포자현탁액을 hand spray로 분무 접종하였으며 접종 후 비닐을 덮어 하룻밤 동안 습실처리를 해 주었다.

1차 접종은 1996년 4월 17일에 100배 현미경 시야당 2개의 포자가 보이는 농도의 포자현탁액 2ℓ을 접종하였으며 2차 접종은 1996년 4월 23일에 100배 현미경 시야당 3개의 포자가 보이는 농도로 4ℓ을 접종하였으며 3차 접종은 1996년 4월 27일 현미경 100배 시야당 9개의 포자가 보이는 농도로 5.5ℓ을 접종하였다. 발병조사는 1996년 5월 2일에 실시하였으며 발병도는 발병이 없는 것(1), 잎에 1 3개의 반점이 있는 것(2), 잎에 반점이 4 6개 있는 것(3), 잎에 7개 이상의 반점이 보이며 황화가 나타나지 않는 것(4), 잎에 7개 이상의 반점이 나타나며 황화가 나타나는 것(5)과 같이 5등급으로 나누어 실시하였다.

나) 제2차 저항성 검정

공시품종은 본 실험실에서 보유하고 있는 고추 200계통과 저항성 대조 품종으로 제1차 저항성 검정에서 저항성 재료로 선발한 KC220, KC319, KC380과 이병성 대조 품종으로 '금탑', '거성', '꽈리풋고추'를 포함한 총 206 품종을 사용하였다.

1996년 7월 2일에 128구 묘종상자에 바로커 상토를 사용하여 파종하였으며 1996년 8월 8일에 계통 당 8주씩 노지에 정식하였다.

공시균주는 *S. lycopersici* 안동입석④를 사용하였다. 포자형성과 접종방법은 1차 저항성 검정 실험과 동일하며 1차 접종은 1996년 8월 28일에 100배 현미경 시야당 1개의 포자가 보이는 농도의 포자현탁액 1ℓ을 접종하였으며, 2차 접종은 1996년 9월 6일 100배 현미경 시야당 9개 포자가 보이는 농도의 포자 현탁액 1ℓ을 분무 접종하였다. 발병조사는 1996년 9월 11일에 실시하였다.

다) 제3차 저항성 검정

공시품종은 본 실험실에서 보유하고 있는 고추 166계통과 저항성 대조품종인 KC43, KC319, KC380, 이병성 대조 품종인 '금탑', '대왕'을 포함시켜 총 171품종을 사용하였다.

1996년 11월 14일, 288구 묘종상자(cell 2×2×3.8㎝, 서울종묘제품)에 TKS-2 상토를 사용하여 파종, 육묘하였으며 1996년 12월 17일, 72구 묘종상자(cell 4.5×4.5×3.5㎝, 삼정산업제품)에 TKS-2 상토를 사용하여 이식하였다. 공시균주는 *S. lycopersici* 안동입석④를 사용하였다. 1차 접종은 1997년 1월 3일 100배 현미경 시야당 4.5개 포자가 보이는 농도로 1ℓ를 접종하였으며, 2차 접종은 1997년 1월 9일 100배 현미경 시야당 4개 포자가 보이는 농도로 1ℓ를 접종하였으며 3차 접종은 1997년 1월 24일 100배 현미경 시야당 9개 포자가 보이는 농도로 1ℓ를 접종하였다. 1차 발병조사는 1997년 1월 17일, 2차 발병조사는 1997년 1월 29, 3차 발병조사는 1997년 2월 3일에 실시하였다.

라) 예비선발 계통의 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*에 대한 저항성 확인 검정

공시품종은 1차, 2차, 3차 저항성 검정실험에서 발병도 2.0미만으로 선발한 20계통과 이병성 대조품종으로 KC201(칠성초), KC202(수비초), '금탑'을 포함하여 총 23품종을 사용하였다.

파종은 1997년 8월 5일에 128구 묘종상자에 TKS-2 상토를 사용하여 실시하였다. 1997년 9월 4일 32구 묘종상자에 TKS-2를 사용하여 이식하였으며 이때 *S. solani* 접종구와 *S. lycopersici* 접종구로 나누어 계통당 10주씩을 두 접종구에 동일

하게 이식하였다. 공시균주는 *S. solani* 청송읍 송생리①과 *S. lycopersici* 청송읍 송생리②를 사용하였다. 포자형성은 병원균을 V-8 juice agar 배지를 분주한 플라스틱 페트리접시에 옮겨 형광등 12시간 조명, 15℃/20℃(야간/주간) 항온기에 3일간 배양시키는 방법을 사용하였으며 접종방법은 이전의 저항성 검정 실험과 동일하였다.

1차 접종은 1997년 9월 11일 두 균주 모두 100배 시야당 6개 포자가 보이는 농도로 200㎖씩 접종하였으며 2차 접종은 1997년 9월 12일 100배 시야당 7개 포자가 보이는 농도로 200㎖씩 접종하였다. 발병조사는 1997년 9월 27일에 실시하였으며 발병도와 개체당 병반이 가장 많은 잎 3개를 선택하여 병반수를 조사하였다.

마) 헝가리 도입계통의 저항성 검정

1997년까지 헝가리와 미국식물도입국에서 도입하여 증식한 총 230점을 파종하여 유묘에 *S. solain*균을 접종하여 흰별무늬병에 대한 저항성을 검정하였다.

바) 영양고추시험장의 저항성 계통평가

고추시험장에 보유하고 있는 VIR2383 등 189점과 경북대에서 분양 받은 KC43, 47, 319, 그리고 이병성 대조품종으로 재래종인 칠성초와 시판 교배종인 금탑을 파종하여(2월 10일) 유묘검정과 포장평가를 실시하였다. 1999년 4월 3일 *S. solani* 포자현탁액(1.13×10^5 포자/㎖)을 살포하고 48시간 습실처리한 다음 17일 후 발병을 조사하였다. 온실에서 저항성을 평가한 다음 5월 11일 포장에 정식하여 포장에서 발병도를 조사하였다.

2) 저항성의 유전분석

예비시험에서 *Stemphylium* spp.에 저항성으로 나타난 KC43, KC47, KC220, KC319를 저항성친으로 하고 수비초, 칠성초, KCB14(PI201234), KC268(풍각2)를 이병성으로 하는 6개의 교배조합을 작성하였다. 이들 교배조합의 F_1을 유묘접종하여 선발한 개체를 F_2와 여교잡 모본으로 사용하였다. 이들 6개 조합에 대하여는 가능

한 한 양친, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2집단을 확보하고자 하였다. 이에 더하여 본 연구를 시작하기 전에 역병 저항성, 더뎅이병 저항성, 바이러스 내성을 함께 가지는 계통을 육성하기 위하여 KC47(PI244670, 더뎅이병 저항성, 바이러스에 견딤) × KC263(AC2258), KC47 × KCB13(역병 저항성이나 더뎅이병과 바이러스에 매우 약함) 교배조합의 F_2종자를 확보해 놓은 것이 있었다. 흰별무늬병 저항성을 위하여 작성한 조합의 양친, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2집단의 종자와 KC47 × KC263(AC2258), KC47 × KCB13 조합의 F_3종자를 1999년 2월 26일 TKS-2 상토를 채운 128구 묘종상자에 파종하여 본엽 3 4매경에 50구 묘종상자에 옮겨 심었다.

3. 결과 및 고찰

가. *Stemphylium* spp.의 생리·생태

1) 병원균의 분류동정

가) 병징

재배현장에서 발견되는 병징은 잎에 직경 1 2㎜ 내외의 회백색 내지 갈색의 둥근 점이 무수히 형성되어 황화되면서 조기 낙엽하는 것을 볼 수 있었다(그림 1A). 병반의 중심부는 오목하게 들어가고 병반의 주연이 둥근 것이 약간 오돌토돌한 세균성점무늬병과 다른 차이였다. 초기의 병반은 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*에 의한 세균성점무늬병과 구별하는 것이 매우 어려웠다. 그러나 오래된 병반에서는 *Stemphylium* spp.에 의한 병반은 병반부위가 건조해 보이는데 비하여 세균성점무늬병은 기름에 젖은 것 같은 양상을 나타내어 구별이 가능하였다. 병반은 주로 잎에 형성되지만 심한 곳에서는 과실의 꼭지에도 발생하였다(그림 1B).

나) 병원균

병든 잎에서 병원균을 분리한 결과 2종류의 *Stemphylium*균이 관여하는 것을 알 수 있었다. 한가지는 분생포자의 중간이 약간 잘록하여 마치 누에고치 모양을 하는 것과 보다 길쭉하고 한쪽 끝이 뾰족하여 총알모양을 하고 있는 것이었다(그림 1C, 1D). 이들 2종 *Stemphylium*균의 분생자경과 분생포자의 특징은 표 1에 정리한

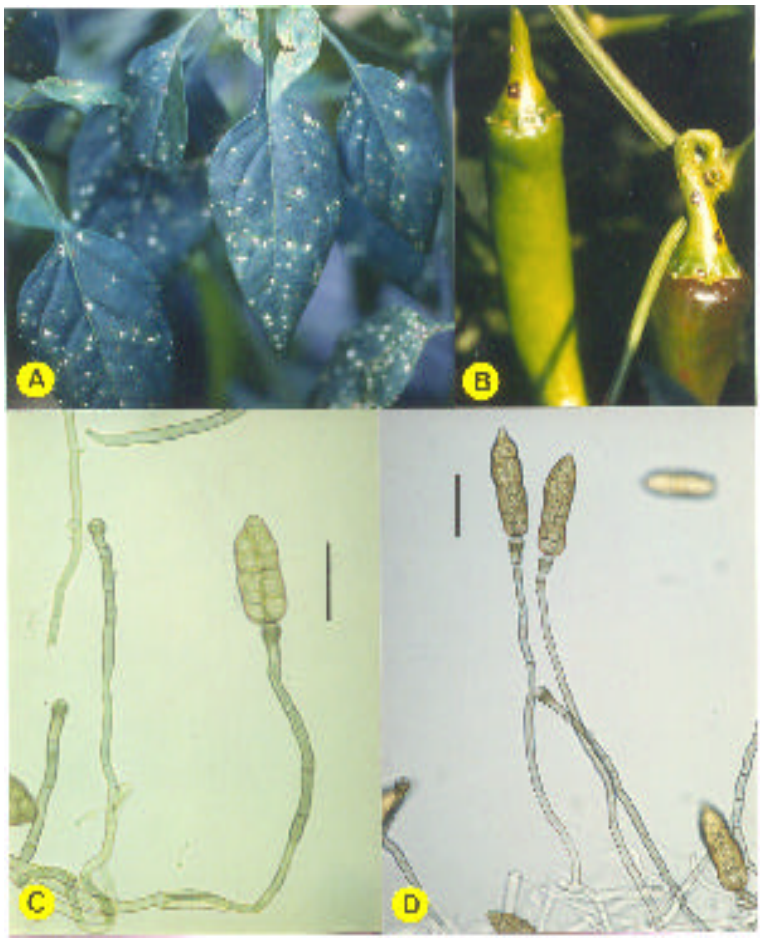

Fig. 1. Symptom of gray leaf spot on pepper and the causal fungi. (A) Spots on the leaves, (B) spots formed on pedicel and calyx, (C) conidia and conidiophores of *Stemphylium solani*, (D) conidia and conidiophores of *S. lycopersici*. Scale bar = 30 ㎛.

Table 1. Morphological characters of *Stemphylium* spp. causing gray leaf spot on pepper

Character	*S. solani*	*S. lycopersici*
Growth on V8A	Gray	Gray
on PDA	Gray	Gray to light brown with diffusion of brown pigment
Mycelia	hyaline, 3.0 4.5 μm thick septate at 17 107.3 μm interval	hyaline, 3.5 7.8μm thick septate at 31.2 50.7μm interval
Conidiophores	tan to light brown range:107.5 260.2×4.3 8.6μm average:175.0±31.8 5.7±1.0μm with 4 to 13 septae vesicular tip:7.7 8.6μm in dia.	hyaline to light brown range:107.5 274.2×4.3μm average:186.3±38.8×4.3μm with 5 11 septae vesicular tip:6.5 8.6μm in dia.
Conidia	oblong, reminiscent of pupae of insects, with conspicuous median constriction, with 3 4 transverse and 1 2 longitudinal septae, tan to light brown, basal end round, terminal end tapering in asymmetrical rate to form bluntly pointed tip, range:29.2 51.6×15.1 21.5μm average:40.6±5.1×18.0±1.5μm average l/b ratio: 2.25 : 1	elongated elliptic, reminiscent of bullets, light brown to orange brown, with 7 9 transverse septae and 2 3 longitudinal septae, 2 3 conspicuous transverse constrictions in outline, apical end symmetrically pointed, basal end round, surface warty, range:30.0 73.1×12.9 19.4μm average:54.8±8.3×16.4±1.3μm
Pathogenicity	pathogenic on pepper and tomato	pathogenic on pepper and tomato

바와 같다. 이와 같은 특성들을 보면 누에고치 모양의 분생포자를 형성하는 것은 Weber(1930)에 의하여 토마토 잿빛점무늬병원균으로 기록된 *Stemphylium solani* Weber와 정확히 일치하며, 총알모양의 포자를 형성하는 것은 Hannon and Weber(1955)에 의해 보고된 *Stemphylium floridanum* Hannon and Weber와 일치하였다. *S. floridanum*은 현재 *S. lycopersici* (Enjoji) Yamamoto로 분류되고 있다(Ellis and Gibson, 1975). 따라서 고추에 발생하는 흰별무늬병에는 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*가 관여하는 것을 알 수 있었다. 이미 Weber(1930)와 Hannon and Weber(1955)는 각각 *S. solani*와 *S. lycopersici*가 고추에 병원성을 나타내는 것으로 기록하고 있으며, 1958년에는 Sinclair 등에 의하여 루이지애나주에서, 1969년에 Blazquez에 의하여 플로리다에서 재배지에서 *S. solani*에 의한 고추의 흰별무늬병의 발생과 그 피해가 보고되었다. 또한 Valdez and Opina(1981)는 *S. lycopersici*에 의한 토마토 잿빛점무늬병이 필리핀에서도 발생하며 고추에 병을 일으킬 수 있다고 보고하였다. 국내에서는 *Stemphylium lycopersici*에 의한 토마토의 잿빛점무늬병의 발생이 보고되었으나(민 등, 1995) 고추에 발생은 보고되지 않은 상태이다.

다) 병원성

채소즙배지에 배양하여 형성된 포자를 물로 씻어내어 만든 포자현탁액을 고추와 토마토의 유묘에 살포하여 습실상태에서 48시간 처리한 다음 꺼내 온실에 둔 결과 5일 이내에 고추와 토마토에 모두 회백색의 점이 무수히 발생하였다. 이와 같은 실험을 몇 차례 반복하였는데 어느 경우에나 *S. solani*와 *S. lycopersici* 모두 고추와 토마토에 모두 강한 병원성을 나타내었으며, 이들 2종의 균이 일으키는 병징은 똑같아 구분할 수가 없었으며, 발병은 한여름보다는 이른 봄, 온도가 너무 높이 올라가지 않는 때에 발병이 잘 되는 것으로 나타났다.

라) *S. solani*와 *S. lycopersici*의 상대적 분포

1996년도이래 고추 산지에서 수집한 재료에서 병원균을 분리한 결과 *S. solani*

가 *S. lycopersici*보다 상대적으로 빈도가 높게 나타났다(표 2). 따라서 국내의 고추에는 *S. solani*와 *S. lycopersici*가 발생하되 *S. solani*가 주종인 것으로 보인다.

2) 배양온도와 균사생장

배양 온도에 따른 균사생장은 그림 2와 같다. 균사생장에 가장 적당한 온도는 25℃ 부근으로 나타났다.

3) 배양온도 및 광과 포자형성

*S. lycopersici*와 *S. solani*의 포자형성에 미치는 온도의 영향을 조사한 결과는 표 3과 같다. 공시한 *S. lycopersici* 3균주 중에서 경북균주인 KS-01은 30℃에서는 포자형성이 없었고 20, 25℃에서만 포자가 형성되었다. 그러나 충남균주인 KS-04, KS-05는 20, 25, 30℃에서 모두 포자가 형성되었으며 포자형성량도 많았다. *S. solani* 균주는 30℃에서 포자형성이 없었다. 경북대 균주는 포자가 형성되지 않았는데 이와 같은 현상은 장기 보존균주에 흔히 나타나는 것으로 이후 연구에서 관찰되었다.

4) 배지의 종류 및 조명과 포자형성

포자형성에 미치는 광의 영향을 조사하였던 바 근자외선(NUV)광을 12시간씩 조사한 구에서는 포자형성이 양호하였으나 암흑구에서는 공시한 3균주 중 2균주는 전혀 포자를 형성하지 않았고 1균주는 매우 적은 양의 포자를 형성하였다(표 4).

식물성 배지 3종에 배양하여 *Stemphylium*균의 포자형성량을 조사하였던 바 *S. lycopersici* 및 *S. solani* 모두 V-8 juice agar 배지에서 광선을 12시간씩 조사하였을 때 포자형성량이 많았다(표 5). 암흑구에서는 *S. solani*는 전혀 포자를 형성하지 않았으나 *S. lycopersici*는 극히 소량의 포자만을 형성하였다.

Stemphylium spp.의 포자형성에는 빛이 필요한 것으로 확인되었다. 빛에서도 자외선이 필요한 것으로 나타났다. 처음 실험을 시작하면서 유리 페트리접시를 사용하였더니 어떤 경우에도 포자가 형성되지 않았다. 그러나 플라스틱 페트리접시를

Table 2. Occurrence of *S. solani* and *S. lycopersici*, and their spore dimensions

Isolate	Location collected	Date collected	Conidial size(μm)	L/B Ratio[z]
S. solani				
SS-01	Youngyang, Kyungbuk	1995. 9	25.8-60.2×17.2-25.8(46.8×21.2)	2.21:1
SS-02	Balri, Youngyang, Kyongbuk	1995. 9	25.8-51.6×12.9-25.8(38.6×19.3)	2.01:1
SS-03	Euisung, Kyongpook	1996. 6.	30.1-55.9×15.5-30.1(43.7×21.2)	2.07:1
SS-04	Ipseok, Andong, Kyongbuk	1996. 8.	30.1-53.8×15.1-21.5 (40.6×17.9)	2.28:1
SS-05	Waryong, Andong, Kyongbuk	1997. 9.	30.1-55.9×14.6-21.5(45.7×19.0)	2.42:1
SS-06	Daehyun-1ri, Bonghwa, Kyongbuk	1997. 9.	32.3-55.9×15.1-21.5(42.2×17.4)	2.42:1
SS-07	Sododong, Taebak, Kangwon	1997. 9.	34.4-55.9×17.2-21.5(44.4×18.6)	2.40:1
SS-08	Yeoha, Taebak, Kangwon	1997. 9.	30.1-55.9×15.1-21.5(42.8×18.6)	2.32:1
SS-09	Dongjeon, Taebak, Kangwon	1997. 9.	30.1-51.6×15.1-21.5(40.0×17.9)	2.24:1
SS-10	Sangdong, Youngwol, Kangwon	1997. 9.	30.1-60.2×17.2-21.5(46.7×19.1)	2.47:1
SS-11	Angsung, Chungju, Chungbuk	1997. 9.	34.4-55.9×15.1-21.5(43.5×18.6)	2.35:1
SS-12	Subi, Youngyang, Kyongbuk	1997. 10.	30.1-51.6×12.9-21.5(37.8×16.1)	2.29:1
SS-13	Misung, Wobo, Kunwi, Kyongbuk	1997. 10.	30.1-51.6×15.1-21.5(41.4×17.4)	2.38:1
S. lycopersici				
SL-01	Yeoju, Kyonggi	1996. 2	38.7-68.8×12.9-21.5(51.1×17.4)	2.94:1
SL-02	Cheongsong, Kyongbuk	1996. 2	38.7-64.5×12.9-19.4	3.17:1
SL-03	Ipseok, Andong, Kyongbuk	1997. 8.	38.7-64.5×12.9-19.4(48.2×15.2)	3.21:1

[z] Ratio of length(L) to breadth(B)

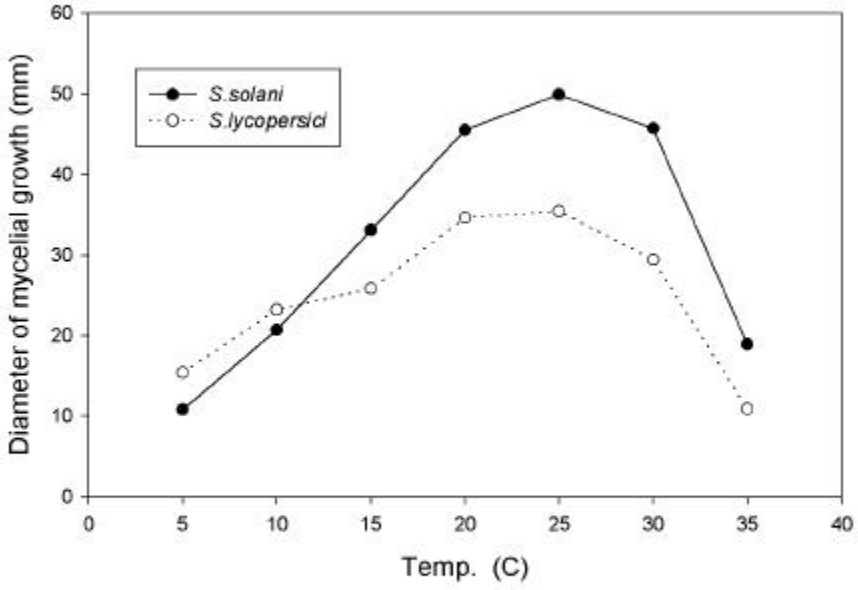

Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth of *Stemphylium* spp. causing leaf spot on pepper leaves

Table 3. Effect of temperature on sporulation of *S. lycopersici* and *S. solani*

Stemphylium isolate	Sporulation at		
	20℃	25℃	30℃
S. lycopersici			
KS-01	++[z]	+	-
KS-04	++	++	++
KS-05	++	++	++
S. solani			
SS-01	++	++	-

[z] ++:abundant sporulation(10^4 10^5spores/unit surface area), +:little sporulation (10^2spores /unit surface area), -:no sporulation.

Table 4. Effect of light on sporulation of *S. lycopersici* and *S. solani*

Stemphylium isolate	Sporulation at	
	Light & darkness	Darkness
S. lycopersici		
KS-01	++[z]	-
KS-04	++	+
S. solani		
SS-01	++	-

[z] ++ : abundant sporulation, + : little sporulation, - : no sporulation.

Table 5. Sporulation of *Stemphylium* spp. on different media at 20℃ for 7 days

	S. lycopersici			*S. solani*		
	V8A	PCA	PDA	V8A	PCA	PDA
Light and darkness (12hr/12hr)	31.8[z]	3.0	3.1	14.2	2.5	0.8
Continuous darkness	5.5	0.4	0.2	0	0	0

[z] 10^4/㎖.

사용하였더니 포자형성이 잘 되었다. 유리가 자외선을 많이 흡수하는 것은 일반적으로 알려진 사실이다. 따라서 유리 페트리접시를 사용할 때 포자형성이 되지 않은 것은 페트리접시의 뚜껑이 자외선을 차단한데 기인하는 것으로 사료된다.

5) 배양 온도와 포자모양

S. lycopersici 및 *S. solani* 모두 낮은 온도에서 배양할 경우 분생포자의 길이가 길어지며 L/B 비율이 컸다. 즉, *S. lycopersici*는 20℃에서 배양할 경우 L/B 비율이 3.2 : 1인 반면에 25℃에서는 3.0 : 1, 30℃에서는 2.6 : 1이었다. *S. solani*는 20℃에서 2.4 : 1이었고 25℃에서 2.0 : 1이었으며 30℃에서는 포자가 형성되지 않았다(표 6).

6) 온도와 포자발아

S. lycopersici 및 *S. solani* 모두 25℃에서 발아율이 제일 높았으며 다음 20℃, 15℃의 순이었다. 그러나 발아관의 길이는 25℃에서 제일 길었고 그 다음이 30℃, 35℃의 순이었다. *S. lycopersici*가 *S. solani*에 비하여 전 온도에서 발아율이 높았고 발아관의 길이도 길었다(표 7).

7) *Stemphylium* spp.균의 병원성 검정

*S. lycopersici*와 *S. solani*의 분생포자현탁액을 고추식물체에 접종한 후 잎과 줄기에 형성된 병반수를 조사한 결과는 표 8과 같다. *S. lycopersici*는 잎뿐만 아니라 줄기에도 병반을 형성하였으나 *S. solani*는 2균주 모두 잎에는 병반을 형성하였으나 줄기에는 병반을 형성하지 않았다.

8) 습실처리 온도와 발병

*S. solani*와 *S. lycopersici*균을 고추 유묘에 접종한 다음 습실처리 기간동안 밤낮의 온도를 15/20, 20/25, 25/30, 30/35℃로 하여 48시간 동안 처리한 후 온실에 두면서 발병을 조사한 결과는 그림 3과 같다. *S. solani*와 *S. lycopersici* 모두 15/20℃에서 발병이 가장 양호하였으며 20/25℃가 다음으로 좋고 25/30, 30/35℃의 순으로

Table 6. Effect of temperature on morphology and size of conidia of *S. lycopersici* and *S. solani*

Stemphylium spp.	Conidial characters	Temperature		
		20℃	25℃	30℃
S. lycopersici	Size(㎛)	37 75×15 30	35 68×12 25	20 67×15 25
		(Av. 55.3×17.4)	(Av. 49.5×18.0)	(Av. 48.5×18.5)
	L/B ratio	3.3 : 1	3.0 : 1	2.6 : 1
S. solani	Size(㎛)	35 58×17 23	37 53×17 25	No sporulation
		(Av. 46.0×19.2)	(Av. 44.8×21.5)	
	L/B ratio	2.4 : 1	2.0 : 1	

Table 7. Effect of temperature on germination behavior of conidia of *Stemphylium* spp.

Stemphylium spp.	Incubation temp.(℃)	% conidial germination		Length of germ tube	
		1 hr	3 hr	1 hr	3 hr
S. lycopersici	15	20.0	46.5	12.3[z]	12.5
	20	31.0	57.4	19.3	23.8
	25	39.0	62.0	34.0	40.8
	30	20.0	36.6	24.2	38.0
	35	15.0	33.0	24.0	29.5
S. solani	15	0.2	11.0	2.5	6.9
	20	0.3	21.0	3.8	10.1
	25	0.9	40.0	17.5	27.3
	30	0.3	0.8	5.8	23.1
	35	0.1	0.7	2.5	22.5

[z] Average of 100 conidia.

Table 8. Pathogenicity of *S. lycopersici* and *S. solani* on pepper plants.

Stemphylium spp.	No. of spots/per	
	Leaf	Stem
S. lycopersici		
Isolate KSL-12	157	7
KSL-18	116	0
KSL-19	113	7
S. solani		
Isolate KSS-04	216	0
KSS-08	56	0

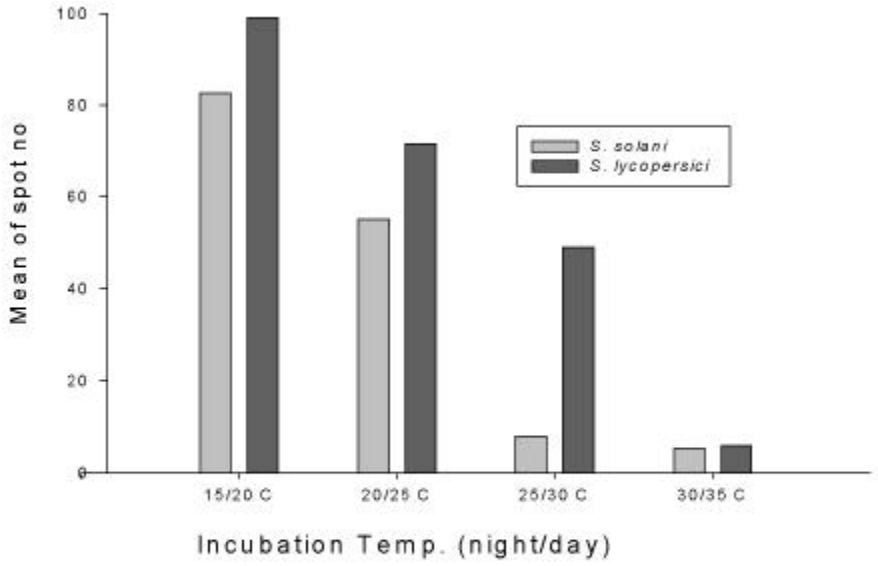

Fig. 3 Effect of incubation temperature on spot development by *Stemphylium* spp. on pepper leaves

발병량이 떨어졌다. 비교적 저온인 15/20℃구에서 발병이 양호한 현상은 이 병이 주로 야간 온도가 많이 내려가는 산간 계곡지역에 많이 발생하는 것과 잘 일치한다. 따라서 저항성 육종을 위한 접종은 가급적 야간온도가 내려가고 습실처리가 용이한 이른봄이나 가을에 실시하는 것이 유리하다는 것을 말해준다.

9) *Stemphylium* spp.의 종자전염과 종자소독 효과

종자 검정 결과는 표 9에서 보는 바와 같이 소독하지 않은 종자시료에서는 *Alternaria*를 비롯하여 많은 균류가 검출되었으며 *Stemphylium solani*는 3개 시료에서 비교적 낮은 비율(0.5 17%)로 검출되었다. 그러나 시판되는 소독종자에서는 균류가 검출되지 않았다.

종자를 차아염소산나트륨(1%, 5분간)으로 표면 소독할 경우 *S. solani*는 대부분 제거되었다(표 10). 이는 *S. solani*가 종자에서 검출되더라도 대부분 종자표면에 부착되어 있음을 나타내는 것이다.

10) 고추 잔재물에서 *Stemphylium* spp.의 월동 확인

고추포장의 월동잔재물로부터 *Stemphylium*의 검출율을 조사한 결과는 표 11과 같다. 월동 고춧잎 80개 중 3개 잎에서 *Stemphylium*이 검출되었으며 종자 150개 중 1개에서 검출되었으나 줄기 및 열매에서는 검출되지 않았다. 본 연구에서 고추 잔재물을 수집한 포장이 지난해 발병이 심한 포장이 아니었으므로 비록 검출율이 낮기는 하였으나 이 결과는 *Stemphylium*이 지난해 병든 고추 식물체의 잔재에서 월동하여 다음해 전염원이 될 수 있음을 나타내는 것이다.

11) 발생지역에서 포자비산과 발생소장

흰별무늬병의 포자는 5월 26일부터 비산을 시작하였으며(표 12) 순별 포자비산량은 6월 하순과 8월 하순에서 많은 경향이었고(그림 4), 일중 비산량은 야간보다 주간이 많았으며 15 17시 사이가 가장 많았다(그림 5). 순별, 시간대별 흰별무늬병 포자의 비산량은 *Stemphylium solani*가 *S. lycopersici*보다 많았다. 이들 포자의 비산

Table 9. Percentage infection of fungi on blotters recorded in 200 seeds of each samples of red pepper

Fungi detected	Sample Number[z]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternaria alternata	49.0	74.5	34.0	57.5	94.0	59.5	0	0	0	0	0
Stemphylium solani	17.0	3.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0
Colletotrichum gloeosporioides	14.0	5.0	74.5	0	0	56.5	0	0	0	0	0
Cladosporium sp.	16.0	10.0	22.0	0.5	4.5	15.0	0	0	0	0	0
Curvularia sp.	0	0.5	1.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0
Fusarium sp.	3	0	0	74.0	0	0.5	0	0	0	0	0
Phoma sp.	4	0	0	4	5.5	6.0	0	0	0	0	0

[z] Sample No. 1 6 : fungicide untreated samples, No. 7 11 : fungicide treated samples.

Table 10. Effect of chlorine seed treatment on percentages of *Alternaria alternata* and *Stemphylium solani*

Treatment	Sample No.	Infection %	
		A. alternata	*S. solani*
Untreated seed	1	49.0	17.0
	2	74.5	3.5
	6	59.5	0.5
Chlorine pre-treated seed(1%, 5 minutes)	1	14.0	1.0
	2	16.0	0
	6	10.5	0

Table 11. Detection of *Stemphylium* spp. from overwintered plant(pepper) debris in pepper fields

Overwintered plant debris	No. of plant debris	
	Observed	Infected with *Stemphylium* spp.
Leaf	80	3
Stem	30	0
Fruit	50	0
Seed	150	1

Table 12. Spores of *Stemphylium* spp. trapped in Youngyang Pepper Experiment Station in 1999

Date	*Stemphylium solani*	*Stemphylium lycopersici*
May 22	0	0
May 26	14.5	1.5
May 27	2.0	3.5
May 28	11.5	1.0
May 29	9.5	3.0

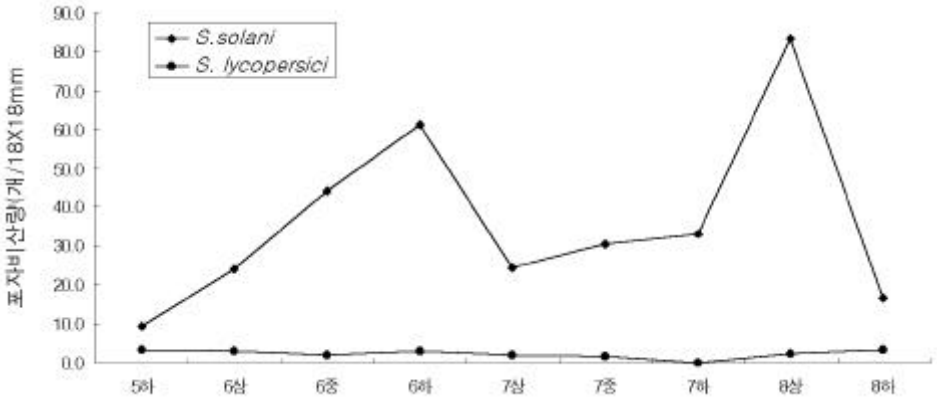

Fig. 4. Changes in amount of spores of *Stemphylium* spp. trapped by rotary spore trapper every 10 days from late in May to late in August in Youngyang Pepper Experiment Station in 1999

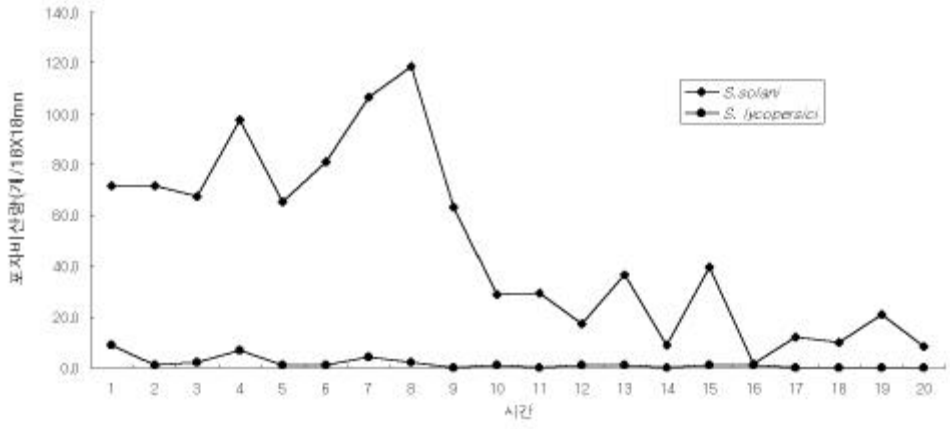

Fig. 5. Changes in amount of spores trapped in a day

은 강우와 바람 등의 환경조건과 연관이 있을 것으로 생각된다. 포장에서의 병 발생은 6월 11일부터 관찰되기 시작하였으며, 8월 23일까지의 발병은 1.1 1.7정도로 매우 낮았다(표 13).

나. *Stemphylium* spp.에 대한 저항성 육종 기초

1) 저항성 재료 선발

가) *S. lycopersici*균을 이용한 예비실험

1996년도부터 1997년에 걸쳐 총 467점의 연구실 보존 고추 유전자원에 대하여 1, 2, 3차로 나누어 *S. lycopersici* 저항성 검정을 실시하였다. 각 차별 시험일정과 시험에 들어간 유전자원 내역은 표 14와 같다.

나) 선발계통의 *S. solani*와 *S. lycopersici*에 대한 확인 검정

예비시험에서 저항성으로 유망하게 보이는 20계통과 이병성 대조품종으로 수비초, 칠성초, 금탑을 공시하여 *S. solani*와 *S. lycopersici*에 대한 저항성을 검정한 결과는 표 15와 같다. KC320, KC220, KC208, KC47, KC43, KC380, KC319는 예비시험과 본 확인검정에서 일관되게 저항성으로 나타나 유전연구와 저항성 육종에 재료로 활용될 수 있을 것으로 사료되었다. 예비실험을 진행하는 동안에는 *S. solani*의 포자형성 방법이 확립되지 않아 *S. lycopersici*를 주로 사용하여 검정하였기 때문에 선발계통의 *S. solani*에 대한 반응이 궁금하였다. *S. solani*와 *S. lycopersici*에 대한 확인 검정에서 예비실험에서 *S. lycopersici*에 대하여 저항성으로 선발된 계통들은 *S. solani*에도 모두 저항성으로 나타났다.

KC43과 KC47은 더뎅이병에 저항성으로 보고된 바 있어서(Sowell, 1960, Kim, 1988) 흰별무늬병과 더뎅이병 복합저항성 계통육성을 위한 재료로도 매우 유망하다. KC220은 봉화군 법전면의 재래종으로 지역적응성과 재래종의 품질을 보유하고 있어서 육종재료로서 활용도가 매우 높을 것으로 기대된다. KC380과 KC319는 상향의 과실이 열리는 하늘초 계통으로 흰가루병과 바이러스병 발생이 적어 매우 유용한 유전자원으로 평가된다.

Table 13. Occurrence of gray leaf spot in a field of Youngyang Pepper Experiment Station in 1999

Date	Plant frequency by disease index[z]				Mean
	1	2	3	4	
June 11	256	24			1.1
June 22	222	58			1.2
July 5	151	114	13	2	1.5
July 13	109	155	14	2	1.7
Aug. 23	152	127	1		1.5

[z] 1(없음), 2(하위엽에 1 2개 반점), 3(상위엽에 1 4개 반점), 4(상위엽에 5개 이상 반점)

Table 14. Germplasms evaluated for resistance to gray leaf spot

Sowing date	Inocula-tion date	Cultivars and accessions tested	
		Hybrid cultivars	Accessions (KC No.)
1996. 2/12	1996. 4/17, 4/23, 4/27	**대왕 조풍 거성 광복 대명 장원 금탑 역강 적토마 대장경 홍일품**	32 59 72 84 88 98 115 117 148 155 174 198 200 201 202 204 206 208 214 216 218 220 225 230 241 243 249 250 255 262 264 265 268 269 272 276 312 314 315 316 319 322 324 326 334 335 338 339 350 351 352 353 354 355 356 358 361 362 370 372 374 375 376 380 391 401 403 404 407 411 413 414 417 431 436 439 440 441 445 447
1996. 7/2	1996. 8/28 9/6	**금탑 적토마**	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 23 25 26 27 28 29 30 31 33 34 35 37 38 39 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 60 61 62 63 65 66 67 69 70 74 75 76 77 78 79-1-5G 80 81 82 83 85 86 87 89 90 97 99 100 101 104 106 107 108 109 111 112 113 114 116 118 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 133 134 135 136 138 140 141 142 143 145 146 147 149 151 154 163 164 166 168 171 172 173 174 176 177 178 179 181 182 187 191 196 197 198 199 203 205 207 208 209 213 229 231 232 233 234 235 236 237 238 240 242 243 244 246 247 248 251 312 319 439 440 B14-2-2-3
1996. 11/14	1997. 1/3 1/9	**금탑 대왕**	40 49 91 92 93 94 97 103 105 110 132 134 136 152 156 157 158 159 160 161 162 164 165 183 184 185 186 189 190 192 194 195 210 215 217 219 221 223 224 226 227 228 239 252 254 256 260 266 267 270 271 278 284 285 288 289 290 291 292 294 296 298 299 301 304 305 308 313 317 318 320 321 322 323 327 328 329 330 331 332 333 336 337 341 342 343 344 345 346 347 348 349 357 359 360 363 364 365 366 367 368 369 371 372 373 378 379 381 382 383 385 387 388 389 390 393 394 395 396 397 398 399 400 405 406 408 409 410 412 415 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 432 433 434 435 437 438 446 450 456 459 461

Table 15. Disease ratings of preliminarily selected lines of pepper to *Stemphylium solani* and *S. lycopersici* causing gray leaf spot 16 days after inoculation by spraying spore suspensions

KC No.	Cultivar	No. of plants tested	*S. solani*		*S. lycopersici*	
			No. of spots[z] per leaf	Mean[y] disease index	No. of spots[z] per leaf.	Mean[y] disease index
320	unknown	10	0.20 a	1.40 a	0.00 a	1.00 a
220	Beopjeon	10	0.43 a	1.40 a	0.00 a	1.00 a
208	Jinancho	8	1.43 a	1.43 a	0.03 a	1.00 a
47	PI244670	10	1.87 a	2.50 b	0.67 a	1.20 a
43	PI241670	7	2.43 a	2.14 ab	0.43 a	1.57 ab
380	Habuksung	10	2.77 a	1.60 a	0.27 a	1.10 a
319	unknown	10	7.40 ab	2.00 ab	3.27 ab	2.20 bc
390	Dochigi-Sandaka	10	15.77 abc	3.90 de	21.20 cd	3.30 def
174	Early Jalapeno	10	16.80 abc	3.60 cd	3.00 ab	2.50 cd
195	Seodong	10	22.70 bc	3.20 c	18.50 bcd	2.60 cd
158	Red chili	10	24.27 bcd	3.80 de	16.47 abc	3.30 def
326	Kesckeszarv	10	30.00 cde	4.11 de	19.23 cd	2.90 efg
305	Tam Mild chile	6	31.72 cde	4.00 de	27.93 d	3.60 efg
14	PI201234	10	34.24 cde	4.00 de	27.12 cd	3.90 fg
304	Tam Mild Jalapeno	9	40.07 def	4.00 de	8.40 abc	3.33 def
40	PI241641	10	41.37 def	4.00 de	28.40 d	3.90 fg
6	PI164677	10	43.43 ef	4.00 de	7.11 ab	2.80 cde
322	Navator F_1	8	44.71 ef	4.25 de	55.65 e	4.25 g
312	Keckeszarv	10	54.78 fg	4.22 de	47.70 e	4.10 fg
157	Papri Sweet	10	62.54 g	4.10 de	44.77 d	4.00 fg
202	Subi	10	86.07 h	4.60 e	77.63 f	4.50 g
Gum-tap	Commercial hybrid	10	96.23 hi	4.30 de	56.83 e	4.50 g
201	Chilsung	10	111.84 i	4.56 e	48.43 e	4.30 g

[y] Disease index of the most diseased leaf on a plant: 1 = no spots observed ; 2 = 1 3 spots formed on a leaf ; 3 = 4 6 spots ; 4 = 7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5 = 7 or more spots on a leaf with discoloration and defoliation.

[z] Mean number of spot formed on the three most diseased leaves.

다) 1996 1997년 도입증식 유전자원의 저항성 검정

1996년도에 헝가리와 미국식물도입국으로부터 도입하여 1997년도에 증식한 총 230점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정한 결과는 표 16과 같다. 이미 저항성으로 확인된 KC208, 320, 319, 220, 47, 380은 다시 저항성으로 나타났다. 추가 도입계통 중에서는 KC656, KC707, KC613 정도가 발병이 적어 유망한 것으로 나타났다. 이 실험에서 이병성으로 나타난 계통은 표 17에 정리한 바와 같다.

라) 영양고추시험장에서의 저항성 재료 선발

영양고추시험장의 실험에서도 경북대학교에서 찾아낸 KC43, 47, 319는 유묘접종과 포장 검정에서 저항성으로 나타났다(표 18, 19). 영양고추시험장 보존 자원 중에서는 유묘검정과 포장발병 조사자료를 고려할 때 IT 709415, IT 136603, VIR2383, N-440은 유망한 것으로 사료된다. 따라서 KC656, KC707, KC613과 함께 이미 확인된 저항성과 이병성 재료를 대비로 하여 확인 검정하는 것이 필요하다.

2) 저항성의 유전분석

저항성으로 선발된 KC43, 47, 220, 319와 이병성 계통과의 일대잡종(F_1), 각 조합의 양친, 그리고 KC47 × KC268, KCB13 조합의 F_2를 유묘접종하여 저항성을 검정한 결과는 표 20에 나타내었다. 가장 심하게 걸린 잎 2매에 형성된 점의 수를 조사한 결과로 볼 때 F_1은 양친의 중간에 있었으나 조합에 따라 이병성 혹은 저항성 친 쪽으로 기울어 있었다.

KC43 × 수비초 조합의 P_1, P_2, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2 에 *Stemphylium solani* 균을 접종하여 저항성을 검정한 결과 F_1이 점의 수에서 양친의 어느 쪽 보다도 많게 나타나 이병성이 초우성과 같이 나타났다(표 21). 그러나 이것은 점의 크기를 고려하지 않고 단순히 수만 세었기 때문으로 생각된다. 접종시 환경이 적당하면 저항성 품종에도 미세한 점이 형성되나 거의 확대되지 않는 것을 볼 수 있었다. 따라서 점의 수로 저항성을 평가하는 것은 문제가 있으며 점의 크기와 수를 동시에 고려하는 저항성 평가기준을 새로 만들어야 할 것으로 생각된다. F_2와 여교잡세대를 볼 때

Table 16. Resistance to Stemphylium leaf spot of pepper lines introduced and increased in 1997

KC No.	No. of plants tested	Freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
656	12	10	2				1.17
707	10	7	3				1.30
613	3	1	2				1.67
722	14	9	2	2	1	1	1.93
709	16	10	1	1	3	1	2.00
628	11	1	6	4			2.27
697	16	7	2	2	5		2.31
651	16	8	2		2	4	2.50
723	16	5	4	2	3	2	2.56
624	10	4	1	1	3	1	2.60
43[y]	16	16					1.00
208-1	1	1					1.00
320	13	13					1.00
319-1	6	6					1.00
220-1	9	8	1				1.11
47-1	5	4	1				1.20
380-1	10	8			2		1.60

[z] 1=No spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

[y] Accessions written in bold letter are resistant lines in the previous tests.

Table 17. Pepper lines increased in 1997 and included in testing for resistance to Stemphylium leaf spot in August, 1998, came out to be susceptible

KC No.
466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483
484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501
502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519
520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537
538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555
556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573
574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591
592 593 594 595 596 597 598 599 600 601-2 602 603 604 605 608 609 610 611
612 614 616 619 620 622 625 626 627 629 630 633 634 638 639 640 641 642
643 644 645 646 647 648 649 658 659 660 661 662 663 665 666 667 668 670
671 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685-1 686 688-2 689
690 691 692 693 694 695-1 700 701 702 703 704 705 706 708 711 712 714 715
716 717 718 719 720

Table 18. Number of spots on pepper seedlings after inoculation with *Stemphylium solani* and *S. lycopersici* conducted in Youngyang Pepper Experiment Station

Accessions	Mean No. of spots per leaf		Spot size
	S. solani	*S. lycopersici*	
IT 182544	3.42	1.85	S
IT 709415	3.42	1.85	S
IT 710412	4.14	1.28	S
PI260457	3.28	1.85	S
PI257103	1.57	5.57	S
IT 136603	3.42	2.42	S
VIR2383	2.00	1.66	S
N-440	5.00	1.71	S
KC43	1.28	1.42	S
KC47	2.85	1.28	S
KC319	1.71	1.57	S
Chilsung	21.57	40.14	L
Kumtap	18.28	44.00	L

Table 19. Disease index in gray leaf spot of selected lines of pepper in the Youngyang Pepper Experiment Station field

Accessions	Mean No. of spots per leaf	Spot size
IT 182544(sp 63)	4.40	S
IT 709415(sp 95)	2.00	S
IT 710412(sp101)	3.60	S
PI260457(sp120)	2.60	S
PI257103(sp160)	5.00	S
IT 136603(sp185)	1.40	S
PI281312(sp121)	3.20	S
VIR2383(sp191)	1.50	S
N-440(sp192)	2.00	S
KC43(sp180)	1.40	S
KC47(sp181)	1.60	S
KC319(sp183)	1.20	S
Kumtap(sp194)	33.80	L

Table 20. Resistance to Stemphylium leaf spot of F_1's and their parents

Cross combination	No. of plants tested	Mean of spots on 2 most diseased leaves
F_2(KC47×B13-2-1)	154	6.39
F_2(KC47×B13-4-2)	133	5.69
F_2(KC47×KC263)	135	6.43
F_1(KC47×B13-4-2)	10	0.65
F_1(KC47×KC263)	6	1.00
F_1(KC43×KC202-1)	15	12.07
F_1(KC47-1×B14-2-2-3-2)	16	0.31
F_1(KC201-1×KC220-1)	13	7.92
F_1(KC202-1×KC220-1)	12	0.88
F_1(KC202×KC319-1)	15	3.10
F_1(KC220-1×KC268)	11	0.50
KC201-1	16	37.19
KC202-1	16	15.63
B13-2-1	8	2.13
B13-4-2	12	5.46
B14-2-2-3-2	14	8.64
KC43	3	0.00
KC47	16	0.00
KC47-1	10	0.00
KC220-1	7	0.00
KC263	12	18.75
KC268	13	23.25
KC319-1	15	0.03

Table 21. Generation means and variances in number of spots on the two most diseased leaves on a plant 6 days after inoculation with a spore suspension of *Stemphylium solani* of cross KC43 × Subi

Population		No. of plants tested	Mean No. of spots per leaf	Variance	Heritability estimate(%)
P_1	(KC43)	18	20.97	771.25	
P_2	(Subi-1)	21	53.90	669.82	Broad-sense = -134.49
F_1	($P_1 \times P_2$)	23	61.54	890.20	
F_2		130	23.62	331.40	Narrow-sense = 49.30
BC_1P_1		133	18.45	327.47	
BC_1P_2		135	23.97	171.96	

저항성은 양적 변이를 나타내었다. Burton(1951)과 Warner(1952)의 방법에 따라 분산성분의 분할에 의한 저항성의 유전력을 계산해 보았으나 광의의 유전력이 부의 값으로 계산되고 협의의 유전력이 50% 이하로 계산되는 등 일반 이론과 맞지 않았다. 분산성분의 분할에 의한 방법으로 추정하는 유전력이 성립하기 위해서는 유전자간의 상호작용이 없는 것을 포함한 여러 가지 전제조건이 맞을 경우에 신빙성이 있기 때문에 실제로 이에 의존하기는 힘든 것으로 알려져 있다. 따라서 F_2와 F_3 계통 평균치간의 회귀에 의해 추정하거나 선발실험을 통하여 추정하는 것이 보다 신빙성이 있는 것으로 보인다. KC43은 더뎅이병(세균성점무늬병)에 강하고 바이러스에 견디는 편이어서 앞으로 흰별무늬병과 더뎅이병 복합저항성 계통의 선발도 가능할 것이다.

KC47 × KCB14 조합의 P_1, P_2, F_1, F_2, BCP_1 의 저항성 검정 결과는 표 22와 같다. 여기에서도 F_1에서의 점의 수가 양친의 어느 쪽 보다도 많았다. 그러나 F_2에서는 점이 매우 적었다. 따라서 점이 없는 깨끗한 개체를 선발하는 것이 가능하였다. 그러나 저항성 친에 여교잡한 BCP_1에서의 점의 수가 F_2에서 보다 많아 기대와 맞지 않았다. 이는 점의 수를 몇 사람이 나누어 세었기 때문에 세는 사람에 따라 세는 방법에 차이가 있을 수 있고, 또 점의 크기를 고려하지 않은 점 등이 작용한 것으로 사료된다. 그러나 F_2에서는 양친의 중간으로 나타나 양적 변이를 나타내는 것을 뒷받침하였다. KC47은 KC43과 매우 비슷한 특성을 갖고 있으며 역시 더뎅이병에 다수의 유전자가 작용하는 양적 저항성을 가지고 있어서 흰별무늬병, 더뎅이병 복합저항성 계통의 선발이 가능하다.

KC220을 저항성 친으로 하는 3개 교배조합의 저항성 검정결과는 표 23과 같다. F_1에서의 점의 수는 양친의 중간 혹은 이병성친에 가깝게 나타났다. 그러나 F_2는 대체로 양친의 중간으로 나타나 저항성은 양적 변이로 나타났다. 분산성분의 분할에 의하여 추정한 유전력은 100%를 초과하거나 음수로 나오는 등 믿을 수 없는 결과로 나타났다. KC220은 봉화군 법전면에서 수집한 재래종으로 품질이 대체로 양호하므로 품질이 더욱 우수하면서도 경북 북부지역에 잘 적응된 수비초, 칠성초와의 조합에서 품질과 흰별무늬병 저항성을 갖춘 계통의 선발이 가능할 것으로 기

Table 22. Generation means and variances in number of spots on the two most diseased leaves on a plant 6 days after inoculation with a spore suspension of *Stemphylium solani* of cross KC47 × KCB14

Population		No. of plants tested	Mean No. of spots per leaf	Variance	Heritability estimate(%)
P_1	(KC47-1)	14	1.68	5.29	
P_2	(B14-2-2-3-2)	23	33.85	243.87	
F_1	(P_1 × P_2)	24	46.00	1035.63	Broad-sense = -163.0
F_2		142	20.91	421.40	
BC_1P_1		81	41.90	33.88	

Table 23. Generation means and variances in number of spots on the two most diseased leaves on a plant 6 days after inoculation with a spore suspension of *Stemphylium solani* of crosses between susceptible Chilsung, Subi, and and KC268 and resistant KC220

Population		No. of plants tested	Mean No. of spots per leaf	Variance	Heritability estimate(%)
P_1	(Chilsung-1)	24	51.88	300.40	
P_2	(KC220-1)	20	4.85	9.16	Broad-sense = 78.19
F_1	($P_1 \times P_2$)	23	17.11	209.39	
F_2		159	20.33	793.06	Narrow-sense = 117.90
BC_1P_1		134	37.59	596.30	
BC_1P_2		110	7.38	54.77	
P_1	(Subi-1)	21	53.90	669.82	
P_2	(KC220-1)	20	4.85	9.16	Broad-sense = 16.11
F_1	($P_1 \times P_2$)	19	61.79	441.43	
F_2		150	23.08	445.17	Narrow-sense = -298.67
BC_1P_1		141	39.31	1159.11	
BC_1P_2		22	42.73	1060.78	
P_1	(KC220-1)	20	4.85	9.16	
P_2	(KC268)	10	49.60	222.99	Broad-sense = 92.84
F_1	($P_1 \times P_2$)	1	38.00	-	
F_2		150	31.69	1620.74	Narrow-sense = 76.40
BC_1P_1		140	11.60	132.31	
BC_1P_2		95	54.94	1870.95	

대된다. 이미 저항성으로 선발한 F_2개체로부터 F_3종자를 채종하여 파종할 준비를 하고 있다. 특히 KC268은 경북 청도에서 수집한 재래종 '풍각초' 중에서 역병에 살아남는 개체를 선발 고정한 계통으로 KC220 × KC268 조합의 F_2에서 흰별무늬병과 역병을 차례로 접종하여 두 가지 병에 모두 저항성인 개체를 선발하여 포장에 재식한 결과 과형이 매우 우수한 과실이 열리는 것을 확인하고 F_3종자를 채종하였다. 앞으로 흰별무늬병과 역병에 대하여 저항성을 갖추고 과형과 품질이 우수한 계통으로 육성해 가는 것이 가능할 것으로 기대된다.

KC319와 수비초간 교배조합의 양친과 F_1 및 분리집단의 저항성 검정결과는 표 24에 제시된 바와 같다. 여기서도 F_1은 이병성친에서보다 점의 수가 많게 조사되었으나 F_2에서는 양친의 중간으로 나타나 양적 저항성을 보였다. KC319는 상향과실이 한 분지점에 1과 혹은 여러 과실이 맺히는 특성을 가지고 있으며, 흰가루병 발생이 적고 바이러스에도 강한 편으로 나타나 이들 특성을 살리면서 흰별무늬병 저항성과 수비초의 품질을 갖춘 품종으로 육성하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

KC47은 흰별무늬병과 동시에 더뎅이병에 저항성이고 바이러스에 견디는 편이며 흰가루병의 발생도 적은 편이어서 포장환경에 잘 적응하는 특성을 갖추고 있다. 이 KC47을, 역병에는 강하나 바이러스에 매우 약하여 포장환경 조건에서는 종자증식조차 어려운 KC263(AC2258)과 KCB13(PI201232)에 교배하여 역병, 더뎅이병, 흰별무늬병, 바이러스병에 강한 집단을 육성할 목적으로 F_2에서부터 흰별무늬병과 역병을 차례로 접종하여 선발 육성한 F_3집단을 검정한 결과는 표 25와 같다. 병반이 없는 개체가 압도적으로 많아 선발효과가 매우 높은 것으로 생각되었다.

이상과 같이 흰별무늬병에 대한 저항성은 다수의 유전자가 관여하는 것으로 사료되며 유전력은 대체로 높은 것으로 보인다. 그러나 P_1, P_2, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2 집단 식물의 잎에 형성된 점의 수의 분산값으로 추정하는 유전력은 신빙성이 없는 것으로 나타났다. 이것은 단순히 잎에 형성된 점의 수만으로 저항성을 평가하는 것에 문제가 있는 것으로 생각되며 어떤 방법으로 점의 크기를 함께 고려해 넣는 것이 필요할 것으로 생각된다. 또한 유전력의 추정방법에서도 분산성분의 분할에 의한 방법보다 F_2와 F_3의 평균치간의 회귀에 의한 방법이나 직접 선발에 의한 진전에 의

Table 24. Generation means and variances in number of spots on the two most diseased leaves on a plant 6 days after inoculation with a spore suspension of *Stemphylium solani* of cross Subi × KC319

Population		No. of plants tested	Mean No. of spots per leaf	Variance	Heritability estimate(%)
P_1	(Subi-1)	21	53.90	669.82	
P_2	(KC319-1)	22	3.14	11.89	Broad-sense = 59.26
F_1	($P_1 \times P_2$)	25	75.16	789.93	
F_2		190	31.63	1203.95	Narrow-sense = 142.87
BC_1P_1		143	31.42	660.46	
BC_1P_2		140	3.91	27.40	

Table 25. Performance of F_3 mass populations to inoculation with *S. solani*

Generation	No. of plants tested	Frequency at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
F_3(KC47×AC2258)	174	128	11	14	10	11	1.65
F_3(KC47×B13-4-2)	189	131	33	14	11		1.50
F_3(KC47×B13-2-1)	150	15	31	16	64	24	3.34

[z] 1 = no spots observed ; 2 = 1 3 spots formed on a leaf ; 3 = 4 6 spots ; 4 = 7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5 = 7 or more spots on a leaf with yellowing

한 방법을 적용하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

앞으로의 육종과 저항성 유전연구의 보완을 위하여 채종한 종자 내역은 표 26과 같다. 수비초와 칠성초의 우수한 품질을 회복하기 위하여 이들 품종을 여교잡한 BC_1을 선발자식한 BC_1F_2와 F_3종자로 되어 있다. BC_1F_2종자는 2000년 봄에 영양현지에 재식하여 각각 지역 적응성과 수비초와 칠성초의 형질을 많이 회복한 개체를 선발하고 그 품질회복 정도에 따라 여교잡을 하여 품질과 점무늬병 저항성을 겸비한 품종으로 육성하고자 한다.

F_3종자들은 유전연구의 보완을 위하여 2000년 봄에 파종하여 선발 효과에 의한 유전력을 조사하고자 한다.

KC47 × KC263, KCB13조합의 F_4계통의 종자는 2000년 봄에 경북대 온실에 파종하여 흰별무늬병, 더뎅이병, 역병 및 바이러스에 강한 집단으로 육성하고자 한다.

Table 26. Amount of seed secured for subsequent research and breeding

Population	Amount of seed
BC_1F_2 {(KC43×Subi-1)×Subi-1}-1	350
2	300
3	150
4	60
5	150
6	100
7	20
BC_1F_2 {(Chilsung-1×KC220-1)×Chilsung-1}-1	150
2	200
3	50
4	150
BC_1F_2 {(Subi-1×KC220-1)×Subi-1}-1	50
2	100
3	100
4	100
5	200
6	150
7	300
8	270
9	250
10	300
BC_1F_2 {(Subi-1×KC319-1)×Subi-1}-1	300
2	200
3	150
4	250
5	200
6	250
7	140
8	200
9	300
10	200

Table 26(continued). Amount of seed secured for subsequent research and breeding

Population	Amount of seed
F_3(KC43×Subi-1)-1	350
2	250
3	300
4	500
F_3(KC47-1×B14-2-2-3-2)	1000
F_3(Chilsung-1×KC220-1)-1	400
2	150
3	400
4	450
5	400
6	300
F_3(Subi-1×KC220-1)-1	300
2	350
3	300
4	250
5	350
6	350
F_3(Subi-1×KC319-1)-1	350
2	400
3	400
4	450
5	350
6	500
F_3(KC220-1×KC268)-1	100
2	150
3	200
4	100
5	300
6	-
7	300
8	250
F_4(KC47×AC2258)	2000
F_4(KC47×B13-2-1)	1000
F_4(KC47×B13-4-2)	1000

4. 적 요

경북 북부지역의 고추 재배지대에 발생하고 있는 흰별무늬병은 잎에 직경 2㎜ 이하의 작은 백색 내지 회갈색의 점을 무수히 형성하여 조기 낙엽을 초래한다. 이 병은 *Stemphylium solani* Weber와 *S. lycopersici* (Enjoji) Yamamoto라는 매우 비슷한 2종의 균이 침입하여 일어나는 것으로 확인되었다. 이들 *Stemphylium* spp.의 균사생장 적온은 25℃ 부근이며, 포자형성은 채소즙배지에서 잘되고 광을 필요로 하며, 포자형성 적온은 20℃ 부근, 포자발아는 25℃ 부근이다. 특히 자외선을 필요로 하여 자외선을 흡수하는 성질이 있는 국내 생산 유리샤레에서는 포자가 형성되지 않았다. 이 병원균은 종자전염을 할 수 있으며 병든 잎에 붙어서 월동할 수 있는 것으로 확인되었다. 그러나 종자전염은 주로 표면에 붙은 포자에 의하여 일어나며 차아염소산나트륨 1% 용액에 30분간 침지처리할 경우 대부분 제거되는 것으로 확인되었다.

이 병에는 KC320, KC220, KC208, KC47, KC43, KC380, KC319가 몇 차례 실험에서 일관되게 저항성으로 나타났다. 저항성의 유전분석을 위하여 KC220, KC47, KC43, KC319를 저항성 친으로 하고 수비초, 칠성초, 풍각초(KC268)를 이병성 친으로 하는 교배조합의 P_1, P_2, F_1, F_2, BCP_1, BCP_2 집단을 검정한 결과 저항성은 단순 유전자의 분리양식에 맞지 않았으며, 다수의 유전자에 지배되는 양적 유전의 양상을 나타내었다. 앞으로 F_3 검정을 통하여 유전분석을 보완하고자 한다.

5. 참고문헌

Blazquez, C. H. 1969. Occurrence of gray leaf spot on peppers in Florida. Plant Dis. Rep. 53:756.

Burton, G. W. 1951. Quantitative inheritance in pearl millet(*Pennisetum glaucum*). Agron. J. 43:409-417.

Cho, H. J. 1997. Identification of *Stemphylium* spp. causing gray leaf spot of pepper and search for resistance to gray leaf spot. MS thesis, Kyungpook National University, Taegu, Korea.

Ellis, M. B. and I. A. S. Gibson. 1975a. *Stemphylium lycopersici*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 471.

Ellis, M. B. and I. A. S. Gibson. 1975b. *Stemphylium solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 472.

Hannon, C. I. and G. F. Weber. 1955. A leaf spot of tomato caused by *Stemphylium floridanum* sp. nov. Phytopathology 45:11-16.

Hwang, H. S. and B. S. Kim. 1997. Testing Phytophthora blight resistant lines of hot pepper for nuclear genotype interacting with male sterile cytoplasm. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(6):684-687.

Kim, B. S. 1986. Resistance to Phytophthora root rot in introduced peppers(*Capsicum* spp.). J. Korean Soc. Hort. Sci. 27(1):11-14.

Kim, B. S. 1988. Characteristics of bacterial spot resistant lines and Phytophthora blight resistant lines of Capsicum pepper. J. Korean Soc. Hort. Sci. 29(4):247-252.

Kimble, K. A. and R. G. Grogan. 1960. Resistance to Phytophthora root rot. Plant Dis. Rep. 44:872-873.

Min, J. Y., B. S. Kim, K. Y. Cho, and S. H. Yu. 1995. Gray leaf spot caused by *Stemphylium lycopersici* on tomato plants. Korean J. Plant Pathol. 11:282-284.

Sahin, E. A. and J. F. Shepard. 1979. An efficient technique for inducing profuse sporulation of *Alternaria* species. Phytopathology 69:618-620.

Sinclair, J. B., N. L. Horn, and E. C. Time. 1958. Unusual occurrence of certain diseases in Louisiana. Plant Dis. Rep. 42:984-985.

Sowell, G. Jr. 1960. Bacterial spot resistance of introduced peppers. Plant Dis. Rep. 44:587-590.

Valdez, R. B. and N. L. Opina. 1980. Gray leaf spot of tomato in the Philippines. Kalikasan 9:81-87. In Review of Plant Pathol. 60(10):514(1981).

Warner, J. N. 1952. A method for estimating heritability. Agron. J. 44:427-430.

Weber, G. F. 1930. Gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium solani* sp. nov. Phytopathology 20:513-518.

제2절 *Cercospora capsici*에 의한 갈색무늬병

1. 서 설

경남 밀양과 남지 등 시설 풋고추 재배지역에는 *Cercospora capsici* Halsted & Wolf에 의한 갈색무늬병이 발생하고 있으며, 제대로 방제하지 않은 경우에는 결정적인 피해를 내고 있다. 그러나 이 병원균의 생리생태와 저항성 육종을 위한 기초자료는 매우 부족한 실정이다.

본 연구에서는 *Cercospora capsici*에 의한 갈색무늬병의 생리·생태와 저항성 육종을 위한 기초연구를 한 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. *Cercospora capsici*의 생리·생태

1) 온도와 균사생육

PDA배지에 전배양한 균총으로부터 코르크보러를 사용하여 직경 4㎜ 균편을 잘라내어 PDA 평판에 치상한 다음 5℃부터 5℃ 간격으로 40℃까지 8단계로 설정한 항온기에 넣어 20일간 배양한 후 균총의 직경을 측정하였다. 각 온도 3반복으로 실시하였다.

2) 포자형성 배지 및 배양방법

PDA와 V-8 juice agar에 전배양한 균총을 5번 코르크보러로 찍어내어 막자사발에 놓고 약 12㎖의 살균수를 가한 다음 마쇄하여 물한천(water agar)에 고춧잎 분말을 0.5% 첨가한 포자형성용 배지(PLA) 및 V-8 juice agar(V8), PDA+pepper leaf powder(PDA+PL), V-8 juice agar+pepper leaf powder(V8+PL)에 도말하여 20℃, 12시간 형광등 조명 하에서 2 3일간 배양한 다음 페트리접시 당 1㎖의 살균수를 가하여 면봉으로 표면을 가볍게 문질러주는 자극처리를 하고 다시 3일간 배양하여 포자형성 정도를 조사하였다. 포자형성량은 직경 87㎜ 일회용 페트리접시에 일정량 물을 가하여 면봉으로 포자를 털어 씻어내어 포자현탁액을 만들었다. 이 포자

현탁액 100㎕을 마이크로피펫으로 슬라이드그라스로 옮겨 100배 현미경 시야당 포자수를 세었다. 이중 포자형성배지로서 고추잎분말한천이 가장 우수하여 고추잎분말의 함량의 함량을 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 5.0, 10.0%로 달리할 경우의 포자형성정도를 조사하였다.

3) 포자 발아에 미치는 온도의 영향

PDA와 WA배지에 포자농도 4×10^4 포자/㎖의 현탁액을 샤레당 5지점에 100㎕씩 떨어뜨린 후 각각의 온도에서 12시간 암배양한 후 각 지점당 40개씩 총 200개 포자를 조사하였으며, 발아율과 발아관 길이를 조사하였다. 조사시간 동안 발아를 억제하고자 2℃ 저온항온기에 보관하며 조사하였다. 각 처리당 3반복으로 실시하였다.

4) 습실처리 온도와 발병

공시품종으로는 흥농 꽈리풋고추를 사용하였다. 1998년 5월 25일 파종하여 7월 16일 이식하였다. 접종은 8월 3일에 실시하였다. 균주는 청도군 용천사 균주를 사용하여 앞의 실험과 동일한 방법으로 접종원을 만들어 실험에 사용하였다. 습실처리 온도는 주·야간의 온도를 달리하여 야간/주간온도, 15/20, 20/25, 25/30, 30/35℃ 4처리로 설정하여 48시간 습실처리한 다음 비닐하우스로 옮긴 후 10일 간격 2회 조사하였고, 발병조사는 주당 병반수와 낙엽수를 조사하였다. 동일 실험을 2회 반복실시하였다.

5) 묘령과 발병

흥농 꽈리풋고추 품종을 사용하였다. 묘령설정은 1998년 3월 16일(40일묘), 3월 26일(30일묘), 4월 5일(20일묘), 4월 15일(10일묘)에 파종, 육묘하여 4월 24일에 일시에 접종하였다. 접종밀도는 현미경 100배 시야당 분생포자 10개로 조절하였으며, 발병조사는 주당 병반수와 낙엽수를 조사하였고 10일 간격 3회 조사하였다.

6) 접종원 밀도와 발병

공시품종은 시판품종 흥농 꽈리풋고추를 사용하였으며, 1997년 12월 24일 파종하여 1998년 2월 13일 가식한 후 2월 24일, 30일 묘령에 접종하였다. 접종방법은 앞에서 기술한 방법과 동일한 방법으로 포자를 형성시켜 만든 포자 현탁액을 분무 접종하였다. 접종원의 포자밀도는 3.4×10^{2}, $\times10^{3}$, $\times10^{4}$, $\times10^{5}$ 포자/㎖을 사용하였다.

접종한 식물체는 비닐을 씌운 후 하룻밤 동안 습실처리를 해 주었으며, 발병조사는 주당 병반수와 낙엽수를 조사하였고 10일 간격 3회 조사하였다. 동일 실험을 2회 실시하였다.

나. *Cercospora capsici*에 대한 저항성 육종기초

1) 유전자원의 저항성 평가

가) 제1차 저항성 검정

본 시험에 사용된 공시재료로는 경북대학교 원예학과 채소육종학 연구실에서 보유하고 있는 고추 유전자원 중 국내 재래종 및 도입 계통 KC1 326 중에서 종자량이 여유 있는 106계통을 공시하였으며 대조품종으로 금탑, 적토마, 흥농 꽈리풋고추의 3개 시판 품종을 사용하였다. 1996년 7월 10일 128구 파종상자에 바로커 상토를 사용하여 파종, 육묘하였으며, 1996년 8월 12일에 계통당 8주씩 부엽상토를 채운 32구 묘종상자(52×29×7.5㎝, ø6.5㎝, 삼정산업제품)에 이식하였다.

공시균주는 *Cercospora capsici* 밀양부곡 균주를 사용하였다. 포자형성을 위해 공시균주를 PDA배지에 옮긴 후 25℃에서 20일간 배양한 후 배지 뒷면이 자줏빛을 띄는 부분을 코르크보리로 떼어내 균총과 살균수(1㎖/균총수)를 살균된 유발에 넣고 마쇄하여 균사 현탁액을 만들었다. 포자형성배지는 물한천배지(WA)에 0.5% 고춧잎 분말을 첨가하여 만든 PLA(Pepper Leaf Agar)배지를 고압 멸균 후 일회용 페트리디쉬(ø87㎜)에 분주하여 준비하였다. PLA배지 위에 균사현탁액을 1㎖씩 도말한 후 20℃, 12시간 형광등 조명 하에서 2일간 배양 후 꺼내어 cleanbench 위에서 각 샤레당 1㎖ 살균수를 첨가하여 멸균된 면봉으로 표면을 가볍게 문질러 자극준 다음 다시 20℃에서 3일간 배양한 후 포자를 수확하여 접종원으로 사용하였다.

접종은 포자가 형성된 샤레에 증류수를 넣어 붓으로 포자를 수거하여 만든 포자현탁액을 소형 손 분무기로 살포, 접종하였으며, 접종농도는 현미경 100배 시야당 약 10개의 농도로 접종하였다. 접종 후 비닐을 덮어 하룻밤 동안 습실 처리를 해 주었다.

1996년 9월 6일 접종하였고 발병조사는 1차 9월 16일, 2차 9월 24일 실시하였으며, 발병도는 발병이 없는 것(1), 잎에 1 3개의 반점이 있는 것(2), 잎에 반점이 4 6개 있는 것(3), 잎에 7개 이상의 반점이 보이며 황화가 나타나지 않는 것(4), 잎에 7개 이상의 반점이 나타나며 황화가 나타나는 것과 같이 5등급으로 나누어 실시하였다.

나) 제2차 저항성 검정

공시품종은 본 실험실에서 보유하고 있는 계통 KC번호 327에서 723번 중 184계통과 1차 저항성 검정에서 발병도 2.5미만으로 선발된 계통 6계통, 시판품종 금탑, 거성, 흥농 꽈리풋고추 3품종을 포함하여 총 193계통을 사용하였다. 파종은 1997년 5월 31일에 128구 묘종상자의 TKS-2 상토에 실시하였고 1997년 7월 14일 32구 묘종상자의 TKS-2 상토에 각 계통 8주씩 이식하였다.

공시균주는 밀양 용천사 균주를 사용하였으며 포자형성 방법은 1차 저항성 검정방법과 동일하게 실시하였다. 접종농도는 광학현미경 100배 시야당 13개로 접종농도를 조절하였다. 발병조사는 1997년 8월 7일, 8월 18일 2회 실시하였다.

묘종 상태에서 선발된 계통을 경북대학교 농장 포장에 정식 하여 발병을 관찰하였다. 1997년 9월 5일 포장에 정식하였고, 1997년 9월 20일 밀양 용천사 균주로 2차 접종을 실시하였으며, 조사는 9월 30일, 10월 10일에 2회 실시하였고 접종농도는 100배 시야당 10개로 조절하였다.

다) 제3차 저항성 검정

공시품종은 1차, 2차 저항성 검정실험에서 발병도 3.5미만으로 선발한 151계통과 시판품종인 금탑, 거성, 흥농 꽈리풋고추 3품종을 포함하여 총 154계통을 사용하

였다. 파종은 1997년 12월 24일에 128구 묘종상자에 TKS-2 상토를 사용하여 실시하였고 1998년 2월 12일에 32구 묘종상자에 TKS-2 상토를 사용하여 8 16주씩 이식하였다.

공시균주는 밀양 용천사 균주를 사용하였으며, 포자형성은 1차 저항성 검정에서와 동일한 방법으로 형성시켜 접종원으로 사용하였으며, 접종농도는 현미경 100배 시야당 10개로 하였다. 접종은 1997년 2월 24일에 실시하여 접종 후 10일 간격으로 3월 6일, 3월 16일, 3월 26일에 걸쳐 3회 실시하여 34계통을 선발한 후 1997년 4월 4일에 4차 조사를 실시하였다.

라) 제4차 저항성 검정

공시품종은 1998년 헝가리로부터 분양받은 *Capsicum chinense* 96계통을 사용하였다. 파종은 1998년 4월 1일에 128구 묘종상자에 TKS-2 상토를 사용하여 실시하였고 1997년 5월 18일 32구 묘종상자에 TKS-2를 사용하여 1 8주씩 이식하였다.

밀양 용천사 균주를 사용하였으며, 포자형성은 위의 실험과 동일하게 실시하였다. 접종농도는 현미경 100배 시야당 16개로 조정하였고, 1차 접종은 1998년 6월 1일에 실시하여 발병도 조사를 10일 간격으로 2회, 6월 10일과 6월 20일에 실시하였다. 96계통에 대해 저항성 검정하여 1차 선발한 후 2차 접종을 1998년 7월 4일에 실시하였다. 접종농도는 현미경 100배 시야당 15개로 조정하였으며, 발병도 조사는 10일 간격으로 2회, 7월 14일과 7월 24일에 실시하였다.

2) 저항성의 유전분석

1998년 3차 저항성 검정결과 발병도가 낮은 KC13, KC455 2계통과 4차 검정결과 KC731, KC773, KC774, KC793, KC802, KC817 6계통으로 발병이 적고 묘가 건전한 것을 선발하여 각 계통당 3주씩 부엽, 산흙, 모래 등을 배합한 상토에 지름 30㎝, 높이 45㎝ 화분에 정식 하여 관리하였다. 활착 후 개화가 시작되면, 재래종인 수비초와 정역간의 교배조합을 작성하여 채종하였다. 1999년 1월 29일 각 양친과 F_1조합들을 파종하였다. 1999년 3월 5일 이식한 후 접종하였다.

공시균주는 상주사벌 균주를 사용하였고, 접종농도는 100배 시야당 10개로 조정하여, 1999년 3월 12일에 접종하였다. 발병조사는 5일 간격으로 4회, 3월 17일, 22일, 27일, 4월 1일에 실시하여 발병이 적은 KC817과 교배된 4개 F_1조합과 자식 3계통을 선발하여 각 3주씩 화분에 정식하여 관리하였다. F_1개체에 양친을 각각 여교잡하는 동시에 자식하며 F_2를 착과시킨 후 수확, 채종하였다. 1999년 10월 현재 F_2와 B_1, B_2를 중심으로 하고 양친 및 F_1의 종자를 파종하여 육묘하고 있다.

3. 결과 및 고찰

가. *Cercospora capsici*의 생리·생태

1) 온도와 균사생육

온도에 따른 균사생육을 조사한 결과는 그림 1과 같다. *Cercospora capsici*는 균사생육이 매우 느렸다. 균사생육 최적온도는 25℃이었으며 5℃와 35℃ 이상에서는 균사생장이 없었다. Kawagoe(1990), Kawagoe et al(1983)은 배지의 종류에 관계없이 25℃ 전후에서 균사 생장이 제일 양호하다고 보고하였는데 본 실험에서도 같은 경향이었다.

2) 포자형성 배지 및 배양방법

*Cercospora capsici*는 균사의 생육도 매우 느리고 포자형성도 잘 되지 않는 특성이 있다. 현재까지의 실험결과를 보면 감자배지(PDA)에 일차로 배양한 균총을 5번 코르크보러로 찍어내어 막자사발에 놓고 약 12㎖의 멸균수를 가한 다음 마쇄하여, 물한천(Water agar)에 고춧잎 분말을 0.5% 첨가한 배지에 1 페트리접시 당 1㎖씩 부어 펴서(flooding), 형광등 12시간 조명 하에서 48시간 동안 배양한 다음, 멸균수 1㎖을 넣고 면봉이나 유리막대로 표면에 자극을 준 다음, 다시 형광등 하에서 배양하면 3일 후에는 다량의 포자가 형성이 되는 것을 알아내었다(그림 2). 여기서는 한 번 포자를 수확한 다음 다시 형광등 조명 하에 두면 포자가 다시 형성되므로 2차, 3차의 포자수확이 가능하였다. 그러나 수확회수가 많아짐에 따라 포자 수량을

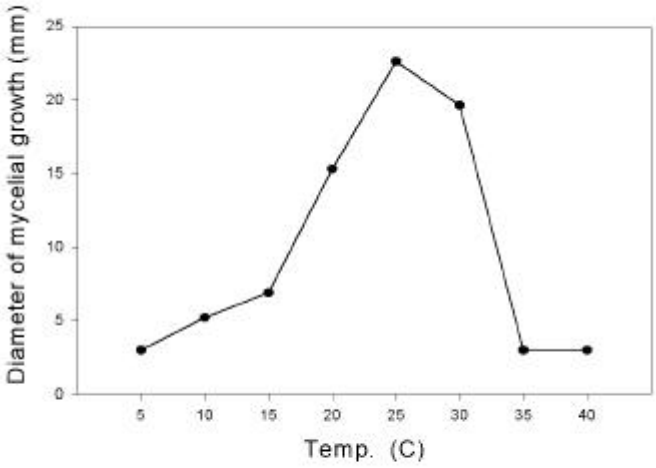

Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth of *Cercospora capsici* causing leaf spot on pepper leaves

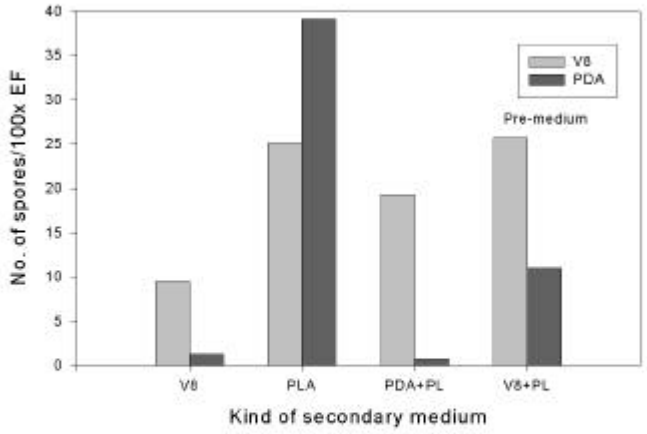

Fig. 2. Effect of pre-culture medium and sporulation medium on sporulation of *Cercospora capsici*
(PL=Pepper leaf powder, PLA=Pepper leaf powder agar, V8=V-8 juice agar)

떨어졌다. 포자형성 배지에 첨가하는 고춧잎 분말의 양을 달리할 경우의 포자형성량을 조사한 결과는 그림 3과 같이 0.5%가 가장 좋았다. 포자형성용 배지로서 당근잎즙배지가 보고된 바 있으며(Kilpatrick and Johnson, 1956) 이에 대한 실험을 시행해 본 결과 당근잎즙배지에서도 포자형성이 양호하였다. 그러나 당근잎은 지역에서 구하기 힘든 문제가 있기에 고추잎분말 배지의 사용법을 검토한 결과 육종을 위한 대량접종용 포자생산에 문제가 없을 정도로 충분한 포자를 형성시킬 수 있었다.

3) 온도와 포자 발아

분생포자 발아는 표 1에서와 같이 5℃에서부터 35℃에 이르는 넓은 온도범위에서 일어났다. 발아율과 발아관의 길이 측정결과를 종합해 보면 발아최적온도는 25℃로 보인다. 이는 Kawagoe(1990)와 Kawagoe et al.(1983, 1985)의 보고와 대체로 일치한다. 그러나 이들은 5℃와 35℃에서는 전혀 발아되지 않는다고 하였으나 본 실험에서는 5℃와 35℃에서도 발아하는 것으로 나타나 상이한 결과를 보였다. *C. capsici*는 균사생장과 달리 넓은 온도범위에서 발아가 가능한 것으로 생각되었다.

4) 습실처리 온도와 발병

꽈리고추에 대하여 습실처리 온도를 달리하여 발병을 관찰한 결과는 표 2와 같다. 접종 10일과 20일 후에 형성된 반점의 수를 보면 밤낮의 온도를 20/25℃로 설정한 구가 가장 많은 발병을 보였으며, 다음이 15/20℃ 설정구였다. 25/30, 30/35℃로 온도가 높아질수록 발병이 부진한 것으로 나타났다. 이어 조사한 낙엽수에서도 같은 경향을 나타내었다. 대체로 낮은 온도에서 발병이 많은 것은 남부의 시설재배 현장에서 해동기에 많이 발생하는 것과 일치하는 경향이다. Kawagoe et al.(1983, 1985)은 피만고추잎에 접종한 후 28℃에서 72시간 습실처리한 후 발병상황을 조사했을 경우 접종 13일 후에 초기 병반이 형성되었다고 보고하였으며, 또한 습실조건 아래에서의 온도 20 25℃가 많은 병반을 형성하며 약 8일 경에 초기병반이 나타나고 12 14일 후에는 전형적인 병징을 확인할 수 있었다고 하였다. 반면에 15℃ 이

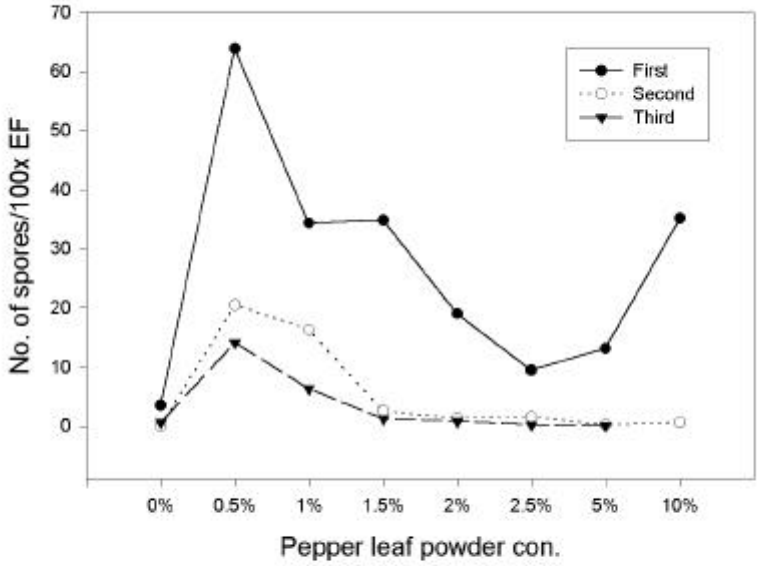

Fig. 3. Yield of *Cercospora capsici* spores by harvest as influenced by concentration of pepper leaf powder added in water agar

Table 1. Effect of temperature on conidial germination of *Cercospora capsici* on different media

Temp. (℃)	Condial germination (%)		Length of germ tube (㎛)	
	WA	PDA	WA	PDA
5	59.8	31.4	19.5	13.5
10	94.7	66.0	55.5	37.5
15	98.3	81.8	99.0	61.5
20	97.6	96.0	140.0	106.5
25	97.6	98.6	163.5	130.0
30	99.6	98.8	143.5	121.5
35	95.8	91.2	77.5	68.5

Table 2. Effect of incubation temperature on spot development by *Cercospora capsici* on pepper leaves in cv. Kwariput

Incubation temp. (night/day℃)	No. of lesions per plant		No. of defoliated leaves	
	10 days	20 days	10 days	20 days
15/20	5.2 a	33.1 a	0	2.1 a
20/25	16.0 a	43.7 a	0	2.0 a
25/30	0.4 b	10.2 b	0	0.8 b
30/35	0.0 b	12.0 b	0	0.1 b

하가 되면 병징 형성이 지연되어 약 20일 후에야 가능하며 5℃와 30℃에서는 발병되지 않았다고 했다. 본 실험의 결과도 이들의 보고와 일치하는 경향으로 저항성 검정을 위해서는 15 25℃에서 접종한 후 20일경에 조사하면 좋을 것으로 생각되었다.

5) 묘령과 발병

시판품종 꽈리풋고추에 대해 묘령을 달리하여 접종한 후 발병을 조사한 결과는 표 3과 같다. 파종 후 10일묘는 발아된 지 얼마 되지 않아 자엽상태에서 본엽 1매 정도 신장된 상태로 묘가 너무 어릴 때 접종되었으며 그 외에는 접종하기에 모두 적당한 상태를 유지하고 있었다. 접종 10, 20, 30일 후에 각각 1, 2, 3차 조사를 행하였는데 1차 조사에서는 모든 처리에서 병반 및 낙엽이 거의 없었다. 그러나 2차 조사에서는 모든 처리에서 병반이 형성되었으며 가장 많은 병반이 형성된 것은 30일묘였으며 20일묘와 40일묘에서도 대체로 잘 발병하였다. 그러나 접종 30후 조사에서 병반수는 매우 감소하면서 낙엽수는 상당히 많아지는 경향으로 낙엽이 많아지면 발병정도를 조사하는데 문제점이 있으리라 생각되었다. 그러므로 접종 30일까지 조사할 필요는 없으며, 가장 발병상황이 좋아 저항성 평가에 적당한 묘령은 앞의 실험과 동일한 30일묘에 접종하여 20일경에 조사하는 것이 적당하리라 생각되었다. 임(1992)은 고추 풋마름병 저항성 검정을 위해서는 30일 묘가 저항성과 이병성 계통간의 차이가 가장 현저하여 30일 묘가 적당하다고 하였으며 *Cercospora capsici* 에 대한 저항성도 30일묘를 사용하면 무난할 것으로 사료되었다. 그러나 식물체의 생육상태는 묘령과 함께 육묘환경에 따라 크게 좌우되므로 육묘기간의 외기 온도 등에 따라 20 40일 사이의 묘를 사용할 수 있을 것으로 사료되었다.

6) 접종원의 밀도와 발병

꽈리풋고추에 접종농도 3.4×10^2, 10^3, 10^4, 10^5 4단계 농도로 접종한 결과는 표 4와 같다. 10^2 10^5농도 모두 접종 10일경에 초기 병반이 나타났으며 가장 많은 병반수와 낙엽수를 보인 것은 10^5농도였다. 잎에 형성된 병반수를 조사해 본 결과 접

Table 3. Effect of disease development on seedling age after foliar inoculation with *Cercospora capsici*

Seedling age	No. of lesions per plant			No. of defoliated leaves		
	10 days	20 days	30 days	10 days	20 days	30 days
10	0.0	8.6	0.2	0	0.0	1.3
20	0.1	48.3	2.0	0	0.4	3.9
30	0.0	56.9	6.4	0	0.1	5.8
40	0.1	35.2	8.8	0	0.2	5.4

Table 4. Effect of inoculum level on disease development on pepper seedlings cv. Kwariput 30 days after inoculation with *Cercospora capsici*

Concentration	No. of lesions per plant			No. of defoliated leaves		
	10 days	20 days	30 days	10 days	20 days	30 days
3.4×10^5	0.4 a	5.6 a	10.0 a	0	0.3 a	1.4 a
$\times10^4$	0.1 b	2.2 b	4.1 b	0	0.0 b	0.4 b
$\times10^3$	0.0 b	0.4 b	0.6 c	0	0.0 b	0.7 b
$\times10^2$	0.1 b	0.1 b	0.3 c	0	0.0 b	0.4 b

종 10일경이 초기 병반이 형성되는 시기로 병반수 0.1 0.6개/주로 피해를 줄만큼의 병반은 형성하지 못했으며 낙엽도 모든 농도에서 전혀 없었다. 가장 많은 병반이 형성된 시기는 20일 후로 10^5농도에서 병반수 5.6 14.4개/주로 가장 많이 조사되었으나 아직 낙엽수도 크게 많지 않았다. 그 중에서도 10^2 10^4농도보다 10^5농도가 낙엽수에서 많아지는 경향으로 병반이 많이 형성된 잎을 가진 주에서 낙엽수도 많아지는 것으로 조사되었다. 30일 조사에서도 10^5농도가 병반수 6.3 10.0개/주, 낙엽수 1.4 2.4개/주로 가장 많았다. 그 외의 농도는 발병상황 및 낙엽수에서 매우 적은 경향을 나타내었다. 접종 후 30일이 20일보다 병반수는 적어지나 낙엽수는 많아지는 경향으로 20일 때 형성된 병반을 가진 잎들이 30일경에는 거의 낙엽 되어 전체적으로 병반수는 줄고 낙엽수는 늘어나는 것으로 생각되었다. 그러므로 고추 *C. capsici*에 대한 저항성을 검정할 경우에는 10^5농도로 접종하여 병반수는 많으면서 낙엽이 적은 20일경에 조사하는 것이 적합하리라 생각되었으며 부득이 10^4농도로 접종 할 경우는 30일까지 조사되어야 할 것이다. Green and Wynne(1986)은 땅콩의 *C. arachidicola*에 대한 저항성 검정에서는 1.5 1.8×10^4conidia/㎖으로 접종하면 충분한 효과를 얻을 수 있다고 하였고 Orth and Schuh(1994)는 *C. kikuchii*에 대한 콩의 저항성 검정을 1.3×10^5conidia/㎖로 실시하였으며 Mercier and Kuc(1996)은 당근의 *C. carotae*에 대해 저항성 유도를 위한 적정농도를 3×10^4conidia/㎖라고 밝혔으며 또한 접종 23일 후에야 식물체에 저항성이 새롭게 유도된다고 하였다.

나. *Cercospora capsici*에 대한 저항성 육종기초

1) 유전자원의 저항성 평가

제1차로 연구실 보존 106계통의 유전자원에 대하여 갈색무늬병 저항성을 검정한 결과는 표 5와 같다. 발병이 적은 순으로 볼 때 KC13, KC1, KC65, KC181이 상위에 있었다. 그러나 어느 것도 점무늬는 형성되었으며 완전한 저항성을 보이는 것은 발견되지 않았다. 적토마, 금탑, 꽈리 등은 심하게 발병하였다.

제2차로 193점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정한 결과는 표 6과 같다. 조사성적으로 보면 KC380, KC426, KC646 등이 상위에 있었다. 그러나 전반적으로

Table 5. Resistance to *Cercospora capsici* of selected line from 109 accessions of pepper tested, 20 days after inoculation by spraying spore suspension in 1996

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
13	PI201232	2	3				1.6
1	PI123469	2	4	2			2.0
65	PI257119	1	4	1			2.0
181	Danyang	1	3	1			2.0
172	Keystone	2	3			1	2.2
243	Daepung A	2	2	2	1		2.3
10	Pimiento		3	2			2.4
70	PI260588	2	3	1	2		2.4
240	YU1149		5	1	1		2.4
33	PI224450	1	3		2		2.5
143	Emerald Giant		2	2			2.5
179	Namji	1	3	3	1		2.5
242	Byulcho		3	3			2.5
14	PI201234		3	2	1	1	3.0
140	Wonder TMR California	1		3	2		3.0
	Jeoktoma		1	2	2	2	3.7
	Kumtap		1		3	1	3.8
	Kwariput		1		2	4	4.2
Accessions with mean disease index greater than 3.0		4 5 6 7 8 9 11 12 15 16 17 23 25 26 27 28 29 30 31 34 37 39 44 45 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 60 61 66 67 69 75 76 77 78 79-1-5 80 81 82 83 85 86 87 89 107 113 114 116 118 120 121 133 135 136 138 141 142 147 149 151 176 178 182 196 197 198 199 229 231 232 233 234 235 237 238 244 246 247 319 326					

[z] 1=no spots observed; 2=1 3 spots formed on a leaf; 3=4 6 spots; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

Table 6. Resistance to *Cercospora capsici* of selected line from 193 accessions of pepper tested, 20 days after inoculation by spraying spore suspension in 1997

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
380	Habuksung	8					1.00
426	Small type Huay sithion	8					1.00
646	V 267/2	8					1.00
435	Small type Huarca	7	1				1.13
522	CMV 949/1		7	1			1.13
645	V 267/1	7	1				1.13
391	Ise-Piman	6	2				1.25
406	F9 Bangchang	6	2				1.25
65	PI257119	4	2				1.33
382	CGMS(KC401)	4	2				1.33
427	CA096	5	3				1.38
434	CA002	5	3				1.38
455	Aabaneco	5	3				1.38
327	U270	3	3				1.50
367	Korean local cultivar	5	2	1			1.50
373	Yienbyun local cultivar	1	1				1.50
387	Yazubusa	4	4				1.50
417	Kantoorome	4	4				1.50
480	CMV 833	4	4				1.50
542	CMV 969/2	4	4				1.50
715	Centinel	4	4				1.50
	Kwariput	4	4				1.55

Accessions with disease index greater than Kwariput: 1 13 70 240 243 328 329 330 331 332 334 335 336 337 338 339 340 341 343 344 345 346 347 348 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 368 369 370 371 372 374 375 378 379 381 383 384 385 389 390 395 396 398 399 400 401 402 403 404 407 410 411 412 413 414 415 418 419 420 421 422 423 425 429 430 431 433 436 437 438 439 440 441 445 446 447 451 453 456 457 459 466 467 468 470 472 474 475 476 478 479 481 483 486 488 497 498 499 504 507 508 511 512 513 514 515 516 517 518 520 523 524 526 528 529 531 532 533 534 538 540 541 544 546 547 548 550 552 553 558 566 567 572 574 575 577 583 534 593 596 597 598 600 616 624 647 648 716 718 719 720 721 722 723 Keosung Kumtap

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

발병이 적었다. 제1차 검정에서 발병이 적게 평가된 KC13과 KC1은 각각 1.63과 1.88을 기록하여 상위에서는 밀려났다. 접종시기가 고온기여서 발병이 적은 것으로 생각하여 온실 검정에서 발병이 적은 상위 94계통을 옥외 묘상에 심어 접종한 다음 병을 관찰한 결과는 표 7과 같다. 옥외묘상에서도 발병은 적은 편이었다. 조사성적에 따르면 KC404, KC426, KC427, KC720에서 발병이 전연 되지 않은 것으로 나타났다. KC1과 KC13은 제1차 검정에서 발병이 적었는데 이번 실험에서도 발병이 적게 나타났다. 그러나 제2차 온실검정에서 발병이 적게 나타난 KC646은 2.20으로 발병이 많게 나타나 일관성이 없었다.

제3차로 154점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정한 결과는 표 8과 같다. 발병이 적은 상위에는 KC455, KC133, KC135 등이 올라 있다. 이번 제3차 유전자원의 저항성 검정에서는 발병이 아주 많고 고르게 이루어졌다. 제1, 2차 검정에서 발병이 적어 상위에 올랐던 KC13, KC1, KC646이 발병이 적은 10위안에 들기는 하였으나 잎에 3 4개 정도의 점이 찍힐 정도로 발병하였기 때문에 저항성으로 보기는 곤란하였다. 그러나 그 중 발병이 적은 것으로 생각되는 34계통을 선발하여 다시 접종하여 저항성을 검정한 결과는 표 9와 같다. KC455가 발병이 적게 보이나 어느 계통도 발병이 되지 않을 정도로 저항성을 보이는 것은 없었다. 제1차 검정에서 발병이 적게 나타난 KC1도 4.0의 발병도를 보였다. 이와 같은 일련의 관찰로 볼 때 *Capsicum annuum* 중에는 *Cercospora capsici*에 병이 걸리지 않을 정도로 높은 수준의 저항성을 가진 유전자원이 발견되지 않는 것으로 잠정 결론을 내릴 수 있었다.

제4차로 헝가리에서 도입한 *Capsicum chinense* 96계통에 대하여 저항성을 검정한 결과는 표 10과 같다. KC773, KC802, KC774, KC811 등이 발병이 적은 상위에 있었다. 그러나 여기에서도 점무늬가 형성되지 않는 계통은 발견되지 않았다. 제1차 접종으로 선발된 계통에 2차 접종 후 발병을 조사한 결과는 표 11과 같다. KC802, KC73, KC818 등이 발병이 적었다. 그러나 이들 계통의 잎에도 점무늬가 형성되었다. 그래서 아직까지 조사한 계통 중에서는 잎에 병반이 형성되지 않을 정도로 높은 수준의 저항성은 없는 것으로 나타났다. 현재까지 검정한 총 552개 유전

Table 7. Resistance to *Cercospora capsici* of 94 selected lines of pepper tested at field, 20 days after the second inoculation by spraying spore suspension in 1997

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
404	Yod Son	5					1.00
426	Small type Huav sithion	2					1.00
427	CA096	6					1.00
720	11B-14	1					1.00
616	chi-25	7	1				1.13
401	F-2	5	2				1.29
387	Yazubusa	3	4				1.38
362	unknown	4	3				1.43
429	Small type Kreenw	4	4				1.50
363	Korean local cultivar	4	2	1			1.57
70	PI260436		2	3			1.60
600	CMV 1146/1	3	5				1.63
719	Namji	2	4				1.67
558	CMV 990/1	1	4	1			1.71
365	Korean local cultivar	4	2	2			1.75
403		2	6				1.75
553	CMV 982/2	1	3				1.75
1	PI123469	1	4				1.80
459	Aji jimon	2	3	1			1.83
13	PI201234	2	4	1			1.86
577	CMV 1041/12	2	4	1			1.86

Accessions	65	240	243	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	364	
with disease	367	368	385	389	390	391	395	402	406	407	410	411	412	413	414	
index equal or	415	417	418	419	420	422	423	425	434	435	451	456	457	479	511	
greater	512	513	514	520	522	523	531	532	533	534	538	566	567	572	574	
than 2.0	575	583	584	596	597	598	646	647	715	718	721	722	Kwariput			

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

Table 8. Resistance to *Cercospora capsici* of 154 selected lines of pepper tested from 1996 to 1997, 20 days after inoculation by spraying spore suspension in 1998

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
455	Aabaneco	4	7				1.64
133	PI370000	1	6	8	1		2.31
135	PI370002		10	5	1		2.31
65	PI257119		9	6	1		2.50
616	chi-2		8	7	1		2.56
13	PI201232		6	7	3		2.81
646	V 267/2		3	13			2.81
648	V 267/4		5	8	3		2.88
1	PI123469		3	8	5		3.13
243	Daepung A		2	9	5		3.19
27	PI224432			5	11		3.69
244	Daepung		2	1	13		3.69
196	Anjilbangi			4	10		3.71
240	YU1149		1	1	9		3.73
351	MC-5			4	10		3.74
371	Korean local cultivar			4	12		3.75
486	CMV 843		2		14		3.75
140	California Wonder TMR				16		4.00
	Kumtap				14	2	4.13
	Kwariput				14	2	4.13
	Gaeseong				13	3	4.19

Accession with more disease than above commerical hybrids: 7 10 28 33 34 43 52 54 61 69 70 76 78 116 143 147 149 151 172 181 235 237 242 319 327 329 330 332 335 336 337 338 341 343 344 350 356 357 358 359 362 363 364 365 367 370 372 373 378 379 380 382 385 387 389 390 391 395 396 398 401 406 407 410 411 413 414 415 417 418 419 420 425 426 430 431 433 434 435 441 457 466 467 474 475 478 479 483 507 510 511 512 513 515 516 517 520 522 523 524 526 528 529 532 540 542 548 550 553 558 566 567 572 574 575 577 583 584 593 596 597 598 600 637 645 647 715 716 718 719 723

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

Table 9. Resistance to *Cercospora capsici* of 31 selected lines of pepper tested, 20 days after the second inoculation by spraying spore suspension in 1998

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
455	Aabaneco	7	4	1			1.50
616	chi-2	1	2	11	2		2.88
116	PI308791		6	4	4	1	3.00
13	PI201232		1	10	5		3.25
133	PI370000		2	11	3		3.31
27	PI224432			9	7		3.44
646	V 267/2		1	5	10		3.56
396	Sandaka		1	3	9		3.62
398	Nikko			5	11		3.69
65	PI257119			4	11		3.73
243	Daepung A		1	3	11	1	3.75
574	CMV 1036/2		2		15		3.75
70	PI260588			3	11		3.79
327	U270			2	8		3.80
135	PI370002			3	13		3.81
76	PI267738			2	14		3.88
367	Korean local cultivar			2	14		3.88
716	Llica 256		1		15		3.88
33	PI224450			1	13		3.93
371	Korean local cultivar			2	12	1	3.93
380	Habyksung			1	15		3.94
596	CMV 1037			1	15		3.94
647	V 267/3			1	15		3.94
1	PI123469				16		4.00
151	Yolo Wonder B				16		4.00
350	MC-4				16		4.00
433	CA103				15		4.00
411	Bankog Klang				15	1	4.06
597	CMV 1038				15	1	4.06
648	V 267/4				15	1	4.06
28	PI224433				14	2	4.13

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

Table 10. Resistance to *Cercospora capsici* of *Capsicum chinense* 96 lines introduced from Hungary in 1998

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
773	chi 18/1031-1	6	2				1.25
802	chi 39/1053-1	6	2				1.25
774	chi 18/1031-2	5	3				1.38
811	chi 42/1059-1	4	2	1			1.38
799	chi 30/1046-2	2		2			1.50
793	chi 39/1051-2	4	4				1.50
758	chi 12/1021-2	2	3				1.60
815	chi 43/1061	3	5				1.63
764	chi 16/1026-1	2	3	1			1.83
810	chi 39/1058	4	2	1	1		1.88
755	chi 12/1020-1	2			1		2.00
806	chi 39/1055	1	4	1			2.00
807	chi 39/1056	1	4	1			2.00
818	chi 43/1063-2	1	4	2			2.13
756	chi 12/1020-2	1	4	3			2.25
757	chi 12/1021-1	2	3	2	1		2.25
766	chi 16/1027-1		5	2			2.29
800	chi 39/1052-1	1	4	1	1		2.29
797	chi 35/1049	2	3	1	2		2.38
816	chi 43/1062		6	1	1		2.38
765	chi 16/1026-2	1	3	2	1		2.43
817	chi 43/1063-	3	1		3		2.43
751	chi 10/1016-2	2	2	2	2		2.50
803	chi 39/1053-2	1	2	2	1		2.50
804	chi 39/1054-1		4	4			2.50

Accessions with disease index greater than 2.50	
	724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738
	739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 752 753 754
	759 760 761 762 763 767 768 769 770 771 772 775 776 777 778
	779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 794
	795 796 798 801 805 808 809 812 813 814 819

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

Table 11. Resistance to *Cercospora capsici* of selected lines from *Capsicum chinense* 96 lines introduced from Hungary in 1998

KC. No.	Cultivar	Plant freq. at disease index[z]					Mean disease index
		1	2	3	4	5	
802	chi 39/1053-1	6	1				1.14
793	chi 30/1046-2	6	2				1.25
818	chi 43/1063-2	6	2				1.25
803	chi 39/1053-2	4	2				1.33
810	chi 39/1058	6	1	1			1.38
751	chi 10/1016-2	4	4				1.50
766	chi 16/1027-2	2	3				1.60
731	chi 7/1004-2	3	2	1			1.67
764	chi 43/1063-1	3	2	1			1.67
817	chi 16/1026-1	3	2	1			1.67
774	chi 18/1031-2	4	3	1			1.68
757	chi 12/1021-1	4	2	2			1.75
773	chi 18/1031-1	3	4	1			1.75
799	chi 39/1051-2	1	3				1.75
815	chi 43/1061	3	4	1			1.75
800	chi 39/1052-1	2	3	1			1.83
765	chi 16/1026-2	3	2	2			1.86
811	chi 42/1059-1	2	4	1			1.86
797	chi 35/1049	2	3	2			1.88
816	chi 43/1062	2	5	1			1.88
758	chi 12/1021-2	2	1		1		2.00
804	chi 39/1054-1	2	4	1	1		2.13
807	chi 39/1056		5	1			2.17
755	chi 12/1020-1		2	1			2.33
806	chi 39/1055		5		1		2.33
756	chi 12/1020-2		3		3	2	3.50

[z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

자원 중에는 *Capsicum annuum*은 물론 *C. chinense*, *C. baccatum*과 *C. pubescens* 등의 근연종도 포함되어 있었다. 그러나 만족할만한 수준의 저항성은 발견되지 않았다.

2) 저항성의 유전분석

가) F_1의 저항성평가

예비시험에서 일관되게 발병이 되지 않는 계통은 발견되지 않았다. 그러나 예비시험에서 발병이 적은 계통 몇 가지를 이병성 재래종인 수비초에 교배하여 얻은 F_1을 양친과 함께 파종, 육묘하여 *Cercospora capsici*에 대한 저항성을 검정한 결과는 표 12와 같다.

F_1조합 중 KC455 × 수비초, KC773 × 수비초 조합은 발아하지 않았다. KC455와 KC773은 모두 *Capsicum chinense*에 속하므로 종간잡종으로 인한 교배장벽의 하나로 추정된다. *C. annuum*과 *C. chinense*간에는 교배가 비교적 잘 되는 것으로 알려져 있으나 교배조합에 따라 일부 장벽이 있는 것으로 알려져 있으며 본 실험에서도 이에 기인하는 것으로 보인다.

양친을 비롯한 F_1조합들의 저항성 검정 결과를 보면 어느 것 하나 발병하지 않는 것이 없었으며 발병이 가장 적은 KC731도 발병도 2.81로서 각 식물체에 4개 정도의 점이 형성되었다. F_1 중에서는 KC817 × 수비초 조합의 발병이 가장 적었다. 그래서 이 조합을 대표조합으로 선정하여 F_2와 여교배집단을 육성하였다.

나) F_2 및 여교배 집단의 평가

F_2 및 여교배집단은 1999년 10월말 현재 유묘상태로 아직 접종하지 않은 단계에 있다. 파종하여 발아하고 있는 상황은 표 13과 같다.

이제까지의 결과를 종합하면 *Cercospora capsici*에 대하여는 육종에 활용할만한 저항성 재료가 발견되지 않았다. 따라서 유전분석에 사용할만한 재료를 찾지 못하여 F_2 등 분리세대의 육성도 그만큼 늦어졌으며, 현재의 상태로는 저항성의 유전분석 결과도 기대하기 힘든 상태이다. 저항성의 검정은 *Capsicum annuum*은 물론

Table 12. Resistance to Cercospora leaf spot caused by *Cercospora capsici* of F_1 and their parents

Cross combination	Plant freq. at disease index[Z]					Mean disease index
	1	2	3	4	5	
F_1(KC455×Subi-1)						-[Y]
F_1(KC773×Subi-1)						-
KC731⊗		4	5	2		2.81
KC817-1⊗		4	8	3	1	3.06
KC793-2⊗		5	5	5	1	3.12
F_1(KC817×Subi-1)		3	8	6	6	3.65
F_1(KC817-1×Subi-1)			6	9	8	4.08
KC793-2△		1	2		5	4.12
KC817-2△		1	3	2	10	4.31
KC802△			1	1	3	4.40
F_1(Subi-1×KC731)			1	1	3	4.40
KC455⊗		2	1	1	12	4.43
KC817⊗				6	8	4.57
KC973-1⊗				1	2	4.66
KC774-1⊗			1	3	12	4.68
KC731△			1	1	10	4.75
F_1(Subi-1×KC773)				1	5	4.83
F_1(KC13×Subi-1)					16	5.00
F_1(Subi-1×KC802)					6	5.00
KC793-1△					16	5.00
F_1(KC817-2×Subi-1)					6	5.00
KC773⊗					16	5.00
F_1(Subi-1×KC817)					16	5.00
KC13⊗					16	5.00
F_1(Subi-1×KC793)					7	5.00
F_1(Subi-1×KC13)					25	5.00
KC774⊗					16	5.00
Subi-1					16	5.00
Chilsung-1					8	5.00
Kumtap					16	5.00
Kwariput					16	5.00

[Z] 1=no spots observed ; 2=1 3 spots formed on a leaf ; 3=4 6 spots ; 4=7 or more spots formed but yellowing is not observed yet ; 5=7 or more spots on a leaf with yellowing.

[Y] no germination.

Table 13. Seeds of parents, F_1, F_2 and backcrosses of crosses between Subi and KC817 sown for study of inheritance of resistance to *Cercospora capsici*

Generation	No. of seeds sown	No. of germination
$P_{1,2}$ (Subi-1)	100	23
$P_{1,2}$ (KC817)-1	158	127
(KC817)-2	100	92
(KC817)-3	100	46
F_1(Subi-1×KC817)	100	34
F_2(Subi-1×KC817)	30(△100)	23(△28)
BC_1P_1(Subi-1×KC817)×Subi-1	100	36
BC_1P_2(Subi-1×KC817)×KC817〕-1	51	25
(Subi-1×KC817)×KC817〕-2	44	15
(Subi-1×KC817)×KC817〕-3	100	18
F_1(KC817×Subi-1)	100	22
F_2(KC817×Subi-1)〕-1	100	99
(KC817×Subi-1)〕-2	100	117
(KC817×Subi-1)〕-3	200	98
BC_1P_1(KC817×Subi-1)×KC817〕-1	100	37
(KC817×Subi-1)×KC817〕-2	27	3
(KC817×Subi-1)×KC817〕-3	40	17
(KC817×Subi-1)×KC817〕-4	40	12
BC_1P_2(KC817×Subi-1)×Subi-1〕-1	100	23
(KC817×Subi-1)×Subi-1〕-2	26	1
(KC817×Subi-1)×Subi-1〕-3	80	21
P_1 (KC817-1)-1	100	24
(KC817-1)-2	100	83
F_1(KC817-1×Subi-1)	100	91
F_2(KC817-1×Subi-1)	43	23
(KC817-1×Subi-1)〕-1	100	86
(KC817-1×Subi-1)〕-2	100	64
(KC817-1×Subi-1)〕-3	△100	68
(KC817-1×Subi-1)〕-4	28(△100)	19(△58)
(KC817-1×Subi-1)〕-5	33(△100)	2(△39)
BC_1P_1(KC817-1×Subi-1)×KC817-1〕-1	35	8
(KC817-1×Subi-1)×KC817-1〕-2	45	22
(KC817-1×Subi-1)×KC817-1〕-3	85	17
(KC817-1×Subi-1)×KC817-1〕-4	9	9
BC_1P_2(KC817-1×Subi-1)×Subi-1〕-1	24	7
(KC817-1×Subi-1)×Subi-1〕-2	100	12
(KC817-1×Subi-1)×Subi-1〕-3	100	14
(KC817-1×Subi-1)×Subi-1〕-4	9	1
(KC817-1×Subi-1)×Subi-1〕-5	80	19
P_1 (KC817-2)	100	71
F_2(KC817-2×Subi-1)	5(△100)	2(△43)
BC_1P_1(KC817-2×Subi-1)×KC817-2	100	35
BC_1P_2(KC817-2×Subi-1)×Subi-1	100	10
Kumtap	25	23
Kwariput	25	21

C. chinense, *C. baccatum*, *C. pubescens*를 포함하는 총546점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정하였으나 점이 형성되지 않을 정도로 저항성인 재료는 발견되지 않았다. Ullasa 등(1981), Deshpande 등(1984), Muneem 등(1995)은 인도 고추 유전자원 중에 저항성이 있는 것으로 보고하고 있다. 그러나 이들을 도입하여 정밀 검정을 해 보기 전에는 알 수 없는 실정이며, 이들과 교류하여 유전자원을 도입하는 것이 필요하겠다.

4. 적요

고추에 갈색무늬병을 일으키는 *Cercospora capsici*는 25℃ 부근에 균사생장이 가장 양호하였다. PDA 등의 기본배지에 배양한 균총을 코르크보러로 찍어내어 막자사발에 놓고 약 12㎖의 멸균수를 가한 다음 마쇄하여, 물한천(Water agar)에 고춧잎 분말을 0.5% 첨가한 배지에 1 페트리접시 당 1㎖씩 균사마쇄액을 도말하여(flooding), 형광등 12시간 조명 하에서 48시간 동안 배양한 다음, 멸균수 1㎖을 넣고 면봉이나 유리막대로 표면에 자극을 준 다음, 다시 형광등 하에서 배양하면 3일 후에는 다량의 포자가 형성이 되는 것을 알아내었다. 분생포자는 5℃에서부터 35℃에 이르는 넓은 범위의 온도조건에서 발아가 가능하였으나 25 30℃에서 가장 활발한 것으로 나타났다. 습실처리 온도에 따른 발병을 조사한 결과 습실처리 기간 중 밤낮의 온도를 20/25℃로 설정한 구에서 발병이 가장 양호하였다. 접종에는 파종 후 30 40일묘를 사용하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 접종원의 포자 밀도는 10^5 포자/㎖이 적합한 것으로 조사되었다. *Capsicum annuum*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens*를 포함하는 총 546점의 유전자원에 대하여 저항성을 검정한 결과 발병하지 않을 정도로 높은 수준의 저항성은 발견되지 않았다.

5. 참고문헌

Deshpande, A. A., R. D. Rawal, D. P. Singh, and C. S. Pathak. 1984. Chilli Pepper genotype resistant to Cercospora leaf spot and powdery mildew. Tropical Pest Management 30(4): 470-471.

Green, C. C. and J. C. Wynne. 1986. Field and greenhouse evaluation of the Components of partial resistance to early leaf spot in peanut. Euphytica 35:561-573.

Kawagoe, H. 1990. **ピーマン斑點病の發生と防除**. **今月の農業** 1:38-42.

Kawagoe, H., T. Miura, and T. Hidaka. 1985. Ecology, incidence and control of frogeye leaf spot of sweet pepper. l. Germination and growth of *Cercospora capsici*. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 31:43-44.

Kawagoe, H, M. Okada, T. Miura, T. Hidak, and N. Matsuyama. 1983. A leaf spot disease of sweet pepper caused by *Cercospora* sp. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 29:27-29.

Kilpatrick, R. A. and H. W. Johnson. 1956. Sporulation of *Cercospora* species on carrot leaf decoction agar. Phytopathology 46:180-181.

임양숙. 1992. **고추의 풋마름병에 대한 저항성 검정**. **경북대학교 대학원 석사학위논문**.

Mercier, J. and J. Kuc. 1996. Induced Systemic resistance to Cercospora Leaf Spot of Carrot by inoculation with *Cercospora carotae*. J. of Phytopathology 144: 75-77.

Muneem, K. C., S. K. Verma, and K. C. Pant. Performance of some chillies against leaf spot, powdery mildew and fruit rot in Kumaon Hills. Indian Phytopathology 48(2):206.

Orth, C. E., and W. Schuh. 1994. Resistance of 17 soybean cultivars to foliar, latent, and seed infection by *Cercospora kikuchii*. Plant Dis. 78:661-664.

Ullasa, B. A., R. D. Rawal, H. S. Sohi, D. P. Singh, and M. C. Joshi. 1981. Reaction of sweet pepper genotypes to anthracnose, Cercospora leaf spot and powdery mildew(*Levillula taurica, Cercospora capsici, Colletotrichum capsici*). Plant Dis. 65(7):600-601.

제 3 장 두 가지 병에 대한 약제방제 대책 개발

제1절 서 설

Stemphylium spp.에 의한 흰별무늬병은 노지 재배 고추에서 심하게 발생되고 있으며, 갈색무늬병(*Cercospora capsici*)은 우리 나라 남부지역의 시설재배고추에서 심하게 발생되고 있다. 두 가지 점무늬병이 모두 심하게 발생하면 고추잎이 모두 낙엽된다.

고추 갈색무늬병은 成 등(1984)에 의해, 흰별무늬병은 김과 유(1996)에 의해 우리 나라에서 발생되는 것으로 처음 보고되었다. 그러나 그 후 고추의 이 두 가지 점무늬병에 대한 연구는 거의 없었으며, 아직 이 두 병들에 대한 저항성 고추 품종이나 효과적인 방제약제도 선발되어 있지 못한 실정이다. 이 연구에서는 이 두 가지 점무늬병의 화학적 방제를 위한 대 농민 지도자료를 제공할 목적으로, 이 병들의 발병시기와 이 병들에 대해 효과적인 방제약제를 선발하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 병 발생소장 조사

흰별무늬병의 발생상황은 경북 영양·청송·안동지방의 고추밭에서, 갈색무늬병 발생상황은 경남 밀양의 시설고추재배 하우스에서 조사하였다. 흰별무늬병 발생상황은 조사지역별 3개 고추밭에서 조사하였으며, 포지별 300평당 200주를 임의로 선정하여 포기별 발병지수(0:건전, 1:⅓ 미만 잎에 점무늬 발생, 2:⅓ ⅔의 잎에 점무늬 발생, 3:⅔ 이상의 잎에 점무늬 발생)를 조사하였다. 6월 상순부터 10일 간격으로 고추 수확이 완료되는 시기가지 조사하였다. 갈색무늬병은 2개 농가의 고추재배 하우스에서 조사하였으며, 하우스별로 200포기를 임의로 선정하여 포기별 발병지수를 조사하였다.

발병률은 다음 공식에 의해 환산하였다.

$$\text{발병률}(\%) = \frac{\Sigma(\text{조사주수} \times \text{발병지수})}{\text{총 조사주수}}$$

흰별무늬병 발생상황 조사지역의 고추품종은 다복 및 금탑이었으며, 밀양 시설재배 고추품종은 꽈리고추였다.

2. 방제약제 선발

가. 살균제 선발

고추 탄저병을 포함하여 잎에 발생하는 진균성 점무늬병들을 대상으로 공시된 약제들을 선발하였으며, 약제별 사용농도는 약제를 공급하는 회사의 추천농도를 기준농도로 하였다.

나. 병원균에 대한 생육억제 효과조사

병원균의 포자현탁액을 V-8 juice 한천평판배지 상에 도말하고, paper disk method에 의해 공시약제별 병원균의 생육저지원 직경을 측정하였다. 또한 공시약제를 함유하는 감자포도당한천평판배지(PDA)의 중앙에 병원균의 균사절편(직경 6 ㎜)을 접종하고, 25℃의 항온기에서 배양하면서 병원균 콜로니의 직경을 측정하였다. 약제별 균주별 3샤레씩 처리하였다.

다. 실내 유묘에 대한 병 방제효과 조사

시판하고 있는 금탑품종의 고추종자를 구입하여 파종하였으며, 발아 후 1개월된 묘를 사용하였다. 고추 유묘에 공시 농약의 추천농도 용액을 충분히 살포한 다음 하루 후에, 흰별무늬병 및 갈색무늬병균의 포자현탁액을 살포하였다. 약제별·병균별 5포기씩 처리하였다. 병원균 접종이 끝난 고추 묘는 온실에서 육묘하면서 점

무늬병 발생여부를 조사하였다. 병 발생상황은 엽당 점무늬 병반의 수로 조사하였다.

라. 포장에서의 병 방제효과 조사

병원균에 대한 생육억제효과 및 온실에서 고추 유묘에 대한 병 방제효과가 좋은 약제를 선발하여, 포장에서 재배 중인 고추에 대한 병 방제효과를 조사하였다. 흰별무늬병 방제효과 조사는 경북 영양군 고추시험장 재배포장에서, 갈색무늬병 방제효과 조사는 경남 밀양시 부북면 꽈리고추 재배농가의 하우스에서 수행하였다. 흰별무늬병 및 갈색무늬병 발생 초기부터 공시농약의 추천농도 용액을 10일 간격으로 살포하면서, 병 발생상황을 조사하였다. 농약의 종류별 60주씩 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 병 발생 상황 조사방법은 병 발생상황조사에서와 같았다.

마. 약제별 약해 발생상황 조사

포장에서 재배 중인 고추에 대해 병 방제효과가 좋았던 약제 중, 고추에 발생하는 병을 대상으로 품목고시되지 않은 약제에 대하여 고추에 대한 약해 발생 여부를 조사하였다. 파종 후 1개월된 금탑품종 고추의 유묘에 대하여 위 병 발생상황 조사에 사용된 기준농도 및 배농도의 약액을 10일 간격으로 5회 살포하고, 식물생육을 관찰하여 이상 생육여부를 조사하였다.

바. 농민에 의한 실증시험

포장에서 재배 중인 고추에 대하여 병 방제효과가 좋았던 농약을 농민에게 지급하여, 각자가 재배하는 고추에 처리하도록 하고 병 방제효과를 조사하였다. 흰별무늬병에 대한 약제처리는 경북 영양군 수비면에서 다복품종을 재배하는 황정환씨에게 위탁하였으며, 갈색무늬병에 대한 약제처리는 경남 밀양시 부북면 덕곡리에서 꽈리고추를 재배하는 우보식씨에게 위탁하였다. 약제별 처리농도는 위 포장에서의 병 방제효과 조사 때와 같았으며, 병 발생 초기부터 10일 간격으로 6회 살포하였다. 약제별 60포기씩 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 병 방제효과 조사는 수확이 끝날

때까지 하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 병 발생소장 조사

가. 고추 흰별무늬병 발생상황

경상북도 북부지방의 노지 고추재배지역에서 흰별무늬병의 발생상황을 조사하였다. 그 결과 지역에 따라 다소 차이는 있으나, 첫 조사시기인 6월 하순에 15 30%의 발병률을 보였으며 1999년에는 첫 조사시기인 6월 중순에 1 8%의 발병률을 보였다(표 1). 그 후 점차 발병이 증가되어9월 상순부터 수확 종료시까지 최고 발병률을 보였다. 따라서 이 병은 6월 상순에 첫 발생을 보이는 것으로 생각되며, 이 병을 방제하기 위한 약제 살포도 6월 상순부터 이루어지는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

나. 고추 갈색무늬병 발생상황

경상남도 밀양시 부북면의 꽈리고추 재배농가의 하우스에서, 연작지 고추와 윤작지 고추로 나누어 조사된 갈색무늬병 발생상황은 표 2와 같았다. 전제적인 병 발생은 연작지에서 재배된 고추에서 심하였지만, 윤작지에서 재배된 고추에서와 마찬가지로 정식 후 약 한달 반부터 병 발생이 시작되었다. 따라서 시설 재배되는 꽈리고추의 경우에는, 고추를 하우스에 정식하고 약 한달 반 뒤부터 이 병을 방제하기 위한 약제를 살포해야 할 것으로 생각되었다.

2. 방제약제 선발

가. 병원균에 대한 생육억제 효과

1997년도에 11개 약제를 공시하여 약제별 흰별무늬병균에 대한 균사생육 억제효과를 조사한 결과, 이프로수화제가 두 종의 흰별무늬병균에 모두에 대해서 가장

Table 1. Incidences of Stemphylium leaf spot of red-pepper plants surveyed in northern Kyungpook from 1998 to 1999

Location	Year	Disease severity (%)[a]										
		June[b]		July			August			September		
		Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late
Andong	1998	-[c]	31.3	41.3	76.3	79.1	78.1	64.2	69.1	-	-	-
	1999	1.4	4.0	12.4	12.6	13.2	13.1	13.3	14.3	15.0	16.0	16.2
Young-yang	1998	-	16.7	26.5	27.9	29.2	32.8	34.6	35.2	36.8	37.2	38.7
	1999	7.4	8.2	17.1	23.9	39.2	49.6	80.3	87.6	88.8	88.8	88.8
Cheong-song	1998	-	21.1	26.6	45.6	47.2	48.4	48.6	48.3	58.2	60.9	60.3
	1999	4.7	6.6	15.1	19.2	29.1	29.3	32.0	33.1	33.5	34.5	33.7

[a] The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 3=all leaves spoted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)=Σ(No. of red-pepper plants$\times$disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed.

[b] Date of surveyed.

[c] Not surveyed. At early september 1997, harvest of red-pepper fruit was finished in the field located at Andong city.

Table 2. Incidences of Cercospora leaf spot of red-pepper plants surveyed in Milyang city in 1999

Farm	Disease severity (%)[a]										
	January		February		March		April		May		June[b]
	Mid	Late	Early	Late	Early	Late	Early	Late	Early	Late	Early
A[c]	0.5	1.1	2.3	6.7	8.2	12.7	27.3	61.4	86.8	96.2	96.6
B[d]	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	4.6	6.0	13.4	14.9	18.1	18.7

[a] The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 3=all leaves spotted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)=Σ(No. of red-pepper plants×disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed.
[b] Date of surveyed.
[c] The red-pepper plants were transplanted to the house on late November, 1998. The plants were successive monocultivated for many years.
[d] The red-pepper plants were transplanted to the house on late December, 1998. The plants were cultivated by crop-rotation.

우수한 억제효과를 나타내었다(표 3). 또한 디페노코나졸과 타로닐, 치람수화제가 *S. solani*에 대하여 상대적으로 우수한 억제효과를 보였다. 이 약제들은 1997년도에 고추 유묘를 사용한 병 방제효과시험에 공시되었다.

한편 시판되고 있는 원예용 살균제 10종의 갈색무늬병균에 대한 균사생육 억제효과를 조사한 결과, 프로피수화제와 타로닐수화제·만코지수화제의 균사생육저지원이 가장 크게 형성되었으며, 그 다음이 포리옥신수화제의 저지원이었다(표 4). 이 약제들은 1997년도에 고추 유묘를 사용한 병 방제효과시험에 공시되었다.

지오판 등 4종의 원예용 살균제를 함유한 한천배지에서 흰별무늬병균을 배양한 결과, 치람수화제와 터부코나졸수화제·트리베이직코퍼설페이트액상수화제를 함유한 배지에서 두 종의 흰별무늬병균의 생육이 크게 억제되었다(표 5). 특히 트리베이직코퍼설페이트액상수화제를 함유한 배지에서 생육한 흰별무늬병균 두 종의 콜로니 크기는 컸지만, 균사가 매우 성기게 자라는 것이 관찰되었다. 이 3종의 약제는 1998년도에 고추 유묘를 사용한 병 방제효과시험에 공시되었다.

나. 실내에서 고추 유묘에 대한 병 방제효과 조사

1997년도에 1차 흰별무늬병균에 대한 균사생육억제효과가 인정된 이프로수화제 등 살균제를 살포하고, 하루 뒤에 흰별무늬병균의 포자현탁액을 살포하여 습실에 보존하면서 고추 잎에 형성된 점무늬의 수를 조사하였다. 그 결과, 이프로수화제와 후루아지남액상수화제·타로닐수화제를 살포한 고추에서는 점무늬가 거의 형성되지 않아 높은 보호효과가 인정되었다(표 6). 그러나 아족시스트로빈수화제를 살포한 고추에서는 엽당 1 2개의 병반이 형성되어, 보호효과가 상대적으로 낮았다.

1997년도 2차례에 걸쳐 흰별무늬병균에 대한 생육억제효과 및 병 발생억제효과가 인정된 약제를 고추 유묘에 살포하고, 위와 같은 방법으로 흰별무늬병 방제효과를 조사하였다. 그 결과 치람수화제를 살포한 고추에서 병 발생이 가장 적었으며, 그 다음이 터부코나졸과 트리베이직코퍼설페이트액상수화제의 순서였다(표 7). 이 약제들은 1998년도 포장에서 재배하는 고추를 대상으로 한 병 방제효과 조사에 공시되었다.

Table 3. Inhibitory effect of different fungicides against mycelial growth of surveyed in 1997[x]

Fungicides	Dilutions (Times)	Diameter of the inhibition zone(cm)	
		S. lycopersici	*S. solani*
Iprodione(이프로수화제)[y]	1,000	2.23 a[z]	2.23 ab
Thiram(치람수화제)	500	1.27 b	1.40 bcd
Chlorothalonil(타로닐수화제)	600	0.97 bc	1.73 bc
Difenoconazole(디페노코나졸수화제)	1,000	0.93 bc	2.67 a
Dodine(카펜수화제)	1,000	0.83 bc	0.73 de
Mancozeb(만코지수화제)	500	0.73 bc	0.87 e
Dithianon(디치수화제)	1,000	0.73 bc	1.60 bcd
Copper hydroxide(쿠퍼수화제)	500	0.70 bc	1.20 cd
Propineb(프로피수화제)	500	0.70 bc	1.33 bcd
Polyoxin B(포리옥신수화제)	1,000	0.63 bc	0.87 cde
Dithanon-copper oxychloride (디치돈수화제)	500	0.53 c	0.80 cde
Distilled water (Control)	-	0.80 bc	0.07 e

[x] Paper disks(ø6㎜) moistened with suspension of each chemical were placed on V-8 juice agar plate seeded with spores of *S. lycopersici* or *S. solani*. The diameters of inhibition zones were measured at 10 days after incubation at 25℃. Values are means of three replicates.
[y] Active component(Korean name of item).
[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

Table 4. Inhibitory effect of different fungicides against mycelial growth of *Cercospora capsici* surveyed in 1997[x]

Fungicides	Dilutions (Times)	Diameter of the inhibition zone (cm)
Propineb(프로피수화제)[y]	500	3.83 a[z]
Chlorothalonil(타로닐수화제)	600	3.47 a
Mancozeb(만코지수화제)	500	3.90 a
Dithianon(디치수화제)	1,000	1.10 c
Dithanon-copper oxychloride (디치돈수화제)	500	1.13 c
Polyoxin B(포리옥신수화제)	1,000	2.60 b
Iprodione (이프로수화제)	1,000	0.00 d
Copper hydroxide(쿠퍼수화제)	500	0.00 d
Distilled water (Control)	-	0.00 d

[x] Paper disks(ø6㎜) moistened with suspension of each chemical were placed on V-8 juice agar plate seeded with spores of *Cercospora capsici*. The diameters of inhibition zones were measured after 10 days of incubation at 25℃. Values are means of three replicates.
[y] Active component(Korean name of item).
[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

Table 5. Inhibitory effect of different fungicides against mycelial growth of *Stemphylium* spp. surveyed in 1998

Fungicides	Dilutions (Times)	Diameter of the inhibition zone(cm)[x]	
		S. lycopersici	*S. solani*
Thiophanate-methyl(지오판수화제)[y]	1,500	61.0±1.8	60.7±20.8
Thiram(치람수화제)	500	10.8±0.8	9.3±0.2
Tebuconazole(터부코나졸수화제)	2,000	6.0±0.0	25.0±1.0
Tribasic copper sulfate (트리베이직코퍼설페이트액상수화제)	500	28.2±1.8	12.0±1.0
Distilled water (Control)	-	79.3±1.2	69.0±3.6

[x] Colony(ø6㎜) of *S. lycopersici* or *S. solani* were placed on V-8 juice agar plate containing with each chemical. The diameters of the colony developed were measured at 10 days after incubation at 25℃. Values are means± standard deviations of three replicates.

[y] Active component(Korean name of item).

Table 6. Protection effect of different fungicides on Stemphylium leaf spot of red-pepper seedlings surveyed in 1997

Fungicides	Dilutions(Times)	Disease index[x]
Iprodione(이프로수화제)[y]	1,000	1.0 a[z]
Fluazinam(후루아지남액상수화제)	2,000	1.2 a
Chlorothalonil(타로닐수화제)	600	1.2 a
Azoxystrobin(아족시스트로빈수화제)	2,000	2.2 b
Untreated control	-	4.0 c

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants and the spore suspension was sprayed on the foliage. The disease severity was measured by index, 1=no spotted on leaves to 5=more than seven spots per a leaf and leaf yellowing. Values are means of five replicates.
[y] Active component(Korean name of item).
[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

Table 7. Protection effect of different fungicides selected in 1997 on Stemphylium leaf spot of red-pepper seedlings

Fungicides	Dilutions(Times)	Disease index[x]
Thiram(치람수화제)[y]	1,000	2.33±0.55
Tebuconazole(터부코나졸수화제)	2,000	3.33±0.92
Tribasic copper sulfate (트리베이직코퍼설페이트액상수화제)	500	3.90±0.92
Thiophanate-methyl(지오판수화제)	1,500	4.17±0.59
Untreated control	-	4.83±0.38

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants and the spore suspension was sprayed on the foliage. The disease severity was measured by index, 1=no spotted on leaves to 5=more than seven spots per a leaf and leaf yellowing. Values are means±standard deviations of thirty plants.
[y] Active component(Korean name of item).

1997년도에 병원균에 대한 생육억제효과가 인정된 약제와 광범위한 진균병을 대상으로 시판되고 있는 원예용 살균제를 공시하여 고추유묘에 살포하고, 위와 같은 방법으로 갈색무늬병에 대한 방제효과를 조사하였다. 그 결과 타로닐·프로피·디페코나졸·디치·디크론·만코지·리프졸·포리옥신수화제를 살포한 고추잎에서 갈색무늬병반의 수가 가장 적었다(표 8). 따라서 이들 약제는 포장시험에 공시되었다.

다. 포장에서의 병 방제효과

1997년도에 흰별무늬병균에 대한 생육억제효과와 고추 유묘에 대한 병 방제효과가 우수하였던 5개 약제를 공시하여, 경북 영양 고추시험장 포장에서 재배되는 고추에서 병방제효과를 조사하였다. 그 결과 타로닐·이프로·만코지·프로피수화제를 10일 간격으로 4회 살포한 고추에서, 무처리에 비하여 약 50%의 방제효과가 인정되었다(표 9). 이처럼 낮은 방제가는 약제를 살포할 당시에 이미 발병엽율이 40%에 달하였기 때문에 나타난 것으로 생각되며, 약제처리 이후에 높아진 발병엽율만을 비교한다면 70% 이상의 방제가를 나타내었다고 볼 수 있다. 이 약제들은 1999년도에 농민에게 위탁되는 병 방제 실증시험에 공시되었다.

1997년도에 갈색무늬병균에 대한 생육억제효과와 고추 유묘에 대한 병 방제효과가 우수하였던 7개 약제를 공시하여, 밀양시 농가하우스에서 재배되는 꽈리고추에 살포하고 병방제효과를 조사하였다. 그 결과 디페노코나졸·디크론·타로닐·디치·프로피·만코지수화제를 10일 간격으로 4회 살포한 고추에서, 무처리에 비하여 약 90%의 방제효과가 인정되었다(표 10). 이 약제들은 1999년도에 농민에게 위탁되는 병 방제 실증시험에 공시되었다.

라. 약제별 약해 발생상황

농가실증시험에 공시된 약제 중에서 아직 고추를 대상작물로 품목고시가 되어 있지 않은 디페노코나졸수화제에 대하여, 고추에 살포하였을 때 약해 발생 여부를 조사하였다. 이 약제의 농가실증시험 사용농도인 2,000배액과 배농도인 1,000배액을

Table 8. Protection effect of different fungicides selected in 1997 on Cercospora leaf spot of red-pepper seedlings

Fungicides	Dilutions(Times)	Disease index[x]
Chlorothalonil(타로닐수화제)[y]	600	1.02 a[z]
Propineb(프로피수화제)	500	1.03 a
Difenoconazole(디페노코나졸수화제)	2,000	1.03 a
Dithianon(디치수화제)	1,000	1.07 ab
Dichlofluanoid(디크론수화제)	500	1.05 ab
Mancozeb(만코지수화제)	500	1.05 ab
Triflumizole(리프졸수화제)	2,000	1.08 ab
Polyoxin B(포리옥신수화제)	1,000	1.23 ab
Procymidone(프로파수화제)	1,000	1.32 b
Thiophanate-methyl(지오판수화제)	1,500	1.75 c
Myclobutanil(마이탄수화제)	1,500	1.71 c
Iprodione(이프로수화제)	1,000	2.79 d
Vinclozolin(빈졸수화제)	1,000	3.45 e
Carbendazim(가벤다수화제)	1,000	3.95 f
Untreated control	-	4.24 f

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants and the spore suspension was sprayed on the foliage. The disease severity was measured by index, 1=no spotted on leaves to 5=more than seven spots per a leaf and leaf yellowing. Values are means±standard deviations of thirty plants.
[y] Active component(Korean name of item).
[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

Table 9. Protection effect of different fungicides selected in 1997 on Stemphylium leaf spot of red-pepper plants

Fungicides	Dilutions(Times)	Disease severity(%)[x]
Chlorothalonil(타로닐수화제)[y]	600	33.89±0.56
Iprodione(이프로수화제)	1,000	33.89±0.96
Mancozeb(만코지수화제)	500	35.11±0.85
Difenoconazole(디페노코나졸수화제)	1,000	50.18±11.78
Propineb(프로피수화제)	500	35.56±0.56
Untreated control	-	68.89±7.57

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants. The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 3=all leaves spotted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)= Σ(No. of red-pepper plants×disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed. Values are means±standard deviations of three replicates. Each replicate was consist of sixty plants.

[y] Active component(Korean name of item).

Table 10. Protection effect of different fungicides selected in 1997 on Cercospora leaf spot of red-pepper plants

Fungicides	Dilutions(Times)	Disease severity(%)[x]
Difenoconazole(디페노코나졸수화제)[y]	2,000	0.0 a[z]
Dichlofluanoid(디크론수화제)	500	0.0 a
Chlorothalonil(타로닐수화제)	600	1.7 a
Dithianon(디치수화제)	1,000	2.2 a
Propineb(프로피수화제)	500	3.1 a
Mancozeb(만코지수화제)	500	4.3 a
Triflumizole(리프졸수화제)	2,000	11.5 b
Untreated control	-	41.6 c

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants. The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 9=all leaves spotted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)= Σ(No. of red-pepper plants×disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed. Values are means of three replicates. Each replicate was consist of sixty plants.

[y] Active component(Korean name of item).

[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

고추 유묘에 10일 간격으로 4회 살포하고, 최종 약제 살포 후 1개월간 약해 발생여부를 조사하였다. 그러나 공시된 모든 약제를 살포한 고추에서 약해라고 인정될 만한 이상생장 상태가 발견되지 않았다. 따라서 농가 실증시험에 사용된 11종의 약제는 기준농도와 배농도로 사용할 경우, 모두 고추에 약해를 발생시키지 않는 것으로 판단되었다.

마. 농민에 의한 병 방제효과 실증

1998년도 시험에서 흰별무늬병에 대해 방제효과가 좋았던 7종의 농약들을 경북 영양군 고추재배 농민에게 지급하여 자신이 직접 재배하는 고추에 처리하도록 하였다. 약제를 6월 11일부터 8월 1일까지 10일 간격으로 6회 살포하였고, 병 발생상황은 9월 중순까지 조사하였다. 그 결과 치람수화제와 트리베이직코퍼설페이트액상수화제를 살포한 고추에서 70% 이상의 흰별무늬병 방제효과를 보였으며, 그 밖의 약제들을 살포한 고추에서도 60% 이상의 흰별무늬병 방제효과를 나타내었다(표 11, 그림 1). 이 시험이 수행되었던 고추밭과 1998년도에 포장시험이 이루어진 영양 고추시험장 고추밭의 흰별무늬병 발병은 모두 8월에 60%가 넘을 정도로 심하였다. 그러나 1998년도에 비하여 이 시험에서 약제처리에 의한 병 방제효과가 좋았던 이유는 발병초기에 약제살포를 시작하였기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 이 시험에 공시되었던 7종의 약제는 모두 흰별무늬병 방제를 위한 약제로 추천이 가능하며, 경북지방에서 이 병이 발생되기 시작하는 6월 초기부터 10일 간격으로 살포하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

1998년도 시험에서 갈색무늬병에 대해 방제효과가 좋았던 7종의 농약들을 경남 밀양시 꽈리고추를 시설 재배하는 농민에게 위탁하여, 자신이 직접 재배하는 고추에 처리하도록 하였다. 약제를 3월 12일부터 10일 간격으로 6회 살포하였고, 약제살포가 시작된 3월 중순에 시험포의 갈색무늬병 발병률은 4% 미만이었다. 병 발생상황은 5월 중순까지 조사하였다. 그 결과 80% 이상의 방제가를 보인 프로피와 디크론수화제를 포함하여, 공시된 모든 약제를 살포한 고추에서 무처리 고추에 비하여 55 85%의 갈색무늬병 방제효과를 나타내었다(표 12). 각 약제를 처리한 고추 사이

Table 11. Control effect of different fungicides treated by farmer on Stemphylium leaf spot of red-pepper plants

Fungicides	Dilutions (Times)	Disease severity (%)[x]	Control effect (%)
Thiram (치람수화제)[y]	500	22.53±1.72	73.8
Tribasic copper sulfate(트리베이직코퍼설페이트액상수화제)	500	22.72±0.46	73.5
Mancozeb (만코지수화제)	500	28.11±0.70	67.3
Tebuconazole(터부코나졸수화제)	2,000	32.00±0.65	62.7
Chlorothalonil(타로닐수화제)	600	31.17±0.60	63.7
Propineb (프로피수화제)	500	31.56±1.84	63.2
Iprodione(이프로수화제)	1,000	31.62±1.73	63.2
Untreated control	-	85.85±8.48	-

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants. The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 5=all leaves spotted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)= Σ(No. of red-pepper plants×disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed. Values are means±standard deviations of three replicates. Each replcate was consist of sixty plants.

[y] Active component(Korean name of item).

Fig 1. Protection effect of fungicide(thiram) on Stemphylium leaf spot of red-pepper plants. Red-pepper plants treated with thiram(A) and untreated control(B).

Table 12. Control effect of different fungicides treated by farmer on Cercospora leaf spot of red-pepper plants

Fungicides	Dilutions (Times)	Disease severity (%)[x]	Control effect (%)
Chlorothalonil(타로닐수화제)[y]	600	8.9 a[z]	67.8
Difenoconazole(디페노코나졸수화제)	2,000	9.3 a	66.3
Propineb(프로피수화제)	500	4.4 a	84.1
Dithianon(디치수화제)	1,000	12.4 a	55.1
Dichlofluanoid(디크론수화제)	500	4.4 a	84.1
Mancozeb(만코지수화제)	500	7.0 a	74.6
Fluazinam(후루아지남액상수화제)	2,000	9.4 a	65.9
Untreated control	-	27.6 b	-

[x] Each chemical suspension was sprayed on foliage of the plants. The disease severity was observed by disease index, 0=no visible symptom to 5=all leaves spotted. Data were calculated by following formula. Disease severity(%)= Σ(No. of red-pepper plants×disease index)/No. of total red-pepper plants surveyed. Values are means of three replicates. Each replicate was consist of sixty plants.

[y] Active component(Korean name of item).

[z] Means followed by the same latter were not significant at P=0.05, based on Duncan's multiple range test.

에서 갈색무늬병 발병율의 유의차는 인정되지 않았다. 따라서 이 시험에 공시되었던 7종의 약제는 모두 갈색무늬병 방제를 위한 약제로 추천이 가능할 것으로 생각되었다.

적 요

영남지방에서 고추 흰별무늬병(*Stemphylium* spp.)과 갈색무늬병(*Cercospora capsici*)의 발생상황을 조사하고, 이 두 종류의 점무늬병 방제에 효과적인 약제를 선발하였다.

경북 북부지역에서 고추 흰별무늬병은 6월 상순에 발생되기 시작하여 8월 하순부터 9월까지 최대 발생을 보였다. 경남 밀양지역의 시설재배지에서 조사된 고추 갈색무늬병은 정식 후 한달 반부터 발생되기 시작하여 수확기에 최대 발생을 보였다.

치람수화제를 비롯한 7종의 약제가 흰별무늬병 방제에 효과적인 것으로 선발되었으며, 디페노코나졸수화제를 비롯한 7종의 약제가 갈색무늬병 방제에 효과적이었다. 이 가운데 타로닐수화제 등 3종의 약제는 두 종류의 점무늬병 방제에 모두 효과적이었다.

따라서 이 두 종류의 점무늬병을 방제하기 위하여 이 약제들을 병 발생초기부터 10일 간격으로 살포하여 주는 것이 좋을 것이다.

참고문헌

김병수, 김광용, 김상기, 성진근. 1995. 고추, 수지맞는 기술과 유통전략. 농민신문사. 331pp.

김병수, 유승헌. 1996. 경북 북부지역에 발생하는 *Stemphylium* spp.의 의한 고추 흰별무늬병. 식물병과 농업 2(1):40-41.

김지영, 이영근, 송유한. 1998. 경북지역 시설원예작물의 병해발생 상황. 한식병지.

14(1):41-45.

성재모, 조의규, 조동진, 강수웅. 1984. **고추의 미기록병인** *Cercospora capsici***에 의한 고추 반점병**. **한국균학회지** 12(2):75-77.

조현정. 1997. **고추에 점무늬병을 일으키는** *Stemphylium* spp.**의 분류 동정과 저항성 재료 선발**. **경북대 대학원 석사학위 논문**. 31pp.

농약공업협회. 1999. **농약사용지침서**. 767pp.

농촌진흥청 농약연구소. 1994. **농약품목고시시험(기준 및 방법)**. 210pp.

한국식물병리학회. 1998. **한국식물병명목록**. **제3판**. 436pp.

제 4 장 고추의 두 가지 잎점무늬병 저항성 일대잡종 품종개발

제1절 서 설

최근 우리 나라의 농업환경은 급격하게 변화하고 있다. 기상조건의 변화와 같은 자연적 조건의 변화와 더불어 하우스 시설재배, 고독성 농약의 사용, 화학비료의 증대사용 등과 같은 우리 나라 자체의 농업환경 변화 외에도, 해외 다른 나라와 종자나 실물의 교류가 빈번해 짐에 따라 이제까지 없었던 병해충의 발생이 증가하고 있으며, 이전까지 존재하였던 병해도 그 피해 정도가 점점 심각해지고 있는 실정이다. 고추의 경우도 역병, 탄저병, 바이러스, 청고병, 진딧물, 응애 등 주요 병충해는 우리 나라에서 오래 전부터 재배농가에 막대한 피해를 주고 있었으나, 잎점무늬병, 궤양병, 파밤나방, 총채벌레 등은 최근에 와서 새롭게 피해를 주고있는 병충해라고 할 수 있다.

잎점무늬병은 최근에 들어 피해가 전국적으로 확산되고 있는 병이다. *Stemphylium* spp.균이 일으키는 흰별무늬병은 경북 영양, 청송지역의 산간지 고추 재배단지에서 발견이 되었던 것이며, *Cercospora capsici*균이 일으키는 갈색무늬병은 남부지역 하우스 풋고추 재배단지에서 발생되었던 것이지만 최근 피해지역이 전국적으로 확산되고 있다. 이들의 증상은 세균이 일으키는 더뎅이병과 유사하여 전문가도 구분이 어렵기 때문에 농가에서는 정확한 대처가 어렵다고 할 수 있다. 또한 아직까지 이 병에 대한 지식이 극히 낮고, 전문 방제 약제가 밝혀져 있지 않은 실정이기 때문에 더욱 방제가 어렵다.

그러나 이런 병에 대한 인지도가 높아지고, 전문 방제용 약제가 알려지더라도 병에 대한 가장 기본적이면서 중요한 방제대책은 저항성 품종의 개발이라고 할 수 있다. 저항성 품종의 개발은 농약이라는 극단적인 처방법에 의하지 않고서도 병의 피해를 줄일 수 있기 때문에 농약살포에 사용되는 제반 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 식생활의 안정을 꾀할 수 있고, 환경오염도 줄일 수 있기 때문에 중요한 것

이다.

따라서 본 연구는 최근 문제가 되고 있는 잎점무늬병에 대한 저항성 재료를 탐색 및 육성하며, 또한 저항성 일대잡종을 개발하여 농가에 보급할 수 있도록 하기 위하여 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 균주배양 및 접종

본 연구를 수행함에 있어 저항성 재료의 선발을 위해서 사용된 균주는 경북대학교로부터 *Stemphylium* spp.균과 *Cercospora capsici*균을 분양 받아 사용하였다. 균의 포자형성을 위하여 *Stemphylium* spp.는 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에 계대배양하고, V-8배지에 접종을 한 후 25℃에서 12시간씩 교호(交互)로 암광(暗光)처리를 하여 6일간 배양 후 포자를 형성시켰다. *C. capsici*는 PDA배지에 접종하여 25일간 배양한 후 유발을 사용하여 균총을 마쇄하여 WA(Water Agar)배지에 0.5%가 되게 당근 잎을 첨가한 배지에 배양하여 포자를 형성시켰다. 접종에 사용된 병원균의 농도는 1×10^5/㎖로 희석하여 이용하였다.

접종은 고추 모종이 본엽 6 7매 정도 출현 시에 스프레이어로 분무 접종하였다. 상기 균주들의 확산 속도가 빠를 것으로 추정이 되었기 때문에 각각 격리된 육묘상에서 접종을 실시하였으며, 접종 직후에는 균들의 활성을 촉진시키기 위해 2일간 습실 처리하였다.

*S. lycopersici*의 병징은 접종 후 3 4일이 경과되면서부터 잘 발현이 되었기 때문에 조사가 용이하였으며 초기에는 작은 갈색반점이 형성이 되었으며, 병반이 약간씩 확대되면서 가운데 부분이 흰색으로 변하였고, 시간이 경과되면서 잎이 황변되어 낙엽이 되었다(그림 1, 2). *C. capsici*의 병징은 초기에는 역시 작은 갈색반점이 형성되었으나 시간이 지나면서 병반의 크기가 *S. lycopersici*보다 커졌으며 가운데의 작은 반점주위로 갈색의 병반이 둘러싸고 있는 형태로 변하면서 잎 전체가 황화되어 낙엽 되었다(그림 3).

Fig. 1. *Stemphylium lycopersici*에 의한 흰별무늬병징

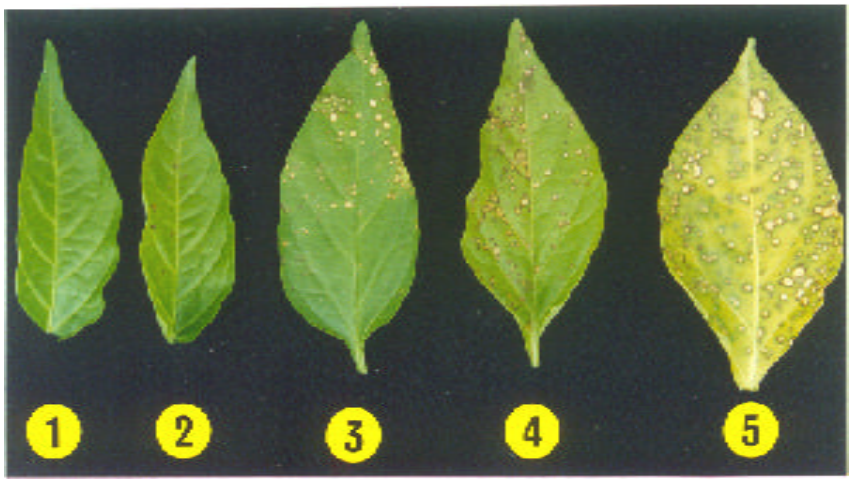

Fig. 2. *Stemphylium* spp.에 의한 이병정도

Fig. 3. *Cercospora capsici*에 의한 갈색무늬병징

2. 저항성 검정 및 계통육성

1차년도의 상반기 저항성 검정시험은 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유중인 계통들 중 "대형/제천얼치기(이하 대제계로 칭함)" 외 100여 계통을 공시하여 접종하였으며, KC319 등 5계통을 주관연구기관인 경북대학교로부터 분양 받아 저항성 대조품종으로 사용하였다. 파종은 1997년 3월 3일 실시하였고, 4월 19일 접종을 실시하였으며, *S. lycopersici*에 대한 발병유무 조사는 4월 26일, *C. capsici*에 대해서는 5월 16일 조사를 실시하였다. 하반기 접종시험 역시 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유한 계통들을 공시하여 접종에 이용하였다. 파종은 1997년 7월 21일 실시하였으며, 9월 11일과 18일에 2차에 걸쳐 접종하고 9월 24일 병징을 관찰하였다.

2차년도 저항성 검정시험에서 상반기 접종시험은 경북대학교에서 분양 받은 헝가리 도입계 28점 및 농우종묘 기 보유계통 67점을 1998년 2월 23일 파종하여 4월 23일 및 4월 27일에 2차에 걸쳐 *Stemphylium* spp.와 *C. capsici*를 접종하였다. 하반기 접종시험에서는 53계통을 1998년 8월 10일 파종하고 9월 18일 접종하였으며 조사는 9월 29일부터 10월 7일까지 실시하였다.

3차년도의 시험을 위해서는 2차년도에 주관연구기관인 경북대학교로부터 분양 받은 *Capsicum chinense* 33계통과 농우종묘 보유계통 50점, 그리고 저항성 계통육성을 위해 작성된 조합들을 1999년 3월 17일 파종하였으며, 4월 23일 접종하여 5월 16일 조사하였다.

저항성 검정 시험에서 각 공시재료의 이병정도는 그림 2에서 제시한 바와 같이 5계급으로 나누어 조사하였으며, 병징이 나타나지 않을 경우 1, 병징이 심하게 나타나고 낙엽이 되는 경우를 5로 분류하였다.

3. F_1 조합 성능검정 및 농가실증시험

흰별무늬병에 저항성 품종개발을 위하여 *S. lycopercisi*에 저항성이 있는 것으로 판명된 계통을 이용하여 작성한 F_1 조합에 대한 성능검정을 실시하였다. 2차년도에는 P146조합 등 24조합을 공시하여 파종은 1998년 2월 20일에 실시하였으며, 5월 7일 150×35cm의 재식거리로 2조식 멀칭재배를 하였고, 재배는 일반관행에 준

하였다. 3차년도 시험은 P146 등 10조합을 공시하여 파종은 1999년 2월 20일, 정식은 5월 8일 실시하고 기타 재배는 2차년도 시험과 동일하게 하였다. 이들 중 P146과 P147 조합은 농우종묘(주) 육종연구소에서 기 조합 작성되어 성능이 우수하여 예비선발 되었던 F_1 조합들로서 3차년도에는 전국적으로 농가 실증시험을 실시하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 저항성 검정

1차년도에 상, 하반기에 걸쳐 *S. lycopersici* 및 *C. capsici*에 저항성인 재료를 확보하기 위하여 실시하였던 저항성 검정 결과는 표 1, 2와 같다. 먼저 *S. lycopersici*에 대해서는 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유중인 계통들 중에서는 "P1480계", "대제계" 및 "대형/(풋고추/태국)"(이하'대풋태계'로 칭함)계통이 저항성이 있는 것으로 나타났다. 시판종들은 거의 대부분 이 병에 상당히 심하게 이병이 되는 것으로 나타나 현재 고추재배 농가에서 문제가 되고 있는 이들 병에 대한 피해를 본 시험 결과에서도 입증할 수 있었다. 다만 저항성으로 나타난 "대제계"가 부계로 사용된 농우종묘의 시판종인 대가고추(F_1)는 이 병에 비교적 강한 것으로 나타났으며, 고추 재배단지의 흰별무늬병 발생상태 조사를 위한 출장 시에도 다른 시판종에 비해 상대적으로 강하게 나타남을 확인할 수 있었다.

2차년도에는 농우종묘 기 보유계통 및 헝가리 도입계 등에 대해 *Stemphylium* spp. 및 *C. capsici*를 접종하였다. 그 결과 *C. capsici*에 저항성인 계통은 나타나지 않았다. 그러나 *S. lycopersici*에 대해서는 소수의 저항성을 보이는 계통을 찾을 수 있었다. 즉, 농우종묘 기 보유계통 중에서는 1차년도에 저항성으로 밝혀진 "대제계"와 "대풋태계" 외에도 "PI260429" (*Capsicum chacoense*), "YJB241계" 및 "YJB290계"가 저항성이 있는 것으로 밝혀졌다(표 3). 또한 헝가리 도입종 중에서는 KC573, KC601, KC612(*C. chacoense*), KC613(*C. chacoense*), KC614(*C. chacoense*) 등이 *S. lycopersici*에 강한 저항성을 나타내었으며, KC468, KC469, KC470, KC566 등은 저

표 1. 1차년도 상반기 잎점무늬병 저항성 검정

품종 또는 계통명	접종 주수	이병지수		품종 또는 계통명	접종 주수	이병지수	
		C.c[Z]	*S.l*[Y]			*C.c*[Z]	*S.l*[Y]
96P002	48	4.2	4.6	YJC114-5-4-4-5	48	4.0	5.0
96P003	48	4.5	4.5	YJC98-2-4-2-4-0	48	4.2	4.6
96P010	48	4.2	4.3	P1684-0	48	4.3	4.5
96P018	48	4.0	4.0	P1686-0	48	4.2	4.0
96P023	48	3.5	5.0	P1690-0	48	4.5	4.3
96P024	48	4.0	5.0	YJB218-5-4-2-1-3	48	4.0	3.6
96P039	48	4.5	4.8	89P588-1-O_4-1-3	48	4.3	4.6
96P060	48	4.2	4.3	YJB313-1-4-1-1-1	20	4.5	4.5
96P069	48	4.8	5.0	OP667-1-4-4-25	48	4.0	4.1
96P071	48	4.7	4.8	P1691-0	48	4.0	4.8
96P074	48	4.0	4.0	**대형/제천얼치기**(89P590)	47	4.0	1.0
96P089	48	4.2	4.6	YJB299-2-2-5-4-4	48	4.7	3.8
96P091	48	4.2	4.1	P915-O_3-2-2	32	4.5	4.5
96P102	48	4.8	4.0	KCB14	15	3.5	2.0
YS2B[6]	48	4.7	4.8	KC47	9	3.5	1.0
YS12B[6]	48	4.5	3.1	KC174	16	4.7	1.0
91P167-9359-5B[6]	48	4.5	4.3	KC319	14	4.2	1.5
91P172-1-2B[6]	48	3.5	4.5	KC380	13	3.5	1.5
0564BA-6-7-0	32	4.0	5.0	**대왕**(시판종)	48	4.2	4.1
P1689-0×0	48	4.8	4.6	**금탑**(시판종)	48	4.2	4.1
P918-3-5-4-7-6	48	4.8	4.8	**대가**(시판종)	48	4.2	2.1
53811-O_5-5-0-0	48	4.2	4.3	**공공칠**(시판종)	48	3.5	3.6
NLP11-895737-O_5-0	48	4.0	4.6	**풍촌**(시판종)	48	4.2	4.1
P1480-4-0-0	48	4.7	2.0	**부강**(시판종)	48	4.2	4.3

[Y] *S.l* : *Stemphylium lycopersici.*
[Z] *C.c* : *Cercospora capsici.*

표 2. 1차년도 하반기 흰별무늬병 저항성 검정

품종 또는 계통명	접종 주수	이병지수		품종 또는 계통명	접종 주수	이병지수	
		S.s[Z]	*S.l*[Y]			*S.s*[Z]	*S.l*[Y]
P1175B[5]	16	1.0	1.0	B89P588-1-O4-1-3	2	-	3.7
636-2B[9]	16	4.0	3.5	**대풋태** (89P589)	16	1.0	1.0
AP1177B[4]	16	4.7	4.5	YJB313-1-4-1-1-1	7	-	4.7
YJ14-3-O3-2x-101	16	3.5	4.0	YJB218-2-1-3-2-2	7	2.8	3.7
YJ36-3-O3-4x-102	16	3.7	4.0	BP634-5-O4-4-3-1	16	3.1	4.1
861-2-O6-3x-102	16	4.4	4.6	93P410ABC-1-4-1	16	4.2	4.0
YJ358-2-O3-1x-101	16	3.3	4.2	93P427ACB-1-5-3	16	3.6	3.7
YJ360-1-O3-4x-102	16	3.7	4.2	91P005-2-3-2-5-3	16	3.5	3.9
YJ361-1-O3-2x-101	16	4.4	4.5	91P015-2-3-3-2-3	16	3.9	3.2
YJ368-3-O3-4x-102	16	4.2	4.2	91P017-2-4-1-5-4	16	4.4	3.9
YJ374-1-O3-1x-101	16	4.4	4.2	P1298-3-3-1	16	3.7	4.0
YJ391-1-O2-5x-103	16	2.4	2.2	CP1024-0-5-4-2	16	2.6	2.5
Pl372-2-3-1x-101	16	2.7	2.8	YJB250-3-1-3-1-3	16	4.4	4.1
YJ20-1-O3-5x-103	16	4.0	4.3	AC1-6-1-1-2	16	3.5	4.4
91P001-1-4-1-5-2	16	2.7	3.0	P1273-4-3-0	10	4.8	4.7
91P012-2-3-2-4-4	16	4.5	3.9	TI3-0-0	16	3.7	4.0
YJC139-1-5-4-3-0	16	2.7	3.3	TI1-0-0	9	3.8	4.0
YJ0668-2-3-2-3-4	16	3.3	3.4	P1657-2	16	4.4	4.0
YJB117-3-2-1-4-3	16	3.7	4.0	P1657-0	16	4.0	4.1
BP637-4-O5-1-2-1	16	3.7	3.6	**대제**(89P590)	16	1.0	1.0
YJB39-3-1-3-1-1	16	3.8	3.2	96TMR25	5	2.0	2.0
YJB41-5-3-5-2-3	16	3.8	4.3	96TMR26	10	2.1	2.0
YJB60-5-1-5-3-2	16	3.2	3.4	96PHR12	16	2.0	2.0
YJB78-4-5-3-2-3	16	3.2	3.7	96P303BC1F1	16	2.7	3.2
YJB94-2-4-3-2-2	16	3.5	4.0	**대가고추**(시판종)	16	2.9	3.2
YJB157-4-4-2-3-3	16	3.0	3.7				

[Y] *S.l* : *Stemphylium lycopersici.*
[Z] *S.s* : *Stemphylium solani.*

표 3. 2차년도 *Stemphylium lycopercisi* 저항성 검정(농우종묘 보유계통)

계 통 명	접종 주수	이병 지수	계 통 명	접종 주수	이병 지수
PI260429	35	1.0	YJB263-4-1-4-3-2-1	20	5.0
대제	16	1.0	YJ291-1-4-1-3-2-3	20	4.5
대풋태	20	1.0	YJ165-1-2-1-2-4-5	20	5.0
YJ356-2-04-1×-101	19	4.7	YJC52-6-4-4-5-1-4	18	5.0
YJ23-2-04-4×-102	20	4.9	YJC53-4-1-1-2-1-1	17	5.0
YJ23-3-04-3×-102	20	4.9	YJC172-2-1-4-1-1-4	20	4.7
P1946-2×-101	20	3.7	YJC203-2-2-2-3-2-5	20	4.8
88P007-1-08-1×-101	20	4.5	YJC233-1-1-2-3-3-1	14	3.5
91P084-3-04-1×-101	20	4.0	YJB226-1-2-4-3-3-2	13	3.5
3-105-4-0-0-3	19	3.7	YJB228-1-3-3-2-1-1	20	5.0
YJ208-6-5-3-1-3-1	19	4.7	YJB229-1-1-2-1-1-2	15	5.0
YJC294-4-4-2-3-4-3	20	4.5	YJB240-1-1-2-3-3-3	18	5.0
YJB313-1-4-1-1-1-3	20	5.0	YJB241-2-1-2-2-4-1	15	1.5
YJ268-5-1-3-2-1	19	5.0	YJB284-4-2-2-3-3-5	15	3.5
P1947-4	20	5.0	YJB290-4-2-3-2-4-4	13	1.0
YJ247-5-1-2-4-5-1	20	5.0	BP625-1-06-1-3-4-2	19	4.3
YJB241-2-1-2-2-4-1	19	4.0	YJB268-5-1-3-5-2-1	20	4.9
YJ236-1-1-1-2-1-5	16	4.2	YJB278-2-4-1-1-5-3	19	2.0
YJB59-4-1-4-3-1-4	19	4.8	YJB115-6-2-2-3-4-4	15	4.0

항성과 이병성 개체로 분리되었고, 나머지 계통들은 심하게 이병되는 경향을 나타내었다(표 4). 2차년도 하반기 *Stemphylium lycopersici*에 대한 저항성 검정에서도 "대제", "대풋태"는 앞서 이루어진 실험의 결과와 동일하게 높은 수준의 저항성을 나타냈으며 시판종인 대가고추(F_1)와 농우종묘 보유계통 "YJB241"계, 저항성 계통 육성을 위해 작성된 F_1 조합 중 유망한 것으로 선발된 "P146", "P147" 계통들도 상당한 저항성을 나타냈다(표 5).

3차년도 저항성 검정은 경북대학교로부터 분양 받았던 *C. chinense*계통들과 농우종묘 보유계통으로 실시하였으나, *C. chinense*계통들에서는 저항성 계통을 찾을 수가 없었고, 농우종묘 보유계통 중에서는 "대화수집계"가 *S. lycopersici*에 비교적 강하게 나타났다(표 6).

이상의 결과로 볼 때, *S. lycopersici*에 대해 저항성을 지니고 있는 계통들을 확보할 수는 있었으나 그 수는 많지는 않을 것으로 사료되며, *S. lycopersici*에 대한 저항성 품종을 육성하기 위해서는 기 밝혀진 저항성 계통을 이용한 계통육성이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 반면에 *C. capsici*에 대해서는 본 시험에 이용된 전 공시재료에서 저항성을 확보할 수 없었다. 이로 미루어 보아 *S. lycopersici*나 *C. capsici*에 대해 고추가 반응하는 저항성 기작은 서로 다른 것으로 사료되었으며, *C. capsici*에 대한 저항성 인자를 확보하기 위해서는 보다 광범위한 재료에 대한 검정이 필요할 것으로 판단되었다.

2. 저항성 계통육성

*S. lycopersici*에 대한 저항성 계통육성을 위하여 주관기관인 경북대학교로부터 분양 받았던 KC319 등 5가지 계통들은 1차년도 상반기 접종시험에서 중도 저항성이 있음을 확인한 후, 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유중인 계통들과 교잡을 실시하였다. 그러나 이들 조합에 대한 *S. lycopersici* 접종시험 결과는 대부분의 조합에서 상당히 심하게 이병 되는 것으로 나타나 선발 가치가 없는 것으로 판단되었다(표 7). 이는 저항성 친으로 사용된 계통들의 저항성 수준이 높은 편이 아니었기 때문인 것으로 사료되어, 2차년도부터는 1차년도에서 강한 저항성이 있는 것으로 밝

표 4. 2차년도 *Stemphylium lycopercisi* 저항성 검정(헝가리 도입종)

계 통 명	접종 주수	이병 지수	계 통 명	접종 주수	이병 지수
KC466	36	5.0	KC544	28	3.0
KC467	22	3.5	KC545	29	3.9
KC468	32	2.0	KC548	36	3.7
KC469	13	2.0	KC549	36	3.6
KC470	39	2.5	KC556	36	4.3
KC479	13	4.7	KC558	36	4.0
KC484	36	3.5	KC566	21	1.5
KC485	35	3.5	KC573	36	1.0
KC492	36	3.0	KC601	13	1.0
KC500	36	3.5	KC603	35	3.9
KC507	23	4.2	KC612	26	1.0
KC508	27	4.0	KC613	25	1.0
KC529	35	3.5	KC614	34	1.0
KC530	32	3.7	KC616	35	3.2

표 5. 2차년도 하반기 *Stemphylium lycopercisi* 저항성 검정

품종 및 계통명	접종 주수	이병 지수	품종 및 계통명	접종 주수	이병 지수
대제	50	1.00	ACB1-2-4-4-3-10	50	5.00
대풋태	50	1.00	CP1370-1-2-5-3	50	5.00
YJB241-2-1-2-2-4-1	50	3.12	CP1448-0-4-8-5	50	5.00
대가고추	50	2.98	P1449-0-5-5-4	50	5.00
P147	50	3.15	YSB250-3-1-3-1-3-4	50	5.00
P146	50	3.02	93P401-1-7-2-7-4-2	50	5.00
P1326-4-4-3-3	50	5.00	93P402-0-2-3-11-15-1-8	50	5.00
P1330-1-4-1-2	50	5.00	93P414-0-14-6-3-3-2	50	5.00
P1145-5-1-2-5-3	50	5.00	94023-0-1-25-10-2-5	50	5.00
P1652-1-2	50	4.67	94023-0-1-25-10-4-6	50	5.00
P1557-5-3-7	50	4.44	94023-0-4-4-8-6-10	50	5.00
P1618-8-1-6	50	4.77	94023-0-4-4-8-7-2	50	5.00
P1742-3	50	5.00	94P464-0-1-5-7-6	50	5.00
P996-0-4-1-4-3	50	4.76	P1744-6-1	50	5.00
YJ666-1-5-5-4-5-3	50	4.50	P1943-0	50	5.00
P1009AC-1-6-5-3-2	50	4.19	P2013	50	5.00
P1362-4-3-3-5	50	4.30	P2014	50	5.00
P1366-5-4-3	50	4.78	P2015	50	5.00
P1388-1-1-2-2	50	4.23	P2017	50	5.00
89P601-2-O3-1-1-3-4	50	5.00	P2018	50	5.00
ACB1-2-4-4-4-6	50	5.00	**신홍고추**	50	5.00

표 6. 3차년도 *Stemphylium lycopercisi* 저항성 검정

계 통 명	접종주수	발병도					평균	계 통 명	접종주수	발병도					평균
		1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	
Chi7/1004-1	30			1	7	22	4.70	Chi35/1048	23			7	5	11	4.17
Chi10/1011-1	19			4	4	1	4.37	Chi35/1049	23		1	14	8		3.30
Chi10/1012-2	25			1	2	21	4.83	Chi39/1053-2	28			3	3	22	4.68
Chi10/1013-1	26					26	5.00	Chi39/1054-1	11			8	2	1	3.36
Chi10/1013-2	20				3	17	4.85	Chi42/1059-2	21		3	6	4	8	3.81
Chi10/1014-1	27			3	6	18	4.56	Chi43/1062	23		13	7	3		2.57
Chi12/1021-1	25		4	4	6	11	3.96	Chi43/1063-1	24					24	5.00
Chi12/1021-2	28		2	10	13	3	3.61	Chi43/1063-2	22		1	7	7	7	3.91
Chi12/1022	23			3	3	17	4.22	**슈퍼금탑** F_2	23		2	6	7	8	3.91
Chi16/1026-2	21			6	11	4	3.90	**다보탑** F_2	29		5	12	12		3.24
Chi16/1027-2	20		2	6	7	5	3.75	**흥농시교** F_2	30		1	5	10	14	4.23
Chi16/1028-1	29		2	10	7	10	3.86	**중앙시교** 103 F_2	29			2	7	20	4.62
Chi10/1028-2	23			8	4	11	4.30	**서울시교** 305 F_2	29	7	8	9	5		2.41
Chi16/1029-1	9			2	4	3	4.11	**흥농시교** 138 F_2	30			4	10	16	4.40
Chi16/1030	26			11	5	10	3.96	**대풋태**×123	21	5	13	3			1.90
Chi18/1031-1	22		1	3	13	5	4.00	**월전×대제**	26			2	13	11	4.35
Chi19/1032	27		1	3	11	12	4.27	**대화수집**	30	27	1				1.04
Chi21/1033-1	23			6	7	10	4.17	Samara F_2	29	1	7	17	4		2.83
Chi21/1034-2	20			6	9	5	3.95	**대제×(고창/**ESA1055)	28			2	5	21	4.68
Chi21/1035	21			6	8	7	4.05	**대제×이도**	30		2	8	14	6	3.80
Chi226/1037-1	17				6	11	4.65	**대제×부남**	30				1	29	4.97
Chi25/1038-1	17			1	4	12	4.65	**대제×익도**	10			6	4		3.40
Chi25/1039-1	21		4	13	4		3.00	**오 대**	6		3	3			2.50
Chi30/1043-1	12			2	3	7	4.08	**대 가**	3		2				2.00
Chi30/1043-2	22			1	2	19	4.82								

표 7. *S. lycopersici* 저항성 계통육성을 위해 작성된 조합의 저항성 검정

조 합	계 통 명	접종주수	이병지수
명촌×KC380	97P250	20	4.5
부한×KC380	97P251	19	4.1
132×KC47	97P243	14	3.0
131×KC47	97P245	19	2.0
131×KC174	97P246	20	2.5
132×KC174	97P247	20	2.5
(131×882)×KC174	97P248	17	3.2
131×KCB14	97P211	4	4.9
명촌×KCB14	97P212	16	4.8
부한×KCB14	97P213	3	4.3
고흥×KCB14	97P214	19	5.0
부곡×KCB14	97P215	18	5.0
영일×KCB14	97P216	19	5.0
원주×KCB14	97P217	18	5.0
(131/882)×KCB14	97P218	3	4.7
홍도×KCB14	97P219	13	4.9
가좌×KCB14	97P220	19	5.0
의정×KCB14	97P221	18	5.0
금왕×KCB14	97P222	20	5.0
제주재래×KCB14	97P223	20	4.7
ESA1100×KCB14	97P224	20	4.5
ESA1017×KCB14	97P225	4	4.2
마석×KCB14	97P226	20	5.0
KC174	P1752-0	5	2.0
KC319	P1753-1	16	3.5
"	-2	6	1.0
"	-3	9	1.0
KC380	P1754-0	12	1.0

혀진 “대제”계나 “대풋태”계를 친을 이용한 조합을 작성하여 계통육성을 실시하고자 하였다(표 8). 또한 이전부터 본 위탁기관 연구소에서 육성해오던 계통들 중 *S. lycopersici*에 저항성 계통이 이용되었던 분리계통들에 대한 저항성 검정을 실시하여 개체 및 계통선발을 하였다(표 9).

이러한 계통 중에는 TMV저항성 계통과 역병 저항성 계통들이 다수 포함되어 있기 때문에 복합저항성 계통으로 유도하고자 한다. 즉 *S. lycopercisi*와 TMV에 복합저항성을 유도하고자, 현재 분리 중인 96TMR25 및 96TMR26 유래계통들에 대해 먼저 *S. lycopercisi*를 접종하여 저항성을 나타낸 개체를 선발하고, 선발된 개체에 다시 TMV를 접종하여 hypersensitive reaction을 나타낸 개체를 선발하였다. 이들 선발된 개체들을 병리하우스에 공시하여 채종하였으며, 금후 상기와 같은 선발방법으로 육성할 계획이다.

또한 역병과의 복합저항성 계통육성을 위해서도 96PHR12 및 95P298 유래 분리계통들에 대해서도 *S. lycopersici*에 저항성을 나타낸 개체들을 선발하고 난 후, 다시 역병을 접종하여 두 가지 병에 대해 복합 저항성을 나타낸 개체를 선발하여 채종하였으며, 이들 계통 역시 금후 계속적인 접종 및 선발을 실시하여 고정시켜 나갈 계획이다.

“대제계”, “대풋태계” 등 농우종묘 기 보유계통에서 *S. lycopercisi*에 저항성으로 밝혀진 계통들은 임성검정 결과 모두 불임유지계(B-line)인 것으로 밝혀져 다른 불임유지계와 교잡을 실시하여 계통육성을 실시할 계획이며, 금후 이들 계통을 이용한 *S. lycopersici*에 저항성인 CGMS계통이 확보되면 다양한 병 저항성의 임성회복계(C-line)의 이용에 따라 복합저항성 품종개발이 가능할 것으로 사료된다.

또한 2차년도 시험에서 *S. lycopersici*에 저항성으로 밝혀진 PI260429, KC612, KC613, KC614 등의 *C. chacoense* 계통들은 TMV에 저항성인 L^4 유전자를 보유한 계통으로 보고되고 있기 때문에 금후 흰별무늬병 및 TMV에 복합저항성을 확보할 수 있는 중요한 자료로 인식된다.

결론적으로 흰별무늬병을 유발하는 *S. lycopersici*에 대한 저항성 계통육성은 저항성 재료가 많은 편은 아니지만 현재까지 밝혀진 재료를 이용하여 여교잡 육종

표 8. *S. lycopersici* 저항성 계통육성을 위해 작성된 조합의 저항성 검정

조 합	계 통 명	접종 주수	발병도					이병 지수
			1	2	3	4	5	
대제×131	98P060	27	2	23	2			2.00
대제×**송진**	98P062	28		7	20	1		2.79
대제×**광분**	98P061	22	22					1.00
PI260429×**대제**	98P083	15	15					1.00
대풋태×PI164561	98P025	29		7	21	1		2.79
대제×PI164561	98P026	27		15	12			2.00

표 9. *S. lycopercisi* 저항성 계통육성을 위한 저항성 검정 및 개체선발

계 통 명	접종 주수	이병 지수	선발 주수	계 통 명	접종 주수	이병 지수	선발 주수
96TMR25-0	50	2.87	13	95P298-2-5-1-7-6	57	1.07	5
96TMR26-0	50	2.30	15	95P298-2-5-1-52-1	66	1.17	5
96PHR12-0	50	2.16	15	95P298-2-5-1-52-10	66	1.29	
96P495B[6]	50	4.31		95P298-2-5-1-52-11	60	1.18	5
96P303B-3	50	2.66	5	95P298-2-5-2-26-2	52	1.23	5
95P298-2-5-1-19	50	1.00	6	95P298-2-5-2-26-4	71	1.30	
95p298-2-5-2-12	50	1.00	6	95P298-2-5-2-26-7	68	1.35	
95p298-2-5-2-36	50	1.00	6	95P298-2-5-2-26-16	72	1.38	5
95p298-2-5-5-23	50	1.00	6	95P298-2-5-2-32-6	69	1.45	5
98P076	25	2.55	6	95P298-2-5-2-32-16	70	1.88	
98P086	25	2.25	6	95P298-2-5-4-11-7	66	1.20	5
98P085	25	1.75	6	95P298-2-5-4-11-14	70	1.27	
98P088	25	1.25	6	95P298-2-5-4-39-8	70	1.51	5
96PHR12-BC_1-2-3	40	4.50		95P298-2-5-4-39-9	63	1.54	
96PHR12-BC_1-4-12	65	1.09	5	95P298-2-5-4-39-19	68	1.51	
95P298-2-5-1-7-5	69	1.23	5				

혹은 분리계통육종법을 실시하면 가능할 것으로 판단된다. 또한 이들 저항성 계통들은 역병이나 TMV 외 기타 다른 병에 대해서도 복합저항성을 보유하면 더욱 효과적일 것으로 사료된다. 그러나 *C. capsici*에 대한 저항성 계통육성은 본 시험 결과 저항성 재료를 확보하지 못하였기 때문에 *Capsicum* 속내에서 좀더 광범위한 검정을 거쳐 먼저 저항성 재료를 확보하는 것이 중요한 것으로 판단된다.

3. F_1 조합 성능검정

1차년도 접종시험을 통하여 *S. lycopersici*에 저항성이 있는 것으로 밝혀진 "대제계"와 "대풋태계"는 대과계로 착과력이 우수하고 조합능력도 양호한 계통으로, 2차년도에 실시한 F_1 조합 저항성 검정은 이들 저항성 계통이 한쪽 친으로 사용된 조합들을 위주로 하여 25조합을 공시하여 실시하였으며, 저항성 픔종으로는 "대가고추"를, 이병성 품종으로는 "금탑고추"를 대조로 사용하였다. 그 결과 "대제계" 및 "대풋태계"를 부계로 이용한 조합은 F_1 조합에 대한 접종시험에서도 상당한 수준의 저항성을 나타내었다(표 10). 이로 미루어 볼 때 F_1 조합을 작성할 때 양친 중 한쪽 친 만이라도 저항성일 경우 *S. lycopersici*에 저항성인 품종을 개발하는 데에는 큰 어려움이 없을 것으로 사료된다.

이들 조합들은 노지포장에 별도 공시하여 원예적 형질의 발현양상, 수량성, 기타 내병성 등 종합적인 성능검정을 실시하였으나, 기존의 시판종을 능가하는 조합능력을 보이는 조합들은 없어 도태하였다. 그러나 이들 조합 중 P146(MS360×대풋태)및 P147(MS360×대제) 조합은 1996년 농우종묘(주) 자체의 F_1 조합 성능검정시험에서 이미 예비선발이 되었던 조합으로 숙기는 중만생이나 초기 착과비대력 및 건과품질이 우수하며, 후기까지 단과현상이 적은 극대과종 조합으로 재선발하였다. 이들 조합들은 1998년과 1999년에 전국적인 시교사업을 실시하였는데, 1998년도의 경우는 심한 강우에 의해 침수된 포장이 많아 작황이 매우 불량하였기 때문에 조사가 불가능하였다. 1999년도에 실시한 작황조사에서는 이들 두 조합이 지역적으로 약간의 기복이 있는 작황을 보였다. 즉, 토심이 깊고 수분보유력이 우수한 지역에서는 착과력이나 과비대력이 우수하고, 후기까지 단과현상의 발생이 적은 등 제 특성

표 10. F_1 조합들에 대한 *Stemphylium. lycopersici* 저항성 검정

품 종 명	조합 번호	접종 주수	이병 지수	품 종 명	조합 번호	접종 주수	이병 지수
MS356×대제	P072	18	1.7	MS4011×붕어초	P035	18	3.7
MS360×대제	P147	19	1.5	MSSA101×JASC	P127	15	3.5
MS374×대제	P123	17	1.5	MS358×JASC	P084	15	5.0
MS 23×대풋태	P046	20	1.7	MS358×죽장	P097	20	4.2
MS 32×대풋태	P050	15	3.7	MS358×가천	P090	13	4.2
MS358×대풋태	P088	19	1.5	MS358×일죽	P096	20	3.9
MS360×대풋태	P146	20	1.5	MSH조생×의령	P057	20	3.9
MS368×대풋태	P117	7	2.5	MS135×JASC	P058	19	4.7
MS374×대풋태	P123	19	1.5	MS360×송면	P108	20	4.6
MS636×제주재래	P001	20	5.0	MS360×옥방	P114	20	4.8
MS360×JASC	P100	20	5.0	MSSA101×영암	P128	18	4.7
MS1658×의정	P010	19	5.0	대가고추		20	1.8
MS1658×고한	P011	19	5.0	금탑고추		20	4.5

을 나타내어 재배 농민들로부터 호평을 받았으나, 토질이 척박한 지역에서는 대체로 바이러스의 이병이 심하여 제 특성의 발현이 이루어지지 않았다. 영양고추시험장에 공시된 포장에서는 타 품종들에 비해 *S. lycopersici*에 의한 피해가 훨씬 적어 이들 조합이 *S. lycopersici*에 저항성이 있음을 확인할 수 있었다. 그러나, 1999년에는 다른 지역에서는 흰별무늬병의 발생이 적어 이들 조합의 *S. lycopersici*에 대한 이병상황을 점검하기에는 어려운 점이 있었다. 이들 두 조합은 상기의 경우처럼 작황에 기복이 있어 품종으로서의 제시하기에는 불만족스러운 점은 있었으나 아직까지 흰별무늬병에 저항성을 보이는 품종이 거의 없는 현실을 감안하여 볼 때 본격적인 흰별무늬병 저항성 품종의 개발이 되었다는 차원에서 "오대고추"(신고번호 : 2-04-98-060)와 "대한고추"(신고번호 : 2-04-98-061)로 생산판매신고를 하였다(그림 4, 5).

Fig. 4. **오대고추의 착과 및 과형**　　Fig. 5. **대한고추의 착과 및 과형**

적 요

흰별무늬병에 대한 저항성 재료의 탐색 결과 농우종묘(주) 육종연구소에서 보유중인 계통 중 조합능력이 비교적 우수한 3계통을 확보하였으며, 이들을 이용하여 새로운 계통을 육성하고 있다.

또한 기 등록되어 시판되고 있던 "대가고추"가 *Stemphylium* spp.에 저항성이 있는 것으로 확인되었으며, 본 연구결과로 "오대고추"와 "대한고추"를 저항성 품종으로 개발하여 생산판매신고를 하였다. 이러한 품종은 *Stemphylium* spp.에 의해 나타나는 흰별무늬병에 대해서는 상당히 강하게 나타나고 있고, 극대과계로 품질도 우수한 편이나 척박한 토양에서는 초세가 떨어져 바이러스에 쉽게 이병되는 경향을 보여 확대 보급하기에는 미흡한 점이 많다. 따라서 앞으로 역병이나 바이러스 저항성을 보충하면 더 우수한 흰별무늬병 저항성 품종이 충분히 개발될 수 있다는 가능성을 제시하였다 점에 가치를 두어야 할 것이다.