

Fusarium oxysporum f. sp. *lactucae*에 의한 상추 시들음병 발생 및 품종간 감수성 비교

김진영* · 홍순성 · 이진구 · 이현주 · 임재욱 · 김진원¹ · 김흥기²
경기도농업기술원, ¹서울시립대학교 환경원예학과, ²충남대학교 농생물학과

Occurrence of Fusarium Wilt Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* and Cultivar Susceptibility on Lettuce

Jin Young Kim*, Sun Sung Hong, Jin Gu Lee, Hyun Ju Lee, Jae Wook Lim,
Jin Won Kim¹ and Hong Gi Kim²

Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 445-972, Korea

¹Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

²Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received on June 29, 2008)

A wilt disease on lettuce was observed in 2006 and 2007 in commercial plastic house at main production areas of lettuce in Icheon, Yongin and Goyang of Gyeonggi Province. The disease was characterized by the wilting of lower leaves, accompanied by stunting symptoms of the whole plants. Old affected stems showed the black streak in the vascular system. The pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* was isolated from stems and roots of diseased plants. Isolated pathogen also produced the microconidia and macroconidia with chlamydospores on carnation leaf agar medium. The pathogen easily invaded and made many chlamydospores on the roots of lettuce and also made dark streaking through the vascular in the lettuce stems. The density of *Fusarium* sp. in the severely diseased field soil was more higher populations than that in the healthy and less diseased field soil. The minimum population of pathogen would be above 10^3 cfu/g soil to induce the *Fusarium* wilt on lettuce in plastic house. The results of pathogenicity test showed 'Sunpung' and 'Mipungpochap' was high susceptible to *Fusarium* pathogen isolates while some cultivar 'Mihongjeokchukmyeon' and 'Jinjachukmyeon' showed moderate resistance. Disease development for some lettuce was related to treated temperature, so the symptom was more severe above 25°C. Selection of appropriate lettuce cultivar and planting time should be related for the successful control of *Fusarium* wilt.

Keywords : *Fusarium oxysporum*, *Fusarium* wilt, Lettuce, Resistant cultivar

상추는 국화과 1년생 초본식물로써 일본, 미국, 영국 등 전 세계적으로 널리 재배되는 원예작물이다. 국내에서의 상추 시설재배면적은 4,185 ha로써 전체 시설재배 엽채류 재배면적 13,845 ha의 약 30%를 차지하는 재배면적이 가장 많은 엽채류 중의 하나이다(2006, 농림부). 상추에는 노균병, 역병 등 약 19종의 다양한 병이 발생하고 있으며(한국식물병리학회, 2004), 상추에 발생하는 *Fusarium* 시들음병은 일본에서 상추 뿌리썩음병(근부병)으로 최초 보

고되었고(本橋精一 등, 1960), 국내에서는 조 등(1997)에 의해 최초 보고되었다. 일반적으로 *Fusarium oxysporum*에 의한 시들음병은 유럽, 미국, 일본 등 전 세계적으로 발생하고 있으며, 병원균이 토양내에서 장기간 생존하면서 밀도가 높아지는 경우 도관부와 뿌리를 감염하여 병을 일으키는 것으로 알려져 있고(Garibaldi 등, 2002; Huang 등, 1998; 이 등, 2001), *F. oxysporum*은 그 기주범위에 따라 약 70여종의 분화형으로 구분되어 있다(Armstrong, 1981). 현재까지 오이와 토마토를 비롯한 과채류에 대한 *Fusarium* 관련 병 발생 연구는 일부 이루어졌으나(양 등, 2000), 상추 시들음병은 시설하우스 연작재배지에서 그 피해가 상당히 크고 방제하기 어려운 토양병원균임에도

*Corresponding author

Phone) +82-31-229-5832, Fax) +82-31-229-5964

E-mail) kji5122@gg.go.kr

불구하고, 상세한 발생생태와 방제법에 관한 연구가 이루어지지 않아 농가에서 방제에 큰 어려움을 호소하고 있다.

따라서 본 연구에서는 경기도 내 주요 상추 재배지역의 *Fusarium* 시들음병 발생상황과 생태를 조사하고, 현재 시판중인 상추 품종들의 감수성 정도를 조사하였다.

재료 및 방법

병 발생 실태조사 및 병원균 분리. 2006년부터 2007년에 걸쳐 경기도 내 상추 주산단지인 이천, 고양, 용인, 남양주, 수원 지역의 재배농가를 대상으로 상추 시들음병 발생상황을 조사하였다. 각 지역별로 채집한 시들음증상의 상추로부터 *Fusarium*균의 분리를 위해 유관속 부위가 갈변된 줄기를 5 mm 내외로 잘라서 1% 차아염소산나트륨(NaOCl) 용액에서 1분간 표면살균하고 살균수로 3회 세척 후 여과지를 이용하여 물기를 제거하고 물한천배지(WA) 위에 치상하였다. 25°C 항온기에서 3일간 배양한 후 자란 균사의 선단을 떼어 감자한천배지(PDA, Difco)에 옮겨 배양하면서 시험균주로 사용하였다.

***Fusarium* spp.의 동정.** 분리된 *Fusarium*균을 PDA에서 3일간 배양 후 CLA(carnation leaf agar, CLA)(Fisher 등, 1982)와 PDA에 치상하여, 25°C, 12시간의 광조사의 조건 하에서 CLA에서는 15일 배양한 후에 생성된 균체의 분생자경의 형태 및 대형분생포자의 모양, 크기, 격막 수, 소형분생포자의 유무, 후막포자의 유무와 형태를 관찰하였고, PDA상에서 배양하면서 균사의 생장속도, 균총의 색과 배지 뒷면의 색소형성 등의 특성을 조사하였다. 이들 결과를 Burgess 등(1994)과 Nelson 등(1983)의 연구 내용과 비교·검토 후 동정하였다.

병원성 검정. 병원성 검정을 위해 20일간 육묘한 상추 유묘(‘선풍포침’, ‘미풍포침’, ‘진홍적축면’)를 이용하여 PDB배지(potato dextrose broth, Difco)에 액체 배양한 병원균의 포자 현탁액(3×10^6 cfu/ml)에 뿌리를 시간별로 각각 1분, 10분, 60분, 180분, 360분간 침지 후 육묘용 상토(원예범용상토, 동부한농)를 이용하여 포트($\phi 12$ cm)에 이식하여 온실에서 재배하면서 발병도를 조사하였다. 또한 포자 현탁액의 농도에 따른 병원성 발현 능력을 검정하고자 포자 농도를 3×10^2 , 3×10^3 , 3×10^4 , 3×10^5 및 3×10^6 cfu/ml로 조절한 포자현탁액에 뿌리를 10분간 담근 후 정식하여 발병력을 조사하였다(Zink 등, 1985). 발병 조직의 특성을 조사하기 위하여 상추 품종 ‘진홍적축면’ 유묘에 액체 배양한 병원균을 접종(3×10^6 cfu/ml) 후 줄기와 뿌리 조직을 잘라 Phloxine B로 염색 후 광학현미경(Carl Zeiss, AX10)으로 조직의 특성을 관찰하였다.

토양내 병원균 밀도 조사. 시설 하우스 재배지의 *Fusarium*균의 밀도를 조사하기 위하여 10 cm 깊이의 토양을 채취하여 그늘에서 잘 말린 후 건조한 토양 15 g을 135 ml의 멸균수를 넣어 진탕기를 이용하여 30분간 진탕(250~300 rpm) 후 멸균수에 1:10, 1:100, 1:1,000의 비율로 희석한 후 미리 제조한 Komada 선택배지(Komada, 1980)에 도말하여 28°C에 3일간 배양한 후 균총을 식별하여 생균수를 측정하였다.

품종저항성 검정. 상추 시들음병에 대한 품종 저항성을 검정하고자 현재 시판중이며 농가에서 널리 사용하는 14개 품종(Table 4)을 대상으로 5포기씩 3반복으로 저항성 정도를 조사하였다. 병원성 조사기준은 0 = 무병징, 1 = 하엽 황화, 2 = 상엽 황화, 3 = 시들음과 잎 전체의 황화, 4 = 고사의 4단계로 구분하였다. 품종별 저항성 판별기준은 중도 저항성(0~0.9), 중도감수성(1.0~2.0), 감수성(3.0~4.0)의 3단계로 판별하였다.

결과 및 고찰

병 발생 조사. 경기도내 상추 주산단지의 시들음병 발생을 조사한 결과 대부분 하우스 온도가 상승하는 5월부터 발생이 증가하기 시작하여, 여름 작기에는 대부분의 연작 재배지에서 발생하였다(Table 1). 특히 발생이 많은 지역은 남양주와 용인지역이 발생 포장 비율이 높았으며, 발생이 심한 농가는 거의 100%에 가까운 발생주율을 보여 수확량이 급감하였다. 일반적으로 *Fusarium*균에 의한 시들음병은 *Fusarium*균의 발병 특성상 고온기인 여름철에 발생이 많지만(Matheron 등, 2005), 고양 등 일부 지역은 3월에도 발생하였고, 그 발병주율이 3.5%~71.0%까지 발생하여 비교적 저온기인 봄 작기에도 하우스 내부의 온도가 상승하는 경우에는 피해가 증가하는 것을 확인하였다.

주요 증상. *Fusarium*균에 의한 상추 시들음병의 지상부 주요 병징은 하엽이 황화되고, 생육이 저조하며 포기 전체가 위축되는 증상을 나타냈다(Fig. 1A). 발병주를 뽑아 줄기 기부를 절단해 보면 도관부가 원형으로 갈변되어 있었으며(Fig. 1B), 세로로 절단하면 도관부를 따라서 뿌리까지 갈변되어 있었다(Fig. 1C). 발병주는 정상주보다 쉽게 뽑히는 특징을 나타내었다.

병원균 동정. 분리된 *Fusarium*균의 균학적 특성을 조사한 결과(Table 2) 병원균은 PDA 배지에서 보라색 균총을 형성하였고, 배지 뒷면에 분홍 또는 보라색 색소를 형성하였고 28°C에서 가장 좋은 생육을 나타내었다. 또한 CLA 배지에서 난형의 소형분생포자와 3개의 격막을 가

Table 1. Incidence of *Fusarium* wilt on lettuce in the production areas of Gyeonggi province from 2006 to 2007

Investigation time	Area surveyed	No. of fields surveyed	No. of fields infested	Range of infected plants (%)	Main symptom ^a	
2006	Late March	Goyang	10	1	3.5~71.0	LY, S
	Middle June	Namyangju	10	8	5.0~75.0	LY, S
	Late July	Yeosu	10	4	15.1~95.0	LY, S
	Middle Sep.	Yongin	10	8	5.8~30.0	S
	Late Nov.	Icheon	10	2	1.5~95.5	LY, S
2007	Late May	Yongin	10	2	23.7~84.0	LY, S
	Late July	Namyangju	10	9	10.5~92.0	LY, S
	Middle Sep.	Icheon	15	7	1.0~65.0	LY, S
	Early Oct.	Suwon	10	3	1.0~15.0	LY, S
	Late Oct.	Namyangju	10	3	1.0~5.6	S

^aLY: leaf yellowing, S: stunting.

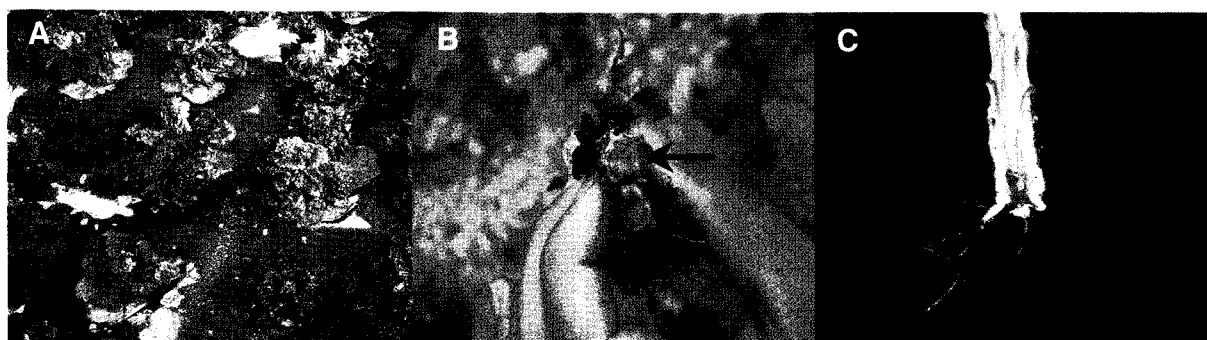


Fig. 1. Symptoms of *Fusarium* wilt on lettuce in the fields. (A) wilt and stunting of lettuce in plastic house; (B) a transverse section of the diseased lettuce stem; (C) a longitudinal section of diseased lettuce stem and root showing vascular and root discoloration.

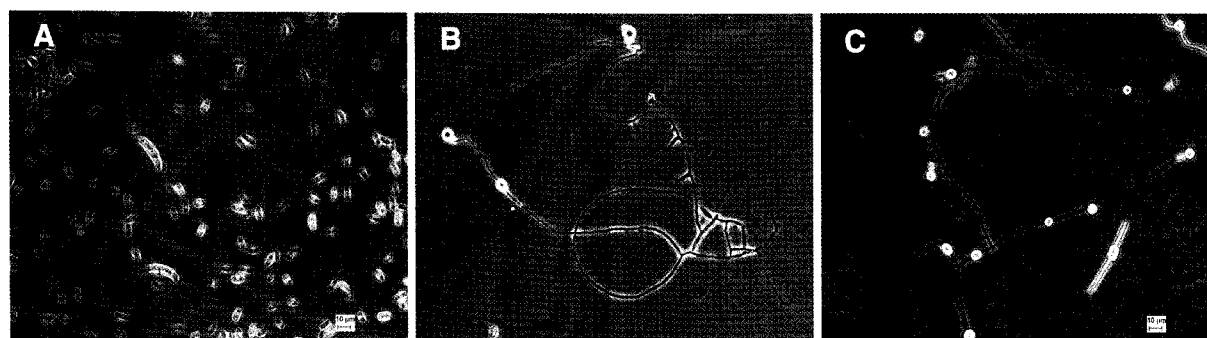


Fig. 2. Morphological and cultural features of *Fusarium oxysporum* isolated from lettuce: microconidia and macroconidia (A), hyphae and conidiophores (B) and chlamydospores (C).

진 대형 분생포자를 형성하였다(Fig. 2A). 또한 PDA 배지에서 흑색의 균핵을 형성하였으며, 분생자경은 단경자(monophialide)를 형성하였고, 균사의 끝과 중간에 후막포자를 형성하였다(Fig. 2B, C). 이들 균학적 특징을 Burgess 등(1994)과 Nelson 등(1983)의 연구내용과 비교, 검토한 결과 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*로 동정하였다.

병원성 검정. 분리된 병원균의 분생포자 현탁액(3×10^6 cfu/ml)에 2주간 육묘한 상추 뿌리를 침지한 결과 10분간 침지한 처리에서도 접종 7일 후 발병도가 2.7로써

시들음 증상을 관찰할 수 있었다. 60분 침지에서는 침지 4일 후, 180분 침지에서는 3일 후, 360분 침지에서는 1일 후에 병징이 나타나 침지 시간이 길어질수록 발병도가 증가되었다(Fig. 3). 병원균 접종 후 뿌리 조직을 관찰한 결과 *Fusarium* 균사가 쉽게 뿌리 조직을 쉽게 침입하여 감염되는 것을 확인하였으며 일부 뿌리 조직에서는 후막포자가 관찰되었다(Fig. 4A). 또한 뿌리와 줄기 조직을 절단하여 관찰한 결과 도관부 조직이 갈변하는 것을 확인하였다(Fig. 4B와 C). 병원균을 접종한 상추는 전체적으

Table 2. Comparative morphological characteristics of *Fusarium oxysporum* isolated from wilted lettuce

Characteristics ^a	Present study	<i>Fusarium oxysporum</i> ^b
Colony color	dark purple	dark purple
Conidia		
Microconidia	abundant, generally single-celled	abundant, generally single-celled
size	6.6~11.7×2.5~3.5	5~18×2.0~3.8
shape	oval to kidney shaped	oval to kidney shaped
Macroconidia		
size	28.0~39.8×3.8~4.9 μm	25~50×3.0~4.5 μm
septa	3(1~4) septate	usually 3 septate
shape	sickle shaped	sickle shaped
Sclerotia	present	present
Conidiophores	monophialides	monophialides
Chlamydoconidia	present	present

^aColony color was observed on PDA and micro- and macroconidia were observed on CLA medium.

^bData from Burgess *et al.* (1994) and Nelson *et al.* (1983).

로 위축되어 초기에는 생육이 느리고 일부 잎은 고사하여 정상주보다 수량이 크게 감소될 것으로 추정되어(Fig. 5A, B, C), 급후 병원균 밀도에 따른 피해해석 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다. 병원균 접종 후 온도별

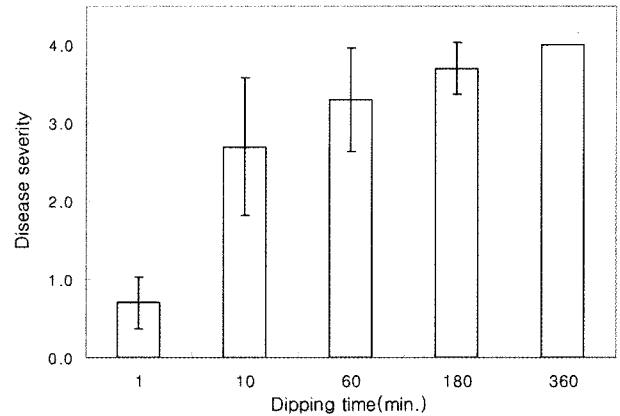


Fig. 3. Effect of dipping time of *Fusarium oxysporum* on wilt symptoms after inoculation.

발병도의 변화를 조사한 결과 15°C에서는 6일차에서 거의 병 진전이 증가하지 않았으나, 20°C부터 증가세를 보였다. 25°C에서는 접종 4일차부터 발병도가 증가하였고 30°C 이상에서는 3일차부터 발병도를 나타내 온도가 높은 시기에 더 빠른 병 진전속도를 나타내었다(Fig. 6). 이와 같은 사실은 상추 시들음병의 발병은 시설하우스 내 지온이 높아지는 시기에 크게 증가할 것이므로 연중 발생하는 하우스는 특히 여름 작기에 방제에 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

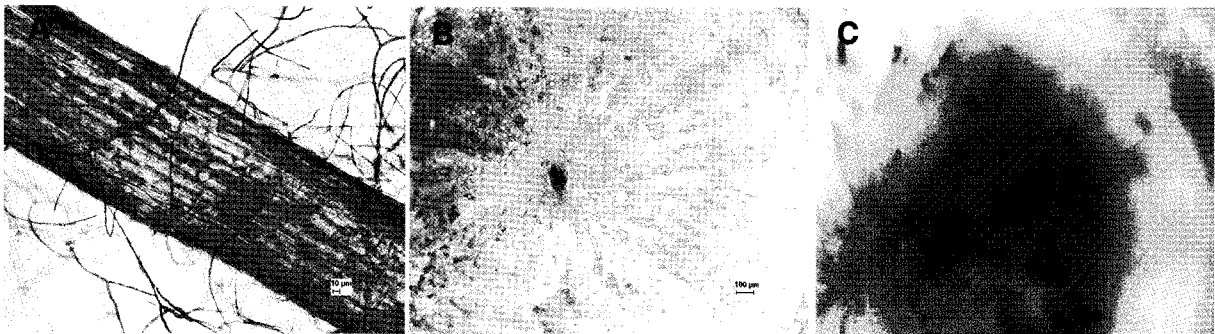


Fig. 4. Root infection of pathogen mycelium (A), showing dark streaking of the vascular tissue from the root (B) and stem (C) inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*.

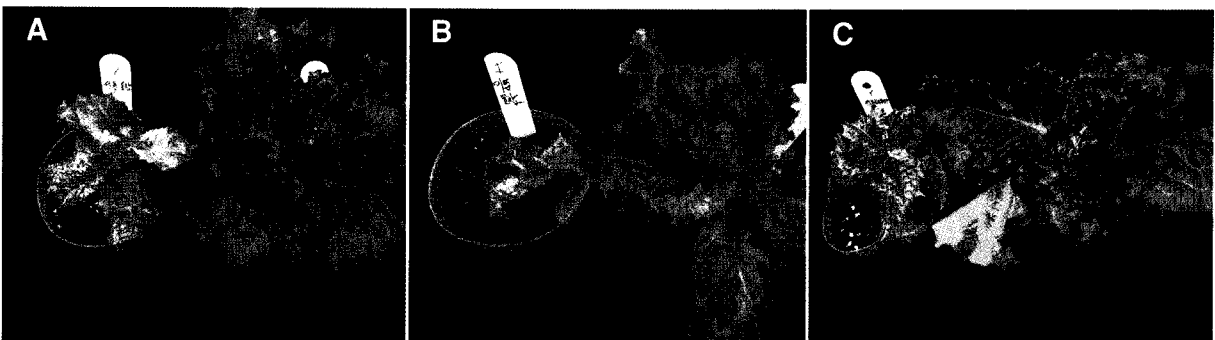


Fig. 5. Effect of *Fusarium* wilt inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (left) and noninoculated (right). The Lettuce cultivars name were Sunpungpochap (A), Mipungpochap (B) and Jinhongjukchukmyon (C).

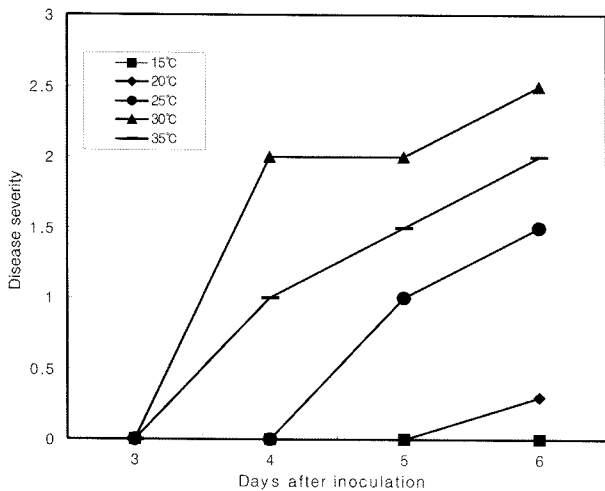


Fig. 6. Disease progress curves after inoculation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*.

병원균 밀도 조사. 연작지를 중심으로 *Fusarium*균의 밀도를 조사한 결과(Table 3), 병 발생량이 많은 경기도 이천 지역의 하우스재배 토양에서의 상대적으로 밀도가 가장 높았고, 비교적 연작 연수가 짧은 화성 지역에서 채집한 토양의 병원균 밀도는 상대적으로 낮았으며, 병 발생에 미치는 최소 밀도는 약 10^3 cfu/g 이상에서 발생이 시작되는 것으로 추정되었다(Fig. 7). 또한 토양소독 처리를 한 화성 C 지역의 하우스 토양내 밀도는 극히 낮아 금후 시들음병 방제법으로 병원균 밀도를 줄이는 데 가장 효과가 높을 것으로 추정되었다. 駒田(1975)는 오이 덩굴쪼김병, 토마토 시들음병, 무 위황병에 대한 병원균 밀도와 병 발생의 고도의 상관관계가 있다고 하였으며, 특히 1g 당 10^6 cfu 이상은 거의 100%의 발병률을 보였고, 10^4 ~ 10^5 cfu의 밀도에서 발병률과 병원균 밀도간에 고도의 상관관계가 있다고 하였다. 이 등(2004)은 고구마의 *Fusarium* 시들음병은 토양 수분이 적을수록 병 발생이 높다고 하였고, 양 등(2000)은 과채류에 발생하는 *Fusarium* 병해는

Table 3. Incidence of *Fusarium* wilt of lettuce in population densities of *Fusarium oxysporum* in the fields

Surveyed site	<i>F. oxysporum</i> (Log cfu/g of soil)	Incidence of fusarium wilt (%)
Icheon A	4.12	100.0
Icheon B	5.23	100.0
Icheon C	3.47	1.5
Icheon D	3.34	35.0
Hwasung A	3.32	0.0
Hwasung B	3.62	44.8
Hwasung C	2.78	0.0
Youngin A	4.00	95.0
Namyangju A	3.97	80.5

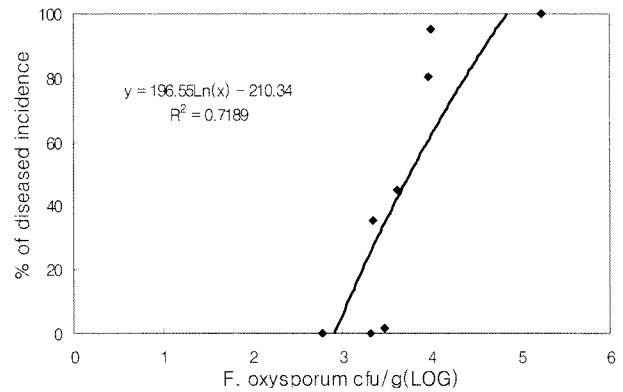


Fig. 7. Regression of disease incidence on pathogen concentration for soil infested with *Fusarium oxysporum*.

하우스 내 토양 염농도(EC)와 인산 함량이 높을수록 발병이 높다고 하였다. 따라서 병 발생과의 관련성을 분석하기 위해서는 토양내 병원균 밀도와 더불어 병 발생에 미치는 환경요인의 정밀한 분석을 통해 시들음병 예측이 가능하리라 생각된다.

품종간 감수성 비교. 시판중인 상추 품종의 시들음병 감수성을 비교한 결과(Table 4) 온도가 높은 7월에는 ‘뚝섬적측면’을 비롯한 4품종은 중도저항성을 나타내었으나 다른 품종은 2이상의 발병도를 보여 중도감수성 또는 감수성을 보였다. 한편 기온이 낮은 11월에 ‘선풍’ 등 4품종만 감수성으로 나타났고, 나머지 품종은 발병도가 0으

Table 4. Reaction of lettuce cultivars to *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactuca*

Cultivar	Disease severity ^a			Resistant degree ^b
	July	Nov. 14	av.	
Sunpung	4.0	3.7	3.85	S
Sunpungpochap	3.7	3.3	3.50	S
Jinhongjeokchukmyeon	3.3	4.0	3.65	S
Mipungpochap	3.0	4.0	3.50	S
Cheongchima	2.3	0.0	1.15	MS
Yeonsanhongjeokchukmyeon	2.3	0.0	1.15	MS
Baekilcheongchima	2.0	0.0	1.00	MS
Ohyangjeokchima	2.0	0.0	1.00	MS
Hanbatcheongchima	2.0	0.0	1.00	MS
Cheonghacheongchima	2.0	0.0	1.00	MS
Ttukseomjeokchukmyeon	1.7	0.0	0.85	MR
Mihongjeokchukmyeon	1.3	0.0	0.65	MR
Hwahongjeokchukmyeon	1.3	0.0	0.65	MR
Jinjachukmyeon	1.3	0.0	0.65	MR

^aDisease index was rated 5 steps using scale: 0 = no symptom, 1 = yellowing of lower leaves, 2 = yellowing of lower and higher leaves, 3 = yellowing and wilting of plants, and 4 = plant dead.

^bResistance degree : MR=1.0~1.9, MS=2.0~2.9, S:3.0~4.0.

로 고온기와 다소 다른 반응을 나타내었다. 이와 같은 결과는 온도에 따라 병원균의 기주 감염의 차이로 인해 발생하는 것으로 추정되며, 병 발생량을 줄이기 위해서는 재배 작형에 따라 적합한 품종을 선택하는 것이 유리할 것으로 생각된다(Matheron 등, 2005). 종합적인 결과를 보면 시들음병에 대한 감수성은 '선풍2호' 등 4품종이 발병도가 3이상으로 가장 병에 약한 품종으로 나타났다. '칭치마' 등 6품종은 중도 감수성으로 판단되며 여름 고온기를 제외한 작기에서는 병 발생이 감소할 것으로 생각된다. 또한 '떡섬적측면' 등 4품종은 중도 저항성 품종으로 시들음병 발생이 상습적인 농가에서 이용 가능한 품종으로 생각되나, 병 발생이 증가하는 고온기에는 추대로 인하여 실용성은 높지 않을 것으로 판단된다. 따라서 상추 품종의 결정은 품질, 추대여부, 소비자 기호 등 다른 요인들도 동시에 고려되어야 할 것이다. 본 조사결과 경기도내 대부분의 상추 주산단지에서는 시들음병에 가장 감수성인 '선풍' 계통의 품종이 가장 많이 재배되고 있어, 품질과 병 저항성을 고려한 저항성 품종의 육종이 하루 빨리 이루어져야 할 것으로 판단된다.

요 약

경기도내 주요 상추 시설재배지에서의 *Fusarium* 시들음병 발생을 2006년과 2007년에 걸쳐 조사한 결과 3월부터 11월까지 발생하였으며, 특히 여름철에 발병주율이 크게 증가하였다. 발병된 상추는 잎이 황화되고 포기 전체가 위축되는 증상을 보였고, 줄기 부위에 뚜렷한 도관부 갈변 증상이 관찰되었다. 시들음증상을 나타내는 상추 줄기에서 *Fusarium*균을 분리하였고, 균학적 특징을 분석했을 때 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*로 동정되었다. 분리된 *F. oxysporum*을 토양에 접종한 결과 뿌리를 통해 쉽게 균사가 침입하였고, 점차 도관부를 통해 전체 줄기로 진전되었으며, 뿌리 주변에서 후막포자를 형성하였다. 병 발생이 높은 하우스의 토양 내 *Fusarium*균의 밀도는 건전 또는 병 발생이 낮은 토양보다 밀도가 높고, 병 발생을 일으키는 최소 병원균 밀도는 10^3 cfu/g 이상으로 추정하였다. 병원균에 대하여 '선풍'과 '미풍포찹' 품종이 가장 감수성이었고, '미홍적측면'과 '진자측면'이 중도저항성 이었으며, 발병은 25°C 이상의 온도에서 더 빨리 진전되었다.

참고문헌

Armstrong, G. M. and Armstrong, J. K. 1981. *Formae speciales*

- and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt disease, pp. 391-399. Disease, Biology and Taxonomy. P.E. Nelson, T.A. Toussoun, R. J. Cook, eds. The Pennsylvania State University Press, University Park.
- Burgess, L. W., Summerell, B. A., Bullock, S., Gott, K. P. and Backhouse, D. 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. 3rd ed. Univ. of Sydney. 133 p.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 김중희. 2000. 채소 병해충 진단과 방제. 농업과학기술원. pp. 143-144.
- Fisher, N. L., Burgess, L. W., Toussoun, T. A. and Nelson, P. E. 1982. Carnation leaves as a substrate and for preserving cultures of *Fusarium* species. *Phytopathology* 72: 151-153.
- Garibaldi, A., Gilardi, G. and Gullino, M. L. 2002. First report of *Fusarium oxysporum* on lettuce in Europe. *Plant Dis.* 86: 1052.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록. pp. 203-206.
- Huang, J. H. and Lo, C. T. 1998. Wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 7: 150-153.
- Hubbard, J. C. and Gerik, J. S. 1993. A new wilt disease incited by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucum* forma specialis nov. *Plant Dis.* 77: 750-754.
- 本橋精一, 阿部善三郎, 小川照雄. 1960. 日植病報 25:47.
- 駒田 旦. 1980. 作物のフザリウム病. 全國農村教育協會, 東京. pp. 406-407.
- 駒田 旦. 1975. *Fusarium oxysporum*의 選擇分離培地と その 利用. 植物防疫. 29: 125-130.
- Lee, Y. H., Cha, K. H., Lee, D. G., Shim, H. K., Ko, S. J., Park, I. J. and Yang, K. Y. 2004. Cultural and rainfall factors involved in disease development of *Fusarium* wilt of sweet potato. *Plant Pathol. J.* 20: 92-96.
- 이윤수, 박창석. 2001. *Fusarium*속. *Fusarium* species of Korea. 한국식물병원체 5. 농업과학기술원 pp. 47-51.
- Matheron, M. E., McCreight, J. D., Tickes, B. R. and Porchas, M. 2005. Effect of planting date, cultivar, and stage of plant development on incidence of *Fusarium* wilt of lettuce in desert production fields. *Plant Dis.* 89: 565-570.
- 문운기, 김완규, 조원대, 성재모. 2001. 십자화가 채소작물에서의 후사리움 시들음병 발생과 그 원인균의 병원성 분화. 식물병연구 7: 93-101.
- Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Maracas, W. F. O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Penn. State Univ. Press. 193 pp.
- 농림부. 2007. 2006 채소류 생산실적. 20 pp.
- 양성석, 김중희, 남기웅, 송요성. 2000. 시설과채류 *Fusarium*의 발생생태에 관한 연구. 1. 토마토와 박과작물 *Fusarium*병 발생상황과 발생포장의 토양환경 실태. 식물병연구 6: 59-64.
- Zink, F. W. and Gubler, W. D. 1985. Inheritance of resistance in muskmelon to *Fusarium* wilt. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110: 600-604.