

과제구분	경상기본 Code : LS0603	수행시기	전반기	연구기간	2002
연구과제명	소형분화 생력 고품질 재배기술개발연구			과제책임자	임재욱
세부과제명	시클라멘 시들음병 발생생태 및 저항성 품종 선발				
색인용어	시클라멘, 시들음병, <i>Fusarium oxysporum</i> , 저항성 품종				
연구원별 임무					
구분	소속	성명	전화번호	담당임무	
세부과제책임자	경기도원 환경농업연구과	김진영	031)229-5832	시험 및 조사, 분석 총괄	
공동연구자	"	홍순성	031)229-5831	병 저항성 조사	
	"	박경열	031)229-5820	시험사업 연구 지도	

### ABSTRACT

A wilt disease of commercial cyclamen (*Cyclamen persicum*) which grown in greenhouse was found in Gyeonggi province of Korea during the period from August, 2001 to July, 2002. The disease incidence was up to 42.7% in Kimpo, Gyeonggi province. The disease was more severe in ebb and flow irrigation system than conventional overhead flooding's. The wilted cyclamen plants showed the chlorosis of leaves and followed by the death. The vascular tissues of the infected basal stem and bulb were discolored with black streaks. Fungal isolates from discolored vascular tissue were identified as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* on the basis of mycological characteristics. Effect of infected soil shows 100% infection rate when the cyclamen plants were grown in potting with *F. oxysporum* f. sp. *cyclaminis* infested soil. Examine resistant cultivar showed 'Matis red', 'Schubert', 'Victoria' and 'Chopin' was the resistant cultivar but most of cultivars were susceptible to Fusarium wilt. The control effect of chemicals for cyclamen wilt was not much efficient to curative effects. Benomyl WP and Fluodioxonil SC on the fusarium wilt had only preventive effects by soil drenching in the pot before inoculation of *fusarium*. This is the first report demonstrating the *Fusarium* wilt on cyclamen caused by *F. oxysporum* in Korea.

**Key words** : *Cyclamen persicum*, Control, Fungicides, *Fusarium oxysporum*, Resistant cultivar

## 1. 연구목표

시클라멘 병해에 대한 보고는 김 등(1997)에 의한 탄저병, 권 등(2000)에 의한 세균성무름병, 김 등(2000)에 의한 잿빛곰팡이병, 최 등(1963)에 의한 미국창선충만 보고되어 있을 뿐 *Fusarium*에 의한 시들음병의 국내 보고는 아직 없는 실정이다(한국식물병리학회, 1998).

최근 시설재배면적의 증가로 인하여 토양 전염성 병해가 증가하고 있으며 특히 *Fusarium*에 의한 시들음병은 채소뿐만 화훼작물에서도 상당히 문제가 되고 있다. 이 병원균은 토양속에서 존재하며 식물 뿌리와 도관부에 침입하여 생육을 지연시키거나 변색, 도관부 갈변등을 야기하여 식물체를 고사시킴으로 한 번 발생하면 약제방제가 매우 어려운 병해로 알려져 있으므로 저항성 품종의 육성이나 생물학적 방제 방법 등 다양하게 시도되고 있으나, 아직 그 성과는 뚜렷하지 않은 실정이다(Armstrong 등, 1981; Someya 등, 2000). 시클라멘 시들음병은 미국을 비롯하여 이탈리아, 스페인, 프랑스 등 유럽전역에서 발생되어 문제시되고 있으며 병원균이 종피나 오염된 상토를 통해 전염되며 양액을 통한 병원균의 전염 가능성에 대해서도 검토되었다(Tompkins 등, 1972; Rattink, 1983).

따라서 본 연구는 시들음증상과 황화증상을 보이는 시클라멘에서 시들음병 병원균을 분리하고 동정하여 시클라멘에서 시들음병을 국내 최초 보고하고, 시들음병

에 대한 발생 생태와 방제약제, 저항성 품종을 선발하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### <시험 1> 시클라멘 시들음병 발생생태 조사

2001년부터 2002년까지 시클라멘의 경기도내 주요 재배지역인 김포, 화성, 파주등을 중심으로 온실내 재배되는 시클라멘을 농가당 200주씩 발병주율을 조사하였으며 발병도는 병 발생정도에 따라 5등급으로 구분하여 조사하였다(0 : 무발생, 3 : 발병주율 5% 미만, 7 : 5%~30%미만, 9 : 30%이상)

병원균 분리는 시들음 증상을 나타내며 잎이 황화되고 구근 갈변 증상을 보이는 시클라멘 구근부위를 흐르는 물로 씻은 후 구근 표면을 가볍게 화염 소독한 후 변색된 구근 조직을 10mm정도 크기로 잘라 NaOCl 용액에 표면 살균하고 살균수로 세척 후 살균된 여과지에서 물기를 말린 후 물한천배지(WA) 위에 치상하였다. 그리고 25°C 항온기에서 3일간 배양한 후 자란 균사의 선단부분을 떼어 감자한천배지(PDA)에 옮겨 배양하였다. 병원성 검정은 PDA에서 10일간 배양한 병원균의 상층부를 긁어 모아 멸균수에 현탁하여 Hemacytometer를 사용하여 집중 농도를  $2 \times 10^6$  정도로 농도를 조정한 후 군사 현탁액에 10분간 침지 후 10cm 포트에 멸균된 피트모스 상토와 함께 건전한 시클라멘 유묘를 정식한 후

병원성을 검정하였다.

*Fusarium*에 의한 오염된 상토를 통해 시들음병 발생의 전염여부와 정도를 조사하기 위해 김포시 고촌면 시설하우스에서 시들음병 발생이 심한 농가의 상토를 수거하여 건전하게 육묘중인 시클라멘 어린묘를 이병토양에 이식하여 온실에서 육묘하며 병 발생여부를 조사하였다.

분리된 병원균의 형태적 특성을 조사하기 위해 단포자 분리된 균주를 Fisher 등 (1982)이 개발한 카네이션잎한천배지 (carnation leaf agar)에 이식하여 25℃ 항온기에서 균학적 특성을 관찰하였다. 또한 배양적 특성을 조사하기 위해 공시균주들을 PDA 배지에 치상후 18℃에서 30℃까지 항온기에서 배양하면서 균사의 생육 상황을 조사하였다.

### <시험 2> 시클라멘 시들음병 저항성 품종 선발

국내 시판중이거나 경기도농업기술원에서 수집한 시클라멘 품종들에 대해 분리된 병원균을 접종하여 저항성 여부를 조사하

였다. 병원균 접종 방법은 천연보리를 물에 불린 다음 고압멸균기로 살균 후 PDA 배지에 생육중인 병원균을 직경 5mm 내이리 자라 저조호 케이 비외규과 배지가 잘 섞일수 있도록 하여 28℃에서 10일간 배양하였다. 배양 후 보리천연배지를 멸균수와 1:1(v/v)으로 혼합하여 잘 섞은 후 시클라멘 포트에 20ml씩 접종하였다. 접종 후 발병도 산정 기준은 시클라멘 잎과 구근에 나타나는 병징에 따라 다음 5단계로 구분 하였다. 1 : 무병징, 3 : 하엽 황화, 5 : 상하엽 황화 및 구근 부분 갈변, 7 : 황화, 구근갈변, 시들증상, 9 : 완전 고사의 5 단계로 구분하였으며, 품종별 저항성 판별 기준은 강(R) : 1~1.9, 중(MR) : 2.0~3.9, 약(S) : 4.0~9.0의 3단계로 판정하였다.

### <시험 3> 시클라멘 시들음병 방제약제 선발

시클라멘 시들음병에 표1에서 나타난 바와 같이 적용 가능성이 높은 5약제인 베노밀수화제, 옥시동수화제, 다찌가렌 액제, 아족시트로빈 액상수화제, 후루디옥소닐

표 1. 시클라멘 시들음병 시험약제 및 처리방법

처 리 약 제	희석배수	사용량	처리방법
베노밀수화제	1,500배	20ml/포트	※ 병원균 접종 후
옥시동수화제	500배	"	병징 발생 초기
다찌가렌 액제	500배	"	관주 처리
아족시트로빈 액상수화제	1000배	"	
후루디옥소닐 액상수화제	2000배	"	
무 처 리	-	-	

액상수화제를 선정하여 방제 효과를 평가하였다. 평가 방법은 병원균 접종후 10일 후부터 방제 약제를 7일간격으로 3회 화분당 20ml씩 관주하였다. 발병도 조사는 최종 약제처리 3일후부터 품종 저항성 조사 기준(5단계)과 동일한 방법을 적용하여 발병도의 변화를 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### <시험 1> 시클라멘 시들음병 발생생태 조사

시클라멘 시들음병 발생은 재배시기, 재배방법에 따라 다소 차이가 있었으나 도내 전역에서 발생이 확인되었다. 파주시 적성면은 발병주율이 2.5%~ 31.7% 였으며 김

포시 고촌면의 경우 42.7%까지 높은 발병주율을 보였다. 발생이 심한 농가에서는 잎이 황화되고(그림 1, A) 전형적인 시들음 증상(그림 1, B)을 일으키며 병이 진전되면 포기 전체가 완전 고사하고 줄기가 시드는 등 상품성이 낮아 판매가 불가능하였다. 이들 발병주의 구근을 절단하면 구근 도관부가 심하게 갈변되어 있었으며 병이 진전되면 구근 전체가 검은색으로 부패되었다(그림 1 C, D). 시클라멘 재배방식은 대부분 양액재배와 저면 관수 방법을 이용하였으며 일반 지상 관수방법보다 저면식 관수 농가가 발생이 더 많았으며 더 심한 병징을 나타내었다. 이와 같은 결과를 보면 양액에 의한 병원균 포자의 전파에 의해 병 발생이 급속히 퍼지기는 어렵다는 연

표 2. 시클라멘 시들음병 발생현황 및 주요병징

년도	조사시기 (월/일)	조사지역	발생등급	발병주율(%)	주요병징	재배형태
2001	5/23	이천 신둔	3	2.7	잎황화,구근갈변	양액재배
	10/ 5	파주 적성	3	5.3	잎황화, 고사	"
	10/ 5	김포 고촌	1	0.9	잎황화,구근갈변	"
	10/12	화성 우정	7	25.8	잎황화,고사	"
2002	2/ 4	파주 적성	3	2.5	잎황화,구근갈변	양액재배
	2/20	김포 고촌	7	42.7	잎황화, 고사	"
	5/21	화성 태안	1	1.7	잎황화,구근갈변	"
	5/23	이천 신둔	5	5.9	"	"
	5/24	파주 적성	7	31.7	잎황화, 고사	"
	7/ 3	김포 고촌	1	0.9	잎황화,구근갈변	"
	7/26	성남 판교	1	1.2	"	지상관수

↓ 발생등급 1 : 무발생, 3: 발병주율 5% 미만, 7 : 5%~30%미만, 9 : 30%이상



그림 1. 시클라멘 시들음병의 주요병징  
(A : 잎황화, B : 급속한 시들증상, C, D : 구근내부 갈변)

구결과를 볼때(Rattink, 1990) 단지 상토내 높은 수분함량이 병 진전을 악화시키고 병 전파와 관계가 있는것으로 생각된다 .

병원균의 분리 및 병원성 검정 결과 시들음병이 발병한 온실에 생육중인 시클라멘 구근에서 *Fusarium*과 일부 세균이 분리되었으나 분리된 세균은 병원성이 없는 것으로 확인되어 *Fusarium* 균주만이 병원성을 가지고 있었다. 분리된 균주를 PDA 배지에서 14일간 배양 후 포자 농도를  $2 \times 10^6$  정도로 조정 한 후 포자현탁액을 접종 하였다. 접종방법은 건전한 시클라멘 유묘

의 뿌리를 세척한 후 포자 현탁액에 1시간 침지 후 멸균된 상토가 있는 포트에 정식 하였다. 병원균 접종 후 약 14일에서 20일이 경과하여 잎이 황화되기 시작하였으며 전형적인 시들증상을 나타내었다. 또한 발병주는 거의 60일이내 모든 포기가 고사하는 병징이 나타났다.

시들음병 병원균 오염 상토에서의 병 발생 정도는 그림2에서와 같이 정식후 10일 후부터 병 발생이 시작되어 30일 정도가 지나면 거의 80% 이상의 발병주율을 나타내었으며 40일 정도가 지나면 100%에 가

까운 발병주율을 나타내 오염토양에 의한 전염이나 잔존하는 병원균에 의해 이식 후 병 발생이 급속히 진전됨을 알 수 있었다. 병 발생후 1달이 지나면 거의 고사할 정도로 발병도도 시간이 지날수록 계속 증가하였다. 따라서 오염 상토를 피하고 화분에 남아 잔존하는 병원균을 제거하는 것이 이 병을 예방할 수 있는 가장 좋은 방법이라 하겠다(Tompkins, 1972).

분리된 병원균은 PDA 배지에서 자주색 또는 분홍색의 색소를 형성하며 생육하였으며 26℃에서 가장 좋은 생육을 나타내었다(그림 4). 분리된 균주는 CLA 배지에서의 균학적 특성이 표 3에서 나타난바와 같이 Burgess와 Nelson 등의 분류 기준과 거의 일치하여 *F. oxysporum* f. sp. *cyclaminis* 로 분류동정하였다. PDA 배지에서는 난형의 소형분생포자를 형성하였으며 자주색

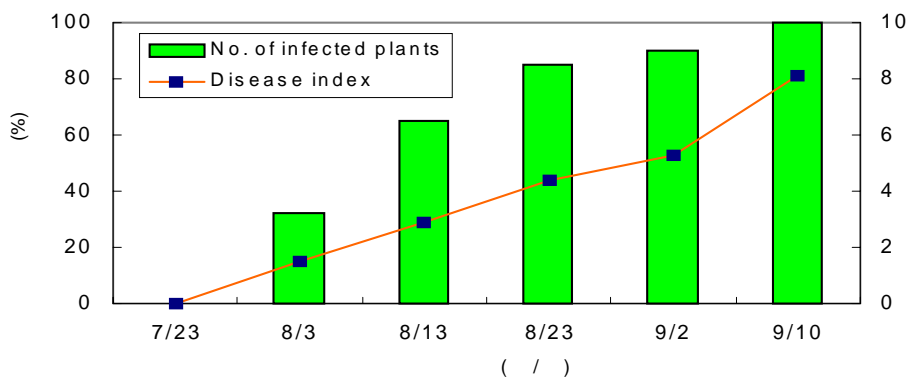


그림 2. 시들음병 병원균 오염 상토에 의한 시기별 병 발생 정도  
 ↓ 발병도 0 : 건전, 3 : 하엽황화, 5 : 상하엽 황화, 7 : 황화 및 시들 9 : 고사

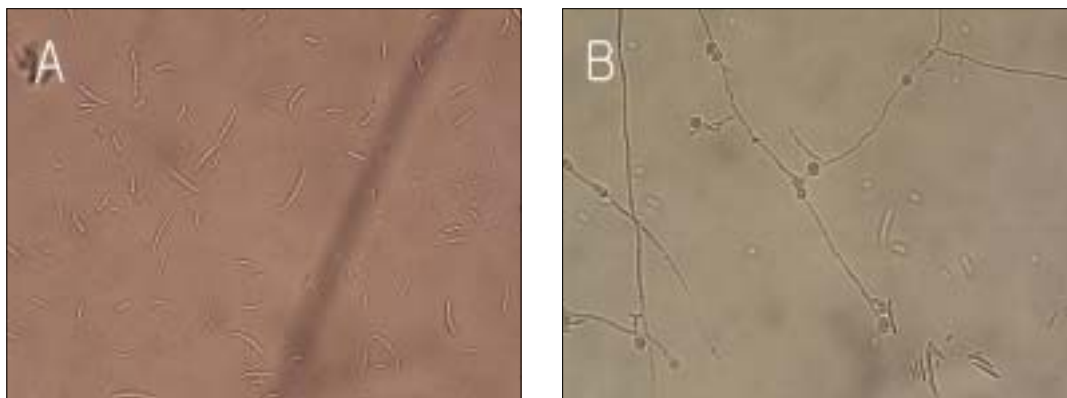


그림 3. CLA 배지에서의 *F. oxysporum* 포자 모양  
 (A) 대형분생포자 (B) 후막포자

또는 분홍색의 균층을 형성하였다. 대부분의 대형 분생포자는 CLA 배지에서 대부분 3개의 격막을 형성하였고(그림 3, A), 크기는

26.4~40.8 $\mu\text{m}$ ×3.6~4.8 $\mu\text{m}$  크기였다. 또한 PDA 배지에서 미소균핵을 형성하였으며 분생자경(conidiophores)은 단경자(monophialides)

표 3. 시클라멘 시들음병 병원균 특성 및 분류동정

주요 특성 <sup>1)</sup>	분리균주	<i>Fusarium oxysporum</i> <sup>2)</sup>
콜로니 색깔	dark purple	dark purple
소형분생포자		
크기	14.3×3.0 $\mu\text{m}$	5~18×2.0~3.8 $\mu\text{m}$
격막수	1 septate	1 septate
모양	Oval to kidney shaped	Oval to kidney shaped
대형분생포자		
크기	26.4~40.8×3.6~4.8 $\mu\text{m}$	25~50×3~4.5 $\mu\text{m}$
격막수	3(~5) septate	Usually 3 septate
모양	Sickle shaped	Sickle shaped
균핵여부	present	present
Conidiophores	monophialides	monophialides
후막포자유류	present	present

1) 콜로니 색깔은 감자한천배지

소형 및 대형 분생포자 관찰은 카네이션 잎한천배지(CLA)에서 관찰

2) Data from Burgess *et al.* and Nelson *et al.*

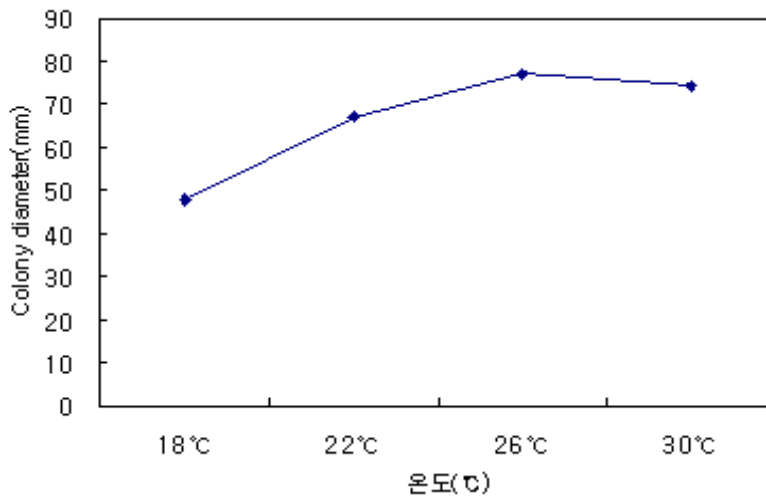


그림 4. 시클라멘 시들음병균(*F. oxysporum*)의 생육 적온

와 후막포자를 형성하여(그림 3, B) 전형적인 *Fusarium oxysporum*의 균학적 특성을 가지고 있었다(Nelson 등, 1983; Burgess 등 1994).

### <시험 2> 시클라멘 시들음병 저항성 품종 선발

국내 시판되는 주요 품종에 대한 시클라멘 시들음병 발병도 및 저항성 정도는 표 4에서 나타난 바와 같이 최근 일본이나 프랑스에서 유조하 네브브이 푸조드이 시들음병에 감수성임을 알수 있었다. 다만 최근에 육종된 F1 계통 품종들이 다소 저항성을 나타내어 슈베르트, 쇼팽, 빅토리아, 메티스레드 등 4품종이 "강", 라벨, 로얄라일락, 로얄퍼펄 등 10품종이 저항성 "중"으로 나타났다. 그러나 *F. oxysporum*의 특성상 병원형의 분류에 따라 다소 병원성

차이가 있을 것으로 생각되며 병원형 분류와 저항성 정도에 대한 심도있는 연구가 더 이루어져야 할 것이며 기타 환경적인 요인이나 토양 조건에 따라 변화가 많을 것이라고 생각된다(문윤기 등, 2001).

### <시험 3> 시클라멘 시들음병 방제약제 선발

처리약제별 시클라멘 시들음병 방제효과는 그림 5에서 나타난바와 같이 최종 약제 처리 3일차까지는 무처리에 비해 발병도가 크게 증가하지 않았으나 처리 기간이 지날수록 발병도가 계속 증가하여 약제 방제효과가 낮아졌다. 처리 10일차부터는 발병도가 3.4~6.2로 나타나 방제효과가 50%정도로 낮아졌으며 약제중에서는 후루디옥소닐 액상수화제가 발병도 증가가 완만하여 가장 양호하였다.

표 4. 시클라멘 시들음병 주요 품종별 저항성 정도

번호	품종 및 계통	품종명	발병도 <sup>1)</sup> (1-9)	저항성정도 <sup>2)</sup>	비 고
1	NP3	슈베르트	1.8	R	일본 이즈미농장
2	NP5	메토벤	5.8	S	
3	NP6	쇼 팡	1.8	R	
4	NP9	브로린	5.0	S	
5	NP10	라 벨	2.2	MR	
6	NP22	오렌지레할	5.0	S	
7	NP56	-	3.8	MR	
8	NP66	뉴파스텔	2.2	MR	
9	NO27	빅토리아	1.4	R	
10	NO30	바바크	2.6	MR	
11	NO45	카틀레야	2.2	MR	
12	피아스	-	5.0	S	



번호	품종 및 계통	품종명	발병도 <sup>↓</sup> (1-9)	저항성정도 <sup>♪</sup>	비 고
13	할리우스	레 드	4.2	S	프랑스 Morel사
14		화이트	5.0	S	
15		혼 합	3.4	MR	
16	매티스	퍼 펄	5.6	S	
17		레 드	1.0	R	
18	라티니아	미라클화이트	6.7	S	
19		화이트	5.0	S	
20		Deep salmon	8.7	S	
21		Brighty rose	9.0	S	
22		Rose flame	8.7	S	
23		Scarlet red	3.6	MR	
24	로 알	라일락	3.8	MR	
25		딤로즈	3.3	MR	
26		후쿠샤	4.9	MR	
27		퍼 펄	7.5	S	
28	마 블	핑크세이드	8.5	S	
29		소프트핑크	6.0	S	
30		레 드	5.9	S	
31		화이트	8.5	S	
32		퍼 펄	4.2	S	
33		바이올렛	4.5	S	
34		후쿠샤	9.0	S	

※ 발병도 조사기준 ↓ 0:건전, 3:하엽황변, 5:하엽, 상엽황변, 7:황변과 시듦, 9:고사

♪ 저항성 정도 R(강) : 0~1.9, MR(중) : 2.0~3.9 S(약) : 4.0~9.0

다찌가렌 액제의 경우 방제 효과는 일부 인정되나 잎이 마르고 황화되는 등 소량의 약해가 발생하여 실용화가 불가능한 것으로 생각되었다.

시들음병 병원균을 접종 하기전에 약제를 처리하여 시들음병 예방 효과를 검토한 결과는 그림 6에서 나타난 바와 같이 후루디

옥소닐 액상 수화제가 베노밀수화제 보다는 처리 기간이 지날수록 병 진전이 완만하여 방제 효과가 양호하였으며 발병도도 낮았다. 따라서 예방 효과로 일본에서 많이 이용되는 베노밀수화제(Uchida, 1975) 보다는 후루디옥소닐 액상수화제의 사용이 병 예방 효과에 더 효과적일 것으로 판단된다.

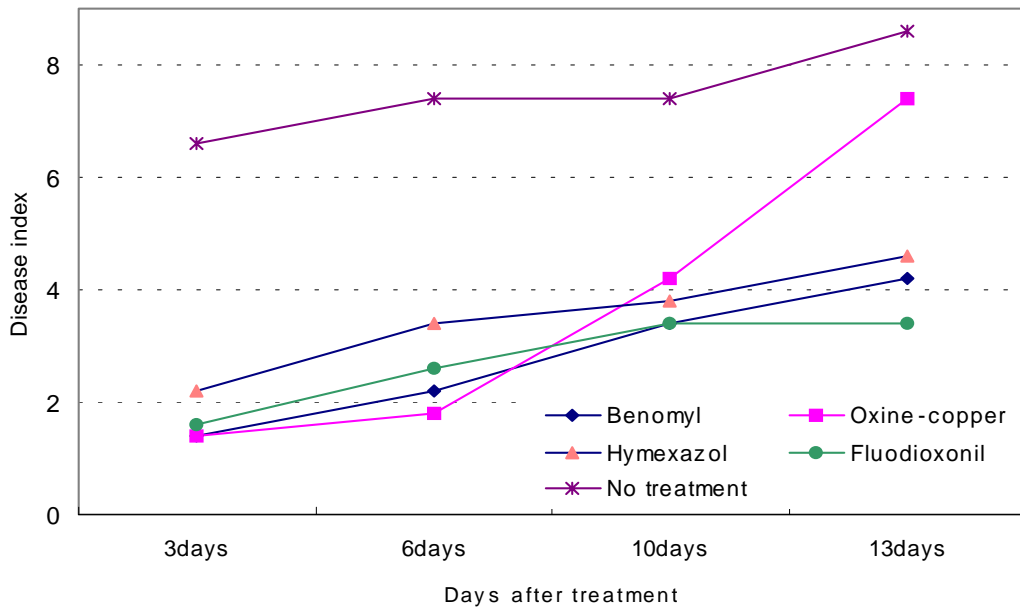


그림 5. 병원균 접종후 약제처리에 의한 시클라멘 시들음병방제 효과.  
 (약제처리 : 7일간격 3회(20ml/pot) 관주처리, 약효조사 : 최종 약제처리 3, 6, 10, 13일 후)

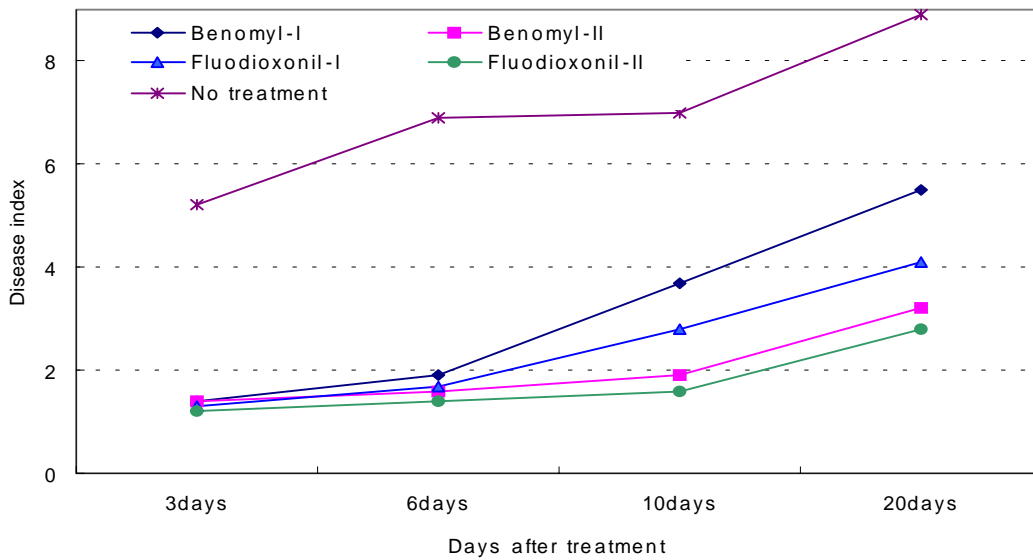


그림 6. 병원균 접종 전 약제처리에 의한 시클라멘 시들음병 예방 효과.  
 (Benomyl I, Fluodioxonil I 처리는 시들음병 병원균 접종 후 약제처리,  
 Benomyl II, Fluodioxonil II 처리는 병원균 접종 전 약제처리)

#### 4. 적 요

- 가. 시클라멘 시들음병은 김포, 파주 등 시클라멘 주산단지에서 연중 발병주율이 0.9%에서 42.7%까지 발생하여 가장 문제가 되는 병해로 조사되었다.
- 나. 시클라멘 시들음병의 병원균은 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*으로 동정되었으며 생육적온은 26°C였다.
- 다. 초기 병징은 잎과 꽃 줄기가 부분적으로 시들고 황변하는 증상을 보이다가 후기에는 도관부가 심하게 갈변하고 시들음 증상과 더불어 완전고사 하였다.
- 라. 오염된 상토에 건전한 시클라멘 묘를 이식한 결과 100% 발병하였고 동일한 병징이 나타났다.
- 마. 시클라멘 시들음병 저항성 품종 검정 결과 '메티스 레드' 등 4품종을 선발하였다.
- 바. 약제 처리별 시클라멘 시들음병 방제 효과는 낮았으나 병 발생전 처리시 예방효과는 베노밀수화제와 후루디옥소닐 액상수화제가 양호하였다.

#### 5. 참고문헌

권기제, 이영근. 2000. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*에 의한 시클라멘의 세균성무름병. 식물병연구 6(2) : 51-53.

김병섭, 김학기. 2000. *Botrytis cinerea*에

의한 시클라멘(*Cyclamen persicum*) 잿빛곰팡이병. 식물병 연구. 6(1) : 33-35.

김주희, 최정식, 최인영, 정성희, 이왕휴. 1997. *Collectotrichum gloeosporioides* Penz.에 의한 시클라멘 탄저병. 한국식물병리학회지. 13(4): 195-199.

문윤기, 김완규, 조원대, 성재모. 2001. 십자화가 채소작물에서의 후사리움 시들음병 발생과 그 원인균의 병원성 분화. 식물병연구. 7(2) : 93-101.

한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 435pp.

Burgess, L.W., Summerell, B.A. Bullock, S., Gott, K.P., and Backhouse 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. 3rd ed

Elmer. W. H. 2002. Influence of inoculum density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* and sodium chloride on cyclamen and the development of Fusarium wilt. Plant Dis. 86 : 389-393.

Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marasas, W. F. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press. University Park and London. 193pp.

Rattink, H. 1983. Spread and control of fusarium wilt in Carnation on artificial substrates. Acta Horticulture 141 : 103-109.

Rattink. H. 1990. Epidemiology of

Fusarium wilt in cyclamen in an ebb and flow system. Neth. J. Pl. Path. 96 : 171-177.

Tello, F. J., Vares, L., Vares F., Mjres, A. 1986. Fusarium wilt of cyclamen in Spain. Acta Horticulturae 177:469-471.

Tompkins, C. M., Synder, W. C. 1972. Cyclamen wilt in California and its control. Plant Dis. Rep. 56(6) : 493-497.

Uchida, T. Asari, S. Hosaka, Y. 1974. Benomyl treatment and retention in cyclamen and persistence in the soil,

in relation to the effect on the fusarium wilt. Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society No 21:72-73

## 6. 연구결과 활용제목

- 시클라멘 시들음병 진단방법 및 저항성 품종선발(2002, 영농활용)