

사업구분 : 기본연구	Code 구분 : LS0201	전 · 특작(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
농작물 병해충 친환경 방제법 연구	'04~'06	경기도원 환경농업연구과 이진구(229-5833)
오이 흰가루병 약제저항성 연구	'04~'06	경기도원 환경농업연구과 김진영(229-5832) (참여연구원) 홍순성, 이진구, 임재욱
색인용어	오이, 흰가루병, 약제저항성, 스트로빌루린, DMI	

ABSTRACT

Fungicide resistance of cucumber powdery mildew(P.M.) was screened among the pathogens isolated from diseased plants in main cucumber production areas in Gyeonggi Province. Each fungicide from different activity group for the control of P.M. were sprayed on cucumber leaves according to application concentration. Each conidia mixed with sterilized water isolated of pathogens were transferred on the cucumber leaf disks treated with each fungicide. At 7 to 9 days after inoculation of pathogen, disease severity was recorded under the microscope. Most of pathogen isolates showed moderate resistance to difenoconazole belonged to DMI group fungicide while some isolates from Osan were resistant even 300ppm. Isolates from Pyeongtaek, Osan and Yongin area also showed moderate resistance to fenarimol while one isolate showed resistant to fenarimol even 300ppm. Most of isolates from Pyeongtaek, Osan and Yongin showed highly resistant to azoxystrobin belonged to strobilurin group fungicide. Standard sensitive isolates the minimum inhibition concentration(MIC) value for azoxystrobin showed 200ppm while resistance isolates showed above 2000ppm. Resistant isoates also showed cross resistance among strobilurin group fungicides and low control efficacy in the field test. These results suggest that treatment of strobilurin fungicides should be reduced for the control of P.M.

Key words : Cucumber, Powdery mildew, Resistance, Strobilurin, DMI

1. 연구목표

농약의 살균제 저항성은 과거 보르도액이나 석회유황합제 등 무기농약을 사용하던 때에는 크게 문제되지 않았으나, 항생물질, 유기인계, 벤지미다졸계 등 유기 농약이 등장하면서 약제내성균 문제가 대두되었다. 즉 사용 초기에는 우수한 약효를 보이던 약제가 연속사용하면서 병원균이 약제 내성을 획득하여 약효가 급격히 떨어지고, 결국에는 사용이 불가능하게 되는 현상이 보고되고 있다. 전세계적으로 약제 저항성에 관한 보고는 병원균 100여종, 해충은 450여종이 외국에서 보고된 바 있고, 국내에서는 감자 역병균 등 수차례 연구가 이루어졌으나(김 등, 2000, 최 등, 1992), 순환물 기생균인 오이 흰가루병에 대한 저항성 연구는 배양과 균주 보존이 까다로워 거의 전무한 실정이다.

오이 흰가루병(병원균 : *Spherotheca fuliginea*)은 시설재배에서 연중 발생 하여 약제방제 횟수가 노균병과 더불어 농약 사용량이 가장 많은 병해로 알려져 있다. 특히 봄철의 건조한 시설환경에서 발생량이 계속 증가하여 농약 사용에도 불구하고 그 방제가 어려운 병해이다. 오이 흰가루병 방제용 농약은 트리아졸 계통이 가장 많이 이용되고 있으며, 최근에는 천연물에서 유래한 성분으로 작용 스펙트럼이 광범위하고 다양한 작물에 적용할 수 있는 스트로빌루린계 농약의 등록이 증가하고 있는 추세에 있다(농약사용지침서, 2006).

이와 같이 널리 사용되는 농약에 대해 병원균의 저항성이 발달하게 되면 우선 방제효과가 저하되므로 농약 사용량과 사용횟수를 증가시켜 목적하는 병해충의 방제효과를 유지시켜야 한다. 이는 약제저항성을 더욱 조장시킬 수 있고 생태계의 교란 및 방제대상이 아닌 생물에도 나쁜 영향을 끼치며 경제적 손실과 함께 농산물중의 농약 잔류량을 증대시킬 위험성이 있다.

따라서 본 연구는 경기도 지역에서 채집한 박과류 흰가루병 병원균에 대한 약제 계통별 저항성 정보를 얻고, 그 정보를 바탕으로 합리적인 방제방법을 모색하여 농약 사용량을 절감하고자 2004년부터 2006년까지 3년간 시험한 결과를 보고하는 바이다.

2. 재료 및 방법

가. 오이 흰가루병 저항성 검정 조건 설정

오이 흰가루병 저항성 검정 조건을 설정하고자 현재 오이 흰가루병으로 등록되어 있는 농약을 각 그룹별로 나눈 후 시험에 사용할 농약을 선정하였다(표 1). 벤지미다졸계 농약은 카벤다짐(유효성분 60%), 피리미딘 계통은 휘나리몰(유효성분 12.5%), 트리아졸 계통은 디페노코나졸(유효성분 10%), 스트로빌루린 계통은 아족시스트로빈(유효성분 20%)과 크레속심메칠(유효성분 : 47.0%)을 각각 선정하여 저항성 정도를 조사하였다.

오이 흰가루병 포자의 효과적인 접종방법을 비교하고자 O'Brien(1994)의 방법을 응용한 그림붓으로 채집한 시료의 포자를 붓에 묻혀서 잎 디스크에 접종하는 방법과 멸균수에 포자를 현탁하여 접종하는 방법을 상호 비교하였다. 멸균수 현탁법은 채집한 병원균 포자를

살균수에 현탁한 후 오이 잎 농도를 3×10^4 으로 조절하여 $10 \mu\text{L}$ 씩 오이 잎디스크에 접종하여 2분 후 거름종이를 이용하여 남아있는 수분을 제거하였다. 접종한 플레이트는 20°C 광이 있는 식물 성장상에서 약 7 ~ 10일간 배양하면서 발병도를 조사하였다. 또한 약제 분무 처리 후 병원균의 최적 접종시기를 구명하기 위하여 각 농도별로 약제를 처리한 잎을 1일, 4일, 7일후에 잎을 수거하여 병원균을 접종 후 발병도를 비교하였다.

약제 계통별 최소저지농도(MIC)를 설정하고자 시험 농약을 농도별로 살포한 후 완전히 건조한 잎에 펀치를 이용해서 직경 12 ~ 15mm 정도의 잎 디스크로 만들어 아가 배지위에 치상한 후 병원균을 3반복으로 접종하였다. 발병도 조사기준은 균사와 포자 형성정도에 따라 평가하여 0 : 균사와 포자형성 없음, 1 : 균사만 형성, 2 : 균사와 분생포자 20개 이하, 3 : 균사 형성 및 분생포자 20개 이상으로 조사하였다.

표 1. 오이 흰가루병 약제 저항성에 사용한 농약 종류

그룹	작용 그룹	화학적 분류그룹	일반명	상표명	유효성분 ¹⁾ (%)
A	Benzimidazole	Benzimidazole	carbendazim	해마지	60.0
C	DMI	Pyrimidine	fenarimol	훼나리	12.5
		Triazole	difenoconazole	푸르겐, 보가드 디페노코나졸	10.0
K	Strobilurin	Strobilurin	azoxystrobin	오티바	20.0
			kresoxim-methyl	해비치	47.0

¹⁾ 유효성분(AI) : Active ingredient

나. 오이 재배 주산단지별 약제 내성 조사

오이 흰가루병 병원균 채집은 2004년에서 2006년까지 경기도 주산단지인 평택, 용인, 오산 등 농가 재배포장에서 채집한 후 오이 잎 디스크에 접종하여 보관하였으며 선정한 농약을 각 농도별로 처리한 후 접종하여 그 발병도를 조사하여 약제 저항성 정도를 판단하였다. 발병도 조사기준은 저항성 검정 조건과 동일한 방법을 사용하였으며, 약제 내성 기준은 감수성 균주의 최소저지농도(MIC)를 표준 농도로 하여 그 상대성을 평가하였다.

다. 오이 흰가루병 방제효과 포장 검증

흰가루병 병원균의 내성이 확인된 오이 재배 하우스 포장에서 난괴법 3반복으로 시험 농약을 농약지침서에서 추천하는 살포 농도로 제조한 후 10일 간격으로 2회 살포 후 7일후에 발병도를 조사하여 방제효과를 산정하였다. 발병도 조사기준은 주당 10엽에 대한 병반 면적율을 기준하여 0.1%~20% : D, 20.1%~30% : C, 30.1%~50% : B, 50.1%~100% :

A의 4등급으로 분류하여 다음과 같은 식으로 발병도를 산출하였다(백 등, 1996).

$$\text{발병도}(\%) = (4A + 3B + 2C + D) / (4 \times \text{총조사잎수}) \times 100$$

3. 결과 및 고찰

가. 오이 흰가루병 검정 조건 설정

오이 흰가루병 균주의 효과적인 유지와 접종을 위한 방법은 멸균수에 현탁하는 방법이 7일차 발병도가 2.23, 9일차가 2.50으로 붓으로 접종한 발병도 1.90과 2.13보다 각각 발병도가 높아 멸균수에 현탁하는 방법이 더 유리할 것으로 판단되었다(표 2). 또한 병원균의 포자 부착 능력을 높이고자 일반적으로 널리 사용하는 전착제인 Tween 20은 발병도가 0으로 나타나, 오히려 포자 발아를 저해하여 발병이 되지 않는 것으로 생각되었다.

표 2. 오이 흰가루병 균주의 유지 및 증식을 위한 접종방법별 발병도

처 리 방 법 [♪]	발 병 도		
	5일차	7일차	9일차
붓	0.03	1.90	2.13
멸균수 현탁 [♯]	0.07	2.23	2.50
멸균수 + Tween20(0.03%)	0.0	0.0	0.0

♯ 멸균수 현탁농도는 3×10^4 /ml을 기준으로 10 μ 씩 잎디스크에 접종

♪ 발병도 조사기준(0 : 균사와 포자형성 없음, 1 : 균사만 형성, 2 : 균사와 분생포자 20개 이하, 3 : 균사와 분생포자 20개 이상)

표 3. 약제 분무처리 후 적정 접종일수 및 발병도 변화

약 제 명	처리농도 (ppm)	약제처리 경과일수별 발병도 [♯]		
		1일	4일	7일
훼나리몰(fenarimol)	30	0.0	0.0	1.0
디페노코나졸(difenoconazole)	30	0.0	0.0	1.0
아족시스트로빈(Azoxystrobin)	200	0.0	0.3	2.3

♯ 발병도 조사 : 감수성 균주 접종 후 7일차 조사

각 약제별 분무처리 후 적정 접종일수는 약제 처리 후 1일차에서 발병이 되지 않았으나 4일차에서 아족시스트로빈을 처리한 앞에서 0.3, 7일차에서는 3약제 모두 발병하여 약효가 낮아지는 것으로 나타났다(표 3). 따라서 약제 처리 후 그 다음날에 처리한 오이 잎을 수거하여 병원균을 접종하는 것이 발병도 조사에 유리할 것으로 판단되었다.

표 4. 약제 계통별 최소저지농도(MIC) 설정

약 제 명	약제농도(ppm)별 발병도 [↓]							
	0	15	30	50	100	200	500	1,000
훤나리몰	2.7	0.3	0.03	0.0	-	-	-	-
디페노코나졸	2.3	0.3	0.0	0.0	-	-	-	-
아족시스트로빈	2.5	-	-	2.8	2.3	0.2	-	-
카벤다짐	2.9			2.9	-	-	0.1	0.1

↓ 발병도 조사 : 감수성 균주 접종 후 7일차 조사

약제 계통별 최소저지농도(MIC)를 설정한 결과 DMI 계통인 훤나리몰, 디페노코나졸의 두가지 약제는 모두 15ppm에서 발병도가 0.3으로 나타나 15ppm을 최소저지농도로 설정하였다(표 4). 스트로빌루린 계통인 아족시스트로빈은 200ppm에서 발병도가 0.2로써, 200ppm을 최소저지농도로 설정하였다. 이와 같은 농도는 Ishii(2001)가 설정한 최소저지농도 10ppm보다 20배 이상 높은 수치로 나타났으며 그 차이는 사용한 약제의 종류와 감수성 균주의 차이에서 기인하는 것으로 추정된다. 벤지미다졸 계통 약제인 카벤다짐은 500ppm에서 0.1의 발병도를 보여 500ppm으로 설정하였으며 다른 계통에 비해 다소 높은 농도를 보였다.

나. 오이 재배 주산단지별 약제 내성 정도 조사

디페노코나졸에 대한 약제 내성 감수성 조사 결과 2005년 평택에서 채집한 균주는 30ppm에서도 모두 저항성을 나타내었으며 오산 채집 균주는 1균주에서 30ppm에서 완전 감수성으로 나타났으나 대부분 중도저항성으로 판단되었다(표 5). 2006년 채집한 병원균은 용인에서 채집한 1균주를 제외하고는 대부분 최소저지농도인 15ppm에서도 발병이 되었으며 대체로 평택 지역이 발병도가 높았다(표 6).

표 5. 디페노코나졸에 대한 오이 흰가루병 약제 감수성 정도(2005년)

채집지역	균주번호	약제농도별 발병도 [↓]			
		0ppm	30ppm	300ppm	1000ppm
평 택	P20050901	3.0	3.0	0.0	0.0
	P20050902	3.0	3.0	0.0	0.0
	P20050903	3.0	3.0	0.0	0.0
	P20051004	2.7	2.3	0.0	0.0
	평 균	2.9	2.8	0.0	0.0

채집지역	균주번호	약제농도별 발병도 ^ㄱ			
		0ppm	30ppm	300ppm	1000ppm
오 산	O20050405	3.0	3.0	2.3	0.0
	O20050406	3.0	3.0	2.3	0.0
	O20050407	3.0	3.0	1.0	0.0
	O20050308	3.0	1.0	0.0	0.0
	O20050309	3.0	3.0	0.0	0.0
	O20050310	2.7	0.0	0.0	0.0
	평 균	3.0	2.2	0.9	0.0

ㄱ 발병도 조사기준(0 : 균사와 포자형성 없음, 1 : 균사만 형성, 2 : 균사와 분생포자 20개 이하, 3 : 균사와 분생포자 20개 이상), 접종 7일 후 조사

ㄴ 최소저지농도(MIC) : 15ppm, 추천농도(recommended concentration) 30ppm

표 6. 디페노코나졸에 대한 오이 흰가루병 약제 감수성 정도(2006년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도 ^ㄱ			
		0ppm	15ppm	30ppm	300ppm
용 인	Y2006033001	2.0	2.0	1.3	0.0
	Y2006033004	2.3	2.0	2.0	1.0
	Y2006042411	2.3	0.0	0.0	0.0
	Y2006092018	2.5	2.5	2.3	0.0
	Y2006092019	3.0	3.0	3.0	0.0
		평 균	2.4	1.9	1.7
평 택	P2006033103	2.0	2.0	2.3	1.7
	P2006033105	3.0	2.0	2.3	1.0
	P2006092015	3.0	1.5	1.8	0.0
	P2006092016	3.0	2.5	1.7	0.0
	P2006092017	3.0	3.0	2.7	0.0
		평 균	2.8	2.2	2.2
화 성	H2006041310	2.2	2.0	2.0	0.0

표 7. 웨나리몰에 대한 오이 흰가루병 약제 감수성 정도(2005년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도			
		0ppm	30ppm	300ppm	1000ppm
평택	P20050901	3.0	3.0	1.0	0.0
	P20050902	3.0	3.0	1.0	0.0
	P20050903	3.0	3.0	0.0	0.0
	P20051004	3.0	1.0	0.0	0.0
	평균	3.0	2.5	0.5	0.0
오산	O20050405	3.0	2.3	0.0	0.0
	O20050406	3.0	2.7	0.0	0.0
	O20050407	3.0	1.7	0.0	0.0
	O20050308	3.0	2.7	0.0	0.0
	O20050309	3.0	2.0	0.0	0.0
	O20050310	3.0	2.7	2.0	0.0
	평균	3.0	2.4	0.3	0.0
용인	O20051111	3.0	1.7	0.0	0.0
	O20051112	2.7	0.7	0.0	0.0
	평균	2.9	1.2	0.0	0.0

♪ 최소저지농도(MIC) : 15ppm, 추천농도 30ppm

웨나리몰에 대한 약제감수성 조사결과 2005년에는 용인 지역이 다소 감수성인데 반해 평택과 오산 지역은 30ppm 에서도 저항성을 나타낸 균주가 대부분이었다. 특히 오산의 한 균주는 300ppm에서도 2.0의 발병도를 보여 저항성 균주로 판단되었다(표 7).

2006년 채집한 균주의 감수성은 지역별로 비슷한 경향을 보였고, 채집 농가간에 차이가 컸으며 30ppm 에서도 일부 발병도를 나타내 중도 저항성 균주로 판단되었다(표 8).

표 8. 웨나리몰에 대한 오이 흰가루병 약제 감수성 정도(2006년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도 ¹⁾			
		0ppm	15ppm	30ppm	300ppm
용인	Y2006033001	2.3	0.3	0.0	0.0
	Y2006033004	2.3	2.0	2.0	0.0
	Y2006042411	2.8	0.7	0.0	0.0
	Y2006092018	3.0	2.5	1.8	0.0
	Y2006092019	3.0	3.0	2.3	0.0

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도 ¹⁾			
		0ppm	15ppm	30ppm	300ppm
	평 균	2.7	1.8	1.3	0.0
평 택	P2006033103	2.3	2.0	1.3	0.7
	P2006033105	2.5	1.0	1.0	0.0
	P2006092015	2.7	1.8	1.7	0.0
	P2006092016	2.3	1.8	1.5	0.0
	P2006092017	3.0	3.0	3.0	0.0
	평 균	2.6	1.9	1.7	0.1
화 성	H2006041310	3.0	1.7	1.0	0.0

1) 최소저지농도(MIC) : 15ppm, 추천농도 30ppm

스트로빌루린 계통 중 아족시스트로빈에 대한 감수성 정도를 조사한 결과 2005년 채집한 균주는 평택, 오산 모두 2,000ppm에서도 높은 저항성을 보였다(표 9). 2006년 채집한 균주도 광주 지역의 유기농 재배 지역에서 채집한 균주를 제외하고는 평택, 용인, 화성에서 채집한 대부분의 균주가 1,000ppm에서도 저항성을 나타내었다(표 10).

스트로빌루린 계통 약제간 교차저항성을 검정한 결과 아족시스트로빈에 저항성을 나타내는 용인, 평택, 화성 지역의 세균주에 대해 크레속심메칠에 대한 저항성을 조사한 결과 2,000ppm 농도에서 용인 1.3, 평택 2.2, 화성 2.5의 발병도를 보여 아족시스트로빈과 교차저항성이 있는 것으로 추정하였다(표 11).

표 9. 스트로빌루린 계통(아족시스트로빈)에 대한 오이 흰가루병 감수성 정도(2005년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도			
		0ppm	200ppm	1,000ppm	2,000ppm
평 택	P20050901	2.0	2.0	2.0	2.0
	P20050902	2.0	2.0	3.0	3.0
	P20050903	3.0	2.0	3.0	3.0
	P20051004	2.7	2.5	2.7	2.7
	평 균	2.4	2.1	2.7	2.7
오 산	O20050404	3.0	3.0	3.0	3.0
	O20050405	2.7	3.0	3.0	3.0
	O20050406	3.0	3.0	3.0	3.0
	평 균	2.9	3.0	3.0	3.0

1) 최소저지농도(MIC) : 200ppm, 추천농도 200ppm

표 10. 스트로빌루린 계통(아족시스트로빈)에 대한 오이 흰가루병 감수성 정도(2006년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도 [↓]			
		0ppm	200ppm	1,000ppm	2,000ppm
용 인	Y2006033001	2.2	2.0	2.0	1.3
	Y2006033004	2.0	2.0	2.0	1.7
	Y2006042411	2.3	2.0	2.0	0.0
	Y2006092018	3.0	3.0	3.0	3.0
	Y2006092019	3.0	3.0	3.0	3.0
	평 균	2.5	2.4	2.4	1.8
평 택	P200603313	2.3	2.0	2.0	2.0
	P200603315	2.0	2.0	2.0	2.0
	P2006092015	2.7	2.7	2.0	2.5
	P2006092016	3.0	2.6	2.8	3.0
	P2006092017	3.0	3.0	3.0	3.0
	평 균	2.6	2.5	2.4	2.5
화 성	H2006041310	2.3	2.0	2.0	0.7
광 주 [♪]	G2006083112	3.0	1.3	0.0	0.0
	G2006083114	2.3	1.7	0.3	0.0
	평 균	2.7	1.5	0.2	0.0

↓ 최소저지농도(MIC) : 200ppm, 추천농도 200ppm

♪ 유기농재배지역

표 11. 크레속심메철에 대한 오이 흰가루병 저항성 정도(2006년)

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도 [↓]			
		0ppm	200ppm	1,000ppm	2,000ppm
용 인	Y2006033001	2.3	2.2	2.2	2.0
	Y2006033004	2.0	2.0	2.2	2.0
	Y2006042411	2.2	0.0	0.7	0.0
	평 균	2.2	1.4	1.7	1.3
평 택	P200603313	2.0	2.0	2.2	2.0
	P200603315	2.0	2.2	2.2	2.3
	평 균	2.0	2.1	2.2	2.2
화 성	H2006041310	2.2	2.3	2.5	2.5

↓ 최소저지농도(MIC) : 200ppm, 추천농도 200ppm

표 12. 카벤다짐에 대한 흰가루병 수집 균주의 약제 감수성 정도

채집지역	균주 번호	약제농도별 발병도			
		0ppm	300ppm	600ppm	1200ppm
평택	P20050901	3.0	2.0	2.0	2.0
	P20050902	2.0	2.0	2.0	2.0
	P20050903	3.0	2.0	2.0	2.0
	P20051004	2.7	2.0	2.0	1.0
	평균	2.7	2.0	2.1	1.8

↓ 최소저지농도(MIC) : 500ppm, 추천농도200ppm

벤지미다졸 계통인 카벤다짐에 대한 수집 균주의 약제 감수성 정도는 600ppm에서도 발병이 되었으며 1,200ppm 에서도 저항성을 나타내었다(표 12). 하지만 벤지미다졸 계통의 농약은 현재 오이 흰가루병으로 등록된 농약의 생산이 거의 없어 추후 저항성이 문제되지 않을 것으로 생각된다.

표 13. 저항성균주에 대한 약효 포장 검증

시 험 약 제	주성분함량 (%)	희석 배수	발병도 [↓] (%)			평균 [↓]	방제가 (%)
			A반복	B반복	C반복		
디페노코나졸	10	3,000	15.0	12.5	15.0	14.2 ^a	77.8
아족시스트로빈	20	1,000	32.1	40.6	40.0	37.6 ^c	41.2
훤나리몰	12.5	4,000	12.5	15.0	13.9	13.8 ^a	78.4
아족시스트로빈 +크로로타로닐	4.8/40	1,500	25.0	20.0	27.5	24.2 ^b	62.2
크레속심메칠	47	4,000	42.5	50.0	42.5	45.0 ^c	29.6
트리프록시스트로빈	22	2,000	20.0	35.0	15.0	23.3 ^b	63.5
무 처 리	-	-	61.1	66.7	63.9	63.9d	-

↓ 10일간격 2회 처리 후 7일차 조사

↓ DMRT(5%)

저항성 균주에 대한 실제 약효 포장검증을 실시한 결과 아족시스트로빈 41.2%, 크레속심메칠 29.6%의 방제효과가 나타나 타 계통의 약제보다 방제효과가 현저히 낮았다(표 13).

Ishii 등(2001)은 오이 노균병에 관하여 아족시스트로빈 저항성 균에 대해 크레속심메칠에 관한 교차저항성을 검토한 결과 감수성 균주 대비 저항성 균주의 방제효과가 전혀 없는 결과를 얻어 두가지 약제간 상호 교차저항성을 확인하였으며 이와 같은 약제간 저항성은 cytochrome b 유전자의 돌연변이(point mutation)가 일어난 결과로 추정하였고, 두 약제간 동일 작용기작에 기인하는 것으로 생각된다.

4. 적 요

오이 흰가루병 저항성 검정을 위한 시험조건을 설정하고, 경기지역 오이 주산단지에서 분리한 흰가루병 병원균의 약제 저항성 정도와 흰가루병 방제농약의 서로 다른 계통별 저항성을 검정하기 위해 시험 약제를 농도별로 오이 잎에 살포한 잎 디스크 위에 채집한 병원균을 접종·배양하여 7~9일후에 현미경을 이용, 발병도를 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 디페노코나졸에 대한 약제 감수성 정도를 조사한 결과 평택 분리주들은 대체로 중도저항성이었으나, 2005년 오산에서 분리한 2개 균주들은 300ppm 농도에서도 발병도가 높게 나타나 저항성 균주로 판단되었다.
- 나. 웨나리몰에 대한 약제 감수성 정도는 평택, 오산, 용인 3지역이 대체적으로 중도저항성 또는 감수성으로 나타났으나, 오산에서 분리한 1개 분리주에서 300ppm에서도 발병하여 저항성 균주로 판단되었다.
- 다. 스트로빌루린 계통 농약에 대해서는 대부분 저항성으로 나타났으며, 1,000ppm과 2,000ppm에서도 발병도의 변화가 없었으며 크레속심메칠에 대해서도 교차저항성을 나타내었다.
- 라. 카벤다짐에 대한 흰가루병 채집 균주의 감수성은 1,200ppm에서도 발병하여 저항성을 나타냈었다.
- 마. 약제 계통별 오이 흰가루병 포장 시험 결과 잎 디스크시험에서 저항성을 보인 스트로빌루린 계통의 농약에 대한 방제가는 아족시스트로빈이 41.2%, 크레속심메칠이 29.6%의 낮은 방제효과를 나타내어 금후 사용량을 줄여야 할 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

- 백수봉, 경석현, 김종진, 오연선. 1996. 대황에서 추출한 생리 활성물질의 오이 흰가루병 방제 효과. 한국식물병리학회지 12(1) : 85-90.
- 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연. 1992. 감자 역병 포장에서 메타락실 저항성인 감자역병균의 발생. 한식병지 8 : 34-40.
- Cohen, R. 1993. A leaf disk assay for detection of resistant of melons to *Sphaerotheca fuliginea* race 1. Plant Dis. 77 : 513-517.
- 한국작물보호협회. 2006. 농약사용지침서. pp.1006.
- Ishii, H., Fraaije, B. A., Sugiyama, T., Noguchi, K., Nishimura, K., Yakeda T., Amano, T., and Hollomom, D. W. 2001. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. Phytopathology 91 : 1166-1171.
- 김병섭, 최진희, 전환홍, 류경열, 함영일, 이윤수. 2000. 강원 지역에서 분리한 감자역병균

(*Phytophthora infestans*)의 교배형(mating type) 및 metalaxyl 저항성. 한국농약과
학회지 제4권 제1호 pp.59-63.

McGrath, M. T. and Shishkoff, N. 2001. First report of the Cucurbit powdery mildew
fungus(*Phodosphaera xanthii*) resistant to strobilurin fungicides in the Unites
States. Plant Dis. 87 : 1007.

O'Brien, R. G. 1994. Fungicide resistance in populations of cucurbit powdery
mildew(*Sphaerotheca fuliginea*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural
Science*. Vol. 22 : 145-249.

6. 연구결과 활용제목

- 농약 계통간 교호 살포에 의한 오이 흰가루병 저항성균 방제(2006, 영농활용)