

과제구분	기관고유	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
경기도 현장애로 소면적 작물 병해충 방제용 농약직권 자체 등록시험		작물보호	'24	농업기술원 환경농업연구과	유주형
딜 흰가루병 살균제 직권등록 시험 (2항목)		작물보호	'24	〃	유주형
고추(잎) 균핵병 살균제 직권등록 시험 (1항목)		작물보호	'24	〃	이현주
딜 거세미나방류 살충제 직권등록 시험 (1항목)		작물보호	'24	〃	이영수
색인용어	PLS, 소면적 작물, 병해충, 실태조사, 농약, 등록				

ABSTRACT

The Positive List System (PLS), which has applied a pesticide detection level of 0.1 mg/kg uniformly, has been implemented widely in agricultural products since 2019. Attention to the correct use of pesticides is also necessary in the production of minor crops, which are cultivated on less than 1,000 ha. This study was conducted to register pesticides with excellent control effects, as well as to evaluate pest occurrence patterns on minor crops cultivated in small areas in Gyeonggi-do. We conducted agricultural chemical evaluation tests of 20 pesticides on three pests in two crops. Ten fungicides were tested on dill for diseases caused by powdery mildew(*Erysiphe sp.*), and nine effective fungicides were selected. Five fungicides were tested on chili pepper leaves for diseases caused by *Sclerotinia rot*(*Sclerotinia sclerotiorum*), and five effective fungicides were selected. Five insecticides were tested on dill for control of *Agrotis ipsilon*, and three effective insecticides were selected. Each test was conducted in two different locations, including the main production area, and the results are reported.

Key words : Fungicide, Insecticide, Minor crop, PLS, Registration

1. 연구목표

농약은 대부분 유기화합물로 구성되어 있으며, 병원균, 해충, 잡초 등 다양한 생물체에 독성을 발휘한다. 하지만 이러한 농약이 작물에 살포되면 일정기간 동안 농업생태계에 잔류하게 되어, 생태계에 미치는 영향을 고려해야 한다. 특히 농약은 그 자체로 인체나 환경에 해로운 영향을 미칠 수 있으므로, 사용에 신중을 기할 필요가 있다. 2019년부터 전면 시행된 농약허용물질목록관리제도(PLS, Positive List System)는 이러한 문제를 해결하기 위해 작물별로 등록된 농약 이외의 물질에 대해서는 잔류허용기준을 일률적으로 농약 불검출 수준인 0.01ppm으로 적용하고 있다. 이 제도는 미국(1960년대), 일본(2006년), EU(2008년), 대만(2008년) 등에서 이미 도입되어 시행되고 있으며, 농약 사용에 대한 규제 강화를 목표로 하고 있다.

소면적 작물은 1,000ha 미만으로 재배되는 작물들로 주로 채소류, 쌈채류, 약용작물 등이 포함된다. 하지만 농약 업계는 경제성을 이유로 소면적 작물에 대한 농약 등록을 기피하고 있어 병해충 발생 정보뿐만 아니라 등록된 농약이 매우 부족한 상황이다. 그 결과, 이러한 작물들은 병해충 피해에 취약할 수밖에 없으며, 기후변화와 국제교역의 확대에 따라 외래병해충의 발생이 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 농업인의 피해를 최소화하고, 안정적인 농업 생산을 유지하기 위해 정부는 소면적 작물에 대한 농약 등록을 장려할 수 있도록 약효 및 약해 시험년수를 기존의 2년에서 1년으로 단축하는 등의 노력을 기울이고 있다.

본 연구는 도내 주요 소면적 작물을 대상으로 병해충 실태조사를 실시하고, 안전한 고품질 농산물을 생산하여 소비자 만족도를 높이며, 농약 오남용을 방지하는 데 중점을 두고 있다. 특히, 방제 효과가 우수하고 약해가 없는 농약을 등록하여 농업인들이 보다 안전하게 농작물을 재배할 수 있도록 돕는 것을 목표로 하고 있다. 이를 통해 농업의 지속 가능한 발전을 도모하며, 소비자에게 안전한 농산물을 공급하는 데 기여하고자 한다.

2. 재료 및 방법

경기도 주요 소면적 작물 2종(딜, 고추(잎))에 발생하는 3종의 병해충에 대하여 살균제 15종, 살충제 5종에 대한 농자재(농약) 평가를 수행하였다(표 1). 시험은 주산지를 포함한 2개소에서 난괴법 3반복으로 수행했으며, 약제처리 및 조사방법은 농약 및 원제의 등록기준(농촌진흥청 고시 제2023-25호, 2023.10.11.) [별표 10] 약효 시험기준과 방법 및 [별표 11] 약해 시험기준과 방법에 준하여 수행하였다.

표 1. 시험항목별 세부내역

분야	작물	대상 병해충	농약수 (개)	시험지역
살균제	딜	흰가루병	10	화성, 양평, 평택
	고추(잎)	균핵병	5	화성, 양평
살충제	딜	검거세미나방	5	화성, 용인
합 계	2작물	3종	20농약	

3. 결과 및 고찰

가. 딜 흰가루병 약제방제 효과 시험(시험 1)

딜 흰가루병의 병원균은 *Erysiphe sp.*로 일교차가 심하고 통풍이 잘 안되는 재배환경에서 많이 발생한다(Cho et al., 2012). 자낭균문에 속하는 순환물기생균이며 병징은 잎과 잎자루에 주로 발생하고 잎 표면에 하얀 군사가 분산되어 심하면 잎 전체가 흰가루를 뿌려 놓은 것 같은 증상으로 나타난다(그림 1).

공시약제에 대한 무처리 대비 약효시험 결과, 평택 및 화성지역 시험포장에서 베노밀 수화제, 마이클로뷰타닐 수화제, 테부코나졸 유탁제, 폴리옥신비 수화제, 아족시스트로빈 액상수화제는 딜 흰가루병에 대하여 80% 이상의 방제효과를 보였다(표 2, 표 3). 사용 약제에 대한 약해는 확인되지 않았다(표 4). 따라서 베노밀 수화제, 마이클로뷰타닐 수화제, 테부코나졸 유탁제, 폴리옥신비 수화제, 아족시스트로빈 액상수화제는 평택 및 화성 시험포장에서 80% 이상의 방제효과가 있었고 약해가 없어 딜 흰가루병 방제용 약제로 등록 가능하다고 판단되었다.



그림 1. 딜 흰가루병 병징

표 2. 딜 흰가루병에 대한 약제방제 효과(평택)

시험약제	발병도(%) [↓]				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
베노밀 수화제	0	0	2.0	0.7	b	93.8
마이클로뷰타닐 수화제	0	4.0	0	1.3	b	87.5
테부코나졸 유타제	4.0	0	0	1.3	b	87.5
폴리옥신비 수화제	0	1.0	0	0.3	b	96.9
아족시스트로빈 액상수화제	1.0	0	0	0.3	b	96.9
무 처 리	20	25.5	21.0	22.2	a	-

CV(%) ----- 65.8

[↓] 발병도(%)=구당 100엽 이상에 대한 병반면적

표 3. 딜 흰가루병에 대한 약제방제 효과(화성)

시험약제	발병도(%) [↓]				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
베노밀 수화제	4.0	3.0	0	2.3	b	86.5
마이클로뷰타닐 수화제	1.0	4.0	4.0	3.0	b	82.7
테부코나졸 유타제	6.0	3.0	1.0	3.3	b	80.8
폴리옥신비 수화제	1.0	3.0	3.0	2.3	b	86.5
아족시스트로빈 액상수화제	0	1.0	6.0	2.3	b	86.5
무 처 리	18.0	17.0	17.0	17.3	a	-

CV(%) ----- 44.2

[↓] 발병도(%)=구당 100엽 이상에 대한 병반면적

표 4. 딜 흰가루병 방제용 약제처리에 따른 외관상 약해 유무(평택, 화성)

시험약제	약해정도(0 ~ 5)		비 고
	기 준 량	배 량	
베노밀 수화제	0	0	약해없음
마이클로뷰타닐 수화제	0	0	
테부코나졸 유타제	0	0	
폴리옥신비 수화제	0	0	
아족시스트로빈 액상수화제	0	0	

나. 딜 흰가루병 약제방제 효과 시험(시험 2)

딜 흰가루병이 심해지면 잎 전체가 흰색 병징으로 뒤덮이고 잎 끝부터 서서히 마르다가 고사한다(그림 2). 딜 흰가루병의 공시약제에 대한 무처리 대비 약효시험 결과, 양평 및 화성지역 시험포장에서 메트라페논 액상수화제, 아이소피라잠 유제, 트리플루미졸 수화제, 피라클로스트로빈 입상수화제는 딜 흰가루병에 대하여 80% 이상의 방제효과를 보였다(표 5, 6). 사용 약제에 대한 약해는 확인되지 않았다(표 7). 따라서 메트라페논 액상수화제, 아이소피라잠 유제, 트리플루미졸 수화제, 피라클로스트로빈 입상수화제는 양평 및 화성 시험포장에서 80% 이상의 방제효과가 있었고 약해가 없어 딜 흰가루병 방제용 약제로 등록 가능하다고 판단되었다.



그림 2. 딜 흰가루병 병징

표 5. 딜 흰가루병에 대한 약제방제 효과(양평)

시험약제	발병도(%) ¹				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
메트라페논 액상수화제	4.0	6.0	5.0	5.0	b	82.4
아이소피라잠 유제	5.0	5.0	4.0	4.7	b	83.5
이미녹타딘트리스알베실레이트 수화제	7.0	5.0	6.0	6.0	b	78.8
트리플루미졸 수화제	7.0	6.0	3.0	5.3	b	81.2
피라클로스트로빈 입상수화제	7.0	4.0	4.0	5.0	b	82.4
무 처 리	20.0	30.0	35.0	28.3	a	-

CV(%) ----- 40.0

¹ 발병도(%)=구당 100엽 이상에 대한 병반면적

표 6. 딜 흰가루병에 대한 약제방제 효과(화성)

시험약제	발병도(%) [↓]				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
메트라페논 액상수화제	8.0	1.0	5.0	4.7	b	83.9
아이소피라잠 유제	4.0	5.0	6.0	5.0	b	82.8
이미녹타딘트리스알베실레이트 수화제	11.0	9.0	4.0	8.0	b	72.4
트리플루미줄 수화제	6.0	8.0	2.0	5.3	b	81.6
피라클로스트로빈 입상수화제	7.0	6.0	4.0	5.7	b	80.5
무 처 리	30.0	26.0	31.0	29.0	a	-

CV(%) ----- 65.8

[↓] 발병도(%)=구당 100엽 이상에 대한 병반면적

표 7. 딜 흰가루병 방제용 약제처리에 따른 외관상 약해 유무(양평, 화성)

시험약제	약해정도(0 ~ 5)		비 고
	기 준 량	배 량	
메트라페논 액상수화제	0	0	
아이소피라잠 유제	0	0	
이미녹타딘트리스알베실레이트 수화제	0	0	약해없음
트리플루미줄 수화제	0	0	
피라클로스트로빈 입상수화제	0	0	

다. 고추(잎) 균핵병 약제방제 효과 시험

고추(잎) 균핵병은 *Sclerotinia sclerotiorum*에 의해 발생하고, 병징은 잎과 줄기가 수침상으로 물러져 썩으며 병반부위에 흰색 곰팡이가 솜털처럼 생긴다(그림 3). 감염 초기에는 확인이 어렵지만, 병이 진전되면 줄기부분이 빠르게 물러져 썩으면서 병이 확산된다(Kwon et al., 2003). 공시약제에 대한 무처리 대비 약효시험 결과, 화성 및 양평 시험포장에서 베노밀 수화제, 펜피라자민 액상수화제, 플루디옥소닐 액상수화제, 피리벤카브 액상수화제, 헥사코나졸 액상수화제는 고추(잎) 균핵병에 대하여 80% 이상의 방제효과를 보였다(표 8, 표 9). 또한, 모든 약제 처리구에서 외관상 나타나는 특별한 약해 증상은 없었다(표 10).



그림 3. 고추(잎) 균핵병 병징

표 8. 고추(잎) 균핵병에 대한 약제방제 효과(화성)

시험약제	이병주율(%) [↓]				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
베노밀 수화제	2.3	1.3	3.4	2.3	b	85.1
펜피라자민 액상수화제	1.0	1.4	0.8	1.1	b	93.2
플루디옥소닐 액상수화제	1.4	1.3	1.4	1.4	b	91.3
피리벤카브 액상수화제	0.9	1.7	2.5	1.7	b	89.2
헥사코나졸 액상수화제	1.2	2.2	2.3	1.9	b	87.9
무 처 리	15.4	11.9	19.8	15.7	a	-

CV(%) -----40.1

[↓] 이병주율(%)=(이병주수/총 조사주수)×100

표 9. 고추(잎) 균핵병에 대한 약제방제 효과(양평)

시험약제	이병주율(%) [↓]				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
베노밀 수화제	2.8	3.3	3.2	3.1	b	81.4
펜피라자민 액상수화제	4.0	3.3	2.7	3.3	b	80.3
플루디옥소닐 액상수화제	4.5	0.8	2.1	2.4	b	85.4
피리벤카브 액상수화제	1.6	1.0	6.7	3.1	b	81.5
헥사코나졸 액상수화제	4.4	2.6	3.0	3.3	b	80.2
무 처 리	17.6	13.7	18.8	16.7	a	-

CV(%) -----34.4

[↓] 이병주율(%)=(이병주수/총 조사주수)×100

표 10. 고추(잎) 균핵병 방제용 약제처리에 따른 외관상 약해 유무(화성, 양평)

시험약제	약해정도(0 ~ 5)		비 고
	기 준 량	배 량	
폴리옥신디 액상수화제	0	0	약해없음
디페노코나졸 액상수화제	0	0	
메펜트리플루코나졸 액상수화제	0	0	
마이클로뷰타닐 수화제	0	0	
베노밀 수화제	0	0	

라. 덜 검거세미밤나방 약제방제 효과 시험

검거세미나방(*Agrotis ipsilon*)은 전 세계적으로 배추 등 채소작물의 뿌리나, 줄기 등을 가해하는 밤나방과 해충이다(그림 4). 검거세미나방 유충은 묘목을 잘라내고, 식물 줄기 기부 안으로 파고 들어가며, 생장점 또는 그 아래의 줄기를 갉아먹어 심각한 수확량 손실을 초래한다(Ren et al., 2023). 공시약제에 대한 무처리 대비 약효시험 결과, 화성 및 이천 시험포장에서 폭심 입제, 비펜트린 입제, 테플루트린 입제는 덜 검거세미밤나방에 대하여 90% 이상의 방제 효과를 보였으며(표 11, 표 12), 모든 약제에 대해 약해가 없었다(표 13).

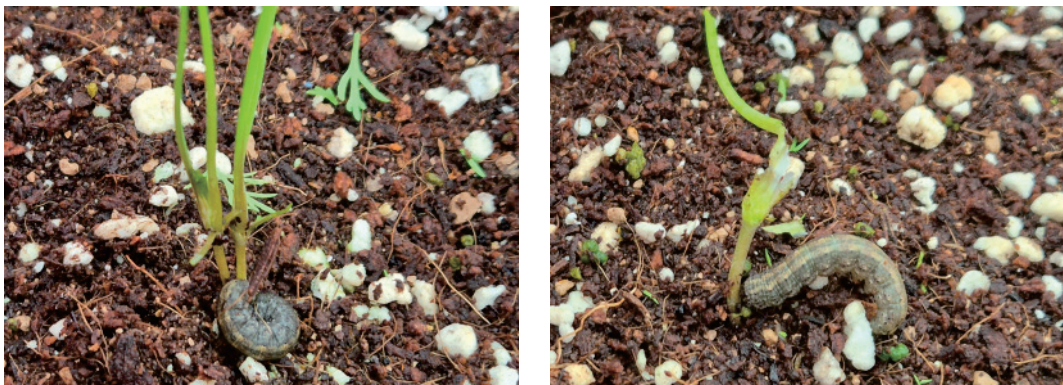


그림 4. 덜 검거세미밤나방 피해증상

표 11. 딜 검거세미나방나방에 대한 약제방제 효과(화성, 최종 약제 처리 후 7일차)

시험약제	약제처리 전 밀도	발생 및 피해정도(생충률)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		1반복	2반복	3반복	평균		
클로란트라닐리프롤 입제	60	56.7	50.0	53.3	53.3	b	42.9
폭심 입제	60	1.7	1.7	1.7	1.7	e	98.2
비펜트린 입제	60	1.7	3.3	5.0	3.3	de	96.4
델타메트린·테부피리포스 입제	60	45.0	43.3	48.3	45.6	c	51.2
테플루트린 입제	60	5.0	8.3	6.7	6.7	d	92.9
무 처 리	60	96.7	91.7	91.7	9.3	a	-

CV(%) ----- 6.7

표 12. 딜 검거세미나방나방에 대한 약제방제 효과(이천, 최종 약제 처리 후 7일차)

시험약제	약제처리 전 밀도	발생 및 피해정도(생충률)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		1반복	2반복	3반복	평균		
클로란트라닐리프롤 입제	60	48.3	46.7	41.7	45.6	b	50.0
폭심 입제	60	5.0	3.3	3.3	3.9	d	95.7
비펜트린 입제	60	0.0	0.0	0.0	0.0	e	100
델타메트린·테부피리포스 입제	60	38.3	38.3	40.0	38.9	c	57.3
테플루트린 입제	60	5.0	3.3	6.7	5.0	d	94.5
무 처 리	60	91.7	91.7	90.0	91.1	a	-

CV(%) -----5.6

표 13. 딜 검거세미나방나방 방제용 약제 처리에 따른 외관상 약해 유무(화성, 이천)

시험약제	약해정도(0 ~ 5)		비 고
	기 준 량	배 량	
플룩사메타마이드 유제	0	0	약해없음
델타메트린 유제	0	0	
메타플루미존 유제	0	0	
비펜트린 수화제	0	0	
클로르플루아주론 유제	0	0	

4. 적 요

PLS 대응 경기도 주요 소면적 작물에 대한 병해충 방제용 농약직권등록 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

- 가. 딜 흰가루병 방제약제로 베노밀 수화제, 마이클로뷰타닐 수화제, 테부코나졸 유탁제, 폴리옥신비 수화제, 아족시스트로빈 액상수화제를 선발하였다.
- 나. 딜 흰가루병 방제약제로 메트라페논 액상수화제, 아이소피라잠 유제, 트리플루미졸 수화제, 피라클로스트로빈 입상수화제를 선발하였다.
- 다. 고추(잎) 균핵병 방제약제로 베노밀 수화제, 펜피라자민 액상수화제, 플루디옥소닐 액상수화제, 피리벤카브 액상수화제, 헥사코나졸 액상수화제를 선발하였다.
- 라. 딜 검거세미밤나방 방제약제로 폭심 입제, 비펜트린 입제, 테플루트린 입제를 선발하였다.

5. 인용문헌

- 국가농작물병해충관리시스템. 2019. 농촌진흥청. <https://ncpms.rda.go.kr>.
- 권진혁, 박창석. 2003. Botrytis cinerea에 의한 칼란코에 흰가루병. Research in Plant Disease(식물병연구), 9(3), 145-148.
- 식품의약품안전처. 2021. <https://www.mfds.go.kr>.
- Cho, S. E., Park, M. J., Kim, J. Y., and Shin, H. D. 2012. First Report of Powdery Mildew Caused by *Erysiphe sedi* on *Kalanchoe blossfeldiana* in Korea. Plant Disease, 96(11), 1701-1701.
- Jung, W.-K. et al. 2021. "Sclerotinia Rot of Peucedanum japonicum Thunb. Caused by Sclerotinia sclerotiorum," Research in Plant Disease. Korean Society of Plant Pathology, 115-119.
- Kwon, J.-H., Shen, S.-S. and Park, C.-S. 2003. "Sclerotinia Rot on Water Cress (Oenanthe javanica) Caused by Sclerotinia sclerotiorum," Research in Plant Disease. Korean Society of Plant Pathology, 85-88
- Ren, M., Lu, J., Li, D., Yang, J., Zhang, Y., Dong, J., . Zhang, X. 2023. Identification and functional characterization of two chitin synthases in the black cutworm, agrotis ipsilon (hufnagel) (lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology, 116(2), 574-583.

6. 연구결과 활용제목

- 딜 흰가루병 방제용 우수약제 선발(영농활용, '24년)
- 고추(잎) 균핵병 방제용 우수약제 선발(영농활용, '24년)
- 딜 검거세미밤나방 방제용 우수약제 선발(영농활용, '24년)

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도
						'24
경기도 현장에로 소면적 작물 병해충 방제용 농약직권 자체 등록시험	책임자	환경농업연구과	농업연구사	유주형	세부과제 총괄	○
	공동연구자	환경농업연구과	농업연구관	이현주	살 균 제 평 가	○
	〃	〃	농업연구사	이영수	살 충 제 평 가	○
	〃	〃	〃	최종윤	약해 시험 수행	○
	〃	〃	〃	김소희	농 자 재 관 리	○
	〃	〃	농업연구관	박중수	결과 활용 검토	○