

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
농작물 병해충 친환경 방제법 개발		작물보호	'07~'09	농업기술원 환경농업연구과	김진영
시설채소 문제병해충 실태조사 및 방제법 연구		작물보호	'07~'09	농업기술원 환경농업연구과	김진영
색인용어	엽채류, 병해충, 진단, 발생소장, 제초제, 살균제, 살충제				

ABSTRACT

These experiments were conducted to provide the detail information of main diseases and insects by field survey of leafy vegetables in greenhouse in Gyeonggi area from 2007 to 2009 for 3 years. 43 diseases on 11 crops including lettuce were occurred and 7 diseases including downy mildew on Swiss chard (*Beta vulgaris* var. cicla) were newly reported in Korea. The pathogen, *Fusarium solani* was also isolated from greenhouse cucurbit crops showing hole wilting symptom in Osan, Yongin and Pyeongtaek area. The symptoms of lettuce wilt were yellowing of leaves, wilting, stunting of plants and black streaks in the vascular systems. The results of cultivar resistance showed 'Sunpung' and 'Mipungpochap' were highly susceptible to the pathogen isolates while cultivars 'Mihongjeokchukmyeon' and 'Jinjachukmyeon' showed moderate resistance. 64 seasonal insects damage on 11 crops were also occurred including slug damage on lettuce. The phytotoxicity of herbicide, glyphosate, showed death of plant at 2,000fold dilutions while it showed inhibition of new leaves development at 20,000fold dilutions. The symptoms of phytotoxicity were also observed on the leaves of pepper, tomato, eggplant and pumpkin plants. Fungicide containing sulfur also made the phytotoxicity on cucumber leaves showing browning of edge leaves, spots and wilting of leaves in greenhouse. The survey of disease and pest problems was carried out for farmers to grow the leafy vegetables. 70% of farmers answered that they grow same crops by every year in same place and 41.4% of farmers answered pest was a big obstacle to grow the crops. They want to be support from government environmentally friendly agricultural materials such as natural enemy and booklet for vegetables disease and insect.

Key words : Leafy vegetables, Pest, Disease, Insects, Herbicide, Phytotoxicity, Fungicide

1. 연구목표

경기도의 시설채소 재배면적은 수도권의 유리한 소비처와 소득향상에 따른 고품질 채소의 소비 증가로 2000년 이후로 급격하게 늘어나 11,394ha, 생산량은 37만 M/T에 이른다(농림수산식품부, 2009).

최근 안전농산물 생산에 대한 소비자의 수요가 증가하고 정부에서도 농약을 절감하기 위한 친환경 농업의 시책이 강화되고 있지만, 특히 엽채류를 중심으로 농약의 오남용에 의한 농산물 부적합 비율 증가가 문제시 되고 있다(농림부, 2008). 시설엽채류는 그 종류가 다양하고 병해충 피해에 대한 정보가 부족하여 농약 사용량은 증가하지만 실제 해당작물에 등록된 농약의 종류가 많지 않아 농업인들이 병해충 방제에 큰 어려움을 호소하고 있다(Blancard 등, 2006).

그래서 각 작물별 병해충에 대한 정확한 진단을 통해 발생 정보를 제공함으로써 농약 사용량을 최소화하고 농약 안전 사용기준을 준수하는 것이 안전농산물 생산에 중요한 첫 걸음이 될 것이다(김 등, 2003).

따라서 본 시험은 경기도내에 재배되는 시설채소 중 상추, 시금치, 근대 등 시설 엽채류를 중심으로 피해를 주는 주요 병해충 종류와 주요 발생시기, 피해 위험 농자재, 농약사용 실태를 정밀 조사하고, 농업인이 쉽게 활용하여 피해를 최소화 할 수 있는 정보와 기술을 개발, 보급하고자 2007년부터 2009년까지 3년간 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 엽채류 주요 병해 조사

경기도내 엽채류의 주요 병해를 구명하기 위하여 용인, 남양주, 수원, 이천 등 도내 시설채소 주산 단지에서 상추, 시금치, 근대 등 엽채류를 중심으로 병 발생종류와 발병주율을 조사하였고, 병든 식물체를 농가에서 채취 후 실험실내에서 병원균을 분리하여 정밀 진단하였다.

나. 엽채류 주요 해충 조사

엽채류 주요 해충 조사도 병 조사와 동일한 시기에 작물별로 해충의 밀도를 조사하였으며, 정밀 동정이 필요한 해충은 채집 후 실험실내에서 사육하면서 종을 동정하였다.

다. 박과류 시듦증상 원인 분석

시설하우스 재배지의 오이, 호박에서 시듦증상을 보이는 식물체와 토양을 채취하여 병원균을 분리하고 발병토양의 이화학성을 분석하였다. 분리된 병원균은 건전한 오이와 호박의 실생묘와 대목으로 널리 이용되는 적토좌, 흑중, 신토좌 등에 포자현탁액(1×10^6 cfu/ml)을 접종하여 병원성 정도를 조사하였다.

라. 상추 시들음병 진단법 구명 및 저항성 품종 선발

*F. oxysporum*에 의한 상추 시들음병의 정밀한 진단법 개발을 위해 병징을 발생 현지에서 정밀 조사 분석하고 병원균을 분리 동정하여 전형적인 병징을 분석하였다. 또한 분리된 병원균을 이용하여 현재 농가에서 재배되는 선풍 등 14품종에 대하여 저항성 정도를 조사하였다. 저항성 조사방법은 병원균 현탁액(1×10^6 cfu/ml)을 접종한 후 발병도에 따라 조사하였으며 병원균의 처리시기는 고온기인 7월과 저온기인 11월에 2차례에 걸쳐 실시하였다. 발병도 조사기준은 0: 무병징, 1: 하엽황화, 2: 상하황화, 3: 시듦 및 황화, 4: 고사의 5단계로 구분하여 산정하였다.

마. ‘글리포세이트’ 성분 함유 제초제 살포에 의한 약해 시험

‘글리포세이트’ 성분 함유 제초제 피해를 정확하게 진단하기 위하여 글리포세이트 표준 살포 농도 200배를 기준으로 “마니파” 고추 품종을 이용하여 200배, 2,000배, 20,000배까지 희석하여 잎에 살포 후 글리포세이트에 의한 약해정도를 시기별로 조사하였다.

바. 유황함유 살균제의 약해 시험

유황함유 살균제의 고온기 약해를 조사하고자 살균제인 카벤다짐·황액상수화제(10%+30%)를 기준량(500배)을 표준으로 1/2량, 배량을 각각 오이(해동백다다기 오이)에 살포하여 약해정도를 0~5 수준으로 나누어 조사하였다. 약제 살포방법은 스프레이를 이용하여 잎에 살포하였고, 하우스 재배조건(25°C)에서 실시하였다.

사. 엽채류 농약 사용 실태 조사

농약 사용실태 조사는 현재 시설채소를 재배하고 있는 농업인에게 직접 설문지를 작성하여 조사하였다. 조사내용은 농약사용방법, 문제병해충 종류 등 다양한 질문을 통해 농약 사용 실태를 파악하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 엽채류 주요 병해 조사

시설채소의 엽채류 주요 병해 조사결과 상추 균핵병 등 11작물에 대하여 43종의 병해가 조사되었고, 그 중 근대 노균병 등 7종은 국내 미기록 병해였다(표 1).

동절기에는 상추, 청경채에서 균핵병의 발생이 많았고, 잣빛곰팡이병은 상추에서 주로 발생하였다(표 1). 5월 이후 봄철 기온이 상승하면서 상추시들음병 피해가 가장 많았고, 근대에서는 노균병 발생이 증가하였다. 근대노균병은 작물에 피해가 크지만 국내 미기록되어 병원균 동정 후 학회에 보고하였다(Byford, 1967; 김 등, 2010). 또한 이천 친환경 재배지에서는 케일흰가루병이 다발생하였고, 도입채소에서 르플라노균병, 바질등근무늬병이 국내에서 처음으로 피해가 확인된 신종 병이었다(Persley, 1994).

표 1. 시기별 업체류 주요 병해 발생조사

조사작물	발생시기	조사병해	발생지역	발병주율 (%)	발생등급 ¹⁾ (0-9)
상 추	2007년 1월	균핵병	용인 포곡	2.6	3
	2009년 1월	균핵병	남양주 진건	25.0	5
	2009년 1월	균핵병	이천 신둔	0.5	1
	2009년 1월	젓빛곰팡이병	이천 호법	2.5	3
	2009년 1월	밑둥썩음병	이천 호법	0.4	1
	2008년 2월	균핵병	용인 포곡	5.0	3
	2008년 2월	젓빛곰팡이병	용인 포곡	45.0	5
	2009년 2월	균핵병	여주 흥천	20.6	5
	2009년 2월	노균병	이천 백사	25.3	5
	2007년 3월	밑둥썩음병	남양주 진건	2.5	3
	2007년 3월	시들음병	고양 덕양	20.0	3
	2008년 3월	젓빛곰팡이병	수원 입북	25.0	5
	2009년 3월	균핵병	이천 신둔	60.8	7
	2008년 4월	젓빛곰팡이병	수원 입북	35.0	5
	2007년 5월	노균병	용인 포곡	5.0	1
	2007년 5월	시들음병	용인 포곡	23.7	5
	2008년 5월	시들음병	여주 흥천	50.5	5
	2009년 5월	시들음병	용인 포곡	85.0	7
	2007년 6월	시들음병	이천 마장	3.0	3
	2008년 6월	시들음병	여주 흥천	5.5	3
	2007년 7월	시들음병	남양주 진건	55.0	5
	2009년 7월	시들음병	여주 흥천	45.0	5

1) 0 : 발생무, 1 : 극소발생(방제불필요), 3 : 소발생, 5 : 발생중, 7 : 발생심 (계속방제), 9 : 발생극심

(표 1. 계 속)

조사작물	발생시기	조사병해	발생지역	발병주율 (%)	발생등급 ¹⁾ (0-9)
상 추	2009년 8월	시들음병	김포 고촌	3.8	1
	2008년 9월	갈색무늬병	수원 입북	15.0	3
	2008년 10월	갈색무늬병	용인 포곡	75.0	7
	2008년 10월	흰가루병	수원 입북	5.0	5
	2008년 10월	흰가루병	화성 기산	3.0	3
	2008년 10월	시들음병	이천 신둔	85.0	9
근 대	2007년 5월	노균병 ²⁾	용인 포곡	21.7	3
	2007년 7월	노균병 ²⁾	남양주 진건	25.0	5
	2009년 7월	노균병 ²⁾	여주 흥천	2.5	3
청경채	2007년 1월	균핵병	평택 진위	1.5	1
케 일	2009년 3월	흰가루병 ²⁾	이천 신둔	95.0	9
	2008년 6월	무름병	여주 흥천	25.0	5
	2008년 8월	점균병 ²⁾	이천 호법	65.0	5
배 추	2008년 2월	균핵병	용인 포곡	25.0	5
	2008년 6월	무름병	용인 원삼	15.0	3
	2008년 6월	노균병	여주 흥천	3.5	1
	2008년 10월	노균병	용인 포곡	5.4	1
겨자채	2007년 6월	흰가루병 ²⁾	화성 기산	25.8	5
	2009년 9월	흰녹가루병	남양주 조안	83.0	5
들 깨	2009년 9월	녹병	남양주 조안	42.0	3
	2008년 10월	노균병 ²⁾	남양주 조안	22.0	3
무	2009년 10월	흰녹가루병	화성 기산	5.0	3
르플라	2008년 3월	노균병 ²⁾	이천 신둔	5.0	3
바 질	2008년 10월	등근무늬병 ²⁾	이천 신둔	25.0	5
신선초	2007년 6월	흰가루병	이천 마장	1.5	1

1) 0 : 발생무, 1 : 극소발생(방제불필요), 3 : 소발생, 5 : 발생중, 7 : 발생심 (계속방제), 9 : 발생극심

2) 국내미기록병해

시기별 주요 해충 조사결과(표 2), 동절기에는 주로 민달팽이에 의한 피해가 많았고 봄철에는 진딧물에 의한 피해가 증가하기 시작하였다. 또한 상추에서 6월부터 시설하우스내 온도가 급격히 상승하면서 여주, 용인 등의 지역에서 꽃노랑총채벌레에 의한 피해가 증가하였다. 꽃노랑총채벌레는 잎을 흡즙하여 잎에 무수한 검은 소형의 반점을 형성하는 특징을 나타내었으나, 총채벌레의 크기를 육안으로 구분하기 힘든 농업인들이 많아 초기 방제시기를 놓치는 경우가 많았다. 한편, 가을철에는 정식직후부터 담배거세미나방 피해가 증가하여 상추 재배에서 가장 문제 해충으로 조사되었다.

배추과 작물은 봄철부터 지속적으로 배추좀나방 피해가 가장 심하였고, 가을철에는 파밤나방, 배추벼룩잎벌레 등의 피해도 많았다. 신선초에서는 대체적으로 해충 발생빈도가 낮았지만 여주 친환경재배 지역에서 점박이응애, 꽃노랑총채벌레가 주요 해충으로 조사되었고, 근대에서는 목화진딧물 피해가 일부 발생하였으나 가장 피해가 큰 해충은 하절기 파밤나방에 의한 피해가 가장 커 문제 해충으로 조사되었다. 겨자채는 주로 배추좀나방과 벼룩잎벌레에 의한 피해가 많았고, 들깨에서는 하절기부터 잎말이명나방 피해가 가장 증가하였다. 도입 채소인 파슬리는 꽃노랑총채벌레의 피해가 조사되었고, 참나물에서는 점박이응애가 가장 문제 해충으로 조사되었다.

일반적으로 엽채류의 해충 피해는 최근 친환경 유기재배 면적이 증가하면서 농약을 자주 사용하는 농가에 비해서 대체적으로 그 피해가 크지만 천적, 미생물 등 친환경자재를 효과적으로 이용하는 농가가 많지 않았다. 이와 같은 원인은 엽채류의 판매 가격에 비해 친환경자재의 가격이 높아 경제성이 낮고 엽채류의 특성상 작기가 짧아 그 사용량이 많지 않은 것으로 생각된다.

표 2. 시기별 시설채소 주요 해충 조사 결과

조사 작물	발생시기	조사해충	발생지역	피해있음 (%) / 마리수	발생등급 [↓] (0-9)
상 추	2009년 1월	민달팽이	남양주 지금	15.0	1
	2009년 2월	민달팽이	이천 백사	7.0	1
	2008년 2월	대만수염진딧물	용인 포곡	25마리/잎	3
	2007년 5월	복숭아혹진딧물	여주 흥천	15마리/주	3
	2009년 5월	대만총채벌레	용인 포곡	1.5마리/주	3
	2009년 5월	목화진딧물	용인 포곡	1.0마리/주	1
	2007년 6월	꽃노랑총채벌레	남양주 진건	85/3.5	5
	2007년 7월	맵시곱추밤나방	용인 포곡	1.5	1
	2009년 7월	꽃노랑총채벌레	여주 흥천	95	7
	2007년 8월	꽃노랑총채벌레	용인 포곡	100/5.5	7
	2007년 8월	파밤나방	용인 포곡	15.0	3
	2008년 8월	대만수염진딧물	김포 고촌	2마리/잎	1
	2008년 8월	담배거세미나방	이천 호법	0.5마리/주	5
	2007년 10월	꽃노랑총채벌레	수원 입북	65/3.5	5
	2008년 10월	담배거세미나방	용인 포곡	0.5마리/주	5
	2008년 10월	담배거세미나방	용인 포곡	0.5마리/주	5
	2008년 10월	목화진딧물	화성 기산	5마리/잎	3
	2009년 10월	담배거세미나방	용인 포곡	0.7마리/주	5

↓ 0 : 발생무, 1 : 극소발생(방제불필요), 3 : 소발생, 5 : 발생중, 7 : 발생심 (계속방제), 9 : 발생극심

(표 2. 계 속)

조사 작물	발생시기	조사해충	발생지역	피해있을 (%)/마리수	발생등급 [↓] (0-9)
배 추	2009년 1월	민달팽이	남양주 지금	15.0	1
	2008년 2월	민달팽이	용인 포곡	1.0마리/주	3
	2008년 2월	무테두리진딧물	용인 포곡	30마리/잎	3
	2007년 3월	민달팽이	이천 호법	15.5	3
	2007년 3월	민달팽이	남양주 진건	25.0	3
	2007년 5월	배추좀나방	용인 모현	95.2	9
	2009년 5월	배추좀나방	용인 포곡	40.5	3
	2007년 5월	복숭아혹진딧물	용인 모현	4.5	3
	2007년 6월	벼룩잎벌레	화성 기산	25.0	3
	2009년 7월	벼룩잎벌레	의왕 초평	15.0	3
	2007년 9월	파밤나방	용인 포곡	7.0	3
양배추	2007년 9월	배추흰나비	용인 포곡	65.0	7
케 일	2007년 5월	배추좀나방	용인 포곡	94.0	9
	2007년 6월	배추좀나방	이천 마장	98.0	9
	2008년 6월	양배추가루진딧물	용인 원삼	15.0마리	5
	2008년 8월	배추흰나비	이천 호법	0.5마리/주	5
	2008년 10월	벼룩잎벌레	이천 호법	45%	5
	2008년 10월	배추흰나비	용인 포곡	0.2마리/주	3
근 대	2009년 7월	양배추가루진딧물	이천 호법	6마리/주	3
	2009년 6월	목화진딧물	양평	5마리/주	5
	2007년 7월	파밤나방	남양주 진건	85	7
	2009년 9월	파밤나방	남양주 조안	5.5	1
	2008년 10월	차응애	이천 신둔	16마리/잎	7

↓ 0 : 발생무, 1 : 극소발생(방제불필요), 3 : 소발생, 5 : 발생중, 7 : 발생심
(계속방제), 9 : 발생극심

(표 2. 계 속)

조사 작물	발생시기	조사해충	발생지역	피해있을 (%)/마리수	발생등급 ¹⁾ (0-9)
청경채	2007년 1월	민달팽이	평택 진위	0.1	1
	2007년 5월	배추좀나방	용인 포곡	5.0	1
	2009년 5월	배추좀나방	용인 포곡	65.0	7
	2007년 8월	파밤나방	용인 포곡	7.5	3
	2008년 8월	벼룩잎벌레	이천 호법	60.0	5
	2008년 8월	벼룩잎벌레	여주 상대	85.0	7
	2008년 10월	좁은가슴잎벌레	용인 포곡	0.1마리/주	1
신선초	2007년 6월	명주달팽이	이천 마장	1.0/0.1	1
	2008년 6월	점박이응애	여주 흥천	5마리/잎	3
	2008년 6월	꽃노랑총채벌레	여주 흥천	15마리/잎	3
	2009년 6월	점박이응애	남양주 조안	10마리/잎	7
겨자채	2007년 5월	배추좀나방	용인 포곡	5.5	3
	2009년 5월	배추좀나방	안양 관양	55.0	5
	2009년 5월	벼룩잎벌레	안양 관양	48.0	5
	2007년 6월	벼룩잎벌레	화성 기산	15.5	3
	2007년 6월	무잎벌	화성 기산	39.0	5
	2008년 6월	배추좀나방	여주 흥천	0.5마리	3
	2008년 6월	벼룩잎벌레	여주 흥천	1.0마리	1
들 깨	2009년 6월	목화진딧물	남양주 조안	10마리/잎	9
	2008년 7월	잎말이명나방	안양 관양	1마리/잎	3
	2008년 7월	점박이응애	안양 관양	12마리/잎	5
참나물	2008년 10월	점박이응애	용인 포곡	5마리/잎	5
파슬리	2008년 8월	꽃노랑총채벌레	여주 상대	7마리/잎	7

1) 0 : 발생무, 1 : 극소발생(방제불필요), 3 : 소발생, 5 : 발생중, 7 : 발생심
(계속방제), 9 : 발생극심

나. 박과채소 시들음증상 원인 구명

박과채소 재배 중 급격히 시드는 증상에 대한 원인구명을 농업기술센터를 통해 요청받아 현지 농가를 조사한 결과 오산, 평택, 용인의 3농가에서 발병주율이 100%까지 발병하였다(표 3). 농가에서 채집한 시료는 대목부위가 무름증상을 나타내었고 점차 병이 진전되면서 지상부 전체가 고사하는 특징이 있었다(표 4). 발병 시료에서 병원균을 분리한 결과 *Fusarium solani* 가 높은 비율로 검출되어(표 5) 국내 박과류에 기록되지 않은 토양병해로 추측되었다. 발병지의 토양의 화학성을 분석한 결과 pH가 약간 낮고, 인산함량이 다소 높은 시설재배지의 전형적인 토양특성을 나타내었다(표 6). 일반적으로 *F. oxysporum*에 의한 덩굴쪄짐병은 주로 줄기가 갈라지거나 도관부의 갈변을 초래하고 접목에 의해 병 발생의 예방이 가능하나, *F. solani*에 의한 시들음병은 포기 전체가 고사하고 접목한 대목 부위가 완전히 물러 썩는 증상이 나타남으로서 *F. oxysporum*에 의한 덩굴쪄짐병과는 뚜렷한 차이가 있었다(Pavlou 등, 2002). 분리된 병원균의 병원성 여부를 검정한 결과 오이와 호박에 강한 병원성을 가지고 있었고 특히 오이, 호박의 대목으로 널리 사용되고 있는 FR 계통의 4가지 대목에서도 병원성이 강하게 나타나(표 7), 대목재배를 하는 대부분의 국내 농가에서도 *F. solani*에 의한 시들음병 발생이 가능하리라 추측되었다(Champaco 등, 1993). 오이와 호박에서 분리된 병원균은 감자한천배지(PDA)와 카네이션잎배지(CLA)에서 특성을 조사한 결과 *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*로 동정하였고(표 8), 금후 새로운 토양병해로 좀 더 정밀한 검토가 필요할 것이다(Elmer 등, 2007).

표 3. 오이, 호박의 시들음병 조사 결과

시 기	조사장소	작 물	조사포장수	발생포장수	발병주율(%)
'07년 5월	오산 갈곳	애호박	18	4	5-25
'07년 8월	평택 진위	애호박	17	11	85-100
'07년 8월	용인 남사	오 이	5	1	90-100

표 4. 박과류 시들음병의 주요 증상 및 진단방법

발병부위	주요 증상	부위별 주요 발병 특성
지상부 (잎, 줄기)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반적으로 지상부 잎이 황화되고 점차 시들기 시작하고 병이 진전되면 지상부가 완전히 말라 죽음 ○ 오이나 호박의 지상부 줄기를 잡아당기면 지상부위가 쉽게 뽑혀 올라와 덩굴쪼김병과의 차이를 보임
지하부 (뿌리)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 초기에는 지체부 부위부터 마름 증상을 보이며 점차 뿌리 전체로 확대됨 ○ 병 발생 후기에는 뿌리 전체가 완전히 물러 없어짐 ○ 접목한 대목에서도 병원균이 퍼져 흰색의 균사가 관찰됨

표 5. 채집시료별 병원균 *Fusarium solani* 분리 비율

시 기	조사장소	작 물	조사시료수	분리시료수	분리비율(%)
'07년 5월	오산 갈곳	애호박	5	5	100.0
'07년 8월	평택 진위	애호박	10	9	90.0
'07년 8월	용인 남사	오 이	4	4	100.0
'09년 4월	용인 남사	오 이	3	3	100.0

표 6. 호박 시들증상을 나타내는 농가에서 채집한 토양 특성

구 분	pH (1:5)	EC (ds/m)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. (cmol+/kg)		
				K	Ca	Mg
토양특성	5.0	2.65	702	0.84	6.75	1.56

↓ 오산시 갈곳동 최석봉 농가

표 7. 박과류 주요 대목의 *Fusarium solani* 균 접종에 의한 감수성 정도

대목명	발병도	주요 증상	
적토좌	2.8		
흑 중	3.0		
신토좌	2.2		
쿠로다네	3.0		

↓ 발병도 조사기준

(0 : 무발생, 1 : 하엽 황화, 2 : 상엽 황화 3 : 시들통, 잎 황화, 4 : 고사)

표 8. 호박 시들음병을 일으키는 *Fusarium solani* f. sp *cucurbitae*균의 특성

주요 특성 ¹	분리균주	<i>Fusarium solani</i>
콜로니 색 갈	cream	cream
Microconidia 크기 격막수 모양	5.2~18.2×2.6~4.8 1 septate oval to kidney shaped	5~16×2.0~5.5 1 septate oval to kidney shaped
Macroconidia 크기 격막수 모양	32.6~55.3×3.9~5.1 μ m 3(1~4) septate sickle shaped	27~48×3.5~5.0 μ m 3(1~5) septate sickle shaped
Perfect stage	—	<i>Nectria haematococca</i>
Conidiophores	monophialides	monophialides
Chlamydospores	present	present

↓ 콜로니 색깔은 감자한천배지(PDA)

소형 및 대형 분생포자 관찰은 카네이션잎한천(CLA) 배지에서 관찰

라. 상추시들음병 진단법 및 저항성 품종 선발

상추 시들음병은 시설하우스 온도가 상승하는 5월부터 늦가을까지 지속적으로 발생하는 대부분 연작 장애성 토양병원균에 의한 피해로 정밀한 동정이 어렵다. 또한 병에 걸린 상추는 식물체의 일부 또는 전체가 생장이 위축되고 수확가능 개체가 거의 없을 정도로 피해가 심한 병으로 현장에서 증상 만으로도 쉽게 진단할 수 있도록 시들음병 진단요령을 표 9에 나타내었다. 즉 시들음병은 Fusarium 병해의 가장 큰 특성인 도관부와 뿌리 부분의 갈변 증상을 통해 확인할 수 있고 전체적으로 생육이 위축 또는 시들증상에서 시들음병으로 진단 할 수 있다. 또한 병원균 접종 후 온도가 20℃이상에서 병 진전이 일어나며 25℃부터는 급격하게 병이 진전되므로(그림 1), 고온기에는 병 예방이 꼭 필요하다고 생각된다. 또한 상추 시들음병에 대한 품종별 저항성 정도를 조사한 결과 농가에서 널리 재배되는 적축면상추인 ‘선풍’ 계통의 품종이 고온기는 물론 저온기에도 발병도가 높아 가장 감수성으로 나타나(표 10), 금후 시들음병 저항성 품종의 개발이 시급한 과제라고 볼 수 있다. 또한 ‘화홍적축면’ 등 4가지 품종은 고온기에도 어느 정도 중도저항성이 있는 것으로 나타났지만 품종 특성상 추대가 빨라 현실적으로 하절기에 이용가능성은 낮은 것으로 생각된다.

표 9. 상추 시들음병 진단요령

발병부위	주요병징	발병 부위 주요 특성
지상부 및 뿌리		<ul style="list-style-type: none"> ○ 상추 잎을 관찰해 보면 특히 아래 잎이 누렇게 되고, 시드는 증상을 보임 ○ 일부 하위엽에서 발생, 시들면서 점차 상위로 진전하고, 생육이 느리고 위축 증상을 보임 ○ 잔뿌리가 갈변 고사하고 병이 심해지면 건전 주보다 쉽게 뽑힘
줄기 (가로)	 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 줄기를 가로와 세로로 절단하여 도관부 갈변증상 확인 ○ 정식직후 감염시 뿌리 부분 갈변만 관찰됨

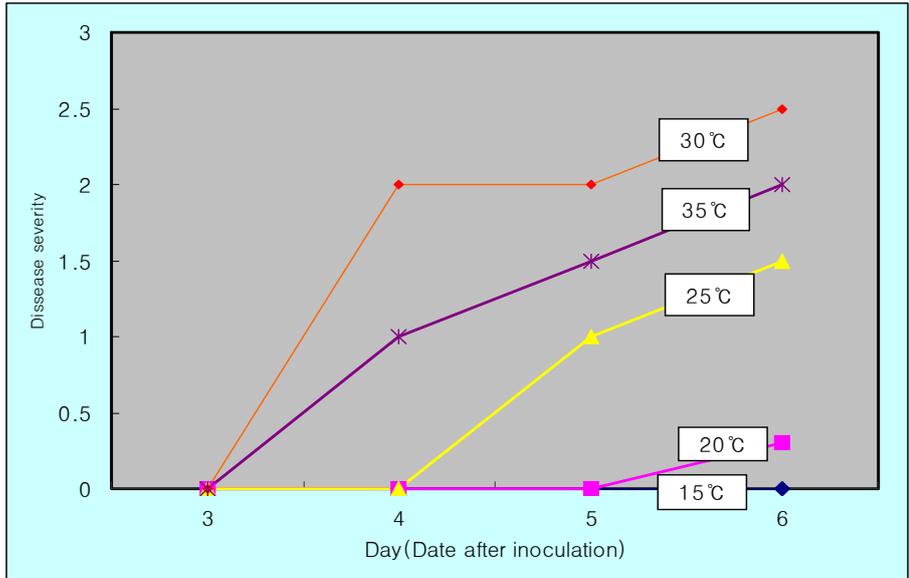


그림 1. 병원균 접종 후 온도가 병원성 발현에 미치는 영향

표 10. 상추시들음병의 품종별 저항성 정도

품 종 명	저항성 정도(1~ 4)			비 고
	1차	2차	등 급	
선풍2호	4.0	3.7	약	권농종묘
선풍포잡	3.7	3.3	약	권농종묘
진홍적측면	3.3	4.0	약	제일종묘농산
미풍포잡	3.0	4.0	약	대농종묘
청 치 마	2.3	0.0	중약	농우바이오
연산홍적측면	2.3	0.0	중약	농우바이오
백일청치마	2.0	0.0	중약	대농종묘
오향적치마	2.0	0.0	중약	농우바이오
한밭청치마	2.0	0.0	중약	농우바이오
청하청치마	2.0	0.0	중약	아시아종묘
뚝섬적측면	1.7	0.0	중	동부한농화학
미홍적측면	1.3	0.0	중	대농종묘
화홍적측면	1.3	0.0	중	농우바이오
진자측면	1.3	0.0	중	신젠타 종묘

┆ 조사기준 0 : 무발생, 1:하엽황화, 2:상엽황화 3:시듦, 잎 황화, 4 : 고사

┆ 조사일 : 1차 7월 28일, 2차 11월 14일

다. ‘글리포세이트’ 함유 제초제에 의한 약해 조사

글리포세이트는 일반적으로 과수원 잡초 제거용으로 사용되는 식물전멸제초제이다(농약사용지침서, 2009). 그러나, 일부 농가에서 시설하우스 주변에 제초제를 사용하면서 약해발생 피해가 보고되고 있다. 본 시험에서는 글리포세이트 200배를 표준으로 하여 2,000배, 20,000배 희석액을 살포하여 작물에 미치는 영향을 분석한 결과 200배와 2,000배 처리구에서는 4일차부터 고사하기 시작하였다(그림 2). 그러나 20,000배 희석에서는 시험작물인 고추는 고사하지 않고 8일차부터 신초 성장에 이상이 관찰되었다(그림 3). 살포 후 20일이 지나면서 20,000배 희석에서 고추의 신초 줄기가 가늘어 지고 생장점 부위의 위축이 관찰되어 글리포세이트 제초제에 의한 피해를 확인하였다(그림 4). 즉 글리포세이트 제초제는 희석배수가 낮은 경우 직접 작물을 고사시키지만 희석배수가 높아 휘산되는 경우에는 작물에서 신초부위의 생리적 이상을 가져와 바이러스 병징과 유사한 증상을 나타내었다.

농가에 발생한 작물별 피해 증상은 가지의 경우 신초가 가늘어지고 생육이 저해되며 이러한 증상은 토마토, 주키니호박, 고구마의 잎과 줄기에서도 관찰되었다(그림 5). 현재 글리포세이트 함유 제초제는 근사미를 비롯하여 10종이 유통되고 있으므로(한국작물보호협회, 2009), 제초제를 비닐하우스 주변에 살포 할 경우에는 농작물이 재배되는 경우에는 사용을 금하고, 농약사용방법을 준수하여 살포하여야 할 것이다.



2,000ppm(200배, 표준)



200ppm(2,000배)

그림 2. 글리포세이트 처리 후 고추 약해 증상(4일차)



2,000ppm(200배)



200ppm(2,000배)



20ppm(20,000배)



대조(무처리)

그림 3. 글리포세이트 처리 후 고추 약해 증상(8일차)



20ppm(20,000배)



대조(무처리)

그림 4. 글리포세이트 처리 후 고추 약해 증상(20일차)



고 추(신초 가늘어짐, 생육저해)



가 지(신초줄기가 가늘어짐)



토마토(신초 생육정지, 가늘어짐)



애호박(잎 고사)



쭈키니 호박(잎이 가늘어짐)



고구마(잎이 가늘어지고 신초 생육 정지)

그림 5. 작물별 농가 발생 피해 증상

라. 유황함유 살균제에 의한 약해 조사

유황함유 살균제인 카벤다짐 · 황액상수화제를 시설하우스 오이 잎에 살포하여 약해를 조사한 결과 살포 1일차에서는 오이잎에 큰 변화가 없었으나 3일차부터 잎 가장자리 일부에 반점이 생기기 시작하였고 7일차에서는 잎 전체에 반점과 황화 현상이 발생하였다(그림 6). 또한 9일차에서는 점차 증상이 심해지면서 낙엽이 되었다. 또한 오이에 등록된 기준의 1/2량에서도 약해가 관찰되어(표 11), 고온기 시설하우스 조건에서는 유황성분에 의한 약해로 인해 농가 피해가 우려되었다(농약사용지침서, 2009). 특히 일부 농가에서는 살균제에 의한 약해를 다른 세균성반점병으로 오인하여 다른 농약을 추가 살포하는 농가도 조사되었다. 또한 친환경농업이 확산되면서 유황을 함유하는 친환경자재를 이용하는 농가가 증가하고 있고 고온기에 사용하게 되면 약해가 발생하는 경우도 조사되었다(그림 7).



1일차



3일차(잎 가장자리 갈변)



7일차(잎 부분적 황화, 반점)



9일차(잎 황화 및 낙엽)

그림 6. 유황 함유 살균제 주요 피해 증상

표 11. 살포 3일후부터 주로 잎 가장자리부터 황화 및 잎 마름 증상 발생

농약살포농도	1/2량	기준량	배량
약해정도	4	5	5

↓ 약해정도 0~ 5



< 카벤다짐·황액상수화제, 오산 >



< 카벤다짐·황액상수화제, 평택 >



< 카벤다짐·황액상수화제, 용인 >



친환경자제, 용인

그림 7. 우황함유 살균제 및 친환경자제 살포에 의한 약해의 농가 발생 사례

마. 엽채류 농가의 농약사용실태 조사

시설엽채류를 재배하는 농가를 방문하여 농약사용실태를 설문조사한 결과 남성이 88.1%, 여성이 11.9%였고 연령은 50대 이상이 71.2%를 차지하였다. 재배하는 작물의 연작 기간은 3년미만이 34.3%, 5년 이상이 49.3%를 차지하여 연작연수가 오래된 농가가 많았다. 하우스 형태는 대부분 단동비닐과 이중수막 비닐하우스를 보유하고 있었으며 병해충 발생이 심각하다고 답한 대답이 41.4% 이었다.

농약 방제횟수가 많은 병해는 노균병, 흰가루병순으로 눈에 보이는 병해가 많았고(표 16), 해충은 나방류와 진딧물 방제용으로 농약방제횟수가 많았다(표 17). 병해충 방제 시 가장 어려운 점은 방제효과가 저조하다고 답한 사람이 38.2%, 적용농약이 없다는 답변이 27.1%를 차지해 엽채류에 방제효과가 높은 농약을 등록하는 것이 농가에 큰 도움을 줄 것으로 생각된다(표 18).

또한 농약 살포 및 병해충 방제에 대한 정보 입수는 55.3%의 농가가 농약상을 통해서 입수한다고 답변하여(표 19), 농약상에 대한 기술적인 교육 강화 검토가 필요하다. 농약 살포시기는 대부분 발견 즉시 예찰 살포가 57.5%로 기존 주기적인 살포 35.4%보다 답변이 많아(표 20) 예찰 방제 농가가 최근 크게 증가하고 있는 것으로 추측되었다.

작물재배에서 가장 어려운 점은 채소 가격의 불안정(표 21), 부적합 농산물 검출 원인은 안전사용 기준의 미이행으로 답변(표 22)하여 농업인 스스로 농약 사용에 대한 이해도는 높았으나, 현실적으로 병해충 발생 때문에 농약 사용량을 줄이기 어려운 것으로 생각되었다. 또한 부적합농산물 검출 경험이 있는 농가가 조사농가의 33.6%를 차지하였으며(표 23), 친환경 자재의 사용 농가가 52.2%로 점차 증가하고 있고(표 24), 금후 정부로부터의 정책적 지원 분야도 친환경자재의 지원이 43.2%, 천적비 지원이 17.3%, 병해충 안내책자 지원이 39.5%를 차지해(표 25), 병해충에 대한 정확한 발생정보와 예찰 정보가 농가에 큰 도움이 될 것으로 생각되었다.

표 12. 응답자의 일반적 특성(엽채류 주산지 농업인)

구 분		빈도	백분율(%)	조사지역
성 별	남	119	88.1	고양, 남양주, 이천 등
	여	16	11.9	
	합 계	135	100.0	
연령별	30대	11	8.1	
	40대	28	20.7	
	50대	53	39.3	
	60대이상	43	31.9	
	합 계	135	100.0	

표 13. 재배하는 작물의 연작 기간

구 분	3년미만	3~5년	5~10년	10년이상	합 계
빈 도	46	22	31	35	134
백분율(%)	34.3	16.4	23.1	26.2	100.0

표 14. 재배하는 작물의 하우스 형태

구 분	단동비닐	단동이중	이중수막	연동비닐	합 계
빈 도	62	23	45	20	150
백분율(%)	41.3	15.3	30.0	13.4	100.0

표 15. 작물 재배 중 병해충 발생 정도

구 분	아주 심각함	보 통	전혀 문제 안됨	합 계
빈 도	55	70	8	133
백분율(%)	41.4	52.6	6.0	100.0

표 16. 농약 방제 횟수가 많은 병해

구 분	균핵병	시들음병	노균병	흰가루병	기 타	합 계
빈 도	16	10	64	33	29	152
백분율(%)	10.5	6.6	42.1	21.7	19.1	100.0

표 17. 농약 방제횟수가 많은 해충

구 분	진딧물	총채벌레	나방류	온실가루이	달팽이	합 계
빈 도	47	31	57	6	26	167
백분율(%)	28.1	18.6	34.1	3.6	15.6	100.0

표 18. 병해충 방제시 가장 어려운 점

구 분	진단 불가	적용농약없음	방제효과저조	가격(고가)	합 계
빈 도	10	39	55	40	144
백분율(%)	6.9	27.1	38.2	27.8	100.0

표 19. 농약 살포 및 병해충 방제 정보 입수처

구 분	농약판매상	기술센터	이 웃	스스로	합 계
빈 도	84	21	25	22	152
백분율(%)	55.3	13.8	14.5	16.4	100.0

표 20. 농약 살포 시기 결정

구 분	발견 즉시	주기적으로	기 타	합 계
빈 도	73	45	9	127
백분율(%)	57.5	35.4	7.1	100.0

표 21. 작물 재배시 가장 어려운 점

구 분	가격 불안정	병해충 발생	재배지식부족	합 계
빈 도	91	41	13	145
백분율(%)	62.8	28.3	8.9	100.0

표 22. 부적합 농산물 검출 원인 추정

구 분	등록 농약 없음	안전사용기준 미이행	정부 규제 강화	합 계
빈 도	45	54	21	120
백분율(%)	37.5	45.0	17.5	100.0

표 23. 부적합 농산물 검출 경험

구 분	경험 없음	경험 있음	합 계
빈 도	71	36	107
백분율(%)	66.4	33.6	100

표 24. 친환경 자재 사용 여부

구 분	사용함	사용안함	합 계
빈 도	70	64	134
백분율(%)	52.2	47.8	100

표 25. 정부로 부터의 지원 희망 분야

구 분	천적비 지원	친환경자재지원	병해충 안내책자	합 계
빈 도	24	60	55	139
백분율(%)	17.3	43.2	39.5	100.0

4. 적 요

경기도내 시설업채류에 대한 병해충을 정밀 조사하여 작물별 발생시기, 발생장소, 피해정도에 대한 정보를 제공하고 주요 문제병해충에 대한 방제법을 제공하고자 2007년부터 2009년까지 3년간 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 시설상추 균핵병 등 11.작물에 대하여 43종의 병해를 조사하였고, 그 중 근대 노균병, 케일 흰가루병, 점균병, 겨자채 흰가루병, 들깨 노균병, 르플라 노균병, 바질 둥근무늬병의 미기록 병해 7종을 조사하였다.
- 나. 동절기에는 엽채류 균핵병, 하절기에는 상추 시들음병, 가을작기에는 근대 노균병 등이 피해가 많은 병해로 조사되었다.
- 다. 박과류 시들증상 피해는 오산, 평택, 용인 지역 오이와 호박의 시설재배지에서 5월과 8월에 피해가 많아 병원균을 분리하여 균학적 특성을 조사한 결과 *Fusarium solani* 로 동정하였다.
- 라. 상추 시들음병은 잎의 황화, 시들, 위축증상을 보이며, 생육이 저조하였고 도관부 갈변이 가장 큰 특징이었다. 시들음병에 대한 품종별 저항성 정도를 조사한 결과 “선풍2호”등 4품종이 매우 감수성이었으며, “미홍적측면”, “진자측면”, “뚝섬적측면”, “화홍적측면”이 중도저항성이었다.

- 마. 시설상추 등 11작물에 대하여 상추 민달팽이 등 64종의 해충에 대한 각 시기별 피해정도를 조사하였다.
- 바. 온도가 낮은 봄은 주로 달팽이류가 발생하였고 점차 배추좀나방, 벼룩잎벌레의 피해가 많았고, 고온기인 여름에는 총채벌레와 점박이응애, 가을에는 담배거세미나방, 과밤나방 등의 피해가 증가하였다.
- 사. 글리포세이트 살포 시 2,000배 희석농도까지는 고추가 고사하였으나, 20,000배 희석농도에서 신초 부분이 가늘어지고 생육이 저해되는 약해가 나타났다.
- 아. 작물에 대한 글리포세이트 약해는 고추, 토마토, 가지, 호박 등에서 주로 잎이 가늘어지고 신초생육이 저해되는 피해증상이 나타났다.
- 자. 유향함유 살균제의 약해는 3일후부터 잎 가장자리의 갈변으로 시작되어 점차 전체적으로 갈변되어 낙엽이 되었다.
- 차. 농가 피해사례는 주로 고온기에 잎에 반점, 고사 증상이 관찰되었고 황 함유 친환경자재에서도 약해증상이 조사되었다.
- 카. 엽채류 농가 설문 조사 결과 약 70%의 시설 채소 농가가 3년 이상 연작 재배하였고, 재배 시 병해충 문제가 아주 심각하다고 대답하는 농민이 41.4%로 조사되었다.
- 타. 농약 방제 횟수가 많은 병해는 노균병>흰가루병>균핵병 순이었고, 방제 횟수가 많은 해충은 나방류>진딧물>총채벌레 순이었다.
- 파. 농약 살포에 관한 정보 입수처는 농약상이 55.3%로 가장 많았고, 살포시기는 주로 발견 즉시 살포하는 예찰 방제를 실시하였다.
- 하. 금후 정부로부터 지원을 희망하는 분야는 친환경자재의 지원과 병해충에 대한 상세한 안내책자를 희망하였다.

5. 인용문헌

- Byford W. J., 1967. Host specialization of *Peronospora farinosa* on Beta, Spinacia and Chenopodium. Transactions of the British Mycological Society 50: 603-607.
- Blancard, D., Lot, H., and Maisonneuve, B. 2006. Diseases of lettuce and related salad crops, observation, biology, and control. Academic Press.
- Champaco, E. R., and Martyn, R. D. 1993. Comparison of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* as causal agents of fruit rot and root rot of muskmelon. Hort Science 25: 1174-1177.
- Elmer, W. H., Covert, S. F., and O'Donnell. K. 2007. Investigation of an outbreak of *Fusarium* and fruit rot of pumpkin within United States. Plant Dis. 91:1142-1146.
- 한국작물보호협회. 2009. 농약사용지침서.

Kim, J. Y., Choi, Y. J. and Shin, H. D. 2010. Downy mildew caused by *Peronospora farinosa* f. sp. *betae* newly reported on Swiss chard in Korea. *Plant Pathology* 59: 405.

김영철, 박동금, 이관호, 서명훈, 윤형권, 서태철, 최기영. 2003. 엽채류재배(표준영농교본).

Michael, D. R., Krishna, V. S., Richard, N. R., and Edward, A. K. 2002. Compendium of lettuce diseases. APS Press. The American Phytopathological Society.

농림부. 2008. 농약안전사용 실무교육.

농림수산식품부, 2009. 2008 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적.

Pavlou, G. C., Vakalounakis, D. J., and Ligoxigakis, E. K. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerium*, by grafting onto resistant rootstocks. *Plant Dis.* 86:37-39.

Persley, D. 1994. Diseases of vegetables crops. Department of primary industries, Queensland.

6. 연구결과 활용제목

- 오이, 호박 시들음증상 원인구명 및 시들음병 진단요령('07, 영농활용)
- 상추시들음병 진단요령 및 품종저항성('07, 영농활용)
- 시설엽채류의 새로운 병해 발생 및 방제방법('08, 영농활용)
- 시설상추 문제병해충 진단요령 및 발생양상, 방제법('08, 영농활용)
- 경기지역 시설엽채류의 시기별 주요 병해충('09, 영농활용)
- 글리포세이트 함유 식물전멸제초제 약해증상과 사용상 주의점('09, 영농활용)
- 고온기 유허성분함유 살균제 및 농자재를 사용할 때 주의할 사항('09, 영농활용)
- *Fusarium solani* 에 의한 새로운 박과류 시들음병 발생 ('08, 식물병리학회발표)
- An unnamed *Hyaloperonospora* sp. caused downy mildew on arugula in Korea('09, New disease reporter 발표)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
						'07	08	09	
시설채소 문제 병해충 실태 조사 및 방제법 연구	책임자	농업기술원 환경농업연구과	농업연구사	김진영	세부과제총괄	○	○	○	
	공동연구자	"	농업연구사	이진구	해충조사	○	○	○	
		"	"	"	홍순성	병 조사	○	○	○
		"	"	"	이현주	설문조사	○	○	○
		"	농업연구관	한영희	기상분석	○	○	○	
"	"	"	김성기	종합분석	○	○	○		