

과제구분	어젠더	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
기후변화에 따른 돌발 및 외래 병해충 확산방지 기술 개발		작물보호	'15~'18	농업기술원 환경농업연구과	이현주
원예작물 신문제 바이러스 발생 생태 연구		작물보호	'15~'18	농업기술원 환경농업연구과	이현주
색인용어	원예작물, 토마토, 고추, 국가관리 바이러스				

ABSTRACT

We surveyed the *Tomato yellow leaf curl virus*(TYLCV) and *Tomato spotted wilt virus*(TSWV) in tomato plants, TSWV and *Beet western yellows virus*(BBWV) in Pepper in Gyeonggi-Do, Korea from 2015 to 2018. In field survey, TYLCV disease was spreaded widely in tomato growing area and caused severe income loss. In Gyeonggi-do Province, TYLCV was occurred at Pyeongtaek area from 2015, and in 2016 it spread to other areas and the incidence rate was ranged from 10 to 100%. TSWV caused serious damage to the pepper from 2016 to 2017. Other crops (Hoya, Cymbidium, lettuce, spinach and chrysanthemum) were also seriously damaged by TSWV. We conducted field survey of horticultural crops including tomato, passion fruit, etc. about 12 species of national management viruses. As results of infection survey(*Euphorbia leaf curl virus*(EuLCV), *East Asian Passiflora virus*(EAPV), *Papaya leaf curl virus*(PaLCuV), we confirmed that multiple infection, at least more than two species, occurred in passion fruit. In chinese cabbage, *Turnip yellow mosaic virus*(TYMV) was not detected, but occurrence of *Turnip mosaic virus*(TuMV) was observed. Especially, two different Aphid-borne virus, *Cucurbit aphid-borne yellows virus*(CABYV) and *Zucchini yellow mosaic virus*(ZYMV), provided severe damages to cucumber and green pumpkin from 2016 to 2017.

Key words : Horticultural crop, National management viruses, Pepper, Tomato

1. 연구목표

최근 기상변화와 재배법 변천, 종자 생산 기술, 농산물의 국가간 교역 등이 증가함에 따라 농작물의 병해 발생 양상이 변화하고 있다. 특히, 국내에 발생하지 않았던 새로운 병해의 발생은 방제에 대한 초기 대응 미흡으로 인하여 농업현장에서 심각한 문제를 초래하고 있다. 세계교역이 급속히 진행됨에 따라서 국내에 발생하지 않았던 바이러스들이 꽃노랑총채벌레, 담배가루이와 같은 매개충의 유입 또는 바이러스에 오염된 종자로 인하여 국내에 처음으로 발생하기 시작하여 큰 피해를 입히고 있다. 특히, 토마토황화잎말림바이러스(*Tomato yellow leaf curl virus* : TYLCV)는 2008년 경남 통영, 거제, 제주, 전북 익산 등에서 발생하여 중요한 문제 바이러스로 대두되기 하여 2009년에는 경상남도 등 전국적으로 22개 시·군으로 확산 발생하였다(Ji 등, 2008, Kim 등 2011). TYLCV는 국가관리 대상바이러스로 지정되어 운영되고 있으며, 발생한 농가의 긴급방제로 피해확산을 방제하고 있는 중요 바이러스로서 우리나라에서는 2008년 이후로 연구가 많이 이루어지고 있다. 토마토반점위조바이러스(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)는 우리나라에서는 2003년 충남 예산 지역 파프리카 재배농가의 파프리카 1주에서 TSWV의 발생이 처음 확인 되었고(Kim 등, 2004), 그 후 2004년 경기도 안양 지역에서 토마토 등 주요 작물에 대발생 하였으며(Cho 등, 2005), 2009년까지 전국 23개 시군에 확산되었다(Choi 등, 2010). 경기도내에 문제되고 있는 바이러스에 대한 모니터링과 조사를 통해 바이러스병의 발생 시기 등 발생 생태, 기주범위, 저항성 품종 및 재배 양식 등 대발생의 상관관계를 구명함으로써 종합적인 관리대책을 수립을 위한 기초자료가 필요하다.

또한, 본 연구에서는 국가관리 바이러스로 지정된 12종(사탕무황화바이러스(*Beet western yellows virus*, BWYV), 토마토퇴록바이러스(*Tomato chlorosis virus*, ToCV) 및 토마토황화잎말림바이러스 (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV), 박과진딧물매개황화바이러스(*Cucurbit aphid-borne yellows virus*, CABYV), 등대풀잎말림바이러스(*Euphorbia leaf curl virus*, EuLCV), 동아시아시계초바이러스(*East Asian Passiflora virus*, EAPV), 봉선화 괴저반점바이러스(*Impatiens necrotic spot virus*, INSV), 파파야잎말림바이러스(*Papaya leaf curl virus*, PaLCuV), 질경이모자이크포텍스바이러스(*Plantago asiatica mosaic virus*, PIAMV), 토마토덤불위축바이러스(*Tomato bushy stunt virus*, TBSV), 토마토반점위조바이러스(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV), 순무황화모자이크바이러스(*Turnip yellow mosaic virus*, TYMV)에 대한 경기지역의 발생실태 모니터링이 수행 되었다.

2. 재료 및 방법

가. 원예작물 주요 바이러스 조사 및 진단매뉴얼 개발

경기도내 고추와 토마토 주산지를 중심으로 최근 문제가 되고 피해를 주고 있는 토마토 반점위조바이러스(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV), 토마토황화잎말림바이러스 (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) 등 주요 바이러스에 대하여 2015년부터 2018년까지 조사하였다. 먼저, 재배 포장조사를 통해 바이러스의 전형적인 증상인 황화, 잎말림, 엽맥괴사를 육안으로 조사한 후 바이러스 의심주 및 무작위로 잎을 채취하여 핵산을 분리한 다음 유전자 진단을 실시하였다. 채집한 시료는 -70°C 초저온 냉동고에 보관하여 사용하였으며, 핵산은 매뉴얼 및 키트로 분리한 다음 -20°C 냉동고에 보관하여 각각의 특이 프라이머를 이용하여 PCR을 실시하였다.

나. 도내 유입 예상 바이러스 조사 분석

경기지역 국가관리 바이러스 조사를 위해 사탕무황화바이러스(BWYV), 토마토틀록바이러스(ToCV) 및 토마토황화잎말림바이러스 (TYLCV), 박과진딧물매개황화바이러스(CABYV), 등 대풀잎말림바이러스(EuLCV), 동아시아시계초바이러스(EAPV), 봉선화괴저반점바이러스(INSV), 파파야잎말림바이러스(PaLCuV), 질경이모자이크포텍스바이러스(PIAMV), 토마토덤불위축바이러스(TBSV), 토마토반점위조바이러스(TSWV), 순무황화모자이크바이러스(TYMV)를 대상으로 2015년부터 2018년까지 4년간 조사하였다. 조사대상 바이러스와 기주는 경기지역에서 많이 재배하고 있는 작물을 중심으로 실시하였으며, 재배하지 않는 작물은 조사대상에서 제외하였다. 작물별로 황화, 잎말림 등 바이러스의 전형적인 증상을 육안으로 조사한 후 바이러스 의심주의 잎을 채취하여 핵산을 분리한 다음 유전자 진단을 실시하였다. 채집한 시료는 -70°C 초저온 냉동고에 보관하여 사용하였으며, 핵산은 매뉴얼 및 키트로 분리한 다음 -20°C 냉동고에 보관하여 표 1의 프라이머를 이용하여 PCR을 실시하였다.

한편, 경기도내에서 재배되고 있는 시설작물들에 대해 고양, 평택 등 주요 재배단지를 중심으로 현재까지 보고되지 않은 바이러스 발생에 대한 조사를 실시하였으며, 바이러스 병이 의심되는 증상들에 대해 시료를 채취한 후, RT-PCR 진단법을 이용하여 바이러스 감염여부에 대해 확인하였다.

표 1. 국가관리 바이러스 진단에 사용된 프라이머

Virus	Primers	Sequences(5'→3')	Size (bp)
BWYV	BWYV 95F	CGA ATC TTG AAC ACA GCA GAG	690
	BWYV 784R	TGT GGG ATC TTG AAG GAT AGG	
CABYV	CABYV u3535	GCT AGA AAT CAA AAT GCA GGG AGG CG	271
	CABYV d3806	AGT ATT CCA GAG CTG AAT GCT GGG	
EuLCV	EuLCV-F	AGT GGT CCC CCC TCC MCT AAC	342
	EuLCV-R	CAG CCT CCG TCG AAC CTT CG	
EAPV	EAPV-F1	GCA CT TCA CCA AAT GTT AAT GGC AC	476
	EAPV-R1	AAA ACG AGA AAG CAA CTG TGG TCG	
INSV	INSV 1F	ATC AAT AGT AGC ATT AAA CAT	800
	INSV 1R	GAC TCA ATC TGA TTC CTT AGA	
PaLCuV	PaLCuV-7F	CGT TTG GTA CTC CCC AAG A	254
	PaLCuV-7R	CAA CAG CAA AGC ATT CTC AGT	
PIAMV	PIAMV Li 2F	AAC TCT CCA CCA TGG CAC T	339
	PIAMV Li 2R	AGA GTC TTG CGT TCC AGA TG	
TBSV	TBSV 2-F	AGG TAT GTT GAC AGG GAT GTC	898
	TBSV 2-R	TTG CCA GGG TAC ATG GCC CTG	
ToCV	ToCV-M-4F	AGA AGA TCC GCG CTA ATG CTA A	479
	ToCV-M-4R	GGT CAT CTT CCC AAA CAC GA	
TSWV	TSWV 6F	GAG ATT CTC AGA ATT CCC AGT	459
	TSWV 6R	AGA GCA ATC GTG TCA ATT TTA TTC	
	TSWV 777F	ATGCTAAGGTTAAGCTCAC	777
	TSWV 777R	TCAAGCAAGTTCTGCGAGTT	
TYLCV	tylcv 1f	GTC AAC CAA TCA AAT TGC ATC CTC AA	712
	tylcv 1-2r	GTC CAA AAT CCA TTG GGC	
TYMV	TYMV N10	TTT CCA CCC TCA CCA CCT TCT ACC	304
	TYMV C20	TGA GCG GTG ATG GAG ATG AGG AGT	

3. 결과 및 고찰

가. 원예작물 주요 바이러스 조사 및 진단매뉴얼 개발

(1) 토마토

(가) 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV)

토마토 주산단지인 평택, 광주 등에서 2015년부터 2018년까지 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV)에 대한 모니터링을 진행한 결과 2015년 평택 진위지역에서 발생이 확인된 이후 2016년 이천, 안성, 광주 지역으로 확대되었으며, 발생지의 발병률은 매년 증가하는 추세였다. 지역별 발생시기는 대부분의 경우 7월 이후 정식한 가을 재배 시 주로 문제가 되었고

(표 2), 발생한 품종은 호영, 슈퍼도태랑 등 TYLCV 감수성 품종뿐만 아니라 TY티니, TY티아라 등 저항성 품종에서도 발생이 확인되었다(표 3, 그림 1).

표 2. 경기 지역 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV) 발생실태(2015~2016)

조사 년도	조사 시기	조사지역	조사 포장수	발생 포장수	발병률 (%)	담배가루이 밀도(%) ¹⁾	품 종
2015	2.24	평택 진위	6	1	10.0	소	TY티니
	3. 3	안산 수암	2	0	-		도태랑플러스
	3. 4	광주 퇴촌	2	0	-		호영
	4. 6	광주 퇴촌	8	0	-		슈퍼도태랑 도태랑다이아
	4. 10	평택 진위	2	0	-		TY 센스Q
	4. 29	광주 퇴촌	23	0	-		슈퍼도태랑 마스카라
	5. 12	시흥 논곡	7	0	-		호영, 미니찰 슈퍼도태랑
	7. 13	평택 진위	1	1	100	심	TY티아라
2016	2.23	광주 퇴촌	6	0	-	-	베로키아, 도태랑다이아, 슈퍼도태랑
	2.24	평택 진위	4	1	20<	심	TY티아라,호영
	3. 9	화성 동탄	1	0	-	-	도태랑다이아
	3.22	평택 진위	1	0	-	-	미니찰
	4.28	화성 우정	3	0	-	-	TY 센스Q
	7.13	평택 진위	1	0	-	-	TY티아라
	8. 4	이천 마장	2	1	10	소	-
	8.23	안산	1	1	5~10	소	-
	9.29	광주 퇴촌	5	3	0.1~5	다	도태랑다이아 슈퍼탑
	10.27	안성 미양	2	1	30	소	유니콘

표 3. 경기 지역 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV) 발생실태(2017~2018)

조사 년도	조사 시기	조사지역	재배면적(m ²)	발병률(%)	품 종
2017	3. 21	화성 서신	49,580	1	유럽종
	8. 2	이천 백사	900	90	도태랑
	8. 3	평택 서탄	2,970	30	TY티니
	8. 7	광주 퇴촌	660	10	도태랑
	"	"	3,300	70	슈퍼탑
	8. 25	평택 서탄	6,600	20	TY유니콘
	"	"	2,310	10	TY만드리노
	9. 12	고양 일산서구	2,640	1	미니찰
	11.6	광주 퇴촌	1,650	15~60	-
	"	"	2,480	70~100	데프니
	11.7	파주 조리	26,440	30	흑대추, TY계통
2018	8. 9	광주 퇴촌	2,300	3	
	8.13	광주 퇴촌	3,300	1~10	메가톤
	"	"	300	4~5	슈퍼탑
	"	"	180	10~10	
	"	"	1,150	10~50	
	"	"	3,300	35~50	아모스(TY)
	10.23	이천 모가	600	30	슈퍼도태랑
	11. 7	광주 퇴촌	3,300	1~10	메가톤
	"	"	990	100	
	"	"	660	100	
	"	"	330	10	
	"	"	500	100	
"	"	1,150	100		

* 육안검정 및 채집시료 PCR 검정

* 50엽당 담배가루이 수 : 무 0, 소 1~10, 중 11~50, 다 51~100, 심 101~500



그림 1. 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV) 발생포장

(나) 토마토반점위조바이러스(TSWV)

경기지역 토마토반점위조바이러스에 대한 발생 여부를 조사한 결과 2015년 안양 등 3개 지역에서 발생이 확인 된 이후 2016년 평택, 수원 등 경기남부 지역에서 0.1%부터 최대 50%의 발생이 확인되었으며, 2017년에는 가평, 파주, 양주 등 경기북부 지역까지 발생이 확대 되었다. 반면, 2018년에는 전년대비 발생지역은 감소하였으나 여주지역에서 발생이 확인되었다 (표 4).

표 4. 경기 지역 토마토반점위조바이러스(TSWV) 발생실태(2015~2018)

조사년도	조사시기	발생지역	조사면적 (m ²)	발병률 (%)	품 종
2015	8. 7	안양	6,600	10.0	-
	8. 10	화성	660	0.1	-
	5. 12	시흥	330	10	-
2016	2. 24	평택	19,830	-	호용, TY-티아라, teen
	3. 9	화성 동탄	5,950	0.1	도태랑다이아
	3. 22	평택 진위	5,000	0.1	미니찰
	3. 28	평택 진위	1,000	-	호용
	4. 26	화성 우정	500	1	-
	4. 28	평택 진위	5,000	3	미니찰
	7. 4	평택 진위	1,000	10	호용
	7. 6	수원 입북	330	50	-
	7. 27	광주 남종	330	0.1	-
	10. 18	평택 진위	1,000	5	오마이플러스
2017	2. 2	화성 우정읍	1,650	10	다이아
	3. 1	양주 남면	1,300	1	베조닉스
	3. 20	안산 상록구	1,000	10	-
	5. 25	파주 조리읍	800	10	대추
	5. 31	가평 상면	990	1	서광/포세이돈
	6. 1	포천	3,960	5	유레카
	8. 29	수원 입북동	990	10	-
	2018	5. 14	평택 서탄면	1,300	15
5. 15		안양 동안구	1,000	10	-
6. 2		여주 여주읍	250	2.5	슈퍼도태랑

(다) 토마토틀록바이러스(ToCV)

경기지역 토마토틀록바이러스에 대한 발생 여부를 조사한 결과 2015년 화성에서 처음으로 발생을 확인하였으며, 2016년 평택, 2017년과 2018년 광주, 파주, 포천 등으로 발생지역이 확대되었으며 최대 100% 발생하였다(그림 2). 또한, 바이러스 발생 시기는 봄, 가을재배에 상관없이 발생하였으며 다양한 품종에서 발생이 확인되었다(표 5).

표 5. 경기 지역 토마토틀록바이러스(ToCV) 발생실태(2015~2018)

조사년도	조사시기	조사지역	면적(m ²)	발병률(%)	품 종
2015	4. 6	광주 퇴촌	1,980	0	슈퍼도태랑
		"	3,300	0	슈퍼도태랑
		"	3,300	0	슈퍼도태랑
		"	330	0	슈퍼도태랑
		"	660	0	슈퍼도태랑
		"	660	0	마스카라
	4. 10	평택 진위	6,600	0	호용
		"	3,300	0	호용
		"	6,600	0	TY-teen
		"	3,300	0	TY-티아라
2016	6. 17	화성 기산	198	0.1	슈퍼도태랑
	2. 24	평택 진위	6,600	0	호용
		"	6,600	100	TY-티아라
		"	3,300	0	TY-teen
		"	3,300	0	호용
	4. 28	평택 진위	16,520	1	미니찰
	9. 26	평택 진위	3,300	5~10	유니톤TY
		"	1,980	1	유니톤TY
	10. 18	평택 진위	3,300	30	베네키아220
	2017	3. 21	화성 서신	50,000	1
11. 6		광주 퇴촌면	1,650	15~60	-
11. 6		광주 퇴촌면	2,500	70~100	데프니
11. 7		파주 조리읍	26,400	30	흑대추, TY계통
2018	6. 14	포천 군내면	990	10	케이스타
	7. 5	화성 기산	150	0.5	-
	11. 7	광주 퇴촌면	990	100	

한편, 일부 발생지역에서는 TYLCV와 ToCV의 중복감염에 의한 피해증상을 확인 할 수 있었다(그림 2).



그림 2. TYLCV, ToCV중복감염 피해 증상

(2) 고추

(가) 토마토반점위조바이러스(TSWV)(2015)

경기지역 고추에 발생하는 TSWV에 대해 2015년 포장 순회조사를 실시한 결과 고양 등 8개 지역에서 시설재배지와 노지재배지의 구분없이 전체적으로 발생이 확인되었다(표 6).

표 6. 경기 지역 고추 토마토반점위조바이러스(TSWV) 발생실태(2015)

발생지역	시설재배		노지재배	
	조사면적(ha)	발병률(%)	조사면적(ha)	발병률(%)
고양	1.95	0	0.03	4.0
남양주	0.7	25.7	0.4	12.5
화성	1.4	28.6	6.4	6.3
평택	1.4	0.4	6.1	0.3
김포	1.3	44.1	0.6	52.1
안성	0.1	0	0.7	7.8
포천	0.8	20.0	0.5	27.5
연천	0.6	15.0	-	-

* 조사시기 : 8.7~8. 13 포장순회조사

2016년에는 화성, 평택, 수원, 양주, 연천 지역 등 인접지역에서 발생이 TSWV 발생이 확인되었는데, 지역 내 육묘장과 관련성이 있을 가능성이 있다. 발병률은 10~100%로 대체로 높은 편이었다. 2017년에는 양평, 연천, 가평 등 경기도내 TSWV 발생지역이 더 확대되었다. 한편, 2018년에는 경기도내 발생지역이 양평, 광주 2지역으로 육묘기와 정식초기 발생하였으며 예년대비 현저히 감소하였다(표 7).

표 7. 경기 지역 고추 토마토반점위조바이러스(TSWV) 발생실태(2016~2018)

조사 년도	조사 시기	발생지역	재배면적 (m ²)	발병률 (%)	작물	품 종
2016	4 .21	양주 남면	6,600	50	파프리카	울란도르
	4. 28	화성 우정	6,600	5	고추	-
	5. 11	연천	1,980	1	고추	-
			99	30	고추	남자의 자격
			148	55	고추	"
			198	10	고추	"
	5. 31	평택 진위	50	30	고추	"
			148	1	고추	"
			495	50	고추	-
	6. 3	양주 장흥	660	100	고추	-
6. 17	수원	198	5	파프리카	-	
2017	5. 12	양평 옥천면	250	5	고추	-
	5. 23	화성 향남읍	500	10	파프리카	R2,레드콜
	5. 23	화성 비봉면	100	1	고추	-
	5. 25	연천 차탄리	300	10	고추	-
	5. 30	가평 상면	300	1	고추	빅스타/금광석
	6. 29	수원 입북동	100	5	고추	-
2018	4. 10	양평 지평면	1,500	60	고추	-
	5. 16	광주 곤지암	1,652	5	가지	-

(나) 고추 사탕무황화바이러스(BWYV)

경기지역 고추에 발생하는 BWYV에 대해 2015년부터 2016년까지 2년간 조사한 결과 0.1~2%의 낮은 발병률을 보였으며 품종에 따른 차이점은 없었다(표 9).

표 8. 경기 지역 고추 사탕무황화바이러스(BWYV) 발생실태(2014~2016)

조사 년도	조사 시기	조사지역	조사 포장수	발생 포장수	발병률 (%)	품 종
2015	5. 26	화성 기산	3	0	0	나잘난, 부광, 슈퍼마니따
	6. 8	양평 지평	2	0	0	금강석
	6. 16	여주	2	0	0	-
	6. 25	이천 호법	3	0	0	한살림, 해비치 청양
	7. 12	화성 동탄	1	1	2.0	-
2016	6. 8	양평	6	0	0	PR스마트, 무한질주
	6. 10	이천	3	0	0	싹쓸이
	6. 10	이천	6	1	0.1	싹쓸이, 행복
	6. 17	화성	3	0	0	강인한, 빅스타, 슈퍼마니따
	8. 3	양평	9	0	0	PR스마트, 무한질주
	8. 4	이천	9	0	0	싹쓸이, 행복
	8. 10	화성	3	0	0	강인한, 빅스타, 슈퍼마니따

나. 도내 유입 예상 바이러스 조사 분석

(1) 토마토반점위조바이러스(TSWV)

(가) 호야

경기 고양지역의 호야를 주로 재배하는 농가에서 호야 잎에 원형반점 증상과 함께 잎이 황화 갈변되며 조직이 괴사하는 피해 증상을 보여 토마토반점위조바이러스(TSWV)와 봉숭아 괴저반점바이러스(INSV) 감염에 대해 PCR검정을 한 결과 검사한 시료 모두 TSWV의 감염 증상을 확인하였다(표 9, 그림 3). 국내 호야에서 처음으로 TSWV의 발생을 확인하였다.

표 9. 경기 지역 호야 토마토반점위조바이러스(TSWV) 발생실태(2016~2017)

조사 년도	조사 시기	조사지역	조사 포장수	면적(m ²)	발병률(%)	검출바이러스
2016	7. 25	고양	1	990	50<	TSWV
	8. 17	고양 식사	1	990	100	TSWV
	8. 17	고양 오금	5	5,000	50~100	TSWV
2017	5. 17	고양	1	1,650	5	TSWV



잎 황화 갈변 고사증상

잎 표피 조직 괴사증상

하트호야 원형반점 증상

그림 3. 호야 TSWV 감염 피해 증상

(나) 국화

경기도내 안성 등 5개 지역의 국화재배 농가에서 줄기가 검게 마르며, 잎에 윤문증상과 함께 괴저 증상의 피해가 보고되었다(그림 4). 2016년과 2017년 TSWV발생이 국화재배 농가에서 5~20%의 발병률을 보였으며 '16년 이천에서는 TSWV와 유사한 증상으로 국화줄기 괴저바이러스(*Chrysanthemum stem necrosis virus*: CSNV)가 1~5% 발생하였다.(표 10).

표 10. 경기 지역 국화 바이러스 발생실태(2016~2017)

조사 년도	조사 시기	조사 지역	조사 포장수	면적(m ²)	발병률(%)	검출바이러스
2016	5. 1	이천	1	990	1~5	CSNV
	5. 27	안성	1	1,980	10	TSWV
	9. 27	포천	1	990	20	TSWV
2017	5. 29	안성	1	2,310	20	TSWV
	6. 1	양주	1	4,290	5	TSWV
	6. 1	파주	2	5,950	10	TSWV
	8. 30	오산	1	3,300	5	TSWV



그림 4. 국화 TSWV 감염 피해 증상

(다) 상추

상추 재배지에서 생육이 지연되며 잎의 괴저 증상을 보이는 시료에 대해 상추에 발생하는 6종의 바이러스에 대해 RT-PCR 검정 결과 TSWV발생을 확인하였다(표 11).

표 11. 경기지역 상추 바이러스 발생 현황(2018)

조사 년도	발생 시기	발생 지역	발생 포장수	면적 (m ²)	발병률 (%)	바이러스 종류					
						BWYV	CaMV	TSWV	CMV	INSV	TuMV
2018	11. 7	광주 도척	1	1,500	1~3	-	-	+	-	-	-

* BWYV(*Beet western yellow virus*), CaMV(*Cauliflower mosaic virus*), TSWV (*Tomato spotted wilt virus*), INSV(*Inpatiens necrotic spot virus*), TuMV(*Turnip mosaic virus*)

(라) 시금치

경기도 광주지역 시금치 재배지에서 잎에 원형반점을 보이며 생육이 불량한 시금치에 대해 시금치에 발생하는 바이러스 5종에 대해 RT-PCR검정 결과 TSWV에 대한 감염이 확인되었다 (표 12).

표 12. 경기지역 시금치 바이러스 발생 현황(2018)

조사 년도	발생 시기	발생 지역	발생 포장수	면적 (m ²)	발병률 (%)	바이러스 종류				
						CMV	TRV	TSWV	TBSV	TuMV
2018	11. 7	광주 도척	1	300	5	-	-	+	-	-

* TRV(*Tobacco rattle virus*), TBSV(*Tomato bush stunt virus*)

(마) 기타 화훼류

경기도내 재배되고 있는 시설작물 중 황화, 괴저 등의 증상을 보이는 화훼작물에 대해 RT-PCR을 이용한 바이러스 검정결과 호접란과 그라비올라에서 TSWV, 계발선인장에서 Potex virus 검출이 확인되었다(표 13).

표 13. 경기지역 화훼류 바이러스 발생 현황(2018)

조사 년도	발생 시기	발생지역	발생 포장수	면적 (m ²)	발병률 (%)	작물명	검출바이러스
2018	2. 27	용인 기흥	1	1,650	30	호접란	TSWV
	4. 6	용인 기흥	1	150	1<	그라비올라	TSWV
	6. 4	고양	1	300	10	계발선인장	Potex virus
	7. 2	용인 남사	1	1,300	20	호접란	TSWV

(2) 패션후르츠 바이러스병

경기도내 평택지역의 패션후르츠 재배농가를 대상으로 등대풀잎말림바이러스(*Euphobia leaf curl virus*: EuLCV), 동아시아시계초바이러스(*East Asian Passiflora virus*: EAPV), 파파야잎말림바이러스(*Papaya leaf curl virus*: PaLCuV)의 감염여부를 조사한 결과 모든 재배지에서 2종이상의 바이러스가 복합 감염되어 있었다(표 14). 주된 증상으로는 잎의 황화, 모자이크 등의 탈색증상과 잎말림 등의 증상을 보였으며, 과실에는 얼룩형태의 원형 반점 증상을 보였다. 조사한 모든 시료에서 바이러스가 감염된 것으로 확인되었으며 이는 묘의 생산, 유통단계에서 이미 바이러스가 감염된 묘가 유통된 것으로 판단된다.

표 14. 경기 지역 패션후르츠 바이러스 발생현황(2017)

조사 년도	조사 시기	조사지역	포장면적 (m ²)	바이러스 종류		
				EuLCV	EAPV	PaLCuV
2017	9. 4	평택 청북	1,650	+	+	+
		평택 서탄	3,600	+	+	+
		평택 포승1	1,300	+	+	+
		평택 포승2	1,600	+	-	+
		평택 팽성	1,300	+	+	+
	9. 5	화성 서신	330	-	+	+

※ 등대풀잎말림바이러스(EuLCV: *Euphobia leaf curl virus*), 동아시아시계초바이러스(EAPV: *East Asian Passiflora virus*), 파파야잎말림바이러스(PaLCuV: *Papaya leaf curl virus*)

(3) 배추 바이러스병

배추에 황화 위축 증상을 보이는 시료에 대해 TYMV등 3종의 바이러스에 대해 RT-PCR 진단 결과 화성과 포천지역 시료에서 TuMV 검출이 확인되었으며, 국가관리 바이러스인 TYMV에 대한 발생은 확인되지 않았다(표 15).

표 15. 경기지역 배추 바이러스 발생현황(2017~2018)

조사 년도	발생 시기	발생지역	발생 포장수	면적 (m ²)	발병률 (%)	바이러스 종류		
						TYMV	TuMV	CMV
2017	9. 19	평택 오성	1	120	0	-	-	-
2018	10. 4	화성 봉담	1	3,300	2.5	-	+	-
	10. 19	포천 이동	1	1,000	2	-	+	-

* TYMV(*Turnip yellow mosaic virus*), TuMV(*Turnip mosaic virus*)

(4) 박과류 바이러스병

2016년과 2017년 안성, 화성, 연천지역 등에서 오이, 애호박의 박과류에서 ZYMV, CABYV, WMV와 같은 바이러스 피해가 최대 100%의 발생하여 농가에 큰 피해를 주었다(표 16)

표 16. 경기지역 박과류 바이러스 발생현황(2016~2017)

조사 년도	조사 시기	조사 지역	조사 포장수	면적 (m ²)	발병률 (%)	작물	검출바이러스
2016	10. 6	안성	1	990	30	오이	ZYMV
	10. 12	화성	1	198	10	오이	ZYMV
	10. 19	김포		4,950	20~30	애호박	ZYMV, WMV
	10. 28	안성	1	3,300	60~70	오이	CGMMV
2017	5. 25	연천	1	990	1~5	애호박	ZYMV
	6. 9	안성	1	3,300	50<	오이	ZYMV
	6. 29	안성	3	3,300	10~100	오이	ZYMV
	8. 14	용인	1	2,640	30	오이	CABYV, CGMMV
	10. 17	이천	1	2,310	5<	오이	CABYV, WMV2

(5) 블루베리 바이러스병

블루베리의 생육 이상증상을 보이는 잎에 대해 주요 바이러스 6종에 대해 ELISA방법으로 진단한 결과 모든 시료에 대해 바이러스 검출이 없었다(표 17).

표 17. 경기지역 블루베리 바이러스 발생현황(2016)

조사년도	조사시기	조사지역	조사 포장수	면적(m ²)	발병률(%)	검출바이러스
2016	7. 25	수원	1	330	30	-

♪검정 바이러스 BScV(*Blueberry scorch virus*), BlshV(*Blueberry shock virus*), ToRSV(*Tomato ringspot virus*), BLMoV(*Blueberry leafmottle virus*), TRSV(*Tobacco ringspot virus*), BSSV(*Blueberry shoestring virus*)

4. 적 요

원예작물 중 고추와 토마토에 대한 주요 바이러스 조사와 경기도내 국가관리 바이러스 조사에 대한 시험 결과는 다음과 같다.

- 가. 토마토의 주요바이러스인 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV)는 ‘15년 평택지역에서 발생이 확인된 후 화성, 광주 등 발생지역이 확대되었으며, 토마토반점위조바이러스(TSWV)는 ‘16년 화성, 평택 등 경기남부 지역에서 발생이 심하였고, ‘17년 파주, 포천 등 경기 북부지역까지 발생이 확인되었다.
- 나. 고추의 주요바이러스인 토마토반점위조바이러스(TSWV)는 ‘15년부터 ‘16년까지 도내 전 지역에서 발생이 심하였으며, ‘17년 이후 발생지역과 발병률이 다소 감소하였으며, 사탕무황화바이러스(BWYV)는 화성 등 일부지역에서 2%이하의 적은 발병이 확인되었다.
- 다. 도내 국가관리바이러스 12종에 대해 조사한 결과 TSWV는 호야, 호접란과 같은 화훼류에서 국내 처음으로 발생이 확인되었으며 국화 등 화훼류에 대해 진단매뉴얼을 작성하였다. 엽채류 상추와 시금치에 대해서도 TSWV의 발생을 확인하였다.
- 라. 패션후르츠에 대해 등대풀잎말이바이러스(EuLCV), 동아시아시계초바이러스(EAPV), 파파야잎말림바이러스(PaLCuV)에 대해 감염조사 결과 모든 재배지에서 2종 이상의 복합감염을 확인하였다.
- 마. 배추에 대해서는 국가관리바이러스인 순무황화모자이크바이러스(TYMV)에 대한 감염은 확인되지 않았으나 순무모자이크바이러스(TuMV)에 대한 발생이 확인되었다.
- 바. 오이, 애호박 등 박과류의 경우 2016년과 2017년에 박과류진딧물매개황화바이러스(CABYV), 추키니황화모자이크바이러스(ZYMV)와 같은 진딧물매개바이러스의 피해가 심하였으며, 블루베리의 경우 블루베리신발끈바이러스(BSSV) 등 6종의 바이러스에 대해 조사한 결과 발생이 확인되지 않았다.

5. 인용문헌

- Choi, H. S., Lee, S. H., Kim, M. K., Kwak, H. R., Kim, J. S., Cho, J. D. and Choi, G. S. 2010. Occurrence of virus diseases on major crops in 2009. Res. Plant Dis. 16: 1-9.
- Ji, J., Oh, T. K., Lee, H. J., Kim, S. H., Rajangam, U., Kim, S. C., Kim, Y. S. and Choi, C. W. 2008. Molecular characterization of tomato infecting Tobacco leaf curl geminivirus isolated from Jeju island. Res. Plant Dis. 24: 238.
- Kim, J. H., Byeon, Y. W., Choi, M. Y., Ji, C. W., Heo, S. Y., Park, E. M. and Kang, E. J. 2012. Control efficacy of natural enemies on four arthropod pests found in greenhouse hot pepper. Korean J. Appl. Entomol. 51: 83-90.
- Kim, J. H., Choi, G. S., Kim, J. S. and Choi, J. K. 2004. Characteristics of Tomato spotted wilt virus from paprika in Korea. Plant Pathology J. 20: 297-301.
- Kim, J. S., Cho, J. D., Kim, J. Y., Lee, S. H., Chung, B. N. and Kim, J. H. 2006. Occurrence and symptoms of Tomato spotted wilt virus on ornamental plants in Korea. Res. Plant Dis. 12: 148-151.
- Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, H. S., Choi, G. S., Cho, J. D. and Chung, B. N. 2008. Survey of viral diseases occurrence on major crops in 2007. Res. Plant Dis. 14: 1-9.
- Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, H. S., Kim, M. K., Kwak, H. R., Nam, M., Kim, J. S., Choi, G. S., Cho, J. D., Cho, I. S. and Chung, B. N. 2011. Occurrence of virus diseases on major crops in 2010. Res. Plant Dis. 17: 334-341.
- Kim, J. Y., Cho, J. D. J., Kim, J. S., Hong, S. S., Lee, J. G., Choi, G. S. and Lim, J. W. 2009. Reduction of Tomato spotted wilt virus on table tomatoes in greenhouses by soil fumigation. Plant Pathology J. 25: 151-156.

6. 연구결과 활용제목

- 호야 토마토반점위조바이러스병(TSWV) 피해 증상('16 영농활용)
- 국화 토마토반점위조바이러스병(TSWV) 피해 증상('17 영농활용)
- 호접란 토마토반점위조바이러스(TSWV) 피해 증상('18 영농활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
원예작물 신문제 바이러스 발생 생태 연구	책임자	환경농업연구과	농업연구사	이현주	세부과제총괄	'15~'18
	공동연구자	"	농업연구사	이영수	자료조사	'15~'18
		"	"	최종윤	자료조사	'17~'18
		"	농업연구관	이상우	시험자문	'18
"	"	"	홍순성	과제수행자문	'16~'18	