

2006년과 2007년 상주와 구례에서 발생한 오이 바이러스병의 병징 특성

조점덕 · 이종환¹ · 고숙주² · 최홍수³ · 이수현³ · 최국선 · 김정수^{3*}

국립원예특작과학원, ¹경상북도 농업기술원, ²전라남도 농업기술원, ³국립농업과학원

Symptoms of Cucumber Virus Diseases Occurred in Sangju and Gurye in 2006 and 2007

Jeom-Deog Cho, Jung-Hwan Lee¹, Sug-Ju Ko², Hong-Soo Choi³, Su-Heon Lee³,
Gug-Seoun Choi and Jeong-Soo Kim^{3*}

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
R.D.A., Suwon 540-41, Korea

¹Gyeongsangbukdo Agricultural Research & Extension Services, Daegu 702-708, Korea

²Jeollanamdo Agricultural Research & Extension Services, Naju 520-715, Korea

³National Academy of Agricultural Science, R.D.A., Suwon 441-440, Korea

(Received on June 9, 2011; Revised on July 29, 2011; Accepted on July 30, 2011)

Virus diseases occurring on cucumber was surveyed at main plantation areas of ‘Sangju’ and ‘Gurye’ in 2006 and 2007. Viral infection rate on cucumber was ranged from 14% to 90% in fields and the average infection rate was 46% at Sangju area. Cucumber cultivated at Gurye area had viral incidence ranged 9–100% and averaged 48%. The majorly infected viruses were *Cucumber green mottle mosaic virus*, *Zucchini yellow mosaic virus*, *Papaya ring spot virus* and *Watermelon mosaic virus-2*, and their infection rates were 23.5%, 13.0%, 9.0% and 2.0%, respectively in 2006 and 2007. Mixed infection rate of duplex, triplex and tetraplex was 31.5%, 7.5% and 2.5%, respectively. The rate of infection type was 47.7% by single infection, 31.5% by double infection and 88.7% by both infection types. Important viruses involved in mixed infection types were *Zucchini yellow mosaic virus*, *Cucumber green mottle mosaic virus*, *Papaya ring spot virus* and *Broad bean wilt virus2*, orderly. Symptom in single infection was almost same on ‘Dadagi’ line and ‘Chicheong’ line of cucumber cultivars. *Cucumber green mottle mosaic virus* produced various symptoms of chlorotic spot, vein chlorosis and vein wrinkle and so on. Main symptoms of vein chlorosis, and severe mosaic and malformation were induced by *Zucchini yellow mosaic virus*. Mild symptoms were occurred relatively by *Papaya ring spot virus* and *Watermelon mosaic virus2*.

Keywords : Cucumber, Symptoms, Virus

서 론

우리나라 과채류 재배면적은 오이 등 6대 작물의 경우 2009년 54천 ha이며 생산량은 2,355천 M/T으로서 오이가 차지하는 비율은 재배면적 약 9%, 생산량은 약 15%이다(농림통계, 2009). 과채류 중에서 주요 박과 작물인 수박, 참외, 호박, 오이는 2009년 총 재배면적이 42천 ha

의 11.7%이다. 그 중 오이 생산량은 총 생산량 177천 ha로 박과류의 19.9%를 차지하고 있어 다양한 채소작물 종류를 고려할 때 지속적인 중요성을 유지하고 있다. 오이는 식품으로서 독특한 향기를 지녔으며 비타민과 칼슘 등 무기질 공급원으로 언제 어디서나 이용할 수 있는 전천후 식품의 하나이다. 오이 재배면적은 1993년 8,744 ha로 최고 정점을 이룬 이후 지속적으로 감소하여 2009년에는 4,932 ha로 56.4%가 감소하였다. 그러나 생산량의 경우 재배기술, 품종 및 작형의 개발에 따라서 1993년 349천 톤, 2009년 352천 톤으로 비슷한 수준으로 우리나라

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0430, Fax) +82-31-290-0406

Email) kimjsoo@korea.kr

에서 소비되는 오이는 약 360천 톤을 유지하고 있다고 볼 수 있다.

오이 등 주요 박과 작물에 감염되는 바이러스는 오이 모자이크바이러스(*Cucumber mosaic virus*, CMV) 등 총 26속 이상 126종 이상이 보고되어 있다(Brunt 등, 1996).

우리나라 박과 작물에 발생하는 바이러스는 CMV 등 구형 바이러스가 4종, 오이녹반모자이크바이러스(*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) 등 막대형 바이러스가 2종, 파파야원형반점바이러스(*Papaya ring spot virus*, PRSV) 등 사상형 바이러스가 3종으로 모두 9종류이다(한국식물병명목록, 2009). 이 중에서 오이에 발생하는 바이러스는 CMV(Lee, 1981), CGMMV(Ko 등, 2004), 규리 녹반모자이크바이러스(*Kyuri green mottle mosaic virus*, KGMMV) (Ko 등, 2006; Lee 등, 2000), 수박모자이크바이러스(*Watermelon mosaic virus 2*, WMV2) (Ko 등, 2006; Lee, 1981), 쥬키니황화모자이크바이러스(*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) (Lee 등, 2007) 그리고 PRSV(Jin 등, 2009)의 5종류의 바이러스이다. 2007년 Cho 등이 오이에서 보고한 *Zucchini green mottle mosaic virus* (ZGMMV)는 호박에서 발생한 KGMMV-Z 계통(Lee 등, 2000)과 동일한 바이러스의 프라이머를 사용하여 진단하였으므로 본 논문에서는 KGMMV-Z 바이러스로 지칭하고자 한다. 본 연구에서는, 농업현장에서 박과 작물에 발

생 가능성이 높은 총 9종류의 바이러스를 대상으로 조사하였다. 구형 바이러스 3종은 CMV, 멜론괴저반점바이러스(*Melon necrotic spot virus*, MNSV), 잠두위조바이러스(*Broad bean wilt virus2*, BBWV2)를 대상으로 하였으며, 막대형 바이러스는 CGMMV, KGMMV, KGMMV-Z를 대상으로 하였고, 사상형 바이러스는 WMV2, ZYMV, PRSV 3종류를 대상으로 하였다.

우리나라 오이에 발생하는 바이러스병은 피해가 심각하여 농업현장에서 문제가 지속적으로 발생하고 있으나 오이에 감염하여 피해를 입히는 바이러스의 종류와 병징 특성에 대한 연구가 이루어지지 않아 농업현장에서 병징 특성을 파악하기가 어려웠다. 또한, 특히 바이러스에 대한 저항성 품종을 육성하기 위한 기초 자료가 되는 농업현장에서 발생하는 주요 감염 바이러스의 종류와 병징 피해 현황 연구가 미흡하였다. 오이에 발생하는 바이러스의 모니터링을 위하여 대표적인 오이 주산단지인 전남 구례 지역과 경북 상주 지역을 선정하였으며, 두 지역은 모두 비닐하우스에서 연중 재배하며, 구례 지역의 경우 주로 취청계 오이를 주로 재배하고 있으며, 상주 지역의 경우에는 다다기계 오이를 주로 재배하고 있어 대표적인 품종적 특성을 고려하였으며, 두 지역에서 2006년과 2007년에 오이에 발생하는 바이러스의 종류, 병징 특성 및 감염 형태 등을 보고하고자 한다.

Table 1. Specific primers for detection of viruses occurring on cucumber

Genus	Virus species (Primer size)	Primer sequence
Potyvirus	<i>Zucchini yellow mosaic virus</i> (822 bp)	5'-YGACAAAGGGAAAAACAAGGATG-3' 5'-CGGCAGCGAAACGATAACC-3'
	<i>Watermelon mosaic virus 2</i> (708 bp)	5'-CAGCGCAGTTAAAGTTGAATACGA-3' 5'-ATCAGCTATACCCGCAAGAGAAAA-3'
	<i>Papaya ring spot virus</i> (499 bp)	5'-ACGGAACGATGTGTCAACTA-3' 5'-CGCGGCATGTACCTCTCAG-3'
Tobamovirus	<i>Cucumber green mottle mosaic virus</i> (724 bp)	5'-CGC GAT CCT TGG TCT TTA TTT GTG-3' 5'-GGC CGT AGA CGC GTC ATC AGT A-3'
	<i>Kyuri green mottle mosaic virus</i> (513 bp)	5'-CACAACCCGAGGGACTTTTAGAGC-3' 5'-CCGGGTATTTAGGTTGGCAGACG-3'
	<i>Kyuri green mottle mosaic virus -Z</i> (407 bp)	5'-GGC CCA ATC CGC GTA AGA CAA-3' 5'-CCG GGA ACG CCA TCA ATA AGA GTA-3'
Cucumovirus	<i>Cucumber mosaic virus</i> CMV (940 bp)	5'-YASYTTTDRGGTTCAATTCC-3' 5'-GACTGACCATTTTAGCCG-3'
Fabavirus	<i>Broad bean wilt virus 2</i> (654 bp)	5'-AATGAAGTGGTGTCTCAACTACACA-3' 5'-TTTTGGAGCATTCAACCATTTGGA-3'
Carmovirus	<i>Melon necrotic spot virus</i> (1172 bp)	5'-ATGGCGATGGTTAAACGCAT-3' 5'-TAGGCGAGGTAGGCGGTTTCA-3'

재료 및 방법

감염 식물 채집. 전남 구례지역과 경북 상주지역에서 각각 5개 농가의 비닐하우스 20여 동을 지정하여 바이러스병 병징을 육안조사 하였으며, 채집한 시료는 병징을 기록하고 사진 촬영을 한 후 채집한 시료 각각의 시료번호에 따라서 전자현미경 검경, 유전자 진단 및 생물검정을 하였다.

유전자 진단. 유전자 진단은 RT-PCR을 하였으며 감염 식물체에서 전체 핵산을 분리한 후 핵산 추출물을 진단에 이용하였다. 유전자 진단에 대상 바이러스의 종류와 특이 프라이머는 Table 1과 같다. Table에서 KGMMV 프라이머는 KGMMV의 -C, -Y, -Z의 모든 계통에 특이적인 프라이머이다.

RT-PCR 조건은 48°C, 45분; (94°C, 2분; 94°C, 30초; 50°C, 30초; 72°C, 90초) 35회; 72°C, 7분이었다(Cho 등, 2006). 증폭된 생산물은 염색을 위해 1.2% agarose gel에 10 ul/100 ml의 SafeView™를 넣어 굳혀서 100 V 전압에서 40분 전기영동한 후 자외선을 조사하여 관찰 하였다(Cho 등, 2005).

전자현미경 검경. 투과전자현미경(Zeiss 906E, 80KV)을 이용하여 바이러스를 검경하였다. 막을 입힌 그리드 위에 2% phosphotungstate 염색액을 한 방울 올려놓고 채집한 시료를 1×3 mm의 크기로 잘라서 염색액에 약 3초 동안 2-3번 담근 후 여과지로 염색액을 빨아 들인 다음 건조시켜서 바이러스 입자를 관찰하는 Quick-dip 방법으로 검경하였다.

생물검정. PRSV의 순수분리는 RT-PCR 진단에서 감염을 확인한 오이 시료를 최고봉 주키니 호박(농우바이오)을 이용하여 CGMMV를 제거시킨 후 담배(*Nicotiana tabacum* 'Ky-57')를 이용하여 ZYMV를 제거시켰으며 단일 국부 병반을 분리하고 난 다음 오이에 증식하여 순수 분리주로 이용하였다. ZYMV는 주키니 호박(*Cucurbita pepo* L.)을 이용하여 CGMMV를 제거시킨 후 천일홍(*Gomphrena globosa*)을 이용하여 단일 국부 병반을 분리하고 난 다음 오이에 증식하여 순수 분리주로 이용하였다. BBWV2는 주키니 호박과 흰 명아주(*Chenopodium quinoa*)를 이용하여 CGMMV와 ZYMV, PRSV를 제거시킨 후 흰 명아주 상엽을 이용하여 오이에 증식하여 순수 분리주로 사용하였다. 각각의 순수 분리주는 CMV 등 RT-PCR에 이용한 9종의 바이러스에 대하여 유전자 진단과 전자현미경 검경을 한 후 최종 분리주로 사용하였다. 생물검정은 두 종류의 명아주, 박과 작물, 담배 등의 지표 식물을 이용하여 유묘 검정법으로 병원성 비교를 하였다.

Table 2. Symptoms and occurrence of virus disease on cucumber at the main production areas of Sangju and Gurye

Area investigated	Major symptoms ^a	% average occurrence (Range)
Sangju	VB, SM	46 (14-90)
Gurye	VB, LMal, FMal	48 (9-100)

^aVB; Vein banding, SM; Severe mosaic, Mal; Leaf Malformation, FMal; Fruit malformation.

결 과

바이러스 감염률. 농가 포장에서 2006년과 2007년에 육안 조사한 결과(Table 2), 경상북도 상주 지역 오이의 병징 발생률은 농가 포장에 따라서 14%에서 90%로 매우 차이가 심하였으며 평균 발생률은 46%이었다. 전라남도 구례 지역의 병징 발생률도 농가 포장에 따라서 9%에서 100%로 매우 차이가 컸으며 평균 발생률은 48%이었다. 대표적인 오이 주산단지인 상주 지역과 구례 지역의 바이러스 평균 발생률은 46%와 48%로 비슷하였다. 우리나라 박과 작물에 발생하는 주요 바이러스인 9종의 바이러스 중에서 2006년과 2007년 상주와 구례지역 오이에 발생하는 바이러스는 총 6종으로 CGMMV, ZYMV, PRSV, WMV2, BBWV2, KGMMV이었다.

생물검정. 오이에서 새로 분리한 바이러스인 ZYMV, PRSV, BBWV2에 대하여 병원성 검정 결과(Table 3), ZYMV와 PRSV는 두 종류의 명아주(*C. amaranticolor*, *C. quinoa*)에 국부 감염이었으나 BBWV2는 전신 감염이었다. 참외에서는 ZYMV와 PRSV는 전신감염이었으나 BBWV2는 무 감염이었다.

바이러스 진단 및 감염형태. 상주 지역과 구례 지역에서 채집한 124개의 시료에 대하여 바이러스 감염여부를 진단한 결과 92.7%의 시료는 CGMMV 등의 바이러스에 단독 및 복합감염 되었으나 7.3%의 시료는 바이러스에 의한 유사 증상을 보였으나 감염이 확인되지 않았다(Table 4). 채집한 오이에 감염된 바이러스의 종류와 감염 형태는 Table 5에서 보는 바와 같다. CGMMV, ZYMV, PRSV와 WMV2로 4종류의 바이러스는 단독감염, BBWV2와 KGMMV는 복합감염 형태로 발생하였으며, 모두 6종의 바이러스가 단독 및 복합감염 형태로 발생하였으나 CMV는 발생하지 않았다. 2006년과 2007년의 평균 감염률을 보면 단독감염의 경우 ZYMV가 23.5%로 가장 많이 발생하고 있었으며, PRSV가 13.0%, CGMMV가 9.0%, WMV2가 2.0% 순서로 발생하였다. 복합감염의 경우에는 2종 바이러스 복합감염이 31.5%, 3종 복합감염이 7.5%,

Table 3. Biological test for *Zucchini yellow mosaic virus*, *Papaya ring spot virus* and *Broad bean wilt virus2* from cucumber by mechanical inoculation

Indicator	Reactions ^a for the viruses ^b of		
	ZYMV	PRSV	BBWV-2
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	NL/-	NL/-	CS/M, MAL
<i>Chenopodium quinoa</i>	NL/-	NL/-	CS/CS, SN
<i>Cucumis melo</i>	CS/VC, M, MAL	-/VB	-/-
<i>Cucumis sativus</i>	+/M, Y	+/+	+/+
<i>Cucurbita pepo</i>	CS/VY, M, MAL	*	*
<i>Gomphrena globosa</i>	CL/-	-/-	*
<i>Pisum sativum</i>	S	-/-	NS/M
<i>Nicotiana glutinosa</i>	-/VC	-/-	*
<i>Nicotiana clevelandii</i>	NS/NS, Y	-/-	*

^aNL, necrotic local; NS, necrotic spot; CL, chlorotic local; MAL, malformation; M, mosaic; VC, vein clearing; CS, chlorotic spot; SN, stem necrosis; VB, vein banding; S, susceptible; +, symptomless infection; - non infection; *, not tested; inoculated leaf/upper leaf.

^bThe viruses were diagnosed by RT-PCR and electron microscopy. ZYMV (*Zucchini yellow mosaic virus*), PRSV (*Papaya ring spot virus*), BBWV2 (*Broad bean wilt virus-2*).

Table 4. Detection rate of cucumber leaves and fruits collected at the main production areas of Sangju and Gurye

Area collected	No. of specimens		
	Tested ^a	Infected (%)	Undetected (%)
Sangju	70	66 (94.3)	4 (5.7)
Gurye	54	49 (90.7)	5 (9.3)
Total	124	115 (92.7)	9 (7.3)

^aVirus infection was judged by RT-PCR, electron microscopy and biological tests.

Table 5. Kinds of viruses and their infection types occurred on cucumber

Virus ^a	% infection ^b in		
	2006	2007	Average
CGMMV	18.0	0.0	9.0
ZYMV	18.0	29.0	23.5
PRSV	0.0	26.0	13.0
WMV2	0.0	4.0	2.0
CGMMV+ZYMV	36.0	0.0	18.0
CGMMV+PRSV	4.0	0.0	2.0
ZYMV+BBWV2	4.0	0.0	2.0
ZYMV+PRSV	0.0	15.0	7.5
ZYMV+WMV2	0.0	4.0	2.0
CGMMV+ZYMV+BBWV2	4.0	0.0	2.0
CGMMV+ZYMV+PRSV	11.0	0.0	5.5
CGMMV+ZYMV+PRSV+KGMMV	4.0	0.0	2.0

^aSix viruses infecting *Cucurbitaceae* were detected as 3 potyviruses; *Zucchini yellow mosaic virus*, *Watermelon mosaic virus 2* and *Papaya ring spot virus*, 2 tobamovirus; *Cucumber green mottle mosaic virus* and *Kyuri green mottle mosaic virus*, and 1 isometric viruses; *Broad bean wilt virus 2*.

^bVirus infection was judged by RT-PCR from the cucumber leaves and fruits of 124 specimens (71 collected at Sangju and 53 at Gurye).

4종 복합감염이 2.0% 발생하였다. 오이에 발생하고 있는 바이러스 감염형태는 단독감염과 2종 복합감염이 각각 47.7%와 31.5%로 총 88.7%로 대부분을 차지하였다.

오이에 발생한 바이러스의 복합감염 형태별 바이러스의 중요성을 보면(Table 5) ZYMV가 7개의 복합감염 형태, CGMMV가 5개 형태, PRSV가 4개 형태, BBWV2가 2개의 형태로 오이에 발생하였으므로 ZYMV가 가장 중요한 바이러스이며, CGMMV, PRSV, BBWV2의 순서로 중요함을 알 수 있다. 따라서 상주 지역과 구례 지역의 오이에 가장 피해를 많이 주는 바이러스는 ZYMV와 CGMMV임을 알 수 있다. 진딧물 전염 바이러스의 중요성은 단독감염 시 ZYMV 발생률이 23.5%, PRSV 발생률이 13.0%로 단독감염 발생률이 복합감염 발생 형태에 영향하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 CGMMV의 경우 동일포장임에도 불구하고 2006년에 발생한 포장에 2007년에는 검출되지 않아 단독감염과 복합감염 형태는 재배 년도에 따라서 바이러스의 발생 환경이 매우 다르게 나타나고 있음을 알 수 있다.

CGMMV 단독감염 병징. CGMMV에 단독 감염된 오이 잎과 과일의 병징은 매우 다양하게 발현되었다(Fig. 1). 오이 잎의 주요 병징은 모자이크, 엽맥 퇴색 그리고 엽맥 찌그러짐이었으며, 부정형의 작은 퇴색 반점이나 원형 반점이 동시에 발현되기도 하였으며, 이와 같은 퇴색 반점은 잎 전체로 확산되어 심한 모자이크 병징으로 나타났다(Fig. 1A) 괴저 병징으로 진전 되는 것이 조사되었다. 엽맥 퇴색 증상은 잎맥이 심하게 찌그러지는(Fig. 1B, C) 증상과 함께 기형 증상이 나타났다. 오이 과일에서는 대부분 모자이크 증상(Fig. 1D)이 나타났으며, 또한

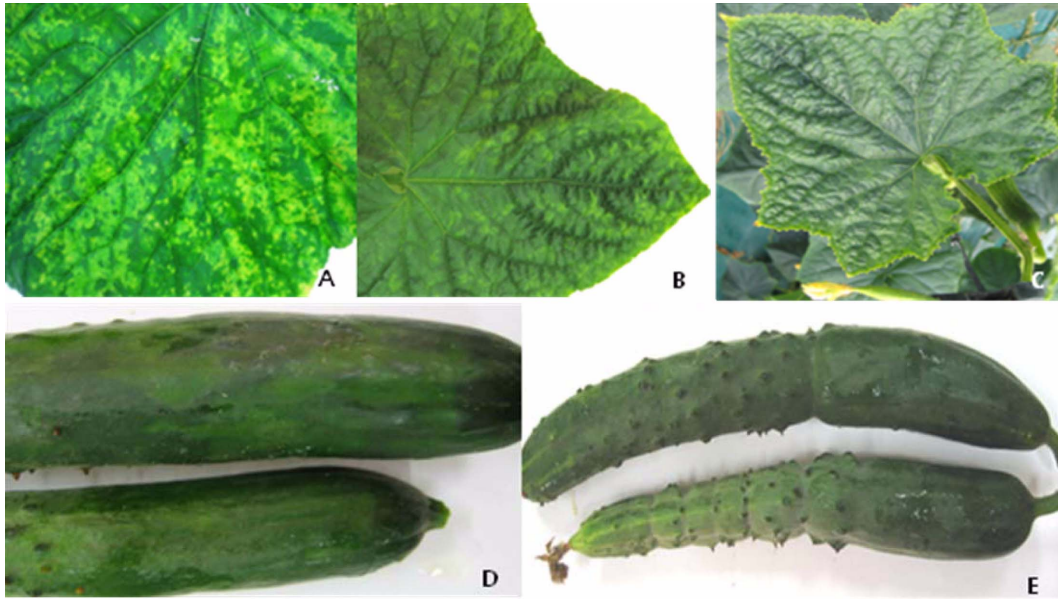


Fig. 1. Symptoms induced by CGMMV single infection on cucumber cultivar of ‘Chicheong’ at Gurye (A, B, D, E) and ‘Dadagi’ at Sangju (C). Severe mosaic (A), Vein shrinking with chlorotic spots (B), Vein shrinking and chlorosis of leaf margin (C). Mosaic on fruit (D), Fruit dwarf by horizontal narrowing (E).

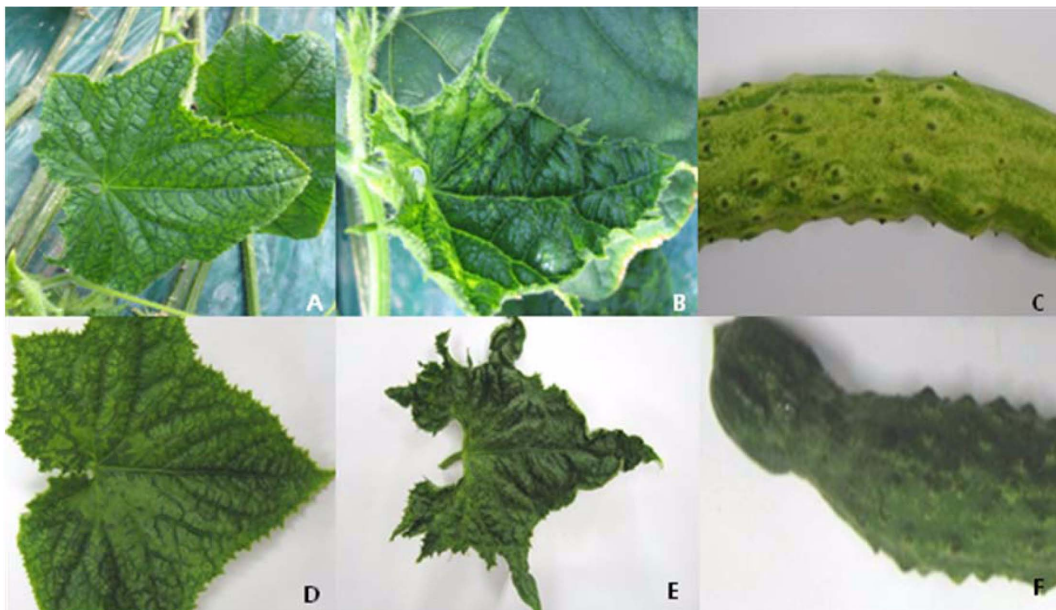


Fig. 2. Symptoms induced by ZYMV single infection on cucumber cultivar of ‘Dadagi’ at Sangju (A–C) and ‘Chicheong’ at Gurye (D–F). Vein banding (A, D), malformation (B, E), Protruding of fruit thorn areas with malformation (C, F).

과일에 반지 모양(Fig. 1E)으로 움푹하게 들어가서 과일이 길게 신장하지 못하는 위축 기형 증상이 나타났다. CGMMV는 일반적으로 오이에서 모자이크나 기형 병징을 일으키는 것으로 알려져 있으나(Ko 등, 2004a, 2004b), 구례에서 재배되는 청장 계통의 오이에서 매우 다양한 병

징을 일으키는 것으로 확인되었다.

ZYMV 단독감염 병징. 상주지역의 다다기 계통의 오이에서 ZYMV 단독감염에 의하여 발생한 병징은 약한 모자이크(Fig. 2A), 기형(Fig. 2B)이었다. 또한 황화 병징과 괴저 반점을 수반하는 엽맥 퇴락 병징도 나타났다. 오

이 과일에서는 침 기저부가 융기하는 기형 병징(Fig. 2C)이었다. 구례지역의 취청계 오이에서는 다다기 계통의 병징과 유사하였으며, 엽맥 퇴색(Fig. 2D), 심한 모자이크 그리고 기형 병징(Fig. 2E)이었다. 취청계 오이 과일에서는 침 기저부가 융기하고 과일 끝 부분이 뭉툭해 지는 기형 병징(Fig. 2F)이었으며, 끝이 뭉툭해지는 기형 병징은 다양하게 나타났다.

PRSV 단독감염 병징. 상주지역과 구례지역에서 재배하는 다다기 계통과 취청계 계통 오이 모두에서 비슷한 병징인 엽맥 퇴색 에서 단독감염이 확인되었으며, 엽맥 퇴색 병징과 함께 심한 모자이크와 엽맥에 주름이 심하고 잎 가장 자리가 괴저로 되어 기형 병징이 나타났다. 취청계 과일에서는 침 기저부가 넓게 융기하며 모자이크

증상이 나타났다.

WMV2 단독감염 병징. 다다기 계통의 오이에서 발생한 병징은 비교적 약한 병징이었으며, 엽맥 퇴색과 약한 모자이크 증상, 엽맥 퇴색과 엽맥 찌그러짐 증상에서 분리 되었다.

CGMMV와 ZYMV 복합감염 병징. CGMMV와 ZYMV가 복합감염된 오이는 상주지역의 다다기 계통에서 확인되었다(Fig. 3). 두 종류의 복합감염 병징은 전체적으로 위축 증상을 수반하였으며, 병징이 비교적 약하게 보이는 엽맥 퇴색 증상과 함께 약한 황화 증상, 부분 황화 증상(Fig. 3A) 그리고 잎 전체가 황화되는 증상에서 모두 감염되었다. 또한 퇴색 반점, 부정형의 퇴색 반점 그리고 퇴색 반점이 합쳐진 모자이크 증상 모두에서 두 종류의 바

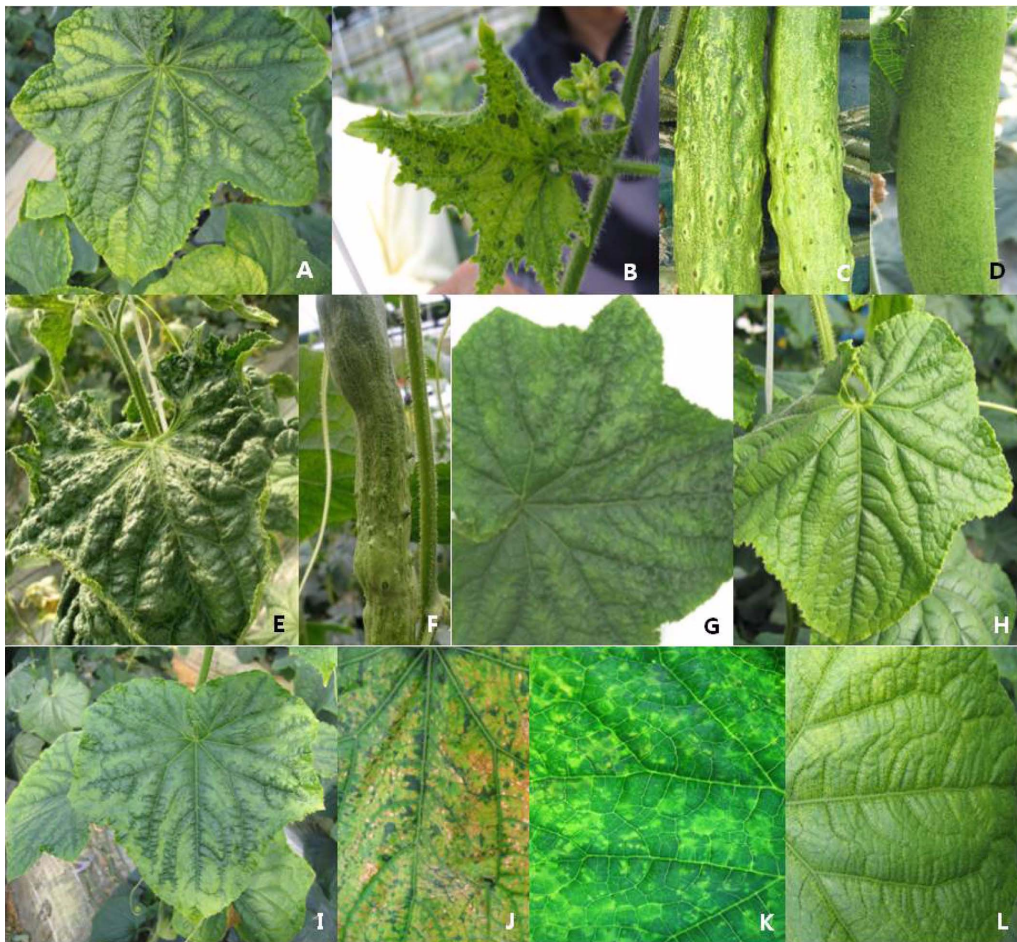


Fig. 3. Two different viruses of CGMMV and ZYMV detected from cucumber 'Dadagi' showing chlorosis (A), severe mosaic with malformation (B), protruding of thorn areas (C) and smooth surface by smaller thorns (D) at Sangju area. Two potyviruses of ZYMV and PRSV detected from cucumber 'Chicheong' showing severe malformation with vein shrinking (E) at Gurye and WMV2 detected from cucumber 'Dadagi' showing mosaic symptom (G) at Sangju and ZYMV and BBWV2 produced symptoms of general yellowing (H) at Gurye area. Triple viruses of CGMMV, ZYMV and PRSV detected on cucumber 'Dadagi' showing vein banding and wrinkling with yellowing (I) and leaf necrosis (J) at Sangju area. Triple viruses of CGMMV, ZYMV and BBWV2 detected from irregular ring spots and chlorotic spots (K). Tetra viruses of CGMMV, ZYMV, PRSV and ZGMMV detected from cucumber 'Dadagi' showing mild yellowing (L) at Sangju area.

이러스가 감염되었다. CGMMV와 ZYMV가 복합감염된 오이의 상엽에서는 심한 모자이크(Fig. 3B) 병징이 나타났으며 간혹 주맥의 엽맥 퇴색 병징과 작은 엽맥의 엽맥 투명 병징에서도 두 종류의 바이러스가 검출되었다. 오이 과일에서는 침 기저부가 용기하고 기저부가 세로로 서로 이어지는 용기 증상이 나타났으며(Fig. 3C), 용기된 침 아래 씨방 부위가 크게 용기하여 기형이 되었으며, 반대로 침이 매우 퇴화하여 과일이 미끈하게 되기도 하여(Fig. 3D) 복합감염 시 바이러스의 계통간 차이가 병징 발현에 영향하고 있음을 추측할 수 있다. CGMMV와 ZYMV의 복합감염은 이 두 바이러스의 단독감염 시 병징의 다양성과 심도가 매우 차이가 있어 복합감염시에도 그와 같은 병징 발현 양상이 동일하게 발현되었던 것으로 보이며, 이 복합감염 조합에서도 약한 병징 발현뿐만 아니라 병징상승 작용도 강하게 일어났던 것으로 생각된다.

ZYMV와 PRSV 복합감염. 구례 지역의 취청계 오이의 경우 퇴색 반점을 수반하는 엽맥 투명 증상에서 복합감염 되어 있었으며, 엽맥 투명 증상이 심하여서 잎 황화 증상이 나타났고, 엽맥 퇴색 증상과 함께 엽맥이 찌그러들어 기형이 된 증상, 그리고 포장 전체의 오이에 황화 증상이 나타났으며, 복합감염된 오이의 신엽의 엽맥이 심하게 찌그러들어 기형이 되었다(Fig. 3E). 상주 지역의 다다기 계통 오이에서 두 종류의 바이러스가 복합 감염된 과일은 침 부위가 용기되고 전체가 울퉁불퉁한 형태의 기형이었다(Fig. 3F).

ZYMV와 WMV2 복합감염. 상주 지역의 다다기 계통의 오이에서 전형적인 엽맥 퇴색 병징에서 두 종류의 바이러스가 감염되었으며, 모자이크를 수반하는 증상(Fig. 3G)에서도 감염되었다. 또한 엽맥 퇴색 병징이 심하게 되고 엽맥 찌그러짐 증상과 함께 기형 증상이 나타났다.

ZYMV와 BBWV2 복합감염. 구례 지역의 취청계통의 오이에서 이 두 종류의 바이러스가 감염되었으며 잎 전체적으로 황화되었다(Fig. 3H).

3종 및 4종 바이러스 복합감염. 3종 이상의 바이러스 복합감염은 상주 지역의 다다기 계통의 오이에서 진단되었다. CGMMV, ZYMV와 PRSV 3종류의 바이러스가 복합감염 증상은 엽맥 퇴색 병징과 함께 잎 가장자리가 황화되었으며(Fig. 3I), 또한 잎 괴저 증상(Fig. 3J)에서도 3종류의 바이러스가 감염되었다. CGMMV, ZYMV와 BBWV2가 복합감염된 오이 잎은 작은 퇴색 반점에서 부정형의 원형 반점(Fig. 3K)이 나타났다. CGMMV, ZYMV, PRSV와 ZGMMV의 4종류의 바이러스에 복합감염 오이 잎의 병징은 전체적으로 황화 증상이었다(Fig. 3L).

고찰

단독감염된 오이의 병징은 다다기 계통이나 취청 계통 오이 모두 비슷한 병징이 나타났으나, CGMMV의 경우 퇴색 반점, 엽맥 퇴색, 엽맥 찌그러짐 등 매우 다양한 병징이 나타났다. 구례 오이 재배지에서 2006년에는 CGMMV가 검출되었으나 동일 재배지임에도 불구하고 2007년에는 전혀 검출되지 않았다. 이것에 대해서는 종자, 토양, 역학 조사가 더 깊이 이루어져야 할 것이다. ZYMV는 엽맥 퇴색 병징을 위주로 심한 모자이크 및 기형 병징이 나타났다. 그 이외의 PRSV, WMV2의 병징은 CGMMV와 ZYMV에 의한 병징에 속하는 비교적 약한 병징이었다. 따라서 CGMMV와 ZYMV의 복합감염의 병징은 두 바이러스의 다양한 병징 발현과 함께 병징 심화 작용이 일어난 것으로 생각된다. 그러나 약한 황화 증상을 보이는 오이 잎과 과일(Fig. 3D)에서도 이 두 바이러스의 복합감염이 확인되어 분리주별 병징 상승 또는 약화 작용 발현 여부에 대한 연구는 앞으로 필요한 부분이다. Tobamovirus와 Potyvirus의 복합감염의 경우 CGMMV와 WMV2, ZYMV 등과의 병징 발현은 분리주에 따라서 외부 병징과 내부 병징의 상승 작용이 분리주에 따라서 달리 나타남(김 등, 2000; Cho 등, 2000), 바이러스 종류가 다른 *Ribgrass mosaic tobamovirus*와 *Turnip mosaic potyvirus*의 복합감염 경우에도 동일한 분리주에 따른 복합감염의 조합별 병징 상승이 달리 일어나므로(Cho 등, 2002, 2003), 포장 재배한 오이에서의 병징 발현도 바이러스 계통에 따라서 이와 유사하게 발현되었던 것으로 생각된다.

Potyvirus인 ZYMV와 PRSV의 복합감염 병징은 CGMMV와 ZYMV의 복합감염 병징보다는 상대적으로 약한 병징으로 보여지지만 이중 바이러스가 아닌 동일한 Potyvirus 간의 복합감염에서도 황화, 기형 등의 병징 상승작용에 의한 병징 심화가 일어나 잎과 과일에 심각한 피해를 일으키고 있어 앞으로 이에 대한 세포학적 연구 및 저항성 발현 등에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다. CGMMV, ZYMV와 PRSV의 3종의 바이러스가 복합감염된 오이에서의 괴저 병징은 병징의 심화가 일어난 것으로 생각되나 CGMMV, ZYMV와 BBWV2의 3종 바이러스 복합감염된 오이에서는 비교적 퇴색 원형반점의 병징이 심하지 않아 3종 바이러스의 복합감염에서도 바이러스의 감염 조합에 따라서 병징 심화가 달리 나타남을 알 수 있다. 사실상 3종 및 4종 바이러스의 복합감염은 포장에서의 발생률이 낮아 병징 심도에 대한 분석이 어렵다. 그러나 4종 바이러스인 CGMMV, ZYMV, PRSV와 ZGMMV의 복합감염의 경우에도 황화 증상이 나타난 것으로 보아

3종 이상의 복합감염은 병징 심도 또는 발생률 측면에서 보면 2종 바이러스의 복합감염에 의한 피해보다 적게 영향을 미칠 것으로 보인다.

우리나라 박과작물에 발생하는 주요 바이러스 중 농업 현장의 문제 바이러스인 CGMMV 등 9종의 바이러스에 대하여 감염률 및 감염형태를 조사하였지만 오이에 가장 많이 발생할 것으로 예상되었던 CMV의 경우 성주와 구례 지역에서 채집한 오이 시료에서 감염이 확인되지 않아 재배 품종이 CMV에 고도의 저항성이거나 재배양식, 환경 등에서 CMV의 자연 기주 존재 등 발병환경이 달라 발생하지 않았던 것으로 생각되므로 이에 대한 감염 실태 연구가 더 많이 필요할 것이다. 본 조사 결과에서 바이러스 감염으로 진단되지 않았던 7.3%(Table 4)의 시료는 우리나라 호박에서 발생 보고된 *Squash mosaic virus* (SqMV)(김 등, 2008), *Tomato ring spot virus*(Cho 등, 2005) 또는 현재까지 미 동정된 새로운 바이러스의 존재 가능성을 시사하고 있다. 또한 우리나라 오이에서 처음으로 발생 보고하는 BBWV2에 대하여 생물학적 특성, 유전자 특성, 오이 유전자원 및 시판 품종의 저항성 검정 등에 관한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

오이 주요재배지인 상주와 구례에서 오이에 발생하는 바이러스병을 2006년과 2007년에 조사하였다. 경상북도 상주 지역 오이의 병징 발생률은 농가 포장에 따라서 14%에서 90%이었으며 평균 발생률은 46%이었다. 전라남도 구례 지역의 경우 농가 포장에 따라서 9%에서 100%이었으며 평균 발생률은 48%이었다. 주요 발생 바이러스는 CGMMV, ZYMV, PRSV와 WMV2의 4종류였다. 이러한 바이러스는 단독감염과 복합감염 형태로 발생하였다. 2006년과 2007년의 평균 감염률을 보면 단독감염의 경우 ZYMV가 23.5%로 가장 많이 발생하고 있었으며, PRSV가 13.0%, CGMMV가 9.0%, WMV2가 2.0% 순서이었다. 복합감염의 경우에는 2종 바이러스 복합감염이 31.5%, 3종 복합감염이 7.5%, 4종 복합감염이 2.0% 발생하였다. 오이에 발생하고 있는 바이러스 감염형태는 단독감염과 2종 복합감염이 각각 47.7%와 31.5%로 총 88.7%로 대부분을 차지하였다. 오이에 발생한 바이러스의 복합감염으로 많이 발생하는 바이러스로는 ZYMV, CGMMV, PRSV, BBWV2의 순서이었다. 단독감염된 오이의 병징은 다다기 계통이나 취청 계통 오이 모두 비슷한 병징이 나타났으나, CGMMV의 경우 퇴록 반점, 엽맥 퇴록, 엽맥 주그러짐 등 매우 다양한 병징이 나타났

다. ZYMV는 엽맥 퇴록 병징을 위주로 심한 모자이크 및 기형 병징이 나타났다. 그 이외의 PRSV, WMV-2의 병징은 CGMMV와 ZYMV에 의한 병징에 속하는 비교적 약한 병징이었다.

참고문헌

- Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., Watson, L. and Zurcher, E. J. (eds.) (1996 onwards). *Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Version: 20th August 1996. URL <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>
- Cho, J. D., Kim, J. S., Kim, J. Y., Kim, J. H., Lee, S. H., Choi, G. S., Kim, H. R. and Chung, B. N. 2005. Occurrence and symptoms of *Tomato spotted wilt virus* on vegetables in Korea. *Res. Plant Dis.* 11: 213–216.
- Cho, J. D., Lee, S. J., Chung, B. N., Kim, J. S. and Kim, T. S. 2006. *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) reported newly on melon in Korea. *Plant Pathol. J.* 22: 426 (Abstract).
- Cho, J. D., Choi, H. S., Kim, J. S., La, Y. J. and Kim, K. S. 2002. Ultrastructural aspects of mixed infections with *Turnip mosaic virus* (AC18 and C5) and *Ribgrass mosaic virus* (CA1) in oriental cabbage. *Plant Pathol. J.* 18: 192–198.
- Cho, J. D., Choi, H. S., Kim, J. S., Kim, G. H. and Kim, K. S. 2003. Symptom variance of mixed infections of six *Turnip mosaic virus* and one *Ribgrass mosaic virus* isolates in Crucifers. *Plant Pathol. J.* 19: 111–116.
- Cho, J. D., Choi, H. S., Kim, J. S., Kim, G. H. and Kim, K. S. 2003. Ultrastructural differences in mixed infections of six *Turnip mosaic virus* and one *Ribgrass mosaic virus* isolates in Crucifers. *Plant Pathol. J.* 19: 117–122.
- Cho, J. D., Kim, J. S., Choi, H. S., La, Y. J. and Kim, K. S. 2000. Ultrastructural aspects of the mixed infections of *Watermelon mosaic Potyvirus* isolated from pumpkin and *Cucumber green mottle mosaic tobamovirus* from watermelon. *Plant Pathol. J.* 16: 216–221.
- Cho, J. D., Kim, J. S., Lee, S. H. and Chung, B. N. 2007. Triplex virion capture (VC)/RT-PCR for three seed transmissible tobamoviruses of CGMMV, ZGMMV and KGMMV occurring on *Cucurbitaceae*. *Res. Plant Dis.* 13: 82–87.
- Choi, G. S. 2001. Occurrence of two tobamovirus diseases in cucurbits and control measures in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 243–248.
- Jin, T. S., Kim, S. M., Ko, S. J., Lee, S. H. Choi, H. S., Park, J. W. and Cha, B. J. 2009. Occurrence of *Papaya ringspot virus* infecting cucurbit crops in Korea. *Pesticide Science J.* 13: 298–308.
- Kim, J. S., Cho, J. D., Choi, H. S. and Kim, K. S. 2000. Ultrastructural aspects of the mixed infections of *Watermelon*

- mosaic Potyvirus* and *Cucumber green mottle mosaic tobamovirus* isolated from watermelon. *Plant Pathol. J.* 16: 211–215.
- Kim, M. K., Kwak, H. R., Kim, M. J., Kim, J. J., Ko, S. J., Lee, S. H., Kim, J. S., Kim, K. H., Cha, B. J. and Choi, H. S. 2008. Biological and molecular characterization of *Squash mosaic virus* isolated from melon in Korea. *Plant Pathol. J.* 24: 237 (Abstract).
- Ko, S. J., Lee, Y. H., Cha, K. H., Lee, S. H., Choi, H. S., Choi, Y. S., Lim, G. C. and Kim, K. H. 2006. Incidence and distribution of virus diseases on cucumber in Jeonnam province during 1999-2002. *Plant Pathol. J.* 2: 147–151.
- Ko, S. J., Lee, Y. H., Lee, T. S., Yang, K. Y., Park, J. W. and Choi, H. S. 2004a. Influence of CGMMV infection times on growth and quality of watermelon and cucumber. *Res. Plant Dis.* 10: 48–52.
- Ko, S. J., Lee, Y. H., Cha, K. H., Park, J. W. and Choi, H. G. 2004b. Detection of CGMMV from commercial cucumber seed and resistance test of cultivars. *Res. Plant Dis.* 10: 154–158.
- James, D. 1999. A simple and reliable protocol for the detection of *apple stem grooving virus* by RT-PCR and in a multiplex PCR assay. *J. Virol. Meth.* 83: 1–9.
- Lee, J. H., Kim, Y. J., Lee, J. H., Park, S. J., Kim, M. K., Park, J. W., Choi, H. S., Lee, K. W., Kim, J. S., Moon, J. S. and Lee, S. H. 2007. Sequence variability of Zucchini yellow mosaic virus isolates from cucumber in Gyeongbuk province in Korea. *Plant Pathol. J.* 23: 374 (Abstract).
- Lee, S. H. 1981. Studies on various diseases occurring in various crops in Korea. *Res. Rept. RDA.* 23: 62–74.
- Lee, S. H., Lee, Y. G., Prak, J. W., Choi, H. S., Kim, Y. T., Cheon, J. U. and Lee, K. W. 2000. Nucleotide sequence of coat protein gene of *Kyuri green mottle mosaic virus* isolated from zucchini. *Plant Pathol. J.* 16: 118–124.
- Li, R. and Mock, R. 2005. An improved reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) assay for the detection of two cherry flexiviruses in *Prunus* spp. *J. Virol. Meth.* 129: 162–169.