

토마토 종자와 식물체로부터의 TMV, ToMV 및 CMV 검출

박경훈 · 차병진*
충북대학교 농생물학과

Detection of TMV, ToMV, and CMV from Tomato Seeds and Plants

Park, Kyung-Hoon and Cha, Byeongjin*

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea
(Received on June 10, 2002)

For the detection of *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), and *Cucumber mosaic virus* (CMV), tomato seeds of 11 table tomato and 7 cherry tomato cultivars were assayed by DAS-ELISA. Among the cultivars, TMV and ToMV were detected from 9 cultivars at the rates lower than 20% and 16%, respectively. In the assay on seed transmission rates, ToMV and CMV were detected as high as 24% and 8%, respectively, but TMV was not detected. In field survey on these viruses from tomato plants of 10 different places in Chungbuk province, ToMV and CMV were detected from most fields. TMV was detected from only 3 fields. The highest detection rates of these viruses were recorded in Cheongwon for TMV, Chungju for ToMV, and the other locality of Chungju for CMV. It was difficult to find any relationship between the growth stage of tomato and infection rates. TMV usually caused mosaic on leaves while ToMV caused various symptoms including yellows, necrosis, and mottling. CMV-infected tomato plants showed symptoms of shoestring, fern leaf, and yellows.

Keywords : CMV, contamination, tomato-seeds, TMV, ToMV

토마토를 감염하는 바이러스로는 1910년 Westerdijk가 화란에서 보고한 *Tobacco mosaic virus*(TMV) 외에도 *Tomato mosaic virus*(ToMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) 등 현재 약 20여종이 보고되어 있다(Zitter, 1993). 바이러스의 종류별 발생상황은 재배시기와 재배지역 및 작형에 따라 다르나, 우리나라에서는 대부분이 ToMV이고 CMV가 그 다음인 것으로 알려져 있다(강광륜, 1985). Tobamovirus 그룹에 속하는 TMV와 ToMV는 물리적 안정성이 높고, 즙액 및 접촉에 의한 전염이 가능하며, 토양 및 종자에 의하여 전염되며(Brodbeck, 1965; Hollings & Huttinga, 1976; Taylor *et al.*, 1961), Cucumovirus 그룹에 속하는 CMV는 기주범위가 대단히 넓으며, 즙액 및 종자에 의하여 전염되고 진딧물에 의하여 비영속적으로 전염되는 것으로 알려져 있다(Francki *et al.*, 1979). 토마토는 특히 재배 중에 순지르기, 적화 등 손으로 식물체를 만져야 하는 작업들이 필수적이므로, 접촉에 의하여 TMV와 ToMV가, 그리고 매개충에 의하여 CMV가 포장 전체

로 확산될 가능성이 매우 크므로 세심한 주의가 요구된다. 식물바이러스병은 아직까지 뚜렷한 방제법이 없으므로 식물체의 감염 또는 전염을 막거나 억제하는 물리적 방제법에 의존하고 있는 실정이다. 이 중에서도 특히, 무독종자의 사용은 바이러스가 토양 전반과 매개충 전반 등에 의한 2차 전염원으로서 포장 전체로 퍼져나가거나, 순지르기, 적화 등의 기계적 작업이나 매개충에 의해 새로운 지역으로의 도입되는 것을 막을 수 있다는 점에서 매우 중요하다(Garcia *et al.*, 1990). 따라서, 종자 검사를 통해서 바이러스에 감염 또는 오염되지 않은 무독종자를 선발하는 것은 바이러스병 방제의 가장 기본적이면서도 피해를 줄이는 중요한 일이라고 할 수 있다.

대부분의 토마토 종자를 일본과 유럽에서 수입하여 쓰고 있는 현 상황에서 시판용 종자에 대한 바이러스 오염률 및 종자 전반율을 규명하는 것은 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 하지만, 지금까지 시판용 토마토 종자에서 바이러스의 오염률 및 자연적인 종자 전반율에 대한 조사는 미흡한 실정이었다. 따라서, 본 연구에서는 시판용 토마토 종자에서 CMV, ToMV, TMV의 종자 오염률 및 자연적인 종자 전반율과, 충청북도 일대에서 시설재배되고

*Corresponding author
Phone)+82-43-261-2557, Fax)+82-43-271-4414
E-mail)bjcha@chungbuk.ac.kr

있는 토마토 포장에서의 TMV, ToMV 및 CMV 감염률을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

공시 종자 및 항체. 우리나라에서 현재 널리 재배되고 있는 일반토마토로 서광 외 11종을, 방울토마토로 꼬꼬외 6종을 선발, 이용하였다. 일반토마토중 풍생은 농우종묘로부터 시판용 종자를 분양 받았으며, 광명은 채종포에서 채종한 종자를 한농종묘로부터 분양 받았고, 나머지는 모두 시중의 종묘상에서 구입하여 4°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. TMV, ToMV, CMV 등 세가지 바이러스의 검출에 사용된 항체는 각각의 바이러스에 대한 다클론 항체로, Sanofi사(Marnes-La-Coquette, France)로부터 구입하였다.

토마토 종자의 바이러스 오염률. 각 품종마다 종자 5립씩을 무작위로 선발하여 micro-centrifuge tube(1.8 ml)에 넣고 즙액 마쇄용 완충액(0.02M PBS-Tween buffer, pH 7.4) 50 μ l를 첨가하여 4°C에서 5시간 동안 정치한 후, pellet pestle를 이용하여 드릴로 마쇄한 후 마쇄용 완충액 100 μ l을 더 넣고 vortexing하여 만든 종자 조즙액을 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. 바이러스 오염률은 Clark과 Adams(1977) 및 McLaughlin 등(1981)의 방법을 수정한 DAS-ELISA법으로 다음과 같이 시행하였다. TMV와 ToMV의 항체는 항체 희석용 완충액에 1:300의 비율로 희석하였고, CMV의 항체는 1:150의 비율로 희석하여 96 well immunoplate(Maxisorp, Nunc)의 각 well에 80 μ l씩 첨가한 후 항온기에서 37°C로 3시간 반응시킨 후, 세척용 완충액(0.02M PBS-Tween buffer; pH 7.4)으로 4회 세척하였다. 다시, 종자 조즙액을 100 μ l/wells씩 첨가하고 37°C에서 3시간 동안 반응시킨 후, 세척용 완충액으로 4회 세척하였다. Alkaline phosphatase와 결합한 효소결합항체를 희석용 완충액(0.02M PBS-Tween +0.1% BSA)에 TMV와 ToMV 항체는 1:300의 비율로 CMV의 항체는 1:150의 비율로 희석하여 각 well에 첨가한 후 37°C에서 3시간 또는 4°C에서 밤새 반응시켰다. 반응이 끝나면 세척용 완충액으로 4회 세척한 후 p-nitrophenyl phosphate(PNPP)를 기질 반응완충액(pH 9.8)에 1 mg/ml가 되도록 녹여 well 당 100 μ l씩 첨가하고 상온의 암실에서 30분 내지 1시간 정도 반응시킨 후 Microplate reader(Benchmark, Bio-Rad)를 이용하여 405 nm에서의 흡광도 측정으로 발색정도를 판단하였다. OD₄₀₅값이 건전 대조구의 2배가 넘는 경우 바이러스에 오염된 것으로 판단하였다.

각 plate마다 대조구로는 건전 및 각 바이러스에 감염

된 토마토 잎의 조즙액과 완충액을 사용하였으며, 각 바이러스는 농과원 병리와 및 신젠타종묘로부터 분양받은 것을 충북대학교 유리온실 내에서 토마토에 접종하여 증식시키며 사용하였다.

바이러스의 종자 전반률. 별균한 상토에 꼬꼬 외 8품종의 토마토 종자를 심고, 본잎이 5장 정도 나올 때까지 망실에서 격리 재배하였다. 토마토가 7-8엽기 이상 자란 뒤에 잎을 500 mg씩 취하여 2.5 ml의 마쇄용 완충액을 첨가하고 마쇄하여 얻은 조즙액을 -20°C에 보관하면서 앞에서 설명한 DAS-ELISA법으로 바이러스 감염률을 조사하였다.

충청북도의 지역별 바이러스 분포 및 감염률. 1999년 10월부터 2000년 10월까지 충청북도 주요 토마토 재배지역 5곳(충주시 가금면, 충주시 노은면, 청원군 옥산면, 청원군 오송면, 영동군 추풍령면)에서 토마토 시설재배 비닐하우스 2곳씩을 선정하여 생육 중기 토마토의 상위 잎을 병징의 유무와 상관없이 무작위로 채집하였다. 채집한 잎은 바로 실험실로 옮겨 와 마쇄용 완충액을 1:5의 비율로 첨가하여 마쇄한 다음 조즙액을 얻고, 앞에서 설명한 DAS-ELISA법으로 감염여부를 조사하였다.

또 각 시설재배지별로 바이러스 감염증상을 보이는 잎이나 줄기를 채집하여 위와 같은 방법으로 조즙액 얻고 바이러스 감염률을 조사하였다.

토마토 생육시기별 바이러스 감염률. 2000년 3월부터 2000년 10월까지 충주시 노은면의 토마토 비닐하우스에서 생육 초기, 중기 및 후기별로 토마토 윗잎을 채집하여 마쇄용 완충액을 넣고 마쇄하여 얻은 조즙액을 -20°C에 냉동 보관하면서 DAS-ELISA법으로 생육시기별 바이러스 감염률을 조사하였다.

결 과

토마토 종자의 바이러스 오염률. 시판되고 있는 토마토 종자 18품종 중 14품종은 적어도 한가지 이상의 바이러스에 오염되어 있음이 밝혀졌다. 본 연구에서 조사한 3종의 바이러스 중에서 가장 높은 오염률을 보인 것은 TMV로서 최고 20%에 이르는 종자오염률을 보이고 있었으며, TMV는 또한 ToMV와 함께 9품종으로부터 검출되어 가장 높은 검출빈도를 보였다. 평균 오염률 또한 TMV가 가장 높았다.

Table 1에서 볼 수 있듯이 일반토마토는 본 연구에서 조사한 11품종 중 5품종이, 방울토마토는 7품종 중 4품종이 TMV에 오염되어 있는 것을 확인할 수 있었는데, 일반적으로 방울토마토보다 일반토마토에서 바이러스의

Table 1. Detection of *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), and *Cucumber mosaic virus* (CMV) from commercial tomato seeds by DAS-ELISA

Cultivara	Produced year	Detection rate (%) ^b		
		TMV	ToMV	CMV
Dadagi	1999	0	0	- ^c
Kwangmyeong	2000	15	2	0
Pungyeong	1999	20	1	-
Toto	1999	1	3	0
Seokwang	1998	1	0	0
Yeongkwang	1999	1	0	0
Hongyeong	1999	0	0	-
Juok	1999	6	2	0
Pungsaeng	2000	0	5	0
Ilkwang	1998	0	2	0
Doterang	1999	0	0	0
KkoKko	1999	0	2.5	6.7
Ppaepae	1998	7	0	0
Superdoterang	1999	4	10	0
Kingaerol	1999	0	16	-
Minikaerol	1998	4	0	10
Rokkusanmaru	1999	0	0	3
Seokwang102	1999	0	0	0
Total		3.3	2.4	1.3

^aAll except 'Kwangmyeong' is commercial.

^b(No. of virus-detected seed/No. of tested seed) × 100.

^cNot tested.

종자 오염률이 더 높았다. 전체적으로 평균 오염률은 3.3%였다. ToMV 역시 일반토마토 11품종 중 5품종, 방울토마토 7품종 중 4품종의 종자로부터 검출되었는데, TMV와는 달리 일반토마토 보다는 방울토마토에서 종자 오염률이 더 높았다. 평균 오염률에 있어서는 TMV보다 약간 낮아 2.4%에 머물렀으며 최고 오염률도 16%였다. 한편, CMV는 검출되는 품종의 비율이나 최고 오염률에 있어

Table 2. Seed transmission rates of TMV, ToMV, and CMV in tomato

Cultivar	No. of tested plants	Seed transmission rate(%) ^a		
		TMV	ToMV	CMV
Doterang	25	0	0	4.0
Juok	25	0	0	0
Kkokko	25	0	8.0	4.0
Kwangmyeong	25	0	0	0
Minikaerol	25	0	8.0	8.0
Rokkusanmaru	25	0	24.0	4.0
Superdoterang	25	0	0	0
Toto	25	0	0	0
Yeongkwang	25	0	0	0
Total	225	0	4.4	2.2

^a(No. of virus-detected plants/No. of tested plants) × 100.

서 TMV나 ToMV보다 낮았으며, 전체적으로도 평균 오염률이 1.3%에 머물렀다. 방울토마토 5품종 중 2품종에서만 CMV가 검출되었으며, 일반토마토는 9품종 중 1품종에서만 오염된 종자가 검출되었다.

또한, 시중에서 구입하여 본 시험에 사용한 다른 종자들과는 달리 채종포에서 직접 채종한 광명 품종의 TMV 종자 오염률은 15%였으며, ToMV의 오염률은 2%였으나, CMV는 전혀 검출되지 않았다.

바이러스의 종자 전반률. 토마토 종자를 파종하고 온실에서 격리재배하여 종자 전반률을 조사한 결과 TMV는 전혀 검출되지 않았으나, ToMV는 전체 9품종 중 3품종에서 검출되었다. ToMV의 검출률은 평균 4.4%였으며, 최고 24%의 식물체가 감염되어 있음을 알 수 있었다 (Table 2). CMV는 9품종 중 4품종에서 검출되었으나, 검출률은 낮아서 품종에 관계없이 검출률이 대개 4% 정도에 머무르고 있었으며, 최고 검출률은 8%, 검출률 평균

Table 3. Occurrence of TMV, ToMV, and CMV in tomato plantations in Chungbuk province

Locality	Cultivar	No. of samples	Infection rate(%)					All ^a
			TMV	ToMV	CMV	TMV + ToMV	ToMV + CMV	
Gageum	Kkokko	30	10.0	43.3	23.3	0	6.7	6.7
Oksan	Kkokko	30	0	16.7	0	0	0	0
	Japatagold	30	0	0	0	0	0	0
	Rokkusanmaru	30	10.0	36.7	16.7	3.3	10.0	6.7
Osong	Kkokko	30	0	3.3	6.7	0	0	0
	Rokkusanmaru	30	0	6.7	33.3	0	3.3	0
Noeun	Kkokko	30	0	6.7	0	0	0	0
	Rokkusanmaru	30	3.3	16.7	40.0	0	10.0	3.3
Chupung-ryeong	Kkokko	30	0	3.3	3.3	0	0	0
	Jikkwa	30	0	13.3	20.0	0	3.3	0

^aInfected with TMV, ToMV, and CMV.

은 2.2%였다. 전체 9품종 중 3품종은 ToMV와 CMV에 모두 감염되어 있는 것으로 나타났다.

충청북도의 지역별 바이러스 분포 및 감염률. 충북 도내 다섯 지역의 10개 토마토 포장에서 TMV와 ToMV 및 CMV의 감염률을 조사한 결과 청원군 옥산면의 포장(품종: 자파타 골드)을 빼고는 모든 포장에서 1가지 이상의 바이러스를 검출할 수 있었다. 전체적으로 ToMV가 가장 높은 포장감염률을 보였으며, 그 다음이 CMV였고, TMV의 검출빈도가 가장 낮았다(Table 3). TMV의 경우 충주시 가금면 포장(품종: 꼬꼬)과 옥산면의 포장(품종: 로꾸산마루)에서 10.0%의 감염률을 보이는 등 총 3개 포장에서만 검출되고 다른 포장에서는 검출되지 않아서 포장 감염률이 매우 낮았다. ToMV는 자파타골드 포장을 제외한 모든 포장에서 검출되었으며, 포장 감염률은 가금면의 꼬꼬 포장에서 43.3%로 최고였고, 그 다음이 옥산 로꾸산마루 포장의 36.7%였다. ToMV가 검출된 포장 중 감염률이 가장 낮았던 곳은 오송과 추풍령의 꼬꼬 포장으로, 두 곳 모두 3.3%였다. CMV는 7개 포장에서 검출되었으며, 노은과 오송의 로꾸산마루 포장에서 각각 40%와 33.3%로 높은 감염률을 기록하였다. 그러나 옥산면과 노은면의 꼬꼬 품종 포장, 그리고 옥산면의 자파타골드 품종 포장에서는 전혀 검출되지 않았다.

TMV와 ToMV의 복합감염은 옥산면의 로꾸산마루 품종 포장에서 3.3%였으며, ToMV와 CMV의 복합 감염은 옥산면과 노은면의 로꾸산마루 품종 포장에서 10%였고, 다른 지역에서는 10%미만이었다. 세 바이러스의 복합 감염은 가금면의 꼬꼬 포장, 옥산면의 로꾸산마루 포장, 노은면의 로꾸산마루 품종 포장에서 모두 10%미만이었다(Table 3).

한편, 바이러스 감염 증상을 보이는 잎에서는 누령증상의 66.7%가 CMV에, 그리고 47.6%가 ToMV에 감염되어 있는 것으로 나타났다(Table 4). TMV는 주로 모자이크와

Table 4. Detection rates of TMV, ToMV, and CMV from tomato leaves with virus symptoms

Symptom	No. of tomato leaves assayed	Detection rate(%)		
		TMV	ToMV	CMV
Fern leaf	20	0	5.0	5.0
Leaf roll	11	9.1	18.2	18.2
Mosaic	20	15.0	5.0	0
Mottling	28	3.6	7.1	14.3
Necrosis	12	0	25.0	16.7
Rosette	17	0	11.8	5.9
Shoestring	21	0	4.8	33.3
Yellow	21	14.3	47.6	66.7
Total	150	5.3	14.7	20.7

Table 5. Detection of TMV, ToMV, and CMV at different growth stages of tomato plants

Growth stage	No. of tested samples ^a	Detection rate(%)		
		TMV	ToMV	CMV
Early growth stage	30	3.3	33.3	10.0
Mediate growth stage	30	6.7	40.0	13.3
Late growth stage	30	6.7	40.0	13.3

^aAll samples were collected from Noeun-myeon, Chungju.

누령증상에서, ToMV는 주로 괴저와 총생 증상에서, 그리고 CMV는 주로 shoestring과 누령증상에서 높은 빈도로 검출되었다.

또한, 생육시기별로는 ToMV가 생육초기부터 33.3%의 높은 감염률을 보인 반면, CMV는 10%, TMV는 3.3%로 상대적으로 낮은 감염률을 보이고 있었다. 하지만, ToMV, CMV, TMV 모두 토마토의 생육단계에 따라 포장 감염률이 달라지는 것으로 보이지는 않았다(Table 5).

충청북도내 다섯 지역의 토마토 포장에서 지역별로 병징 유형을 조사한 결과 잎말림(leaf roll), 모자이크(mosaic), 괴저(necrosis) 및 왜화(stunt) 등의 다양한 병징을 보였으며 청원군 옥산면의 로꾸산마루 품종 포장에서 얼룩무늬(mottling), shoestring, 위축(dwarf), 황화(yellow) 등을 포함한 가장 다양한 병징을 관찰 할 수 있었다(Fig. 1). 바이러스의 감염증상을 보이는 조직에서 TMV와 ToMV 및 CMV의 검출률(3.3%~16%)은 대체로 낮은 편이었으며, 특히 잎말림 또는 주름잎 증상을 보이는 조직에서의 검출률(6.7%이하)은 매우 낮았다.

고 찰

바이러스가 종자를 통하여 전파되는 경로는 두 가지로 구분할 수 있는데, 하나는 종자표면 또는 배유에 있다가 전파되는 것이며, 두 번째는 종자의 배 부분에 있다가 전파되는 것이다. 이 때, 바이러스가 종자의 내부인 배젖이나 배 부위에 존재하는 경우 바이러스에 감염되었다고 할 수 있으나, 종자의 표면, 즉 종피에 존재하는 경우에는 감염보다는 바이러스에 오염되었다고 하는 것이 더 타당하다.

본 연구에서는 시판되고 있는 토마토 종자에서의 TMV, ToMV, CMV 등 세 가지 바이러스 존재여부를 조사하였는데, 종피를 포함한 토마토 종자 전체를 재료로 사용하였기 때문에 바이러스가 종자 내부에 존재하는지 외부에 존재하는지 구분하는 것은 불가능하였다. 따라서, 본 논문에서는 바이러스의 전염률보다는 오염률이라는 표현을 사용하였다. 조사 결과, 일부 품종에서 특정 바이러스에

대한 오염을 제외하고는 전반적으로 오염율이 낮은 것으로 밝혀졌다. 이는 종자 회사들이 채종단계부터 주의를 기울여, 바이러스가 없거나 오염율이 낮은 채종포에서 종자를 채종하고 있고, 채종한 종자를 2~3일 정도 70°C에서 열처리하거나, trisodium phosphate(Na₃PO₄), sodium dodecyl sulfate(SDS) 및 ribavirin 등으로 종자 처리를 하고 있기 때문(신젠타종묘, personal communication)이라고 생각된다.

하지만, 일부 품종에서는 바이러스가 검출되었으며, 특히 수입 토마토 종자에서 검출되고 있다는 사실은 종자 생산자나 검역 당국에서 좀 더 관심을 기울여야 할 부분이라고 생각한다. 또한, 망실 내에 종자를 파종하고 재배하였을 때 일부 토마토에서 바이러스가 검출되었다는 것은 종자로부터 감염되었을 가능성을 제시하는 것으로서, 비록 종자오염률은 낮다고 하더라도 이들이 실제 포장에 심겨졌을 때 전염원으로 작용하여 바이러스의 감염률이 급등할 수도 있으므로 더욱 주의를 기울여야 할 것이다. CMV가 토마토에서 종자전염 된다는 것은 기존의 보고와는 상충되는 결과이다. 토마토의 종자 전반에 관한 정확한 기작은 아직 보고되어 있지 않으나, 종피가 오염되어 있다면 종자가 발아하는 과정에서 자엽을 감염할 수 있다는 사실은 알려져 있다. 본 연구에서 최고 6.7%의 CMV 종자 오염률과 2.2%의 종자 전반률이 확인되었는데, 이 역시 종피에 있던 바이러스가 종자가 발아해 자랄 때 침입하여 감염한 것으로 생각된다. 그러나, 본 연구의 결과만으로는 실제로 CMV가 종자의 내부까지 침입하여 종자 전반을 하는지 판단하기에 부족하므로, 이에 대한 판단은 앞으로 더 정밀한 조사를 한 뒤에 내려야 할 것으로 생각한다.

ToMV의 포장 감염률이 높은 이유는 tobamovirus인 ToMV는 건조한 토양에서도 2년 동안 생존할 수 있고 (Broadbent, 1976), 뿌리 잔재물에서도 오랫동안 생존할 수 있는 등 물리적 안정성이 매우 좋으며(Lanter *et al.*, 1982), 토양전반, 종자전반, 즙액전반도 가능하여 순치기와 꽃 속아내기에 의한 접촉에 의해서도 쉽게 전반될 수 있기 때문일 것이다. 또한 CMV도 기주범위가 매우 넓으며, 특히 진딧물에 의하여 비영속적으로 전반될 수 있으므로 포장 감염률이 높아지기 쉽다. 본 연구에서도 오송면과 노은면의 로꾸산마루 포장에서 CMV의 감염률이 높았는데, 특히 이들 포장은 생산물의 대부분을 일본 등 해외로 수출하는 곳으로서 농약의 사용량이 적었고, 이 때문에 진딧물 발생률이 다른 지역 포장에서보다 상대적으로 높았다는 사실이 이를 증명한다고 하겠다. 또한, 지역별로 포장에 따라 세 바이러스의 포장 감염률에 차이가

있는 것은, 포장 주변에 십자화과 작물 등 이들 바이러스가 쉽게 감염할 수 있는 기주의 유무, 순치기나 꽃 속아내기 등에 의한 기계적인 전반 등 주변환경과 경종법에서 지역별로 균일하지 않기 때문인 것으로 보인다. 또한 TMV가 토마토 포장에서 낮은 감염률을 보인 것은 기존의 보고(강광륜, 1885)와도 일치하는 것으로서, TMV가 TMV(type-strain), TMV-p(pepper strain) 및 TMV-t(tomato strain) 등으로 나뉘는 계통분화가 원인일 가능성이 크며(서전규, 1980; Pelham, 1972), 토마토 포장에 발생하는 것은 대부분 ToMV라는 사실과 일치했다(Park *et al.*, 1997).

충북지역의 토마토 포장에서 잎이 가늘게 변하여 기형이 되는 shoestring이라는 특이적인 병징을 보이는 시료로부터 CMV 검출률이 높았는데, CMV가 검출된 shoestring을 보이는 잎에 대부분 누렁증상도 같이 나타나 있었다. Shoestring은 CMV가 토마토에 감염했을 때 나타나는 특이적 증상이기는 하지만 토마토톤 등 호르몬계 물질을 처리했을 때도 자주 나타나는 이상현상으로 본 연구에서 CMV가 검출된 Shoestring 증상이 전적으로 CMV에 의하여 나타난 것이라고 할 수는 없다. 또한, 본 논문에 구체적인 자료를 제시하지는 않았지만, 충청북도의 모든 지역의 방울토마토 포장에서 바이러스 이병주와 매우 유사한 위축증상, 주름잎, 고사리잎 및 잎말림을 보이는 이형주가 자주 관찰되었으나, 실제로 이들로부터의 바이러스 검출률은 그리 높지 않았으므로 병징과 바이러스의 관련성을 찾아보기도 힘들었다. 특히, 저온일 때 수분을 위하여 토마토톤을 고농도로 처리하는 경우 또는 기타 생리적인 원인에 의해서도 이와 비슷한 증상들이 나타날 수 있으므로, 병징의 육안관찰만을 토대로 토마토의 바이러스 감염여부를 진단하는 것은 잘못된 결론을 내릴 가능성이 매우 크다고 하겠다.

요 약

시판중인 18 품종의 토마토 종자에 대하여 TMV, ToMV, CMV의 오염률과 종자 전반률을 조사한 결과 TMV와 ToMV는 각각 9 품종에서 오염이 확인되었으며, CMV는 3품종에서 바이러스 오염을 확인하였다. TMV는 3.8%로 가장 높은 오염률을 보였고, ToMV는 2.6%, CMV는 1.4%의 오염률을 보였다. 자연적인 종자 전반률을 조사한 결과, 공시한 9품종의 토마토종자에서 ToMV는 3품종에서 4.4%, CMV는 4품종에서 2.2%의 종자 전반률을 확인할 수 있었으며, TMV는 본실험에서는 종자 전반을 확인할 수 없었다. 1999년 10월부터 2000년 10월까지 충청북도 주요 토마토 재배지역에서 TMV, ToMV, CMV의 지역별

바이러스 감염률과 병징별 감염률 및 생육시기에 따른 세 바이러스의 감염률을 조사한 결과, 각 지역의 토마토 포장에서는 잎말림, 괴저 및 왜화 등의 다양한 병징을 보였으며, 대부분의 포장에서 잎말림 증상이 관찰되었으며, 모자이크 증상과 누령증상 등의 병징도 많이 관찰되었으며, 로꾸산마루 품종에서 다양한 병징이 관찰되었다. 지역별로는 옥산 지역의 로꾸산마루 포장과 가금지역의 꼬꼬 포장 및 노은지역의 로꾸산마루 포장에서 TMV와 ToMV 및 CMV의 감염률이 높았으며, ToMV의 감염률은 가금지역의 꼬꼬 포장에서 43.3%로 가장 높았으며, CMV의 감염률은 노은지역의 로꾸산마루 포장에서 40.0%로 다른 포장보다 높았다. 병징에 따른 바이러스의 감염률은 누령증상을 보이는 병징에서 ToMV가 가장 높았고, 괴저 증상을 보이는 잎에서는 CMV가 가장 높았으며, 잎말림 과충생 및 얼룩무늬 등 대부분의 병징에서 ToMV의 감염을 확인하였고, TMV의 감염률은 낮았다. 생육단계별에 따른 바이러스 감염률을 조사한 결과 생육초기보다 생육중기와 후기가 바이러스의 오염률이 높았으며, 생육중기와 생육후기의 감염률은 차이가 없었다.

감사의 말씀

이 연구는 한국과학재단 지정 충북대학교 첨단원예기술개발연구센터의 지원에 의한 것입니다. 이 연구에서 대조구로 사용한 TMV, ToMV, CMV를 제공하여 주신 농업과학기술원 식물병리과의 최홍수 선생님과 신젠타종묘의 안경구 박사님께 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

강광륜. 1985. 토마토의 바이러스 감염과 토마토 모자이크병 방제에 관한 연구. 영남대학교 박사학위 논문. 56pp.
서전규. 1980. 토마토에 발생하는 TMV의 계통검정 및 품종의

- 저항성. 경북대학교 석사학위논문. 24pp.
Broadbent, L. 1965. The epidemiology of tomato mosaic II. Seed transmission of TMV. *Appl. Biol.* 56: 177-205.
Broadbent, L. 1976. Epidemiology and control of *Tomato mosaic virus*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 14: 76-96.
Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virology* 34: 475-484.
Francki, R., I. B., Mossop, D. W. and Hatta, T. 1979. Cucumber mosaic virus. *Description of plant viruses*, No.213 Commonwealth Institute and Association of Applied Biologists, Kew, Surrey, England. p.6.
Garcia, L. I., Serra, M. T., Alone, E., Wicke, M. L. and Diaz, R. J. 1990. The role of non-vectored soil transmission as a primary source of infection by pepper mild mottle and cucumber mosaic viruses in glasshouse-grown capsicum in Australia. *Phytopathology* 126: 353-360.
Hollings, M. and Huttinga, H. 1976. *Tomato mosaic virus*. CMI/AAB. p.156.
Lanter, J. M., Mcguire, J. M. and Goode, M. J. 1982. Persistence of *Tomato mosaic virus* in tomato debris and soil under field conditions. *Plant Dis.* 66: 552-555.
McLaughlin, M. R., Barnett, O. W., Burrows, P. M. and Baum, R. H. 1981. Improved ELISA conditions for detections of plant viruses. *J. Virol. Methods.* 3: 13-25.
Park, E. K., Lee, C. H., Lee, Y. K. and Kim, Y. H. 1997. Biological, physio-chemical and serological characteristics of TMV strains isolated from tobacco, tomato, and pepper strain plants. *J. Kor. Soc. Tob. Sci.* 19: 1-10.
Pelham, J. 1972. Strain-genotype interaction of *Tobacco mosaic virus* in tomato. *Ann. Appl. Biol.* 71: 219-228.
Taylor, R. H., Grogan, R. G. and Kimble, K. A. 1961. Transmission of *Tobacco mosaic virus* in tomato seed. *Phytopathology* 51: 837-842.
Zitter, T. A. 1993. Infectious diseases. In: *Compendium of tomato diseases*, Ed. by Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E. and Zitter, T. A. APS Press. pp.9-60.