

채소류의 토마토 반점 위조 바이러스 발생과 병징 (I)

조점덕 · 김정수* · 김진영¹ · 김재현² · 이신호 · 최국선 · 김현란 · 정봉남

농촌진흥청 원예연구소, ¹경기도 농업기술원, ²KT&G 중앙연구원

Occurrence and Symptoms of *Tomato Spotted Wilt Virus* on Vegetables in Korea (I)

Jeom-Deog Cho, Jeong-Soo Kim*, Jin-Young Kim¹, Jae-Hyun Kim², Sin-Ho Lee, Gug-Seoun Choi, Hyun-Ran Kim and Bong-Nam Chung

National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

¹Gyunggi Province Agricultural Research and Extension Service, Hwasung 445-972, Korea

²KT&G Central Research Institute, Suwon 441-480, Korea

(Received on November 3, 2005)

Tomato spotted wilt virus (TSWV) occurred abruptly with a high incidence rate in 14 vegetable crops in Anyang area, Gyunggido in 2004. TSWV was identified by the symptoms on the indicator plants, immuno-captured reverse transcription-polymerase chain reaction (IC/RT-PCR), virion captured (VC)/RT-PCR and RT-PCR using total RNA from the infected plants. Vegetable crops infected with TSWV included table tomato, cherry tomato, red pepper, lettuce, chicory, red leaf chicory, red mustard, dragon tongue, treviso, potato, perilla, sesame, pumpkin, and ssamchoo (hybrid of oriental cabbage and cabbage). The incidence of TSWV in fields ranged from 30 to 100%. TSWV usually produced necrosis, wilt and/or severe mosaic with typical single or double ring spots on the leaves. TSWV could be detected in *Frankliniella occidentalis* collected from the crops in the fields with 90% rate by IC/RT-PCR.

Keywords : Ring spot, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), Vegetable crop

토마토 반점 위조 바이러스(*Tomato spotted wilt virus*; TSWV)는 Bunyaviridae과 Tospovirus속의 대표 바이러스로서 1919년 호주의 Brittlebank가 토마토에서 최초로 보고하였다. 1985년에 TSWV가 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)에 의하여 전염되는 것이 밝혀졌으며 10여종의 총채벌레가 tospovirus 전염을 매개하는 것으로 알려져 있다(Whitfield 등, 2005). TSWV는 유럽에 많은 피해를 주고 있으며, 전 세계에 지속적으로 발생하여 피해를 주고 있다. 이와 같이 지리적 분포가 넓은 뿐만 아니라 기주범위도 단자엽 및 쌍자엽 식물 82과 800여종으로 매우 넓어 지역간 국가간 이동금지 바이러스로 관리되고 있다(Goldbach와 Peters, 1994).

TSWV에 의하여 발현되는 병징은 식물체의 생육정도,

감염시기 및 바이러스 계통에 따라서 다양하게 발현되는데 전형적인 병징은 식물체 잎과 과일 등에 원형반점과 함께 식물체 전체가 고사하여 피해가 커지게 된다. TSWV에 의한 피해는 미국 하와이의 경우 토마토와 상추에서 50% 정도 피해가 발생하고 있으며 심하면 90%까지 생산 감소를 초래하고 있다(조 등, 1986, 1989). 브라질의 경우는 고추에서 50%~70%의 생산량 감소를 초래하고 있고(Boiteux 등, 1993), 유럽 여러 국가에서도 잠두, 상추, 고추에서 재배지역에 따라서 작물재배를 포기하여 할 정도로 피해가 매우 크고(Berling 등, 1992), 남아프리카공화국에서도 토마토 피해가 80~90%에 이르는 등(Van Zijl 등 1986) 전 세계적으로 큰 피해를 일으키는 중요한 바이러스이다.

우리나라에서 TSWV 발생보고는 1991년 임 등에 의하여 고추에서 ELISA 검정결과가 있었으나 고추에서 특정 병징과 관련이 없다고 하여 병징과 생물적 특성에 대한

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-6234, Fax) +82-31-290-6259

E-mail) kimjsoo@rda.go.kr

결과가 미흡하였고 최근까지 고추에서 TSWV의 전형적인 원형반점 병징 등 생물적 유전적 세포학적 특성 보고가 없었다. 그러나 2003년 충남 예산지역 파프리카 재배 농가의 고추 1주에서 잎과 과일에 원형반점 병징이 발견되었으며 TSWV에 대한 병원학, 형태학, 조직학, 유전자 연구 결과로 TSWV의 발생이 우리나라에서 처음 확인되었다(김 등, 2004). 그 후 2004년과 2005년 경기도 안양 지역에서 토마토 등 주요 작물에 지속적으로 대 발생하고 있으며, 2005년 충남 당진지역에서 비닐 하우스에서 재배한 고추와 인근 노지 포장에서 대 발생하여 우리나라에서 TSWV의 피해가 커질 것으로 우려되고 있다. TSWV는 매우 전형적인 원형반점 병징을 일으키는 바이러스로서 채소작물에 나타나는 주요 병징 및 발생률을 보고하는 바이다.

바이러스병 발생조사 및 이병물 채집. 조사지역은 경기도 안양과 충남 당진이었으며, 안양지역은 2004년과 2005년, 당진지역은 2005년에 조사하였다. 바이러스병 발생조사는 전형적인 원형반점 병징과 함께 바이러스병 증상을 보이는 것을 육안으로 조사하였으며, 검정한 시료수는 토마토를 비롯한 22개 작물 135점이었다. 작물별 검정 시료수는 감자 3점, 고구마 3점, 고추 22점, 들깨 9점, 미나리 1점, 상추 5점, 시금치 5점, 쌈추 10점, 쑥갓 4점, 아욱 3점, 용설채 2점, 적겨자 10점, 적근대 3점, 적치코리 5점, 참깨 4점, 청겨자 10점, 치코리 5점, 콩(대두) 7점, 토마토 10점, 방울토마토 2점, 트레비소 5점, 호박 6점 이었다.

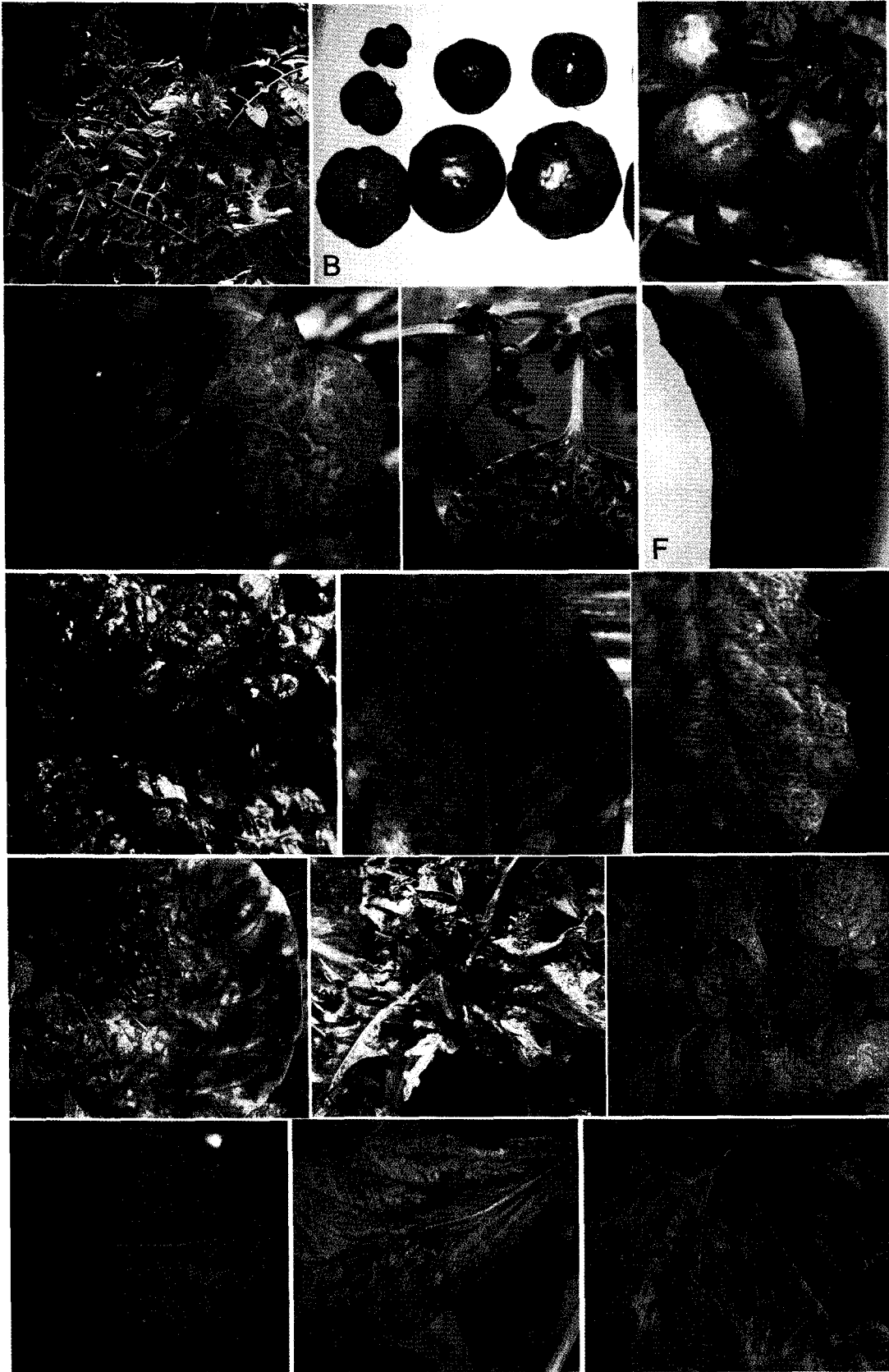
바이러스 검정방법. 바이러스 진단은 전자현미경 검정과 Immuno-captured reverse transcription-polymerase chain reaction(IC/RT-PCR) 방법과 Virus captured (VC)/RT-PCR을 사용하였다. TSWV 항혈청을 일본 농업연구센터 식물 바이러스 연구실에서 분양 받아 사용하였다. RT-PCR은 nucleocapsid protein 유전자와 NSm 유전자를 대상으로 이루어졌으며 각각 TSNCPS (5'-ATG TCT AAG GTT AAG CTC AC-3')와 TSNCPR (5'-TCA AGC AAG TTC TGC GAG TT-3') primer, TSNSmS (5'-ATG TTA ACT CTT TTC GGT AA-3')와 TSNSmR (5'-CTA TAT TTC ATC AAA GGA TA-3') primer를 이용하여 RT-PCR을 수행하였다. 증폭조건은 48°C에서 45분→94°C에서 2분 처리 후

94°C에서 30초→50°C에서 30초→72°C에서 1분 30초 처리를 35회 하였으며 최종적으로 72°C에서 7분간 처리를 하였다.

채소 작물별 TSWV 발생율. 토마토를 포함하여 주요 원예작물의 이병율은 다음과 같다. 토마토(*Lycopersicon esculentum*), 치커리(*Cichorium intybus*), 적치코리(*Cichorium intybus*), 용설채(*Lactuca indica* var. *dracoglossa*)는 TSWV에 100% 감염되었으며, 고추(*Capsicum annuum*)와 상추(*Lactuca sativa*)는 80%, 적겨자(*Brassica juncea*; Red mustard) 50%, 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica*) 38%, 쌈추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* X *Brassica oleracea* var. *capitata*) 30%, 그리고 감자(*Solanum tuberosum*)는 65%의 이병률을 보였다. 그리고 참깨(*Sesamum indicum*), 트레비소(*Cichorium intybus* L.), 호박(*Cucurbita moschata*), 방울 토마토(Cherry tomato)에서도 TSWV 감염을 확인하였다.

채소 작물별 TSWV 병징. 토마토는 어린묘 시기에 감염되면 순이 괴사하여 식물체가 죽어 버리고, 정식 후에 생육이 진전되면서 감염되면 잎에 원형반점이 생기며 새 잎에는 심한 모자이크 증상과 함께 식물체 전체가 황화 고사되고(Fig. 1A) 과일에서도 전형적인 원형반점이 나타나거나 울퉁불퉁 기형이 나타났(Fig. 1B), 방울 토마토에서도 과일에 괴저 원형반점 및 기형이 되었다(Fig. 1C). 안양지역의 노지재배 고추에서는 정식 초기에 잎에 작은 원형반점이 생기고 생육이 진전됨에 따라서 황화 위축 증상이 심하게 일어났으며, 당진지역의 하우스 고추에서는 정식 초기 어린묘에 감염되면 고사하고, 생육이 왕성한 식물체에서는 잎에 원형반점이 아주 크고 정확하게 발현되며 이중 또는 삼중의 원형반점이 나타났(Fig. 1D). 이러한 병징이 나타난 고추에서는 순이 고사하고(Fig. 1E) 과일에서도 전형적인 괴저 원형반점이 나타났(Fig. 1F). 상추는 잎이 주글주글하기 때문에 병징을 알아보기 어렵지만, 작은 원형반점과 함께 전체적으로 위축이 일어나면서 잎 가장자리가 잘 전개되지 못하고 한쪽 일부부터 마름증상이 나타나면서 고사하였다(Fig. 1G). 쌈추의 경우도 상추와 마찬가지로 원형반점 병징이 잘 나타나지 않지만 전체적으로 위축되고 고사하였다. 치커리(Fig. 1H)와 적치커리(Fig. 1I)는 잎에 전형적인 원형

Fig. 1. TSWV induced the typical symptoms of ring spots, necrosis and malformation. Table tomato was produced yellowing, wilt and malformation followed by plant death (A). The fruits of table tomato (B) and cherry tomato (C) showed ring spots, necrosis and malformation. The typical single or double ring spots were induced on the leaves (D) and fruits (F), and bud necrosis in red pepper (E). TSWV caused leaf necrosis with necrotic ring spots on the lettuce (G) and dragon tongue (K). The double ring spots formed on the leaves of chicory (H) and red chicory (I). Leaf necrosis was induced with the small ring spots in treviso (J). On the leaves of potato, the typical ring spots formed individually and then mingled as large necrotic spots (L), followed by plant death. The small ring spots were produced and then shown like mosaic on the leaves of perilla (M) and sesame (N). The small chlorotic spots made the irregular large rings along with the leaf vein on pumpkin (O).



반점이 잘 나타났으며 이중 및 삼중의 원형반점이 나타나고 심하면 황화증상과 함께 고사하였다. 트레비소는 작은 붉은 원형반점이 생기고 잎이 황화되면서 식물체 전체가 고사하였다(Fig. 1J). 용설채는 원형반점과 함께 잎이 마름증상을 보이며 고사하였다(Fig. 1K). 감자는 붉은 모양의 전형적인 원형반점이 생기고 이 반점들이 커지면서 잎 전체가 고사하였다(Fig. 1L). 들깨는 조그만 반점이 모여서 모자이크 증상처럼 나타났으며(Fig. 1M), 참깨는 잎맥 사이에 부정형의 원형반점과 함께 황화증상이 나타났다(Fig. 1N). 호박은 작은 반점이 잎맥을 중심으로 생기고 커다랗고 불규칙한 원형반점이 나타났다(Fig. 1O).

요 약

토마토 반점위조 바이러스(*Tomato spotted wilt virus*; TSWV)가 2004년 경기도 안양지역에서 토마토, 고추 등을 포함한 14개 채소 작물에서 발생하였다. TSWV 검정은 지표식물 검정, IC/RT-PCR, VC/RT-PCR 및 Total RNA를 이용한 RT-PCR 방법을 이용하였으며, TSWV가 발생한 작물의 종류는 토마토, 방울 토마토, 고추, 시금치, 치커리, 적치커리, 적겨자, 용설채, 트레비소, 감자, 들깨, 참깨, 호박, 쌈추 이었다. 포장에서의 발생율은 토마토, 고추 등 주요 작물에서 30%에서 100% 발생하였으며, 병징은 대부분 전형적인 원형반점이었으며, 괴저, 위조 및 심한 모자이크 병징으로 진전되었다. TSWV가 발생한 포장에서 채집한 꽃노랑 총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)를 IC/RT-PCR 검정한 결과 감염율이 90%이었다.

감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 국책연구과제(2005041030574)로

수행하였으며 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

- Berling, A., Gebre-Selassie, K. and Marchoux, G. 1992. El virus del bronceado del tomate. Situacion-Perspectivas. *Consejer de Agricultura Ganaderia y pesca de Murcia* pp. 23-28.
- Boiteux, L. S., Nagata, T., Dutra, W. P. and Fonseca, M. E. N. 1993. Sources of resistnace to *Tomato spotted wilt virus* in cultivated and wild species of *Capsicum*. *Euphytica* 67: 89-94.
- Cho, J. J., Mau, R. F. L., German, T. L. Hatman, R. W., Yudin, L. S., Gonsalves, D. and Providneti, R. 1989. A multidisciplinary approach to management of *Tomato spotted wilt virus* in Hawaii. *Plant Dis.* 73: 375-383.
- Cho, J. J., Mau, R. F. L., Gonsalves, D. and Mitchell, W. C. 1986. Reservoir weed host of *Tomato spotted wilt virus*. *Plant Dis.* 70: 1014-1017.
- Goldbach, R. and Peters, D. 1994. Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. *Semin. Virol.* 5: 113-120.
- Kim, J. H. Choi, G. S., Kim, J. S. and Choi, J. K. 2004. Characterization of *Tomato spotted wilt virus* from paprika in Korea. *Plant Pathol. J.* 20: 297-301.
- 임경환, 정봉구, 윤진영, Green, S. K. 1991. ELISA test를 이용한 우리나라 고추 바이러스의 종류와 분포에 관한 조사. *한식병지* 7: 251-256.
- Van Zijl, J. J. B., Bosch, S. E. and Coetzee, C. P. J. 1986. Breeding tomatoes for processing in South Africa. *Acta Hort.* 194: 69-75.
- Whitefield, A. E., Ullman, D. E. and German, T. L. 2005. Tospovirus-Thrips interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43: 1-31.