

재배작형에 따른 토마토황화잎말림바이러스병의 발병양상

Pattern of the Occurrence of *Tomato yellow leaf curl virus* on Cultivation

고숙주^{1*} · 최덕수¹ · 마경철¹ · 김도익¹ · 김미경² · 최홍수² · 김현우¹

¹전남농업기술원 친환경연구소, ²국립농업과학원 작물보호과

Sug-Ju Ko^{1*}, Duck-Soo Choi¹, Kyung-cheol Ma¹, Do-ik Kim¹, Mi-Kyeong Kim², Hong-soo Choi² and Hyun-Woo Kim¹

*Corresponding author

Tel : +82-61-330-2512
Fax : +82-61-336-4076
E-mail: kosj@korea.kr

¹Environment-Friendly Agricultural Research Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

²Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea

Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) disease survey of tomato plants cultivated at Youngam, Changseong and Hwasun in Jeonnam Province was conducted in 2012 to 2013. To detect TYLCV in the field, PCR assay was performed using genomic DNAs extracted from tomato samples. According to cropping pattern, 23 and 59.4% of TYLCV infections were shown in semi-forcing and retarding cropping systems, respectively, and the frequencies of diseased plants were 0.4 and 13.1% in the two cropping systems, respectively. Especially, TYLCV incidences in the susceptible varieties were 24.3 and 83.0% in semi-forcing and retarding cropping systems, respectively. Resistant varieties showed 9.1% infection in retarding cropping system but did not in semi-forcing cropping system. Also, TYLCV was occurred on early June after transplanting on April and at approximate 20 days after transplanting on August or September.

Keywords: *Bemisia tabaci*, Resistant variety, Tomato, TYLCV

Received May 18, 2014
Revised October 11, 2014
Accepted November 28, 2014

토마토황화잎말림바이러스(*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV)는 Geminiviridae과, Begomovirus 속이며 세계적으로 토마토재배지에서 피해를 초래하고 있다(Czosnek와 Laterrot, 1997). 국내에서는 2008년 5월 경상남도 통영지역 시설 재배 토마토에서 처음으로 발생이 확인되었다(Ji 등, 2008; Kwak 등, 2008). 이후 2010년 경남 통영 등 16개 시군, 경북 10개, 충남 4개, 충북 2개, 전남 13개, 전북 11개, 제주도 2개 시군 등 전국적으로 확산되었다(Kim 등, 2011).

TYLCV는 single-stranded DNA로 구성된 바이러스로, 1964년 이스라엘에서 처음 분리되었으며(Cohen과 Harpaz, 1964), 분리 지역, 병징 차이 등에 따라 10여종의 계통이 보고되어 있다

(Abhary 등, 2007; Fauquet 등, 2003). TYLCV에 의해 감염된 토마토는 황화, 잎말림 및 위축 등의 증상으로 토마토에 치명적인 병으로 100%의 손실률이 보고되기도 하였다(Moriones, 2000). TYLCV 전염양식은 담배가루이가 직접 매개하며, 즙액, 종자 및 접촉 전염은 하지 않는다(Czosnek, 1999; Diener와 Raymer, 1971). 매개충인 담배가루이(*Bemisia tabaci*)의 성충과 약충이 체내 순환식 영속전염을 하나, 산란과정에서 차세대로의 전염은 되지 않는다(Cohen과 Nitzany, 1966). 일본의 경우 1996년에 큐슈 지역에서 처음 발생한 이후 2004년도 서남부 일대에 대발생하여 큰 피해를 일으킨 사례가 있다(Shigenori 등, 2009).

본 연구에서는 전남지역 토마토황화잎말림바이러스의 작형별 바이러스 발생율을 비교 조사하여 재배적인 방법에 따라 토마토황화잎말림바이러스 피해를 예방할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다.

Research in Plant Disease

©The Korean Society of Plant Pathology
pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

작형별 토마토황화잎말림바이러스 발생조사. 2012년부터 2013년까지 2년동안 전남지역 토마토 주산지인 영암, 화순, 장성을 중심으로 TYLCV 발생현황을 조사하였다. 작형별로 반촉성은 5월 중순, 억제작형은 10월 상순경에 바이러스를 조사하였다. 조사방법은 포장당 임의로 3지점을 선정하여 각지점당 100주 이상씩 3반복으로 이병주를 조사하여 발병율을 산출하였다. 포장에서 채집된 바이러스 증상시료는 PCR 방법으로 바이러스를 검정하였다. 바이러스 검정을 위한 시료로부터 전체 DNA 분리는 Viral Gene-spin™ kit(Intron Co.)를 이용하여 사용자 매뉴얼에 따라 분리하였다. TYLCV를 진단하기 위한 프라이머는 TYLCV-specific primer(PCR 산물 약 712bp)는 tylicv-1f(GTCAACCAATCAAATTGCATCTCAA)와 tylicv-1-2r(GTCCAAAATCCATTGGGC)를 이용하였다. PCR 진단과정은 다음과 같이 실시하였다. PCR 조성액 총 25 µl로 viral DNA 1 µl, Forward primer (10 pmol) 0.5 µl, Reverse primer (10 pmol) 0.5 µl, 2.5 mM dNTP 1.5 µl, 10x buffer 5 µl, 25 mM MgCl2 2.5 µl, Go-Taq Flexi DNA polymerase(10 U/µl) 0.3 µl, D.W 14.3 µl로 반응시켰다. PCR 조건은 95°C 3분 항온처리를 실시한 다음 94°C 20초, 55°C 30초, 72°C 1분, 35회 증폭하였으며, 마지막으로 72°C 10분간 처리하여 반응을 종료시켰다. PCR 반응을 확인하기 위해 1% agarose gel로 전기영동후 자외선 조사기(UV transilluminator)를 이용하여 PCR 산물을 확인하였다. 토마토황화잎말림바이러스 작형 및 품종별 발생패턴을 2012년부터 2013년까지 분석한 결과 작형별로는 반촉성은 74개 포장 중 17개 포장에서 발생하여 23%였고, 이병주율은 0.7%였으나 억제작형은 69개 포장 중 41개 포장에서 발생하여 59.4%였으며, 이병주율은 9.1%였다. 억제작형이 반촉성작형에 비해 바이러스 발생포장율과 이병주율이 높았다. 또한 저항성품종에서는 반촉성은 바이러스가 발생된 포장이 없었으며, 억제작형은 22개 포장에서 2개 포장에서 발생된 반면 감수성품종은 47

개 포장 중 39개 포장에서 발생되어 높은 발생율을 나타냈다 (Table 1). 반촉성작형에서는 바이러스 피해가 적고 억제작형에서 피해가 크므로 반촉성작형은 감수성품종을 재배하여도 무방하지만 억제작형은 바이러스 피해가 크므로 저항성품종을 재배하여 바이러스 피해를 예방하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

토마토황화잎말림바이러스 발생패턴 및 재배환경조사. 바이러스 발병원인을 구명하기 위해 조사 포장별로 묘종 육묘 방법, 정식시기, 재배품종도 조사하였다. 정식초기 병발생패턴에 따른 감염경로를 분석하였다. 정식후 20일 전에 발생된 포장은 육묘에서 유래된 것으로 가정하고, 20일 후에 발병된 것은 포장에서 자연감염된 것으로 가정하여 결과를 분석하였다. 재배포장에서 감염된 것이 80%로 우월하였으나 육묘장감염 의심포장 16%와 자가육묘장 감염 의심포장 4%로 조사되었다 (Table 2). 담배가루이는 토마토황화잎말림바이러스를 20일까지 보독할 수 있으며, 어린 식물체는 10-14일 정도면 병징이 발현된다고 하였다(AVRDC, 2004). 포장에서 재감염된 경우는 포장주변에 서식하는 담배가루이에 의해 전염된 것으로 추정되었고, 육묘장 전염보다는 포장에서 재감염된 경우가 많은 것을 확인할 수 있었다. 조사지역의 재배형태는 반촉성은 1월 중순부터 3월 상순까지 정식하여 6월까지 수확하고, 억제작형은 7월 상순부터 9월 상순까지 정식하여 12월 하순까지 수확하는 경향이였다. 조사지역에서 재배되는 감수성 품종은 완숙형은 다복, 호용, 마스크라, 데프니스, 방울형은 유니콘, 도태랑, 스마일, 미니찰, 대추형은 베타티니 등이었고, 저항성품종은 방울형은 TY 티니, 올레 TY, 대추형은 티티찰 이었다(자료미제시).

TYLCV가 발생된 나주 산포면 소재 시설하우스에서 정식초기부터 생육후기까지 바이러스의 발생확산패턴을 조사하였다. 정식시기별로 바이러스 발생패턴을 조사하고자 4월 13일, 8월

Table 1. Occurrence of *Tomato yellow leaf curl virus* depending on cropping pattern and variety in the surveyed tomato fields of Jeonnam province surveyed from 2012 to 2013

Cropping pattern	Variety	No. of fields surveyed	No. of fields diseased	Virus infection in fields (%)	Virus infection of plants (%)
Semi-forcing culture	Resistant	4	0	0	0
	Susceptible	70	17	24.3	0.7
	sub-total	74	17	23.0	0.4
Retarding culture	Resistant	22	2	9.1	0.1
	Susceptible	47	39	83.0	18.1
	sub-total	69	41	59.4	13.1

Table 2. Infection origin of *Tomato yellow leaf curl virus* on tomato fields

No. of investigated fields	Source		
	Domestic seedling	Commercial seeding	Re-infection of field
No. of fields (%)	25	3 (12.0)	20 (80.0)

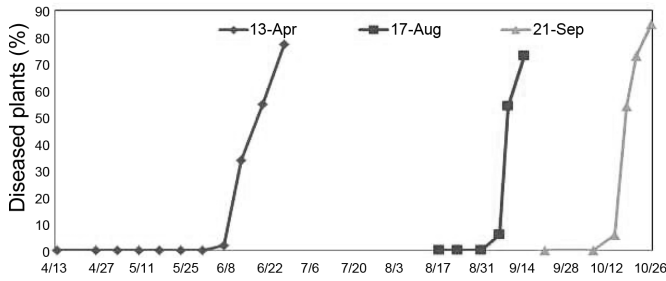


Fig. 1. Seasonal incidence of *Tomato Yellow leaf curl virus* based on the transplanting of tomato in the plastic house.

17일, 9월 21일 3회로 정식하였다. 각각 월 1-2회씩 전수 조사하여 확산되는 패턴을 조사하였다. 바이러스 발병을 유도하기 위해 살충제와 살균제는 전혀 처리하지 않았다. 토마토황화잎말림바이러스의 정식시기에 따른 바이러스병 발생 확산 경향은 봄재배인 4월 13일 정식하였을 때 55일 후부터인 6월 상순부터 발생하여 급격히 증가하는 패턴이었다. 가을재배는 8월 17일과 9월 21일 정식한 경우 모두 정식 20일 후부터 발생하여 급격히 증가하는 패턴이었다(Fig. 1). 따라서 봄작기는 5월 하순부터, 가을작기는 정식직전부터 매개충인 담배가루이 방제를 철저히 해야 될 것으로 판단되었다. 반축성은 1월부터 3월까지 정식한 경우로 발생포장이 매우 적었으나, 실제로 몇몇 포장에서 바이러스 발생이 높은 사례가 있었는데 이는 잘못된 정식방법 때문이었다. 이런 포장은 바이러스가 발생된 포장에서 병든 토마토를 전체 또는 일부 제거하지 않은 상태에서 재정식하거나, 토마토를 제거한 직후 담배가루이를 방제하지 않은 상태에서 곧바로 정식하여 전염이 된 것으로 추정되었다(자료미제시). 억제작형은 7월 상순부터 9월 상순까지 정식한 경우로 이는 여름이 되면서 온도가 점차 증가하여 담배가루이 밀도가 급격히 증가하였고, 바이러스 발병지역에서 바이러스 보독충의 밀도도 높기 때문에 판단되었다. Chung 등(2013)은 담배가루이 방제를 위한 물리적방법으로 토마토 재배온실에 60메쉬 방충망을 설치하면 방제가 가능하다고 하였으나, 고온기 환기불량에 따른 과습으로 병발생과 차광에 대한 부작용도 초래할 수 있다고 하였다.

요 약

전남지역의 영암, 장성, 화순 등 주요 재배주산지에서 2012년부터 2013년까지 2년동안 토마토황화잎말림바이러스의 발생현황을 조사하였다. 바이러스는 토마토 시료로부터 전체 DNA를 추출하여 PCR을 실시하였다. 토마토 재배작형별 바이러스 발병포장율은 반축성작형은 23%, 억제작형은 59.4%였으며, 이병주율은 각각 0.4%, 13.1%였다. 저항성품종 재배시에는 작형에 관계없이 발병율이 매우 낮았으며, 감수성 품종 재배시에는 발병포장율은 반축성은 24.3%로 낮았으나, 억제작형

은 83.0%로 매우 높았다. 하지만 저항성 품종 재배시에는 발병포장율은 반축성은 발생되지 않았고, 억제작형은 9.1%였다. 토마토황화잎말림바이러스는 4월 정식시 6월 상순부터 발생하였고, 8월과 9월에 정식하였을 때 20일 후부터 발생하기 시작하였다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of Cooperative Research program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ006519) Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Abhary, M., Patil, B. and Fauquet, C. 2007. Molecular biodiversity, taxonomy, and nomenclature of tomato yellow leaf curl-like viruses. In: *Tomato yellow leaf curl virus disease*, ed. by H. Czosnek, pp. 85-118.
- AVRDC. 2004. Fact sheet: *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV).
- Chung, B. G., Lee, H. S. and Kim, Y. B. 2013. Establishment of 60 Mesh Nets to Reduce Crop Loss by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Tomato Greenhouse. *Korean J. Appl. Entomol.* 52: 23-27. (In Korean)
- Cohen, S. and Harpaz, I. 1964. Periodic, rather than continual, acquisition of a new tomato virus by its vector, the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius.). *Entomol. Exp. Appl.* 7: 155-166.
- Cohen, S. and Nitzany, F. E. 1966. Transmission and host range of the *Tomato yellow leaf curl virus*. *Phytopathology* 56: 1127-1131.
- Czosnek, H. 1999. *Tomato yellow leaf curl virus*. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No. 368.
- Czosnek, H. and Laterrot, H. 1997. A worldwide survey of tomato yellow leaf curl viruses. *Arch. Virol.* 142: 1391-1406.
- Diener, T. O. and Raymer, W. B. 1971. *Potato spindle tuber viroid*. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No. 66.
- Fauquet, C. M., Bisaro, D. M., Briddon, R. W., Brown, J. K., Harrison, B. D., Rybicki, E. P., Stenger, D. C. and Stanley, J. 2003. Revision of taxonomic criteria for species demarcation in the family geminiviridae, and an updated list of begomovirus species. *Arch. Virol.* 148: 405-421.
- 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. (Abstract)
- 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. (In Korean)
- Kwak, H. R., Kim, M. K., Lee, G. S., Kim, C. S., Kim, M. J., Kim, J. D., Lee, S. H., Kim, J. S., Lee, S. C. and Choi, H. S. 2008. Molecular characterization of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) isolated firstly in

- Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 238 (Abstract)
- Moriones, E. 2000. TYLCV datasheet. EWSN, U.K.
- Shigenori, U., Masatoshi, O., Keisuke, K. Kazuyasu, F., Kinue, K., Yuko, M., Masahiro, T. and Shinji. 2009. Introduction and molecular characterization of *Tomato yellow leaf curl virus* in Okinawa, Japan. *JARQ* 43: 19–24.