

유묘검정법을 이용한 궤양병 저항성 토마토품종 선발

한유경* · 한경숙 · 이성찬 · 김형환 · 김 수 · 김동휘

국립원예특작과학원 원예특작환경과

Screening of Tomato Cultivars Resistant to Bacterial Canker by Seedling Test

You-kyoung Han*, Kyung-sook Han, Seong-chan Lee, Hyung-hwan Kim,
Su Kim and Dong-hwi Kim

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
RDA, Suwon 441-744, Korea

(Received on November 8, 2010; Accepted on November 21, 2010)

Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, is a very damaging disease to tomato (*Lycopersicon esculentum*) farm in Korea. It infects tomato, spreads through the xylem and causes bacterial wilt and canker. Selection of resistant cultivar is the best way to prevent or reduce the occurrence of the disease. Thirty-nine tomato cultivars, twenty-one cherry tomato cultivars and thirteen rootstock tomato cultivars were inoculated with *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, to evaluate tomato cultivar-specific resistance against bacterial canker. In the evaluation of 73 major commercial cultivars, ‘Sunmyung’, ‘Sweet’, ‘Akiko’, ‘Dadaki’, ‘Match’, ‘Magnet’, ‘Friend’, and ‘Greenpower’ were found to have a high level of resistance to bacterial canker of tomatoes.

Keywords : Bacterial canker, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Resistant, Tomato

가지과(Solanaceae)에 속하는 토마토(*Lycopersicon esculentum*)는 최근 소비자들에게 라이코펜, β-카로틴 등의 항암항산화물질이 다량 함유되어 있어 기능성 채소로 인식되면서, 일년 내내 재배되고 있다. 이런 증가추세와 연작에 따라 토마토 재배 포장에서 발생하는 병해의 종류도 다양해지고 있다. 그 중 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*에 의한 궤양병이 1997년 경북 경주 안강읍에서 최초로 발생 보고(최 등, 1997)된 이후, 피해 정도가 경미하게 나타나다, 2007년 강원도와 전북지역에 발생 이후 발생이 증가하고 하고 있다. 이 병원세균은 그람 양성균의 간균으로 편모를 갖고 있지 않으며, 균총 색깔은 노란색을 띄고 있다. 토마토 외에 고추에도 발병하는 것으로 알려져 있으며, 잎, 줄기, 과실에 발생한다. 초기 증상은 하엽이 시들고 처지고 병이 진전되면 잎은 부정형의 갈색의 괴사부분이 생기며 과실에 백화현상이 일어

난다. 또한 과실은 줄기에 매달려 있지 못하고 쏟아져 내리며, 지체부의 줄기를 잘라보면 도관부가 갈변되어 있다 (Carlton 등, 1998; 농촌진흥청, 2000).

농가에서 재배하고 있는 대부분의 토마토 품종은 동남아시아, 중국 등 해외에서 채종되어 국내로 반입되고 있는 실정이다. 토마토 종자 채종지의 관리가 제대로 되고 있지 않아 종자 전염성 병해들이 증가하고 있다. 궤양병 또한 감염된 종자와 오염토양에 존재하는 병원세균이 주 전염원이다. 1차 전염 후, 적심 등 농작업 시 생긴 상처 부위로 2차 전염도 많이 발생되고 있다. 이를 해결하기 위해 dazomet를 이용한 토양소독이나, 궤양병 방제 약제로 등록되어 있지 않은 항생제류의 농약들은 사용하고 있다. 그러나 이 또한 궤양병을 방제하기에 역부족이다. 따라서, 궤양병에 강한 저항성 품종 선발이 예방적 차원의 방제 방법으로 제시되고 있다.

이에 본 연구에서는 토마토 궤양병의 경종적 방제를 위하여 국내에서 재배되고 있는 주요품종들의 유묘검정법을 이용하여 저항성 품종을 선발하고자 수행하였다.

*Corresponding author
Phone) +82-31-290-6232, Fax) +82-31-290-6259
Email) ykhan@rda.go.kr

재료 및 방법

병원균 준비. 토마토 궤양병 균주는 전북 익산에서 발병된 이병주로부터 분리를 하였다. 이 지역에서 채집한 이병주의 지체부 단면을 절단하여 Luria-Bertani(LB) 배지에 치상하여, 균분리를 하였다. 총 5균주를 분리하여 16r RNA sequencing 분석, 지방산 분석, 전자현미경 검경을 등을 이용하여 동정하였다. 동정된 5균주를 토마토 유묘와 성체에 관주 접종하여 병원성을 확인하였다. 5균주를 접종한 모든 식물체에서 시들음증상과 물관부에 갈변 증상이 일어났으며, 잎에 반점증상도 발생하였다. 이중 한 균주(CDS-B2)를 저항성 검정 실험에 사용하였다. 분리된 궤양병은 LB배지에 48h 배양한 후 20% glycerol에 현탁하여 -70°C에 보관하면서 접종시 사용하였다.

식물체 준비. 농자재상에서 판매되고 있는 완숙 토마토 39품종, 방울 토마토 21종, 대목 토마토 13종(Table 1)을 구입하여 토마토 궤양병 저항성 검정에 사용하였다. 각 품종에 종자는 원예용 32공 트레이에 파종하였다. 이중 20립은 병원균 접종에 사용하고 10립은 병원균 무처리구로 사용하였다.

저항성 검정. 토마토 이병주로부터 분리한 궤양병균 CDS-B2를 LB 고체배지에 2일간 배양하였다. 배양된 single colony를 LB 액체배지에 다시 2일간 배양한 후 살균수로 1×10^8 cfu/ml의 농도로 희석한 후 병원성 검정에 사용하였다. 토마토 유묘는 원예용 상토에 파종하였다. 25°C에서 2주간 키운 본엽 2엽기 유묘를 병원성 검정에 사용하였다. 접종방법은 뿌리를 절단하여 상처를 주고 배양된 병원균에 10분간 침지한 후 병원균을 관주하여 주는 단근침지관주법을 사용하였다. 궤양병균 1×10^8 cfu/ml 농도의 병원균 배양액에 10분간 침지를 하였고, 같은 농도의 배양액 40 ml/을 식물체 주마다 관주하여 주었다. 병원균 접종 후 유묘는 32공 트레이에 정식하였다. 병원균 무처리구는 단근 후 증류수에 10분간 침지한 후 32공 트레이에 정식하였다. 접종된 토마토 식물체는 28~30°C의 유리 온실에 보관하면서 발병을 유도하였다. 접종 12일 후부터 발병주율을 조사하였다.

저항성 평가. 접종 후 토마토 식물체가 시드는 발병주수를 조사하였으며, 최종적으로 접종 21일 후 토마토의 이병주율(%)을 (이병주수/처리주수) × 100으로 산출하였다. 토마토 품종에 대한 궤양병 저항성 평가는 이병주율(%)을 기준으로 하였으며, 저항성(R): 0~20%, 중도저항성(M): 21~50%, 감수성(S): 51% 이상의 3단계(Table 1)로 평가하였다.

결과 및 고찰

궤양병 저항성 토마토 품종을 선발하기 위해 국내에서 시판, 재배되고 있는 완숙, 방울, 대목 토마토 73품종에 대하여 저항성 검정을 수행하였다. 접종방법은 단근침지 관주법을 사용하여 병원균을 접종하였고, 병원균 접종 후 약 12일 후부터 병이 발생되기 시작하였다. 궤양병은 토양전염성 병이기 때문에 트레이 내에 수분이 마르지 않도록 조절을 하였다. 온실내 온도는 28~30°C의 온도를 유지하며 발병을 유도하였고 병 접종 12일 후부터 발병주율을 조사하였다.

토마토 궤양병은 같은 세균병인 풋마름병과는 다르게 병 발생이 늦게 발생되었다. 풋마름병의 경우, 1×10^6 cfu/ml 농도에서 단근침지 접종법을 이용하여 접종 후 5일 만에 시들음 증상이 나타났다(Han 등, 2009). 반면에, 궤양병의 경우에는 1×10^8 cfu/ml의 더 높은 농도와 같은 농도의 세균 배양액을 관주해 주어야만 시들음 증상이 발생하기 시작했다. 이는 궤양병균의 증식속도와도 상관관계가 있는 것으로 생각되어진다. 토마토 포장에서도 이와 같은 결과가 발생되었다. 30일된 토마토 유묘를 정식 후 풋마름병을 뿌리에 상처를 주고 관주 했을 경우, 접종 후 약 일주일 후부터 시들음 증상이 생기기 시작했다. 반면, 궤양병의 경우에는 약 30일이 지난 후 3~5화방 사이의 시기에 시들음 증상과 잎 증상이 나타나기 시작하였다(테이타 미포함).

시판중인 토마토 품종의 궤양병의 감수성을 비교한 결과(Table 1) 방울과 대목토마토에서 저항성품종이 가장 많이 나타났다. 결과적으로 완숙토마토 중 1품종, 방울토마토 중 3품종, 대목토마토 중 4품종이 궤양병에 대해 저항성을 보이는 것을 알 수 있었다(Table 2). 저항성 검정시 식물체의 증상을 보면 하위엽부터 순차적으로 시들다가, 결국 전체적으로 고사하였다. 이는 뿌리부터 병원균이 침입한 후, 세균에 증식하여 도관부를 막아 뿌리에서 흡수되는 양분이나 수분의 공급이 원활히 이루어지지 않는 결과라고 볼 수 있겠다. 또한, 풋마름병과는 다르게 잎에도 전형적인 반점 증상이 나타나기도 하였다. 완숙 토마토에서는 선명이 저항성을 나타냈고, 방울토마토의 경우 스위트, 다다기, 아끼꼬에서 저항성을 보였다. 2007년 남부지방의 토마토 재배중 궤양병 발생으로 문제가 되었던 방울토마토 품종 중 일명 꼬꼬라고 불리는 텐텐은 궤양병에 대해서 감수성의 결과를 보였다. 대목토마토의 경우 매치, 마그네트, 프렌즈, 그린파워 품종에서 저항성을 나타냈다. 궤양병에 저항성을 보이는 대목 토마토 중 매치,

Table 1. Response of tomato cultivars to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on 21 days after inoculation

Tomato		Tomato		Cherry tomato		Rootstock tomato	
Cultivar	Resistant reaction ^a	Cultivar	Resistant reaction ^a	Cultivar	Resistant reaction ^a	Cultivar	Resistant reaction ^a
Roggusanmaru	S	Redking	S	DRC310	S	Match	R
Hoyong	S	Nahnta	S	kissggool	S	Bukinghagae	S
Myroggu	M	Magic2	M	Songsongal	S	B-blocking	M
Seogeon	M	Delice	S	Redyoyo	S	Solution	M
Juikko102	S	Lovely230	S	Yoyocaptin	S	J3Bstrong	M
Superdotaerang	S	Vitaman	S	Yoyoforseason	S	Magnet	R
Regendsummer	S	Opiera	S	Lycopene-9	S	Support	M
Regend	S	Tasha	S	Smile	S	Dongbanja	S
Dotaerangregular	S	Rapido	S	Redcherry	M	Youngmuja	S
Sunglove	M	Matrix	M	Tenten	S	Freinds	R
Sunred	S	Lilyance	M	Choice	S	Greenpower	R
Sunmyung	R	DRK2068	M	Sweet	R	Special	M
Pinktop	M	Rhapsody	S	Desert	M	SO-01393	M
Charming	S	Madison	M	Dadaki	R		
Top3	S	TP-7	S	Akiko	R		
Poseidon	S	Macarena	S	Naver	M		
Jeus	S	Seogwang102	M	Redstar	S		
Seogwang	S	Housechallenge	S	Veryking	M		
Homerunking	S			Girin	S		
Superking	S			Arigatto	S		
Hiking	S			Goldenbell	M		

^aR=Resistant: 0~20%, M=Moderate resistant: 21~50%, S=Susceptible: 51~100%.

Table 2. Baterial canker resistance of tomato which has been used in domestic variety breeding

Varietal kind	Total test number	Resistant variety	Response ^a
Tomato	39	1 including Sunmyung	wilt
Cherry tomato	21	3 including Sweet	wilt
Rootstock tomato	13	4 including Match	wilt

^aThe test used nursery stage in greenhouse.

마그네트, 프렌즈의 경우 풋마름병에도 저항성을 보인 결과가 보고되어 있다(Han 등, 2009). 특히 농가에서 많이 재배되고 있는 완숙토마토인 슈퍼도태랑, 방울토마토인 텐텐은 껀양병에 대해 감수성을 보였으며, 대목 토마토 품종인 J3B스트롱은 중도 저항성의 결과를 보였다.

토마토 껀양병은 종자로부터 전염된 후 연작시 토양에 남아있는 병원세균들이 재배시 적합한 환경 조건이 되면 다시 발병하는 토양 전염성 병해이다. 또한 토양전염성으로 뿐만 아니라 손지르기, 적심, 하엽제거 등의 농작업

시에 손이나 작업기구등에 병원세균이 묻어 건전주에 전염을 시키는 2차 감염도 큰 비중을 차지하고 있다. 이를 방제하기 위하여 농가에서 경종적 방법으로 가지과 이외의 작물을 돌려짓기를 하거나 화학적 방제로 농약사용지침서에 등록되어 있지 않은 Copper chloide·kasugamycin, Streptomycin, Oxytetracyclin·streptomycin sulfate 등의 항생제류의 농약 살포와 dazomet을 이용한 토양소독 등을 이용하고 있지만 그 효과가 낮게 나타나고 있다. 또한 껀양병 방제는 일부 토양 미생물이나 식물내생균, lysozyme, 개발되어 있는 *Bacillus* sp. 등의 제제를 이용한 방제가 일부 수행되어 효과가 있다고 밝혀져 있으며(Boudyach 등, 2001; Utkhede 등, 2004), 화학적 방제로는 Copper hydroxide와 mancozeb을 처리했을 경우 껀양병 방제에 효과가 있다고 보고되었다(Hausbeck 등, 2000). 그러나 미생물을 이용하거나 화학적 방제를 했을 경우 그 방제가가 높아야 60%대 밖에 되지 않는 결과를 보여주고 있다(Boudyach 등, 2001; Utkhede 등, 2004; Hausbeck 등, 2000). 이러한 결과로 볼 때 화학적, 생물적 방제법과 더

불어 이를 대체할 만한 방제법이 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 경종적 방제 차원에서 이들 품종을 대체할 만한 품종을 선발하거나 대목선발, 품종 육성이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 해외에서는 궤양병 병원성 관련 유전자의 기능이나 종자내에서 병을 진단할 수 있는 연구들만 진행되고 있을 뿐, 국외건 국내건 저항성 품종에 대한 연구는 거의 전무한 상태이다. 국내에서 재배되고 있는 토마토 품종들은 시설내 재배조건이 다르고, 토양환경 등 병원균의 품종에 대한 토착화에 따라 병저항성 양상이 다르게 나타나고 변화하고 있다. 따라서 주기적으로 시판품종에 대한 저항성 검정에 따른 궤양병 품종 스크리닝이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 저항성 검정을 통해 선발된 저항성 8품종은 농가 재배시 품종 선택시 기초적인 정보로 활용될 수 있으며, 추후 재배 포장에서 토마토 성체를 이용한 평가도 이루어져야 될 것으로 판단된다.

요 약

국내에서 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*에 의한 궤양병은 토마토 농가에 심각한 피해를 주고 있다. 이에 병 발생의 감소와 방제를 위해서는 저항성 품종이 최선의 해결책으로 제시되고 있다. 따라서 국내에서 시판되고 있는 완숙토마토 39품종, 방울토마토 20품종, 대목토마토 13품종에 대한 궤양병 저항성 품종을 선별하기 위해 저항성 검정을 실시하였다. 시판되는 72품종 중 선명, 스위트, 다다끼, 아끼꼬, 매치, 마그네트, 프렌즈, 그린파워, 품종이 궤양병에 대해 저항성을 나타내었다.

참고문헌

- Boudyach, E. H., Fatmi, M., Akhayat, O., Benizri, E. and Ait Ben Aoumar, A. 2001. Selection of antagonistic bacteria of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and evaluation of their efficiency against bacterial canker of tomato. *Biocontrol Science and Technology* 11: 141-149.
- Carlton, W. M., Braun, E. J. and Gleason, M. L. 1998. Ingress of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* into tomato leaves through *Hydathodes*. *Phytopathology* 88: 525-529.
- 최재을, 유성준, 김흥기. 1997. 토마토 궤양병의 발병요인과 방제대책. *식물병과 농업* 3: 1-4.
- Han, Y. K., Min, J. S., Park, J. H., Han, K. S., Kim, D. H., Lee, J. S. and Kim, H. H. 2009. Screening of tomato cultivars resistant to bacterial wilts. *Research in Plant Disease* 15: 198-201.
- Hausbeck, M. K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R. and Fulbright, D. W. 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the yield. *Phytopathology* 90: 38-44.
- Ioannou, N., Psallidas, P. G. and Glynos, P. 2000. First record of bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*) on tomato in Cyprus. *J. Phytopathology* 148: 383-386.
- Myung, I. S., Kim, D. G., An, S. H., Lee, Y. K. and Kim, W. G. 2008. First report of bacterial canker of tomato caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in Korea. *Plant Dis.* 92: 1472.
- 농촌진흥청. 2000. 채소병해충 진단과 방제. 71 p.
- Utkhede, Raj and Koch, Carol. 2004. Biological treatments to control bacterial canker of greenhouse tomatoes. *BioControl* 49: 305-313.