

DOI:10.11937/bfyy.201604012

日光温室越冬长季节番茄 多抗品种筛选及配套栽培技术

郭敬华, 董灵迪, 焦永刚, 吴志明, 石琳琪

(河北省农林科学院 经济作物研究所, 石家庄 河北 050051)

摘要:以越冬栽培的 10 余个番茄品种为试验材料, 分析了其生物学性状、TY 病毒病发病率、根结线虫病发病率、果实性状、产量等指标, 结合分子标记检测技术进行了比较研究。结果表明:品种“金棚 11 号”、“辉腾”、“荷兰六号”、“TY298”在增产的同时高抗 TY 病毒病, 相对防效均达 100%。其中“TY298”、“粉琪”(TY288)、“金棚 11 号”、“迪芬尼”为双抗品种, 高抗 TY 病毒病、抗根结线虫病, 根结线虫病相对防效为 57.11%~85.72%, 且相对增产率为 70.62%~102.49%, 是适合日光温室越冬长季节番茄栽培的优良品种。结合 2008—2015 年多年栽培试验, 总结并归纳了相关的配套栽培关键技术。

关键词:番茄; 越冬栽培; 抗病品种; 日光温室

中图分类号:S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0048-04

日光温室番茄茬口安排主要有 1 年 2 茬(春茬和秋冬茬)和 1 年 1 茬(越冬茬)2 种形式^[1], 但番茄黄化曲叶病毒病是一种对秋冬茬及越冬茬番茄生产中威胁性很强的病害。自 20 世纪 90 年代, 浙江、上海、广西、云南、

江苏、河南、广东、福建、海南和台湾等地相继发生番茄黄化曲叶病害, 并时常造成毁棚罢园, 给种植户造成巨大损失^[2-5]。2008 年, 河北省首次发现番茄黄化曲叶病, 该病害扩展迅速, 至 2009 年夏秋季已在河北省中南部暴发流行。由于该病毒主要通过烟粉虱传播, 鉴于烟粉虱很强的生存与扩展能力, 要将该病毒病限制在一个地点和阻止其传播和扩散有很大的难度, 同时该病毒病危害重, 又几乎无药可治, 因此抗病毒病品种成为消除番茄黄化曲叶病毒病威胁的主要策略^[6]。另外, 根结线虫 (*Meloidogyne. spp*) 是危害番茄的主要病害之一, 它广泛分布于世界各地。随着保护地番茄生产面积的增加, 复种指数增加, 加之重茬严重, 导致根结线虫危害日趋严重, 一般可造成番茄减产 10%~20%, 严重可达 30%~40%, 甚至绝产^[7]。故筛选多抗番茄品种已成当务之急。该研究对河北省主栽的番茄品种经过几年的田间栽培

第一作者简介:郭敬华(1977-), 女, 河北邯郸人, 硕士, 助理研究员, 现主要从事设施蔬菜栽培技术及栽培生理等研究工作。E-mail: guojinghua800409@163.com.

责任作者:石琳琪(1962-), 女, 河南嵩县人, 本科, 研究员, 现主要从事蔬菜栽培技术等研究工作。E-mail: shilinqi113@163.com.

基金项目:河北省现代农业产业技术体系——冀南棚室蔬菜优质安全综合技术集成资助项目; 河北省农林科学院青年基金资助项目(A2015050302); 石家庄市科学技术研究与发展计划资助项目(151490362A); 国家大宗蔬菜产业技术体系石家庄综合试验站资助项目(GARS-2S-G-05)。

收稿日期:2015-09-22

powder), calcium chloride, calcium superphosphate, calcium magnesium phosphate fertilizer, without calcium fertilizer (CK) to find out a calcium fertilizer which was suitable for local production, and provided the basis for the scientific application of fertilizer. The results showed that the calcium fertilizer treated plants were balanced function, calcium sulfate, chloride, calcium superphosphate, calcium magnesium phosphate processing plant were higher than the control average plant dwarfism 0.98%, 3.57%, 1.95% and 2.79%, and the plant height was dealt with calcium sulfate were in the optimum range, and the plants were beefiest; chlorophyll SPAD value respectively, compared to the control increased by 10%, 8%, 7% and 8%; after three trials of calcium treatment, garlic fruit weight and yield increment showed that calcium sulfate was the highest, calcium chloride was the second, superphosphate was the third, calcium-magnesium-phosphorus was the fourth, the control was the fifth.

Keywords: calcium fertilizer; garlic; agronomic traits; yield

试验结合分子标记技术,以期筛选出适合日光温室越冬长季节栽培的多抗优良番茄品种及抗病基因,并总结出配套栽培技术,为实际栽培生产提供一定的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 番茄抗 TY 病毒病品种筛选 番茄供试品种为“辉腾”、“卡宴”、“迪芬尼”、“荷兰六号”、“荷兰八号”、“金棚 1 号”、“金棚 11 号”、“金棚 10 号”、“金棚 901”、“TY298”等。

1.1.2 番茄抗 TY 病毒病基因分子标记检测 1:“卡伊罗”;2:“GL102”;3:“TY298”;4:“辉腾”;5:“浙粉 702”;6:“瑞粉 880”;7:“惠丽”;8:“佳西娜”;9:“迪维斯”;10:“迪芬尼”;11:“金棚 1 号”;12:“金棚 10 号”;13:“金棚 11 号”;14:“金棚 901”等 14 个品种进行分子标记检测。

1.1.3 番茄抗根结线虫病品种筛选 在抗 TY 病毒病品种中筛选同时抗根结线虫的多抗品种。番茄供试品种为“TY298”、“金棚 10 号”、“金棚 11 号”、“金棚 901”、“粉琪”(TY288)、“浙粉 702”、“迪芬尼”,以“金棚 1 号”为对照。

1.2 试验方法

1.2.1 番茄抗 TY 病毒病品种筛选 于 2013 年 8 月将供试番茄定植于日光温室内,以“金棚 1 号”为对照。每个品种为 1 个处理,随机排列,设 3 次重复。在番茄定植后的不同时期调查各处理生物学性状、TY 病毒病发病率。调查株数均为 60 株,在收获期随机数取 30~50 个果实分别统计单果重。发病率(%)=发病株数/调查株数×100。

1.2.2 番茄抗 TY 病毒病基因分子标记检测 利用已经报道的番茄抗病基因 TY-1 和 TY-2 的分子标记技术对抗病基因进行检测,其中 TY-1 分子标记检测采用国际公认的 TG97 标记进行检测^[8],其引物序列为 TG97 F:5'-TAA TCC GTC GTT ACC TCT CCT T-3',TG97

R:5'-CGG ATG ACT TCA ATA GCA ATG A-3'。TY-2 分子标记检测采用 TG36 标记进行检测^[9],其引物序列为 TG36F:5'-AACCACCACAAGAAAGATCCC-3',TG36R:5'-TCCTGAAATGGAAGATTGCC-3'。PCR 反应程序参考文献^[8-9],采用 PCR 扩增番茄的基因组 DNA 获得 PCR 产物特异条带,对 PCR 产物带分别进行限制酶酶切,其中 TY-1 为 *Taq* I 酶切,TY-2 为 *Rsa* I 酶切,酶切产物用 1.5% 琼脂糖电泳检测酶切产物。

1.2.3 番茄抗根结线虫病品种筛选 田间每个品种为 1 个处理,设 3 次重复,随机排列,生长期调查病毒病发病株,每处理调查 60 株,计算发病率及相对防效。收获后,整株拔下,调查根结线虫发病级数,计算病情指数、相对防效。发病级数分为 5 个级别:无根结线虫为 0 级,25%以下为 1 级,25%~50%为 2 级,51%~75%为 3 级,76%~100%为 4 级。病情指数(%)=Σ(各级根结数×各级代表值)/(调查总根结数×最高级代表值)×100。

1.2.4 配套栽培关键技术 该试验在总结 2008—2015 年高效种植模式试验数据的基础上,得出日光温室越冬长季节番茄栽培技术。

2 结果与分析

2.1 番茄抗 TY 病毒病品种筛选

由表 1 可知,“金棚 10 号”、“金棚 11 号”、“辉腾”、“荷兰六号”、“荷兰八号”、“TY298”、“迪芬尼”均抗病毒病,产量以“辉腾”最高,其次是“金棚 11 号”、“TY298”和“荷兰六号”,分别较对照(“金棚 1 号”)增产 31.54%、9.63%、5.81%。从冬性上看,“辉腾”第 7 穗果(低温弱光时)坐果率最高,平均 3.9 个,其次是“金棚 11 号”、“TY298”和“迪芬尼”,且“辉腾”在低温弱光时田间表现叶色绿,长势壮,为首选越冬粉果品种。

表 1 不同番茄品种抗病毒病及生物学性状比较

Table 1 Virus and biological character comparison of different tomato varieties

品种	株高 /cm	茎粗 /mm	单果重 /g	第 7 穗果坐果数 /个	667 m ² 产量 /kg	相对增产率 /%	病毒病 病率/%	防效/%	冬性说明
“金棚 1 号”	139.30	14.83	165	1.3	7 497.78	—	36.11	—	叶片黄,茎细,花少,坐果率低
“金棚 10 号”	160.23	15.08	305	0.9	7 163.32	—	0.00	100.00	叶片黄,茎细,花少,坐果率低
“金棚 11 号”	168.97	15.89	280	3.6	8 291.11	10.58	0.00	100.00	叶片稍黄,茎上下粗细相差少
“金棚 901”	166.14	14.93	290	0.8	6 510.00	—	19.44	46.17	叶片黄,茎细,花少,坐果率低
“辉腾”	180.78	15.91	160	3.9	9 862.22	31.54	0.00	100.00	叶色绿,茎上下相同,坐果较好
“卡宴”	175.08	14.40	160	1.1	7 598.89	1.35	30.56	15.37	叶黄,茎细,花少
“荷兰六号”	146.26	15.38	255	1.5	7 933.32	5.81	0.00	100.00	叶黄,茎粗,坐果较低
“荷兰八号”	142.70	15.88	260	0.6	5 950.00	—	0.00	100.00	叶黄,茎细,花少
“迪芬尼”	150.31	17.21	240	2.1	7 785.57	3.84	8.33	76.93	叶稍黄,茎粗上下同,坐果较好
“TY298”	148.69	15.86	220	3.2	8 220.06	9.63	0.00	100.00	叶绿,茎粗上下同,坐果较好

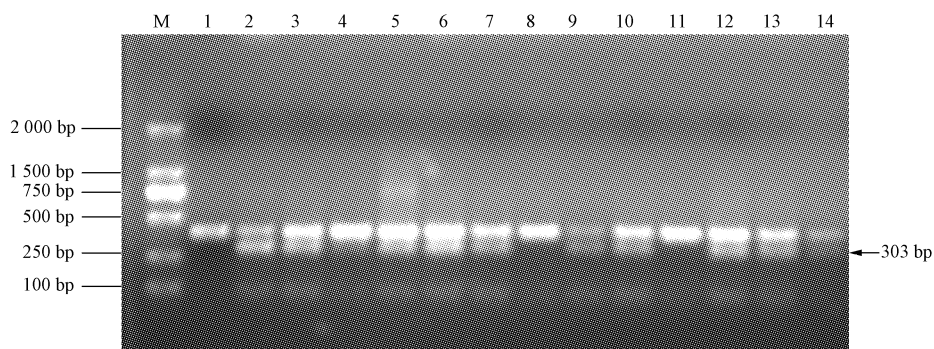
2.2 番茄抗 TY 病毒病基因分子标记检测

以“卡伊罗”为阴性对照(感病)，“GL102”为阳性对照(抗病)，对不同品种的 TY-1 基因进行了分子标记检测。由图 1 可知，TG97 标记在经 PCR 扩增和酶切后，抗病杂合基因型材料出现 398、303、95 bp 3 个特异片段，而抗病纯合基因型材料出现 303 bp 和 95 bp 2 个特异片段，而感病纯合基因型只出现 398 bp 的片段。除“佳西娜”和“金棚 1 号”不含有抗病基因 TY-1 外，其余品种都含有抗病基因 TY-1。试验对 TY-2 标记检测表明，除“浙粉 702”含 TY-2 基因外，其它品种没有 TY-2 抗病基因的特异性条带(结果未列出)。此结果与田间试验相

吻合。

2.3 番茄抗根结线虫病品种筛选

由表 2 可知，“迪芬尼”防治番茄根结线虫病效果最佳，相对防效达 85.72%。其次是“金棚 11 号”、“粉琪”(‘TY288’)、‘TY298’3 个品种，相对防效分别为 71.44%、71.44%、57.11%。‘TY298’、“粉琪”(‘TY288’)、“金棚 11 号”、“金棚 10 号”、“浙粉 702”对 TY 病毒病的防效均达 100%，为高抗病毒病品种，其次是“迪芬尼”，防效为 76.93%。双抗病品种的产量表明，“金棚 11 号”较对照增产 102.49%，“金棚 10 号”、‘TY298’较对照增产均在 90%以上，“粉琪”(‘TY288’)较对照增产 70.62%。



注: M, 2 000 bp DNA 分子量标准; 从大到小依次为 2 000、1 000、750、500、250、100 bp; 1, “卡伊罗”; 2, “GL102”; 3, “TY298”; 4, “辉腾”; 5, “浙粉 702”; 6, “瑞粉 880”; 7, “惠丽”; 8, “佳西娜”; 9, “迪维斯”; 10, “迪芬尼”; 11, “金棚 1 号”; 12, “金棚 10 号”; 13, “金棚 11 号”; 14, “金棚 901”。

图 1 不同番茄品种的抗病基因 TY-1 的分子标记检测

Fig. 1 Molecular marker detection of different tomato varieties for resistance genes of TY-1

表 2

不同番茄品种抗病性及产量

Table 2

Production and disease resistance of different tomato varieties

品种	根结线虫病			病毒病		667 m ² 产量 /kg	相对增产率 /%
	发病率/%	病情指数/%	相对防效/%	发病率/%	相对防效/%		
‘TY298’	21.05	7.90	57.11	0.00	100.00	8 131.80	90.12
“浙粉 702”	100.00	46.05	—	0.00	100.00	9 050.00	111.58
“金棚 901”	78.95	52.63	—	19.44	46.16	9 029.50	111.10
“粉琪”(‘TY288’)	11.11	5.26	71.44	0.00	100.00	7 297.70	70.62
“迪芬尼”	10.53	2.63	85.72	8.33	76.93	7 850.00	83.53
“金棚 11 号”	10.53	5.26	71.44	0.00	100.00	8 661.40	102.49
“金棚 10 号”	100.00	63.16	—	0.00	100.00	8 522.70	99.25
“金棚 1 号”(CK)	52.63	18.42	—	36.11	—	4 277.30	—

2.4 配套栽培技术

该模式番茄定植时间一般为 8、9 月或 10 月初，10 月中旬至 1 月开始收获，番茄整个生长环境是前期夏季高温、中期低温弱光、后期环境较适宜生长，针对这种环境条件，该模式的技术关键有 4 个方面。1) 夏季育苗技术。秋延后及越冬番茄生产，其育苗时期正是夏季高温季节，易形成徒长苗，造成苗弱、抗病性差。2006 年茎基腐病发生严重，与苗的质量有很大关系，因此，夏秋季节培育优质壮苗非常关键，可采用化学调控技术防止幼苗徒长，在播种前及子叶展平时喷 400 mg/L DPC(缩节胺)，下胚轴较清水对照相对降低率达 67.84%。2) 抗

TY 病毒病的防治。选择冬性好的品种，见表 2，苗期通过覆盖防虫网、挂黄板防治烟粉虱，阻断病毒病传播渠道，定植后盖防虫网、挂黄板同时，利用丽蚜小蜂防治烟粉虱，其寄生率可达 85% 以上，定植缓苗后配合阿克泰喷淋，可有效防治烟粉虱，控制病毒病传播。3) 中期低温弱光条件下增加地温、气温及 CO₂ 浓度。膜下灌溉就是一个简单实用增温、降湿技术，可使 10 cm 处地温提高 1.88℃，使湿度降低 9.64%。还可通过秸秆生物反应堆、双层膜覆盖等技术提高地温、气温及 CO₂ 浓度，以减少病害发生、提高产量。秸秆生物反应堆技术可较对照提高 CO₂ 浓度 1 倍左右，且不低于 500 mg/L，可使

10 cm处地温提高 1.13~1.52℃,20 cm处地温提高 1.71~2.01℃,双层膜覆盖可使气温增加 1.30~6.06℃。4)根结线虫防治。利用抗病品种、嫁接技术、高温闷棚、轮作措施可有效防治根结线虫。利用“满田2185”砧木嫁接番茄相对防效达 91.11%,相对增产率 10%。高温闷棚防治番茄根结线虫,防效可达 35%~40%。番茄收获完成后到下茬番茄定植前可加种一茬油菜、菠菜等叶菜类蔬菜,与油菜轮作防治根结线虫防效达 70%以上。

3 结论与讨论

通过品种的田间表现结合分子标记鉴定技术,可知适合日光温室越冬长季节栽培的优良双抗番茄品种为‘TY298’、‘粉琪’(‘TY298’)、‘金棚 11 号’、‘迪芬尼’。但品种发病率的高低与田间配套栽培管理技术密切相关,由此可见,要从根本上控制番茄黄化曲叶病毒病,除了提供优质、抗病品种外,需加强配套栽培技术管理非常重要,这与张加放等^[10]、沈玉权等^[11]的报道相符。病情指数是反映各品种抗、耐病性的重要指标,该试验针对根结线虫病的发病情况进行病情指数的调查,而对番茄病毒病只调查了发病率,下一步应按照番茄黄化曲叶病病情严重度分级标准,计算病情指数,初步明确病情与产量损失的关系。

参考文献

- [1] 刘富中,张志斌,贺超兴,等.越冬长季节日光温室番茄高产栽培配套技术研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(1):39-42.
- [2] 李桂新,范三微,李正和,等.侵染云南白肋烟的中国番茄黄化曲叶病毒及伴随卫星 DNA 分子的基因组特征[J].农业生物技术学报,2003,11(5):525-530.
- [3] 徐幼平,周雪平.侵染广西烟草的中国番茄黄化曲叶病毒及其伴随的卫星 DNA 分子的基因组特征[J].微生物学报,2006,46(3):358-362.
- [4] 何自福,虞皓,毛明杰,等.中国台湾番茄曲叶病毒侵染引起广东番茄黄化曲叶病[J].农业生物技术学报,2007,15(1):119-123.
- [5] 张穗,王冬生,瞿培荣,等.上海市番茄黄化曲叶病毒(TYLCV)病的初步鉴定[J].上海农业学报,2006,22(3):126.
- [6] 王冬生,匡开源,张穗,等.上海温室番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J].长江蔬菜,2006(10):25-26.
- [7] 彭德良.蔬菜病虫害的综合治理(十)蔬菜线虫病害的发生和防治[J].中国蔬菜,1998(4):57-58.
- [8] PEREZ de CASTRO A,BLANCA J M,DÍEZ M J,et al. Identification of a CAPS marker tightly linked to the tomato yellow leaf curl disease resistance gene Ty-1 in tomato[J].Eur J Plant Pathol,2007(117):347-356.
- [9] JI Y,SCOTT J W,SCHUSTER D J. Toward fine mapping of the Tomato yellow leaf curl virus resistance gene Ty-2 on chromosome 11 of tomato[J].Hort Science,2009,44(3):614-618.
- [10] 张加放,李伟.番茄黄化曲叶病毒病发病症状、原因及综合防治[J].上海农业科技,2008(2):103.
- [11] 沈玉权,陈正群,李伟,等.江苏省番茄黄化曲叶病毒病的发生及防治[J].长江蔬菜,2010(9):38-39.

Screening of Multi-resistant Variety and Corresponding Cultivation Techniques of Tomato During Winter Long Season in Solar Greenhouse

GUO Jinghua,DONG Lingdi,JIAO Yonggang,WU Zhiming,SHI Linqi

(Institute of Cash Crops,Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences,Shijiazhuang,Hebei 050051)

Abstract: Taking the winter cultivation of more than 10 varieties of tomatoes as test materials,the biological character was analyzed,TY virus disease incidence,root knot nematode disease incidence,fruit characters,yield,combining molecular marker detection technology was carried on the comparative study. The results showed that varieties of ‘Jin-peng 11’, ‘Hui-teng’, ‘He-lan 6’, ‘TY298’ was high resistance to TY virus disease with increasing production,and the relative control effect was 100%,followed by ‘Di-fenni’. And ‘TY298’, ‘Fen-qi’, ‘Jin-peng 11’, ‘Di-fenni’ was the double resistance varieties,which was high resistance to TY virus disease and also resistance to root knot nematode,the relative control effect to root knot nematode was 57.11%—85.72%,and the relative increase rate reached to 70.62%—102.49%,it was good varieties of suitable for tomato cultivars in solar greenhouse during winter long season. Combined with years from 2008 to 2015 of culture experimental,summarized out of related technologies of tomato cultivars.

Keywords: tomato;winter cultivation;resistant variety;solar greenhouse