

# 高抗番茄黄化曲叶病毒病番茄新品种浙粉 702 的选育

王荣青, 叶青静, 周国治, 阮美颖, 姚祝平, 杨悦俭

(浙江省农业科学院蔬菜研究所, 杭州 310021)

**摘要:** 高抗黄化曲叶病毒病番茄新品种浙粉 702 是以自育株系材料 T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 为母本、T4078F<sub>2</sub>-3-3-3 为父本, 结合分子标记辅助技术选育的杂交一代粉红大果型番茄品种。母本 T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 系从以色列引进的耐贮运番茄品种 NEMO-TAMMI(F<sub>1</sub>) 与抗叶霉病粉红株系材料 T9179 杂交分离后代中, 经连续 9 代单株选择而成。父本 T4078F<sub>2</sub>-3-3-3 系从荷兰引进的抗 TYLCV 番茄品种奇诺亚(F<sub>1</sub>) 与粉红株系材料 T9178 杂交分离后代中, 经连续 8 代单株选择而成。该品种 2011 年通过浙江省非主要农作物认定委员会认定。通过对浙粉 702 的农艺学、产量、品质和抗病等性状鉴定, 结果表明: 浙粉 702 品质优良, 早熟, 丰产, 高抗番茄黄化曲叶病毒病和枯萎病, 抗叶霉病和番茄花叶病毒病, 适合我国喜食粉果地区种植, 平均产量可达 73.83 t/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 番茄; 浙粉 702; 叶霉病; 番茄黄化曲叶病毒; 品种; 分子标记; 选育

## Breeding of a New Tomato Variety Zhefen 702 with High Resistance to Tomato Yellow Leaf Curl Virus

WANG Rong-qing, YE Qing-jing, ZHOU Guo-zhi, RUAN Mei-ying,  
YAO Zhu-ping, YANG Yue-jian

(Institute of Vegetables, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021)

**Abstract:** A new tomato cultivar Zhefen 702 with high resistance to yellow curl virus disease was bred by integrating conventional breeding and molecular marker assistance breeding, using T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 and T4078F<sub>2</sub>-3-3-3 as female and male parents. The female parent was derived from progenies by crossing of NEMO-TAMMI (F<sub>1</sub>) and T9179. The male parent was derived from progenies by crossing of Qirouya (F<sub>1</sub>) and T9178. NEMO-TAMMI was the hybrid that derived from Israel with long shelf life. The variety had been approved by non-main crop committee in Zhejiang province in 2011. Through identifying multiple horticulture characters, we found that Zhefen 702 was an excellent hybrid F<sub>1</sub> with excellent quality, early-maturing, high yield, and with diseases resistance to TYLCV, leaf mold, fusarium wilt, and tomato mosaic virus (ToMV). Its average yield could reach 73.83 t/hm<sup>2</sup>. The variety was suitable for multiple areas in our country, where peoples liked eating pink tomato fruits.

**Key words:** tomato; Zhefen 702; leaf mold; tomato yellow leaf curl virus; variety; molecular marker; breeding

番茄黄化曲叶病毒病 (TYLCV, Tomato yellow leaf curl virus) 是严重影响番茄生产的病害之一。番茄被侵染后, 植株表现明显矮化, 叶缘黄化, 叶片变小并卷曲, 严重危害生长、开花和坐果, 导致毁灭性绝产<sup>[1-2]</sup>。早在 20 世纪 60 年代, 以色列等国就有报道<sup>[3]</sup>。随着全球气候的变化、贸易的增加和烟粉

虱的不断扩展, 番茄黄化曲叶病毒病在世界范围内大面积暴发流行<sup>[3]</sup>。据报道, 至少已有 39 个国家的番茄正在遭受此类病毒的毁灭性危害<sup>[2-3]</sup>。自 20 世纪 90 年代起, 我国的浙江、上海、广西、云南、江苏、河南、广东、福建、海南和台湾等地相继发现 TYLCD 在番茄上的危害<sup>[4-8]</sup>, 并迅速在全国蔓延, 给各地番

收稿日期: 2013-10-24 修回日期: 2013-11-19 网络出版日期: 2014-04-08

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20140408.0853.026.html>

基金项目: 农业部公益性行业 (农业) 科研专项 (201003065); 浙江省农业新品种选育重大科技专项 (2012C13903-1-1)

第一作者研究方向为番茄新品种选育。E-mail: rongqingw2012@gmail.com

通信作者: 杨悦俭, 研究方向为番茄新品种选育。E-mail: younghz@163.com

茄生产构成巨大威胁<sup>[3]</sup>。对番茄黄化曲叶病毒的防治主要集中在对烟粉虱群体的控制上。由于烟粉虱高频率的繁殖能力及其迁飞能力,物理、化学防治效果并不理想。抗性品种的培育是防治番茄黄化曲叶病毒病最经济有效的途径。

TYLCV 抗性育种工作始于以色列。先后在 *Solanum pimpinellifolium*<sup>[9-10]</sup>、*S. peruvianum*<sup>[11]</sup>、*S. chilense*<sup>[12-14]</sup>、*S. habrochaite*<sup>[10]</sup> 等野生材料中发现抗性材料。抗源材料不同,其抗性遗传规律也不同<sup>[9-14]</sup>。目前已发现的抗性基因主要有 *Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3*、*Ty-3a*、*Ty-4*、*Ty-5*<sup>[3]</sup>,并针对主要的抗性基因开发了一系列的分子标记<sup>[3]</sup>。*Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3* 作为番茄抗 TYLCV 的主效抗性基因<sup>[3]</sup>在生产中得以应用,带有单个抗性基因的杂交种也在市场上被推广种植<sup>[1]</sup>,但多为大红果番茄品种,很难满足我国粉红果番茄种植地区的品种需求。国内番茄抗黄化曲叶病毒病育种起步较晚,与国外先进国家有较大的差距<sup>[1-2]</sup>。

为了减少我国对国外进口番茄品种的依赖,满足国内消费者对粉红果品种的需求,本项目组以抗番茄黄化曲叶病毒病、粉红果、优质、耐贮运、抗病为育种目标,结合分子标记辅助育种技术,成功选育出抗番茄黄化曲叶病毒病,兼抗番茄叶霉病、枯萎病的粉红、大果型番茄新品种浙粉 702,2011 年开始在生产上积极推广应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 亲本来源

母本 T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 系从以色列引进的耐贮运番茄品种 NEMO-TAMMI(F<sub>1</sub>)与自育抗叶霉病株系材料 T9179 杂交分离后代中,经连续 9 代单株选择而成,表现为商品性优良,抗叶霉病和枯萎病。父本 T4078F<sub>2</sub>-3-3-3 系从荷兰引进的抗 TYLCVD 番茄品种奇诺亚(F<sub>1</sub>)与自育粉红株系材料 T9178 杂交分离后代中,经连续 8 代单株选择而成,表现为商品性优良,抗番茄黄化曲叶病毒病和番茄花叶病毒。

### 1.2 主要农艺性状调查

参照李锡香等<sup>[15]</sup>、刘维侠等<sup>[16]</sup>的描述进行番茄性状调查和记载。

### 1.3 生产力鉴定

以浙粉 202(浙江省农业科学院选育)和迪芬尼(美国先正达公司选育)为对照。2010 年和 2011 年秋季分别在浙江海宁、丽水和嘉善 3 个地区进行浙粉 702 品种比较试验。采用完全随机区组设计,3 个重复,每小区 20 m<sup>2</sup>,株行距为 35 cm × 75 cm。7

月中旬播种,8 月中旬定植于普通塑料大棚,用防落素进行保花保果,4 穗果打顶。其他具体的田间管理按当地生产习惯进行。

### 1.4 抗病鉴定

**1.4.1 叶霉病抗性鉴定** 叶霉病抗性鉴定采用 Cf-9 分子标记辅助筛选、苗期接种鉴定和病圃鉴定。与番茄抗叶霉病的 Cf-9 基因紧密连锁的 CAPS 标记引物设计、合成及引物反应体系和反应程序参照周国治等<sup>[17]</sup>的方法。

**1.4.2 番茄黄化曲叶病毒病抗性鉴定** 番茄黄化曲叶病毒病抗性鉴定采用烟粉虱苗期侵染接种鉴定、病圃鉴定、*Ty-3a* 分子标记辅助筛选和侵染性克隆人工接种鉴定。

侵染性克隆人工接种鉴定采用病毒的侵染性克隆农杆菌注射接种方法<sup>[18]</sup>。接种病毒分别为番茄黄化曲叶病毒(TYLCV),中国番木瓜曲叶病毒(PaLCuCNV, Papaya leaf curl China virus),中国番茄黄化曲叶病毒(TYLCCNV, Tomato yellow leaf curl China virus),泰国番茄黄化曲叶病毒(TYLCTHV, Tomato yellow leaf curl Thailand virus)和台湾番薯曲叶病毒(ToLCTWV, Tomato leaf curl Taiwan virus),其侵染性克隆均由浙江大学生物技术研究所在构建<sup>[18-22]</sup>。

番茄抗黄化曲叶病毒病 *Ty-3a* 基因 SCAR 标记参照 S. J. Katie 等<sup>[23]</sup>的设计合成引物,进行 PCR 扩增。具体序列为:TYF5:5'-GGT AGT GGA AAT GAT GCT GCT C-3', TYR6:5'-GCT CTG CCT ATT GTC CCA TAT ATA ACC-3'。引物均由上海生物工程技术公司合成。*Ty-3a* 的 PCR 反应体系为 10 μL,分别含有:DNA 模板 1 μL, dNTPs 0.2 μL (10 mmol/L),上游引物、下游引物各 0.25 μL (μmol/L), 10 × 反应缓冲液 1 μL (含 25 mmol/L Mg<sup>2+</sup>), *Taq* 酶 0.1 μL (5U/μL), 无菌纯水 7.2 μL。*Ty-3a* 的 PCR 反应程序为 94 °C 变性 2 min, 94 °C 50 s, 53 °C 50 s, 72 °C 60 s, 35 个循环, 72 °C 延伸 10 min, 扩增产物在 4 °C 保存。PCR 产物于 1.2% 琼脂糖胶在电压 5 V/cm 条件下电泳 25 min, 用 EB 染色, Bio-RAD 凝胶成像系统显示。*Ty-3a*/*Ty-3a* 基因型仅能扩增出 630 bp 1 条特异性条带, *Ty-3a*/*ty-3a* 基因型能扩增出 630 bp 和 320 bp 2 条特异性条带。

## 2 结果与分析

### 2.1 浙粉 702 的选育

2007 年根据育种目标进行组合选配,并对不同

株系的配合力进行测试。经连续 2 年的品种比较试验和 2 年的生产性试验,筛选出 T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 × 4078F<sub>2</sub>-3-3-3 组合表现优良。2010 年春季定名为浙粉 702,并开始在浙江、山东、河南、河北、北京等地推广试种,反映良好。2011 年通过浙江省非主要农作物认定委员会认定(浙(非)审蔬 2011-008)。2012-2013 年参加第九轮国家鲜食番茄品种区域试验,表现优良。

该品种无限生长,长势强,叶色浓绿,叶片肥厚,缺刻较浅,普通二回羽状复叶;中熟,第 2 花序到第 3 花序间隔 2~3 叶,第 2 花序花数为 4~6 朵;连续坐果能力强,早期产量达 29.20 t/hm<sup>2</sup>,总产量达 73.83 t/hm<sup>2</sup>;果实高圆形,幼果淡绿色,果表稍有棱沟;果洼中等,果脐平圆,花痕中;成熟果粉红色,色泽鲜亮,着色一致;果实大小均匀,单果重 245 g 左右(1 穗留 3~4 果时);果皮果肉厚度一般,果实硬度一般,畸形果少;综合抗性好,抗番茄黄化曲叶病毒病、番茄花叶病毒、叶霉病、枯萎病(图 1)。

## 2.2 农艺性状比较

对 2010-2011 年品种比较试验中浙粉 702、迪芬尼和浙粉 202 的农艺性状进行比较,结果表明 3 个品种均为无限生长类型,果实高圆形,成熟果粉红色,无绿色果肩,果实的果洼大小中等,果脐平圆。比较 3 个品种的熟性,浙粉 702 的始收天数居于浙粉 202 和迪芬尼之间,为中早熟品种;对果实的耐贮运性进行分析,3 个品种的果实硬度



图 1 浙粉 702 品种特性

Fig.1 Character of Zhefen 702

和果壁厚的差异有统计学意义,浙粉 702 果实的耐贮运性较浙粉 202 有了较大的提高,其果实硬度和果壁厚均介于浙粉 202 和迪芬尼之间,其果实硬度的增加主要是由于果壁厚度的增加;对单果重、果径宽数据分析结果表明,3 个品种均为大果型番茄品种,其单果重和果径宽的差异具有统计学意义(表 1)。

对产量性状和田间抗性进行方差分析(表 2),结果表明浙粉 702 早期产量显著高于浙粉 202 和迪芬尼,总产量显著高于浙粉 202,和迪芬尼差异不显著,表明浙粉 702 具有较好的丰产性和早熟性;3 个

表 1 2010-2011 年品种比较试验中浙粉 702 农艺性状表现

Table 1 Agronomic characteristics of Zhefen 702 in variety comparative experiment in 2010-2011

品种 Variety	始收天数(d) First harvest days	田间生长势 Growth potential	果实硬度(kg/cm <sup>2</sup> ) Fruit hardness	果壁厚(mm) Fruit wall thickness	果径宽(cm) Fruit width	单果重(g) Fruit weight
浙粉 702	132.3 ± 0.6b <sup>*</sup>	强	1.2 ± 0.1b	7.5 ± 0.2b	7.5 ± 0.1b	245.8 ± 5.1a
迪芬尼	144.0 ± 1.0a	强	1.6 ± 0.1a	8.4 ± 0.2a	8.3 ± 0a	240.4 ± 3.4a
浙粉 202	128.3 ± 0.6c	一般	1.0 ± 0.1c	6.6 ± 0.2c	7.8 ± 0.2b	216.8 ± 8.2b

<sup>\*</sup>:小写字母表示 5% 的显著水平,大写字母表示 1% 的显著水平,下同

<sup>\*</sup>:Small letter and capital letter respectively indicated significant level at 5% and 1% between different varieties. The same as below

表 2 2010-2011 年品种比较试验中浙粉 702 产量性状及田间抗病性表现

Table 2 Yield and disease resistance of Zhefen 702 in variety comparative experiment in 2010-2011

品种 Variety	早期产量 (t/hm <sup>2</sup> ) Early yield	总产量 (t/hm <sup>2</sup> ) Total yield	商品果率(%) Commodity fruit rate	筋腐果率(%) Streak of tomato rate	畸形果率(%) Percentage of abnormal fruit	病情指数 Disease index	
						TYLCV	番茄叶霉病 Tomato leaf mold
浙粉 702	29.20 ± 3.72a	73.83 ± 3.65A	90.35 ± 8.10a	0.01 ± 0.02b	7.7 ± 0.9c	0 ± 0b	0 ± 0b
迪芬尼	27.38 ± 4.29b	75.5 ± 1.62A	83.12 ± 9.12b	0.08 ± 0.10a	11.1 ± 1.3b	0 ± 0b	42.20 ± 15.98a
浙粉 202	28.00 ± 3.17b	69.63 ± 2.94B	87.22 ± 15.22ab	0.01 ± 0.01b	20.8 ± 1.1a	39.67 ± 17.96a	0 ± 0b

品种中,浙粉 702 商品果率最高,其筋腐果率和浙粉 202 相仿,显著低于迪芬尼,畸形果率显著低于迪芬尼和浙粉 202,表明浙粉 702 具有较好的抗逆性,适合秋季栽培;田间 TYLCV 和叶霉病病情指数调查结果表明,浙粉 702 对叶霉病和 TYLCV 均具有较好的抗性。

### 2.3 品质性状

2011 年春季,本项目组委托农业部农产品质量监督检验测试中心(杭州)对浙粉 702 果实品质性状进行检测。测试结果表明,浙粉 702 成熟果实的 VC 含量为 6.95 mg/100g,可溶性固形物含量为 4.70%,pH 值为 4.26,均与浙粉 202 相同;可溶性总糖和可滴定酸含量分别为 3.10% 和 3.15 g/kg,明显高于浙粉 202。

### 2.4 抗病性鉴定

**2.4.1 分子标记检测结果** 引物扩增结果表明(图 2),浙粉 702 同时含有 *Ty-3a/ty-3a* 和 *Cf-9/cf-9* 基因型特有的特异条带,表明浙粉 702 含有 *Ty-3a* 和 *Cf-9* 抗性基因。

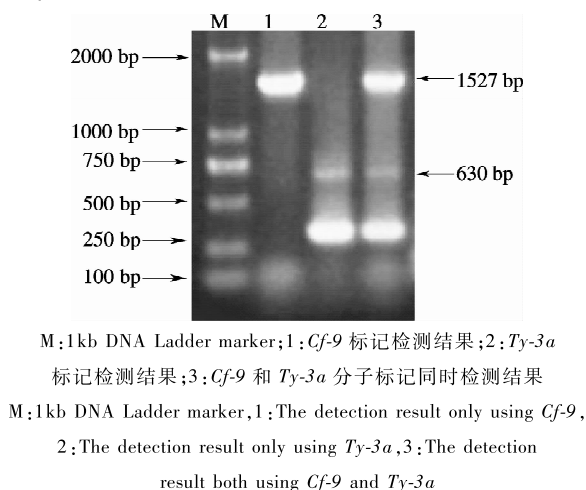


图 2 浙粉 702 运用 *Cf-9* 和 *Ty-3a* 分子标记检测结果

Fig. 2 The detection result of Zhefen 702 using *Ty-3a* and *Cf-9* molecular marker

表 3 2010 年秋季浙粉 702 抗性鉴定结果

Table 3 Disease resistance identification of Zhefen702 in autumn,2010

检测项目 Test item	病情指数 Disease index	检测依据 Codes and standards	指标 Guide line	单项结论 Conclusion
番茄叶霉病 Tomato leaf mold	22.0	NY/SH042-1999	11 < DI ≤ 22	R(抗)
番茄花叶病毒 Tomato mosaic virus	40.7	NY/SH041-1999	30 < DI ≤ 50	MR(中抗)
枯萎病 Fusarium wilt	11.7	NY/SH044-1999	0 < DI ≤ 12.5	HR(高抗)
番茄黄化曲叶病毒病 Tomato yellow leaf curv virus disease	2.5	烟草虱侵染接种鉴定 <i>Bemisia tabaci</i> infestation inoculation	0 < DI ≤ 5	HR(高抗)

R:Resistance, MR: Moderate resistance, HR: High resistance

## 3 讨论

### 3.1 抗性基因的选择与应用

在浙粉 702 的选育过程中,本项目组从黄化曲

**2.4.2 抗性表现** 浙粉 702 在海宁、丽水、嘉善等地的生产性试验中均表现出较强的抗番茄黄化曲叶病毒病特性(表 2)。为了进一步检测浙粉 702 的抗病性,2011 年秋季委托中国农业科学院蔬菜花卉研究所和浙江省农业科学研究院植物保护和微生物研究所对浙粉 702 进行抗性鉴定,结果表明:浙粉 702 高抗番茄黄化曲叶病毒病、枯萎病,抗叶霉病,中抗番茄花叶病毒病(表 3)。

2011 年秋季委托浙江大学对浙粉 702 抗番茄黄化曲叶病毒能力进行进一步的分析测定。经 5 种双生病毒侵染性克隆农杆菌注射接种鉴定(表 4),浙粉 702 对番茄黄化曲叶病毒 5 种分离物均有一定抗性,对中国番茄黄化曲叶病毒抗性表现为最强。

表 4 浙粉 702 番茄黄化曲叶病毒病 5 种分离物侵染性克隆人工接种后发病情况

Table 4 Observation of disease on Zhefen 702 after agro-inoculation by 5 isolates of begomoviruses

病毒种类 Begomoviruses virus varieties	浙粉 702 Zhefen 702		红宝石 Hongbaoshi	
	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index
PaLCuCNV	46.7	14.5	100	100
TYLCV	16.7	4.2	100	100
TYLCCNV	6.7	2.1	100	100
TYLCTHV	33.3	8.3	100	100
ToLCTWV	66.7	16.7	100	100

叶病毒分离物多、容易发生变异的特点出发,进行抗性基因的选择。在比较了 *Ty-1*、*Ty-2*、*Ty-3* 和 *Ty-3a* 的抗性水平<sup>[24]</sup>,以及对不同小种的抗性差异之后,项目组选择了 *Ty-3a* 作为抗性转育基因。选育结果

表明,含有 *Ty-3a* 的浙粉 702 对目前我国现存的 5 种双生病毒分离物均有一定抗性,对中国番茄黄化曲叶病毒抗性表现为最强。该调查结果有助于品种推广过程中的基因布局,降低抗性基因抗性丢失的可能性。

### 3.2 商品性和抗病性的兼顾

番茄是一种多病的蔬菜,随着保护地种植面积的扩大和长期的连作,番茄的枯萎病、叶霉病、病毒病等病害呈逐年加重趋势,给番茄生产构成巨大威胁。而随着人们生活水平的提高,消费者对番茄果实品质的要求日益提高。育种过程中品种的抗病性和品质的矛盾日益突出,如何兼顾商品性和抗病性是每个育种者必须要关注的问题。

在浙粉 702 品种选育过程中,育种者着眼于长势、优质、丰产、商品性等重要性状,将具有广泛遗传基础的杂种一代与骨干亲本进行杂交,通过系谱选择,选育出符合育种目标的亲本材料 T7969F<sub>2</sub>-19-1-1-3 和 T4078F<sub>2</sub>-3-3-3。在亲本选择过程中,不同的世代有不同的选择侧重点。在早期世代,加强品种抗逆性的选择,剔除畸形果率高、筋腐病果率高的单株。在中期世代,着重对单果重、果实的耐贮运性进行选择。

在抗病性选择过程中,不能过于苛刻要求每个亲本材料的多抗性,而应着重于抗病性的搭配上<sup>[25]</sup>。在亲本选配时,双亲对不同病害的抗性应各有侧重,通过抗性的聚合,实现后代的复合抗性<sup>[25]</sup>。如浙粉 702 母本抗叶霉病和枯萎病、父本抗番茄黄化曲叶病毒病和番茄花叶病毒,而浙粉 702 对 4 种病害均有较好的抗性。

### 3.3 分子标记辅助育种技术在品种选育中的应用

现代生物技术的发展,越来越多的基因被定位,越来越多的分子标记被开发,但成功应用分子标记辅助育种技术育成品系或品种的报道还相对较少。*Ty-3a* 被定位在番茄第 6 号染色体长臂的 cLEG-31-P16(20 cM)和 T1079(27 cM)之间,约 15 cM 范围内,检测这个抗性位点的 SCAR/CAPS 标记包括 T1079、TG590、cLET-1-113、P169C、C2\_At3g11210、C2\_At5g05690、T0507、C2\_At5g41480、TG118 和 C2\_At4g27700 等<sup>[3,13-14]</sup>,但在育种实践中,由于基因的精确定位还不够,材料的差异等问题,标记运用困难<sup>[1,3]</sup>。本项目组结合材料的特点开发了 *Ty-3a* 分子标记,应用于番茄抗病育种,培育出兼抗叶霉病和番茄黄化曲叶病毒病等 4 种病害的番茄新品种浙粉 702。结合浙粉 702 的选育,育种者认为要充分重视

分子标记的准确性,避免筛选过程中不必要的失误;分子标记更适合应用于早期世代的大面积筛选,和后期纯系的确定;在标记应用过程中,要充分重视标记的重组分离现象,避免不必要的失误。

### 3.4 浙粉 702 番茄新品种具有优质、丰产、多抗的特性

浙粉 702 为无限生长、大果型粉红番茄品种,果实商品性优良,丰产性强,抗番茄黄化曲叶病毒病、番茄花叶病毒(ToMV)、叶霉病、枯萎病。该品种已在浙江、山东、河南、河北等地大面积推广种植,是一个综合性状优良、具有较强市场竞争力的番茄新品种。

### 参考文献

- [1] 余文贵,赵统敏,杨玛丽,等. 番茄黄化曲叶病及其抗病育种研究进展[J]. 江苏农业学报,2009,25(4):925-930
- [2] Scholthof K G, Askin S, Czosnek H. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology[J]. Mol Plant Pathol,2011,9:938-954
- [3] 叶青静,杨悦俭,王荣青,等. 番茄抗黄化曲叶病毒种研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(4):1230-1242
- [4] 王冬生,匡开源,袁永达,等. 番茄黄化曲叶病毒在上海发生流行的初步观察[J]. 上海蔬菜,2007(4):61-62
- [5] 蔡健和,秦碧霞,朱桂宁,等. 番茄黄化曲叶病毒病在广西爆发的原因和防治策略[J]. 中国蔬菜,2006(7):47-48
- [6] 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毒病[J]. 农业生物技术学报,2007,15(1):119-123
- [7] 赵统敏,余文贵,周益军,等. 江苏省番茄黄化曲叶病毒病(TYLCD)的发生与诊断初报[J]. 江苏农业学报,2007,23(6):654-655
- [8] 吴永汉,张纯胃,许方程,等. 温州地区番茄曲叶病毒病发生与防治[J]. 中国蔬菜,2007(5):57-58
- [9] Pilowsky M, Cohen S. Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus in tomatoes[J]. Phytopathology,1974,64:632-635
- [10] Banerjee M K, Kalloo G. Inheritance of tomato leaf curl virus resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* [J]. Euphytica,1987,36:581-584
- [11] Picó B, Diez M J, Nuez F. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop, The tomato yellow leaf curl virus-a review[J]. Scient Hort,1996,67:151-196
- [12] Zamir D, Ekstein-Michelson I, Zakay Y, et al. Mapping and introgression of a tomato yellow leaf curl virus tolerance gene, *Ty-1* [J]. Theor Appl Genet,1994,88:141-146
- [13] Ji Y, Schuster D J, Scott J W. *Ty-3*, a begomovirus resistance locus near the Tomato yellow leaf curl virus resistance locus *Ty-1* on chromosome 6 of tomato[J]. Mol Breeding,2007,20:271-284
- [14] Ji Y, Betteray B V, Smeets J, et al. Co-dominant SCAR Marker, P6-25, for Detection of *Ty-3*, *Ty-3a*, and *Ty-3b* introgressions from three solanum chilense accessions at 25 cM of chromosome 6 of begomovirus-resistant tomatoes [J/OL]. [2013-10-20]. <http://www.plantpath.wisc.edu/geminivirus-resistant-tomatoes/markers/MAS-protocols/P6-25-locus.Pdf>
- [15] 李锡香,杜永臣. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006
- [16] 刘维侠,曹振木,党选民,等. 番茄种质资源生物学性状的初步观察与评价[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(1):110-114
- [17] 周国治,叶青静,杨悦俭,等. 利用 PCR 技术同时检测番茄抗根结线虫基因(*Mi-1*)和抗叶霉病基因(*Cf-9*) [J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2008,34(2):163-168

(下转 638 页)