

# 抗 TYLCV 番茄新品种浙粉 716 的选育

王荣青, 周国治, 姚祝平, 阮美颖, 程 远, 万红建, 李志邈, 刘晨旭, 叶青静

(浙江省农业科学院蔬菜研究所 杭州 310021)

**摘要:** 浙粉 716 是以 T16-022A 为母本、T12-032RA 为父本杂交选育而成的耐热、抗番茄黄化曲叶病毒病粉红番茄新品种。该品种早熟, 无限生长型, 生长势强; 果实圆形, 平均单果质量 230 g 左右; 成熟果粉红色, 硬度好, 耐贮运; 成熟果实可溶性固形物含量(w, 后同)4.80%, 维生素 C 含量 137 mg·kg<sup>-1</sup>, 番茄红素含量 54.86 mg·kg<sup>-1</sup>; 综合抗性强, 抗番茄黄化曲叶病毒病、番茄花叶病毒病、灰叶斑病、叶霉病和根结线虫病; 适宜我国喜食粉红果地区种植, 尤其适合长江流域秋延后保护地栽培, 667 m<sup>2</sup>产量 5 765.22 kg。2023 年通过农业农村部非主要农作物品种登记。

**关键词:** 番茄; 新品种; 浙粉 716; 抗病

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)11-174-05

## Breeding of a new tomato cultivar Zhefen 716 with TYLCV resistance

WANG Rongqing, ZHOU Guozhi, YAO Zhuping, RUAN Meiyong, CHENG Yuan, WAN Hongjian, LI Zhimiao, LIU Chenxu, YE Qingjing

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

**Abstract:** Zhefen 716 was a new variety of heat resistant and anti-tomato yellow leaf curl virus with T16-022A as the female parent and T12-032RA as the male parent. The variety was early maturing, indeterminate growth and strong growth potential. Fruit was round and the average single fruit mass was about 230 g. Mature fruit was colored in pink and it had good hardness, and good storage and transportation tolerance. The soluble solid content of the mature fruit was 4.80%, and the vitamin C content was 137 mg·kg<sup>-1</sup> and lycopene content was 54.86 mg·kg<sup>-1</sup>. Comprehensive resistance was strong, and it was resistant to tomato yellow leaf curl virus, tomato mosaic virus, gray leaf spot, leaf mildew and root knot nematodes. The variety was suitable for multiple areas in our country, people of which like eating pink tomato fruits, especially suitable for the cultivation in the Yangtze River basin in autumn. The average yield can reach 5 765.22 kg·667 m<sup>-2</sup>.

**Key words:** Tomato; New cultivar; Zhefen 716; Disease resistance

## 1 育种目标

番茄(*Solanum lycopersicum* L.)喜光、喜温,忌高强度光照及高温<sup>[1]</sup>。夏秋季气温高、光照强,生产中病害严重,产量低,难以满足消费者的需求<sup>[1]</sup>。番茄黄化曲叶病毒病(tomato yellow leaf curl virus, TYLCV)是夏秋季番茄生产的主要病害<sup>[2-6]</sup>。抗病品种的使用是防治 TYLCV 最经济有效的措施<sup>[2-6]</sup>。近几年高温灾害天气频发,高温逆境胁迫下个别品种 TYLCV 抗性水平明显下降,对生产造成严重影响。夏秋季番茄生产对品种的耐热性和抗病能力要求进一步提高。在保持番茄原有品质性状的前

提下,如何提高番茄的耐热能力,增强对 TYLCV 的抗性是番茄新品种选育过程中亟待解决的一个重要问题。1994 年关于 TYLCV 抗病基因的报道<sup>[7]</sup>,为 TYLCV 抗性品种选育提供了新的思路<sup>[8-9]</sup>。利用分子标记技术培育抗 TYLCV 番茄新品种,成为番茄育种的新方向<sup>[8-9]</sup>。浙粉 716 是以优质、耐热,抗病为育种目标,结合高通量测序<sup>[8]</sup>,育成的抗 TYLCV、灰叶斑病,耐热,粉红大果型番茄新品种。

## 2 选育过程

### 2.1 亲本的选育及特征特性

2.1.1 母本的选育及特征特性 母本 T16-022A 系从

收稿日期: 2024-04-02; 修回日期: 2024-09-05

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFD1201504-10); 浙江省农业新品种选育重大科技专项(2021C02065)

作者简介: 王荣青,女,研究员,研究方向为番茄遗传育种。E-mail: rongqingw2012@163.com

通信作者: 叶青静,女,副研究员,研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: jingqingye2013@126.com

粉红大果材料 T16-022 与 GY-4500 杂交后代经连续 8 代单株选择而成。F<sub>2</sub>~F<sub>6</sub> 世代对入选单株进行高通量测序,明确各入选单株抗性基因,F<sub>6</sub>~F<sub>8</sub> 世代结合病理鉴定对入选单株进行抗性鉴定,最终筛选出园艺性状突出、综合性状优良的单株 T16-022A。T16-022A 表现为早熟,属无限生长型,生长势较强;果形圆正,平均单果质量 240 g;幼果绿色,无绿色果肩,成熟果粉红色,色泽鲜艳;果皮厚,耐贮运;植株综合抗性好,含有 *Tm-2*、*Mil-2*、*Cf5*、*I2*、*Ve1*、*Ve2* 抗性基因,田间表现为中抗灰叶斑病,抗番茄花叶病毒病、根结线虫病、枯萎病和黄萎病。

**2.1.2 父本的选育及特性** 父本 T12-032RA 系从金鹏 8 号高度分离后代经连续 8 代单株选择而成。父本选择过程中侧重于 TYLCV 抗性基因 *Ty-1* 和 *Ty-3a* 的筛选。每年秋季对春季筛选出的单株进行病圃成株抗性鉴定。F<sub>6</sub>~F<sub>8</sub> 世代结合高通量测序和病理鉴定对入选单株进行抗性鉴定,最终筛选出园艺性状突出、综合性状优良的单株 T12-032RA。T12-032RA 表现为早熟,属无限生长型,生长势较强;幼果绿色,无绿色果肩,成熟果粉红色,色泽鲜艳;果实扁圆,果个均匀,平均单果质量 180 g;萼片平整;综合抗逆性较强,含有 *Ty-1*、*Ty-3a*、*Tm-2*、*Mil-2*、*Cf5*、*Cf9*、*I2*、*Sm*、*Ve1*、*Ve2* 抗性基因,田间表现抗 TYLCV、番茄花叶病毒病、叶霉病、枯萎病、黄萎病和灰叶斑病,耐热性好。

## 2.2 选育经过

2017 年春季以 T16-022A 等为母本、T12-032RA 等为父本选配组合 320 个,同年秋季在浙江省海宁杨渡基地对选配的 320 个组合进行观察,组合 T16-022A×T12-032RA(浙粉 716)因表现优异而中选。2018 年在海宁杨渡试验基地进行浙粉 716 早春季和秋季品种比较试验,浙粉 716 均表现出很好的适应性和优良的商品性。2019—2020 年在海宁、

苍南和嘉善进行的多点区域试验中浙粉 716 表现出良好的适应性和突出的商品性,尤其是在秋延后保护地栽培中表现突出。2021 年在海宁和嘉善进行生产试验,浙粉 716 表现出良好的适应性。浙粉 716 在 2021 年被评为第三届郑州种业博览会暨第六届中原国际种业科技博览会专家推荐品种。在 2021—2022 年嘉善秋延后保护地试验中,浙粉 716 表现出极好的耐热性和 TYLCV 抗病能力。2023 年通过农业农村部非主要农作物品种登记,登记编号:GPD 番茄(2023)33055。

## 3 试验结果

### 3.1 丰产性

**3.1.1 品种比较试验** 2018 年项目组在浙江省农业科学院海宁杨渡试验基地进行早春和秋季品种比较试验,以圣尼斯种子有限公司选育的惠福为对照品种。试验随机区组设计,3 次重复,每个小区面积为 15 m<sup>2</sup>。早春品种比较试验于 2017 年 12 月 5 日播种,2018 年 1 月 30 日定植于大棚。秋季品种比较试验于 2018 年 7 月 15 日播种,8 月 15 日定植于大棚。两个栽培季节均采用黑色地膜覆盖,双行种植,株行距为 35 cm×75 cm,单秆整枝,6 穗果打顶,其他栽培措施同生产常规管理。试验结果(表 1)表明,浙粉 716 和惠福均为无限生长型,熟性略早于惠福,果实圆整性和惠福相仿,植株形态和惠福差异明显。在早春栽培模式下,浙粉 716 平均 667 m<sup>2</sup> 早期产量(前 1/3 采收期的产量)和总产量分别为 2 303.34、5 290.42 kg,比对照分别增产 3.55%和 0.14%;在秋季栽培模式下,浙粉 716 平均 667 m<sup>2</sup> 早期产量和总产量分别达 2 210.91、5 489.91 kg,比对照分别增产 2.81%和 2.02%。两个栽培模式下浙粉 716 商品果率分别达 98.0%和 98.1%,均显著高于对照,表明该品种具有

表 1 浙粉 716 在不同栽培模式下的园艺性状表现

Table 1 Horticultural traits of Zhefen 716 under different cultivation models

季节 Season	品种 Cultivar	生长习性 Growth habit	始收时间 Days to mature/ d	株型 Plant type	叶色 Leaf color	第 2 花序花数 Number of flowers in the 2nd inflorescence	果实硬度 Firmness
春季 Spring	浙粉 716 Zhefen 716	无限生长 Infinite growth	138	平展 Flat	灰绿 Gray green	5.8	硬 Hard
	惠福 Huifu(CK)	无限生长 Infinite growth	140	下挂 Hanging	绿 Green	5.4	较硬 Mid-hard
秋季 Autumn	浙粉 716 Zhefen 716	无限生长 Infinite growth	132	平展 Flat	灰绿 Gray green	5.0	硬 Hard
	惠福 Huifu(CK)	无限生长 Infinite growth	134	下挂 Hanging	绿 Green	5.0	较硬 Mid-hard

表2 浙粉716在不同栽培模式下的园艺性状表现

Table 2 Horticultural traits of Zhefen 716 under different cultivation modes

季节 Season	品种 Cultivar	果肉厚度 Pulp thickness/ mm	单果质量 Mass of single fruit/ g	总商品果率 Total commodity fruit rate/ %	早期产量 Early yield/ (kg·667 m <sup>-2</sup> )	比 CK+ More than CK+/ %	总产量 Total yield/ (kg·667 m <sup>-2</sup> )	比 CK+ More than CK+/ %
春季 Spring	浙粉 716 Zhefen 716	9.3	240.58	98.00*	2 303.34*	3.55	5 290.42	0.14
	惠福 Huifu(CK)	8.4	266.25	94.70	2 224.34		5 282.85	
秋季 Autumn	浙粉 716 Zhefen 716	9.4	234.66	98.10*	2 210.91*	2.81	5 489.91	2.02
	惠福 Huifu(CK)	8.2	270.76	94.40	2 150.40		5 381.46	

注: \*表示与对照在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: \* indicates that the difference with the control is significant at the 0.05 level. The same below.

较强的抗逆能力,对温度的敏感度较低。

3.1.2 区域性试验 2018—2019 年连续 2 a(年)在浙江省农业科学院海宁杨渡基地、嘉善棚友合作社、苍南直升合作社进行区域试验,以惠福为对照品种。苍南试验为越冬保护地栽培,于 9 月初播种,10 月中上旬定植于大棚,翌年 2 月初开始采收,4 月下旬结束采收。海宁试验为早春保护地栽培,于 12 月中旬播种,翌年 2 月上旬定植于大棚,5 月中旬开始采收,6 月中旬结束采收;嘉善试验为秋延后保护地栽培,于 7 月 15 日播种,8 月中旬定植于大棚,11 月初开始采收,翌年 1 月上旬结束采收。3

个试点均采用随机区组设计,3 次重复,每个小区面积为 50 m<sup>2</sup>。试验均采用黑色地膜覆盖,双行种植,株行距为 35 cm×75 cm,单秆整枝,6 穗果打顶。低温期采用多层覆盖和施用增温炭等措施提高棚温,高温期通过覆盖遮阳网、加大通风口等措施通风降温,其他栽培措施同生产常规处理。对 2 a 3 点区域试验数据统计结果(表 3)表明,浙粉 716 在不同区域试验中表现出较好的适应性,商品果率高,平均 667 m<sup>2</sup> 早期产量 2 382.96 kg,比对照显著增产 5.81%,平均 667 m<sup>2</sup> 总产量 5 765.22 kg,比对照减产 1.71%。

表3 浙粉716在区域试验中的产量表现

Table 3 Yield performance of Zhefen 716 in regional test

年份 Year	试点 Site	品种 Cultivar	早期商品果率 Early commodity fruit rate/ %	总商品果率 Total commodity fruit rate/ %	早期产量 Early yield/ (kg·667 m <sup>-2</sup> )	比 CK+ More than CK+/ %	总产量 Total yield/ (kg·667 m <sup>-2</sup> )	比 CK± More than CK±/ %
2018	苍南 Cangnan	浙粉 716 Zhefen 716	94.23	96.30	2 945.90*	5.25	6 070.27	-2.96
		惠福 Huifu(CK)	92.44	94.74	2 799.01		6 255.11	
	海宁 Haining	浙粉 716 Zhefen 716	95.32	96.33	2 383.27*	4.49	5 855.30	-2.06
		惠福 Huifu(CK)	92.03	94.56	2 280.87		5 978.34	
2019	嘉善 Jiashan	浙粉 716 Zhefen 716	93.98	94.81	2 362.55*	7.24	5 658.98	-1.22
		惠福 Huifu(CK)	93.42	93.48	2 203.04		5 728.81	
	苍南 Cangnan	浙粉 716 Zhefen 716	94.01	95.85	2 471.93*	3.69	6 048.90	-2.66
		惠福 Huifu(CK)	93.25	93.55	2 384.00		6 214.47	
海宁 Haining	浙粉 716 Zhefen 716	95.45	94.27	2 131.69*	5.99	5 375.40	-2.54	
	惠福 Huifu(CK)	93.01	92.88	2 011.20		5 515.73		
平均 Average		浙粉 716 Zhefen 716	94.44	95.51	2 382.96*	5.81	5 765.22	-1.71
		惠福 Huifu(CK)	92.93	93.70	2 252.15		5 865.59	

3.1.3 生产试验 2021 年秋季在嘉善棚友合作社和海宁浙江省农业科学院杨渡基地进行生产试验,采用秋延后保护地栽培模式。试验小区面积为

300 m<sup>2</sup>,未设重复,不覆盖地膜,双行种植,株行距为 35 cm×75 cm,单秆整枝,5 穗果打顶。试验于 7 月 10 日播种,8 月 20 日定植于大棚,11 月 4 日开始采

收,12月底结束采收。由于2021年秋季高温,烟粉虱大暴发,Ty2抗性基因抗性水平明显下降,惠福番茄黄化曲叶病毒病发生严重,减产明显,而浙粉716

则表现出很好的病毒病抗性和良好的耐热性,平均667 m<sup>2</sup>早期产量2 119.38 kg,平均667 m<sup>2</sup>总产量5 247.33 kg,均比对照明显增产(表4)。

表4 2021年秋季浙粉716生产试验中的表现  
Table 4 Yield performance of Zhefen 716 in production testing in Autumn, 2021

试点 Site	品种 Cultivar	早期产量 Early yield/ (kg·667 m <sup>2</sup> )	比CK+ More than CK+/ %	总产量 Total yield/ (kg·667 m <sup>2</sup> )	比CK+ More than CK+/ %	TYLCV发病率 TYLCV Disease rate/%
嘉善 Jiashan	浙粉 716 Zhefen 716	2 162.00*	16.45	5 318.18	83.72	1.70
	惠福 Huifu(CK)	1 856.66		2 894.70		85.80*
海宁 Haining	浙粉 716 Zhefen 716	2 076.75*	6.75	5 176.47	15.54	0.50
	惠福 Huifu(CK)	1 945.46		4 480.29		19.70*
平均	浙粉 716 Zhefen 716	2 119.38*	11.48	5 247.33	42.30	
Average	惠福 Huifu(CK)	1 901.06		3 687.50		

### 3.2 抗病性鉴定

为了进一步检测浙粉716的抗病性,2020年6月项目组委托武汉市景肽生物科技有限公司对浙粉716和惠福对黄化曲叶病毒病抗性基因进行检测,结果表明,浙粉716同时含有番茄黄化曲叶病毒抗性基因Ty-1和Ty-3a,对照惠福含有Ty-2抗性基因。2021年春季委托浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所在浙江省农业科学院院本部试

验基地对浙粉716进行苗期接种鉴定,ToMV、枯萎病、叶霉病、根结线虫病的检测依据为《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 番茄》(NY/T 2236—2012)<sup>[10]</sup>,TYLCV检测方法为烟粉虱侵染接种鉴定法,灰叶斑病检测方法为苗期喷雾法。鉴定结果(表5)表明,浙粉716抗番茄黄化曲叶病毒病、番茄花叶病毒病、枯萎病、灰叶斑病、叶霉病和根结线虫病。

表5 浙粉716抗病性鉴定结果  
Table 5 The results of disease resistance identification of Zhefen 716

品种	ToMV		TYLCV		枯萎病 Blight		灰叶斑病 Gray leaf spot		叶霉病 Leaf mold		根结线虫病 Root- knot nematode	
	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance	病情 指数 Disease index	抗性 Resis- tance
浙粉 716 Zhefen 716	6.9	抗 R	0.0	抗 R	10.2	抗 R	6.4	抗 R	15.7	抗 R	1.2	抗 R
惠福 Huifu(CK)	6.2	抗 R	0.0	抗 R	10.7	抗 R	6.8	抗 R	20.1	抗 R	1.2	中抗 MR

### 3.3 品质检测

2021年委托农业农村部农产品及转基因产品质量安全监督检验测试中心(杭州)对浙粉716果实品质性状进行检测。检测结果表明,浙粉716成熟果实的品质和对照相当,番茄素、维生素C、可溶性固形物、游离氨基酸含量(w,后同)分别为54.86 mg·kg<sup>-1</sup>,137 mg·kg<sup>-1</sup>,4.8%和0.74%,略高于对照惠福(番茄素、维生素C、可溶性固形物和游离氨基酸含量分别为54.85 mg·kg<sup>-1</sup>、135 mg·kg<sup>-1</sup>、4.6%和0.72%)。

## 4 品种特征特性

浙粉716属无限生长型,植株长势强,叶色浓绿,叶片长,肥厚,缺刻较浅,二回羽状复叶;早熟,连续坐果能力强,667 m<sup>2</sup>早期商品果产量2300 kg左右,总产量达5 765.22 kg;果实圆形,幼果绿色;果表光滑;果洼小,果脐平,花痕小;成熟果粉红色,色泽鲜亮,着色一致;果实大小均匀,单果质量230 g左右;果皮厚,果实硬度好,耐贮运,畸形果少;综合抗性好,抗番茄黄化曲叶病毒病、番茄花叶



病毒病(ToMV)、枯萎病、灰叶斑病、根结线虫病(详见彩插4)。

## 5 栽培技术要点

经过不同生产模式栽培试验,浙粉716在春秋两季均有较好的表现,但秋延后栽培更有优势。早春栽培可于12月至翌年1月播种,秋延后栽培北方地区可于6月中下旬播种,7月中下旬定植,长江流域于7月上中旬播种,8月中旬定植。高温季节育苗难度较大,待子叶平展后喷施特色叶面肥防止徒长,每5~7d喷1次,整个苗期一般3次<sup>[1]</sup>。浙粉716坐果能力强,耐肥性好,前期生长快,因此在栽培过程中要注意增施基肥,在生产中要根据生长情况及时追肥。在生产过程中通过悬挂黄板、及时喷施化学药剂等措施控制烟粉虱数量,减少烟粉虱对植株的危害<sup>[7]</sup>,其他可按常规管理。

### 参考文献

- [1] 纵良. 番茄越夏及秋延栽培技术要点[J]. 江西农业, 2018(8): 25.
- [2] 张前荣, 李大忠, 朱海生, 等. 番茄黄化曲叶病毒病研究进展[J]. 分子植物育种, 2017, 15(9): 3709-3716.
- [3] 刘健, 刘娜. 番茄抗病育种研究进展[J]. 上海蔬菜, 2016(1): 84-86.
- [4] 王荣青, 叶青静, 周国治, 等. 高抗番茄黄化曲叶病毒病番茄新品种浙粉702的选育[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(3): 625-629.
- [5] 王荣青, 周国治, 叶青静, 等. 兼抗黄化曲叶病毒病、灰叶斑番茄新品种浙粉712的选育[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(5): 897-898.
- [6] 米国全, 唐艳领, 牛莉莉, 等. 危害我国番茄的重要病毒病及防控措施[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(10): 8-14.
- [7] ZAMIR D, EKSTEIN-MICHELSON I, ZAKAY Y, et al. Mapping and introgression of a tomato yellow leaf curl virus tolerance gene, *TY-1*[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1994, 88(2): 141-146.
- [8] 李君明, 项朝阳, 王孝宣, 等. “十三五”我国番茄产业现状及展望[J]. 中国蔬菜, 2021(2): 13-20.
- [9] 万秀娟, 张丽霞, 胡京昂, 等. 硬粉番茄‘郑番1305’的选育[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(2): 62-65.
- [10] 中华人民共和国农业部. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 番茄: NY/T 2236—2012[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [11] 周世平, 冯艳梅, 李生林, 等. 山东保护地夏秋大红番茄栽培技术[J]. 长江蔬菜, 2023(18): 61-63.