

DOI:10.11937/bfyy.201624029

# 不同番茄品种番茄黄化曲叶病毒病 抗性及产量与品质比较

邵秀丽, 陈星星, 张慎璞, 杨红丽

(河南农业职业学院 园艺园林学院, 郑州 中牟 451450)

**摘要:**以 17 个番茄品种为试材,以抗番茄黄化曲叶病毒(TY)番茄品种“金鹏 8 号”和河南省鉴定的番茄新品种“洛番 9 号”为对照,采用自然传毒接种鉴定法,研究了不同番茄品种对番茄黄化曲叶病毒病的抗性水平和商品价值,并比较了不同番茄品种的发病率、病情指数,测定了可溶性糖含量、硬度、维生素 C 含量及产量等指标,以期为番茄新品种在河南省的推广提供理论依据。结果表明:不同品种对番茄黄化曲叶病毒病的抗性差异显著,有 3 个免疫品种 HB3、HB7、HB8;4 个高抗品种 HB4、HB6、HB11、HB14;综合产量品质及抗性分析得出,免疫品种 HB3 及高抗品种 HB11 抗病性强、品质优、丰产性好,适合在河南及周边省份推广种植。

**关键词:**番茄黄化曲叶病毒病;番茄品种;抗性评价;产量;品质

**中图分类号:**S 641.203.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0116-04

近年来,番茄黄化曲叶病毒(简称 TY)严重危害设施及露地番茄,该病毒发病条件主要是高温干旱,且能通过带毒烟粉虱、白粉虱进行传播蔓延<sup>[1-2]</sup>,致使 6—9 月露地番茄种植、秋延后和越冬茬次的保护地番茄种植发病严重,甚至绝收,被称为“植物癌症”<sup>[3]</sup>。目前已广泛分布于陕西、广西、上海、安徽、河北、山东、河南等 20 多个省(市)的设施蔬菜产区,对中国番茄产业的可持续发展构成严重威胁<sup>[4-8]</sup>,生产中急需抗 TY 番茄品种。该试验收集了河南省选育出的 17 个抗 TY 番茄新品种,通过对不同番茄品种对番茄黄化曲叶病毒病抗病性、丰产性及品质综合评价,鉴定这些品种的抗病性、适应性、产量表现及经济价值,以期为新品种的推广提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在河南省农业高新科技园区日光温室进行,土壤壤土,肥力中上等,地势平坦,肥力均匀,前茬作物为番茄。

### 1.2 试验材料

供试的 17 个番茄品种均为无限生长品种,随机编号为 HB1 (“郑番 12158”)、HB2 (“T1203”)、HB3

(“TM1305”)、HB4 (“周粉 1206”)、HB5 (“洛番 16 号”)、HB6 (“洛番 17 号”)、HB7 (“汴粉 19 号”)、HB8 (“双抗 228”)、HB9 (“金粉 101”)、HB10 (“双抗 38”)、HB11 (“双抗 3 号”)、HB12 (“瑞祺 218”)、HB13 (“瑞祺 316”)、HB14 (“正荷 5 号”)、HB15 (“粉士多”)、HB16 (“粉多纳”)、HB17 (“完美”),以生产上主推的抗 TY 番茄品种“金棚 8 号”(CK1)和河南省近年鉴定的新品种“洛番 9 号”(CK2)为对照。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 试验设计** 试验在秋季进行,采用保护地栽培,宽窄行 80 cm×50 cm、株距 0.3 m 双行区种植,小区面积 6 m<sup>2</sup>,每小区种植 20 株,随机区组排列,重复 3 次,单杆整枝,结 6 穗果,上留 2 片叶摘心,不疏花疏果,试验周围设保护行。6 月 25 日基质育苗,7 月 18 日选壮苗定植。

**1.3.2 发病情况调查** 分别于 2015 年 9 月 7、14、21 日及 10 月 7、14、21 日调查所种植的 17 个番茄品种黄化曲叶病毒病发病率及病情指数,取 3 次重复的平均值进行比较。发病率(%)=发病总株数/调查总株数×100,发病指数=Σ(各级病株数×级值)/(调查总株数×最高级值)×100。

**1.3.3 病害分级标准**<sup>[5-6]</sup> 0 级,无症状;1 级,顶部叶片轻度黄化,叶边缘轻度卷曲,花期花轻度脱落;2 级,顶部叶片中度黄化,叶边缘中度卷曲褶皱,花期花轻度脱落,结果期轻度减产;3 级,叶片严重黄化,卷曲,褶皱,花期花中度脱落,结果期中度减产;4 级,大面积叶片严重畸形缩小,植株生长缓慢,明显矮化,花期花严重脱落,结

**第一作者简介:**邵秀丽(1984-),女,硕士,讲师,现主要从事蔬菜栽培及育种的教学与科研工作。E-mail:18837114221@163.com。

**基金项目:**河南省现代农业产业技术体系大宗蔬菜中牟综合试验站资助项目(Z2010-G03-04)。

**收稿日期:**2016-09-26

果期严重减产或绝产。

#### 1.4 项目测定

番茄果实产量和品质的测定:番茄于 2015 年 11 月 14 日开始采摘,2016 年 1 月 26 日结束。每次采摘时均进行小区产量和单果数的测定,最后累积计算产量。在第 3、4 次测产时,分别在每个小区的前、中、后等距取样,然后选取大小和色泽基本一致的果实,用榨汁机打成匀浆,取其匀浆分析。可溶性固形物含量采用 RHBO-90 型号手持折射仪测定;可滴定酸含量采用  $0.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 滴定法测定;采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定番茄维生素 C 含量;用蒽酮比色法测定番茄可溶性糖含量。

#### 1.5 数据分析

所有试验数据均采用 DPS 7.05 软件进行方差分析,在  $P < 0.05$  水平上进行差异比较。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同番茄品种对 TY 病毒的抗性差异

不同番茄品种对 TY 病毒病的抗性表现不同。由表 1 可知,供试的 17 个番茄品种只有对照 CK2 高感病毒病,其它品种对 TY 病毒都有不同程度的抗性。其中 HB3、HB7、HB8 未发病抗性表现达到免疫水平;HB4、HB6、HB11、HB14 在 9、10 月病情指数较小,表现为高抗水平;HB1、HB5、HB9、HB12、HB13、HB15、HB16、CK1

表 1 不同番茄品种番茄黄化曲叶病毒病抗性评价

Table 1 Resistance evaluation of tomato varieties against tomato yellow leaf curl virus

处理 Treatments	发病率 Rate of infected plant/%	病情指数 Disease index		抗性等级 Resistant grade
		9 月 September	10 月 October	
HB1	24.5	6.9	5.0	R
HB2	45.7	28.2	20.3	MR
HB3	0.0	0.0	0.0	HR
HB4	1.5	0.3	0.3	HR
HB5	22.1	4.4	3.3	R
HB6	9.5	1.9	1.5	HR
HB7	0.0	0.0	0.0	HR
HB8	0.0	0.0	0.0	HR
HB9	15.0	3.0	2.5	R
HB10	52.1	18.0	13.0	MR
HB11	6.5	1.3	1.4	HR
HB12	13.8	6.0	4.8	R
HB13	10.0	2.7	5.5	R
HB14	8.0	1.6	1.2	HR
HB15	38.6	10.0	7.4	R
HB16	48.0	10.3	7.4	R
HB17	51.5	23.6	16.9	MR
CK1	12.5	2.5	3.8	R
CK2	100.0	82.0	59.1	HS

注:HR.  $0 < \text{病情指数} \leq 2$ ; R.  $2 < \text{病情指数} \leq 15$ ; MR.  $15 < \text{病情指数} \leq 30$ ; S.  $30 < \text{病情指数} \leq 55$ ; HS.  $55 < \text{病情指数} \leq 100$ 。

Note: HR.  $0 < \text{disease index} \leq 2$ ; R.  $2 < \text{disease index} \leq 15$ ; MR.  $15 < \text{disease index} \leq 30$ ; S.  $30 < \text{disease index} \leq 55$ ; HS.  $55 < \text{disease index} \leq 100$ 。

为抗性品种;HB2、HB10、HB17 抗性级别为中抗;其中 CK2 发病较为严重,病株率达 100%。免疫和高抗品种共 7 个,占参试品种的 41.2%。

#### 2.2 不同品种前期产量比较

由表 2 可知,免疫品种 HB3、HB8 及高抗品种 HB11、HB4 前期产量较大,显著高于其它品种,小区平均产量分别为 30.13、26.33、25.40、19.63 kg,折合每公顷产量分别为 57 971.25、50 659.95、48 870.60、37 768.95 kg,分别较 CK1 增产 246.32%、202.64%、191.95%、125.63%;免疫品种 HB7 及高抗品种 HB6、HB14 较 CK1 增产 66.44%、18.97%、9.54%;HB12、HB15、HB16、HB17 与 CK1 相比前期产量较低,分别减产 10.92%、36.78%、21.26%、27.59%,其余品种与 CK1 相比都增产。各品种与 CK2 相比均增产,CK1 比 CK2 增产 41.09%。各品种产量由大到小依次为 HB3、HB8、HB11、HB4、HB1、HB7、HB9、HB2、HB10、HB5、HB13、HB6、HB14、CK1、HB12、HB16、HB17、HB15、CK2。

表 2 供试番茄品种前期产量

Table 2 Early yield of test tomato varieties

处理 Treatments	小区平均产量 Average yield of plots /kg	产量 Yield /(kg · hm <sup>-2</sup> )	较 CK1 增产率 Increasing rate / %	排列位次 Ranking
HB1	16.63Bab	31 996.80	91.15	5
HB2	13.50Bbc	25 974.45	55.17	8
HB3	30.13Aa	57 971.25	246.32	1
HB4	19.63ABab	37 768.95	125.63	4
HB5	12.03Bbc	23 146.20	38.28	10
HB6	10.35BCc	19 913.85	18.97	12
HB7	14.48Bb	27 860.10	66.44	6
HB8	26.33Aa	50 659.95	202.64	2
HB9	13.95Bbc	26 840.40	60.35	7
HB10	13.38Bbc	25 743.60	53.79	9
HB11	25.40Aa	48 870.60	191.95	3
HB12	7.75BCcd	14 911.35	-10.92	15
HB13	11.95Bbc	22 992.30	37.36	11
HB14	9.53BCc	18 336.15	9.54	13
HB15	5.50Ccd	10 582.20	-36.78	18
HB16	6.85BCcd	13 179.60	-21.26	16
HB17	6.30BCd	12 121.50	-27.59	17
CK1	8.70BCcd	16 739.10	0.00	14
CK2	5.13Ccd	9 860.70	-41.09	19

#### 2.3 不同品种总产量表现

由表 3 可知,供试品种折合每公顷产量为 19 192.29~73 065.36 kg,CK1、CK2 折合每公顷产量为 36 903.06、19 192.29 kg。供试 17 个品种与抗性品种 CK1 相比,减产的有 2 个抗性品种 HB16、HB15,HB16 减产率较高,为 9.85%;其它品种都增产,增产幅度 4.38%~97.99%。其中增产 90% 以上的有免疫品种 HB3 及高抗品种 HB11;增产 40% 以上的有 HB6、HB8、HB4、HB7;增产 30% 以上的有 HB10;增产 20% 以上的有 HB14、HB1、HB2 和 HB9;增产 10% 以上的有 HB13、

HB12;增产 10%以下的有 HB5 和 HB17。

供试 17 个品种与 CK2 相比,均大幅度增产,这与 CK2 不抗 TY、后期产量很低有关。方差分析结果表明,品种 HB3、HB11 与其它品种相比小区平均产量较高,与 HB4、HB6、HB7、HB8 相比差异不显著,与其余品种相比

表 3 不同番茄品种总产量

Table 3 Total yield of test tomato varieties

处理 Treatments	小区平均产量 Average yield of plots /kg	产量 Yield per hectare /(kg·hm <sup>-2</sup> )	较 CK1 增产率 Increasing rate /%	排列位次 Ranking
HB1	23.275Bbc	44 781.99	21.35	9
HB2	23.093Bbc	44 431.82	20.40	10
HB3	37.975Aa	73 065.36	97.99	1
HB4	27.475ABab	52 862.96	43.25	5
HB5	20.335BCc	39 125.33	6.02	14
HB6	29.890ABab	57 509.51	55.84	3
HB7	27.265ABab	52 458.92	42.15	6
HB8	29.855ABab	57 442.17	55.66	4
HB9	23.030Bbc	44 310.60	20.07	11
HB10	25.725ABb	49 495.89	34.12	7
HB11	37.660Aa	72 459.29	96.35	2
HB12	22.050Bbc	42 425.06	14.96	13
HB13	22.330Bbc	42 963.78	16.42	12
HB14	23.835Bbc	45 859.46	24.27	8
HB15	18.200BCcd	35 017.50	-5.11	17
HB16	17.290BCcd	33 266.63	-9.85	18
HB17	20.020BCc	38 519.25	4.38	15
CK1	19.180BCc	36 903.06	0.00	16
CK2	9.975Cd	19 192.29	-47.99	19

表 4

番茄不同品种的品质

Table 4

Quality of all test tomato varieties

处理 Treatments	硬度 Fruit firmness/(kg·cm <sup>-2</sup> )	裂果率 Split rate/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	糖/酸 Sugar acid ratio	维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg·(100g) <sup>-1</sup> )
HB1	10.42	23.08	1.86	0.76	2.4	16.53
HB2	10.76	18.18	—	—	—	—
HB3	12.97	53.97	2.01	0.60	3.4	21.80
HB4	11.49	33.73	2.22	0.67	3.3	19.16
HB5	11.24	92.68	1.79	0.63	2.8	14.99
HB6	12.67	44.12	1.84	0.52	3.5	15.54
HB7	11.77	28.36	1.81	0.62	2.9	12.71
HB8	10.61	51.35	2.10	0.50	4.2	23.22
HB9	11.48	81.58	1.30	0.35	3.7	12.39
HB10	11.42	31.71	—	—	—	—
HB11	13.76	22.64	1.70	0.59	2.9	13.05
HB12	11.97	45.45	1.56	0.82	1.9	17.44
HB13	13.49	76.60	2.12	0.44	4.8	16.96
HB14	11.24	60.71	2.72	0.67	4.1	18.94
HB15	13.21	13.33	2.26	0.46	4.9	15.90
HB16	12.77	42.86	—	—	—	—
HB17	10.91	62.50	1.83	0.66	2.8	16.96
CK1	11.38	56.52	2.65	0.73	3.6	19.80
CK2	9.20	33.33	—	—	—	—

差异显著。除品种 HB15、HB16 外,其它品种与 CK2 相比,小区产量差异显著。品种 HB3、HB11 产量较高,可能与 HB3、HB11 品种高抗根结线虫病,后期长势较好有关。

#### 2.4 不同番茄品种的品质比较

对供试的 17 个番茄品种的硬度、裂果率、可溶性糖含量、可滴定酸含量、糖酸比和维生素 C 含量进行测定,由表 4 可知,所有品种都属硬果品种,但品种之间有一定差别,硬度为 9.20~13.76 kg·cm<sup>-2</sup>,果实最硬品种为 HB11,硬度达 13.76 kg·cm<sup>-2</sup>,最软品种为 CK2,为 9.20 kg·cm<sup>-2</sup>。供试品种秋茬裂果严重,各参试品种裂果率在 13.33%~92.68%,其中 HB15 裂果率最小为 13.33%,HB5 裂果最严重,裂果率为 92.68%。其中 HB2、HB11 裂果较轻。

抗性水平达到免疫级别的 3 个番茄品种分别为 HB3、HB7、HB8,其可溶性糖含量较高分别为 2.01%、1.81%、2.10%;维生素 C 含量 HB8 最高为 23.22 mg·(100g)<sup>-1</sup>,HB3、HB7 分别为 21.80、12.71 mg·(100g)<sup>-1</sup>,含量也较高;三者糖酸比分别为 3.4、2.9、4.2;裂果率分别是 53.97%、28.36%、51.35%;综合比较三者,HB8 品质表现较好,维生素 C 含量最高,口感较好。抗性水平达到高抗的 HB6、HB11、HB14 3 个品种中,HB14 可溶性糖含量最高为 2.72%、硬度及维生素 C 含量均居所有品种中上等水平,综合品质表现良好。其它品种综合品质表现一般。

### 3 结论与讨论

作物抗病性鉴定一般采用苗期人工接种鉴定的方

法<sup>[9]</sup>,番茄育种中,常用的抗性鉴定方法有粉虱侵染接种、田间自然接种及分子标记监测等<sup>[10]</sup>。近年来,番茄

黄化曲叶病毒田间发病严重<sup>[11-12]</sup>,该试验通过自然条件下白粉虱、烟粉虱传播番茄黄化曲叶病毒病的方式,对 17 个不同品种番茄的抗病性进行综合比较,结果表明,不同番茄品种对 TY 的抗性存在显著差异,其中,免疫品种有 3 个,分别为 HB4(“周粉 1206”)、HB7(“汴粉 19 号”)、HB8(“双抗 228”);高抗品种有 4 个,免疫和高抗品种共 7 个,占参试品种的 41.2%。

番茄的糖度、硬度、风味、口感等品质也是选择栽培品种的关键因素<sup>[11]</sup>。该研究中,参试品种的糖酸比、硬度及维生素 C 含量在不同品种间存在差异。3 个免疫品种的硬度、糖酸比及维生素 C 含量均较高;4 个高抗品种的可溶性糖含量较高,HB14(“正荷五号”)可溶性糖含量最高为 2.72%、硬度为及维生素 C 含量均居所有品种中上等水平,综合品质表现良好,其它品种表现一般。

高产量是设施栽培番茄经济效益的基础。该试验中番茄产量较高的均为免疫和高抗品种,其中免疫品种 HB3、HB8 及高抗品种 HB11、HB4 前期产量较大,显著高于其它品种;总产量较 CK1 增产 90% 以上的有免疫品种 HB3 及高抗品种 HB11;其它免疫及抗性品种总产量均高于感病品种 CK2。这与感病品种生长后期受番茄黄化曲叶病毒病的危害,植株矮小、光合作用降低,植株整体长势弱有关。

综合产量及品质分析,建议免疫品种 HB3 及高抗品种 HB11 可以在河南大面积推广。此外,越冬茬番茄应适当延迟育苗和定植时间,早春茬番茄应适当提前育苗

定植,错开白粉虱和烟粉虱的发生危害高峰,最终实现对病毒病的综合防控。

### 参考文献

- [1] 张慎璞,王子崇,邵秀丽,等. 抗根结线虫病番茄新品种‘牟番 1 号’[J]. 园艺学报,2015,42(12):2547-2548.
- [2] 宋建军,刘红育,仇燕,等. 番茄黄化曲叶病毒病的发生分布及防治对策[J]. 北方园艺,2010(7):147-150.
- [3] 朱明涛,孙亚林,郑莎,等. 分子标记辅助聚合番茄抗病基因育种[J]. 园艺学报,2010,37(9):1416-1422.
- [4] 李英梅,陈志杰,张峰,等. 不同番茄品种对 TY 病毒的抗性评价[J]. 西北农业学报,2015,24(8):139-144.
- [5] LAPIDOT M, GOLDRAY O, BEN-JOSEPH R, et al. Breeding tomatoes for resistance to tomato yellow leaf curl begomovirus[J]. EPPO Bulletin, 2000,30(2):317-321.
- [6] PICÓ B, DÍEZ M, NUEZ F. Evaluation of whitefly-mediated inoculation techniques to screen *Lycopersicon esculentum* and wild relatives for resistance to tomato yellow leaf curl virus[J]. Euphytica, 1998,101(3):259-271.
- [7] 周涛,师迎春,陈笑瑜,等. 北京地区番茄黄化曲叶病毒病的鉴定及防治对策[J]. 植物保护,2010,36(2):116-118.
- [8] 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.
- [9] 叶青静,周国治,王荣青,等. 番茄黄化曲叶病毒病抗性鉴定技术研究[J]. 分子植物育种,2011,2(9):210-217.
- [10] 李晓蕾,李景富,康立功,等. 番茄品质遗传及育种研究进展[J]. 中国蔬菜,2010(14):1-7.
- [11] 褚栋,侯丽霞,刘国霞,等. 山东省局部地区番茄黄化曲叶病毒的分子鉴定[J]. 山东农业科学,2010(2):13-15.
- [12] 刘春艳,刘淑君,王桂森,等. 番茄黄化曲叶病毒病的发生及防治[J]. 北方园艺,2010(18):182-183.

## Resistance Identification of Tomato Varieties Against Tomato Yellow Leaf Curl Virus and Comparison of Yield and Quality

SHAO Xiuli, CHEN Xingxing, ZHANG Shenpu, YANG Hongli

(College of Horticulture and Forestry, Henan Agricultural Professional College, Zhongmu, Zhengzhou 451450)

**Abstract:** Seventeen tomato varieties were used as test materials, ‘Jinpeng No. 8’ and ‘Luofan No. 9’ were chosen as control, several comprehensive indexes (diseased plant rate, disease index, the soluble sugar content, hardness, vitamin C content and yield) of 17 tomato varieties were tested by using natural virus transmission to assess the quality traits and resistance level against tomato yellow leaf curl virus (TY) of different tomato varieties. The results showed that different tomato varieties had significant resistance to TY. In common tomato varieties HB3, HB7 and HB8 were immune to TY, HB4, HB6, HB11 and HB14 were high resistant. They were analyzed in terms of 17 varieties including yield, quality and resistance characters, the results showed that HB3 and HB11 with higher resistance, better quality and richer yield, which were suitable for planting in Henan and surrounding provinces.

**Keywords:** tomato yellow leaf curl virus; tomato variety; resistance evaluation; yield; quality