

# 日光温室冬春茬番茄品种引进与综合评价

李 燕<sup>1</sup>, 王丹丹<sup>1</sup>, 张庆银<sup>1</sup>, 陈 昶<sup>2</sup>, 郭敬华<sup>3</sup>, 董灵迪<sup>3</sup>, 齐连芬<sup>1</sup>

(1. 石家庄市农林科学研究院 石家庄 050021; 2. 河北省农林科学院滨海农业研究所 河北唐山 063200;  
3. 河北省农林科学院 石家庄 050051)

**摘 要:** 为筛选适宜石家庄地区冬春茬口日光温室栽培的口感型番茄新品种, 提高当地番茄种植多样性, 以引进的 12 个番茄品种为参试材料, 当地主推品种农博粉 18109 为对照(CK), 检测各品种植株生长发育、果实性状、产量、品质、发病情况及抗病性基因等指标, 并利用主成分分析进行综合评价。结果表明, 在 12 个参试品种中, 中果型品种农博粉 18109 综合表现最好; 大果型品种番茄 50 号综合表现最好, 其生长势较强, 折合产量 7 865.48 kg·667 m<sup>2</sup>, 可溶性固形物和维生素 C 含量均居第一位, 糖酸比达 10.08, 口感佳, 抗病性强, 畸形果率低, 因此适宜在石家庄地区推广种植。同时可利用番茄 50 号较强的抗性特征进行育种研究, 为多抗优质番茄的新品种选育提供丰富的资源基础。

**关键词:** 番茄; 冬春茬; 综合评价

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)06-138-08

## Introduction and comprehensive evaluation of winter-spring cultivation tomato varieties in solar greenhouse

LI Yan<sup>1</sup>, WANG Dandan<sup>1</sup>, ZHANG Qingyin<sup>1</sup>, CHEN Chang<sup>2</sup>, GUO Jinghua<sup>3</sup>, DONG Lingdi<sup>3</sup>, QI Lianfen<sup>1</sup>

(1. Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050021, Hebei, China; 2. Institute of Coast Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tangshan 063200, Hebei, China; 3. Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, Hebei, China)

**Abstract:** In order to screen out new taste-type tomato varieties suitable for cultivation in solar greenhouse in winter and spring in Shijiazhuang area and improve the diversity of local tomato planting, 12 tomato varieties were used as test materials, and the local main variety Nongbofen 18109 was used as control. The indexes of plant growth and development, fruit traits, yield, quality, incidence and disease resistance genes of each variety were detected, and the principal component analysis method was used for comprehensive evaluation. The results showed that among the 12 tested varieties, Nongbofen18109 had the best comprehensive performance among the medium-fruited varieties, and Tomato No. 50 had the best comprehensive performance among the large-fruited varieties. The growth potential of Tomato No. 50 was strong, the yield per 667 m<sup>2</sup> was 7 865.48 kg, the content of soluble solids and vitamin C ranked first, the sugar-acid ratio was 10.08, the taste was good, the disease resistance was strong, the rate of deformed fruit was low. Therefore, it was suitable for planting in Shijiazhuang area. At the same time, the strong resistance characteristics of Tomato No. 50 can be used for breeding research, which provides a rich resource basis for the breeding of new varieties of multi-resistant and high-quality tomato.

**Key words:** Tomato; Winter-spring cultivation; Comprehensive evaluation

番茄(*Solanum lycopersicum*)又名西红柿, 属于茄科一年生或多年生草本植物, 原产于南美洲, 其色泽艳丽, 口感酸甜, 富含维生素 C、维生素 A、矿物质、番茄红素及纤维素等多种营养成分, 是一种常见的果蔬兼用型蔬菜<sup>[1-4]</sup>。番茄在我国的种植范围

广、面积大、产量高且适应性强, 目前已成为蔬菜产业中的重要支柱<sup>[5-6]</sup>。

石家庄地处河北省中南部, 气候温和, 四季分明, 可为番茄的生长发育提供适宜的环境条件<sup>[7]</sup>。近年来, 石家庄市及周边县区对高品质番茄的需求

收稿日期: 2024-09-27; 修回日期: 2025-01-15

基金项目: 河北省蔬菜产业技术体系冀南高品质蔬菜技术提升岗(HBCT2023100205)

作者简介: 李 燕, 女, 农艺师, 主要从事设施蔬果高效栽培及新品种选育研究。E-mail: 176291096@qq.com

通信作者: 齐连芬, 女, 推广研究员, 研究方向为设施蔬菜栽培与生理。E-mail: nkyqlf@163.com

逐年增大<sup>[8]</sup>。番茄种植具有广阔的市场空间,已成为石家庄地区重要的蔬菜作物之一<sup>[9-10]</sup>。然而,番茄生产受种植年限、连作障碍等因素的影响<sup>[11-12]</sup>,石家庄地区番茄种植普遍存在品质变差和病虫害发生严重等问题<sup>[13-16]</sup>。因此,石家庄市政府积极发展特色农业产业,大力推广番茄种植的高新技术和管理模式。

此外,当前石家庄市场上番茄品种繁多,其品质、抗病性能参差不齐,给种植户在品种选择带来了极大的困难,难以筛选出最适宜本地种植条件和市场需求的番茄品种,严重制约了当地番茄产业的良性发展。因此,为筛选出适宜石家庄地区温室种植的抗病口感型番茄品种,石家庄市农林科学研究院设施蔬菜团队引进 12 个番茄新品种,在赵县试验基地开展引进及鉴定评价试验,以期筛选出综合品质较好、抗病性强的口感型番茄品种,提高当地番茄种植多样性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以河北省主推品种农博粉 18109 为对照,共引进番茄新品种 12 个,其中丽旬、番茄 21 号、番茄 50 号、番茄 51 号、番茄 21030 号、番茄 21031 号均来自日本坂田公司,久留米为日本米可多公司提供, TY303、TY304、305 来自日本龙井公司,京采 8 号为北京现代农夫公司提供,粉未来为孚瑞加公司提供。

### 1.2 试验设计

试验在石家庄市农林科学研究院赵县基地 4 号温室进行。土壤为壤土,肥力中等偏上,前茬作物为番茄。2024 年 1 月 15 日在育苗基地采用基质穴盘播种育苗,2 月 29 日选择无病、健壮、长势一致的幼苗定植于温室内,试验小区采取随机区组排列,3 次重复。每小区垄宽 0.7 m,长 7.5 m,小区面积 12 m<sup>2</sup>,实行宽窄行种植,窄行 70 cm,宽行 90 cm,每垄栽 2 行,株距 40 cm,每垄定植 38 株,折合 2100 株·667 m<sup>-2</sup>,单干整枝,田间管理按照常规方法进行。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 生育期、植物学性状及产量指标测定 生产过程中记录各参试品种的生育期。每小区随机选取 10 株,分别采用卷尺和游标卡尺测定各参试品种第 5 穗花结果期的株高、茎粗。每小区均选参试品种第 3 果穗成熟一致的果实 10 个,记录果形、果

色、青果肩色、成熟果肩色,测量纵径、横径,计算果形指数。采用数显游标卡尺测量果实纵径(果基到果顶的长度)和果实横径(果实最粗处直径)。测产采取三点取样法,每点连续取 10 株,数取单株果数,计算平均单株结果数,测定平均单果质量,计算 667 m<sup>2</sup>产量(总产量=理论产量×85%)。使用电子天平(精度 0.01 g)称取单果质量。

1.3.2 品质指标测定 可溶性固形物、维生素 C、有机酸、可溶性糖含量等品质指标由河北省农林科学院生物技术与食品科学研究所检测。10 名试验员采用现场鲜果品尝和综合打分的方式,记录口感品质<sup>[17-18]</sup>。

1.3.3 病害及抗性基因检测 调查每小区全部植株的脐腐病<sup>[19]</sup>、叶霉病<sup>[26]</sup>及畸形果株数,计算发病率和畸形果率,取平均值。发病率(畸形果率)=病害(畸形果)株数/小区株数。取植株的新鲜幼嫩叶片,由武汉市景肽生物科技有限公司测定番茄 11 种病害的 15 个位点,包括黄化曲叶病毒病(Ty1、Ty2)、根结线虫(Mi1.2、Mi23)、斑萎病 Sw5b、烟草花叶病毒 Tm2、叶霉病(Cf5、Cf9)、颈腐根腐病 Frl949、枯萎病 I2、黄萎病(Ve1、Ve2)、灰叶斑病 Sm-898、青枯病 Bwr12、晚疫病黄化曲叶病毒 Ph3。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行处理,采用 SPSS 23 软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 生育期比较

从表 1 可以看出,在播种期和定植期相同情况下,各品种的始收期在播种后 112~124 d,其中京采 8 号成熟最早,始收期是 5 月 5 日,比其余 11 个品种和对照早 6~12 d;生育期最长的是丽旬和番茄 21031 号、对照农博粉 18109,为 163 d,京采 8 号生育期最短,为 148 d;从采收期来看,较长的是丽旬、番茄 21 号、番茄 50 号、番茄 21031 号、TY304、305,均为 40 d,最短的是番茄 21030 号,为 36 d。

### 2.2 植物学性状及产量比较

2.2.1 株高、茎粗差异分析 从表 2 可以看出,丽旬、番茄 21 号、番茄 50 号、番茄 21030 号和农博粉 18109 株高较高,各品种之间差异不显著;久留米、番茄 51 号、番茄 21031 号、TY303、TY304、305、京采 8 号、粉未来植株高度均小于对照品种农博粉 18109。

参试品种茎粗均在 10 mm 以上,番茄 21030 号

表 1 不同番茄品种生育期比较  
Table 1 Comparison of growth period of different tomato varieties

| 品种<br>Variety               | 播种期(月-日)<br>Seeding date<br>(month -day) | 定植期(月-日)<br>Planting date<br>(month -day) | 始收期(月-日)<br>Initial harvest<br>period<br>(month -day) | 末收期(月-日)<br>Final harvest<br>period<br>(month -day) | 播种至始收历时<br>Duration from<br>sowing<br>to harvesting/d | 采收期<br>Harvest<br>period/d | 生育期<br>Growth<br>period/d |
|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 丽旬 Lixun                    | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-17                                                 | 06-25                                               | 124                                                   | 40                         | 163                       |
| 久留米 Kurume                  | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-11                                                 | 06-16                                               | 118                                                   | 37                         | 154                       |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21       | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-11                                                 | 06-19                                               | 118                                                   | 40                         | 157                       |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50       | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-16                                                 | 06-24                                               | 123                                                   | 40                         | 162                       |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51       | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-16                                                 | 06-21                                               | 123                                                   | 37                         | 159                       |
| 番茄 21030 号 Tomato No. 21030 | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-17                                                 | 06-21                                               | 124                                                   | 36                         | 159                       |
| 番茄 21031 号 Tomato No. 21031 | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-17                                                 | 06-25                                               | 124                                                   | 40                         | 163                       |
| TY303                       | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-17                                                 | 06-22                                               | 124                                                   | 37                         | 160                       |
| TY304                       | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-11                                                 | 06-19                                               | 118                                                   | 40                         | 157                       |
| 305                         | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-11                                                 | 06-19                                               | 118                                                   | 40                         | 157                       |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8        | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-05                                                 | 06-10                                               | 112                                                   | 37                         | 148                       |
| 粉未来 Fenweilai               | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-13                                                 | 06-19                                               | 120                                                   | 38                         | 157                       |
| 农博粉 18109                   | 01-15                                    | 02-29                                     | 05-17                                                 | 06-24                                               | 124                                                   | 39                         | 163                       |
| Nongbofen 18109(CK)         |                                          |                                           |                                                       |                                                     |                                                       |                            |                           |

表 2 植株株高和茎粗比较  
Table 2 Comparison of plant height and stem diameter

| 品种<br>Variety                    | 株高<br>Plant height/cm | 茎粗<br>Stem diameter/mm |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 丽旬 Lixun                         | 135.68±2.31 ab        | 10.21±0.64 d           |
| 久留米 Kurume                       | 127.67±1.15 c         | 12.12±0.31 ab          |
| 番茄 21 号<br>Tomato No. 21         | 141.01±7.00 a         | 10.37±0.70 d           |
| 番茄 50 号<br>Tomato No. 50         | 133.32±1.53 abc       | 11.61±0.48 abc         |
| 番茄 51 号<br>Tomato No. 51         | 131.66±2.08 bc        | 11.15±0.17 bcd         |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030   | 136.68±4.93 ab        | 12.59±0.99 a           |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031   | 128.67±3.06 bc        | 11.77±0.71 abc         |
| TY303                            | 113.01±2.65 d         | 10.31±1.03 d           |
| TY304                            | 128.99±6.08 bc        | 10.65±0.62 cd          |
| 305                              | 115.67±5.86 d         | 11.22±0.68 bcd         |
| 京采 8 号<br>Jingcai No. 8          | 114.00±6.93 d         | 10.21±0.34 d           |
| 粉未来<br>Fenweilai                 | 130.00±3.00 bc        | 10.39±0.82 d           |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK) | 135.34±3.21 ab        | 12.31±0.57 ab          |

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。  
Note: Different lowercase letters in the same column means the difference is significant at 0.05 level. The same below.

茎粗最大,与对照品种农博粉 18109 无显著差异,久留米、番茄 50 号、番茄 21031 号茎粗较大,与对照无显著差异;丽旬、番茄 21 号、TY303、TY304、京

采 8 号、粉未来的茎粗均显著小于对照。  
2.2.2 果实发育特性及产量比较 由表 3 可知,参试品种首花序节位集中在第 5~6 节,与对照品种农博粉 18109 无显著差异;各品种的花序间隔节位均为 3 节。  
不同品种的番茄单果质量之间存在显著差异,均比对照中果型品种农博粉 18109 大。番茄 21 号单果质量最大,为 243.60 g,较对照显著提高 95.08%;番茄 50 号、番茄 51 号、番茄 21030 号、番茄 21031 号、TY304 为大果型,单果质量均在 200 g 以上,较对照显著提高 67.99%~92.98%;丽旬、久留米、TY303、305、京采 8 号、粉未来为中果型,单果质量在 128.27~186.86 g,较对照提高 2.72%~49.64%。  
不同品种的番茄第三果穗果数之间存在显著差异,第三果穗果数顺序依次为农博粉 18109>粉未来>京采 8 号=TY303>番茄 50 号=番茄 51 号=番茄 21 号>番茄 21031 号>丽旬=番茄 21030 号=305>久留米=TY304。对照品种农博粉 18109 第三果穗结果数最多,为 5.80 个,与久留米、TY304 呈显著差异,与其他 10 个品种差异不显著。在引进的 12 个番茄品种中,京采 8 号、粉未来单株结果数最多,与对照之间差异不显著,其他品种均显著小于对照。番茄 21 号产量最高,每 667 m<sup>2</sup>折合产量为 8 351.12 kg,较对照显著提高 61.05%;番茄 21031 号产量排名第二,每 667 m<sup>2</sup>折合产量为 7 941.82 kg,较对照显著提高 53.15%;番茄 50 号产量排名第三,

表 3 番茄发育特性及产量比较

Table 3 Comparison of development characteristics and yield of tomato

| 品种<br>Variety                    | 首花序节位<br>First inflorescence<br>segment | 花序间隔节位<br>Inflorescence<br>interval segment | 单果质量<br>Single fruit<br>mass/g | 第三果穗果数<br>Number of<br>third ear fruits | 单株结果数<br>Number of fruits<br>per plant | 产量<br>Yield/<br>(kg·667 m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 丽旬 Lixun                         | 5~6                                     | 3                                           | 178.23±20.10 d                 | 4.80±0.84 ab                            | 18.20±0.84 cde                         | 5 846.41±852.23 cd                       |
| 久留米 Kurume                       | 5~6                                     | 3                                           | 186.86±4.91 cd                 | 4.60±1.14 b                             | 17.40±1.14 e                           | 5 778.34±49.76 cd                        |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21            | 5~6                                     | 3                                           | 243.60±43.40 a                 | 5.20±0.84 ab                            | 19.20±1.64 c                           | 8 351.12±2 302.38 a                      |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50            | 5~6                                     | 3                                           | 209.77±8.33 bc                 | 5.20±0.45 ab                            | 20.80±1.30 b                           | 7 865.48±533.95 a                        |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51            | 5                                       | 3                                           | 220.93±33.86 ab                | 5.20±0.45 ab                            | 18.40±1.14 cde                         | 7 232.64±1 137.56 abc                    |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030   | 5                                       | 3                                           | 236.14±16.42 ab                | 4.80±0.84 ab                            | 18.00±1.22 cde                         | 7 455.47±722.62 ab                       |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031   | 5~6                                     | 3                                           | 230.13±7.20 ab                 | 5.00±0.71 ab                            | 19.00±1.22 cd                          | 7 941.82±337.59 a                        |
| TY303                            | 5~6                                     | 3                                           | 168.00±22.21 d                 | 5.40±0.55 ab                            | 20.80±2.17 b                           | 6 132.19±1 256.62 bcd                    |
| TY304                            | 5                                       | 3                                           | 240.97±16.73 ab                | 4.60±0.55 b                             | 18.80±2.17 cd                          | 7 851.44±839.08 a                        |
| 305                              | 5~6                                     | 3                                           | 172.53±20.94 d                 | 4.80±0.84 ab                            | 17.80±0.84 de                          | 5 446.33±753.22 d                        |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8             | 5~6                                     | 3                                           | 128.27±4.86 e                  | 5.40±0.55 ab                            | 22.40±1.52 a                           | 5 147.94±193.49 d                        |
| 粉未来 Fenweilai                    | 5~6                                     | 3                                           | 132.18±13.20 e                 | 5.60±0.89 ab                            | 22.20±1.48 a                           | 5 267.24±521.3 d                         |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK) | 5~6                                     | 3                                           | 124.87±8.38 e                  | 5.80±0.84 a                             | 23.00±2.12 a                           | 5 185.48±16.07 d                         |

每 667 m<sup>2</sup>折合产量为 7 865.48 kg,较对照显著提高 51.68%;其次为 TY304、番茄 21030 号、番茄 51 号,均显著高于对照;丽旬、久留米、TY303、305、京采 8 号、粉未来等 6 个品种的产量与对照无显著差异,在 5 147.94~6 132.19 kg·667 m<sup>2</sup>。

2.3 果实外观和品质分析

2.3.1 果实外观比较 由表 4 可知,12 个参试番茄品种果色均为粉红色,青果时均有绿肩,其中番茄 21 号、番茄 51 号、TY304 的青果肩部较浅。成熟后不同品种果肩颜色发生变化,除 TY304 和京采 8 号外,其余品种绿肩均由有变无。

从果形方面看,果形指数均在 0.80~0.93,丽旬、久留米、番茄 21 号、305、京采 8 号、粉未来和对照品种农博粉 18109 为高圆形,番茄 21031 号为桃形,其余为圆形。各品种间果实纵径、横径差异较大,纵径、横径最大的是番茄 21 号,分别为 67.88 mm 和 79.63 mm;丽旬、久留米、番茄 50 号、番茄 51 号、番茄 21030 号、番茄 21031 号、TY303、TY304、305 均与对照呈显著差异;京采 8 号和粉未来与对照之间差异不显著。

2.3.2 果实品质分析 不同番茄品种果实品质指标见表 5。可溶性固形物含量在不同试验品种之间存在显著差异,由高到低依次为番茄 50 号>农博粉 18109>京采 8 号>久留米>丽旬>TY303>TY304>番茄 51 号>粉未来>305>番茄 21 号>番茄 21030 号>番茄 21031 号;番茄 50 号可溶性

固形物含量高于对照 0.02 百分点,差异不显著;其他品种可溶性固形物含量均低于对照 0.23~1.40 百分点。对照可溶性糖含量最高,为 42.49 mg·g<sup>-1</sup>,京采 8 号次之,二者间无显著差异,但与其他品种相比差异显著;丽旬、久留米、番茄 50 号、粉未来之间可溶性糖含量差异不显著,显著低于对照 9.98%~12.10%。

可滴定酸含量顺序为京采 8 号>农博粉 18109>粉未来>305>丽旬>番茄 21 号>TY303>番茄 51 号>TY304=番茄 21030 号>番茄 50 号>番茄 21031 号=久留米。京采 8 号可滴定酸含量最高,与对照差异不显著,但显著高于其他引进品种;久留米和番茄 21031 号可滴定酸含量最低,显著低于对照 38.36%。

参试品种丽旬、久留米、番茄 21 号、番茄 50 号、番茄 21031 号、TY303、TY304 等 7 个品种的糖酸比均高于对照,增加幅度为 1.06%~43.46%。久留米糖酸比最高,为 10.86;番茄 50 号次之,为 10.08;番茄 51 号、番茄 21030 号、305、京采 8 号、粉未来糖酸比在 5.79~7.51,低于对照 0.79%~23.51%。在口感方面,番茄 50 号和粉未来最佳,丽旬、番茄 21 号、TY303、TY304、京采 8 号较佳,其余口感中。

12 个引进品种中,番茄 50 号维生素 C 含量最高,为 34.22 mg·100 g<sup>-1</sup>,较对照提高 5.94%,但差异不显著,显著高于其他引进品种,其他引进品种的

表 4 番茄果实外观性状比较  
Table 4 Comparison of tomato fruit appearance traits

| 品种<br>Variety                    | 果色<br>Fruit color | 果形<br>Fruit shape  | 青果肩部<br>Green shoulder color | 成熟果肩部<br>Ripe shoulder color | 纵径<br>Vertical diameter/mm | 横径<br>Transverse diameter/mm | 果形指数<br>Fruit shape index |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 丽旬<br>Lixun                      | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 66.70±2.08 ab              | 72.37±4.52 c                 | 0.93±0.09 a               |
| 久留米<br>Kurume                    | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 61.68±1.25 c               | 71.95±0.54 c                 | 0.86±0.02 abc             |
| 番茄 21 号<br>Tomato No. 21         | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 67.88±3.40 a               | 79.63±1.39 a                 | 0.85±0.03 abc             |
| 番茄 50 号<br>Tomato No. 50         | 粉红<br>Pink        | 圆形<br>Circle       | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 62.28±4.83 bc              | 77.71±0.64 ab                | 0.80±0.06 c               |
| 番茄 51 号<br>Tomato No. 51         | 粉红<br>Pink        | 圆形<br>Circle       | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 65.69±2.23 abc             | 79.53±1.82 a                 | 0.83±0.02 bc              |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030   | 粉红<br>Pink        | 圆形<br>Circle       | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 66.70±0.30 ab              | 79.54±1.46 a                 | 0.83±0.02 bc              |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031   | 粉红<br>Pink        | 桃形<br>Peach-shaped | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 66.88±2.10 ab              | 78.45±3.03 a                 | 0.85±0.03 abc             |
| TY303                            | 粉红<br>Pink        | 圆形<br>Circle       | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 61.39±0.80 c               | 73.17±2.07 bc                | 0.84±0.03 bc              |
| TY304                            | 粉红<br>Pink        | 圆形<br>Circle       | 有<br>Yes                     | 有<br>Yes                     | 65.84±0.08 abc             | 78.66±3.69 a                 | 0.84±0.04 bc              |
| 305                              | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 61.40±3.70 c               | 71.64±2.58 c                 | 0.86±0.02 abc             |
| 京采 8 号<br>Jingcai No. 8          | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 有<br>Yes                     | 54.45±1.19 d               | 62.79±0.80 d                 | 0.87±0.03 abc             |
| 粉未来<br>Fenweilai                 | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 56.92±1.27 d               | 64.85±3.18 d                 | 0.88±0.06 abc             |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK) | 粉红<br>Pink        | 高圆形<br>High circle | 有<br>Yes                     | 无<br>No                      | 56.75±2.56 d               | 63.14±4.30 d                 | 0.90±0.02 ab              |

表 5 番茄果实品质比较  
Table 5 Comparison of tomato fruit quality

| 品种<br>Variety                    | w(可溶性固形物)<br>Soluble solids content/% | w(可溶性糖)<br>Soluble sugar content/(mg·g <sup>-1</sup> ) | w(可滴定酸)<br>Titratable acid content/(g·kg <sup>-1</sup> ) | 糖酸比<br>Sugar-acid ratio | w(维生素 C)<br>Vitamin C content/(mg·100 g <sup>-1</sup> ) | 口感<br>Taste |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|
| 丽旬 Lixun                         | 5.90±0.27 ab                          | 37.67±2.51 b                                           | 4.63±0.31 cd                                             | 8.11                    | 28.69±0.39 bc                                           | 较佳 Better   |
| 久留米 Kurume                       | 5.95±0.29 ab                          | 37.35±0.33 b                                           | 3.47±0.20 e                                              | 10.86                   | 28.80±0.34 bc                                           | 中 General   |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21            | 5.10±0.35 de                          | 33.50±0.17 c                                           | 4.37±0.28 cde                                            | 7.65                    | 23.72±0.68 de                                           | 较佳 Better   |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50            | 6.25±0.31 a                           | 37.38±0.39 b                                           | 3.70±0.23 de                                             | 10.08                   | 34.22±1.89 a                                            | 佳 Good      |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51            | 5.40±0.24 cd                          | 31.36±0.60 d                                           | 4.17±0.27 de                                             | 7.51                    | 23.49±3.56 de                                           | 中 General   |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030   | 4.98±0.37 de                          | 29.14±0.23 e                                           | 4.10±0.25 de                                             | 7.15                    | 24.06±2.65 de                                           | 中 General   |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031   | 4.83±0.33 e                           | 28.89±0.22 e                                           | 3.47±0.21 e                                              | 8.29                    | 22.59±4.07 de                                           | 中 General   |
| TY303                            | 5.65±0.21 bc                          | 33.65±1.69 c                                           | 4.33±0.27 cde                                            | 7.80                    | 24.84±0.39 d                                            | 较佳 Better   |
| TY304                            | 5.43±0.25 cd                          | 33.32±0.44 c                                           | 4.10±0.25 de                                             | 8.14                    | 23.94±2.88 de                                           | 较佳 Better   |
| 305                              | 5.18±0.13 cde                         | 29.88±0.31 de                                          | 5.17±0.33 bc                                             | 5.79                    | 20.56±0.52 e                                            | 中 General   |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8             | 6.00±0.29 ab                          | 42.21±0.18 a                                           | 6.20±0.39 a                                              | 6.82                    | 25.86±2.74 cd                                           | 较佳 Better   |
| 粉未来 Fenweilai                    | 5.28±0.49 cde                         | 38.25±0.14 b                                           | 5.23±0.33 bc                                             | 7.36                    | 23.15±0.39 de                                           | 佳 Good      |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK) | 6.23±0.05 a                           | 42.49±0.29 a                                           | 5.63±0.36 ab                                             | 7.57                    | 32.30±0.20 ab                                           | 较佳 Better   |

维生素 C 含量均低于对照,305 维生素 C 含量最低,为 20.56 mg·100 g<sup>-1</sup>,较对照显著降低 36.35%。

## 2.4 抗病性比较

2.4.1 田间发病情况比较 番茄脐腐病是番茄生产中常见的一种生理性病害,特别是在口感型番茄中更为突出。叶霉病是石家庄地区冬春茬设施番茄的主要病害。田间发病情况见表 6,参试品种脐腐病和叶霉病发病程度不同,整体发病率较低,粉未来脐腐病发病率高于对照 5.6%,TY304 和粉未来叶霉病发病率分别高于对照 1.2%和 3.8%,其他品种均未发生脐腐病和叶霉病。

番茄 21031 号的畸形果率最高,为 4.1%,其次为 TY304,畸形果率 3.5%,番茄 51 号、TY303、907、305 也有畸形果发生,分别为 1.0%、0.7%、1.3%。

2.4.2 抗病基因检测结果分析 通过分子标记检测参试品种黄化曲叶病毒病 Ty1、黄化曲叶病毒病 Ty2、根结线虫 Mi1.2、根结线虫 Mi23、斑萎病 Sw5b、烟草花叶病毒 Tm2、叶霉病 Cf5、叶霉病 Cf9、颈腐根腐病 Fr1949、枯萎病 I2、黄萎病 Ve1、黄萎病 Ve2、灰叶斑病 Sm-898、青枯病 Bwr12、晚疫病黄化曲叶病毒 Ph3 共 15 个抗性基因。检测结果(表 7)表明,含有 12 个抗性基因的品种有 4 个,分别为丽旬、番茄 21 号、番茄 50 号和番茄 21030 号;含有 10 个抗性基因的品种有 3 个,为 TY303、京采 8 号和粉未来;含有 9 个抗性基因的品种有 4 个,分别为

| 表 6 番茄发病率比较                                 |                              |                     |                                   |
|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Table 6 Comparison of tomato incidence rate |                              |                     |                                   |
| 品种<br>Variety                               | 发病率 Incidence rate/%         |                     | 畸形果率<br>Rate of deformed fruits/% |
|                                             | 脐腐病<br>Umbilical rot disease | 叶霉病<br>Downy mildew |                                   |
| 丽旬 Lixun                                    | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 久留米 Kurume                                  | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21                       | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50                       | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51                       | 0.0                          | 0.0                 | 1.0                               |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030              | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031              | 0.0                          | 0.0                 | 4.1                               |
| TY303                                       | 0.0                          | 0.0                 | 0.7                               |
| TY304                                       | 0.0                          | 1.2                 | 3.5                               |
| 305                                         | 0.0                          | 0.0                 | 1.3                               |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8                        | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |
| 粉未来<br>Fenweilai                            | 5.6                          | 3.8                 | 0.0                               |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK)            | 0.0                          | 0.0                 | 0.0                               |

久留米、番茄 51 号、番茄 21031 号和 TY304;含有 6 个抗性基因的品种有 1 个,为 305;对照品种含有 7 个抗性基因。

## 2.5 不同番茄品种综合评价

将试验测定的 8 个指标进行主成分分析(表

表 7 番茄抗性基因检测  
Table 7 Detection of tomato resistance genes

| 品种<br>Variety                    | Ty1 | Ty2 | Mi1.2 | Mi23 | Sw5b | Tm2 | Cf5 | Cf9 | Fr1949 | I2 | Ve1 | Ve2 | Sm-898 | Bwr12 | Ph3 |
|----------------------------------|-----|-----|-------|------|------|-----|-----|-----|--------|----|-----|-----|--------|-------|-----|
| 丽旬 Lixun                         | H   | -   | H     | H    | -    | H   | H   | H   | H      | H  | R   | R   | R      | H     | -   |
| 久留米 Kurume                       | H   | -   | R     | H    | -    | H   | -   | H   | -      | R  | H   | H   | R      | -     | -   |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21            | R   | H   | H     | H    | -    | R   | H   | H   | H      | R  | H   | H   | H      | -     | -   |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50            | H   | -   | R     | H    | H    | H   | H   | R   | -      | H  | R   | H   | H      | H     | -   |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51            | H   | -   | R     | H    | -    | H   | -   | R   | -      | H  | R   | R   | R      | -     | -   |
| 番茄 21030 号<br>Tomato No. 21030   | H   | -   | R     | H    | H    | H   | H   | R   | -      | H  | R   | H   | H      | H     | -   |
| 番茄 21031 号<br>Tomato No. 21031   | H   | -   | R     | H    | -    | H   | -   | R   | -      | H  | R   | R   | R      | -     | -   |
| TY303                            | H   | H   | H     | H    | -    | H   | H   | -   | -      | H  | R   | R   | R      | -     | -   |
| TY304                            | H   | H   | R     | R    | -    | H   | -   | -   | -      | H  | R   | R   | R      | -     | -   |
| 305                              | -   | -   | H     | H    | -    | -   | H   | -   | -      | -  | H   | H   | H      | -     | -   |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8             | H   | -   | H     | -    | -    | H   | -   | H   | H      | H  | R   | R   | R      | H     | -   |
| 粉未来 Fenweilai                    | H   | -   | R     | H    | H    | H   | -   | -   | H      | R  | R   | R   | H      | -     | -   |
| 农博粉 18109<br>Nongbofen 18109(CK) | H   | -   | H     | -    | -    | -   | -   | -   | -      | R  | R   | R   | R      | H     | -   |

注:R 表示含纯合抗性基因,H 表示含杂合抗性基因,- 表示不含抗性基因。  
Note: R means homozygous resistance genes, H means heterozygous resistance genes, and - means no resistance genes.

8),得到特征值大于 1 的两个主成分,累计方差贡献率为 85.07%,可以反映全部指标中的大部分信息。第一主成分的特征值为 4.37,方差贡献率为 54.59%,第二主成分的特征值为 2.44,方差贡献率为 30.48%。因前两个主成分抽取特征值大于 1,累计贡献率达到 85.07%,可以表达原始数据提供信息的 80%以上,即前两项主成分信息可以反映原始数据包含的主要信息,因此 SPSS 自动选取特征值大

于 1、累计贡献率大于 80%的前两个主成分作为综合评价指标。

在第 1 主成分(PC1)中,可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、单株结果数都有较大的正系数值。即第 1 主成分大时,可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量较高,说明第 1 主成分主要反映了果实的营养品质特性。在第 2 主成分(PC2)中,糖酸比、维生素 C 含量有较大的正系数值,即第 2 主成分大时,糖酸比和维生素 C 含量较大,说明第 2 主成分主要反映番茄果实的营养品质特性。

由表 9 可知,13 个品种在各个主成分的得分差异较大,将每个主成分得分分别排序可知,京采 8 号、农博粉 18109(CK)和粉未来在第 1 主成分(PC1)得分较高,说明该品种的果实可溶性糖、可溶性固形物含量较高,口味较甜;番茄 50 号、久留米和农博粉 18109(CK)在第 2 主成分中得分较高,说明该品种糖酸比和维生素 C 含量较高。通过计算综合得分,13 个品种得分排名依次为农博粉 18109(CK)>京采 8 号>粉未来>番茄 50 号>丽旬>久留米>TY303>305>TY304>番茄 51 号>番茄 21 号>番茄 21030 号>番茄 21031 号。中果型品种中,农博粉 18109(CK)得分最高,大果型品种中,番茄 50 号得分最高。

表 8 主成分特征向量及累计贡献率  
Table 8 Principal component eigenvector and the cumulative contribution rate

| 指标 Index                             | PC1   | PC2   |
|--------------------------------------|-------|-------|
| 单果质量 Single fruit mass               | -0.92 | 0.27  |
| 单株结果数 Number of fruits per plant     | 0.78  | -0.10 |
| 产量 Yield                             | -0.79 | 0.33  |
| 可溶性固形物含量 Soluble solids content      | 0.77  | 0.56  |
| 可溶性糖含量 Soluble sugar content         | 0.93  | 0.25  |
| 可滴定酸含量 Titratable acid content       | 0.75  | -0.61 |
| 糖酸比 Sugar-acid ratio                 | -0.05 | 0.94  |
| 维生素 C 含量 Vitamin C content           | 0.54  | 0.78  |
| 初始特征值 Initial eigenvalue             | 4.37  | 2.44  |
| 贡献率 Contribution rate/%              | 54.59 | 30.48 |
| 累计贡献率 Cumulative contribution rate/% | 54.59 | 85.07 |

表 9 13 个番茄品种综合得分及排序  
Table 9 Comprehensive score and ranking of 13 tomato varieties

| 品种<br>Variety                 | PC1      |         | PC2      |         | 综合 Comprehensive |         |
|-------------------------------|----------|---------|----------|---------|------------------|---------|
|                               | 得分 Score | 排序 Rank | 得分 Score | 排序 Rank | 得分 Score         | 排序 Rank |
| 丽旬 Lixun                      | 0.10     | 6       | 0.22     | 4       | 0.32             | 5       |
| 久留米 Kurume                    | -0.41    | 8       | 0.60     | 2       | 0.19             | 6       |
| 番茄 21 号 Tomato No. 21         | -0.43    | 10      | -0.22    | 9       | -0.65            | 11      |
| 番茄 50 号 Tomato No. 50         | -0.43    | 9       | 0.83     | 1       | 0.41             | 4       |
| 番茄 51 号 Tomato No. 51         | -0.33    | 7       | -0.21    | 8       | -0.54            | 10      |
| 番茄 21030 号 Tomato No. 21030   | -0.47    | 12      | -0.37    | 12      | -0.84            | 12      |
| 番茄 21031 号 Tomato No. 21031   | -0.67    | 13      | -0.28    | 11      | -0.94            | 13      |
| TY303                         | 0.14     | 5       | -0.03    | 6       | 0.11             | 7       |
| TY304                         | -0.46    | 11      | -0.06    | 7       | -0.53            | 9       |
| 305                           | 0.29     | 4       | -0.68    | 13      | -0.39            | 8       |
| 京采 8 号 Jingcai No. 8          | 1.06     | 1       | -0.00    | 5       | 1.06             | 2       |
| 粉未来 Fenweilai                 | 0.70     | 3       | -0.22    | 10      | 0.48             | 3       |
| 农博粉 18109 Nongbofen 18109(CK) | 0.92     | 2       | 0.42     | 3       | 1.33             | 1       |

3 讨论与结论

番茄株高和茎粗是衡量番茄植株生长状态和健康状况的重要指标,对提高产量和品质具有重要作用<sup>[21]</sup>。通过对各参试番茄品种植株株高和茎粗的

分析比较可知,番茄 50 号和番茄 21030 号的株高和茎粗大于部分品种,生长势较强。

单果质量是影响产量的重要因素,番茄单果质量与产量之间存在显著的正相关关系<sup>[22]</sup>,番茄 21 号、番茄 50 号、番茄 51 号、番茄 21030 号、番茄

21031 号和 TY304 这 6 个品种的果型较大,单果质量在 200 g 以上,较对照显著提高 60%以上;番茄 50 号、TY303 单株结果数均为 20.8 个,而其他大果型品种在 18.0~19.2 个;折合产量排名前三的是番茄 21 号、番茄 21031 号和番茄 50 号,分别为 8 351.12、7 941.82 和 7 865.48 kg·667 m<sup>2</sup>,较对照品种农博粉 18109 显著提高 51.68%~61.05%,此 3 个品种之间无显著差异,符合种植者对高产的需求。

果实中可溶性糖含量、可滴定酸含量和糖酸比对番茄品质具有重要影响<sup>[23-24]</sup>。不同参试品种的可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和维生素 C 含量及糖酸比均存在显著差异。番茄 50 号的可溶性固形物含量最高,为 6.25%,高于对照 0.02 百分点,其余品种均低于对照;对照的可溶性糖含量最高,京采 8 号、丽旬、久留米、番茄 50 号、粉未来略低于对照 0.28~5.14 mg·g<sup>-1</sup>。番茄 50 号的可滴定酸含量在参试品种中处于较低水平,为 3.70 g·kg<sup>-1</sup>,比对照显著降低 34.28%。糖酸比与可溶性糖和可滴定酸含量具有正反向一致性<sup>[23]</sup>,久留米和番茄 50 号糖酸比均大于 10,高于其他品种,分别为 10.86 和 10.08,而其他品种的糖酸比在 5.79~8.29。人工品尝综合打分结果显示,番茄 50 号和粉未来口感最佳。维生素 C 含量是影响番茄品质的重要指标,维生素 C 含量高的番茄果实更符合现代市场需求<sup>[25]</sup>,番茄 50 号维生素 C 含量最高,为 34.22 mg·100 g<sup>-1</sup>,显著高于其余 11 个引进品种。

综上所述,在 2024 年冬春茬设施口感番茄新品种引进与鉴定评价试验中,中果型品种农博粉 18109 综合表现最好;大果型品种番茄 50 号综合表现最好,生长势较强,折合产量 7 865.48 kg·667 m<sup>2</sup>,在 12 个引进品种中可溶性固形物和维生素 C 含量居第一位,糖酸比 10.08,口感佳,抗病性好,畸形果率低,可在石家庄地区推广种植。

### 参考文献

- [1] 薛莲,荆丹,吴建静,等. 9 个番茄品种在汉中地区适应性评价与筛选[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(10): 78-83.
- [2] 欧阳嫻,白占兵,刘勇,等. 长沙地区大红果番茄品种比较试验[J]. 湖南农业科学, 2021(12): 20-22.
- [3] UBAGO-GUISADO E, RODRIGUEZ-BARRANCO M, CHING-LOPEZ A, et al. Evidence update on the relationship between diet and the most common cancers from the european prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study: A systematic review[J]. Nutrients, 2021, 13(10): 3582.
- [4] 陈佳倩,杨嵩涵,梁欣,等. 口感番茄与普通番茄果实品质特性分析[J]. 中国蔬菜, 2023(4): 87-94.
- [5] 牛艳,王晓静,陈翔,等. 中国番茄产业发展的现状问题和对策及宁夏番茄产业发展成效[J]. 黑龙江农业科学, 2022(12): 70-74.
- [6] 郭文忠. 聚焦番茄产业症结,调整生产结构布局[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2023, 43(5): 1-2.
- [7] 焦永刚,郭敬华,董灵迪,等. 冀中南地区设施番茄基质轻简化高产高效栽培技术[J]. 北方园艺, 2020(6): 172-175.
- [8] 许向阳,赵爽,何梦曦,等. 128 份番茄种质资源主要农艺性状鉴定及抗病性评价[J]. 东北农业大学学报, 2022, 53(5): 32-41.
- [9] 袁光. 石家庄市现代农业产业园发展研究[D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [10] 徐黎明. 石家庄市设施蔬菜产业发展现状及对策研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2022.
- [11] 周信雁,杨尚东. 番茄连作土壤中微生物群落的变化特征及其重塑研究进展[J]. 华中农业大学学报, 2024, 43(1): 1-8.
- [12] 程国亭,王延峰,姜文婷,等. 设施番茄土壤障碍综合防控研究进展[J]. 中国蔬菜, 2023(2): 16-24.
- [13] 韩旭良,康忱,田哲娟,等. 河北省石家庄市番茄黄化曲叶病毒及其伴随 DNAβ 的分子鉴定及序列分析[J]. 河北农业科学, 2023, 27(2): 74-82.
- [14] 齐连芬,宋聚红,张丽玲,等. 冀中南地区番茄越夏栽培主要病害识别与防治[J]. 蔬菜, 2016(10): 56-57.
- [15] 冯龙,张克丽,暴连群,等. 阿维菌素 B<sub>2</sub> 5%乳油防治番茄根结线虫的药效试验[J]. 农药科学与管理, 2015, 36(11): 58-60.
- [16] 郗丽娟,孙立永,韩晓倩,等. 日光温室秋冬茬番茄高光效规避病毒病栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2021(1): 102-104.
- [17] 胡旭群,潘百荣,潘德清,等. 水果型大番茄品种引进筛选试验及优种推介[J]. 蔬菜, 2017(9): 79-81.
- [18] 毕亚双,南玉清,张涛,等. 樱桃番茄新品种引进及筛选试验[J]. 蔬菜, 2022(6): 69-71.
- [19] 孙吉庆,史立君,李洪雷,等. 口感型番茄脐腐病的发病规律及防治技术[J]. 长江蔬菜, 2022(15): 55-57.
- [20] 邹阔焜. 番茄叶霉病与灰霉病发病特点与防治方法[J]. 农民致富之友, 2014(5): 63.
- [21] 程雅雯,康睿,任妮,等. 基于改进 YOLOv7 的设施番茄苗期株高检测方法研究[J]. 中国农业信息, 2024, 36(2): 1-16.
- [22] 杨慧,曹红霞,刘世和,等. 水氮耦合对温室番茄光合特性与产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2014, 33(增刊 1): 58-62.
- [23] 陈嘉旭,郭蕴璋,吴楚丽,等. 不同番茄品种果实品质比较分析[J]. 北京农学院学报, 2022, 37(3): 43-48.
- [24] 霍建勇,刘静,冯辉,等. 番茄果实风味品质研究进展[J]. 中国蔬菜, 2005(2): 34-36.
- [25] 张万,任苗,李瑞,等. 日光温室越冬茬樱桃番茄品种比较试验[J]. 北方园艺, 2024(4): 36-41.