

## 安徽沿江地区设施高品质番茄品种筛选试验

马绍黎<sup>1,2,3</sup>, 方凌<sup>1,2,3\*</sup>, 严从生<sup>1,2,3</sup>, 张其安<sup>1,2,3</sup>, 俞飞飞<sup>1,2,3</sup>, 王艳<sup>1,2,3</sup>, 陈红莉<sup>1,2,3</sup>, 管大鹏<sup>4</sup>, 冯小妹<sup>4</sup>

(1. 安徽省农业科学院园艺研究所, 安徽合肥 230031; 2. 园艺作物种质创制及生理生态安徽省重点实验室, 安徽合肥 230031; 3. 农业农村部园艺作物种质创制与利用重点实验室(部省共建), 安徽省农业科学院园艺研究所, 安徽合肥 230031; 4. 和县绿缘温室科技有限公司, 安徽和县 238200)

**摘要** 以托鲁巴姆为砧木, 21份番茄为接穗, 采用劈接法进行嫁接, 定植后通过对果实性状、营养品质指标、产量和抗病性进行比较, 筛选出适合安徽沿江地区设施栽培的高品质番茄, 以期为填补长三角地区蔬菜市场伏缺与秋淡提供数据支撑。结果表明, T-05的果形指数为1.14, 果实形状较圆。T-19的维生素C含量最高, 为41.713 mg/kg, 与其他20份番茄相比具有显著差异( $P < 0.05$ )。T-02的总糖含量最高, 达78.432 mg/g, 显著高于其他20份番茄。T-01的番茄红素含量达51.959  $\mu\text{g/g}$ , T-13的番茄红素含量最低, 仅为19.961  $\mu\text{g/g}$ 。T-01的可滴定酸含量在21份番茄中最高, 为0.508%, 显著高于其他20份番茄, T-17的可滴定酸含量最低, 为0.224%。T-04和T-06的可溶性固形物含量分别达9.2%和9.3%, T-11的糖酸比最高, 为293.43, T-19的糖酸比最低, 为136.58。综合考虑筛选出3个适合安徽沿江地区设施栽培的高品质番茄品种, 其中T-01为中果型番茄, 果色为粉红色, 果实纵径56.01 mm, 果实横径66.21 mm, 心室数3个, 其可溶性固形物含量达6.6%。T-04和T-06为小果型番茄, 其中T-04果色为粉红色, 果实纵径32.08 mm, 果实横径34.97 mm, 心室数2个; T-06果色为大红色, 果实纵径30.11 mm, 果实横径33.37 mm, 心室数2个, 其可溶性固形物分别达9.2%和9.3%。

**关键词** 沿江地区; 番茄; 高品质

中图分类号 S641.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)03-0037-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.03.008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Screening Test of High Quality Tomato Varieties in Protected Areas along the Yangtze River in Anhui Province

MA Shao-jun<sup>1,2,3</sup>, FANG Ling<sup>1,2,3</sup>, YAN Cong-sheng<sup>1,2,3</sup> et al (1. Institute of Horticultural, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Key Laboratory of Genetic Improvement and Ecophysiology of Horticultural Crop, Hefei, Anhui 230031; 3. Key Laboratory of Horticultural Crop Germplasm Innovation and Utilization (Co-construction by Ministry and Province), Institute of Horticulture, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

**Abstract** In this experiment, torubam was used as rootstock and 21 tomatoes as scions, which were grafted by split grafting method. After planting, through the comparison of fruit characters, nutritional quality indexes, yield and disease resistance, high-quality tomatoes suitable for facility cultivation along the river in Anhui were selected, in order to provide data support for filling the potential shortage and autumn light of vegetable market in the Yangtze River Delta. The results showed that the fruit shape indexes of T-05 was 1.14, and its fruit shapes was round. The vitamin C content of T-19 was the highest, 41.713 mg/kg, which was significantly different from that of other 20 tomatoes ( $P < 0.05$ ). The total sugar content of T-02 was the highest, reaching 78.432 mg/g, which was significantly higher than that of other 20 tomatoes. The lycopene content of T-01 reached 51.959  $\mu\text{g/g}$ , the content of lycopene in T-13 was the lowest, only 19.961  $\mu\text{g/g}$ . The titratable acid content of T-01 was the highest among 21 tomatoes with 0.508%, significantly higher than that of other 20 tomatoes, and the titratable acid content of T-17 was the lowest with 0.224%. The soluble solid contents of T-04 and T-06 reached 9.2% and 9.3% respectively. The sugar acid ratio of T-11 was the highest with 293.43, and the sugar acid ratio of T-19 was the lowest with 136.58. Through comprehensive consideration, three high-quality tomato varieties suitable for facility cultivation along the Yangtze River in Anhui Province were selected. Among them, T-01 is a medium fruit tomato with pink fruit color, 56.01 mm longitudinal fruit diameter, 66.21 mm transverse fruit diameter, 3 ventricles, and its soluble solid content reaches 6.6%. T-04 and T-06 are small fruit tomatoes, of which T-04 fruit color is pink, the longitudinal diameter of fruit is 32.08 mm, the transverse diameter of fruit is 34.97 mm, and the number of ventricles is 2; T-06 is bright red in color, with a longitudinal diameter of 30.11 mm and a transverse diameter of 33.37 mm. It has two ventricles, and its soluble solids reach 9.2% and 9.3% respectively.

**Key words** Areas along the river; Tomato; High quality

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)为茄科番茄属一年生草本植物,富含番茄红素、维生素C等营养成分,是消费者餐桌常见的一种蔬菜,我国也是世界上番茄总产量最高的国家,番茄生产主要以设施栽培为主。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,人们的消费观念正在转型,对高品质番茄的关注和需求日渐增多,生产者和消费者对番茄产品也提出了更高的要求,不仅要求花色品种多样化,而且要求产

品质量安全、商品性好、风味口感好、营养丰富,也从正面反映了高品质蔬菜时代的盛行。据不完全统计,高端优质蔬菜市场需求正以每年20%的速度增长,且有巨大的市场潜力和发展潜力。

安徽沿江地区气候温暖湿润,四季分明,作物生长期长,许多地区雨热同季,农业生产的光、热、水、土条件优越,是重要的设施番茄产区。笔者通过引进优质、多抗番茄新品种进行品种比较试验,针对安徽沿江地区的气候特点,对引进品种的果实性状和营养品质指标进行比较,筛选出适合安徽沿江地区设施栽培的高品质番茄品种,对提高番茄产品市场竞争力、保障高品质安全番茄产品有效供给有较大的促进作用,产品可以填补长三角地区蔬菜市场伏缺与秋淡。

## 1 材料与方法

1.1 材料 以安徽省农业科学院园艺研究所蔬菜种质资源

**基金项目** 安徽省重点研究与开发计划项目(202104a06020041);安徽省蔬菜产业技术体系专项经费;园艺作物种质创制及生理生态安徽省重点实验室;农业农村部园艺作物种质创制与利用重点实验室(部省共建)。

**作者简介** 马绍黎(1978—),男,安徽太湖人,高级农艺师,硕士,从事园艺作物生物技术与遗传育种研究。\*通信作者,研究员,从事园艺作物遗传育种研究。

**收稿日期** 2022-03-23; **修回日期** 2022-07-05

与遗传育种研究室引进的 21 份番茄为材料(编号分别为 T-01、T-02、T-03、T-04、T-05、T-06、T-07、T-08、T-09、T-10、T-11、T-12、T-13、T-14、T-15、T-16、T-17、T-18、T-19、T-20、T-21)。

**1.2 试验设计** 试验于 2021 年 3—8 月在安徽省和县绿缘温室科技有限公司连栋大棚进行。以托鲁巴姆为砧木, T-01~T-21 共计 21 份番茄为接穗, 采用劈接法进行嫁接, 嫁接后温度保持在 25 ℃、相对湿度为 90%~95%, 接口愈合后逐步降低湿度并增加光照开始炼苗。嫁接苗采用随机区组排列, 双行定植, 株距为 40 cm, 行距为 50 cm, 每个品种 100 株, 3 次重复。

### 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 果实性状。**果实成熟期, 从每个小区随机选择成熟度一致的 20 个番茄果实, 进行果实性状测定, 平均单果重用电子天平测定, 果实纵径和横径用游标卡尺测定, 同时记录果色, 并计算果形指数, 3 次重复。

**1.3.2 营养品质指标。**采用 2,6-二氯酚酚测定果实维生素 C 含量<sup>[1]</sup>; 采用酸水解苯酚-硫酸比色法测定果实总

糖含量<sup>[2]</sup>; 采用酸碱滴定法测定果实总酸含量<sup>[3]</sup>; 采用石油醚浸提, 分光光度计比色法测定果实番茄红素含量<sup>[4]</sup>; 可溶性固形物含量采用便携式折光仪测定。

**1.4 数据统计分析** 试验数据在 Microsoft Excel 2013 软件中整理, 采用 DPS 6.5 软件进行差异显著性分析, 采用 IBM SPSS Statistics 21 软件进行相关性分析。果形指数=纵径/横径, 糖酸比=总糖含量/可滴定酸含量。

## 2 结果与分析

**2.1 不同品种番茄果实性状的比较** 由表 1 可知, 在 21 份番茄品种中有 9 份为大红色、9 份为粉红色、2 份为橙红色、1 份为黄色。T-18 的果形指数最小, 为 0.58, 果实形状较扁。T-05 的果形指数为 1.14, 果实形状较圆。T-04、T-05 和 T-06 为小果型番茄, 单果重分别为 21.0、23.3 和 18.7 g, T-01、T-02、T-03、T-07、T-08、T-09、T-10、T-11、T-12、T-14、T-17、T-18、T-20、T-21 为中果型番茄, T-13、T-15、T-16、T-19 为大果型番茄, 其中 T-15 的单果重最大, 达 340.0 g (图 1)。

表 1 不同品种番茄果实性状的比较

Table 1 Comparison of fruit characters of different tomato varieties

品种编号 Variety number	纵径 Longitudinal diameter/mm	横径 Transverse diameter/mm	心室数 Ventricular number/个	果色 Fruit color	单果重 Single fruit weight/g	果形指数 Fruit shape index
T-01	56.01±0.26 bc	66.21±0.31 cd	3	粉红色	135.40±1.21 h	0.85±0.03 c
T-02	62.18±0.19 a	72.67±0.52 c	2	大红色	183.00±3.46 f	0.86±0.01 c
T-03	58.49±0.43 b	74.45±0.46 c	3	橙红色	179.70±2.03 f	0.79±0.04 d
T-04	32.08±0.22 de	34.97±0.33 g	2	粉红色	21.00±0.98 i	0.92±0.04 bc
T-05	38.12±0.30 d	33.58±0.28 g	2	黄色	23.30±1.01 i	1.14±0.03 a
T-06	30.11±0.28 e	33.37±0.19 g	2	大红色	18.70±0.85 i	0.90±0.02 bc
T-07	58.73±0.44 b	71.00±0.27 cd	7	大红色	156.30±2.57 g	0.83±0.03 c
T-08	56.30±0.36 bc	72.02±0.42 c	6	大红色	171.00±2.83 f	0.78±0.04 d
T-09	60.63±0.27 ab	78.74±0.33 b	2	大红色	209.70±2.69 e	0.77±0.06 d
T-10	57.53±0.32 b	69.89±0.25 cd	3	粉红色	150.30±1.84 g	0.82±0.03 c
T-11	41.69±0.24 cd	53.59±0.34 f	3	大红色	136.00±1.62 h	0.78±0.03 d
T-12	43.74±0.31 cd	73.33±0.26 c	8	粉红色	246.30±2.76 d	0.60±0.04 ef
T-13	53.14±0.42 c	78.95±0.41 b	3	大红色	323.00±3.14 b	0.67±0.05 e
T-14	56.47±0.36 bc	66.21±0.32 d	3	大红色	234.00±2.08 d	0.85±0.02 c
T-15	55.56±0.29 bc	82.24±0.29 a	2	粉红色	340.00±2.99 a	0.68±0.01 e
T-16	55.56±0.41 bc	79.55±0.31 b	4	粉红色	302.70±3.24 bc	0.70±0.05 e
T-17	46.24±0.46 cd	75.15±0.20 c	9	粉红色	263.30±3.06 c	0.62±0.04 ef
T-18	45.78±0.38 cd	79.33±0.36 b	5	大红色	296.70±3.11 bc	0.58±0.01 f
T-19	58.32±0.27 b	83.97±0.28 a	3	粉红色	320.70±3.42 b	0.69±0.03 e
T-20	48.46±0.35 c	60.76±0.45 e	4	橙红色	177.00±2.51 f	0.80±0.05 d
T-21	49.62±0.40 c	62.24±0.27 e	5	粉红色	209.00±2.03 e	0.80±0.03 d

注: 同列不同小写字母表示不同品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different varieties ( $P < 0.05$ ).

**2.2 不同品种番茄营养品质指标的比较** 由表 2 可知, 在 21 份番茄品种中, T-19 的维生素 C 含量最高, 为 417.13 mg/kg, 其次为 T-01, 维生素 C 含量为 383.57 mg/kg, T-19 与其他 20 份番茄相比具有显著差异 ( $P < 0.05$ )。T-11 的维生素 C 含量最低, 为 135.73 mg/kg。T-05、T-06 和 T-07 的维生素 C 含量相当, 均超过 370.00 mg/kg, 三者之间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。T-02 的总糖含量最高, 达 78.432 mg/g, 显著高于其他 20 份番茄, 其次为 T-04, 总糖含

量为 75.431 mg/g, 与 T-11 相比无显著差异 ( $P > 0.05$ )。T-01、T-08 和 T-04 的番茄红素含量分别达 51.959、51.404、50.607  $\mu\text{g/g}$ , 与其他 18 份番茄相比具有显著差异 ( $P < 0.05$ ), T-13 的番茄红素含量最低, 仅为 19.961  $\mu\text{g/g}$ 。T-01 的可滴定酸含量在 21 份番茄中最高, 为 0.508%, 显著高于其他 20 份番茄, T-17 的可滴定酸含量最低, 为 0.224%, 与 T-17 相比, T-01 可滴定酸含量高 126.79%。T-04 和 T-06 的可溶性固形物含量分别达 9.2% 和 9.3%, 显著高于其他 19

份番茄, T-03、T-19 和 T-20 的可溶性固形物含量最低, 仅为 3.9%。T-11 的糖酸比在 21 份番茄中最高, 为 293.43, T-19 的糖酸比最低, 为 136.58, 二者差异显著 ( $P<0.05$ )。



图 1 安徽沿江地区设施高品质番茄

Fig. 1 High quality tomatoes in facilities along the Yangtze River in Anhui Province

表 2 不同品种番茄营养品质指标的比较

Table 2 Comparison of nutritional quality indexes of different tomato varieties

品种编号 Variety number	维生素 C 含量 Vitamin C content/mg/kg	总糖含量 Total sugar content mg/g	番茄红素含量 Lycopene content μg/g	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	可溶性固 形物含量 Soluble solid content/%	糖酸比 Sugar/acid
T-01	383.57±15.92 b	65.672±1.52 cd	51.959±1.52 a	0.508±0.07 a	6.6±0.2 b	129.28±2.56 g
T-02	257.33±16.53 d	78.432±2.74 a	36.887±1.35 c	0.326±0.03 cd	4.8±0.2 cd	240.59±2.93 b
T-03	236.13±13.81 de	64.791±1.61 cd	23.485±1.33 de	0.323±0.06 cd	3.9±0.1 d	200.59±2.67 cd
T-04	189.03±15.01 e	75.431±2.59 b	50.607±1.42 a	0.400±0.04 c	9.2±0.3 a	188.58±2.72 d
T-05	373.77±13.05 bc	59.160±1.63 d	20.802±1.24 e	0.434±0.05 bc	6.3±0.2 b	136.31±2.49 f
T-06	370.47±16.62 bc	70.477±2.46 c	27.615±1.31 d	0.482±0.06 b	9.3±0.4 a	146.22±2.34 f
T-07	370.93±14.03 bc	62.002±1.66 d	41.006±1.40 c	0.486±0.05 b	5.0±0.3 c	127.58±2.25 g
T-08	294.43±12.95 cd	55.206±1.48 e	51.404±1.69 a	0.321±0.04 cd	5.8±0.2 c	171.96±2.60 d
T-09	318.20±12.84 c	69.455±1.55 c	29.823±1.26 d	0.360±0.05 c	4.4±0.2 cd	192.93±2.58 cd
T-10	225.87±15.11 de	60.231±1.37 d	21.877±1.34 e	0.309±0.04 d	5.0±0.4 c	194.92±2.63 cd
T-11	135.73±12.09 f	75.117±2.82 b	24.698±0.98 de	0.256±0.06 de	4.4±0.3 cd	293.43±2.88 a
T-12	217.13±12.86 de	49.198±1.43 ef	47.406±1.36 b	0.263±0.03 de	4.8±0.2 cd	187.06±2.77 d
T-13	303.90±15.27 c	43.529±1.53 f	19.961±0.86 e	0.263±0.03 de	4.0±0.2 d	165.51±2.54 e
T-14	267.97±12.96 d	60.291±1.48 d	45.003±1.35 bc	0.273±0.03 de	5.0±0.3 c	220.85±2.91 c
T-15	241.80±13.16 de	64.739±1.61 cd	39.489±1.29 c	0.320±0.04 cd	4.5±0.3 cd	202.31±2.84 cd
T-16	238.00±14.28 de	55.506±1.57 e	36.119±1.32 c	0.277±0.04 de	4.2±0.3 d	200.38±2.68 cd
T-17	245.70±12.83 de	49.534±1.46 ef	37.158±1.41 c	0.224±0.02 e	4.9±0.4 cd	221.13±2.95 c
T-18	203.10±14.38 de	51.508±1.36 ef	37.041±1.37 c	0.278±0.05 d	4.9±0.3 cd	185.28±2.78 d
T-19	417.13±20.96 a	36.331±1.40 g	24.963±1.29 de	0.266±0.04 de	3.9±0.3 d	136.58±2.64 f
T-20	330.70±14.51 c	73.469±2.65 bc	27.535±1.22 d	0.320±0.03 cd	3.9±0.2 d	229.59±2.83 c
T-21	261.30±13.07 d	66.036±1.59 cd	21.408±1.19 e	0.331±0.03 cd	4.6±0.4 cd	199.50±2.76 cd

注: 同列不同小写字母表示不同品种间差异显著 ( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different varieties ( $P<0.05$ ).

**2.3 不同品种番茄营养品质指标的相关性分析** 由表 3 可知, 对 21 份番茄的维生素 C、总糖、番茄红素、可滴定酸、可溶性固形物和糖酸比 6 个营养品质指标进行相关性分析, 结果发现, 维生素 C 与糖酸比呈极显著负相关, 相关系数为 -0.762, 与可滴定酸呈显著正相关, 相关系数为 0.556, 与可溶性固形物呈正相关, 相关系数为 0.118, 与总糖和番茄红素呈负相关, 相关系数分别为 -0.221 和 -0.122; 总糖与番茄红

素、可滴定酸、可溶性固形物和糖酸比均呈正相关, 相关系数分别为 0.092、0.434、0.354 和 0.425; 番茄红素与可滴定酸和可溶性固形物呈正相关, 相关系数分别为 0.184 和 0.335, 与糖酸比呈负相关, 相关系数为 -0.120; 可滴定酸与可溶性固形物呈极显著正相关, 相关系数为 0.641, 与糖酸比呈极显著负相关, 相关系数为 -0.605; 可溶性固形物与糖酸比呈负相关, 相关系数为 -0.348。

表 3 不同品种番茄营养品质指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of nutritional quality indexes of different tomato varieties

品质指标 Quality indexes	维生素 C Vitamin C	总糖 Total sugar	番茄红素 Lycopene	可滴定酸 Titratable acid	可溶性固形物 Soluble solid	糖酸比 Sugar/acid
维生素 C Vitamin C	1					
总糖 Total sugar	-0.221	1				
番茄红素 Lycopene	-0.122	0.092	1			
可滴定酸 Titratable acid	0.556*	0.434	0.184	1		
可溶性固形物 Soluble solid	0.118	0.354	0.335	0.641**	1	
糖酸比 Sugar/acid	-0.762**	0.425	-0.120	-0.605**	-0.348	1

注: \* 表示在 0.05 水平显著相关; \*\* 表示在 0.01 水平极显著相关。

Note: \* indicated significant correction at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant correction at 0.01 level.

**2.4 不同品种番茄产量和抗病性比较** 由表 4 可知, T-09 的产量最高, 为 150 052.20 kg/hm<sup>2</sup>, 与除 T-01 和 T-05 外的番茄品种相比具有显著差异, 其抗病性表现为较强。小果型番茄 T-04、T-05 和 T-06 的产量分别达 147 070.05、148 832.25 和 147 989.10 kg/hm<sup>2</sup>, 抗病性均表现为强。T-11 的产量最低, 为 132 052.65 kg/hm<sup>2</sup> 抗病性表现为较强。

表 4 不同品种番茄产量和抗病性比较

Table 4 Comparison of yield and disease resistance of different tomato varieties

品种编号 Variety number	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	抗病性 Disease resistance
T-01	148 577.40±32.83 ab	强
T-02	144 738.45±28.16 c	较强
T-03	142 950.60±24.92 d	较强
T-04	147 070.05±34.27 b	强
T-05	148 832.25±32.48 ab	强
T-06	147 989.10±30.05 b	强
T-07	138 175.95±34.88 f	较强
T-08	142 043.25±36.90 e	较强
T-09	150 052.20±38.76 a	较强
T-10	137 431.35±30.29 g	强
T-11	132 052.65±34.28 h	较强
T-12	141 279.45±25.70 e	较强
T-13	144 338.85±33.89 c	强
T-14	142 602.15±24.92 d	强
T-15	147 514.05±31.21 b	较强
T-16	143 673.75±35.42 d	较强
T-17	144 400.95±32.62 c	强
T-18	143 001.90±35.04 d	强
T-19	147 080.85±45.90 b	较强
T-20	139 273.65±40.74 f	强
T-21	147 782.70±36.99 b	较强

注: 同列不同小写字母表示不同品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different varieties ( $P < 0.05$ ).

### 3 结论与讨论

番茄果实的品质主要由外观品质、内在品质以及感官品质 3 个方面组成。其中外观品质主要包括果实的形状、大小和颜色, 内在品质是指各种对人体有益的营养物质含量, 感官品质是指各种影响番茄果实口感的风味物质。果实纵横径、果形指数、硬度和果面色泽等是番茄果实的重要外观性状, 也是市场上对番茄果品进行分级和评价的依据<sup>[5]</sup>。该试验通过对 21 份番茄品种的果实性状进行测定, 结果表明有 3 份小果型番茄、14 份中果型番茄和 4 份大果型番茄, 所有果实中未出现畸形果, 说明栽培条件和田间管理措施是适宜

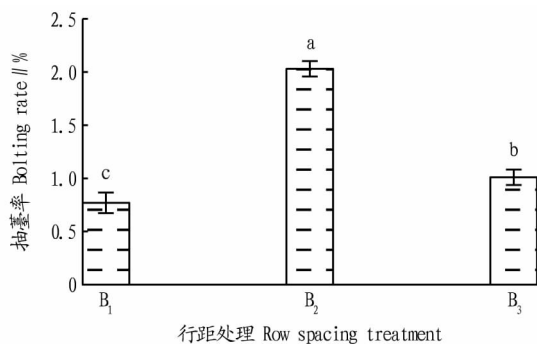
的。此外 T-05 的果形指数为 1.14, 果实形状较圆, 外观品质较好。

可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸以及维生素 C 是番茄果实重要的营养品质, 其含量直接影响番茄营养价值与口感, 进而影响番茄的经济价值<sup>[6-8]</sup>。该试验中维生素 C 含量为 135.73~417.13 mg/kg, 变异系数为 8.55%~49.15%, T-19 的维生素 C 含量最高, 为 417.13 mg/kg, 比 T-01 和 T-11 的维生素 C 含量分别高 8.75% 和 207.32%, 维生素 C 含量排名前 5 的依次为 T-19、T-01、T-05、T-07、T-06; 总糖含量为 36.331~78.432 mg/g, 变异系数为 3.49%~3.85%, T-02 比 T-04、T-11、T-20、T-06 分别高 3.98%、4.41%、6.76%、11.29%, T-02 比 T-19 总糖含量高 115.88%; 番茄红素为番茄最具有特色的营养物质, 研究表明<sup>[9-10]</sup>其可能在抑制胆固醇合成与预防前列腺癌和心血管疾病等方面发挥一定作用。该试验中番茄红素的含量为 19.961~51.959 μg/g, 变异系数为 2.93%~4.31%, 番茄红素含量排名前 5 的依次为 T-01、T-08、T-04、T-12、T-14, 其中 T-01 比 T-08、T-04、T-12、T-14 分别高 1.08%、2.67%、9.60%、15.46%。可滴定酸含量为 0.224%~0.508%, 变异系数为 8.93%~13.78%; Saito 等<sup>[11]</sup>研究表明, 日本种植者通过应用控水控肥无土栽培技术或者根域限制栽培技术, 可以生产出可溶性糖含量高达 8%~10% 的番茄, 该试验中小果型番茄 T-06 和 T-04 可溶性固形物含量分别达 9.3% 和 9.2%, 中果型番茄 T-01 的可溶性固形物的含量达 6.6%, 口感都很好, 田永强等<sup>[12]</sup>认为可溶性固形物含糖、酸、酚类、蛋白质、维生素、矿物质以及色素等物质, 且能通过阿贝折光仪快速检测其含量, 因此可以高效表征番茄果实的整体内在品质。此外, Nassar 等<sup>[13]</sup>研究发现, 甜度与酸度的比值是消费者口感和风味接受度的关键影响因素, 故糖酸比能够作为评价番茄感官品质的关键指标。该试验中糖酸比最高的为 T-11, 达 293.43, 比 T-02、T-20、T-17、T-14 分别高 21.96%、27.81%、32.69%、32.86%。

综上所述, 该试验通过对 21 份番茄的果实性状、营养品质指标、产量和抗病性进行比较, 综合考虑筛选出 3 个适合安徽沿江地区设施栽培的高品质番茄品种, 其中 T-01 为中果型番茄, 果色为粉红色, 果实纵径 56.01 mm, 果实横径 66.21 mm, 心室数 3 个, 其可溶性固形物含量达 6.6%。T-04 和 T-06 为小果型番茄, 其中 T-04 果色为粉红色, 果实纵径

(下转第 43 页)

显著;  $B_1A_2$  的抽薹率较  $B_2A_2$  降低 73.27%。

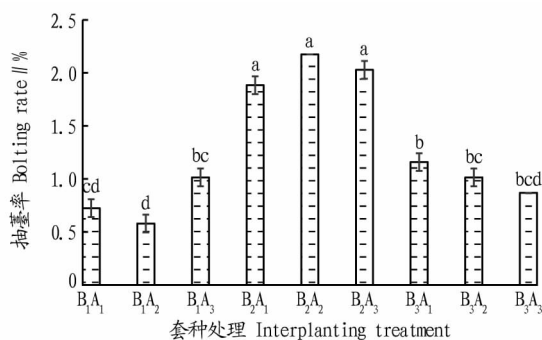


注:不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ( $P < 0.05$ ).

图5 套种行距对东当归抽薹的影响

Fig. 5 Effect of interplanting row spacing on bolting of *A. acutiloba*



注:不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ( $P < 0.05$ ).

图6 不同套种组合对东当归抽薹的影响

Fig. 6 Effect of different interplanting combinations on bolting of *A. acutiloba*

### 3 结论与讨论

当归产量的提高和质量的提升,是目前大规模种植中的大难题。而当归的抽薹问题是影响产量和品质的关键性难题,与种子种苗、栽培措施和环境等多种因素有关<sup>[9]</sup>。该试验初步研究了不同玉米套种株距和行距对东当归产量和抽薹的影响。结果表明,套种玉米对东当归产量影响较大,在

东当归垄间套种玉米株行距为  $1\text{ m} \times 3\text{ m}$  时,东当归产量相对最高,达  $12\ 882.6\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,较最低产量  $8\ 632.95\text{ kg}/\text{hm}^2$  增产 32.99%;在东当归垄间套种玉米株行距为  $1\text{ m} \times 2\text{ m}$  时,东当归产量相对较高,为  $11\ 272.35\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,较最低值高 23.41%。在东当归垄间套种玉米株行距为  $0.75\text{ m} \times 2.00\text{ m}$  时,东当归抽薹率最高,达 2.17%;套种玉米株行距为  $0.75\text{ m} \times 1.00\text{ m}$  时,抽薹率最低,为 0.58%;套种玉米对东当归抽薹有一定影响,东当归抽薹率随着玉米套种行距的增大呈“低—高一低”趋势。在东当归垄间套种玉米,对东当归起到一定的遮光作用,通过不同的套种组合,对东当归的遮光程度不同,对其产量和抽薹影响程度不同。武延安等<sup>[10]</sup>在海拔较低区域的试验得出,适当的遮光培养条件能使当归单块根的鲜重增加,总产量显著提高,遮光能降低抽薹率。蔺海明等<sup>[11]</sup>研究表明,遮阳率升高当归早期抽薹率降低。张益铭等<sup>[12]</sup>研究表明,东当归苗栽直径、栽培密度、多效唑浓度 3 个因素对东当归有一定影响。所以通过合理控制垄间套种玉米株距和行距,能有效提高东当归产量,控制抽薹,做到绿色生产、增产增收、可持续发展。

### 参考文献

- [1] 孙仁文,朴惠善. 东当归的研究进展[J]. 中国现代中药,2006,8(11):31-33.
- [2] 朱芳莹,胡亚雯,姜哲,等. 东当归化学成分及其药理活性的研究进展[J]. 延边大学学报(自然科学版),2020,46(2):176-181.
- [3] 孙仁文. 东当归化学成分及抗菌作用研究[D]. 延吉:延边大学,2008.
- [4] 蒋祺,顾国栋,代沙,等. 不同栽培措施对攀枝花地区东当归产量的影响[J]. 农业科技通讯,2014(6):93-96.
- [5] 蒋祺,顾国栋,陈文德,等. 攀枝花地区东当归的丰产栽培技术研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(29):14233-14236.
- [6] 周丹,赵晓玲,赵毓卓,等. 夷陵区中药材产业现状与发展对策[J]. 绿色科技,2020(19):136-137,142.
- [7] 王国祥,蔡子平,米永伟,等. 道地中药材当归栽培及抽薹防治研究现状[J]. 甘肃农业科技,2020(4):71-76.
- [8] 唐艺玲,雷晓青,李雪芹,等. 中药材与其他植物间作的效益及机理研究进展[J]. 中药材,2019,42(3):693-697.
- [9] 曾宇馨,张悦,祝天添,等. 当归早期抽薹的研究进展分析[J]. 中医药导报,2020,26(4):105-108,112.
- [10] 武延安,蔺海明,赵贵宾,等. 遮光对当归栽培的效应[J]. 中药材,2008,31(3):334-336.
- [11] 蔺海明,武延安,曹占凤,等. 网棚全覆盖遮阳栽培对当归抽薹及环境温湿因子的效应[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(4):79-83.
- [12] 张益铭,杨桔茗,许伟民,等. 东当归抽薹技术及其对根部影响研究[J]. 人参研究,2016,28(4):36-38.
- [13] 水氮利用的影响[J]. 中国农业科学,2015,48(4):713-726.
- [7] 赵凤艳,魏自民,陈翠玲. 氮肥用量对蔬菜产量和品质的影响[J]. 农业系统科学与综合研究,2001,17(1):43-44.
- [8] 石晓倩,张海军,王尚龙,等. 壳寡糖对番茄幼苗生长·果实产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2022,50(22):38-41,48.
- [9] MOZOS I, STOIAN D, CARABA A, et al. Lycopene and vascular health[J]. Frontiers in pharmacology, 2018, 9:1-16.
- [10] IMRAN M, GHORAT F, UL-HAQ I, et al. Lycopene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders[J]. Antioxidants (Basel), 2020, 9(8):1-27.
- [11] SAITO T, FUKUDA N, IKUBO T, et al. Effects of root-volume restriction and salinity on the fruit yield and quality of processing tomato[J]. Journal of the Japanese society for horticultural science, 2008, 77(2):165-172.
- [12] 田永强,高丽红. 设施番茄高品质栽培理论与技术[J]. 中国蔬菜,2021(2):30-40.
- [13] NASSAR A M K, KUBOW S, DONNELLY D J. High-throughput screening of sensory and nutritional characteristics for cultivar selection in commercial hydroponic greenhouse crop production[J]. International journal of agronomy, 2015, 2015:1-28.

(上接第 40 页)

32.08 mm,果实横径 34.97 mm,心室数 2 个;T-06 果色为大红色,果实纵径 30.11 mm,果实横径 33.37 mm,心室数 2 个,其可溶性固形物分别达 9.2%和 9.3%。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中抗坏血酸的测定:GB/T 5009.86—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 食用菌中总糖含量的测定:GB/T 15672—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [3] 王鸿飞,邵兴锋. 果品蔬菜贮藏与加工实验指导[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [4] 杨定清,谢永红,王棚,等. 番茄中番茄红素检测方法的改进[J]. 西南农业学报,2010,23(1):277-279.
- [5] 莫天利,钟川,黄丽桃,等. 不同砧木嫁接樱桃番茄栽培效果比较[J]. 南方农业学报,2017,48(4):680-685.
- [6] 邢英英,张富仓,张燕,等. 滴灌施肥水肥耦合对温室番茄产量、品质和