

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2023.06.010

# ‘砧茄一号’砧木新品种特性及其对嫁接番茄农艺性状的影响

苏妮妮<sup>1</sup>, 吴浪<sup>1</sup>, 习鹏<sup>2</sup>, 邓慧琳<sup>1</sup>, 黄鹏<sup>2</sup>,  
杜滢骏<sup>3</sup>, 罗玉环<sup>3</sup>, 张兴国<sup>1</sup>, 潘宇<sup>1</sup>, 李金华<sup>1</sup>

1. 西南大学 园艺园林学院/南方山地教育部园艺学重点实验室, 重庆 400715;

2. 广西田阳家得乐农业开发有限公司, 广西 田阳 542899; 3. 百色市田阳区农业农村局, 广西 田阳 542899

**摘要:** 生产上, 嫁接是提高番茄品质和产量的有效措施之一。为了创制抗性强、生长势旺的番茄砧木, 以‘砧茄一号’为试验砧木, 以番茄上应用最广泛的‘托鲁巴姆’为对照砧木, 分别与 4 种番茄品种进行嫁接, 比较两者作为砧木对番茄生长发育、产量和品质等的影响。结果表明: 相比于‘托鲁巴姆’, ‘砧茄一号’种子发芽显著提前 4 d, 幼苗的平均株高显著高约 2 cm。幼苗的第 1, 2, 3 片真叶完整展开耗时缩短 8 d, 8 d 和 6 d, 幼苗主根显著长约 1.2 cm。在干旱胁迫和盐胁迫下, 经赤霉素和纯水预处理的‘砧茄一号’种子发芽率分别为 100% 和 75%, 87.5% 和 100%, 而‘托鲁巴姆’在两种胁迫下, 两种预处理种子的发芽率均为 0。与‘托鲁巴姆’砧木番茄相比, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中的可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 质量分数呈上升趋势, ‘砧茄一号’砧木番茄植株的单果质量、单穗果数、单株结果数和单株产量大多也呈上升趋势。综上所述, 采用‘砧茄一号’为砧木能克服‘托鲁巴姆’为砧木时存在的发芽慢、长势弱的局限, 同时可显著提高番茄的产量和品质, 即‘砧茄一号’可作为番茄嫁接栽培的优良砧木, 对高品质番茄的生产具有重要意义。

**关键词:** 番茄; 嫁接; 砧木; 品质; 产量

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2023)06-0097-12

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Characteristics of New Rootstock Variety ‘Zhenqie No. 1’ and Its Effect on Agronomic Traits of Grafted Tomatoes

SU Nini<sup>1</sup>, WU Lang<sup>1</sup>, XI Peng<sup>2</sup>, DENG Huilin<sup>1</sup>,  
HUANG Peng<sup>2</sup>, DU Yanjun<sup>3</sup>, LUO Yuhuan<sup>3</sup>,  
ZHANG Xingguo<sup>1</sup>, PAN Yu<sup>1</sup>, LI Jinhua<sup>1</sup>

收稿日期: 2022-09-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(31872123); 重庆市自然科学基金项目(cstc2019jcyj-msxmX0333); 中央高校基本科研业务费专项(XDJK2020B060)。

作者简介: 苏妮妮, 硕士研究生, 主要从事蔬菜遗传育种研究。

通信作者: 李金华, 教授。

1. College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University/Key Laboratory of Horticulture Science for Southern Mountainous Regions, Ministry of Education, Chongqing 400715, China;
2. Guangxi Tianyang Jiadele Agricultural Development Co. Ltd., Tianyang Guangxi 542899, China;
3. Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Tianyang District, Baise City, Tianyang Guangxi 542899, China

**Abstract:** In crop production, tomato grafting is one of the effective methods to improve the quality and yield. Therefore, breeding for tomato rootstocks with strong resistance and vigorous growth is an urgent need to promote high-quality grafted tomatoes. This study took ‘Zhenqie No. 1’ as the experimental rootstock, and most widely used rootstock ‘Torubam’ as the control to graft with four tomato varieties, respectively, to compare their effects on the growth, development, yield and quality of tomato in this study. The results are as follow: Compared with ‘Torubam’, the seed germination of ‘Zhenqie No. 1’ was significantly 4 days earlier, and the average plant height of the seedlings was significantly about 2 cm higher. The complete unfolding time of the first, second and third true leaves of the seedling was significantly shortened by 8d, 8d and 6d, respectively, and the main root of the seedling was significantly about 1.2 cm longer. Under drought stress and salt stress, the seed germination rate of ‘Zhenqie No. 1’ pretreated with gibberellin and pure water was 100% and 75%, 87.5% and 100%, respectively, while that of ‘Torubam’ was 0 under two kinds of stresses. Compared with ‘Tolubam’ rootstock tomato, the quality fractions of soluble solids, soluble sugar and vitamin C in the fruits of ‘Zhenqie No. 1’ rootstock tomato increased, respectively. In addition, compared with ‘Tolubam’ rootstock tomato, the quality of single fruit, the number of fruit per spike, the number of fruit per plant and the yield per plant of tomato on rootstock ‘Zhenqie No. 1’ increased. To sum up, application of ‘Zhenqie No. 1’ as the rootstock can well overcome the limitations of slow germination and weak growth when using ‘Torubam’ as the rootstock, and can significantly improve the yield and quality of tomato. Therefore, ‘rootstock No. 1’ can be used as a good rootstock for tomato grafting cultivation, which is of great significance to produce high-quality tomato.

**Key words:** tomato; grafting; rootstock; quality; yield

番茄(*Solanum lycopersicum* L.)属于茄科番茄属,原产于安第斯山地带的秘鲁、厄瓜多尔等地,是我国目前主栽的茄果蔬菜之一<sup>[1]</sup>.据FAO统计,2020年我国番茄种植面积约为110.4万hm<sup>2</sup>,产量约为6515万t,因此就番茄生产问题进行研究,对促进我国茄果类蔬菜产业的健康发展具有重要意义.

番茄的种植形式主要分为露地栽培和设施栽培,无论何种种植形式均存在着一系列由于环境气温变化或常年连作引起的问题,如干旱、高温、盐害、重金属等非生物胁迫,造成番茄生长受阻和品质下降.在生产实践中,除使用生物、化学和物理防治的方法来解决上述问题之外,还可通过嫁接栽培进行有效改良,即利用优良的砧木进行嫁接栽培,可促进生长发育<sup>[2]</sup>,显著提高其耐冷性<sup>[3-4]</sup>、耐盐性以及其产量和品质<sup>[5]</sup>.已有研究表明,在进行番茄嫁接时,不同砧木品种对番茄生长、产量和品质的影响具有明显差异,因此创制优良的砧木品种是提高嫁接质量和效果的重要基础.此外,在保证嫁接质量过程中同等重要的还有嫁接的亲合性,倘若砧木和接穗之间亲和性高,嫁接栽培的优势在生产中将更加明显.目前,野生茄子‘托鲁巴姆(*Solanum torvum*)’因具有优良的嫁接亲和性、抗逆性和抗病性,成为番茄嫁接栽培中应用最为广泛的砧木品种之一,但因其存在种子小、种皮致密、休眠性强、种子发芽慢且不整齐、砧木成苗率低等局限,严重影响了番茄嫁接栽培的进一步推广应用<sup>[6]</sup>.鉴于此,本研究以西南大学园艺植物发育与逆境生物学创新团队最新育成的砧木品种‘砧茄一号’为试验砧木,以‘托鲁巴姆’为对照砧木,以番茄品种‘千娇’‘粉贵妃’‘家得乐174’和‘香脆一号’为接穗,分别嫁接后比较两种砧木对番茄生长发育、产量及品质的影响,以为番茄嫁接栽培的砧木选择提供参考,进一步促进番茄产业的发展.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以‘砧茄一号’(品种权号: 20211007241, 公告日: 2022 年 5 月 1 日, 中华人民共和国农业农村部)为试验砧木, 以‘托鲁巴姆’为对照砧木, 以广西田阳家得乐农业开发有限公司育成或推广的‘千娇’‘粉贵妃’‘家得乐 174’‘香脆一号’4 个番茄品种(均为粉红色樱桃番茄)为接穗, 进行嫁接后的植株用于本试验。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验时间及地点

2020 年 6 月在西南大学园艺植物发育与逆境生物学实验室进行砧木种子催芽。选取饱满且色泽好的‘砧茄一号’和‘托鲁巴姆’种子各 70 粒, 分别均匀放到用纯水和赤霉素(500 mg/L)润湿的覆有滤纸的培养皿上, 随后将含有种子的培养皿放入 28 ℃烘箱培养。2020 年 7 月在蔬菜育苗室将经过催芽后的砧木种子播入 60 孔穴盘中进行育苗, 营养土成分草炭、珍珠岩和蛭石的比例为 3:1:1。2020 年 8 月进行接穗番茄种子的播种, 当番茄幼苗生长至 2 叶 1 心时, 以劈接法嫁接到砧木上。嫁接后将嫁接苗移入育苗箱, 培养 3~5 d 后, 打开育苗箱通气孔, 降低湿度, 再继续培养 10 d 后进行正常管理。2020 年 10 月将植株状态良好的嫁接苗移栽至西南大学试验地的网室中, 按当地生产条件进行正常田间管理, 待盛果期对嫁接组合的果实进行取样, 用于可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 质量分数等生理指标以及单果质量、单穗果数、单株结果数和单株产量等生长指标的测定。

#### 1.2.2 测定项目及方法

发芽率测定: 鉴于‘托鲁巴姆’种皮致密、休眠性强的特性, 采用 500 mg/L 赤霉素溶液对‘托鲁巴姆’种子进行预处理, 而用等量纯水对‘砧茄一号’种子进行预处理, 随后放于同一环境条件下进行发芽试验, 且发芽试验期间每天用等量蒸馏水对两种砧木种子进行冲洗, 观察统计发芽情况, 计算公式为

$$P = (X/Y) \times 100$$

式中,  $P$  为种子发芽率(%),  $X$  为发芽种子粒数,  $Y$  为供试种子粒数。

幼苗抗逆性测定: 选取经过催芽处理且露白程度一致的砧木种子进行干旱处理和盐处理。以 MS 培养基为对照, 以加有 200 mmol/L 甘露醇的 MS 培养基为干旱处理, 以加有 200 mmol/L 氯化钠的 MS 培养基为盐处理<sup>[7]</sup>, 观察其在逆境条件下的发芽及成苗情况。

植株生长及果实产量测定: 嫁接苗定植前 3 d, 统计幼苗的株高、茎粗以及叶面积; 果实采收期, 测定或统计单果质量、单穗果数、单株结果数及单株产量; 果实末收期至拉秧时统计地上部鲜质量、地下部鲜质量、主根质量和侧根质量。

果实品质测定: 从嫁接苗和自根苗植株上均选取植株成熟一致的果实, 用普通的游标卡尺测定果实纵径、横径, 计算果实指数。以钉钯 W-20 韦氏硬度计测定果实硬度, 以手持式糖度仪测定果实可溶性固形物的质量分数。在称取果实质量后, 对其进行研磨而后取样, 以蒽酮比色法<sup>[8]</sup>测定可溶性糖的质量分数, 采用 2, 6-二氯酚靛酚滴定法<sup>[8]</sup>测定维生素 C 的质量分数, 分光光度计法测定类胡萝卜素的质量分数。

### 1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 2019 软件进行数据录入、分析及作图, 采用 GraphPad Prism 8.0.1 和 DPS 软件对数据进行差异显著性检验和方差分析。处理间的多重比较采用 Duncan 新复极差法( $p < 0.05$ )进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 两种砧木种子发芽率的比较

为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’的发芽率, 我们统计了经催芽处理后两者的发芽势和发芽时间。由于‘托鲁巴姆’正常纯水处理 10 d 内都没法发芽, 因此我们利用 500 mg/L 赤霉素进行处理, 结果如表 1。纯水预处理的‘砧茄一号’种子催芽 3 d 就能全部发芽, 500 mg/L 赤霉素预处理的‘托鲁巴姆’种子催芽 6 d 才

开始发芽,第 10 d 全部发芽;在发芽速度上经纯水预处理的‘砧茄一号’比用 500 mg/L 赤霉素处理的‘托鲁巴姆’种子提早 4 d 发芽.结果表明,‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’种子的发芽势和发芽时间存在差异,‘砧茄一号’比‘托鲁巴姆’更容易发芽,发芽的速度更快,且不需要进行赤霉素处理.

表 1 不同预处理下两种砧木种子发芽率的比较

催芽后 天数/d	砧茄一号 (纯水预处理)/%	托鲁巴姆 (500 mg/L 赤霉素预处理)/%	催芽后 天数/d	砧茄一号 (纯水预处理)/%	托鲁巴姆 (500 mg/L 赤霉素预处理)/%
1	0	0	6	100	1
2	10	0	7	100	14
3	100	0	8	100	74
4	100	0	9	100	88
5	100	0	10	100	100

## 2.2 两种砧木幼苗生长情况的比较

### 2.2.1 两种砧木幼苗生长速度的比较

为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’幼苗真叶的生长速度,我们统计了两种幼苗从第 1 片真叶长出至第 3 片真叶长出时所用的时间,结果如表 2.‘砧茄一号’幼苗的第 1 片真叶、第 2 片真叶和第 3 片真叶全长出用时分别比‘托鲁巴姆’幼苗快 8 d, 8 d 和 6 d. 综上表明,‘砧茄一号’比‘托鲁巴姆’幼苗的生长速度显著更快.此外,我们对砧木幼苗的株高也进行了统计,结果如图 1. 连续 31 d 统计两种砧木幼苗的株高,可以看出‘砧茄一号’幼苗的平均株高明显高于‘托鲁巴姆’(约 2 cm),即‘砧茄一号’幼苗的生长速度较‘托鲁巴姆’幼苗更快.

表 2 两种砧木幼苗生长速度的比较

幼苗生长情况	砧茄一号	托鲁巴姆
第 1 片真叶全长出用时/d	13±1c	21±3b
第 2 片真叶全长出用时/d	18±1b	26±2ab
第 3 片真叶全长出用时/d	24±2a	30±3a

注:表中数值为  $\bar{x} \pm s$ ,小写字母不同表示  $p < 0.05$ ,差异有统计学意义.

### 2.2.2 两种砧木幼苗生长势的比较

幼苗的根系发达程度会影响幼苗的生长势,同时叶面积的大小会影响光合产物积累的量.为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’幼苗的生长势,我们对其幼苗的根系以及叶面积进行了分析,结果如图 2. 当幼苗长至 2 叶 1 心时,‘砧茄一号’比‘托鲁巴姆’的幼苗主根长 1.2 cm. 生长初期的‘砧茄一号’幼苗显著比‘托鲁巴姆’幼苗茎粗壮,叶面积也更大. 综上表明,‘砧茄一号’幼苗根系比‘托鲁巴姆’幼苗根系更加发达,生长势也强于‘托鲁巴姆’.

### 2.2.3 两种砧木抗逆性的比较

干旱胁迫与盐胁迫会对番茄生长产生抑制作用,会影响番茄果实的产量和品质,因此选用抗盐和抗旱的砧木尤为重要.为了比较‘砧茄一号’和‘托鲁巴姆’的抗逆性,我们针对种子的发芽环境设置了干旱处理与盐处理,并统计他们的发芽情况,结果如图 3. 在 MS 培养基上,经过赤霉素和纯水预处理后的‘砧茄一号’种子发芽率为 100%,而‘托鲁巴姆’的发芽

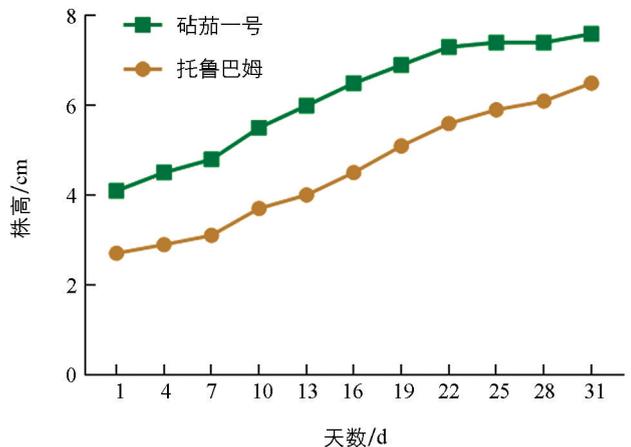


图 1 两种砧木幼苗株高的比较

芽率分别为 87.5% 和 62.5% (图 3a); 在加 200 mmol/L 甘露醇的 MS 培养基上, 经过赤霉素和纯水预处理后的 ‘砧茄一号’ 种子发芽率分别为 100% 和 75%, 而 ‘托鲁巴姆’ 的发芽率均为 0 (图 3b); 在加 200 mmol/L 氯化钠的 MS 培养基上, 经过赤霉素和纯水预处理后的 ‘砧茄一号’ 种子发芽率分别为 87.5% 和 100%, 而 ‘托鲁巴姆’ 的发芽率均为 0 (图 3c). 综上所述, 在干旱处理和盐处理的条件下, ‘砧茄一号’ 的种子都能够正常发芽, 而 ‘托鲁巴姆’ 则发芽困难, 说明 ‘砧茄一号’ 对环境的适应性更强, 抵御逆境的能力也比 ‘托鲁巴姆’ 强.



(a) 植株比较

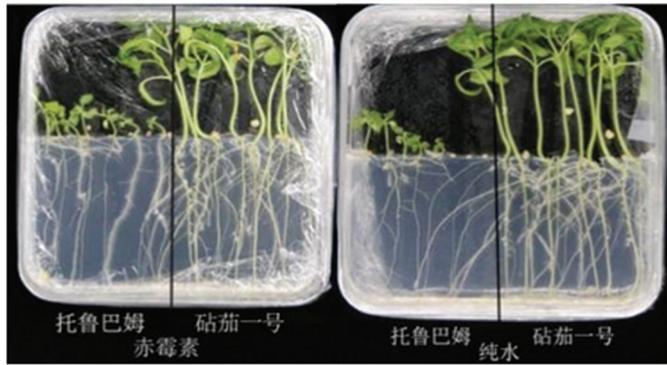


(b) 苗期上方视野

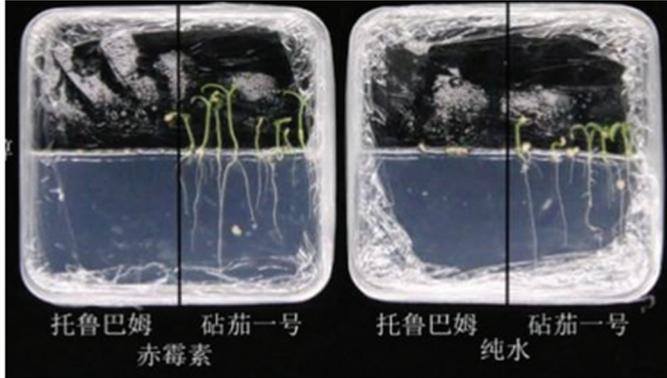
图 2 两种砧木幼苗生长势 (25 d) 的比较

### 2.3 不同番茄品种嫁接两种砧木植株长势的比较

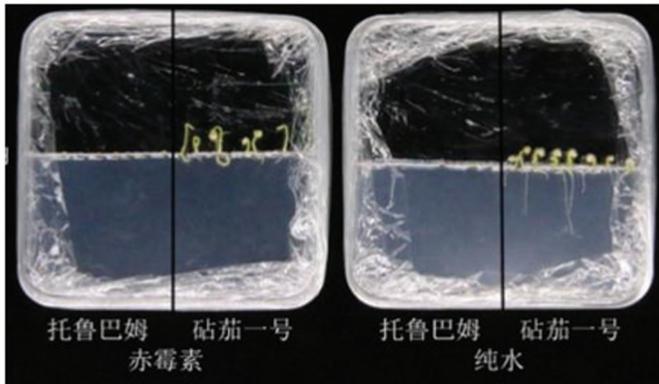
为了比较 ‘砧茄一号’ 和 ‘托鲁巴姆’ 作为砧木与不同番茄品种嫁接后植株生长势的变化, 我们对嫁接苗的植株及根系的生长势进行了分析, 结果如表 3. 以 ‘千娇’ 为接穗时, ‘砧茄一号’ 嫁接植株的地上部质量、地下部质量、侧根质量分别比 ‘托鲁巴姆’ 嫁接植株高 65 g, 1.7 g, 3.2 g; 以 ‘粉贵妃’ 为接穗时, ‘砧茄一号’ 嫁接植株的地上部质量、地下部质量、侧根质量分别比 ‘托鲁巴姆’ 嫁接植株高 223 g, 0.7 g, 2.2 g; 以 ‘家得乐 174’ 为接穗时, ‘砧茄一号’ 嫁接植株的地上部质量、地下部质量、主根质量分别比 ‘托鲁巴姆’ 嫁接植株高 30 g, 1.7 g, 4.7 g; 以 ‘香脆一号’ 为接穗时, ‘砧茄一号’ 嫁接植株的地上部质量、地下部质量、侧根质量分别比 ‘托鲁巴姆’ 嫁接植株高 14 g, 3.5 g, 3.7 g. 显著性差异分析表明, 以 ‘千娇’ ‘粉贵妃’ ‘家得乐 174’ 为接穗时, ‘砧茄一号’ 与 ‘托鲁巴姆’ 嫁接植株的地上部质量、主根质量和侧根质量差异有统计学意义; 以 ‘香脆一号’ 为接穗时, 嫁接植株的地下部质量和侧根质量差异有统计学意义 (表 3). 综上所述, ‘砧茄一号’ 砧木番茄植株的田间长势明显好于 ‘托鲁巴姆’ 砧木番茄植株, 其长势好, 根系发达, 更加能促进嫁接番茄植株的生长.



(a) MS培养基



(b) 加200 mmol/L甘露醇的MS培养基



(c) 加200 mmol/L氯化钠的MS培养基

图 3 不同逆境处理下两种砧木种子发芽情况的比较

表 3 不同番茄品种嫁接两种砧木对植株长势及根系影响的比较

嫁接组合(接穗/砧木)	地上部质量/g	地下部质量/g	主根质量/g	侧根质量/g
千娇/砧茄一号	965±9.54a	35.0±1.25a	16.3±0.40b	18.4±0.60a
千娇/托鲁巴姆	900±11.00b	33.3±2.00a	17.7±0.62a	15.2±0.72b
粉贵妃/砧茄一号	964±10.58a	42.5±1.28a	19.4±0.56b	23.1±0.95a
粉贵妃/托鲁巴姆	741±8.54b	41.8±1.11a	20.9±0.66a	20.9±0.30b
家得乐 174/砧茄一号	1 808±13.89a	35.4±1.41a	18.4±1.06a	17.0±0.60b
家得乐 174/托鲁巴姆	1 778±11.53b	33.7±1.48a	13.7±0.50b	20.0±1.41a
香脆一号/砧茄一号	997±3.61a	26.8±1.25a	10.5±0.56a	16.3±0.60a
香脆一号/托鲁巴姆	983±10.15a	23.3±1.28b	10.7±0.82a	12.6±0.79b

注:表中数值为  $\bar{x} \pm s$ , 小写字母不同表示  $p < 0.05$ , 差异有统计学意义。

## 2.4 不同番茄品种嫁接两种砧木番茄果实产量的比较

番茄果实的质量与数量会影响番茄的产量. 为了比较‘砧茄一号’和‘托鲁巴姆’作为砧木与番茄自根苗嫁接后对番茄产量的影响,我们对嫁接番茄的单果质量、单穗果数、单株结果数和单株产量进行了分析. 结果如表4. 以‘千娇’为接穗时,‘砧茄一号’嫁接植株单株结果数、单穗果数和单株产量分别比‘托鲁巴姆’嫁接植株多15个,1个和74g;以‘粉贵妃’为接穗时,‘砧茄一号’嫁接植株单穗果数、单果质量和单株产量分别比‘托鲁巴姆’嫁接植株多2个,1.2g和90g;以‘家得乐174’为接穗时,‘砧茄一号’嫁接植株单株结果数、单穗果数和单株产量分别比‘托鲁巴姆’嫁接植株多25个,1个和242g;以‘香脆一号’为接穗时,‘砧茄一号’嫁接植株单株结果数、单果质量和单株产量分别比‘托鲁巴姆’嫁接植株多17个,1.1g和272g. 显著性差异分析表明,以‘千娇’和‘家得乐174’为接穗时,‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’嫁接番茄的单果质量、单株结果数和单株产量差异有统计学意义;以‘粉贵妃’为接穗时,嫁接番茄的单果质量和单株产量差异有统计学意义;以‘香脆一号’为接穗时,嫁接植株的单株结果数和单株产量差异有统计学意义(表4). 综上所述,‘砧茄一号’砧木番茄的果实产量高于‘托鲁巴姆’砧木番茄的果实产量.

表4 不同番茄品种嫁接两种砧木对果实产量影响的比较

嫁接组合(接穗/砧木)	单果质量/g	单穗果数/个	单株结果数/个	单株产量/g
千娇/砧茄一号	9.0±0.20b	12±1a	43±1a	391±31.19a
千娇/托鲁巴姆	11.7±0.70a	11±1a	28±2b	317±26.85b
粉贵妃/砧茄一号	14.0±0.66a	12±1a	57±2a	803±30.56a
粉贵妃/托鲁巴姆	12.8±0.36b	10±1a	58±4a	713±34.99b
家得乐174/砧茄一号	10.7±0.53b	11±1a	48±4a	527±61.07a
家得乐174/托鲁巴姆	11.9±0.20a	10±1a	23±1b	285±47.94b
香脆一号/砧茄一号	12.0±0.50a	11±1a	61±2a	742±79.18a
香脆一号/托鲁巴姆	10.9±0.56a	11±1a	44±1b	470±38.59b

注:表中数值为 $\bar{x} \pm s$ ,小写字母不同表示 $p < 0.05$ ,差异有统计学意义.

## 2.5 不同番茄品种嫁接两种砧木与自根苗番茄果实品质的比较

### 2.5.1 嫁接苗与自根苗番茄果实可溶性固形物及可溶性糖质量分数的比较

番茄果实可溶性固形物和可溶性糖质量分数的高低对番茄果实的实质产量(营养产量)有着重要的影响,同时可溶性糖质量分数的大小可影响幼苗叶片的渗透势进而提高幼苗的吸水能力<sup>[9]</sup>,也是衡量番茄品质的重要指标. 为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为砧木对番茄果实可溶性固形物及可溶性糖质量分数的影响,我们对嫁接后番茄果实的可溶性固形物、可溶性糖质量分数进行了分析,结果如表5. 以‘千娇’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄果实中的可溶性固形物、可溶性糖质量分数最高,分别为9.67%,0.18%,同自根苗番茄果实和‘托鲁巴姆’砧木番茄果实间的差异有统计学意义;以‘粉贵妃’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄果实中的可溶性固形物质量分数最高,为7.13%,与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实间的差异有统计学意义,而‘托鲁巴姆’砧木番茄果实中的可溶性糖质量分数比‘砧茄一号’砧木番茄果实高0.01%,差异无统计学意义;以‘家得乐174’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄果实中的可溶性固形物、可溶性糖质量分数最高,为10.47%,0.28%,同自根苗番茄果实和以‘托鲁巴姆’为砧木的番茄果实间差异无统计学意义;以‘香脆一号’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄果实中的可溶性固形物、可溶性糖质量分数最高,为11.40%,0.30%,其可溶性糖质量分数同自根苗番茄果实和‘托鲁巴姆’为砧木的番茄果实间差异有统计学意义. 结果表明,以‘砧茄一号’为砧木,果实中的可溶性固形物、可溶性糖质量分数大多呈上升趋势,而以‘托鲁巴姆’为砧木,果实的可溶性固形物、可溶性糖质量分数大多呈下降趋势,不同砧木所嫁接的番茄与自根苗番茄的可溶性固形物、可溶性糖质量分数间也存在差异. 综上所述,‘砧茄一号’作为砧木有利于提高果实的营养产量及品质.

表 5 嫁接苗与自根苗番茄果实中可溶性固形物、可溶性糖质量分数的比较

嫁接组合(接穗/砧木)	可溶性固形物/%	可溶性糖/%
千娇/砧茄一号	9.67±0.15a	0.18±0.01a
千娇/托鲁巴姆	5.57±0.12c	0.14±0.02b
千娇	7.93±0.64b	0.15±0.00b
粉贵妃/砧茄一号	7.13±0.45a	0.20±0.01a
粉贵妃/托鲁巴姆	6.17±0.51b	0.21±0.03a
粉贵妃	6.87±0.23ab	0.14±0.02b
家得乐 174/砧茄一号	10.47±0.29a	0.28±0.09a
家得乐 174/托鲁巴姆	9.97±0.95a	0.20±0.06a
家得乐 174	10.33±0.78a	0.20±0.03a
香脆一号/砧茄一号	11.40±3.62a	0.30±0.01a
香脆一号/托鲁巴姆	7.57±0.15a	0.18±0.01b
香脆一号	10.07±0.50a	0.18±0.01b

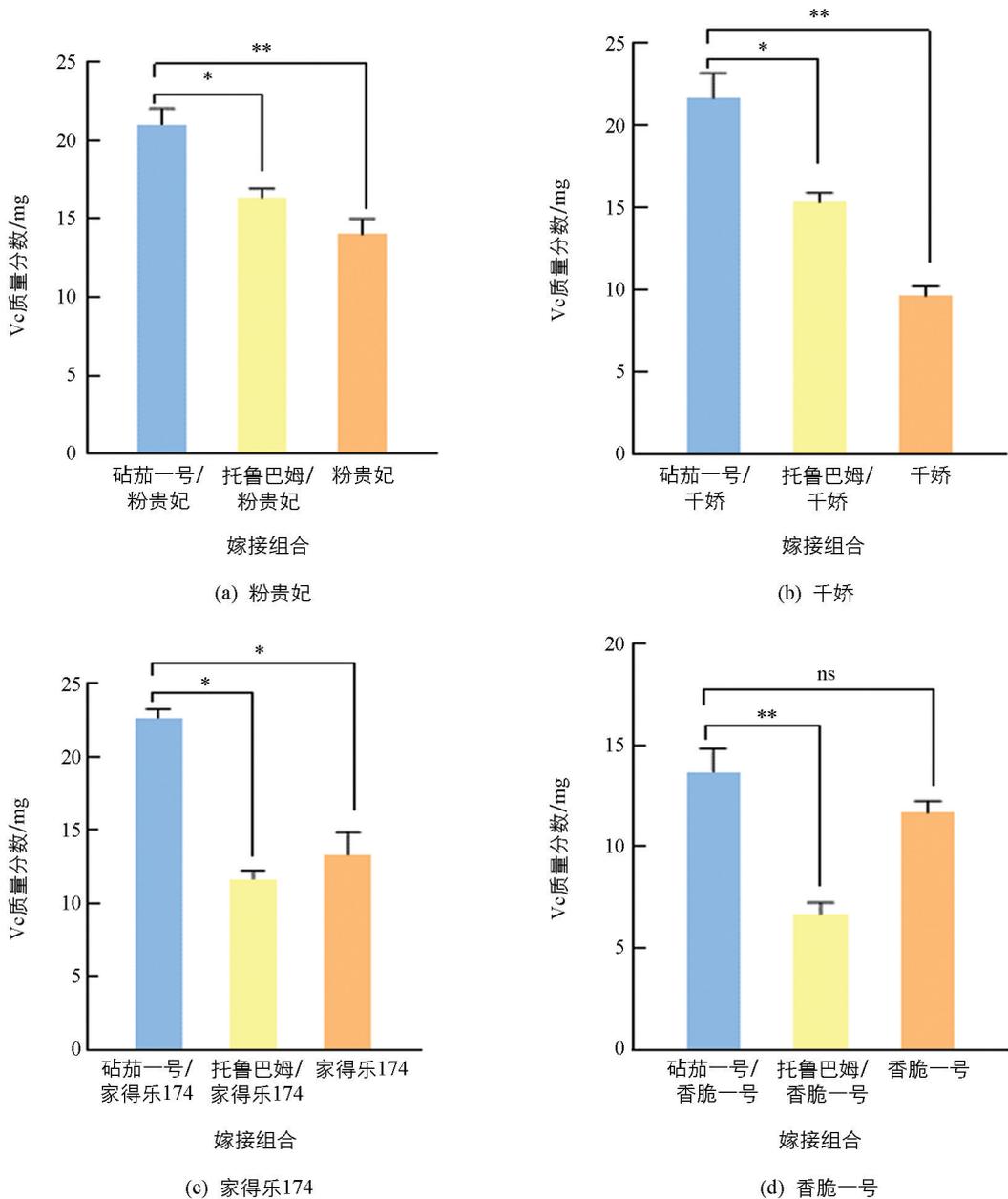
注:表中数值为  $\bar{x} \pm s$ , 小写字母不同表示  $p < 0.05$ , 差异有统计学意义。

### 2.5.2 嫁接苗与自根苗番茄果实中维生素 C 质量分数的比较

番茄果实中维生素 C 质量分数的高低对果实的营养品质有着重要的影响, 维生素 C(Vc)也是衡量果实品质的重要指标. 为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为砧木对番茄果实 Vc 质量分数的影响, 我们对嫁接后番茄果实 Vc 的质量分数(以每 100 g 计)进行了测定分析, 结果如图 4. 以‘粉贵妃’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中 Vc 质量分数比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实分别高 4.4% 和 6.6%, 差异有统计学意义(图 4a); 以‘千娇’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中 Vc 质量分数比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实分别高 6.4% 和 12.0%, 差异有统计学意义(图 4b); 以‘家得乐 174’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中 Vc 质量分数比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实分别高 11.0% 和 9.4%, 差异有统计学意义(图 4c); 以‘香脆一号’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中 Vc 质量分数比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实分别高 7.0% 和 2.0%, 与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实间差异有统计学意义(图 4d). 综上表明, 以‘砧茄一号’为砧木分别与 4 种接穗品种嫁接, 其嫁接果实的 Vc 质量分数最高, 均高于自根果实和以‘托鲁巴姆’为砧木的嫁接果实.

### 2.5.3 嫁接苗与自根苗番茄果实类胡萝卜素质量分数的比较

番茄果实类胡萝卜素质量分数的高低影响着果实的品质(外观品质与营养品质), 番茄类胡萝卜素的质量分数是影响番茄颜色的指标之一, 也是衡量番茄营养品质的重要指标. 为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为砧木对番茄果实类胡萝卜素质量分数的影响, 我们对嫁接后番茄果实类胡萝卜素的质量分数进行了分析, 结果如图 5. 以‘粉贵妃’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中类胡萝卜素的质量分数与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实差异无统计学意义(图 5a); 以‘千娇’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中类胡萝卜素的质量分数与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实差异无统计学意义(图 5b); 以‘家得乐 174’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中类胡萝卜素的质量分数与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实差异无统计学意义(图 5c); 以‘香脆一号’为接穗时, ‘砧茄一号’砧木番茄果实中类胡萝卜素的质量分数与‘托鲁巴姆’砧木番茄果实和自根苗番茄果实差异无统计学意义(图 5d). 综上表明, 以‘砧茄一号’‘托鲁巴姆’为砧木分别与 4 种接穗品种嫁接对番茄果实类胡萝卜素的质量分数影响均无统计学意义.



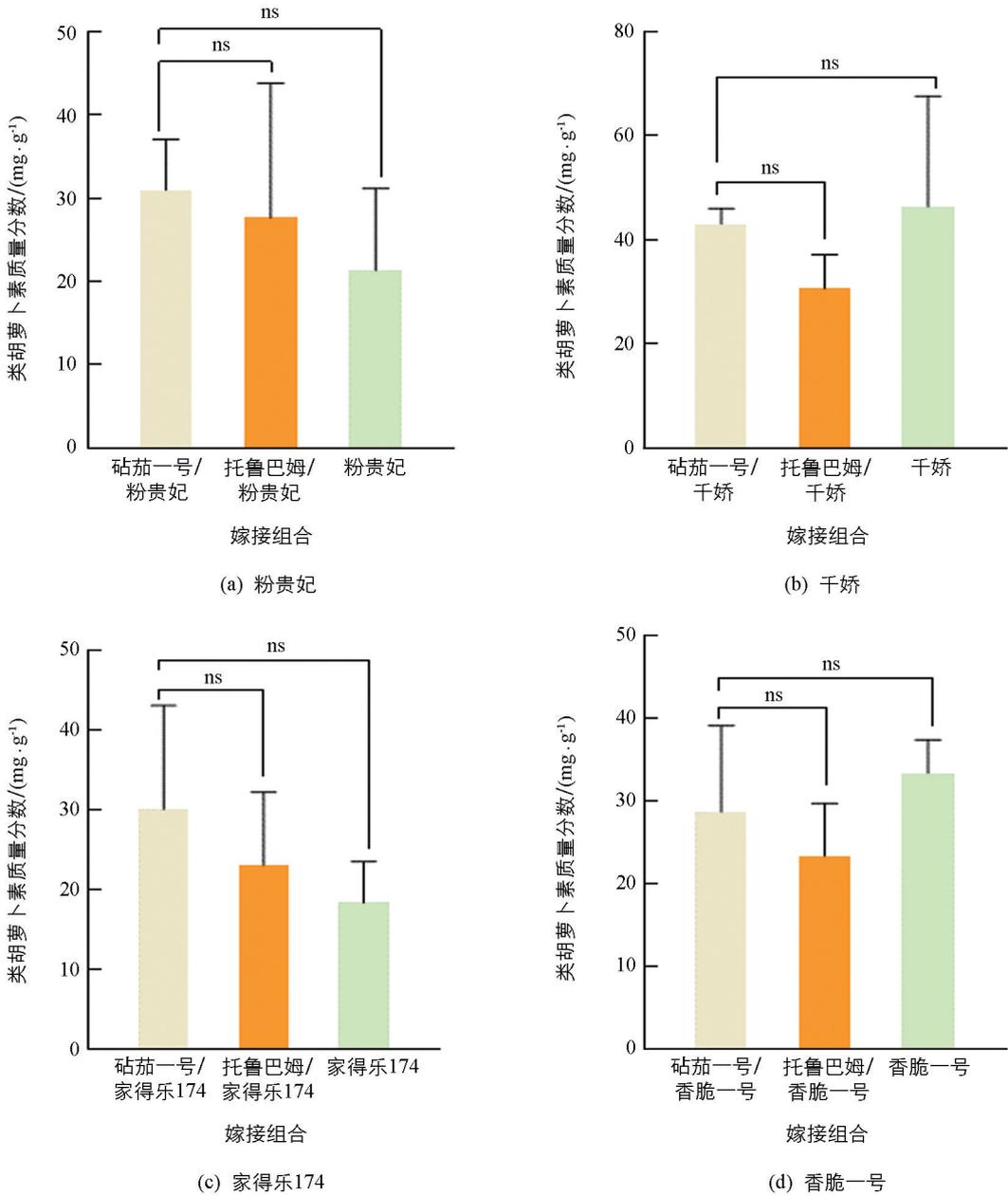
\* 表示  $p < 0.05$ , \*\* 表示  $p < 0.01$ , 差异有统计学意义, ns 表示  $p > 0.05$ , 差异无统计学意义。

图4 嫁接苗与自根苗番茄果实中Vc质量分数的比较

#### 2.5.4 不同番茄品种嫁接两种砧木对果实外观品质影响的比较

番茄的外观品质在番茄市场上有着重要的作用,也会影响到番茄的产量和品质.为了比较‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为砧木对番茄果实外观品质的影响,我们对嫁接后番茄果实纵径、横径、果形指数、果实硬度进行分析,结果如表6.以‘千娇’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄的果实纵径、果形指数、果实硬度分别比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实高1.1 cm, 0.007, 0.10%;以‘粉贵妃’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄的果实纵径、果实横径、果形指数、果实硬度分别比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实高1.6 cm, 0.4 cm, 0.018, 1.80%;以‘家得乐174’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄的果实纵径、果形指数、果实硬度分别比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实低0.8 cm, 0.058, 5.80%;以‘香脆一号’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄的果实纵径、横径、果形指数、果实硬度分别比‘托鲁巴姆’砧木番茄果实高0.8 cm, 0.2 cm, 0.016, 1.55%.结果表明,以‘千娇’‘粉贵妃’‘香脆一号’为接穗时,‘砧茄一号’砧木番茄果实的外观品质明显高于‘托鲁巴姆’砧木番

茄果实,说明‘砧茄一号’砧木番茄果实的形状美观、硬度强、不易机械损伤以及耐储存。



ns 表示  $p > 0.05$ , 差异无统计学意义。

图 5 嫁接苗与自根苗番茄果实中类胡萝卜素质量分数的比较

表 6 不同番茄品种嫁接两种砧木对果实外观品质影响的比较

嫁接组合(接穗/砧木)	果实纵径/cm	果实横径/cm	果形指数	果实硬度/%
千娇/砧茄一号	29.4 ± 1.64a	24.9 ± 1.75a	0.718 ± 0.015a	71.80 ± 0.62a
千娇/托鲁巴姆	28.3 ± 1.61a	25.3 ± 1.48a	0.711 ± 0.013a	71.70 ± 1.51a
粉贵妃/砧茄一号	31.4 ± 3.22a	28.0 ± 2.00a	0.719 ± 0.006a	71.90 ± 0.78a
粉贵妃/托鲁巴姆	29.8 ± 2.39a	27.6 ± 1.65a	0.701 ± 0.009b	70.10 ± 0.70b
家得乐 174/砧茄一号	27.8 ± 1.59a	25.5 ± 1.32a	0.659 ± 0.011b	65.90 ± 1.14b
家得乐 174/托鲁巴姆	28.6 ± 1.49a	25.5 ± 0.87a	0.717 ± 0.010a	71.70 ± 1.35a
香脆一号/砧茄一号	33.0 ± 1.65a	26.7 ± 0.72a	0.720 ± 0.010a	72.00 ± 1.11a
香脆一号/托鲁巴姆	32.2 ± 1.60a	26.5 ± 0.95a	0.704 ± 0.013a	70.45 ± 0.61a

注:表中数值为  $\bar{x} \pm s$ , 小写字母不同表示  $p < 0.05$ , 差异有统计学意义。

### 3 讨论与结论

番茄嫁接时,砧木与接穗之间的亲和性(即嫁接亲和性)尤为重要,它决定了嫁接成活率以及嫁接后是否能更好地发挥其嫁接优势.番茄嫁接栽培中,与嫁接亲和性同等重要的是砧木的选择,因为嫁接能否达到增产和抗逆的效果关键还在于砧木<sup>[10]</sup>.莫豪葵等<sup>[11]</sup>认为‘托鲁巴姆’砧木与番茄品种的嫁接亲和性特别是共生性相对较差,在番茄生产上不宜继续推广使用.在本试验中,将最新育成的砧木品种‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为番茄砧木对番茄的影响进行了比较,结果表明,‘砧茄一号’能显著促进番茄的生长发育,提高番茄的产量和品质,这与高方胜等<sup>[12]</sup>的研究结果基本一致.

本试验中,首先对两种砧木种子发芽、抗逆性和幼苗生长情况进行了比较.结果发现,‘托鲁巴姆’种子需要每天用蒸馏水冲洗,否则非常不利于发芽,而‘砧茄一号’种子简单经过纯水处理后便能正常发芽.‘托鲁巴姆’比‘砧茄一号’种子处理起来麻烦且发芽质量不好,因此采用500 mg/L赤霉素溶液对‘托鲁巴姆’种子进行处理,所加入溶液的量依据发芽情况依次减少,并观察其发芽情况.通过对砧木种子进行逆境处理,‘砧茄一号’在干旱处理和盐处理的条件下都能够正常发芽,该结果辅助证明了‘砧茄一号’在嫁接番茄的抗逆性和生长势方面有一定优势.叶内矿质营养主要通过根系主动吸收获得,而嫁接栽培作为一种换根栽培,必然对植株矿质营养含量产生影响,主要表现为嫁接苗根体积、总吸收面积高于自根苗,根系活力提高,增强了根系吸收养分的能力,同时改善了同化物在嫁接植株体内的运输和分配等<sup>[13]</sup>.鉴于此,本试验进行相关研究发现,‘砧茄一号’比‘托鲁巴姆’的幼苗根系发达,从幼苗株高和生长速度等生理指标结果也表明,‘砧茄一号’比‘托鲁巴姆’的幼苗长势好、根系发达.砧木对嫁接栽培番茄的品质和产量的影响有不同的结论,刘德兴等<sup>[14]</sup>研究表明嫁接苗经盐胁迫后降低了番茄的生长势和产量,但却显著提高了果实的品质.尤春等<sup>[15]</sup>认为‘托鲁巴姆’砧木嫁接降低了植株的结果数、单果质量及产量,抑制了植株的生长,降低了产量,而‘美砧一号’砧木嫁接提高了结果数、单果质量及产量.Turhan等<sup>[16]</sup>则发现,大多数高抗砧木材料会不同程度地降低番茄果实的品质.王汉荣等<sup>[17]</sup>认为,砧木嫁接对番茄果实品质无明显影响.鉴于此,在前人研究的基础上,本试验对‘砧茄一号’‘托鲁巴姆’与4种接穗的嫁接番茄植株根系、果实产量以及自根苗果实品质进行测定,发现‘砧茄一号’砧木番茄植株长势好,根系发达,更加能促进植株的生长,其果实产量也高于‘托鲁巴姆’砧木番茄的果实产量.另外还发现,以‘砧茄一号’为砧木,番茄果实的品质指标的平均值均呈上升趋势,而以‘托鲁巴姆’为砧木,番茄果实的可溶性固形物、可溶性糖质量分数、维生素C均显著降低,与罗爱华等<sup>[18]</sup>的研究结果基本一致.有关研究表明,番茄果实可溶性固形物每增加1%就相当于总产量增加25%,据美国统计,番茄可溶性固形物每增加1%,每年即可减少约7000万美元的加工费用<sup>[19]</sup>.维生素C是番茄中重要的抗氧化物质,人体不能合成,需要从蔬菜和水果中摄取<sup>[20]</sup>.赵润洲等<sup>[21]</sup>通过调节色素的形成,可以有目的地控制果实的色泽,提高番茄的品质.本研究表明‘砧茄一号’与‘托鲁巴姆’作为砧木与4种接穗品种嫁接对番茄果实类胡萝卜素的质量分数影响均无统计学意义,结果与吴绍军等<sup>[22]</sup>的研究结果相反,也许是因为品种的不同所产生的结果也有所不同.前人研究表明番茄果实呈色的物质基础是其中所含类胡萝卜素的种类及质量分数<sup>[23]</sup>,番茄的颜色越深,其中所含的类胡萝卜素质量分数越高,因此,用优良的砧木与番茄嫁接对果实营养品质的影响显得尤为重要.‘砧茄一号’作为砧木嫁接番茄可以促进生长,提高产量,提高植株的抗逆性,改善果实的外观和营养品质.研究结果进一步证实了不同砧木嫁接对番茄产量及品质的影响不一致,与王明耀等<sup>[24]</sup>和孙丽丽等<sup>[25]</sup>的观点一致.

本试验表明,‘砧茄一号’能克服‘托鲁巴姆’种子发芽困难、幼苗弱小、育苗期长等缺点,‘砧茄一号’发芽力和生长势显著强于‘托鲁巴姆’,生长初期的‘砧茄一号’幼苗明显比‘托鲁巴姆’幼苗的茎粗壮,植株高度更高,叶面积更大,生长速度更快,在生产上应用可以节省育苗时间和降低成本.筛选丰产、高抗的砧木是提高嫁接质量与效果的重要基础,目前市场上趋向于选择抗逆性和抗病性强,嫁接后果实产量高、品质好的砧木品种.‘砧茄一号’砧木番茄果实的可溶性固形物、可溶性糖、维生素C质量分数等营养品质高于‘托鲁巴姆’砧木番茄果实,其产量得到了提高,果形指数和果实硬度也发生了变化.综上所述,‘砧茄一号’可作为番茄嫁接栽培中优良砧木选择的参考品种.

## 参考文献:

- [1] 陈胜萍, 周国顺, 刘晓光, 等. 不同砧木嫁接对番茄产量、伤流液及矿质元素含量的影响 [J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2019, 39(5): 62-67.
- [2] VENEMA J H, DIJK B E, BAX J M, et al. Grafting Tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the Rootstock of a High-Altitude Accession of *Solanum Habrochaites* Improves Suboptimal-Temperature Tolerance [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2008, 63(1-3): 359-367.
- [3] POUDYAL D, AKASH M, KHATRI L, et al. *Solanum Habrochaites* Introgression Line Grafted as Rootstock in Cultivated Tomato Maintains Growth and Improves Yield under Cold and Drought Stresses [J]. *Journal of Crop Improvement*, 2017, 31(4): 589-607.
- [4] FLORES F B, SANCHEZ-BEL P, ESTAN M T, et al. The Effectiveness of Grafting to Improve Tomato Fruit Quality [J]. *Scientia Horticulturae*, 2010, 125(3): 211-217.
- [5] GONG B, LI X, VANDENLANGENBERG K M, et al. Overexpression of S - Adenosyl - L - Methionine Synthetase Increased Tomato Tolerance to Alkali Stress through Polyamine Metabolism [J]. *Plant Biotechnology Journal*, 2014, 12(6): 694-708.
- [6] 苗明军, 常伟, 李志, 等. 赤霉素对茄子砧木托鲁巴姆种子萌发的影响 [J]. 现代农业科技, 2012(13): 78-79.
- [7] 覃雅飞, 王华容, 陈世豪, 等. 番茄热激因子基因 *SlHsfC1* 的表达特性与耐寒功能分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(3): 59-67.
- [8] 李合生, 孙群, 赵世杰. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [9] 赵明德, 李惠梅, 马静, 等. 碱胁迫对燕麦幼苗生理指标的响应 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(10): 58-65.
- [10] 周宝利, 姜荷. 茄子嫁接栽培效果和抗病增产机制的研究进展 [J]. 中国蔬菜, 2001(4): 52-54.
- [11] 莫豪葵, 秦东, 刘春长, 等. 番茄不同砧木嫁接亲和性与共生性研究 [J]. 现代农业科技, 2013(22): 65-66, 68.
- [12] 高方胜, 王磊, 徐坤. 砧木与嫁接番茄产量品质关系的综合评价 [J]. 中国农业科学, 2014, 47(3): 605-612.
- [13] SAVVAS D, PAPASTAVROU D, NTATSI G, et al. Interactive Effects of Grafting and Manganese Supply on Growth, Yield, and Nutrient up Take by Tomato [J]. *HortScience*, 2009, 44(7): 1978-1982.
- [14] 刘德兴, 荆鑫, 焦娟, 等. 嫁接对番茄产量、品质及耐盐性影响的综合评价 [J]. 园艺学报, 2017, 44(6): 1094-1104.
- [15] 尤春, 李长根. 不同砧木嫁接对番茄生长及品质的影响 [J]. 中国瓜菜, 2019, 32(12): 60-63.
- [16] TURHAN A, OZMEN N, SERBECI M, et al. Effects of Grafting on Different Rootstocks on Tomato Fruit Yield and Quality [J]. *Horticultural Science*, 2011, 38(4): 142-149.
- [17] 王汉荣, 茹水江, 王连平, 等. 嫁接防治番茄青枯病的研究 [J]. 浙江农业学报, 2009, 21(3): 283-287.
- [18] 罗爱华, 李文甲, 任辉丽, 等. 茄子砧木嫁接番茄对生长发育特性及产量品质的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2017(7): 45-48.
- [19] 张旭伟, 徐明磊, 李红艳, 等. 番茄果实可溶性固形物的作用及研究概况 [J]. 科技资讯, 2011(15): 160-161.
- [20] 郭熙盛, 吴礼树. 施用氮钾肥料对蔬菜品质影响的研究进展 [J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(6): 593-598.
- [21] 赵润洲, 刘鸣韬. 番茄果实色泽与色素组成的关系 [J]. 河南农业科学, 2011, 40(9): 98-100.
- [22] 吴绍军, 孟佳丽, 王夏雯, 等. 托鲁巴姆嫁接对番茄生长、产量和品质的影响 [J]. 福建农业学报, 2019, 34(2): 192-197.
- [23] RAWAL R, GAUTAM D, KHADKA R, et al. Fruit Quality Characters of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Genotypes Differed by Maturity Stages [C]. 5th International Conference on Agriculture, Environment and Biological Sciences (ICAEB-16), Pattaya, 2016: 28-29.
- [24] 王明耀, 张桂海, 王学颖, 等. 免疫根结线虫的番茄砧木嫁接对接穗的影响 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 2991-2993.
- [25] 孙丽丽, 徐扬, 郭世荣, 等. 不同砧木嫁接对番茄成活率, 生长及果实品质的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(5): 55-62.