

# 几种砧木对哈姆林甜橙植株生长、产量及果实品质的影响

郑永强<sup>1,2,\*</sup>, 邓烈<sup>1</sup>, 何绍兰<sup>1</sup>, 周志钦<sup>2</sup>, 易时来<sup>1</sup>, 毛莎莎<sup>2</sup>, 赵旭阳<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院柑橘研究所, 国家柑橘工程技术研究中心, 重庆 400712; <sup>2</sup>西南大学园艺园林学院, 重庆 400715)

**摘要:** 以 7 种不同砧木的 8 年生哈姆林甜橙为试材, 对植株营养生长、产量和果实品质进行了比较。结果表明, 不同砧木对哈姆林甜橙生长和产量有不同影响, 其中以卡里佐枳橙为砧的植株树冠体积最大, 以光皮酸橘、枸头橙和李齐 16-6 枳为砧的植株树冠体积较小, 单位树冠体积产量以光皮酸橘为砧的植株最高, 单株挂果数则以李齐 16-6 枳和卡里佐枳橙为砧的最多。不同砧木对果实品质有显著影响, 其中以光皮酸橘为砧的果实体积和单果质量最大, 以兰普来檬为砧的果汁含量最高, 以李齐 16-6 枳和卡里佐枳橙为砧的果实可溶性固形物 (TSS) 含量最高, 以李齐 16-6 枳为砧的果实可滴定酸含量亦最高, 而李齐 16-6 枳和兰普来檬为砧的果实维生素 C 含量最高。从外观品质看, 枸头橙为砧的果实油斑病发生程度最高。综合评价认为, 以卡里佐枳橙、李齐 16-6 枳为砧的单株具产量高、果汁 TSS 含量高和风味浓郁等优点, 是哈姆林甜橙较为理想的砧木。

**关键词:** 橙; 砧木; 生长发育; 品质; 产量

**中图分类号:** S 666.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2010) 04-0532-07

## Effects of Seven Rootstocks on Tree Growth, Yield and Fruit Quality of 'Hamlin' Sweet Orange in South China

ZHENG Yong-qiang<sup>1,2,\*</sup>, DENG Lie<sup>1</sup>, HE Shao-lan<sup>1</sup>, ZHOU Zhi-qin<sup>2</sup>, YI Shi-lai<sup>1</sup>, MAO Sha-sha<sup>2</sup>, and ZHAO Xu-yang<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>National Engineering Research Center for Citrus Technology, Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400712, China; <sup>2</sup>College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Tree growth, yield and fruit quality of eight years old 'Hamlin' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) on 7 rootstocks were evaluated in south China. The results showed that the trees with the largest size presented on Carrizo Citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., CT], while the smallest plant crown were on Smooth Flat Seville [*C. sinensis* (L.) Osbeck × *C. paradisi* Macfayden, GS], Goutouchen Sour Orange [*C. aurantium* (L.), GT] and Rich Trifoliata 16-6 (*P.*

**收稿日期:** 2009 - 10 - 14; **修回日期:** 2010 - 03 - 22

**基金项目:** 西南大学中央高校科研基本业务费重点项目(XDJK2009B025); 科技部科技支撑计划项目(2007BAD47B02, 2008BAD92B08); 重庆市柑桔学重点实验室开放基金项目(CKLC200806); 科技人员服务企业行动项目(2009GJF1004)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: zhengyq@swu.edu.cn)

致谢: 本文为西南大学博士后项目内容, 中国农业科学院柑桔研究所邓烈研究员和西南大学周志钦教授为博士后合作导师, 并在博士后项目开题和研究过程中提供了技术指导, 谨致谢意。

*trifoliata*, LC). The trees on GS had the highest yield per crown size. The largest fruit in weight and size were gotten from trees on GS. However, fruit from the plants on CT and LC and rootstocks were the largest in number per tree, and fruit from trees on Rangpur Lime (*C. limonia* Osbeck, RL) had the largest juice content. The largest content of total acids in juice were gotten from the fruit on LC rootstock, the largest content of vitamin C from that on LC and RL rootstocks, and the largest of juice Brix content from that on LC and CT. The largest in T/A (Brix : acid ratio) fruits from trees on Sunchusha Tangerine (*C. reticulata* Sunchusa, SM), GT, GS and CT. Whilst, fruit from trees on GT had the largest degree of oleocellosis. Overall, rootstock affected fruit size and weight, juice content, Brix, total acids and Brix : acid ratio, results so far showed that CT and LC were the most promising rootstocks for Hamlin sweet orange in south China.

**Key words:** orange; rootstock; tree growth; fruit quality; yield

哈姆林甜橙是我国橙汁加工原料生产基地主栽的重要早熟品种。许多试验结果表明, 砧木对柑橘品种多种园艺学与病理学性状, 尤其是对接穗品种的生长势、产量、果实大小和品质以及抗性的影响直接决定着果园的经济效益 (Castle, 1987), 因此选择适宜的砧穗组合是柑橘优质高产的重要条件 (四川省农业科学院果树研究所品种室, 1982; 庄伊美等, 1993)。

柑橘砧木的选用需要考虑许多限制因子, 涉及砧木对特定生态条件的适应性、对病虫害和灾害因子的抗性、对接穗品种的栽培影响和果实特定用途的要求等, 然而在实际操作中通常只能考虑少数关键因子。因此, 迄今为止尚无完美的柑橘砧木。柑橘砧木更新需要不断地进行柑橘砧木种质资源的调查与筛选, 不断发掘和创造新型砧木资源, 高产、优质、果实美观等是商用柑橘果实理想的特征。

我国是世界上柑橘砧木资源最丰富的国家之一, 但长期以来柑橘生产仍以枳和红橘为主要砧木。许多产区的生产实践证明, 以枳为砧的大多数柑橘栽培品种具有后期不亲和及早衰现象 (Ashkenazi, 1988), 导致柑橘园产量较低和品质不佳等问题 (倪治华和潘云洪, 1995)。世界上许多柑橘生产国家则多以 Troyer 枳橙、Swingle 枳柚等有性杂种作为砧木 (李道高, 1994), 较好地发挥了树体大, 单产高, 稳产性好等优势。近年来, 我国先后引进了一些柑橘砧木资源, 有些砧木品种甚至已经大量用于生产, 我国通过选种、杂交、细胞融合等方式还育出了一批砧木种质材料。但是这些柑橘砧木及种质资源是否适于我国柑橘栽培以及对产量和果实品质等的影响, 还缺乏系统研究。

本试验中选用 7 种砧木, 对不同砧木对哈姆林甜橙植株生长发育、单株产量和果实外观内质的影响进行了系统的比较研究, 以期选择适宜砧木提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在重庆忠县新立镇三峡建设集团柑橘示范园进行。试验地的土壤营养状况: 碱解氮 ( $56.4 \pm 5.4$ )  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效磷 ( $24.3 \pm 2.6$ )  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效钾 ( $250.9 \pm 12.4$ )  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效钙 ( $5.9 \pm 0.5$ )  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效镁 ( $175.6 \pm 5.3$ )  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

供试品种为哈姆林甜橙 [*Citrus sinensis* (L.), Hamlin Sweet Orange]。供试砧木品种分别为: 兰普来檬 (*Citrus limonia* Osbeck, Rangpur Lime), 沃尔卡姆柠檬 (*C. volkameriana* Pasquale, Volkamer

Lemon), 卡里佐枳橙 [*C. sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., Carrizo Citrange], 光皮酸橘 [*C. sinensis* (L.) Osbeck × *C. paradisi* Macfayden, Smooth Flat Seville], 枸头橙 (*Citrus aurantium*, Goutoucheng Sour Orange), 孙楚沙橘 (*C. reticulata* Sunchusha, Sunchusha Tangerine), 李齐 16-6 枳 (*P. trifoliata*, Rich Trifoliata)。

1999 年嫁接, 2000 年秋定植容器苗, 每种砧穗组合定植 6 株/小区, 株行距 3 m × 4 m, 重复 6 次, 随机排列。常规田间管理。

## 1.2 指标测定

重庆地区哈姆林甜橙果实成熟期一般在 12 月中旬, 嫁接于 7 种不同砧木的哈姆林甜橙在本试验管理条件下 7 年后进入结果盛期, 因而本试验中于 2008 年 12 月中旬测定植株高 (H) 和冠层直径 (R)。根据 Wutscher (1995) 计算冠层体积  $V = (R^2 \times H) / 4$ 。在嫁接口上、下 10 cm 处分别测定接穗与砧木部分的主干茎粗, 并计算二者的比值。

于 2007 和 2008 年度 12 月中旬记录单株挂果数、单果质量, 计算两年的单株产量 ( $Y_{2007}$  和  $Y_{2008}$ ) 及每公顷的产量 (HY)。则平均单株产量  $Y = (Y_{2007} + Y_{2008}) / 2$ 。生产效率 (单位树冠体积产量)  $YE = Y/V$ 。

记录单果质量、果实横径 (d)、果实纵径 (D) 和果形指数 (d/D)。用果实榨汁机榨汁, 计算果皮、果汁、种子以及果渣占单果质量的百分比。

果实可溶性固形物 (TSS) 含量采用数显糖度计测定, 果汁维生素 C 含量用 2,6 - 二氯酚法测定, 果汁可滴定酸 (TA) 含量用酸碱滴定法测定, 计算固酸比 TSS/TA。

用日本 Konica Minolta CR-10 测定果实色差。

计算油斑病果实数占总果实数的比值 (RO), 同时统计单果果实表面油斑病斑直径 >0.25 cm 和 ≤0.25 cm 的病斑个数, 记为  $x_1$  和  $x_2$ , 计算单果果实油斑病程度  $DO = 0.5 x_1 + 0.25 x_2$ 。DO 值越大表明单果油斑病发病程度越高 (Zheng et al., 2010)。

## 1.3 数据分析

数据采用 SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 软件进行分析, 处理间的差异显著性分析采用邓肯氏 *t* 测验。

# 2 结果与分析

## 2.1 几种砧木对植株生长势的影响

从表 1 可看出, 不同砧木的哈姆林甜橙植株生长势出现了较大差异。

哈姆林/兰普来檬和哈姆林/卡里佐枳橙的株高最高, 分别达 3.92 m 和 3.63 m。哈姆林/卡里佐枳穗组合植株冠幅最大, 达到 3.68 m。哈姆林/卡里佐枳橙体积最大, 达 12.31 m<sup>3</sup>, 显著高于其它砧穗组合。

供试的几种砧穗组合中, 嫁接口以上的接穗部分和其下的砧木部分的周长之比 (SC/ST) 存在显著差异, 而接穗和砧木主干茎粗比值是砧穗组合亲和性一个指标, 其中 SC/ST 接近 1 表明该砧穗组合亲和性较好 (Bisio et al., 2003), 本试验哈姆林/兰普来檬和哈姆林/孙楚沙的 SC/ST 比值分别达 0.93 和 0.92, 表明其组织亲和性较好。

表 1 不同砧木对 8 年生哈姆林甜橙植株生长势的影响

Table 1 Effects of some citrus rootstocks on the vegetative growth of eight years old 'Hamlin' sweet orange

砧木 Rootstock	株高/m Tree height	冠幅/m Canopy diameter	植株体积/m <sup>3</sup> Tree volume	茎粗/mm Girth		接穗砧木茎粗比 Scion/stock girth ratio(SC/ST)
				接穗 Scion	砧木 Stock	
李齐 16-6 枳 Rich Trifoliata	2.61 c	2.86 b	5.34 c	38.00 b	51.00 a	0.79 bc
孙楚沙橘 Sunchusha Tangerine	2.95 b	3.00 b	6.64 c	48.00 a	52.33 a	0.92 a
枸头橙 Goutoucheng Sour Orange	2.78 bc	2.55 c	4.53 d	35.67 bc	51.33 a	0.69 c
光皮酸橘 Smooth Flat Seville	2.01 d	2.25 c	2.54 e	33.33 c	40.67 b	0.82 b
卡里佐枳橙 Carrizo Citrange	3.63 a	3.68 a	12.31 a	43.33 ab	52.67 a	0.82 b
沃尔卡姆柠檬 Volkamer Lemon	3.27 ab	3.21 ab	8.42 b	39.67 b	48.00 a	0.83 b
兰普来檬 Rangpur Lime	3.92 a	3.05 b	9.08 b	38.33 b	41.33 b	0.93 a

注: 不同小写字母表示 0.05 显著差异水平。

Note: Different small letters mean significant at 5% level.

## 2.2 砧木对产量的影响

由表 2 可见, 不同砧木对平均挂果数和单果质量有显著影响, 其中哈姆林/卡里佐、哈姆林/孙楚沙和哈姆林/李齐 16-6 挂果数相对较多, 哈姆林/光皮酸橘的单果质量最大。哈姆林/枸头橙株产最高, 单株产量达 41.19 kg。哈姆林甜橙/光皮酸橘单位体积产量最高, 哈姆林/枸头橙次之, 分别达到 12.25 和 9.09 kg·m<sup>-3</sup>。

表 2 不同砧木对哈姆林甜橙植株平均产量性状的影响

Table 2 Effects of some citrus rootstocks on average fruit yield of 'Hamlin' sweet orange

砧木 Rootstock	挂果数 Fruit number/Tree	单果质量/g Fruit weight	单株产量/kg Fruit yield	生产效率/(kg·m <sup>-3</sup> ) Yield efficiency
李齐 16-6 枳 Rich Trifoliata	319.34 a	101.92 c	32.55 bc	6.09 c
孙楚沙橘 Sunchusha Tangerine	321.00 a	111.31 c	35.73 b	5.38 cd
枸头橙 Goutoucheng Sour Orange	281.17 ab	146.51 b	41.19 a	9.09 b
光皮酸橘 Smooth Flat Seville	184.00 c	169.13 a	31.12 c	12.25 a
卡里佐枳橙 Carrizo Citrange	341.50 a	104.27 c	35.61 b	2.89 e
沃尔卡姆柠檬 Volkamer Lemon	263.34 b	99.92 c	26.31 d	3.12 e
兰普来檬 Rangpur Lime	210.50 c	103.33 c	21.75 e	2.40 e

注: 不同小写字母表示 0.05 显著差异水平。

Note: Different small letters mean significant at 5% level.

## 2.3 砧木对果实外观性状的影响

本试验供试的 7 种砧木对哈姆林甜橙果实的果皮色泽影响均未达显著水平 (数据略)。

由表 3 可以看出, 不同砧木对哈姆林甜橙果实体积大小有显著影响。哈姆林/枸头橙和哈姆林/光皮酸橘果实横径和纵径显著高于其它砧穗组合, 果实体积明显较大。但砧木对哈姆林甜橙果实的果型指数影响不大。

供试的 7 种砧木对哈姆林甜橙果实表面油胞下陷 (油斑病) 有显著的影响 (表 3), 其中哈姆林/枸头橙的单果油斑病发生程度显著高于其它砧穗组合, 哈姆林/沃尔卡姆次之, 前二者的单果油斑病程度 DO 分别达到 1.29 和 0.98; 哈姆林/李齐 16-6 和哈姆林/光皮酸橘单果油斑病发生程度相对较低, 分别为 0.62 和 0.57, 而哈姆林/孙楚沙和哈姆林/兰普来檬单果油斑病发生程度显著低于其它砧穗组合。从果实油斑病发生率 (RO) 看, 哈姆林/李齐 16-6 显著高于其它砧穗组合, 哈姆林/光皮酸橘

和哈姆林/卡里佐次之；尽管哈姆林/枸头橙单果油斑病发生程度较高，但油斑病发生率相对较低；果实油斑病发生率最低的砧穗组合为哈姆林/沃尔卡姆和哈姆林/兰普来檬。

表 3 7 种砧木对哈姆林甜橙果实外观性状的影响

Table 3 Effects of seven citrus rootstocks on fruit external quality of 'Hamlin' sweet orange

砧木 Rootstock	果形参数 Fruit shape			油斑病参数 Oleocellosis	
	高度/cm Height	横径/cm Diameter	果形指数 Shape index	发生率 RO	发生程度 DO
李齐 16-6 枳 Rich Trifoliata	5.54 b	5.81 b	1.05 a	0.80 a	0.62 b
孙楚沙橘 Sunchusha Tangerine	5.80 b	6.33 ab	1.09 a	0.40 bc	0.13 d
枸头橙 Goutoucheng Sour Orange	6.58 a	6.93 a	1.05 a	0.33 c	1.29 a
光皮酸橘 Smooth Flat Seville	6.68 a	6.96 a	1.04 a	0.50 b	0.57 b
卡里佐枳橙 Carrizo Citrange	5.88 b	6.21 b	1.06 a	0.47 b	0.36 c
沃尔卡姆柠檬 Volkamer Lemon	5.62 b	6.02 b	1.07 a	0.14 d	0.98 ab
兰普来檬 Rangpur Lime	5.57 b	6.01 b	1.08 a	0.20 d	0.11 d

注：不同小写字母表示 0.05 显著差异水平。

Note: Different small letters mean significant at 5% level.

## 2.4 砧木对果实内在品质的影响

由表 4 可以看出，同期采收的哈姆林/李齐 16-6 果实可滴定酸含量为 1.00%，显著高于其它砧穗组合；而其他砧穗组合差异不显著。哈姆林/李齐 16-6 和哈姆林/兰普来檬果实维生素 C 含量最高，达 8.3 和 8.4  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  果汁，其它砧穗组合差异不显著。而哈姆林/李齐 16-6 和哈姆林/卡里佐组合的果实可溶性固形物（TSS）含量最高。不同砧穗组合果实的固酸比以哈姆林/孙楚沙、哈姆林/枸头橙和哈姆林/卡里佐最高。

数据结果（表 4）表明，不同砧木对哈姆林甜橙果汁含量有明显影响，以哈姆林/兰普来檬砧穗组合的果汁含量最高，达 52.45%；哈姆林/卡里佐、哈姆林/孙楚沙、哈姆林/李齐 16-6 和哈姆林/枸头橙果汁含量在 41.20%~47.87%之间；而哈姆林/沃尔卡姆果汁含量最低，仅为 38.13%。从哈姆林/沃尔卡姆植株果实榨汁后果渣以及果皮占单果质量百分率最高、哈姆林/兰普来檬果渣和果皮占单果质量百分率最低亦可看出同样的趋势。

表 4 7 种砧木对哈姆林甜橙果实内在品质性状的影响

Table 4 Effects of seven citrus rootstocks on fruit internal quality of 'Hamlin' sweet orange

砧木 Rootstock	可滴定酸/ % TA	维生素 C/ ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) Vitamin C	可溶性固 形物/% TSS	固酸比 TSS/TA	果实加工性状 Processing quality			
					果皮/% Peel	残渣/% Rag	果汁/% Juice	种子/% Seed
李齐 16-6 枳 Rich Trifoliata	1.00 a	8.3 a	11.37 a	11.39 c	32.88 b	16.65 a	41.77 bc	8.00 b
孙楚沙橘 Sunchusha Tangerine	0.76 b	6.6 b	10.17 b	13.32 ab	32.41 b	19.00 a	42.04 bc	6.00 c
枸头橙 Goutoucheng Sour Orange	0.76 b	7.3 ab	10.47 ab	13.71 a	28.93 c	16.41 a	47.87 ab	6.30 c
光皮酸橘 Smooth Flat Seville	0.76 b	7.0 b	9.90 b	12.97 b	35.00 a	17.73 a	41.20 c	5.60 c
卡里佐枳橙 Carrizo Citrange	0.81 b	6.8 b	11.10 a	13.75 a	31.83 b	16.64 a	45.57 b	5.43 c
沃尔卡姆柠檬 Volkamer Lemon	0.79 b	7.1 b	10.07 b	12.70 b	36.56 a	14.08 ab	38.13 d	10.30 a
兰普来檬 Rangpur Lime	0.82 b	8.4 a	9.30 c	11.31 c	31.82 b	12.35 a	52.45 a	3.10 d

注：不同小写字母表示 0.05 显著差异水平。

Note: Different small letters mean significant at 5% level.

### 3 讨论

本试验研究结果证明, 供试的不同砧木对哈姆林甜橙树体大小、树体结构特征、结果能力和果实品质等性状都有不同的影响。

关于柑橘砧木影响接穗生长势的机理研究集中于 3 个方面, 即叶片过氧化物酶活性(李文斌等, 1989; 胡国谦等, 1993; 赵大中等, 1997; 吕斌等, 1999)、激素代谢 (Amir et al., 1988; 朱丽华和章文才, 1991) 和病毒致矮 (Ashkenazi & Oren, 1988), 本试验对国内外主要砧木品种与近年橙汁加工原料基地的主要早熟品种哈姆林甜橙的砧穗适应性研究中发现, 兰普来檬和卡里佐砧木显著提高了哈姆林甜橙的植株高度, 而以卡里佐作砧的哈姆林甜橙植株树冠体积可达  $12.31 \text{ m}^3$ , 显著高于其它砧穗组合; 以光皮酸橘、枸头橙和李齐 16-6 枳为砧木的哈姆林甜橙植株, 树冠体积相对较小, 分别为  $2.54$ 、 $4.53$  和  $5.34 \text{ m}^3$ 。这些结果表明, 不同砧木导致的植株体积大小不同, 可适应不同的栽培模式。哈姆林/卡里佐枳橙树冠高大, 可用于稀植栽培, 而光皮酸橘、李齐 16-6 枳则适合密植栽培。

Roose 等 (1989) 研究证明砧木可以显著影响柑橘生产效率。本试验结果表明, 以卡里佐枳橙、孙楚沙和李齐 16-6 枳为砧木的哈姆林甜橙单株挂果量较高, 以卡里佐、李齐 16-6 枳等为砧的植株果实的出汁率也相对较高, 表明哈姆林甜橙以枳或枳橙为砧可获得较好的丰产性和果汁率, 这两种砧木适宜用作汁用品种哈姆林甜橙的砧木。此外, 以光皮酸橘和枸头橙为砧的哈姆林甜橙植株, 果实单果较重, 除用作加工原料外, 外观性状好也适宜于鲜销。

本试验结果显示, 哈姆林/卡里佐枳橙和哈姆林/李齐 16-6 枳等砧穗组合的果实可溶性固形物含量达  $11^\circ \text{ Brix}$  以上, 显著高于其它砧穗组合, 有利于形成优良的果实风味, 也有利于降低浓缩橙汁生产中水分蒸发工序的耗能和成本。同期采收的果实, 哈姆林/孙楚沙、枸头橙、光皮酸橘和卡里佐枳橙的固酸比 (TSS/TA) 在  $12.7 \sim 13.8$  之间, 高于其他几种砧穗组合, 显示出这些砧木有促进哈姆林甜橙果实早熟的特性。然而, 是否更适应非浓缩橙汁加工的需求还需作进一步研究。在本试验中, 哈姆林/兰普来檬和哈姆林/李齐 16-6 枳等砧穗组合的果实维生素 C 含量显著高于其它砧穗组合, 达  $8.4$  和  $8.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , 有利于非浓缩橙汁质量的提高。

此外, 本试验发现, 以枸头橙为砧的哈姆林甜橙单果油斑病发生程度较高, 表明砧木会显著影响接穗品种果实油斑病的发生, 提示我们在鲜销柑橘品种的砧穗组合搭配上应予以重视, 在本研究中首次采用油斑病程度 (DO) 作为反映柑橘果实油斑病发生情况的指标, 该指标的采用有利于进一步对柑橘果实油斑病发生机制的研究。

本试验首次对汁用品种哈姆林甜橙的砧木搭配组合进行了系统观察, 主要揭示了不同砧木对该品种生长、结果和品质等表观性状的影响, 表明科学合理的砧穗组合可提高柑橘园生产力水平和果实品质。但由于加工原料果和鲜销果对生产成本和果实外观内质的要求各有侧重, 因此应根据具体情况选择不同的砧木。本试验研究结果为哈姆林甜橙适宜砧木的选择提供了依据, 为有针对性地提出合理的砧穗组合、栽培管理技术与调控措施, 以提高产量、改善品质和更好满足市场需求提供了参考。

砧穗互作影响的生理机制还需进一步系统研究。

### References

- Amir A, Shkenazi S A, Shaked A, Kahn M. 1988. Exocortis viriod (CEV) dwarf trees in Yizreel Valley, Israel. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 2: 913 - 915.
- Ashkenazi S, Oren Y. 1988. The use of citrus exocortis virus (CEV) for tree size control in Israel Practical Aspects // Goren N. Proceedings of the

- Sixth International Citrus Congress, 2: 917 - 919.
- Ashkenazi S. 1988. Incompatibility of some stock-scion citrus combinations in Israel // Goren N. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 1: 57 - 60.
- Bisio L, Vignale B, Carrau F, Diez J C. 2003. Evaluation of nine rootstocks for 'Owari' satsoma mandarin in Uruguay. Proceedings of the International Society of Citriculture. IX Congress, 1: 479 - 481.
- Castle W S. 1987. Citrus rootstocks. Rom R C, Carlson R F. Rootstocks for fruit crops. Wiley, New York: 361 - 399.
- Fruit Research Institute, Sichuan Agricultural Academy. 1982. Studies on rootstocks for 'Xianfeng' orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] in Sichuan Province. Acta Horticulturae Sinica, 9 (1): 1 - 9. (in Chinese)
- 四川省农业科学院果树研究所品种研究室. 1982. 甜橙砧木研究. 园艺学报, 9 (1): 1 - 9.
- Hu Guo-qian, Zhang Gu-xiong, Zhou Zhong-jian, Zheng Su-ping. 1993. Relation between dwarf characteristics of citrus rootstock and peroxidase isozyme in leaves. Journal of Nanjing Agricultural University, 16 (1): 123 - 126. (in Chinese)
- 胡国谦, 张谷雄, 周中建, 郑素萍. 1993. 柑橘砧木矮化性与叶片过氧化物酶同工酶特性的关系. 南京农业大学学报, 16 (1): 123 - 126.
- Li Dao-gao. 1994. Citrology. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 李道高. 1994. 柑橘学. 北京: 中国农业出版社.
- Li Wen-bin, Zhang Ying-nan, Liu Geng-feng, He Shan-wen. 1989. A comparison of the peroxidase isozyme of dwarf and semi-dwarf rootstocks of citrus. Acta Horticulturae Sinica, 16 (4): 261 - 265. (in Chinese)
- 李文斌, 张映南, 刘庚峰, 贺善文. 1989. 柑橘矮化砧及半矮化砧果氧化物酶同工酶及活性的比较. 园艺学报, 16(4): 261 - 265.
- Lü Bin, Chen Xue-nian, Li Zhi-yi, Zhou Xue-wu, Xu Li-jun. 1999. The relationship between peroxidase activity and growth vigour of orange cv. Xianfeng grafted on different rootstocks. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 12 (2): 63 - 67. (in Chinese)
- 吕斌, 陈学年, 李质怡, 周学伍, 徐利均. 1999. 不同砧木先锋橙叶片 POD 活性与树体生长势的关系. 西南农业学报, 12 (2): 63 - 67.
- Ni Zhi-hua, Pan Yun-hong. 1995. Effect of balance fertilization on young Satsuma in red soil roam orchard. China Citrus, 24 (1): 14 - 17. (in Chinese)
- 倪治华, 潘云洪. 1995. 平衡施肥对低丘红壤幼龄温州蜜柑园产量和果实品质的影响. 中国柑橘, 24 (1): 14 - 17.
- Roose M L, Cole P A, Atkir D, Kupper R S. 1989. Yield and tree size of four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. J Am Soc Hort Sci, 114: 678 - 684.
- Wutscher H K. 1995. Performance of 'Hamlin' orange on 16 rootstocks in eastcentral Florida. HortScience, 30: 41 - 43.
- Zhao Da-zhong, Chen Min, Luo Xian-shi. 1997. Physiological and biochemical studies on preselected indices for dwarfism in citrus rootstocks. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 17: 28 - 33. (in Chinese)
- 赵大中, 陈民, 罗先实. 1997. 柑橘矮化砧木的生理生化预选指标的研究. 西北植物学报, 17: 28 - 33.
- Zheng Yong-qiang, He Shao-lan, Yi Shi-lai, Zhou Zhi-qin, Mao Sha-sha, Deng Lie. 2010. Characteristics and oleocellosis sensitivity of citrus fruits. Scientia Horticulturae, 123: 312 - 317.
- Zhu Li-hua, Zhang Wen-cai. 1991. Physiological and biochemical studies on the rootstock effects on early bearing of grafted citrus cultivars. Acta Horticulturae Sinica, 18 (4): 296 - 302. (in Chinese)
- 朱丽华, 章文才. 1991. 砧木对柑橘嫁接幼树早果影响的生理生化研究. 园艺学报, 18 (4): 296 - 302.
- Zhuang Yi-mei, Wang Ren-gong, Xie Zhi-nan, Chen Li-xuan, Xu Wen-bao. 1993. Effects of rootstock on the growth, fruiting and leaf mineral content of Ponkan Mandarin. Acta Horticulturae Sinica, 20 (3): 209 - 215. (in Chinese)
- 庄伊美, 王仁巩, 谢志南, 陈丽璇, 许文宝. 1993. 砧木对椪柑生长结果及叶片矿质成分的影响. 园艺学报, 20 (3): 209 - 215.