

# 不同砧木对金柑树体和果实品质的影响

徐志龙 苏士莹 伊华林

华中农业大学园艺林学学院/园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070

**摘要** 为筛选金柑栽培的适宜砧木,对广西阳朔金柑(*Fortunella margaritata*)实生树及分别嫁接在金柑、枳和酸橘等砧木上的金柑树体生长势和果实品质的差异进行了为期 2 a 的比较研究。结果表明:嫁接砧木不同,金柑果实品质及树体长势不同,其中金柑实生树植株较挺拔,果树产量最低,果皮最厚,单果质量、果实纵横比最小,果实固酸比最大,可滴定酸(TA)含量最低;本砧金柑的果实具有最大单果质量和最大横径,果皮亮度最差、颜色最浅,维生素 C 和可溶性固形物(TSS)含量最低;嫁接在枳上的金柑具有最差砧穗亲和性、最薄果实果皮、最高 TA 含量、最低可食率等特性;以酸橘为砧木的金柑树体旺盛,产量最高,品质较好,果皮亮度最好、颜色最深,维生素 C 含量、TSS 含量和可食率均最高,品质最好。综合评价,酸橘是阳朔金柑的适宜砧木,可在生产上推广应用。

**关键词** 金柑; 砧木; 果实品质

**中图分类号** S 666.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)05-0032-04

果树砧木对接穗的农艺学、生物学性状都具有重要的影响,并通过影响接穗进而直接影响果园的经济效益<sup>[1-2]</sup>,如果树树势、产量、果树适应性和抗性、果实品质等。传统上金柑种植采用的苗木主要用实生金柑苗,其次是本砧及枳砧嫁接苗<sup>[3]</sup>。但金柑实生树刺多而长,不仅影响栽培管理和果实采摘,需待五六年后才能结果,见效慢,投产期长,且所结果实品质差,尤其是后代变异大,易造成品种混杂退化<sup>[4-5]</sup>。枳砧金柑一般不耐瘠薄、不耐盐碱、抗旱性差、易感病、嫁接后期不亲和<sup>[2]</sup>。因此,筛选合适的砧木在金柑栽培中具有重要的意义<sup>[6]</sup>。阳朔金柑是桂林传统名优水果之一,属芸香科(Rutaceae)柑橘亚科(Aurantioideae)柑橘族(Citreae)金柑属(*Fortunella*)植物,既可鲜食,也可加工成蜜饯、罐头,并具有药用价值;同时,金柑树形美观、四季常青,具有一定的观赏价值<sup>[7-9]</sup>。阳朔金柑产区金柑树有实生树、本砧、枳砧和酸橘砧金柑等砧穗组合,但关于不同砧木对金柑树体长势和综合品质的影响还没有报道。本研究于 2011 年和 2012 年连续 2 a 对金柑不同砧穗组合的树体长势和果实品质进行了比较试验,以期获得阳朔金柑栽培配套最优砧木以及为提

高果实品质提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料、样品采集与处理

本试验所用材料位于阳朔县白沙镇,供试样品分别为以枳(*P. trifoliata* Raf)、本砧、酸橘(*C. reticulata* Blanco)、金柑为砧木的嫁接树和金柑实生树,树龄均为 15 a,株行距为 3 m × 3 m,各组合选 6 株试验树。分别在 2011 年 11 月 15 日和 2012 年 11 月 21 日进行 2 次取样,采样时每棵树取 15 个果实。

### 1.2 金柑树体长势、果实品质测定

金柑树体冠幅和树高用皮尺测量,分别取嫁接口上下各 5 cm 处粗度为砧木和接穗粗度<sup>[10]</sup>。单果质量由电子天平测得,果实纵横径采用游标卡尺测量。使用日本产 MINOLTA CR-300 型色彩色差计测定果实颜色,参考徐娟<sup>[11]</sup>的方法,但略有改进,使用“CIE Lab”表皮色泽系统测定果实表皮的 *a*、*b*、*L* 值<sup>[12]</sup>。采用手持折光仪测定果实可溶性固形物(TSS)含量,用酸碱滴定法测定果汁可滴定酸(TA)含量,果汁维生素 C 含量用 2,6-二氯酚法测定,

收稿日期: 2013-07-22

基金项目: 农业部公益性项目(201203075)和国家柑橘现代产业技术体系项目(SARS-27)

徐志龙,硕士研究生,研究方向: 果树遗传育种。E-mail: xuzhilong0603@webmail.hzau.edu.cn

通信作者: 伊华林,博士,教授,研究方向: 果树种质创新与遗传育种。E-mail: yihualin@mail.hzau.edu.cn

计算固酸比 TSS/TA。采用混合样品方式测定果实内在品质,文中数据均为平均值。

### 1.3 数据分析

数据分析主要是利用 SAS 软件完成,用 ANOVA 程序对获得的数据进行差异显著性分析,多重比较分析可采用 LSD 法完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同砧木对金柑树体生长势的影响

如表 1 所示,金柑不同砧穗组合的树体长势存在差异。相同的环境条件下,实生树和本砧的生长势比酸橘砧和枳砧金柑弱。不同砧穗组合的砧穗亲和性也存在差异,本砧和酸橘砧与接穗亲和性较好,嫁接接口处非常光滑,基本不存在凹凸现象,而枳砧的亲性和最差,存在“大脚”现象。连续 2 a 的抽样调查结果显示,嫁接不同砧木的金柑树产量不同,实生树、本砧、枳砧和酸橘砧金柑的年平均产量分别为

57.75、61.50、60.00 和 71.25 t/hm<sup>2</sup>。

### 2.2 不同砧木对金柑果实外观品质的影响

如表 2 所示,不同的砧木嫁接树和实生树的果实果皮亮度之间存在显著或不显著的差异,果皮均表现出有光泽的橙红色,其中酸橘砧亮度最高,本砧最低。实生树和不同砧穗组合果树对果实的色泽亦存在显著或不显著的影响,其中本砧红色度 *a* 值最低,枳砧的最高,酸橘砧和实生树处于两者之间;本砧果实的黄色度指标 *b* 值最低,酸橘砧的最高,实生树次之。

如表 3 所示,不同砧木的金柑果实单果质量存在一定的差异,其中枳砧和实生砧的单果质量最小,本砧的果实最大,酸橘砧果实居中。不同砧木的果实均为椭圆形或圆形,果形指数均在 1.08~1.11 之间,差异不显著。果皮厚度与果实的可食率呈负相关,枳砧果实果皮最薄,酸橘砧果实的居中,实生树果实果皮最厚。

表 1 不同砧木对金柑树体生长势的影响<sup>1)</sup>

Table 1 The effect of different citrus rootstocks on the growth of kumquat

砧木 Rootstock	株高/cm Tree height	砧木粗度/cm Stock girth	接穗粗度/cm Scion girth	穗砧比 Scion/stock girth ratio	冠幅/cm Canopy diameter	
					南 South	北 North
实生树 Seedling tree	270.33±3.94 b	28.17±0.90 b	28.17±0.90 c	1.00±0.00 a	253.33 b	230.00 b
枳 Trifoliolate orange	255.67±22.22 b	62.67±6.10 a	45.17±5.61 b	0.72±0.08 b	350.67 a	327.50 a
本砧 Kumquat	230.50±18.29 c	26.83±4.30 b	26.00±4.28 c	0.97±0.02 a	263.33 b	226.67 b
酸橘 Sour tangerine	304.17±20.50 a	56.50±9.38 a	54.67±5.12 a	1.00±0.26 a	380.00 a	346.67 a

1) 同列数据后不同小写字母表示 0.05 水平差异显著,下同。The same small letters in the same column mean significant at 5% level, the same as below.

表 2 不同砧木对金柑果实色泽的影响

Table 2 The effect of different citrus rootstocks on fruit color of kumquat

砧木 Rootstock	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a/b</i>
实生树 Seedling tree	20.15±2.55 a	35.86±1.65 ab	60.20±2.71 b	0.56±0.07 ab
枳 Trifoliolate orange	21.61±3.41 a	35.39±2.01 a	60.61±2.21 a	0.61±0.11 a
本砧 Kumquat	17.89±5.83 b	35.14±2.20 b	59.34±3.30 b	0.51±0.16 b
酸橘 Sour tangerine	20.66±4.70 a	36.60±1.40 a	61.93±2.30 a	0.57±0.14 ab

表 3 不同种砧木金柑果实外观品质的比较

Table 3 Comparison of different rootstocks on fruit external quality of kumquat

砧木 Rootstock	单果质量/g Fruit weight	果皮厚度/cm Rind thickness	横径/cm Transverse diameter	纵径/cm Vertical diameter	果形指数 Fruit shape index	可食率/% Edible rate
实生树 Seedling tree	17.81±1.60 b	0.571±0.08 a	3.073±0.10 b	3.334±0.14 b	1.09±0.04 a	96.88
枳 Trifoliolate orange	19.26±2.62 ab	0.509±0.05 a	3.150±0.21 ab	3.385±0.13 ab	1.11±0.05 a	96.53
本砧 Kumquat	21.59±3.41 a	0.533±0.07 a	3.280±0.19 a	3.523±0.13 a	1.08±0.06 a	96.73
酸橘 Sour tangerine	21.31±2.35 a	0.562±0.06 a	3.256±0.11 a	3.525±0.10 a	1.08±0.03 a	97.44

### 2.3 不同砧木对金柑果实内在品质的影响

如表 4 所示,不同的砧木嫁接树和实生树果实的内在品质存在显著或不显著的差异。可溶性固形物和维生素 C 的含量差异不大,且都是本砧金柑的

含量较低。而可滴定酸含量的差异最大,表现为枳砧金柑>酸橘砧金柑>本砧金柑>实生树金柑。导致固酸比在这些不同砧木金柑果实之间也有较大的差异,且比值大小和可滴定酸的含量呈负相关。

表 4 不同砧木对金柑果实内在品质的影响

Table 4 The effect of different rootstocks on fruit internal quality of kumquat

砧木 Rootstock	维生素 C/(mg/100 g) Vitamin C	可溶性固形物/% TSS	可滴定酸/% TA	固酸比 TSS/TA
实生树 Seedling tree	33.73±1.45 ab	13.42±0.45 a	0.35±0.00 c	38.88±0.80 a
枳 Trifoliate orange	32.65±4.10 ab	13.75±0.69 a	0.56±0.09 a	25.41±5.72 c
本砧 Kumquat	32.01±2.35 b	11.92±0.93 b	0.42±0.07 b	28.88±2.73 bc
酸橘 Sour tangerine	36.02±3.46 a	14.25±0.75 a	0.46±0.04 b	31.64±4.09 b

## 3 讨论

本研究结果表明,不同砧木对金柑的树体长势和果实品质会产生一定的影响。本试验中 4 种不同砧穗组合金柑的气候条件、生长环境、地理位置和栽培管理水平一致,因此,金柑的树体生长、产量和果实品质主要取决于所选择的砧木。

柑橘砧木影响接穗的生长势可通过多种方式,如激素代谢、叶片过氧化物酶活性和病毒致矮等<sup>[13]</sup>。李荣耀<sup>[14]</sup>在对柑橘矮化砧根的研究中发现,酸橘砧的根比枳砧的水分上升快,是由于其电阻大、皮木比小,推测酸橘砧具有更强的适应能力,可以更好地吸收土壤中的水分和营养物质,向地上部分输送,因而可促进接穗的生长。在新会橙的研究中可知,嫁接在不同砧木上的新会橙,其树体生长势也存在一定的差异。沈丽娟等<sup>[15]</sup>研究表明枳砧新会橙的根系分布浅而稀,树冠较小,生长势较弱;而酸橘砧新会橙的根系发达,树冠形成快,植株生长旺盛,但结果期延迟。在本试验中,枳砧和酸橘砧金柑树体生长势比本砧和实生金柑树旺盛,因而在栽培管理上需注意保持好株行距,适当控制树冠生长,避免植株生长过旺。

洪林等<sup>[16]</sup>的研究表明砧木可通过影响矿质营养代谢进而影响柑橘树体长势,试验中 6 种砧木对接穗尤力克柠檬的树体长势及成花特性影响显著,其中卡里佐枳橙 N 含量积累最多,而 N 对柑橘的营养生长、产量和品质的影响较大,因此,接穗生长势较旺盛、生长量大;香橙和沃尔卡默在柑橘休眠期 P 含量较高,因此春花数量最大;Ca 是细胞壁组成的重要元素,植株缺 Ca 时生长点破坏,导致枝条生长受阻;Mg 和 Mn 元素积累促进光合作用的进行,促进植株枝条、花芽分化和果实生长;Zn 有利于细胞

分裂、N 素同化及生长素合成;不同砧木的柠檬树体其叶片在不同时期营养元素的含量动态不同,这间接影响了接穗的生长。这可能也是本试验中嫁接金柑比实生树长势旺盛的一个重要原因。

本试验中金柑嫁接树与实生树果实相比,单果质量较大,可滴定酸和可溶性固形物(除本砧外)较高,表明砧木在一定程度上提高了金柑果实的糖酸含量。前人研究发现,增加水分供应不仅可以提高植株产量,更能降低果实内有机酸、糖以及干物质的含量;缺少微量元素 Fe、Cu 以及少磷、高氮(钾)均会导致果实变酸<sup>[17]</sup>。砧木不同,根系吸收土壤中水分和矿质营养元素的能力不同,向上输送营养物质速率亦不同,对果实品质的影响也不同。这可能是形成金柑实生树与嫁接树果实品质差异的重要原因之一。

本试验中酸橘砧穗组合金柑(表 1)比其他 3 种砧穗组合金柑的生长势强,植株产量高,亲和性好,砧穗比接近 1,果形较大,果实品质好,TSS 含量、维生素 C 含量和可食率最高,且风味浓郁,口感良好。因此,可选择酸橘作为阳朔金柑的适宜砧木在生产上推广应用。

## 参 考 文 献

- [1] CASTLE W S, TUCKER D P H, KREZDORN A H, et al. Rootstocks for Florida citrus[M]. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, 1989: 1-22.
- [2] 周开兵, 夏仁学. 中国柑橘砧木选择研究进展与展望[J]. 中国农学通报, 2005, 21(1): 213-218.
- [3] 黄铭华. 金柑独特的生物学性状及主要栽培技术[J]. 农家之友, 2009(28): 24-27, 49.
- [4] 陈金印, 徐晓彪, 李凡. 我国金柑资源开发利用现状及改进对策[J]. 中国柑桔, 1995, 24(4): 16-18.
- [5] 詹有青. 金柑实生树与嫁接树套植技术[J]. 福建果树, 2008

- (3):42-43.
- [6] 彭良志,曹立,淳长品,等.不同砧木对脐橙树体与果实品质的影响[J].中国南方果树,2003(5):1-4.
- [7] 罗春香,张国秀,赵秀,等.阳朔金橘的生产现状与发展建议[J].农技服务,2009,26(12):82-83.
- [8] 孟鹏.金柑的研究现状及其开发前景[J].农产品加工学刊,2009(11):35-37,41.
- [9] 曾晓峰,章元日,李忠海,等.金橘应用研究的现状与前景[J].经济林研究,2007,25(3):90-92.
- [10] 周开兵,郭文武,夏仁学,等.两种柑橘体细胞杂种砧木利用价值和砧穗互作生化机制的探讨[J].园艺学报,2004,31(4):427-432.
- [11] 徐娟.几个柑橘产区果实色泽评价及红肉脐橙(*Citrus sinensis* L. cv. Cara cara)果肉呈色机理初探[D].武汉:华中农业大学图书馆,2002.
- [12] ARIAS R, LEE T C, LOGENDRAL L, et al. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L, a, b color readings by a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(5):1697-1702.
- [13] 郑永强,邓烈,何绍兰,等.几种砧木对哈姆林甜橙植株生长、产量及果实品质的影响[J].园艺学报,2010,37(4):532-538.
- [14] 李荣耀.柑桔矮化砧规律探索初报[J].中国南方果树,1978(1):30-31.
- [15] 沈丽娟,石健泉.中间砧对新会橙生长、结果及品质的影响[J].果树科学,1993,10(1):29-32.
- [16] 洪林,文泽富,程昌凤,等.砧木对柠檬幼树生长及叶片矿质元素积累的影响[J].西南农业学报,2012,25(5):1827-1833.
- [17] 陈发兴,刘星辉,陈立松.果实有机酸代谢研究进展[J].果树学报,2005,22(5):526-531.

## Effects of different rootstocks on tree growth and fruit quality of kumquat

XU Zhi-long SU Shi-ying YI Hua-lin

Key Laboratory of Horticulture Plant Biology, Ministry of Education /  
College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University,  
Wuhan 430070, China

**Abstract** The difference of tree growth and fruit quality between kumquat grafted on kumquat and kumquat seedling tree, sour tangerine and trifoliate orange were investigated in 2 years of Yangshuo in Guangxi. Results show that the stock is different, the kumquat tree growth and fruit quality also is different. The seedling tree growing upstanding produced the least fruits, had the smallest vertical and transverse diameter and fruit weight, the thickest peel, the highest total soluble solids (TSS)/titratable acid (TA) ratio and the lowest titratable acid content. Fruits on kumquat had the biggest transverse diameter and fruit weight, the worst peel brightness and the lightest color, vitamin C content and the lowest TSS. Trees on trifoliate orange showed the the thinnest peel, worst compatibility between scion and rootstock, the lowest edible rate, the highest TA content. Trees on Sour tangerine growing vigorously produced the deepest color, had the most fruits and the best fruit quality, the highest TSS, edible rate and Vc content, the best of peel brightness. Judged by overall performance, sour tangerine is the right stock to Yangshuo kumquat, could be applied in production.

**Key words** kumquat; rootstock; fruit quality

(责任编辑:张志钰)