

不同砧木对柑橘幼树生长和叶片糖含量的影响

周开兵^{1a,2}, 郭文武^{1b}, 夏仁学^{1a*}, 王贵元^{1a}, 鲍华兵^{1a}

(1. 华中农业大学 a. 柑橘研究所; b. 作物遗传改良国家重点实验室, 湖北 武汉 430070;

2. 海南大学生命科学与农学院, 海南 海口 570228)

摘要: 以体细胞杂种红橘+枳和红橘+粗柠檬、有性杂种 Troyer 枳橙和 Swingle 枳柚、枳(对照)作砧木的‘国庆4号’温州蜜柑 2a 生嫁接苗为试材, 通过盆栽试验研究了砧木对柑橘幼树生长和叶片糖含量的影响。结果表明, 4种处理的生长势比对照旺盛; 红橘+枳处理的花量极显著多于对照, 其余3种砧木处理的则极显著少于对照。在光合色素含量上, Troyer 枳橙处理最高, 对照最低。不同砧木处理对叶片可溶性糖含量的年变化动态特征影响明显; 不同砧木处理的叶片淀粉含量年变化动态特征相似。在不同时期, 不同砧木处理对叶片可溶性糖和淀粉含量有明显的差异。初步评价了体细胞杂种红橘+枳和红橘+粗柠檬用作柑橘砧木的利用价值。

关键词: 砧木; 柑橘; 生长; 可溶性糖; 淀粉

中图分类号: Q945.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2005)01-0017-04

Effects of Different Kinds of Rootstocks on the Growth of Citrus Young Tree and the Carbohydrates Contents in Leaves

ZHOU Kai-bing^{1a,2}, GUO Wen-wu^{1b}, XIA Ren-xue^{1a*}, WANG Gui-yuan^{1a}, BAO Hua-bing^{1a}

(1a. Citrus Research Institute, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 1b. National Key

Laboratory of Crop Genetic Improvement, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Life Science & Agronomy, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: The two-year-old scion from Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc. cv. Guoqing No.4) was grafted onto 5 kinds of rootstocks: *Poncirus trifoliata* (I) for control, two somatic hybrids of *C. reticulata* with *P. trifoliata* (II) and with *C. jambhiri* (III), and two sexual hybrids *C. sinensis* × *P. trifoliata* (IV), *C. maxima* × *P. trifoliata* (V). The experiments showed that the trees growing from all the four kinds of rootstocks were vigorous compared to the control. Treatment II had more flowers than the control, but the treatment III, IV and V less. Highest content of photosynthetic pigments was observed in treatment IV and lowest in the control. Different treatments obviously influenced the tendency of the annual changes in the contents of soluble sugar and starch in leaves. The contents of soluble sugar and starch in leaves in different treatments changed obviously in various periods. The use value of somatic hybrids as a rootstock is discussed.

Key words: Rootstock; Citrus; Tree growth; Soluble sugar; Starch

我国长期以来以枳为柑橘的主导砧木, 枳的后期不亲和、抗旱性差、不耐瘠、易感裂皮病和根腐病等弱点已成为生产中突出的问题, 制约着柑橘的增产和品质的改善。因此培育、选择优良的新型砧木势在必行, 体细胞融合和有性杂交是创造新型砧木

种质资源的有效途径。美国大量应用枳橙、枳柚等有性杂种作砧木^[1,2], 试验和推广体细胞杂种砧木^[3]。我国柑橘砧木研究的首要任务就是进行柑橘砧木的选育和利用研究。

本文通过盆栽试验探讨了不同砧木对‘国庆4

收稿日期: 2004-02-12 接受日期: 2004-04-21

基金项目: 国务院三峡办和科技部移民科技项目(S200110)资助

* 通讯作者 Corresponding author

号'温州蜜柑 (*Citrus unshiu* Marc. cv. Guoqing No. 4) 幼树叶片糖含量的影响,并分析其与生长、开花的关系,为进一步利用柑橘体细胞杂种砧木资源奠定理论基础。

1 材料和方法

材料 体细胞杂种红橘 + 枳 (*Citrus reticulata* + *Poncirus trifoliata*)^[4] 和红橘 + 粗柠檬 (*C. reticulata* + *C. jambhiri*) (尚未公开), 有性杂种 Troyer 枳橙 (*C. sinensis* × *P. trifoliata*) 和 Swingle 枳柚 (*C. maxima* × *P. trifoliata*), 枳 (*P. trifoliata*) 5 种砧木。2 种体细胞杂种砧木为自根砧, 其余 3 种砧木为实生砧。体细胞杂种砧木由华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室提供, 于 1999 年春季将试管自根苗移栽于温室营养钵中; 枳种子采集于华中农业大学果树系选种园, 有性杂种种子来自美国佛罗里达州, 于 2000 年春季跟枳种子一起播种于营养钵。于 2000 年 11 月在温室中对各砧木嫁接 '国庆 4 号' 温州蜜柑。所用营养土与营养钵均一致。2001 年 3 月中旬选无任何不良表现的苗木上盆定植, 每盆定植 1 株。试验用盆容积 7 L, 陶制。盆土为经人工调配的营养土, 腐熟粪肥土、菜园土、砂土各占 1/3, 有机质含量为 4.56%, pH 为 6.17。培养网室 6-8 月覆盖遮阳网; 苗木全年避雨; 每年冬季经抗寒锻炼后, 在 1 月上旬移入温室越冬; 其它管理采用常规盆栽措施。11 月下旬-次年 2 月中旬为温州蜜柑的休眠期。

实验设计 在不同砧木上嫁接国庆 4 号温州蜜柑, 以枳砧为对照 (下文以 Tri 表示), 以砧木红橘 + 枳、红橘 + 粗柠檬、Troyer 枳橙和 Swingle 枳柚为处理 (下文分别用 Ret+Tri、Ret+Jam、Troyer 和 Swingle 表示), 单株小区, 4 次重复。

取样及样品处理 在 2002 年 4、6、8、10、12 月和 2003 年 2 月的 15 日分别取叶样, 7 月前取上一年春梢中部叶片, 7 月后取当年生春梢中部叶片。所有样品经自来水冲洗、蒸馏水清洗后, 经杀酶 (105℃)、烘干 (70℃)、研磨、过筛 (60 目) 后, 在干燥器中保存备用。8 月叶样的一部分用来测定光合色素含量, 样品经液氮速冻后, 贮藏于 -40℃ 低温冰箱中备用。

在 5 月、8 月和 11 月的 25 日 (各次新梢已经自剪) 用钢卷尺分别测定不同处理的各重复 (盆栽单株) 所有当年生春梢、夏梢和秋梢长度, 求出各次新梢平均长度。在 2003 年 4 月 (盛花期) 用医疗计数器调查各重复总花量。

测定 在各适宜物候期测定生长指标和调查单株总花量。可溶性糖和淀粉含量测定采用蒽酮比色法^[5], 光合色素含量测定采用改良 Arnon 法^[6]。

统计分析 采用 SAS 软件 ANOVA 过程作各时期不同砧木处理之间和各砧木不同时期之间差异显著性测验, 采用 LSD 法作多重比较分析。

2 结果和分析

2.1 生长和花量

不同砧木处理对树体各项生长指标和花量都有显著的影响 (表 1)。总体上 4 种处理的生长势都明显强于对照的; 除冠幅和树冠体积外, Ret+Tri 的各项生长指标与对照的差异不显著。对照生长最弱, Ret+Tri 次弱, Ret+Jam、Swingle 和 Troyer 生长较旺盛。Ret+Tri 的花量极显著多于对照和其它砧木处理的, 而对照的花量极显著少于其余 3 种砧木处理的, 以 Troyer 的花量最小。Ret+Tri 和对照的花量大, 是因为树体生长较弱。

表 1 砧木对树体生长和花量的影响

Table 1 Effects of rootstocks on the growth and number of flowers in citrus tree

砧木 Rootstocks*	树高 Tree height (cm)	冠幅 Crown diameter (cm)	树冠体积 Canopy volume (m ³)	新梢生长量 Shoot length (cm)			花量 No. of flowers
				春梢 Spring	夏梢 Summer	秋梢 Autumn	
枳 Tri (Control)	50.63±3.41c	49.04±2.80c	0.032±0.004c	8.39±0.53ab	12.28±1.54b	4.65±1.17b	73.50±2.96B
枳橙 Troyer	64.10±4.41a	55.03±2.63b	0.051±0.011a	10.66±1.38a	14.95±1.63a	8.15±1.09ab	35.00±2.12D
枳柚 Swingle	63.33±3.02a	57.23±3.21a	0.054±0.012a	8.72±1.77ab	14.48±1.00a	10.43±1.33a	62.00±5.39C
红橘+枳 Ret+Tri	59.68±2.06ab	54.44±4.86b	0.046±0.006b	7.07±0.98b	12.32±0.69b	7.80±1.24ab	88.25±3.56A
红橘+粗柠檬 Ret+Jam	57.40±3.78b	58.80±2.71a	0.052±0.007a	9.32±0.83a	13.56±1.56ab	9.74±2.26a	63.75±3.03C

树冠体积按圆锥形树冠计算。The canopy volume are calculated by cone-shaped canopy. *Tri = *Poncirus trifoliata*; Troyer = *Citrus sinensis* × *P. trifoliata*; Swingle = *C. maxima* × *P. trifoliata*; Ret+Tri = *C. reticulata* + *P. trifoliata*; Ret+Jam = *C. reticulata* + *C. jambhiri*.

同栏中不同小写字母表示差异显著 ($p < 0.05$), 大写字母表示差异极显著 ($p < 0.01$). Values in each column followed by different letters are significantly different from each other at $p < 0.05$ by small letters, and at the $p < 0.01$ by capital letters. 表 2 同。The same as Table 2.

表 2 8 月叶片光合色素含量与相对组成

Table 2 The content and relative constitution of photosynthetic pigments in leaves in August

砧木 Rootstocks	叶绿素a Chlorophyll a (mg g ⁻¹ FW)	叶绿素b Chlorophyll b (mg g ⁻¹ FW)	叶绿素a+b Chlorophyll a+b (mg g ⁻¹ FW)	叶绿素a/b Chlorophyll a/b	类胡萝卜素 Carotenoid (mg g ⁻¹ FW)
枳Tri (Control)	2.04±0.14C	0.53±0.03C	2.42±0.17C	3.54±0.19a	0.47±0.04c
枳橙 Troyer	2.29±0.14A	0.67±0.05A	2.96±0.18A	3.62±0.21a	0.57±0.04a
枳柚 Swingle	2.23±0.16AB	0.63±0.06AB	2.86±0.20AB	3.55±0.14a	0.55±0.04ab
红橘+枳Ret+Tri	2.06±0.11BC	0.58±0.04BC	2.64±0.14BC	3.60±0.12a	0.54±0.03ab
红橘+粗柠檬Ret+Jam	2.04±0.14BC	0.56±0.03BC	2.60±0.08BC	3.44±0.13a	0.51±0.01bc

2.2 叶片光合色素

不同砧木处理对叶片光合色素含量有明显的影响,但不显著改变叶绿素 a/b 值(表 2)。2 种体细胞杂种砧木处理的所有叶绿素含量都极显著低于 Troyer 的,而与 Swingle 和对照的差异不显著。Ret+Tri 的类胡萝卜素含量显著高于对照,而与其余 3 种砧木处理的无显著差异;Ret+Jam 的类胡萝卜素含量显著低于 Troyer 的,而与其余 2 种砧木处理及对照的差异不显著。对照的各种光合色素含量均低于 4 种砧木处理的。从总体上看,光合色素含量以 Troyer 最高,对照最低,Ret+Tri、Ret+Jam 和 Swingle 之间差异不显著且介于 Troyer 和对照之间。

2.3 叶片可溶性糖

不同砧木对叶片可溶性糖含量的年变化动态特征有明显的影响(图 1A)。Ret+Jam 的年变化动态特征与对照相似。2 种有性杂种处理的动态变化趋势一致。2 种有性杂种处理在 10 月中旬前的动态变化特征与对照一致;从 10 月中旬到 12 月中旬,2 种有性杂种处理的含量上升;从 12 月中旬到次年 2 月中旬,2 种有性杂种处理的含量无显著变化;而对照的含量在 10 月中旬到次年 2 月中旬则持续下降。Ret+Tri 与 Swingle、Troyer 除在 6 月中旬到 10 月中旬趋势相反外,3 者的其余特征相似。

不同时期不同砧木处理对叶片可溶性糖含量有明显的影响,不同时期,含量的高低顺序不同。在 10 月中旬前,Ret+Tri 不低于对照;Ret+Jam 低于对照;Troyer 与对照差异不显著;Swingle 低于对照。在 12 月中旬到次年 2 月中旬,4 种砧木处理和对照的含量高低顺序一致,Ret+Tri 和 2 种有性杂种处理的含量差异不显著,且极显著地高于对照和 Ret+Jam 的,Ret+Jam 和对照的差异不显著。可见,在年周期内,Ret+Tri 的可溶性糖含量都较高,Ret+Jam 的可溶性糖含量不高于对照。

2.4 叶片淀粉含量

不同砧木处理和对照的叶片淀粉含量年变化动态相似,动态变化的差异主要出现在 6 月中旬到 12 月中旬(图 1B)。Ret+Tri 和对照的在 6 月中旬到 8 月中旬显著上升,8 月中旬到 10 月中旬不显著下降;Ret+Jam 的在 6 月中旬到 10 月中旬无显著变化;2 种有性杂种的相似,其 6 月中旬到 10 月中旬显著上升。Ret+Tri 的在 10 月中旬到 12 月中旬平缓上升,而对照和其它 3 种处理的在此期间显著或不显著下降。4 种砧木处理和对照从 12 月中旬到次年 2 月中旬的动态变化都呈上升趋势。

不同时期不同砧木处理对叶片淀粉含量有明显影响,且不同时期,砧木处理间的高低顺序不一致。但是,在 4 月中旬到 10 月中旬,对照的淀粉含量高于某些砧木处理的;Ret+Jam 的趋于居中;

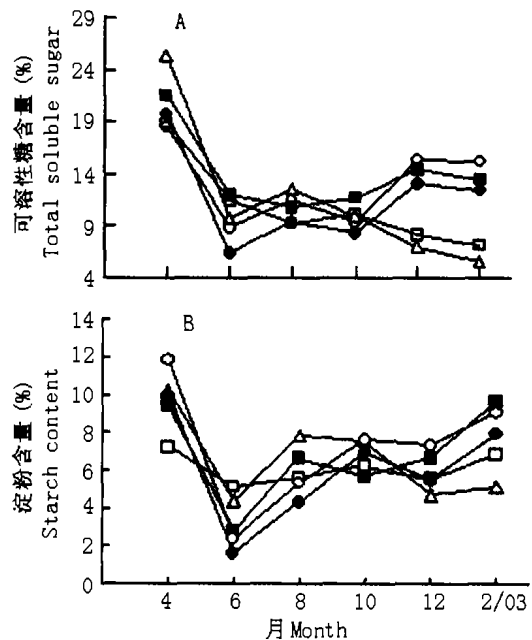


图 1 砧木对叶片糖含量年变化动态的影响

Fig. 1 Influence of rootstocks on annual changes in the contents of carbohydrates in leaves

△ 枳 Tri; ■ 红橘+枳 Ret+Tri; □ 红橘+粗柠檬 Ret+Jam;
○ 枳橙 Troyer; ● 枳柚 Swingle

Swingle 的趋于最低。在 12 月中旬到次年 2 月中旬, Ret+Tri 和 Troyer 的淀粉含量较高, Ret+Jam 和对照的较低, Swingle 居中。

综合分析图 1 可见, 在 12 月中旬到次年 2 月中旬, 可溶性糖和淀粉含量在总体上都表现为 Ret+Tri 和 2 种有性杂种处理高于 Ret+Jam 和对照。

3 结论和讨论

3.1 体细胞杂种砧木的初步评价

Ret+Tri 的生长势比对照强, 比其它 3 种处理的弱, 但其花量比对照和其它处理大, 因此, 可以初步认为, 红橘 + 枳可能是一个有希望取代枳的优良砧木资源。

由于 Troyer 枳橙和 Swingle 枳柚已经证实在田间是优良的砧木资源, 在栽培效应上比枳表现好, 是取代枳的理想资源^[1,2]。本试验证实 Troyer 和 Swingle 在生长上表现强于对照, 但在幼树期, 花量小于对照, 且 Troyer 的花量最小。在幼树期评价砧木的好坏, 主要从生长效应着手可能较为合理, 因为幼树期生长旺盛, 有利于树体早成型和建立丰产骨架。Ret+Jam 的生长与有性杂种处理的差异不明显, 但明显强于对照, 花量与 Swingle 的差异不显著, 却极显著多于 Troyer, 表明红橘 + 粗柠檬也可能成为优良砧木的新资源。

这些新型砧木资源的利用价值还有待于田间比较试验。

3.2 砧木对树体糖代谢影响的意义

本试验结果表明不同砧木对叶片糖代谢有明显的影响, 与笔者有关柑橘中间砧和中间砧/基砧组合的试验结果^[7-9]相似。

Ret+Tri 在年周期内, 可溶性糖含量最高。而长期可溶性糖含量高有利于休眠期淀粉大量的积累, 因此其在休眠期淀粉含量也最高。在休眠期可溶性糖含量高有利于树体花芽生理分化; 休眠期积

累的淀粉有利于次年萌芽生长和开花。说明砧木可以通过影响树体糖营养含量水平而影响树体的生长和发育。

由于休眠期叶片可溶性糖和淀粉(贮藏营养)含量高有利于提高树体抗寒性, 推测 Ret+Tri 的抗寒性可能比对照强, Ret+Jam 则可能与对照差异不显著, 由此显示 2 种体细胞杂种砧木处理的抗寒性可能强于或不弱于对照的, 但需要作进一步的抗寒性比较试验加以证实。

参考文献

- [1] Roy C R, Robert F C. Rootstocks for Fruit Crops [M]. New York: A Wiley-interscience Publication, 1987. 374-378.
- [2] Castle W S, Tucker D P H, Krezdom A H, et al. Rootstocks for Florida Citrus Vol. 2 [M]. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1989. 17-19.
- [3] Guo W W(郭文武), Deng X X(邓秀新). Protoplast fusion and fruit improvement [J]. Fruit Sci (果树科学), 1996, 13(1):49-55. (in Chinese)
- [4] Guo W W, Cheng Y J, Deng X X. Regeneration and molecular characterization of intergeneric somatic hybrids between *Citrus reticulata* and *Poncirus trifoliata* [J]. Plant Cell Rep, 2000, 20: 829-834.
- [5] Zou Q(邹琦). Technology on Experiment of Plant Physiology [M]. Beijing: Agricultural Press in China, 1995. 53-56. (in Chinese)
- [6] Li H S(李合生). Technology on Experiment of Plant Physiology and Biochemistry [M]. Beijing: College Press in China, 2002. 134-137. (in Chinese)
- [7] Zhou K B(周开兵), Xia R X(夏仁学), Wang L F(王利芬), et al. Effects of three kinds of interstocks on the tree character and fruit quality of long-fruit-shaped Newhall navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) [J]. J Huazhong Agri Univ (华中农业大学学报), 2002, 21(6):545-549. (in Chinese)
- [8] Zhou K B(周开兵), Xia R X(夏仁学), Wang G Y(王贵元), et al. Tree features and nutrient characters of Newhall navel orange grafted on two different combination of interstock/ rootstock [J]. J Huazhong Agri Univ (华中农业大学学报), 2003, 22(3):260-165. (in Chinese)
- [9] Zhou K B(周开兵), Xia R X(夏仁学). Effects of Newhall navel orange grafted on different combinations of interstock/rootstock [J]. Chin Agri Sci Bull (中国农学通报), 2003, 19(5):67-71. (in Chinese)