

两类柑桔杂种砧木对脐橙(*Citrus sinensis* Osbeck)
幼树生长和叶片糖营养含量年变化的影响

周开兵¹, 郭文武², 夏仁学^{1*}, 王贵元¹, 沈 婷¹

(1. 华中农业大学柑桔研究所, 武汉 430070; 2. 华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室, 武汉 430070)

摘 要: 以体细胞杂种红桔+枳和红桔+粗柠檬、有性杂种 Troyer 枳橙和 Swingle 枳柚作砧木的耐湿脐橙(*Citrus sinensis* Osbeck) 2 年生嫁接苗为试材, 通过盆栽试验研究了砧木对苗木生长和叶片糖营养含量年变化动态的影响。结果表明: 红桔+枳的生长势和花量明显地强于和大于其它砧木, 红桔+粗柠檬的生长和花量表现介于 2 种有性杂种之间。叶绿素 a/b 和类胡萝卜素含量在不同砧木间无显著差异, 而不同砧木显著或极显著地影响叶绿素含量各指标。砧木影响叶片可溶性糖和淀粉含量年变化动态的基本特征。在休眠期, 红桔+枳的可溶性糖和淀粉含量都高于 2 种有性杂种砧木, 而红桔+粗柠檬则反之; 在生长期, 红桔+粗柠檬的可溶性糖和淀粉含量表现出高于有性杂种砧木的趋势, 而红桔+枳则介于 2 种有性杂种砧木之间。同时还重点讨论了 2 种体细胞杂种砧木的利用价值。
关键词: 砧木; 体细胞杂种; 脐橙; 生长; 年变化; 可溶性糖; 淀粉

中图分类号: S666.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-470X(2004)04-0355-04

Effects of Two Kinds of Rootstocks on the Growth of Navel Orange
(*Citrus sinensis* Osbeck) Young Tree and the Annual Changes
in the Contents of Carbohydrates in Leaves

ZHOU Kai-Bing¹, GUO Wen-Wu², XIA Ren-Xue^{1*}, WANG Gui-Yuan¹, SHEN Ting¹

(1. Citrus Research Institute, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. National Key Laboratory of Crop Genetic Improvement, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: It was conducted with 'Nice' navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) two-year-old young tree whose rootstocks were Red tangerine + Trifoliate and Red tangerine + Rough lemon somatic hybrid, Troyer Citrange and Swingle Citrumelo sexual hybrid. Study on the effects of rootstocks on the growth and the annual changes in the contents of carbohydrates in leaves through potted experiment. The results are the following. Red tangerine + Trifoliate grew more vigorously than the other three. The number of blossoms of Red tangerine + Trifoliate was larger than the other three too. Difference in chlorophyll a/b and carotenoid content showed insignificance among all rootstocks. Different rootstocks remarkably influenced all contents of chlorophyll. Rootstocks obviously influenced the tendencies of the annual changes in the contents of the soluble sugar and the starch in leaves. During the dormant period, Red tangerine + Trifoliate had higher content of the soluble sugar and the starch in leaves, and Red tangerine + Rough lemon was to the contrary. During the growing period, Red tangerine + Rough lemon had the lowest contents of the soluble sugar and the starch in leaves, and Red tangerine + Trifoliate was between 2 sexual

收稿日期: 2003-10-29, 修回日期: 2003-12-25。

基金项目: 国务院三峡办和科技部移民科技项目(S200110)。

作者简介: 周开兵(1968—), 男, 讲师, 博士, 从事果树栽培生理生态研究, 现在海南大学生命科学与农学院任教。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: renxuexia@mail.hzau.edu.cn)。

hybrids. The utilizations potential of these two somatic hybrids were discussed intensively.

Key words: Rootstock; Somatic hybrid; Navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck); Growth; Annual change; Soluble sugar; Starch

中国长期以来以枳为柑桔的主导砧木,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,制约着柑桔增产和品质的改善。因此培育、选择和应用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。美国已大量应用枳橙、枳柚等有性杂种砧木^[1,2],同时已经试验和开始推广体细胞杂种砧木^[3]。中国柑桔砧木研究的首要任务就是进行柑桔砧木的选育和利用研究。

笔者将新型砧木资源——2种体细胞杂种和2种有性杂种嫁接脐橙后,进行盆栽比较试验。由于有关果树砧木对叶片糖营养含量的影响鲜见报道^[4,5],因此我们探讨了不同砧木对叶片糖营养含量年变化的影响,分析其与生长和开花的关系,试图由此揭示砧穗互作机理。同时重点讨论了体细胞杂种砧木的应用价值,为充分利用这些新型砧木资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试材共4种砧木,为体细胞杂种红桔+枳^[6] [*Citrus reticulata* Blanco + *Poncirus trifoliata* (L) Raf.] 和红桔+粗柠檬 (*C. reticulata* Blanco + *C. jambhiri* Lush)、有性杂种 Troyer 枳橙 [*C. sinensis* Osbeck × *P. trifoliata* (L) Raf.] 和 Swingle 枳柚 [*C. grandis* Osbeck × *P. trifoliata* (L) Raf.]。嫁接时,前2种体细胞杂种为2年生自根苗、后2种有性杂种为1年生实生苗。2种体细胞杂种由华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室提供(体细胞杂种红桔+粗柠檬尚未公开),于1999年春季将试管自根苗移栽于温室,进行营养钵育苗;2种有性杂种种于2000年春引自美国佛罗里达州,并立即播种于营养钵。所用营养土与营养钵均一致。所有苗木于2000年11月在温室中嫁接耐湿脐橙 (*C. sinensis* Osbeck) (暂定品种名,待审定)育苗。在2001年3月中旬选生长一致、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7L,陶制。盆土为营养土、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。定植后移入培养网室,培养网室在6~8月用遮阳网遮阴、全年

避雨;冬季经抗寒锻炼后,于每年1月上旬移入温室越冬;其它管理采用常规盆栽措施。

1.2 方法

1.2.1 设计 不设对照,以4种砧木为处理,单株小区,4次重复。调查树体苗高、冠径、穗粗、砧粗、新梢生长量和花量,测定叶片光合色素含量、可溶性糖和淀粉含量,分析其年变化动态和砧木间的差异。

1.2.2 取样及样品处理 在2002年4、6、8、10、12月的各月15日和2003年2月15日分别取叶样,6月前叶片取自上一年春梢中部,8月后取自当年生春梢中部。8月同时采集测定光合色素含量的叶样,经液氮速冻后,贮藏于-40℃冰箱中备用。各次糖含量测定样品经自来水冲洗、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。

1.2.3 测定 在各适宜物候期调查生长指标,穗粗和砧粗分别为嫁接口上和下5cm处粗度。2003年4月盛花期调查花量。光合色素含量采用改良 Arnon 法测定,可溶性糖和淀粉含量采用蒽酮比色法测定。

1.2.4 统计分析 采用 SAS 软件 ANOVA 过程作砧木间差异显著性测验,采用 LSD 法作多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 生长和花量

试验结果表明不同砧木对树体各项生长指标和花量都有明显的影响(表1)。总体上红桔+粗柠檬、红桔+枳和 Swingle 枳柚新梢生长量都较大,并且后二者树冠体积最大,而 Troyer 枳橙生长最弱。红桔+枳的花量极显著地高于另3种砧木,而 Swingle 枳柚的花量极显著地高于其余2种砧木, Troyer 枳橙花量最小。说明红桔+枳有利于耐湿脐橙幼树生长和提早成花;红桔+粗柠檬使耐湿脐橙幼树新梢生长较强,且花量与 Troyer 枳橙差异不显著。

由表1结果可见,不同砧木之间的花量大小分别对应地与其树高、冠幅、树冠体积和春梢生长量的大小具有相同的变化趋势,但分别对它们二者之间作线性相关显著性的统计分析,结果表明它们的相关性都不显著。

表 1 砧木对树体生长和花量的影响
Table 1 Effects of rootstock on the growth and blossom of tree

砧木 Rootstocks	树高 Tree height (cm)	冠幅 Crown diameter (cm)	树冠体积 Canopy volume (m ³)	穗粗 Scion diameter (cm)	砧粗 Rootstock diameter (cm)	新梢生长量 (cm) Shoot growth			花量(朵) Blossom
						春梢 Spring	夏梢 Summer	秋梢 Autumn	
Troyer 枳橙 Troyer citrange	51.70 b	36.58 b	0.018 c	0.93 ab	1.18 b	6.71 ab	7.78 b	6.25 b	7.5 C
Swingle 枳柚 Swingle citrumelo	55.13 ab	46.96 a	0.032 a	0.81 b	1.41 ab	7.92 ab	12.91 a	9.38 a	35.8 B
红桔+枳 Red tangerine+Trifoliolate	66.30 a	43.24 a	0.032 a	0.87 b	1.56 a	9.09 a	8.94 b	8.11 ab	58.0 A
红桔+粗柠檬 Red tangerine +Rough lemon	55.75 ab	40.31 ab	0.024 b	1.03 a	1.44 ab	5.64 b	15.38 a	8.07 ab	17.0 C

注：表中树冠体积按圆锥形树冠计算；数字后跟不同字母表示差异显著，小写字母表示 $P\leq 0.05$ ，大写字母表示 $P\leq 0.01$ ，下表同。
Notes: The canopy volume are calculated by cone-shaped canopy; Values followed by different letters show significant difference, the small letters are at $P\leq 0.05$ level, and the capital letters are at $P\leq 0.01$ level. The same as in table below.

2.2 叶片光合色素含量

不同砧木对不同叶片光合色素含量指标有不同的影响(表 2)。叶绿素 a/b 和类胡萝卜素含量在不同砧木间无显著差异,而不同砧木显著或极显著地影响叶绿素含量各指标。红桔+粗柠檬的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素(a+b)含量都最高;红桔+枳的

叶绿素 a 含量最低,叶绿素 b 和叶绿素(a+b)含量与 2 种有性杂种差异不显著;2 种有性杂种的叶绿素 a 含量无显著差异。可见,由光合色素含量所反映的叶片光合能力以红桔+粗柠檬为最强,而在其余三者之间则无明显差异。

表 2 8 月叶片光合色素含量与相对组成
Table 2 The content and relative constitute of photosynthetic pigment in leaf in August

砧木 Rootstocks	叶绿素 a Chlorophyll a (mg/g FW)	叶绿素 b Chlorophyll b (mg/g FW)	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b (mg/g FW)	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b	类胡萝卜素 Carotenoid (mg/g FW)
Troyer 枳橙 Troyer citrange	1.84 B	0.51 ab	2.36 B	3.60	0.46
Swingle 枳柚 Swingle citrumelo	1.84 B	0.52 ab	2.35 B	3.62	0.43
红桔+枳 Red tangerine+Trifoliolate	1.76 C	0.51 b	2.28 B	3.50	0.44
红桔+粗柠檬 Red tangerine +Rough lemon	1.97 A	0.57 a	2.53 A	3.47	0.49

2.3 叶片糖营养含量

2.3.1 可溶性糖 不同砧木对叶片可溶性糖含量年变化动态有明显的影 响(图 1)。红桔+枳、Swingle 枳柚与 Troyer 枳橙的年变化动态曲线均为“S”形,但红桔+枳和 Swingle 枳柚的年动态变化特征相同,此二者的第一个高峰和低谷都比 Troyer 枳橙早 2 个月;红桔+粗柠檬则不同于另三者,其年变化动态曲线为单峰曲线,8 月出现高峰,在休眠期其含量无显著变化。

在不同时期里,不同砧木对叶片可溶性糖含量有明显影响,且不同时期间,砧木间的差异趋势不一致;在除 4 月外的生长期里,红桔+粗柠檬含量基本上高于有性杂种或与之差异不显著,表现出高于有性杂种的趋势,Swingle 枳柚含量表现最低趋势;而在休眠期,则反之。红桔+枳含量在 8 月以外的年周期内含量也表现高于有性杂种或与之差异不显著,表现出高于有性杂种的趋势。

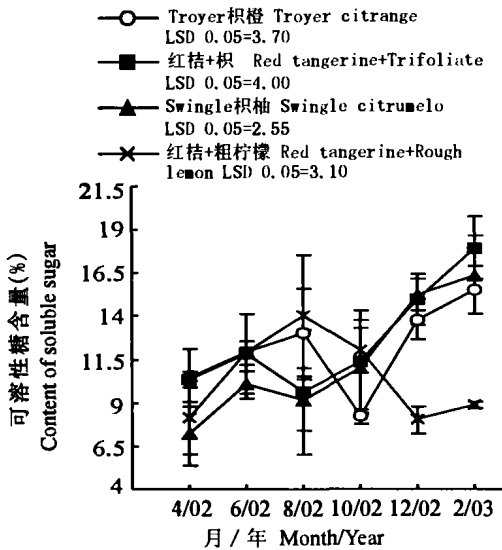


图1 砧木对叶片可溶性糖含量年变化动态的影响

Fig. 1 Influence of rootstocks on the annual changes in the total of soluble sugar in leaves

2.3.2 淀粉 不同砧木对叶片淀粉含量年变化动态特征有阴显的影响(图2)。红桔+枳和 Swingle 枳柚的年变化动态特征基本相同,年变化动态曲线都为“S”形,且含量在总体上呈上升趋势;而红桔+粗柠檬的动态曲线为“W”形。在10月和次年2月分别出现高峰,且两高峰值间差异不显著,同时两低谷间差异也不显著;Troyer 枳橙在6月到12月含量无显著变化,而4月和次年2月含量极显著地增高,且这两个时期间差异不显著。

在不同时期里,不同砧木对叶片淀粉含量有明显影响,且不同时期间,砧木间的差异趋势不同;在

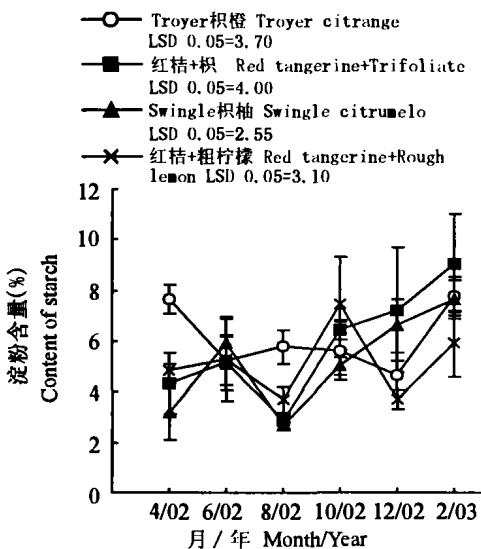


图2 砧木对叶片淀粉含量年变化动态的影响

Fig. 2 Influence of rootstocks on the annual changes in the contents of starch in leaves

10月前,红桔+粗柠檬含量除4月和8月外都高于有性杂种或与之差异不显著,而 Swingle 枳柚含量表现出最低趋势,红桔+枳则基本上居于2种有性杂种的含量之间。在10月后,红桔+枳含量极显著地高于其它砧木,红桔+粗柠檬含量则最低,2种有性杂种居中。

3 讨论

红桔+枳的生长势比其它3种砧木都强,而且其花量最大,因此,可以初步认为,红桔+枳是一个很有希望的优良砧木资源。

本试验结果表明,红桔+粗柠檬的生长势介于2种有性杂种之间;花量显著低于 Swingle 枳柚,而与 Troyer 枳橙差异不显著,表明红桔+粗柠檬使耐湿脐橙幼树在生长和成花上的表现介于2种有性杂种之间。又由于已经证实 Troyer 枳橙和 Swingle 枳柚在田间是优良的砧木,在美国已普遍应用^[1,2]。这说明红桔+粗柠檬也可能是一种很有希望成为优良砧木的新资源。

8月叶片的光合能力以红桔+粗柠檬为最高,而在8月,其叶片可溶性糖和淀粉含量也最高;再结合差异显著性分析结果看,可见不同砧木间在叶片的光合能力强弱和叶片糖含量高低上具有一致趋势。而在生长期红桔+粗柠檬糖含量表现出最高趋势,红桔+枳的糖含量介于2种有性杂种之间,说明红桔+粗柠檬的光合能力可能最强,而红桔+枳的光合能力可能介于2种有性杂种之间。即2种体细胞杂种砧木叶片光合能力可能强于或不弱于2种有性杂种砧木。

参考文献:

- [1] Rom R C, Carlson R F. Rootstocks for Fruit Crops [M]. New York: A Wiley-Interscience Publication, 1987. 374-378.
- [2] Castle W S, Tucker D P H, Krezdorn A H, Youtsey C O. Rootstocks for Florida Citrus [M]. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences/ University of Florida, 1989. 2: 17-19.
- [3] 郭文武,邓秀新. 原生质体融合与果树遗传改良[J]. 果树科学, 1996, 13(1): 49-55.
- [4] 周开兵,夏仁学,王利芬,王贵元. 3种中间砧对长果形纽荷尔脐橙树体特性和果实品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(4): 545-549.
- [5] 周开兵,夏仁学,王贵元,吴强盛. 2种不同中间砧/基砧组合的纽荷尔脐橙树体特征和营养特性[J]. 华中农业大学学报, 2003, 22(3): 260-265.
- [6] 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 Reports*, 2000, 20: 829-834.