

外源糖处理对塔罗科血橙果实品质的影响

刘雪峰, 向苹苹, 马晓丽, 袁项成* (重庆三峡农业科学院, 重庆 404155)

摘要 在血橙果实转色期进行树冠喷施蔗糖、果糖、葡萄糖 3 种外源糖, 通过对比分析成熟期果面外观色泽、果肉可滴定酸、可溶性固形物、固酸比、总糖、花青素等品质指标, 研究外源糖对塔罗科血橙果实品质的影响, 旨在为栽培生产中提高果实品质提供技术借鉴。结果表明, 树冠喷施 100 mmol/L 葡萄糖能够改善血橙果面色泽, 增加果面亮度, 使果面呈现橘黄色; 树冠喷施 150 mmol/L 葡萄糖或者 50 mmol/L 蔗糖能够显著提高血橙果肉固酸比, 改善风味, 但以 50 mmol/L 蔗糖效果更好, 比对照高 11.61%; 树冠喷施 50 mmol/L 蔗糖能够较好地提高血橙果肉总糖含量, 比对照高 15.16%; 树冠喷施 150 mmol/L 葡萄糖对提高血橙果肉花青素含量效果较好, 为对照的 2.91 倍。通过分析可知, 转色期喷施外源糖能够提高塔罗科血橙果实品质。

关键词 塔罗科血橙; 外源糖; 喷雾; 色泽; 内部品质

中图分类号 S 666 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)09-0048-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Exogenous Sugar Treatment on the Quality of Taroko Blood Orange Fruit

LIU Xue-feng, XIANG Ping-wei, MA Xiao-li et al (Chongqing Three Gorges Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 404155)

Abstract Three kinds of exogenous sugars (sucrose, fructose and glucose) were sprayed on the crown of the blood orange fruit during the color changing period. Through the comparative analysis of the appearance and color of the fruit surface in the mature period, the quality indexes, such as titratable acid, soluble solids, solid acid ratio, total sugar and anthocyanin of the pulp, the effects of exogenous sugars on the quality of the fruit of the blood orange of Taroko were studied in order to provide technical reference for improving the quality of the fruit in the cultivation and production. The results showed that spraying 100 mmol/L glucose on the crown could improve the color and brightness of the fruit surface and make the fruit surface orange; spraying 150 mmol/L glucose or 50 mmol/L sucrose on the crown could significantly improve the solid acid ratio and flavor of the flesh of the blood orange, but 50 mmol/L sucrose was better, which was 11.61% higher than the control; spraying 50 mmol/L sucrose on the crown could improve the total sugar of the flesh of the blood orange. The content was 15.16% higher than that of the control, and the effect of spraying 150 mmol/L glucose on the content of anthocyanin in the flesh of blood orange was better, which was 2.91 times higher than that of the control. The results showed that exogenous sugar could improve the quality of the fruit.

Key words Taroko blood orange; Exogenous sugar; Spraying; Color and luster; Internal quality

塔罗科血橙由中国柑橘研究所于 1992 年从意大利引进, 是目前仅有的果实含花青苷的柑橘类品种, 其优良的品质和保健功能备受消费者青睐。果实品质主要包括外观大小、形状、色泽、果面特征和内部质地、汁水、风味、芳香等, 其中糖、有机酸是食用品质的核心, 色泽是外观品质的核心, 芳香物质和生物活性物质是外延品质的核心^[1], 它们是果实营养价值 and 商品性的综合衡量标准。随着人们生活水平的提高、消费观念的改变和产品市场的国际化, 人们对果实品质的关注日益提升。

果实品质的形成是一个非常复杂的生物学过程, 品种、产地以及栽培技术均与之密切相关。糖是果实生长发育的物质基础, 主要有蔗糖、果糖和葡萄糖 3 种形式, 这 3 种糖的含量与比例直接决定了果实的品质^[2]。已有研究发现, 外施糖源可以提高草莓^[3]、萝卜^[4]花青苷含量。此外, 在红皮梨^[5-6]中也证实, 外源蔗糖、果糖和葡萄糖处理能提高其果实糖和花青素的积累。目前, 在血橙方面, 有学者研究了叶面喷肥对血橙果面色泽的影响, 然而有关外施糖源对血橙果实品质方面的影响研究至今鲜见报道。鉴于此, 笔者通过在血橙果实转色期进行树冠喷施外源糖, 探讨外源糖对血橙果实品质的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验于 2018 年 10 月—2019 年 2 月在重庆市万州区甘宁镇祥云果园进行, 供试品种为塔罗科血橙 (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Tarocco blood orange)。供试外源糖为蔗糖、果糖、葡萄糖, 其有效含量 $\geq 99\%$, 由天津市科密欧化学试剂有限公司生产; 试验仪器有 CR-10 Plus 便携式色差仪(日本柯尼卡美能达公司生产)、PAL-1 数显糖度计(日本爱拓公司生产)。

1.2 试验方法 采用蔗糖、葡萄糖、果糖 3 种外源糖, 每种设置 3 个浓度(50、100、150 mmol/L), 加上清水处理, 共计 10 个处理。在 2018 年 10 月 11 日、10 月 29 日、11 月 13 日分别喷施 1 次叶面外源糖, 每个处理 3 株树, 重复 3 次。另选取常规管理的 9 株作为空白对照(CK), 具体见表 1。

表 1 试验处理比较

Table 1 Comparison of the test treatments

处理 Treatment code	外源物质 Exogenous substance	处理株数 Number of processing plants
T1	50 mmol/L 葡萄糖	9
T2	100 mmol/L 葡萄糖	9
T3	150 mmol/L 葡萄糖	9
T4	50 mmol/L 蔗糖	9
T5	100 mmol/L 蔗糖	9
T6	150 mmol/L 蔗糖	9
T7	50 mmol/L 果糖	9
T8	100 mmol/L 果糖	9
T9	150 mmol/L 果糖	9
T10	清水	9

作者简介 刘雪峰(1990—), 男, 河南商丘人, 助理研究员, 硕士, 从事果树栽培与病虫害防控研究。* 通信作者, 高级农艺师, 从事果树栽培与病虫害防控研究。

收稿日期 2020-08-17

1.3 测定指标和方法 在果实成熟期,于2019年1月22日,每个处理随机采集树冠外围中上部果实20个,用于品质指标的测定。

1.3.1 果实外观色泽的测定。 Lab色空间(也称为CIELAB)是当前最通用的测量物体颜色的色空间之一^[7]。该试验中,在果实赤道部位,随机选取3个点,用CR-10 Plus便携式色差仪测定,对3个点的a、b、L值进行平均,取其平均值用于统计分析。a值为红-绿色差指标,正值代表红色程度,正值越大表示红色越深,负值代表绿色程度,负值越小表示绿色越深;b值为黄-蓝色差指标,正值代表黄色程度,正值越大表示黄色越深,负值代表蓝色程度,负值越小表示蓝色越深;L值为色泽亮度度指标,L值越大表示亮度越高。

1.3.2 果实内部品质测定。 果实品质理化指标参照柑橘鲜果检验方法^[8]测定,果肉可溶性固形物含量(TSS)采用PAL-1数显糖度计测定;可滴定酸含量(TA)采用NaOH中和滴定法测定;总糖含量采用斐林试剂法测定;花青素含量采用分光光度法测定。

1.4 数据处理 采用Excel 2010和SPSS 20进行数据统计和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 外源糖处理对血橙果实外观色泽的影响 对果面色泽参数a、b和L值的测定结果如表2所示。从表2可以看出,各处理的L值中,T2处理与对照差异显著,其他处理与对照无显著差异,总体来看,T3处理的L值最小,T2处理的L值最大,为58.83;对比各处理的a值可以发现,不同处理与对照无显著差异,但以T7处理的值最小,T8处理的值最大,达到40.51;T2处理的b值为各处理中最大值,达到59.59,显著高于对照,其他处理的b值与对照无显著差异。

综合对比各处理果面的a、b和L值可以看出,T2处理(树冠喷施100 mmol/L葡萄糖)对改善血橙果面色泽效果最好,能够增加果面亮度,使果面呈橘黄色。

表2 不同处理对血橙果实色泽的影响

Table 2 Effects of different treatments on the fruit color of *C. sinensis*

处理编号 Treatment code	L值 L value	a值 a value	b值 b value
T1	57.92±0.61 ab	40.20±0.23 ab	57.48±0.81 b
T2	58.83±0.76 a	40.22±0.22 ab	59.59±0.98 a
T3	56.49±0.21 de	40.38±0.26 ab	56.29±0.33 d
T4	57.32±0.42 bcd	40.37±0.47 ab	57.89±0.47 bc
T5	56.58±0.70 cde	39.91±0.13 bc	56.30±0.82 d
T6	56.50±0.20 de	40.24±0.09 ab	57.20±0.66 cd
T7	57.51±0.25 bc	39.90±0.37 bc	57.33±0.93 cd
T8	56.69±0.51 cde	40.51±0.39 a	56.90±0.47 cd
T9	57.46±0.31 bcd	40.29±0.29 ab	57.26±0.12 cd
T10	57.90±0.36 ab	40.14±0.40 ab	58.65±0.40 ab
CK	57.09±0.68 bcd	40.45±0.22 ab	57.46±0.36 bcd

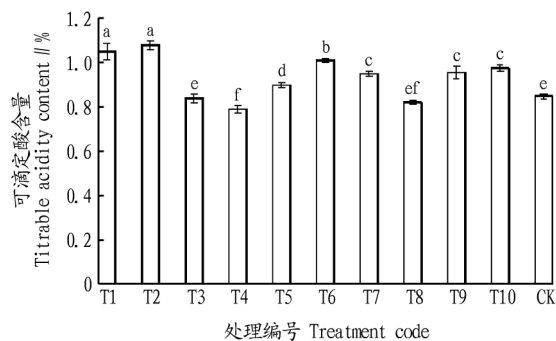
注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 外源糖处理对血橙果肉可滴定酸含量的影响 由图1

可知,树冠喷施不同外源糖后,对血橙果肉可滴定酸含量的影响不同。T4处理的果肉可滴定酸含量显著低于对照,T3和T8处理的可滴定酸含量与对照无显著差异,其余各处理的可滴定酸含量均高于对照,且差异显著。总体来看,不同处理中,T2处理的果肉可滴定酸含量最高,为1.08;T4处理的果肉可滴定酸含量最低,为0.79,二者均与对照差异显著。

对比不同种类外源糖对血橙果肉可滴定酸含量的影响可以看出,血橙果肉可滴定酸含量与蔗糖的喷施浓度呈正相关关系;树冠喷施清水会提高血橙果肉的可滴定酸含量;葡萄糖、果糖的喷施浓度对血橙果肉可滴定酸含量的影响无明显规律。



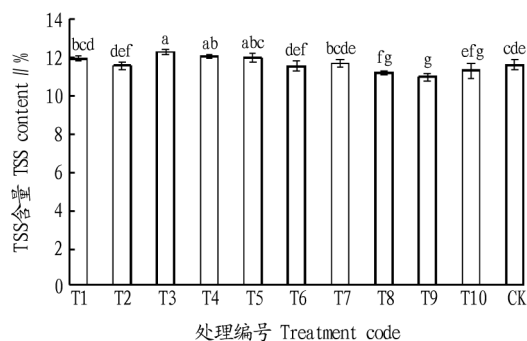
注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图1 不同处理对血橙果实可滴定酸含量的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on the titrable acidity content of Taroko blood orange

2.3 外源糖处理对血橙果肉TSS含量的影响 由图2可知,喷施不同外源糖对血橙果肉的TSS含量影响不同。T3、T4处理均能显著提高血橙果肉的TSS含量,以T3处理最高,达到12.28,T9处理显著降低了血橙果肉的TSS含量,其余各处理与对照差异不显著。血橙果肉TSS含量随着蔗糖、果糖喷施浓度的增加呈下降趋势;树冠喷施清水对血橙果肉TSS含量的影响不显著;葡萄糖喷施浓度变化对血橙果肉TSS含量的影响不显著。



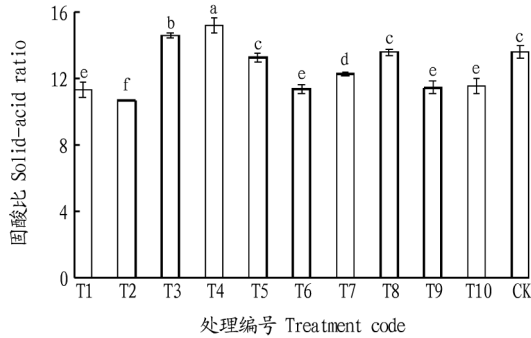
注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图2 不同处理对血橙果实TSS含量的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on the fruit TSS content of Taroko blood orange

2.4 外源糖处理对血橙果肉固酸比的影响 固酸比是评价果实风味的重要指标,外源糖处理对血橙果肉固酸比的影响见图3。由图3可知,除T5、T8外,各处理与对照差异显著,且以T4处理最高,达15.25,T2处理最低,为10.73。随着葡萄糖喷施浓度的增加,血橙果肉的固酸比呈先降后升的趋势;血橙果肉固酸比随着蔗糖喷施浓度的增加呈下降趋势;随着果糖喷施浓度的增加,血橙果肉的固酸比呈先升后降的趋势;在转色期树冠喷施清水,会显著降低血橙果肉固酸比。



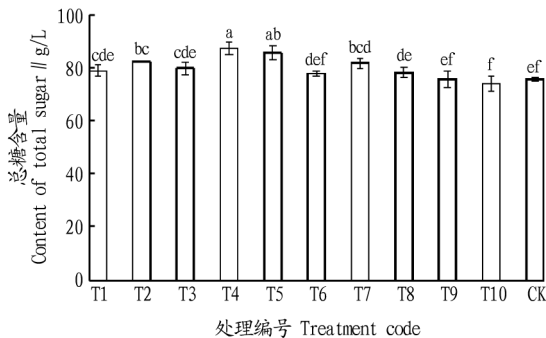
注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图3 不同处理对血橙果实固酸比的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on the solid-acid ratio of Taroko blood orange

2.5 外源糖处理对血橙果肉总糖含量的影响 从图4可以看出,T2、T4、T5、T7处理果肉总糖含量显著高于对照,且以T4处理的含量最高,为87.8 g/L,其余处理与对照差异不显著。对比发现,除喷施清水(T10处理)外,其他3种外源糖喷施后,血橙果肉总糖含量均呈上升趋势。随着树冠喷施蔗糖、果糖浓度的增加,血橙果肉总糖含量呈下降趋势;喷施不同浓度的葡萄糖对血橙果肉总糖含量的影响不显著;树冠喷施清水对血橙果肉总糖含量的影响不显著。



注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

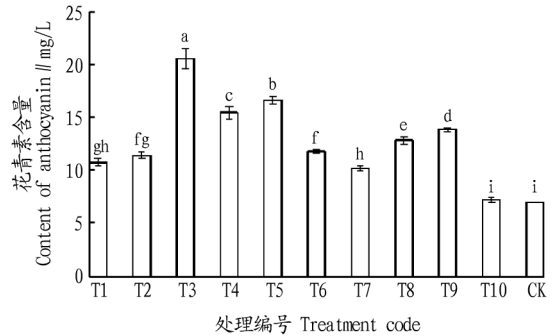
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图4 不同处理对血橙果实总糖含量的影响

Fig. 4 Effects of different treatments on the total sugar content of Taroko blood orange

2.6 外源糖处理对血橙果肉花青素含量的影响 外源糖处理对血橙果肉花青素含量的影响如图5所示。由图5可知,在树冠喷施外源糖后,血橙果肉花青素含量显著提高,其中

以喷施150 mmol/L葡萄糖(T3处理)效果最好,果肉花青素含量达到20.61 mg/L。树冠喷施清水对血橙果肉花青素含量的影响不显著,喷施3种外源糖均能提高血橙果肉的花青素含量。随着蔗糖喷施浓度的增加,血橙果肉花青素含量呈先升后降的趋势;血橙果肉花青素含量随着喷施葡萄糖、果糖浓度的增加呈上升趋势。



注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图5 不同处理对血橙果实花青素含量的影响

Fig. 5 Effects of different treatments on the anthocyanin content of Taroko blood orange

3 结论与讨论

柑橘果面颜色主要有绿色、黄色和红色。绿色是叶绿素所致,果实成熟过程中,随着叶绿素的降解,果面绿色逐渐消退。黄色是由类胡萝卜素的黄色色素,如玉米黄质、叶黄素等成分所致,一般在果实褪绿之后才表现出来。红色是由花青素以及类胡萝卜素的红色或橙色色素(如 β -柠乌素和 β -隐黄质)等所致^[9],血橙果面红色主要由花青素的累积所致。该研究发现,树冠喷施100 mmol/L葡萄糖可以显著提高血橙果面的光亮度 and 黄色程度,对于果面的红色程度无显著影响,其余处理不会影响血橙果面色泽,这与凌亚杰在草莓^[3]、张茜在红皮梨^[5]上的研究结果不尽相同,推测可能是不同品种的基因型差异引起的。

果实品质包括外观和内在品质两大部分。外观是指果面色泽、亮度、平滑度、果实大小、形状等,内在品质主要是糖酸含量及糖酸比、香气、花青素和维生素含量等^[10-11]。该试验中,树冠喷施150 mmol/L葡萄糖或者50 mmol/L蔗糖能够显著提高血橙果肉固酸比,而其他处理的固酸比与对照无差异或者低于对照,原因可能是不同果树品种对外源糖吸收利用的种类和有效浓度不同导致的,喷施的外源糖不能有效利用,反而增加了果肉水分,导致风味下降^[11]。除清水外,外源葡萄糖、蔗糖、果糖在低浓度下(T2、T4、T5、T7处理)能提高血橙果肉的总糖含量,表明适宜浓度的外源糖能够提高血橙果肉的总糖含量,可能是过高浓度的外源糖不利于血橙的有效吸收利用。除清水外,外源葡萄糖、蔗糖、果糖均能提高血橙果肉的总糖含量,但是不同种类不同浓度外源糖的效果不同,以喷施150 mmol/L葡萄糖的效果最好,这与张茜^[6]在红

(下转第53页)

著^[20],但很少有栽培。课题组对所调查的葱属野生蔬菜从形态特征、成活预期、鲜食、药用价值、加工、生活环境和海拔等方面进行综合研究,分析评价,根据引种驯化原则,遴选出苍葱、天蒜、山韭 3 种植物进行引种驯化,以确保引种后能够保持原有野菜的风味不改变,药食同源性犹存,同时,还要确保引种的成功率,为后期新品种的认定与推广奠定良好的基础。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第 14 卷[M]. 北京:科学出版社,1980:170.
- [2] 郑宝智,李红梅,车寒梅,等. 我国野生蔬菜产业发展前景展望[J]. 现代农业科技,2018(10):93-94.
- [3] 徐伟君,张九东,陶贵荣,等. 秦岭北坡(西安段)主要野菜资源种类及其利用现状[J]. 吉林农业科学,2011,36(4):61-64.
- [4] 李贞霞,孙丽,杜晶晶,等. 太行山野生韭菜与栽培韭菜主要营养成分比较[J]. 北方园艺,2013(16):45-47.
- [5] 郭凤领,李俊丽,王运强,等. 高山野生韭菜资源营养成分分析[J]. 湖北农业科学,2014,53(22):5523-5525.
- [6] 李琴琴. 中国葱属(*Allium* L.)食用植物资源种类的调查研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(13):7-11.
- [7] 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志[M]. 北京:科学出版社,1985:88-89.

(上接第 50 页)

皮梨上的研究结果不同,原因可能是对于不同植物而言,促进花青苷合成糖的种类、浓度也不同。

综上所述,树冠喷施 100 mmol/L 葡萄糖处理能够改善血橙果面色泽,增加果面亮度,使果面呈现红-黄色;树冠喷施 150 mmol/L 葡萄糖或者 50 mmol/L 蔗糖处理能够显著提高血橙果肉固酸比,改善风味,但以 50 mmol/L 蔗糖处理效果更好;树冠喷施 50 mmol/L 蔗糖处理能够较好地提高血橙果肉总糖含量;树冠喷施 150 mmol/L 葡萄糖处理对提高血橙果肉花青素含量效果较好。

参考文献

- [1] 张上隆,陈昆松. 果实品质形成与调控的分子生理[M]. 北京:中国农业出版社,2007.
- [2] 柴叶茂,贾海锋,李春丽,等. 草莓果实发育过程中糖代谢相关基因的表达分析[J]. 园艺学报,2011,38(4):637-643.

- [8] 孙国峰,宗波,张金政,等. 华北野生葱属植物资源及观赏应用[J]. 北京园林,2010(2):39-42.
- [9] 王忠红,关志华,陈双臣. 野生葱属植物观赏价值评价及其应用[J]. 南方农业学报,2016,47(8):1349-1355.
- [10] 西南农业大学. 蔬菜育种学[M]. 2 版. 北京:农业出版社,1980.
- [11] 赵东升,耿晶,张海波,等. 新疆几种葱属植物质量研究[J]. 新疆医科大学学报,2014,37(1):1-4.
- [12] 万正林,黄雄彪,武鹏,等. 广西二种野韭菜与栽培韭菜叶片营养成分综合评价分析[J]. 北方园艺,2014(23):10-13.
- [13] 刘建涛,王杉,张维民,等. 葱属植物生物活性物质的研究进展[J]. 食品科学,2007,28(4):348-350.
- [14] 刘丽娟,刘银燕,杨晓虹. 葱属植物甾体化合物及黄酮化合物的研究进展[J]. 中国药理学杂志,2000,35(6):367-371.
- [15] 王海平,邱杨,李方威,等. 贵州赫章县野生韭菜资源调查与营养成分分析[J]. 植物遗传资源学报,2017,18(6):1137-1144.
- [16] 张卿,高尔. 薤白的研究进展[J]. 中国中药杂志,2003,28(2):105-107.
- [17] 张新茹,杨晓虹,王天晓. 葱属植物中甾体皂苷及其药理作用最新研究进展[J]. 解放军药理学学报,2009,25(2):165-169.
- [18] 邹忠梅,于德泉,丛浦珠. 葱属植物化学及药理研究进展[J]. 药理学报,1999,34(5):395-400.
- [19] 黄晴,吴忠坤,吴中琴,等. 葱属类植物中有机硫化物的抗氧化性研究进展[J]. 食品研究与开发,2018,39(1):214-220.
- [20] 郝转. 葱属类植物研究进展[J]. 贵州农业科学,2017,45(11):110-113.

- [3] 凌亚杰,莫琴,莫凡,等. 外源糖处理对草莓果实品质和主要生物活性物质的影响[J]. 四川农业大学学报,2018,36(1):67-71.
- [4] 贾晓琳. 外源糖在心里美萝卜幼苗花青素代谢中作用初探[D]. 新乡:河南师范大学,2013.
- [5] 张茜,杨健,王龙,等. ‘红太阳’梨花青苷与可溶性糖的相关性分析及外源糖的增色作用研究[J]. 果树学报,2013,30(2):248-253.
- [6] 张茜. 红皮梨果实着色与可溶性糖的关系和喷施外源糖的增色效果[D]. 南京:南京农业大学,2012.
- [7] 王武,邓烈,何绍兰,等. 不同套袋时间对早香橘橙果实色泽的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(7):415-421.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 柑桔鲜果检验方法:GB/T 8210—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [9] 朱春钊,彭良志,江才伦,等. 塔罗科血橙果面色泽与果实品质相关性研究[J]. 中国南方果树,2014,43(1):32-33,37.
- [10] 王贵元. 生态因子与果实品质的关系研究进展[J]. 现代农业,2009(9):103-105.
- [11] 鲍江峰,夏仁学,彭抒昂. 生态因子对柑桔果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2004,15(8):1477-1480.