

砂糖橘果实品质变化规律研究

孙丽霞, 杨雷亮*, 孔婷 (江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要 为了解砂糖橘果实生长发育期品质的变化规律, 在高产果园选取4年和8年2种树龄的砂糖橘树, 对2种树龄果实中的可溶性固形物、总糖、总酸和维生素C的含量进行了研究。结果表明, 在果实生长发育期, 随着生长期的延长, 果实中可溶性固形物、总糖和糖/酸不断增加, 而总酸和V_C含量不断减少。果实成熟期时, 4年树和8年树果实中可溶性固形物含量分别为13.15%、12.58%, 总糖含量分别为12.02%、11.45%, 糖/酸分别为27.72、23.10, 总酸含量分别为0.43%、0.50%, 维生素C含量分别为164.9、171.3 mg/kg。该研究为探讨砂糖橘优质的原因奠定基础。

关键词 砂糖橘; 可溶性固形物; 总糖; 总酸; 维生素C

中图分类号 S666 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)12-0054-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.12.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The Quality Regular of *Citrus reticulata* Fruit

SUN Li-xia, YANG Lei-liang, KONG Ting (Jiangsu Vocational College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400)

Abstract In order to understand the quality regular of *Citrus reticulata* fruit during development, soluble solid content, total acid, total sugar and vitamin C were measured at different developing stages for both 4 and 8 years old *Citrus reticulata* fruit tree. The results showed that soluble solid content, total sugar, sugar / acidity of fruit was increasing constantly with the extension of growth period, but those of total acid, vitamin C was reduced constantly. At the harvest stage, there were high content of soluble solid content in four-year tree and eight-year tree, reached to 13.15%, 12.58%. The content of total sugar was 12.02%, 11.45%. The ratio of sugar / acidity was 27.72, 23.10. The content of total acid was 0.43%, 0.50%. The content of vitamin C reached to 164.9, 171.3 mg/kg.

Key words *Citrus reticulata*; Soluble solid content; Total sugar; Total acid; Vitamin C

我国是柑橘的原产地和生产大国, 2019年我国柑橘总面积和总产量分别是261.7万hm²和4584.54万t, 约占世界产量的1/3, 居世界首位。目前, 我国柑橘面积和总产量均是世界第一^[1-4]。然而, 我国柑橘近些年发展速度过快, 面积、产量增长速度惊人, 带来了不少问题, 产量大幅增长的同时, 柑橘品质也在下降, 果实酸淡, 渣多汁少, 果小皮厚等^[5], 柑橘销售问题也日趋突出, 不同地区生产的柑橘和不同的柑橘种类和品种, 其品质差异很大, 通过品种的改良技术, 无籽砂糖橘已成为广东的主推品种, 其品质优异, 深受广大人民的喜爱^[6]。砂糖橘(*Citrus reticulata*)原产广东省四会市, 其果实味清甜, 含糖量高, 色泽鲜艳, 皮薄易剥, 是目前广东省最畅销的柑橘品种之一, 并迅速辐射到清远、广西、福建等地, 但口感方面还不及四会本地的砂糖橘。

柑橘品质应包括外观和内质两方面, 其中糖酸含量及其比例对品质起着决定性作用^[7]; 对于大多数柑橘品质而言, 可溶性固形物的主要成分是糖类, 其含量高, 各种营养成分的含量也高, 在柑橘优良品种的选育和鉴定中, 可溶性固形物含量是必不可少的指标^[8-9]; 而维生素C是人们健康成长、提高免疫力的重要因素, 据报道, 成年人一天约需要60mg的维生素C^[10]。笔者主要从砂糖橘果实中的可溶性固形物、总糖、总酸、维生素C和糖/酸进行了研究, 探讨砂糖橘优质的原因, 旨在为柑橘适地适栽和品质区划提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 以四会砂糖橘为供试植物, 果园位于广东

省四会市江谷镇, 东南面丘陵山地, 坡度30°。其土壤的基本理化性状: pH 5.4, 有机质12.79 g/kg, 全氮1.34 g/kg, 全磷0.35 g/kg, 矿质态氮12.56 mg/kg, 速效磷3.35 mg/kg, 速效钾53.54 mg/kg。

1.2 试验设计 果实膨大前期开始采集果实样品, 采用裂区设计的方法和原则, 供试果树包括4年和8年2个树龄的果树(主因素)。在每个树龄果树果实的6个生长发育阶段, 即果实膨大前期、果实膨大中期、果实迅速膨大期、果实膨大后期、转色期和成熟期(副因素)采样, 共12个处理, 每个处理5次重复, 每5棵树为1个重复。

1.3 测定项目与方法 对每次采集的砂糖橘果实样品带回实验室后立即处理, 快速洗涤, 洗干净后用干净的纱布擦干, 立刻分离出果肉, 将其打成浆, 分别测定可溶性固形物、总糖、总酸、维生素C含量。

果实中可溶性固形物含量直接用手持测糖仪测定; 果实中可溶性总糖的提取与测定用铜还原直接滴定法; 果实中总酸的提取和测定用中和滴定法; 果实中抗坏血酸V_C的提取和测定用2,6-二氯酚酚滴定法^[11]。

1.4 数据分析 试验数据均采用Excel、SPSS统计软件进行分析^[12-13]。

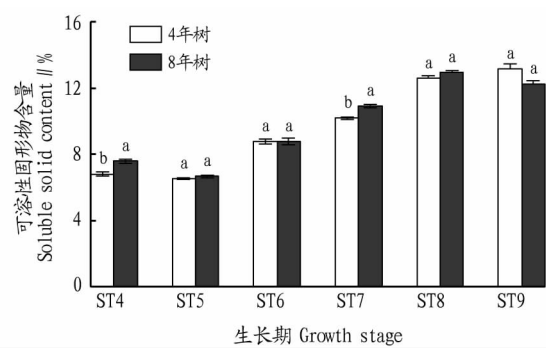
2 结果与分析

2.1 不同树龄砂糖橘果实中可溶性固形物含量的变化规律 从图1可以看出, 随着生长期的延长, 可溶性固形物含量总体呈逐渐增加的趋势, 在果实膨大中期(ST5)最低, 4年树和8年树分别为6.53%、6.67%, 4年树果实成熟期(ST9)时达到最大为13.15%, 8年树则是在转色期(ST8)时达到最大为12.95%。

果实生长发育期, 4年树和8年树可溶性固形物含量的变化趋势基本一致, 但在果实膨大前期(ST4)和果实膨大后

基金项目 青年扶持项目(2021kj35); 创新训练项目(202113103019y)。
作者简介 孙丽霞(1979—), 女, 山西汾阳人, 高级工程师, 硕士, 从事植物营养与施肥、食品安全与质量控制研究。*通信作者, 高级农艺师, 博士, 从事微生物学、植物病理学研究。
收稿日期 2021-09-03

期(ST7)时4年树果实中可溶性固形物含量显著小于8年树(ST4和ST7时4年树果实中可溶性固形物分别为6.80%、10.18%,8年树分别为7.58%、10.92%)。果实生长发育期4年树果实中可溶性固形物的均值显著小于8年树果实中可溶性固形物的均值(4年树为9.67%,8年树为9.91%)。



注:ST4.果实膨大前期,ST5.果实膨大中期,ST6.果实迅速膨大期,ST7.果实膨大后期,ST8.转色期,ST9.成熟期。不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note:ST4.Prior stage of fruit enlargement,ST5.intermediate stage of fruit enlargement,ST6.Rapid enlargement stage of the fruit,ST7.Anaphase stage of fruit enlargement,ST8.Fruit color change stage,ST9.Maturation stage.Different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level

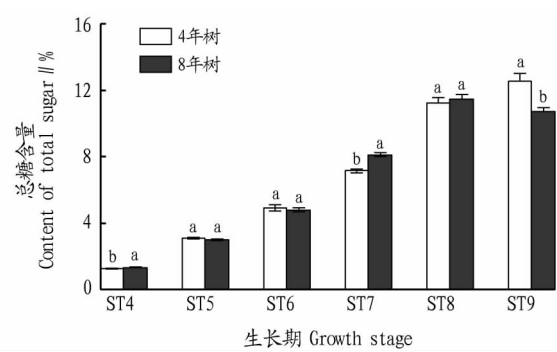
图1 砂糖橘果实中可溶性固形物含量的变化规律

Fig.1 The changing regular of soluble solid content in *Citrus reticulata*

2.2 不同树龄砂糖橘果实总糖含量的变化规律 从图2可以看出,随着生长期的延长,果实中总糖含量总体呈逐渐增加的趋势,4年树和8年树的变化规律基本相同。在果实膨大前期(ST4)果实中总糖含量最低,4年树和8年树分别为1.24%、1.33%,到转色期(ST8)时分别为11.26%、11.50%,随后各生长期的总糖含量基本处于稳定状态,4年树在成熟期(ST9)时达到最大,为12.02%,8年树在果实转色期(ST8)时达到最大,为11.49%。

在果实膨大前期(ST4)和果实膨大后期(ST7)4年树果实中总糖含量显著小于8年树(ST4和ST7时4年树果实中总糖含量分别为1.24%、7.16%,8年树分别为1.33%、8.11%),在果实成熟期(ST9)时4年树果实中总糖含量显著大于8年树(此时4年树和8年树总糖含量分别为12.02%、11.45%)。果实生长发育期4年树果实中总糖含量的均值与8年树果实中总糖含量的均值间无显著差异(4年树为6.61%,8年树为6.70%)。

2.3 不同树龄砂糖橘果实总酸含量的变化规律 成熟果实汁液中的酸主要为柠檬酸,其次为苹果酸,还含有微量的琥珀酸、草酸、 α -酮戊二酸等。橙类、宽皮柑橘中柠檬酸占总酸的75%~88%,葡萄柚中占82%~96%,柠檬中占87%~88%^[13]。该研究的总酸含量全部转换成柠檬酸来计算。从图3可以看出,随着生长期的延长,果实中总酸含量总体呈逐渐减少的趋势,与总糖含量的变化趋势相反,4年树和8年树的变化规律相同。在果实膨大前期(ST4)果实中总酸含量最大,4年树和8年树分别为4.17%、4.40%,到果实成熟期



注:ST4.果实膨大前期,ST5.果实膨大中期,ST6.果实迅速膨大期,ST7.果实膨大后期,ST8.转色期,ST9.成熟期。不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

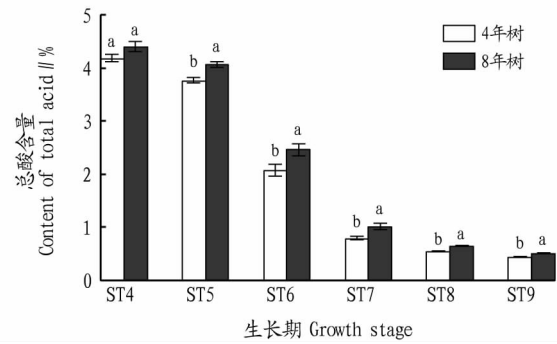
Note:ST4.Prior stage of fruit enlargement,ST5.Intermediate stage of fruit enlargement,ST6.Rapid enlargement stage of the fruit,ST7.Anaphase stage of fruit enlargement,ST8.Fruit color change stage,ST9.Maturation stage.Different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level

图2 砂糖橘果实中总糖含量的变化规律

Fig.2 The changing regular of content of total sugar in *Citrus reticulata*

(ST9)时降到最低,分别为0.43%、0.50%。最大含量是最低含量的9~10倍。

在果实膨大前期(ST4)4年树果实中总酸含量与8年树无显著差异外,其他各生育期均是8年树果实中总酸的含量显著大于4年树果实中总酸的含量。果实生长发育期4年树果实中总酸含量的均值显著小于8年树果实中总酸含量的均值(4年树为1.95%,8年树为2.18%)。



注:ST4.果实膨大前期,ST5.果实膨大中期,ST6.果实迅速膨大期,ST7.果实膨大后期,ST8.转色期,ST9.成熟期。不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note:ST4.Prior stage of fruit enlargement,ST5.Intermediate stage of fruit enlargement,ST6.Rapid enlargement stage of the fruit,ST7.Anaphase stage of fruit enlargement,ST8.Fruit color change stage,ST9.Maturation stage.Different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level

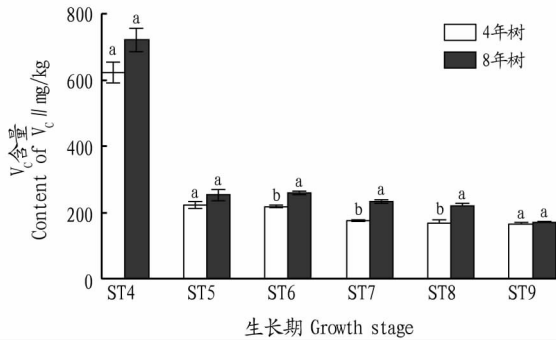
图3 砂糖橘果实中总酸含量的变化规律

Fig.3 The changing regular of content of total acid in *Citrus reticulata*

2.4 不同树龄砂糖橘果实V_c含量的变化规律 从图4可以看出,随着生长期的延长,果实中V_c含量总体呈逐渐减小的趋势,4年树和8年树的变化趋势相同。果实中V_c含量在果实膨大前期(ST4)时最大,4年树和8年树分别为622.5、721.7 mg/kg,到果实成熟期(ST9)时达到最小,4年树和8年

树分别为 164.9、171.3 mg/kg。

在 ST6、ST7、ST8 这 3 个时期 4 年树果实中 V_c 含量显著小于 8 年树的含量,其他生育期树龄之间均无显著差异。果实生长发育期 4 年树果实中 V_c 含量的均值显著小于 8 年树果实中 V_c 含量的均值(4 年树为 264.4 mg/kg,8 年树为 310.3 mg/kg)。



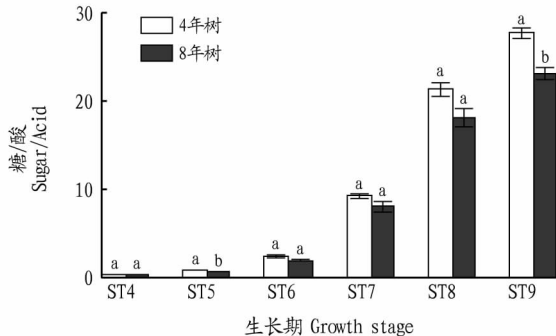
注:ST4.果实膨大前期,ST5.果实膨大中期,ST6.果实迅速膨大期,ST7.果实膨大后期,ST8.转色期,ST9.成熟期。不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note:ST4.Prior stage of fruit enlargement,ST5.Intermediate stage of fruit enlargement,ST6.Rapid enlargement stage of the fruit,ST7.Anaphase stage of fruit enlargement,ST8.Fruit color change stage,ST9.Maturation stage.Different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level

图4 砂糖橘果实中 V_c 含量的变化规律

Fig.4 The changing regular of content of V_c in *Citrus reticulata*

2.5 不同树龄砂糖橘果实糖/酸的变化规律 果实味道的甜酸不仅决定于含糖量,同时还决定于糖酸含量之间的适当比例,即糖酸比。从图 5 可以看出,随着生长期的延长,砂糖橘果实中糖/酸逐渐增大,在果实膨大前期(ST4)、果实迅速膨大期(ST6)、果实膨大后期(ST7)和转色期(ST8)时树龄之间均无显著差异,而在果实膨大中期(ST5)和成熟期(ST9)时 4 年树糖/酸显著大于 8 年树(成熟期时 4 年树和 8 年树的糖/酸分别为 27.72、23.10),说明在成熟期时 4 年树的甜度大于 8 年树。



注:ST4.果实膨大前期,ST5.果实膨大中期,ST6.果实迅速膨大期,ST7.果实膨大后期,ST8.转色期,ST9.成熟期。不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note:ST4.Prior stage of fruit enlargement,ST5.Intermediate stage of fruit enlargement,ST6.Rapid enlargement stage of the fruit,ST7.Anaphase stage of fruit enlargement,ST8.Fruit color change stage,ST9.Maturation stage.Different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level

图5 砂糖橘果实中糖/酸的变化规律

Fig.5 The changing regular of sugar/acid in *Citrus reticulata*

3 讨论

柑橘作为一种果品进入流通市场,其果实品质的各个组成部分必须符合消费者的嗜好,才能被市场接纳,从而真正达到生产的目的。根据日本以主要柑橘消费阶层的妇女为中心的调查表明,被 50%以上的人评为优质果的糖度、酸度标准为早熟温州蜜柑可溶性固形物 10%~12%,酸 1.0%以下,普通温州蜜柑可溶性固形物 11%~12%,酸 1.0%以下^[14-15]。

石健泉等^[16]对 104 个橘类品种的可溶性糖、可滴定酸连续 3 年进行测定,提出果实糖、酸含量分级标准,其中糖的含量达 11%以上为极高,酸的含量小于 0.5%为极低。橘类的风味,除取决于糖、酸含量的绝对值外,还取决于糖酸的配合即糖酸比,优质品种的糖酸比在 10~20。

林媚等^[17]也对台州橘区主要柑橘品种的内质状况进行了研究,结果表明,可溶性固形物的含量在 10%~14%,总糖含量在 7%~12%,总酸含量在 0.3%~1.3%。 V_c 含量在 141~605 mg/kg。

吴正琴等^[8]对宽皮柑橘进行研究,结果表明,可溶性固形物含量在 12%左右,总糖含量 10%左右,总酸含量 0.35%左右,糖/酸为 26 左右。该研究结果表明糖/酸为 23.6~29.0,说明四会砂糖橘的可溶性固形物含量较高。

该研究结果表明,果实成熟期时,砂糖橘果实中可溶性固形物含量为 13%左右,总糖含量为 12%左右,总酸含量为 0.45%左右, V_c 含量为 168.1 mg/kg 左右,糖酸比为 25.41 左右。与前人的研究结果比较可知,四会砂糖橘果实中可溶性固形物、总糖、总酸、糖酸比均较高,达到优质的标准,但 V_c 含量较低,这可能与品种有关。

叶自行等^[18]对无籽砂糖橘的研究结果表明,可溶性固形物含量在 13%以上;黄丽华^[19]对砂糖橘各品质进行研究,结果表明,总酸含量为 0.37%,总糖含量为 13.07%,可溶性固形物为 12%,糖/酸为 35.29, V_c 含量为 229.8 mg/kg。糖酸比较高的原因可能是因为黄丽华^[19]是采集四会集市上的砂糖橘进行研究且在冰箱中保存后测定,这就造成酸度的减少,糖度相对增加,对 V_c 而言可能也有影响,唐志敏等^[20]对引进的“金秋”砂糖橘各项品质指标进行了研究,结果均适合在当地推广栽培。

该研究对砂糖橘果实生长发育各阶段的品质形成变化规律进行了研究,到目前为止还没有人对此进行系统的研究,只是成熟期时各品质测定结果,通过该研究,可形成规律的研究,对果实各生长发育阶段中养分综合管理具有一定的指导意义,建立砂糖橘养分综合管理体系也有待进一步研究。

4 结论

该试验结果表明,随着生长期的延长,果实中可溶性固形物和总糖含量逐渐增加,到果实转色期时基本达到稳定状态,其中可溶性固形物是 8 年树显著大于 4 年树,而总糖含量树龄之间无显著差异。果实中总酸和 V_c 含量逐渐降低,都是 8 年树的含量显著大于 4 年树;糖/酸不断增大,在成熟期时 4 年树的糖/酸显著大于 8 年树。这表明四会砂糖橘果实中的总糖、可溶性固形物、糖/酸、酸含量均达到优质标准。

(下转第 96 页)

晚春观赏植物“多品种复色景观”造景配置范例:春意盎然的4—5月是杜鹃花盛开的季节,杜鹃花作为长沙市的市花,在植物造景中应用甚广。以长沙园林生态园为例,种植包括羊躑躅、满山红、鹿角杜鹃、溪畔杜鹃、毛白杜鹃、紫花杜鹃、贵定杜鹃等30个品种,囊括金黄色、粉红色、大红色、洋红色、紫色、粉紫色、白色、蓝色8种颜色,在品种丰富、层层叠叠的乔木型杜鹃花下种植二月兰,“蓝色飘带”纵横绵延,形成起伏交替的花溪景观。因晚春观赏植物种类不够丰富,可用单一植物的多品种展示予以弥补,适当搭配草本或藤本装饰点缀,形成“多品种复色景观”。

3 结论

造景设计前需要因地制宜、因势制宜地进行科学规划,选择花期长、抗性好、个性化强的品种,科学地延长观赏时间。春季观花植物开花物候期和持续时间不尽相同,为营造从早春到晚春变化有序的植物景观,宜采用多元化的立体配置,将乔木、灌木、藤本、草本观赏植物合理搭配,形成花色丰富、层次分明、独具特色的花卉景观。花期相遇的植物组合能够形成百花争春的景观效果,而花期连续的植物组合能构成花开不败的持续景观效果^[1],将二者有效结合可营造出强烈的春季氛围。

营造春季花海景观宜选择先花后叶、颜色鲜艳、花量大、效果好的优良品种。带状花海(沿道路两侧)营建尽量与水体融合;块状成片花海,宜对地形作适当处理,营建高低起伏、错落有致的“微地形景观”。具体布置应根据区域特点整体考虑,使春季观花植物均匀分布,花期时序、花色特征在城市空间尺度形成连续有序的整体^[4]。

长沙在春季植物造景中,藤本植物应用较少,一定程度上影响了该地区植物景观的空间丰富度。藤本植物是垂直绿化的优良材料,可附于墙面、廊架,为垂直景观空间增添观赏视角。同时,在造景配置上要注意保护环境和土地资源,并可适当利用一些“废料”——人头石、树根等材料配合造

景,以融合当下流行的生态理念,践行“两山”理论^[10]。

春季观花植物造景配置建议以多年生的木本花卉为主,辅以草本花卉组合,形成观赏期长、观赏性高、适应性强、自然分布广、景观稳定的可推广性植物配置模式。在城市的植物造景配置中建议选择优良的乡土树种为骨干树种,积极引入易于栽培的新品种,驯化观赏价值较高的野生物种,丰富园林植物品种,形成色彩丰富、多种多样的景观^[11]。

长沙地区具有较丰富的开花植物资源,为进一步和谐植物造景中科学性、艺术性和观赏时效性,笔者按早春、仲春、晚春的时序分上层、中层、下层种植造景的模式列举了多种春季观花植物及造景配置范例,提炼出“植物文化景观”“层次配置景观”和“多品种复色景观”等造景配置概念,提倡打造兼具生态性、功能性、景观性相融合的景观空间,以期为长沙地区乃至中南地区的园林植物春季季相景观营造提供借鉴与参考。

参考文献

- [1] 曾范星,岳桦.郑州市71种春季观花植物的主要观赏特性研究[J].河南农业科学,2016,45(9):107-113.
- [2] 刘宸,刘婷,包志毅.浙江农林大学春季观花植物种类及景观分析[J].福建林业科技,2014,41(2):177-182,188.
- [3] 徐志豪,詹柴,李佳丹.特色花海景观营造技术与可持续发展策略综述[J].安徽农业科学,2019,47(3):26-29.
- [4] 徐宁伟,史琰,杨凡,等.秦皇岛滨海地区春季观花植物观赏特征分析[J].林业建设,2017(1):42-46.
- [5] 张诗媛.园林植物季相设计理论基础及应用研究:以广西南宁市为例[D].成都:四川大学,2007.
- [6] 郭翔.辽宁桓仁如意岛花海观光园规划设计及植物配置[D].沈阳:沈阳农业大学,2016.
- [7] 宋元明.郑州大花海休闲观光园植物景观规划设计研究[D].郑州:河南农业大学,2015.
- [8] 钟莹,吴南生.浅议花海植物景观的营造[J].南方林业科学,2015,43(4):63-65.
- [9] 李田.花卉主题公园植物景观设计[D].重庆:西南大学,2010.
- [10] 李静,刘显成.城郊地区花海景观设计案例研究:以南充市凌云山花海为例[J].中外建筑,2017(8):150-153.
- [11] 史丹,李春涛,唐菲,等.论生态园林中的植物造景[J].安徽农业科学,2006,34(24):6501-6502.
- [12] 陈毓荃.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002:102-106.
- [13] 宇传华,颜杰.Excel与数据分析[M].北京:电子工业出版社,2002:111-208.
- [14] 郝黎仁,樊元,郝哲欧,等.SPSS实用统计分析[M].北京:中国水利水电出版社,2003:59-390.
- [15] BALDWIN E A.Citrus fruit in biochemistry of fruit ripening[M]//SEYMOUR G,TAYLOR J,TUCKER G.Citrus fruit in biochemistry of fruit ripening.London:Chapman and Hall,1993:107-137.
- [16] 杨海英,陈健民.柑橘果实内在品质与栽培技术措施[J].浙江柑桔,2000,17(3):9-11.
- [17] 石健泉,沈丽娟,卢美玲,等.柚品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系[J].广西柑桔,1994(3):13-17.
- [18] 林媚,张志恒.台州橘区主要柑橘品种的内质状况[J].浙江农业科学,2004(4):186-188.
- [19] 叶自行,曾泰,许建楷,等.无子砂糖橘(十月橘)的选育[J].果树学报,2006,23(1):149-150,158.
- [20] 唐志敏,蔡建国,唐小忠,等.‘金秋’砂糖橘在湖南地区的引种表现及栽培技术要点[J].中国果树,2021(8):87-90.
- [1] 沈兆敏.我国柑橘生产销售现状及发展趋势[J].果农之友,2021(3):1-4.
- [2] 邓秀新.柑橘产业发展趋势与桂林柑橘品种结构调整[J].南方园艺,2020,31(6):1-4.
- [3] 刘建辉.柑橘优质高产栽培技术探讨[J].四川农业科技,2019(1):32-34.
- [4] 王艳语,许秀成.柑橘类水果品质与施肥[J].磷肥与复肥,2017,32(9):39-42.
- [5] 黄一华,马永善.影响特早熟蜜柑品质的原因与对策[J].福建果树,2000(3):42-43.
- [6] 朱从一,马静,吴文,等.广东柑桔品种改良研究进展[J].广东农业科学,2020,47(11):42-49.
- [7] 黄寿波,黄复瑞.柑桔品质及其影响因子[J].上海农业科技,1988(2):6.
- [8] 吴正琴,甘霖.柑桔果实可溶性固形物与品质的关系[J].四川果树科技,1991,19(1):34-36.
- [9] 张伟清,林媚,徐程楠,等.柑橘可溶性固形物和总酸含量测定方法比较[J].浙江农业科学,2019,60(11):2094-2095,2099.
- [10] WEBB R,VITAMIN C.Give a boost to your immune system[J].Diabetes forecast,2004,57(1):17-19.

(上接第56页)

参考文献