

无核柑橘保果技术研究进展

袁洁^{1,2}, 区善汉², 刘冰浩²

¹广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林

²广西特色作物研究院, 广西 桂林

收稿日期: 2022年11月28日; 录用日期: 2023年1月3日; 发布日期: 2023年1月10日

摘要

本文以无核柑橘保果难、保果技术有待进一步研究与创新为出发点, 从光照、水分、温度等自然环境因素及砧木、生长调节剂、修剪、施肥管理等栽培管理技术等方面, 综述了提高无核柑橘坐果率的影响因素与主要保果技术的研究进展, 对无核柑橘品种保果技术的研究方向与重点提出了展望, 旨在为无核柑橘保果技术的创新研究与应用提供借鉴。

关键词

柑橘, 无核柑橘, 环境因素, 保果技术, 研究进展

Progress in Fruit Preservation Technology of Seedless Citrus

Jie Yuan^{1,2}, Shanhan Ou², Binghao Liu²

¹College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin Guangxi

²Guangxi Academy of Specialty Crops, Guilin Guangxi

Received: Nov. 28th, 2022; accepted: Jan. 3rd, 2023; published: Jan. 10th, 2023

Abstract

This paper takes the further research and innovation of fruit preservation technology of seedless citrus, starting from the natural environmental factors such as light, water, temperature and the cultivation management techniques such as rootstock, growth regulator, pruning and fertilization management, summarizes the influencing factors of improving seedless citrus sitting rate and the research progress of the main fruit preservation technology. The research direction and focus of the fruit-preserving technology are proposed to provide reference for the innovative research and application of the seedless citrus varieties.

Keywords

Citrus, Seedless Citrus, Environmental Factors, Fruit Preservation Technology, Research Progress

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

柑橘是全球第一大类果品，也是中国南部地区栽培面积最大、年产量最高的水果之一[1]，距今已有4000多年的栽培历史[2]。2008年，我国柑橘种植面积190.08万 hm^2 ，超过苹果的种植面积，成为我国排名第一果品，我国柑橘产量成为世界第一[3]；2020年，我国柑橘种植面积287.92万 hm^2 ，产量4406.31万t[4]，其中产量达到1万t以上的品种67个、10万t以上的品种30个、100万t以上的品种有9个，包括沙糖橘、纽荷尔脐橙、蜜柚类、南丰蜜橘、沙田柚、椪柑、沃柑、温州蜜柑等品种，其中包含多个无核品种[5]。无核品种在保留了普通柑橘优良特性的同时，单果种子数由10~20粒减少至0~3粒，食用更方便，可食率更高，一直受到全球育种学家和消费者的青睐，因此推广种植柑橘无核品种是国内外柑橘产业的重要任务之一[6]，主栽柑橘无核品种有温州蜜柑、脐橙、无核沃柑、沙糖橘、红肉蜜柚、三红蜜柚、黄金蜜柚和无核椪柑等。但柑橘无核少核品种种植受传统栽培管理的影响，存在种植结构不规范、田间管理不到位、枝梢修剪不合理、保花保果方法单一等问题，出现成年树结果难、坐果率低、大小年结果现象等制约着柑橘发展的技术问题[7][8]。因此，重视对光照、水分、温度等自然环境因素的筛选，合理利用生长调节剂，增施有机肥，使砧木选择规范化，修剪合理化，施肥精细化，且在柑橘生理落果期有效减少生理落果，提高坐果率，调控营养生长与生殖生长，将以前仅提高产量的要求转为实现优质高产高效是果农追求的最终目标。本文从光照、水分、温度等自然环境因素及砧木、生长调节剂、修剪、施肥管理等栽培管理技术等方面综述柑橘无核品种保果技术研究的进展，旨在为柑橘无核品种保果技术的创新研究与应用提供借鉴。

2. 无核少核柑橘保果现状

我国地域辽阔，气候类型多样，柑橘无核品种发展前景广阔。多年来，柑橘无核品种如无核沃柑、蜜柚、脐橙等因保果技术不过关，坐果率较低、保果效果不理想，应用激素保果容易造成果皮粗糙、变厚甚至畸形果，严重影响产量、外观质量和经济效益。

3. 影响无核柑橘保果的自然环境因素

3.1. 光照

柑橘是耐阴性较强的短日照植物，适宜的年光照时长1200h~2200h。光照是柑橘生长发育必要的条件，光照过强或过弱均会危害树体生长与果实发育。高温强光会使柑橘光合作用产生光抑制，是影响第二次生理落果的主要自然环境因素，同时会影响果实生长发育，产生日灼现象，导致产量和品质下降[9]。果树进行遮光处理能降低午间光合辐射强度，降低树冠表面温度，增加相对湿度。在第二次生理落果时，高温强光会影响沙糖橘坐果率，一层遮光处理(透光率为55%)比不遮光处理(透光率为100%)的坐果率提高16.44%，说明适度遮光可以提高沙糖橘坐果率[10]。搭建防虫网棚可以降低棚内的光照强度，与网外

光照强度相比,晴天降低 40.3%,阴天降低 33.5%,雨天降低 47.9%,平均光照强度降低 39%,但搭建防虫网棚并不适用于所有柑橘品种,如棚内种植沙糖橘株产 17.58 kg 显著高于棚外种植的 9.00 kg;而棚内种植金葵沙糖橘株产仅 1.7 kg,极显著低于棚外种植的 10.15 kg [11],这与袁纯芬[12]的试验结果一致,沙糖橘网室栽培株产量 39.27 ± 7.27 kg,露地栽培产量 33.63 ± 4.89 kg。地表覆膜处理可改善树冠内膛和下部光照条件,使其多接受 12%~14%的反射光,对从江和锦屏 2 个椪柑试验地进行地表覆膜,果实产量分别为 4950 kg/667 m² 和 1963.5 kg/667 m²,比对照(CK)增产 36.4%和 3.48%;平均优质果率达 88.75%,比 CK 提高 23.9 百分点[13]。9~12 月多雨寡照天气,易导致脐橙后期落果增多,富川南部果园落果数比往年增加 5%~10%,中、北部果园增加 20%左右,产量减少 10%左右[14]。

3.2. 水分

柑橘生长所需年降雨量 1000 mm~2000 mm,土壤含水量 60%~80%左右,空气湿度 70%~80%左右,若空气湿度过高,果树易诱发病虫害;若空气湿度过低,果皮粗糙,囊壁增厚,出汁率降低;若空气湿度低于 60%,影响开花授粉,导致坐果率和产量降低[15]。2015 年,3~4 月降雨天数 25 d,3 月上中旬连续 16 d 阴雨无光照,汶朗蜜柚开花时间延长,其异花授粉于酸柚树,酸柚树花少且花粉萌发开裂严重,导致授粉成功率低,影响坐果率,单株果数 30~50 个/株,比往年减少 45%~60% [16],与区善汉等[17]研究结果一致,3 月持续降雨,生理落果加重。

3.3. 温度

温度是影响柑橘坐果的重要自然环境因素之一,柑橘生长的适宜温度 23℃~30℃,大于 10℃年积温 4500℃~8500℃。温度低于-6.5℃时果树树干和枝梢会冻伤,温度低于-9℃以下可能会致果树死亡[18]。脐橙遭受冻害后导致大量落果、产量下降,在一定程度上减产 50%左右,部分地区达到 60%左右[19]。室内栽培的温州蜜柑春梢、夏梢和秋梢的坐果率为 18.2%、24.7%和 18.8%,而露地栽培的坐果率仅有 3.0%左右[20]。5~7 月衢州、金华、常山和兰溪 4 个城市的最高气温与气象产量均呈正相关,其中常山的相关系数为 0.957,温度增加可提高气象产量,从而增加柑橘总产量[21]。异常高温下贮存物质消耗过多导致树体营养失调,细胞膜受损,脱落酸增加,柑橘会发生异常落果[22]。2014 年,宜昌市 7 月平均温度 30.5℃,比往年平均温度高 2.3℃,日照时长是往年的 123.8%,降雨量是往年的 19.6%,导致温州蜜柑园采前异常落果率达 100% [23],与叶明儿[24]等研究结果一致,温州蜜柑在日均温 26.8℃,最高气温 35℃,相对湿度 64%,生长 1 d 坐果率 1.4%,比 CK 降低了 1 倍;生长 2 d~5 d,幼果全部脱落。金志凤等[25]研究高温干旱天气对温州蜜柑的影响,得出第二次生理落果期内 5 月 31 日坐果率 12%,6 月 30 日坐果率 7%,但 7 月平均气温高、降雨量少,导致坐果率降低至 2%。

4. 影响无核柑橘保果的栽培技术

4.1. 砧木

砧木选择对果树生长、适应性、坐果率和产量有重要作用。曹炎成等[26]研究红肉蜜柚在中间砧上高接换种的表现,得出椪柑/枳砧最佳,单株果数 45.3 个/株,产量 5216 kg/667 m²;其次是香抛/枳砧和夏红橘柚/枳砧,单株果数 15.8 个/株和 36.9 个/株,产量 2311 kg/667 m²和 2157 kg/667 m²。纽荷尔脐橙在红橘砧、兴津/红橘砧和夏橙/枳砧挂果数为 0,在锦橙/枳砧挂果数 56 个/株,单株产量 12.91 kg;朋那脐橙在兴津/枳砧、锦橙/枳砧和红橘砧平均挂果数 106 个/株,平均单株产量 18.15 kg,比枳砧、兴津/红橘砧平均产量高 353.8%;丰脐脐橙在兴津/枳砧、锦橙/枳砧和红橘砧平均挂果数 59 个/株,平均单株产量 12.0 kg,比兴津/红橘砧产量高 285.9% [27]。但目前砧木对无核品种保果影响的研究不多,有待进一步加强。

4.2. 生长调节剂

目前,植物生长调节剂已在各类果树上广泛应用,其对促进植株生长发育、保花保果等方面具有重要调控作用。无核品种坐果率低的原因之一在于幼果中的赤霉素(GA₃)、细胞分裂素(CTK)、芸苔素内酯(BR)等促进坐果及幼果发育的内源激素水平过低[28]。因此,合理补充外源激素可提高坐果率。

对脐橙喷施 50 mg/kg GA₃, 坐果率达 50.5%, 极显著地高于 CK 的 16.3% [29]。张丹等[30]对花量较少的枳砧晚熟杂柑喷施 3.3×10^{-5} GA₃ + 0.3% 尿素 + 0.2% 磷酸二氢钾, 坐果率为 4.56%, 比 CK 提高 245%。在一定浓度范围内喷施多效唑(PP₃₃₃)能显著增加红肉蜜柚的结果数和坐果率, 喷施 1125 mg/L PP₃₃₃, 单株结果数为 21.25 ± 0.85 个, 坐果率为 3.03%, 分别比 CK 提高 507.14% 和 12.64%; 而喷施 1500 mg/L PP₃₃₃ 结果数为 3.24 ± 0.63 个, 坐果率仅 1.80% [31]。2018~2019 年, 在红肉蜜柚第一次生理落果结束后叶面喷施 1 次 2,4-D 12 mg/L + GA₃ 20 mg/L, 结果数分别为 45 个/株和 66.7 个/株, 坐果率 51.33% 和 21.16%, 坐果率分别比 CK 提高 70.2% 和 313.3% [32]。2017~2018 年, 刘昔等[33]用 BR (0.01% 可溶性液剂)、苄氨基腺嘌呤(BA, 2% 可溶液剂)和 GA₃ (4% 可溶液剂)处理罗伯逊脐橙, 结果喷施 2% BA 可溶液剂 50.0 mg/kg 结果数和坐果率最高, 2 年坐果率分别为 15.68%、11.74%, 比 CK 增加 47.37%、98.98%。喷施 0.003% 丙酰芸苔素内酯水剂, 沙糖橘坐果率最高, 达到 5.79%, 比 CK 高 48.5%, 单株产量 57.5 kg, 比 CK 高 45.6% [34]。在温州蜜柑盛花期和第二次生理落果前喷施 GA₃ 30~70 mg/L, 坐果率 5.9%~9%, 比 CK 提高 63.9%~150%; 喷施硼砂 0.15%~0.25%, 坐果率 6.6%~8.4%, 比 CK 提高 83.3%~133.3% [35]。

4.3. 修剪技术

光照、结果母枝质量直接影响生理落果。修剪是改善通风透光条件、培养结果母枝的必要手段。修剪以冬季、春季为主, 夏季和秋季为辅。柑橘每年可抽梢 3~4 次, 分别为春梢、夏梢或晚夏梢、秋梢或晚秋梢, 其中脐橙、无核沃柑、温州蜜柑、沙糖橘以秋梢为主要结果母枝, 且树冠内外的结果母枝均可能结果, 蜜柚类以 1 年生及以上春梢为主要结果母枝。适当的修剪可促进新梢的萌发, 增加结果母枝的数量, 提高结果母枝的质量, 最终增加花量提高花质。因此, 合理的修剪是提高柑橘坐果率的关键措施之一。2019 年, 对椪柑进行开天窗回缩修剪, 产量比 CK 增加 11303 kg/hm², 增产 62.8%, 2020 年产量比 CK 增加 5528 kg/hm², 增产 18.8% [36]。南丰蜜橘采用大平剪和机械修剪, 秋梢结果母枝在剪口直径 0 mm~5 mm, 秋梢长度在 0 cm~12.5 cm 时的坐果量为 1.66 ± 0.48 个和 1.63 ± 1.22 个, 比剪口直径 10 mm~15 mm, 长度在 0 cm~12.5 cm 时增加 68% 和 48%, 比剪口直径 0 mm~5 mm, 长度在 12.5 cm~25 cm 时增加 232% 和 49.5%, 且直径越大, 秋梢长度越长, 坐果量越低[37]。

环割或环剥是在第 1 次生理落果结束时, 对树干进行 2~3 圈环割或环剥 1 圈, 阻止有机物向下运输至根部, 确保果树生长发育所需的营养, 是增加枝条环割以上部位碳水化合物积累的一种修剪技术。其主要目的是抑制有机物输送, 提高坐果率, 从而有效保果[38]。罗祠平等[39]在橘柚开花前后和稳果期环割进行保花保果, 谢花 2/3 时喷施 400 倍 CTK + 16% GA₃ 40~50 mg/kg, 2 次间隔 15 d, 可增产 20% 左右, 并提高果实品质。对 4 株越南青柚进行环割处理 + PP₃₃₃ 2 g 处理开花株率达 100%, 花量 41 朵, 结果 9 个, 坐果率 21.9%, CK 处理结果均为 0 [40]。

4.4. 施肥管理

施肥是影响柑橘产量和品质的重要因素之一[41]。每 1~2 年进行一次深翻改土, 挖深沟施用有机肥, 增加土壤有机质, 改善土壤理化性质。合理施肥可使果树从土壤获得更充足的养分, 肥料中各种元素均会影响花果质量, 如硼肥施用过量会导致叶片提前脱落, 出现枯梢现象, 施用过少会导致授精率降低, 保果困难; 钙肥施用过少导致花器受损, 影响花量和产量; 氮肥不足新梢少, 花芽分化质量差, 花弱且

坐果率低[28] [42]。在脐橙开花前、谢花后和果实膨大期,每 667 m² 喷施 N₂ 5 kg + P₂O₅ 18 kg + K₂O 30 kg + 0.2% 硼酸,共 3~4 次,产量 255 kg/667 m²,比对照增产 20.85% [43],添加硼肥的试验组花量和结果数量显著高于其他组,说明施用硼肥有利于脐橙开花结果,改善果实品质,与朱盼盼等[44]研究结果一致。在纽荷尔脐橙现蕾期、盛花期、第一次生理落果前期和果实膨大期喷施金橙多液肥 1500 倍,单株果数 39.9 个/株,比 CK 提高 69.34%;喷施氨基酸复合肥 300 倍,单株果数 34 个/株,比 CK 提高 44.34% [45]。琯溪蜜柚在开花前 10 天喷施 1 次高利达 1500 倍液(生物光合酶微量元素叶面肥),春梢抽梢量 489 枝/株,结果数 219 个/株,坐果率 61%,比 CK 坐果率提高 40%;在开花前 10 d、开花结果期和果实膨大期各喷施 1 次高利达 1500 倍液,春梢抽梢量 486 枝/株,结果数 223 个/株,坐果率 62%,比 CK 坐果率提高 42%,表明在以上各时期喷施叶面肥可加快春梢老熟,提高坐果率[46]。

5. 展望

目前,针对影响无核柑橘坐果率的自然环境因素、植物生长调节剂、修剪技术、施肥管理等的研究较多,但砧木选择对保果的影响研究相对较少。在水分和施肥管理的影响方面,主要集中于对果实产量的研究与应用,影响坐果率的研究相对较少。沙糖橘、蜜柑、蜜柚和脐橙等品种影响保果因素和技术的研究较多,无核沃柑、无核椪柑和泰国红宝石青柚等品种的保果技术、异常天气影响条件下的保果技术、生长调节剂保果对果面质量的影响及无激素保果技术等方面的研究较少,今后应加强这几方面的研究。

基金项目

广西重点研发计划项目(桂科 AB21220031)资助。

参考文献

- [1] 郭文武,叶俊丽,邓秀新. 新中国果树科学研究 70 年——柑橘[J]. 果树学报, 2019, 36(10): 1264-1272.
- [2] 汪焯. 柑橘产业助力乡村振兴[J]. 农经, 2020(Z1): 64-67.
- [3] 吕鹏超,戚伟波,胡怡林,等. 我国果品产业发展趋势分析[J]. 中国果菜, 2022, 42(7): 75-79+74.
- [4] 莫星煜,毛玲莉,王梓,徐梦茜. 国内外柑橘产业发展现状综述[J]. 农村实用技术, 2021(2): 9-10.
- [5] 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.
- [6] 邓秀新. 世界柑橘品种改良的进展[J]. 园艺学报, 2005, 32(6): 1140-1146.
- [7] 黄文碧. 柑橘绿色栽培技术[J]. 农业技术与装备, 2022(3): 117-120.
- [8] 张敬斐. 柑橘优质高产栽培及管理技术探究[J]. 广东蚕业, 2022, 56(1): 88-90.
- [9] 郭延平,张良诚,洪双松,沈允钢. 温州蜜柑叶片光合作用的光抑制[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 281-286.
- [10] 霍清枝,付崇毅,高兴颖,崔世茂. 遮阴对日光温室柑橘生长及生理特性的影响[J]. 中国园艺文摘, 2013, 29(5): 3-6.
- [11] 唐燕玲,梅正敏,傅翠娜,等. 防虫网棚设施栽培对广西柑橘主要品种生长、结果及品质的影响[J]. 南方园艺, 2022, 33(2): 1-8.
- [12] 袁纯芬. 网室栽培对柑橘病虫害及果实品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南农业大学, 2018.
- [13] 罗怿,吴传明,罗素兰,等. 地面覆膜对椪柑品质及产量的影响[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(5): 47-49.
- [14] 柴广萍,刁爱红. 异常天气对脐橙物候和产量的影响[J]. 生物灾害科学, 2015, 38(2): 163-165.
- [15] 邓秀新,彭抒昂. 柑橘学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [16] 梁桥芳,张凯涛,黎树华,等. 异常天气对沃柑蜜柚生产的影响[J]. 农业研究与应用, 2016(4): 50-53.
- [17] 区善汉,张社南,刘冰浩,梅正敏. 持续阴雨条件下的柑橘保果技术[J]. 南方园艺, 2020, 31(2): 39-42.
- [18] 李世清. 沙糖橘保花保果高产栽培管理技术分析[J]. 南方农业, 2020, 14(32): 48-49.
- [19] 杨白玉,何满,唐巧珍. 冻害对秭归伦晚脐橙生长发育及产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(S2):

288-293+298.

- [20] 龚洁强, 王立宏, 徐建国, 王允镇. 柑桔温室栽培研究[J]. 浙江农业科学, 2002(6): 16-18.
- [21] 余颖, 王玛丽, 叶玮, 等. 金衢盆地气象条件对柑橘生产的影响研究[J]. 湖南农业科学, 2013(7): 96-99.
- [22] 宋明, 莫健生, 贺申魁, 等. 夏郢镇沙糖橘异常落果原因分析及应对措施[J]. 南方园艺, 2021, 32(2): 76-80.
- [23] 陈世林, 李红叶, 周斌, 等. 宜昌温州蜜柑采前异常落果特点、原因及防治方法[J]. 中国南方果树, 2015, 44(2): 112-113.
- [24] 叶明儿, 李三玉, 施书星, 应芝秀. 异常高温持续时间对温州蜜柑落花落果和春梢生长的影响[J]. 浙江柑橘, 1998, 15(1): 2-5.
- [25] 金志凤, 陈先清, 张昌记. 夏季高温干旱对温州蜜柑果实生长的影响[J]. 中国农业气象, 2005, 26(3): 184-186.
- [26] 曹炎成, 周志成, 詹金鸿, 童发根. 红肉蜜柚在 4 种中间砧上高接换种的表现[J]. 中国南方果树, 2017, 46(2): 71-73.
- [27] 黄海. 不同砧木嫁接脐橙的比较试验[J]. 山西果树, 2018(5): 6-9.
- [28] 甘育贞. 保果技术在无核沃柑高产种植中的应用[J]. 广东蚕业, 2022, 56(6): 66-68.
- [29] 刘远鹏, 曾伟光. 柑桔花期不良气候下提高着果率的措施[J]. 中国柑桔, 1990, 19(1): 28.
- [30] 张丹, 周艳霞, 张海平, 等. 晚熟杂柑沃柑花果管控研究初报[J]. 农业科技通讯, 2020(6): 192-194.
- [31] 李欢, 李建兵, 黄家权. 外源多效唑对红肉蜜柚成花的影响[J]. 分子植物育种, 2019, 17(9): 3046-3052.
- [32] 区善汉, 贺申魁, 蔡军, 等. 不同处理对红肉蜜柚成花与着果的影响[J]. 中国南方果树, 2020, 49(3): 9-11.
- [33] 刘昔, 江帮富, 杨俊. 三种植物生长调节剂促进柑橘增产效果比较[J]. 四川农业科技, 2019(11): 28-30.
- [34] 魏万龙. 叶面喷施丙酰芸薹素内酯水剂对沙糖橘生长及产量品质的影响[J]. 南方农业, 2022, 16(9): 139-141+145.
- [35] 林江武. 特早熟温州蜜柑保花保果试验[J]. 农业开发与装备, 2018(8): 109+113.
- [36] 吴雪珍, 王登亮, 孙建城, 等. 间伐修剪对郁闭桉柑园树体生长及果实品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(10): 2323-2325+2392.
- [37] 杨欢, 尹欣幸, 宁东媛, 等. 南丰蜜橘夏季省力化修剪对秋梢形成、成花和坐果的影响[J]. 华中农业大学学报, 2018, 37(3): 19-24.
- [38] 黄静, 钟进良, 杜小珍, 等. 桔柚优质高产关键技术研究[J]. 中国园艺文摘, 2018, 34(2): 201-202.
- [39] 罗祠平, 吴尧美, 郭建忠. 建阳桔柚优质高产栽培关键技术[J]. 农民致富之友, 2017(22): 160.
- [40] 黄运鹏. 越南青柚反季节促花及其相关生理机制研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2020.
- [41] 陈大超, 张跃强, 甘涛, 等. 有机肥施用量及深度对柑橘产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2018(4): 143-147.
- [42] 黄成能, 卢晓鹏, 李静, 等. 柑橘氮素营养生理研究进展[J]. 湖南农业科学, 2013(15): 76-79.
- [43] 杨玉萍. 常规施肥加叶面喷施硼、钼、镁对脐橙产质量的影响[J]. 南方农业, 2022, 16(15): 80-83.
- [44] 朱盼盼, 马彦平, 师蓉, 等. 中微量元素钙、镁、硼、锌、铁对脐橙品质的影响及推荐用量[J]. 肥料与健康, 2021, 48(6): 43-48.
- [45] 廖开音, 陈善托. 纽荷尔脐橙喷叶面肥增产效应初试[J]. 南方园艺, 2011, 22(4): 28-29.
- [46] 黄德发, 黄海山, 黄国鸿. “高利达”植物生长生物光合酶微量元素叶面肥对琯溪蜜柚的增产效应试验初报[J]. 果农之友, 2010(7): 6+17.