

不同施肥处理对红肉蜜柚果实品质的影响*

林伟军 李临兵 李春萍

(广东省岭南综合勘察设计院, 广东广州 510663)

摘要 研究以广东省梅州市梅县红肉蜜柚 *Citrus maxima* 'Hongroumiyou' 种植基地的 5 a 生红肉蜜柚为试验材料, 以不施肥为对照组, 将有机肥和无机肥的全年单株施肥量设置为 15、20、25 kg 3 种梯度, 对比分析不同肥源和施肥量对红肉蜜柚外观品质和食用品质的影响。结果表明, 施用肥料能显著提高红肉蜜柚的果实品质 ($P<0.05$); 对比无机肥, 施用有机肥能显著提高红肉蜜柚的可食率 ($P<0.05$), 而单果重、果形指数、含水率和出汁率并没有显著差异; 随着有机肥和无机肥施肥量的增加, 红肉蜜柚的单果重、可食率和出汁率均有显著的提高。考虑到无机肥对土壤和环境的危害性, 红肉蜜柚栽培过程中建议用有机肥替代无机肥或有机无机肥配施。

关键词 红肉蜜柚; 有机肥; 无机肥; 果实品质

中图分类号: S794.9 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 02-0087-05

Effect of Different Fertilization Treatments on Fruit Quality of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'

LIN Weijun LI Linbing LI Chunping

(Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510663, China)

Abstract Reasonable fertilizer source and fertilizer application rate is one of the important factors to improve the fruit quality of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'. In this study, the 5-year-old *C. maxima* 'Hongroumiyou' planting base in Meixian county, Meizhou city, Guangdong province was used as the experimental material. The control group was not fertilized, and the application rates of organic fertilizer and inorganic fertilizer were set to $15 \text{ kg} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{Year}^{-1}$, $20 \text{ kg} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{Year}^{-1}$, and $25 \text{ kg} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{Year}^{-1}$, respectively. The effects of different fertilizer sources and fertilizer rates on the appearance and edible quality of *C. maxima* 'Hongroumiyou' were compared and analyzed. The results showed that the application of fertilizer could significantly improve the fruit quality of *C. maxima* 'Hongroumiyou' ($P<0.05$). Compared with inorganic fertilizer, the application of organic fertilizer could significantly improve the edible rate of *C. maxima* 'Hongroumiyou' ($P<0.05$), but there was no significant difference in single fruit weight, fruit shape index, moisture content and juice yield. With the increase of organic fertilizer and inorganic fertilizer, the single fruit weight, edible rate and juice yield of *C. maxima* 'Hongrou miyou' increased significantly. Considering the harmfulness of inorganic fertilizer to soil and environment, it is suggested that organic fertilizer should be used instead of inorganic fertilizer or combined application of organic and inorganic fertilizer in the cultivation of *C. maxima* 'Hongroumiyou'.

Key words *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'; organic fertilizer; inorganic fertilizer; fruit quality

红肉蜜柚 *Citrus maxima* 'Hongroumiyou', 芸香科 Rutaceae 柑橘属常绿乔木, 广泛分布于东南亚

各国, 我国主要分布于广西壮族自治区、广东省、福建省和贵州省等长江以南地区^[1]。红肉蜜柚的果实硕

* 第一作者: 林伟军 (1985—), 男, 工程师, 主要从事森林保护与森林生态研究, E-mail: 53622916@qq.com。

大,通常为圆球形和阔圆锥形,营养价值丰富,果肉内含有多种微量元素和维生素,在降血脂、降血糖和减肥等方面具有一定的疗效,是深受大众喜爱的水果^[2]。部分学者围绕红肉蜜柚的栽培与选育方法开展了大量研究,潘歧权^[3]、刘键等^[4]对红肉蜜柚进行了引种试验,结果表明红肉蜜柚在引种地福建闽侯县、浙江龙游县、广东五华县的适应性较强,适合推广种植;王小雪^[5]对红肉蜜柚幼龄树的水分施肥管理、整形修剪、病虫害防治等方面进行了研究,其介绍的幼龄树栽培管理技术,有助于改善果农对红肉蜜柚幼龄树的管理技术,提高果树成活率。目前,红肉蜜柚的栽培技术已经较为成熟,产量较高,但更为合理的施肥、修剪等栽培技术仍然是研究的重点和热点。

化肥是促进植物发挥生长潜力的物质基础,在农业领域被誉为粮食的“粮食”。20世纪90年代,我国对化肥的投入规模开始直线增长^[6],但大量研究表明,土地上连续大量施用化肥,不仅造成浪费资源,增加农业成本,也带来了一系列环境问题,如温室气体排放增加、水体富营养化、土壤酸化和病虫害加重等^[7]。有机肥是指通过对动植物残体和生物物质等进行加工,消除了有毒有害物质的绿色肥料^[8]。研究表明,有机肥料在直接或间接地为作物提供营养成分,改善作物的生长机制的同时,还能调节土壤酸碱度,改良土壤结构,改善土壤理化性质和生物学性质^[9]。随着国家农业部的大力推广和人们思想的改变,广大农户也逐渐意识到施用化肥带来的危害,又开始重视有机肥在提高作物产量、改善农产品质量和土壤肥力的作用,有机肥也重新受到人们的广泛关注与重视。

有机肥和无机肥在柑橘类水果上的研究已逐渐增加,如郑寿龙^[10]在柑橘 *Citrus reticulata* 上进行了不同有机无机肥配施试验,结果表明有机无机肥配施处理提高了柑橘大果的比例,并提高了柑橘的维生素C、总糖和可溶性固形物含量;刘德友等^[11]对文旦柚 *Citrus maxima* 'wentan' 进行施用有机肥试验,结果表明在文旦柚上施用有机肥,既能增产又能增收。但目前有机肥和无机肥施用效果在红肉蜜柚上的研究还较少,并没有能直接指导生产的施肥方案。因此,本研究将通过设置不同的施肥量梯度,探讨有机肥和无机肥施肥量对红肉蜜柚的生长影响。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地概况

试验设在广东省梅州市梅县科艺农业发展有限公司的红肉蜜柚种植基地,地理位置为N23°55'~24°48'和E115°47'~116°33',地貌类型为土层深厚的低丘陵坡地,大部分土地为向阳坡。试验区属亚热带季风气候区,全年阳光充足,雨量充沛,年平均降雨1530 mm,年平均气温21.5℃,年平均日照时数1876 h。种植园的土壤类型为沙壤土,果园基础肥力情况:有机质16.8 g/kg,全氮1.54 g/kg,速效氮66 mg/kg,速效磷0.89 mg/kg,速效钾76 mg/kg, pH值为5.42。

选取的试验材料为2014年春季种植、5 a生、长势较一致、无病虫害的红肉蜜柚成年树,树高约2 m,树冠宽1.2~1.7 m,单株平均产量约62.5 kg,种植株行距为3 m×4 m,每亩种植60株左右。幼树植后2年每月薄施水肥1次,提高营养水平;秋冬季深翻改土扩穴,改善土壤环境;每次新梢抽发初期喷药1~2次。

1.2 试验设计

试验肥料:无机肥为芬兰产复合肥(品牌:金峰,型号N17P17K17, N、P₂O₅和K₂O含量分别为17%,17%和17%),有机肥由台湾味丹企业股份有限公司生产,型号为双螯合生态肥,有机质含量≥45%,N+P₂O₅+K₂O≥16%)。

试验设计:根据当地红肉蜜柚的需肥特性和土壤肥力分析结果,将果树的无机肥全年每株用量按5 kg的梯度递增,共设计3种梯度:15,20,25 kg(A1,A2,A3);有机肥全年用量按相同梯度设计(B1,B2,B3)。对照组做不施肥处理,每处理3株,3个区组。一年内分3次施肥:采果肥(冬肥),采果前后7~10天内施完,施肥量占一年施肥总量的40%~60%;发芽肥(春肥),1月底前后施,占一年施肥总量的15%~25%;壮果肥(夏秋肥),一般在停止生理落果后、秋梢萌发前10~15天施完,占一年施肥总量的20%~40%。施肥采用环状浅沟施,挖浅沟施肥后适当覆土,防止养分流失,冬肥开长宽深各为60 cm×30 cm×30 cm的穴施下,穴位置在树冠外围垂直处。

1.3 试验指标测定

各试验在果实成熟时(9月份)采摘果实进行产量和果实品质测定,共采63个果。果实的品质

包括有外观品质、食用品质和营养品质等，考虑到试验条件的有限，本次试验主要测定果实的外观品质和食用品质。其中外观品质选取单果重和果形指数两个指标，食用品质选取含水率、可食率和出汁率 3 个指标。各项指标的测定方法见表 1。

1.4 统计分析

采用 SPSS statistics 24 对不同处理各指标进行方差分析。

2 结果与分析

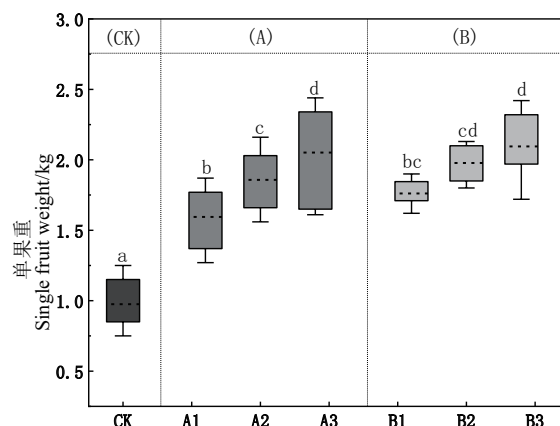
2.1 不同处理组的试验结果

对成熟果实进行处理后，依次测定不同处理组下的果实品质指标，各指标的统计结果见表 2。施用有机肥或无机肥后，果实的单果重平均值在 1.63 kg 以上，明显高于对照组的单果重平均值 0.98 kg；对于果形指数、可食率和出汁率，施肥组的最小平均值比对照组高出 0.45、8.87 个百分点、14.48 个百分点。对比对照组和施用肥料组 A/B 的果实指标可知，施用肥料确实能提高果实的外观品质和食用品质。

2.2 不同施肥处理对果实外观品质的影响

2.2.1 对单果重的影响 采用软件 IBM SPSS Statistics 24 对不同处理组的单果重试验结果进行方差

分析，由图 1 可知，对照组的单果重均显著小于施肥组 ($P < 0.05$)；随着无机肥施肥量的增加，单果重呈现显著增加的趋势 ($A3 > A2 > A1$)；单株全年有机肥施肥量为 15 和 25 kg 时，单果重存在显著差异；相同施肥量下，有机肥和无机肥对单果重的影响均无显著差异。与对照相比，施肥后的红肉蜜柚单果重平均高出 0.92 kg，且单果重随着施肥量的增加而显著增大，但红肉蜜柚施用有



注：图中不同字母表示 ($P < 0.05$) 差异显著。Notes: different letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图 1 不同施肥处理下红肉蜜柚单果重的方差分析

Fig.1 Variance analysis of single fruit weight of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou' under different fertilization treatments

表 1 红肉蜜柚果实各项指标的测定方法

Tab.1 Measurement methods of various indicators of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'

品质类型 Type	指标 Indicators	测定方法 Determination method	具体步骤 Specific steps
外观品质 Appearance quality	单果重 /kg	称重法	测定每处理成熟红肉蜜柚的带皮总质量。
	果形指数	游标卡尺测定法	测定果实纵径与横径，计算纵径与横径的比值。
食用品质 Edible quality	含水率 /%	烘干法	取鲜样称重后，放入烘箱中在 60~80 °C 条件下烘 2~3 h，100~105 °C 下干燥 1~2 h，样品取出后放在干燥器中冷却，称取干物质的重量。
	可食率 /%	称重法	将果实的果皮、果肉、种子分离后分别称重，计算果肉与总质量的比值。
	出汁率 /%	榨汁	采用榨汁机获取果汁，计算果汁与总质量的比值。

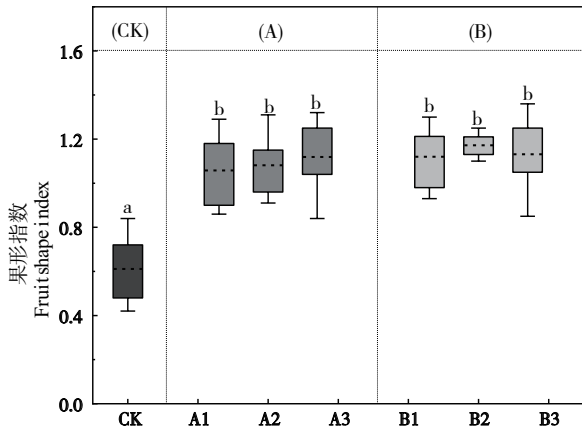
表 2 不同施肥处理红肉蜜柚果实试验指标的统计特征

Tab.2 Statistical characteristics of test indexes of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'

处理 Treatment group	外观品质 Appearance quality		食用品质 Edible quality		
	单果重 /kg Single fruit weight	果形指数 Fruit shape index	含水率 /% Moisture content	可食率 /% Edible rate	出汁率 /% Juice yield
A1	1.63 ± 0.23	1.06 ± 0.16	86.58 ± 3.05	60.36 ± 3.01	47.57 ± 3.58
A2	1.85 ± 0.20	1.08 ± 0.13	86.44 ± 3.85	64.30 ± 2.43	51.08 ± 1.47
A3	2.10 ± 0.34	1.12 ± 0.16	85.54 ± 2.82	69.44 ± 3.39	53.46 ± 3.38
B1	1.76 ± 0.08	1.12 ± 0.12	87.57 ± 3.51	63.81 ± 2.95	48.67 ± 3.31
B2	1.97 ± 0.12	1.17 ± 0.05	86.43 ± 2.47	69.81 ± 2.56	52.48 ± 2.52
B3	2.13 ± 0.23	1.13 ± 0.16	86.11 ± 1.97	72.53 ± 3.23	56.33 ± 3.07
CK	0.98 ± 0.16	0.61 ± 0.15	87.74 ± 3.55	51.49 ± 3.68	33.09 ± 2.81

机肥或无机肥时,单果重无显著差异。

2.2.2 对果形指数的影响 由图2可知,对照组的果形指数均显著小于施肥组 ($P < 0.05$);随着施肥量的增加,果形指数未呈现规律性变化;相同施肥量下,有机肥和无机肥对果形指数的影响均无显著差异。相比对照,施肥后的红肉蜜柚果形指数平均高出0.5,但红肉蜜柚施用有机肥或无机肥时,果形指数无显著差异。



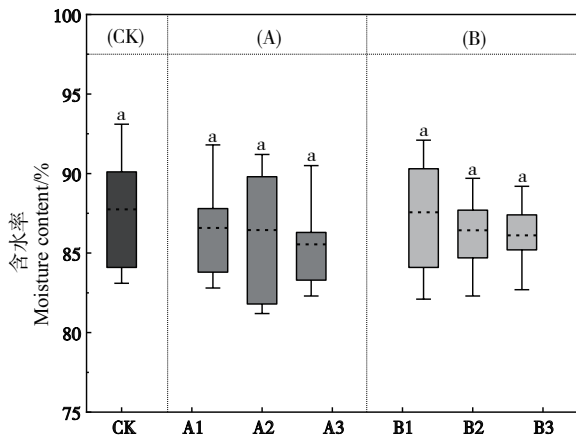
注:图中不同字母表示 ($P < 0.05$) 差异显著。Notes: different letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图2 不同施肥处理下红肉蜜柚果形指数的方差分析

Fig.2 Variance analysis of fruit shape index of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou' under different fertilization treatments

2.3 不同施肥处理对食用品质的影响

2.3.1 对含水率的影响 由图3可知,对照组的含水率与施肥组差异不显著,有机肥和无机肥对含水率的影响差异不显著。



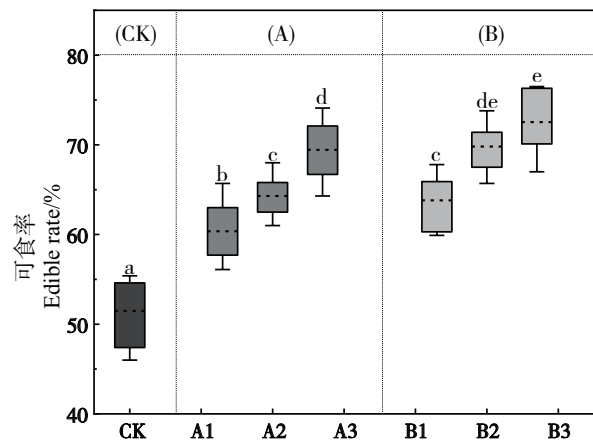
注:图中不同字母表示 ($P < 0.05$) 差异显著。Notes: different letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图3 不同施肥处理下红肉蜜柚含水率的方差分析

Fig.3 Variance analysis of moisture content of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou' fruit under different treatments

2.3.2 对可食率的影响 由图4可知,对照组的可

食率均显著小于施肥组 ($P < 0.05$);随着无机肥施肥量的增加,可食率呈现显著增加的趋势 ($A3 > A2 > A1$);单株全年有机肥施肥量为15(B1)和20 kg(B2)时,可食率存在显著差异,施肥量为20和25 kg时,无显著差异;单株全年施肥量同为15、20或25 kg时,有机肥和无机肥对可食率的影响均具有显著差异,且有机肥处理组的可食率明显高于无机肥组。与对照相比,施肥后的红肉蜜柚可食率平均高出15.21个百分点,可食率随着施肥量的增加而显著增大,且红肉蜜柚施用有机肥后的可食率显著优于无机肥。

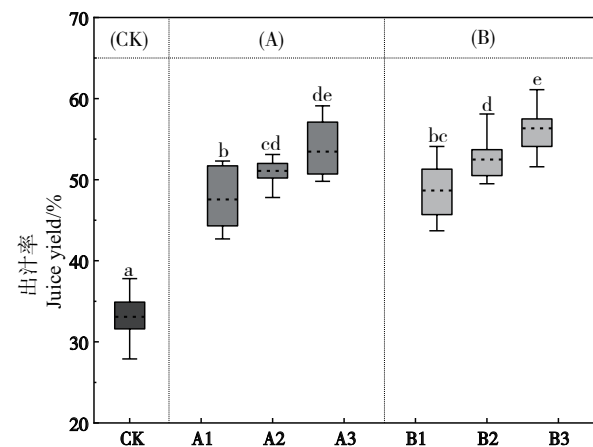


注:图中不同字母表示 ($P < 0.05$) 差异显著。Notes: different letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图4 不同施肥处理下红肉蜜柚可食率的方差分析

Fig.4 Variance analysis of edible rate of *Citrus maxima* 'Hongrou miyou' fruit under different treatments

2.3.3 对出汁率的影响 由图5可知,对照组的



注:图中不同字母表示 ($P < 0.05$) 差异显著。Notes: different letters indicated significant difference ($P < 0.05$).

图5 不同施肥处理下红肉蜜柚出汁率的方差分析

Fig.5 Variance analysis of juice yield of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou' fruit under different treatments

表3 红肉蜜柚果实施肥与不施肥对比
Tab.3 Comparison of fertilizing and not fertilizing of *Citrus maxima* 'Hongroumiyou'

特征 Characteristics	评价指标 Evaluation index	不施肥 No fertilization	施肥 Fertilization
外观品质 Appearance quality	单果重 /kg	0.98 ± 0.16a	1.90 ± 0.28b
	果形指数	0.61 ± 0.15a	1.11 ± 0.14b
食用品质 Edible quality	含水率 /%	87.74 ± 3.55a	86.45 ± 3.07a
	可食率 /%	51.49 ± 3.68a	66.71 ± 5.13b
	出汁率 /%	33.09 ± 2.81a	51.60 ± 4.18b

注: 表中同行不同字母表示在 $\alpha=0.05$ 水平差异显著。

Notes: different letters indicated significant difference ($\alpha=0.05$).

出汁率均显著小于施肥组 ($P < 0.05$); 无机肥施肥量为 20 和 25 kg 的植株, 其出汁率显著高于施肥量为 15 kg 的植株; 随着有机肥施肥量的增加, 红肉蜜柚果实的可食率存在显著增加的趋势; 施肥量相同的情况下, 有机肥和无机肥对出汁率的影响差异不显著。与对照相比, 施肥后的红肉蜜柚出汁率平均高出 18.51 个百分点, 出汁率随着施肥量的增加具有显著增大的趋势, 而有机肥和无机肥对出汁率的影响无显著差异。

2.4 施肥与不施肥的效果对比

与不施肥的红肉蜜柚相比, 施肥后的红肉蜜柚在外观品质和食用品质上均有所提高, 其中施肥后的红肉蜜柚在单果重、果形指数、可食率和出汁率均显著高于不施肥处理, 其平均值分别高出 93.88%、81.79%、29.56%、55.94%, 果实的品质得到显著提升。

3 结论与讨论

在梅州市梅县红肉蜜柚基地的红肉蜜柚采取不同的施肥处理后, 平均单果重达到 1.90 kg, 与对照相比增加了 93.88%; 果形指数达到 1.11, 增加了 81.79%; 可食率达到 66.71%, 增加了 29.56%; 出汁率达到 51.60%, 增加了 55.94%; 含水率为 86.45%, 无显著变化。结果表明, 施用肥料能明显提高红肉蜜柚果实品质, 生产实践中可采取合理的施肥配比来增加红肉蜜柚产量和品质。

对比有机肥和无机肥的施用效果后发现, 施用有机肥能显著提高红肉蜜柚果实的可食率, 而单果重、果形指数、含水率和出汁率并没有显著变化。许文宝等^[12]在研究琯溪红肉蜜柚时发现, 配施有机肥能显著降低果实粒化程度, 改善果实品质和提高产量。徐云焕等^[13]的研究同样发现有有机肥的施用能显著提高红肉蜜柚的还原糖、总糖和维生素 C 的含量。本研究并没有得出相似的结论, 可能原因是有机肥和无机肥对土壤和果实品

质的影响是一个长期积累的过程, 而本研究中有有机肥和无机肥施用时间较短, 并不能显著的影响土壤和果实的状况。后续研究可以建立长期的试验基地, 以进一步有效的探讨有机肥和无机肥对红肉蜜柚果实的生长影响。

由于设置的施肥梯度较少, 本研究无法试验得出红肉蜜柚的最佳施肥量, 后续研究可以在考虑土壤状况和气候条件的前提下, 通过设置多种施肥梯度来确定最佳的施肥量。

参考文献

- [1] 刘勇, 周群, 刘德春, 等. 中国柚类生态分布多样性研究[J]. 江西农业大学学报, 2006(3): 332-335.
- [2] 谢亦勇, 邱流彬. '黄肉蜜柚'优质高产栽培技术[J]. 中国园艺文摘, 2012, 28(1): 155-156.
- [3] 潘歧权. 红肉蜜柚引种表现及栽培技术[J]. 广东科技, 2014, 23(8): 164, 162.
- [4] 刘键. 红肉蜜柚在合川引种的表现及栽培技术[J]. 现代园艺, 2018(1): 46-47.
- [5] 王小雪. 红肉蜜柚幼龄树栽培管理技术简介[J]. 南方农业, 2017, 11(28): 75-77.
- [6] 黄莹, 江永, 李奇伟, 等. 我国甘蔗专用肥料的应用现状及发展 [J]. 中国糖料, 2012(1): 60-62; 72.
- [7] 赵玉芬, 尹应武. 我国肥料使用中存在的问题及对策[J]. 中国科学, 2015, 36(60): 3527-3534.
- [8] 杨晓慧, 廖焕琴, 刘德浩, 等. 不同有机肥对尾叶桉生长的影响[J]. 林业与环境科学, 2018, 34(1): 21-25.
- [9] 陈博, 夏振平. 生态有机肥对土壤特性和大果桉生长的影响[J]. 林业与环境科学, 2018, 34(5): 7-12.
- [10] 郑寿龙, 施用有机肥对柑橘产量、品质及养分吸收的影响[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(12): 46-47.
- [11] 刘德友, 陈清火, 陈勇红. 施用有机肥对文旦柚品质及产量的影响[J]. 福建农业科技, 2013(1): 86-87.
- [12] 许文宝, 庄伊美, 谢志南, 等. 琯溪蜜柚园有机-无机肥不同配比试验[J]. 亚热带植物科学, 1999(1): 3-5.
- [13] 徐云焕, 求盈盈, 郭秀珠, 等. 不同施肥措施对四季柚品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2011(2): 276-278.