

肥料减施与喷淋新型肥料对沃柑产量与品质的影响

袁洁^{1,2}, 区善汉^{2*}, 张社南², 刘冰浩², 梅正敏², 莫皓蓝^{3*}

¹广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林

²广西桂北特色经济作物种质创新与利用实验室/广西柑桔育种与栽培工程技术研究中心/广西特色作物研究院, 广西 桂林

³桂林市农业科学研究中心, 广西 桂林

收稿日期: 2023年5月15日; 录用日期: 2023年7月10日; 发布日期: 2023年7月21日

摘要

为有效解决沃柑存在生产成本较高、果品销售价格低、经济效益不佳以及生长调节剂保果容易产生果皮粗糙、外观质量受影响等问题, 在广西桂林以香橙砧沃柑为对象, 开展了化肥、有机肥减施及喷、淋施天润系列产品对沃柑产量与品质影响的试验。结果表明, 按橘肽有机肥、复合肥、土壤调理剂和尿素施肥量的25%、50%或100%施肥这3个处理的综合效果最好, 可显著提高沃柑的树体生长量和果实品质, 有效增加沃柑的产量; 土壤沟施肥料数量减施对0~20 cm土壤养分含量的影响缺乏规律性, 多数养分含量处在高量或过量的范围; 按施肥量的25%~100%施肥和喷、淋天润系列肥, 氮和镁含量无显著差异, 磷、钾、铁、锌、锰、硼含量的差异没有呈现随着土壤沟施肥料的减少而显著下降的趋势, 也没有因喷施了天润系列叶肥而显著增加, 但处理的锌、锰含量均比对照(CK)显著提高; 按施肥量的50%施肥的沃柑结果数和株产量最高, 有明显增产效果; 按施肥量的25%~100%施肥, 所需水肥和叶面肥全部按试验设计喷、淋施天润系列产品, 显著提高了可滴定酸和可溶性固形物含量, 果实风味更浓、口感更好, 果实品质明显改善, 但单果重、可食率和维生素C含量的差异在两年间缺乏一致性。

关键词

沃柑, 肥料减施, 新型肥料, 树体生长, 养分, 果实品质

Effect of Fertilizer Reduction and Spraying of New Fertilizer on the Yield and Quality of Orah

Jie Yuan^{1,2}, Shanhan Ou^{2*}, Shenan Zhang², Binghao Liu², Zhengmin Mei², Haolan Mo^{3*}

*通讯作者。

文章引用: 袁洁, 区善汉, 张社南, 刘冰浩, 梅正敏, 莫皓蓝. 肥料减施与喷淋新型肥料对沃柑产量与品质的影响[J]. 植物学研究, 2023, 12(4): 206-217. DOI: 10.12677/br.2023.124028

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

²Guangxi Laboratory of Germplasm Innovation and Utilization of Specialty Commercial Crops in North Guangxi, Guangxi Citrus Breeding and Cultivation Engineering Technology Research Center, Guangxi Academy of Specialty Crop, Guilin Guangxi

³Guilin Center for Agricultural Science & Technology Research, Guilin Guangxi

Received: May 15th, 2023; accepted: Jul. 10th, 2023; published: Jul. 21st, 2023

Abstract

To effectively solve the Orah production cost is higher, fruit sales price is low, and the poor economic benefit and growth regulator fruit easy to peel rough, appearance quality affected, in Guangxi Guilin with orange stock Orah as the object, carried out the fertilizer, organic fertilizer reduction and spray, shower tianrun series products of Orah yield and quality influence test. The results show that, according to the orange peptide organic fertilizer, compound fertilizer, soil conditioner and urea fertilizer amount of 25%, 50% or 100% fertilizer of the three treatments of the best comprehensive effect, can significantly improve the tree growth quantity and fruit quality of Orah, effectively increase the yield of Orah; lack of regularity in the influence of soil nutrient content from 0 to 20 cm, most of the nutrient content is in the range of high amount or excessive amount; according to the fertilizer amount of 25%~100% fertilizer and spray, shower day moisturizing series of fertilizer, no significant differences in nitrogen and magnesium content, the differences in the content of phosphorus, potassium, iron, zinc, manganese and boron did not show a significant decrease with the decrease of the soil ditch fertilizer, there was no significant increase due to the spraying of Tianrun series leaf fertilizer, however, the content of zinc and manganese was significantly higher than the control (CK); the highest number of results and plant yield of Orah fertilized by 50% of the fertilizer amount, it has the obvious effect of yield stimulation; 25%~100% of the fertilizer amount, the required water fertilizer and foliar fertilizer all according to the test design spray, shower Tianrun series products, significantly increased the titratable acid and soluble solid content, fruits has a stronger flavor and a better taste, fruit quality was significantly improved, however, the differences in single fruit weight, edible rate and vitamin C content lacked consistency between the two years.

Keywords

Orah, Fertilizer Reduction, New Fertilizer, Tree Growth, Nutrient, Fruit Quality

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

2018 年以来, 随着我国柑橘结构性过剩的出现, 沙糖橘、沃柑等大规模种植品种价格的低迷, 沃柑也出现了生产成本高、管理水平下降、大小年结果、效益不理想等问题, 同时, 生长调节剂保果也容易导致沃柑果皮粗糙、果实畸形、外观质量下降。因此, 通过肥料减施降低成本, 无激素产品保果提高果实品质就成为提高沃柑经济效益与果实品质的重要途径。研究表明, 将有机肥替代 20% 化肥, 可提高三红蜜柚果实中的钾、钙、锌、硼等含量, 提高果实 TSS 含量和总糖含量[1]。芦柑施用 40% 有机肥 + 60%

柑橘专用肥的产量比施用 100% 柑橘专用肥的产量高[2]。柑橘通过喷施 2~3 次天润美满 1500 倍液 + 天润硼宝 2000 倍液 + 天润花宝 1000 倍液或天润美满 1000~1500 倍液 + 天润营养液 1500~2000 倍液或单用天润植物营养液 1500~2000 倍液, 可增加有效枝条, 促进秋梢老熟; 在嫩梢转绿老熟期通过淋施、滴灌或喷施的方法, 施 2 次天润根健活壤 1000~1500 倍液可促进树体抽梢和加快果实膨大[3] [4]。沃柑施有机钙镁硅硫硼肥 4.5 kg/株的产量比施 6.0 kg/株提高 28.4% [5]。施用花生麸、虾肽有机肥作基肥, 减施化肥, 同样可改善沃柑和沙糖橘果实品质[6] [7]。十多年来, 我国对沃柑产业发展日益重视, 但国内外未有喷淋本试验所用新型肥料对沃柑产量与品质影响方面的报道。本试验针对沃柑结生产成本高、生长调节剂保果容易产生果皮粗糙、畸形果等问题, 开展结果树肥料减施与喷淋新型肥料提高效益与品质等的研究, 以期总结适宜桂林气候条件、行之有效的沃柑提质增效栽培技术, 帮助果农降低生产成本, 提高品质 and 经济效益, 为沃柑产业的高质量发展提供技术支撑。

2. 材料与方 法

2.1. 试验园概况

试验园设在广西壮族自治区桂林市广西特色作物研究院沃柑试验园, 地理位置为 110°33'E, 25°27'N, 属于亚热带季风气候。年平均气温为 19.3°C, 年平均降雨量 1887.6 mm, 年平均相对湿度 76%。供试品种为香橙砧沃柑, 2020 年 4 月 2 年生营养杯苗定植, 株行距 2 m × 3 m。果园为平坦旱地、红壤土, 管理水平良好, 叶色浓绿, 无严重病虫害为害。

2.2. 试验设计

(1) 试验设计

试验共设 5 个处理, 1 个 CK, 具体处理方式详见表 1。田间顺序排列, 4 株为 1 小区, 重复 3 次, 共计 72 株树。

Table 1. Experimental design of soil fertilizer reduction on Orah yield and fruit quality

表 1. 土壤肥料减施对沃柑产量与品质影响的试验设计

处理	处理方法	喷淋肥时间/日/月	
		2021	2022
1	常规施肥量的 100% 施肥 + 喷、淋天润系列肥		
2	常规施肥量的 75% 施肥 + 喷、淋天润系列肥		
3	常规施肥量的 50% 施肥 + 喷、淋天润系列肥		
4	常规施肥量的 25% 施肥 + 喷、淋天润系列肥	29/4、8/5、 25/6、16/8、	8/4、20/4、4/5、 29/8、21/9、
5	常规施肥量 100% 施肥 + 在春梢转绿期(1 次)、谢花期(2 次)、第 1、2 次生理落果期各喷 1 次天润美满 500 倍	24/8、13/10、 11/12、29/12	31/10、11/11、 24/11
CK	常规施肥量 100% 施肥 + 在第 1、2 次生理落果期各喷 1 次 0.01% 芸苔素内酯(BR) 5000 倍		

具体有机肥施用时间和数量见表 2:

Table 2. Soil ditch fertilization situation in different treatments of Orah

表 2. 沃柑不同处理土壤沟施肥情况

处理	处理时间/日/ 月/年	土壤沟施肥数量 kg/株			
		橘肽有机肥	复合肥	土壤调理剂	尿素
1	25/6/2021	1.500	0.1500	0.500	0.1000

Continued

2		1.125	0.1125	0.375	0.0750
3		0.750	0.0750	0.250	0.0500
4	25/6/2021	0.375	0.0375	0.125	0.0250
5		1.500	0.1500	0.500	0.1000
CK		1.500	0.1500	0.500	0.1000
1		-	0.2500	-	0.1500
2		-	0.1875	-	0.1125
3	16/8/2021	-	0.1250	-	0.0750
4		-	0.0625	-	0.0375
5		-	0.2500	-	0.1500
CK		-	0.2500	-	0.1500
1		5.000	0.5000	0.500	-
2		3.750	0.3750	0.500	-
3	29/12/2021	2.500	0.2500	0.500	-
4		1.250	0.1250	0.500	-
5		5.000	0.5000	0.500	-
CK		5.000	0.5000	0.500	-
1		2.000	0.5000	-	-
2		1.500	0.3750	-	-
3	9/2/2022	1.000	0.2500	-	-
4		0.500	0.1250	-	-
5		2.000	0.5000	-	-
CK		2.000	0.5000	-	-

处理 1~处理 5 的其它管理措施与 CK 相同,但不使用其它叶面肥和水肥。所需水肥、叶面肥全部按下列方法喷、淋天润系列产品:

- ① 在春梢转绿老熟期、谢花期各喷 1 次天润美满 1000 倍、天润花宝 1000 倍、天润硼宝 2000 倍、天润植物营养液 1500 倍 + 谢花期 1 次 0.01% BR 5000 倍。
- ② 在第 1、2 次生理落果期保果时各喷 1 次天润美满 1000 倍、天润果宝 1000 倍、天润多硕 1000 倍、0.01% BR 5000 倍。
- ③ 在秋梢展叶期、转绿期各喷 1 次天润美满 1000 倍、天润植物营养液 1500 倍、天润果宝 1000 倍、天润多硕 1000 倍。
- ④ 在 10 月~11 月花芽分化期喷施 2 次天润美满 1000 倍、天润花宝 1000 倍、天润植物营养液 1500 倍。
- ⑤ 以上各个时期均淋施天润园保 1500 倍、天润多养 1600 倍 1 次,每次淋 7.5~10 kg/株。
- ⑥ 果实成熟前的 10~12 月份,叶面喷施 5 次天润多彩 500~1500 倍,每次间隔 15~20 d 左右。具体每次喷施时间与浓度见表 3:

Table 3. The time and method of spraying TianRun Multicolor
表 3. 天润多彩喷施时期与方法

次数	月份	浓度/倍	方法	备注
1	10月上旬	1500		
2	11月上旬	1000		
3	11月中旬	800	全树喷雾	喷施时间相同时与 上述③、④
4	11月下旬	500		叶面肥同喷
5	12月上旬	500		

橘肽牌虾肽烟碱有机肥(有机质含量 $\geq 45\%$ 、 $N + P_2O_5 + K_2O \geq 7\%$ 、添加虾肽甲壳素和烟碱)为韶关市环绿生物技术有限公司生产; 虾爵士牌虾肽海螺甲壳素(土壤调理剂, 甲壳素 $\geq 0.5\%$, 虾肽氨基酸 $\geq 5\%$, 海洋生物钙、活性镁、锌 $\geq 35\%$), 湛江市博泰生物化工科技实业有限公司生产; 46.4%尿素为贵州化肥厂有限责任公司生产, 芬王牌复合肥(15-15-15)为武汉中农国际贸易有限公司生产, 以上肥料均为市售。

天润植物营养液、天润硼宝、天润多彩、天润美满、天润多养、天润园宝、天润花宝、天润果宝、天润多硕等天润系列产品由美国多彩生态农业集团生产, 购于广东天润经济发展有限公司。天润系列产品主要成份:

天润植物营养液: 含高活性微量元素锌、锰、硼、铜和钼, 对植物缺素症有显著效果。

天润硼宝: 浓缩速溶高效硼肥, 易吸收, 见效快, 其纯硼含量 20.5%, 有效成份硼酸钠盐含量大于 98%。

天润多彩: 植物营养液产品, 富含多种生物酶、氨基酸、多肽、蛋白质、维生素等有机化合物的自然螯合剂及果实着色必须的钾、硼、镁等矿质营养。

天润美满: 以细胞酶为主体, 并添加了有机复合物和螯合了铁、铜、锌、锰、镁、氮、磷、钾等微量、中大量元素及植物生长所需要的营养成份。

天润多养: 增加有益菌数量 100 倍, 有益菌大量繁殖可改良土壤, 活化土壤, 减少化肥量。

天润园宝: 快速强力促进生根复壮, 显著提高土壤营养利用率, 有机质含量高, 营养丰富。

天润多硕: 天润多硕主要成份为螯合钙和多种生物酶, 喷到叶片表面后更容易被吸收, 其效果比离子态的钙好。

(2) 观测项目与方法

夏梢数量: 2021 年 7 月和 2022 年 7 月, 夏梢叶片转绿老熟后, 人工用计数器统计各重复全部观察树的夏梢数量。

秋梢数量与长度: 2021 年 12 月和 2022 年 10 月, 秋梢老熟后, 人工用计数器统计各重复全部观察树的秋梢数量, 分别在树冠东南西北 4 个方向用卷尺测量 20 条秋梢的长度。

树体生长量: 2020 年 12 月、2021 年 11 月和 2022 年 11 月, 随机用卷尺测量各个处理全部观察树的树高和冠幅, 用数显油标卡尺测量离地 10 cm 处各个处理全部观察树的干粗。

土壤营养含量测定: 2022 年 12 月, 在各试验小区各采 0~20 cm 混合土样 1 个, 送广西益普检测技术有限公司测定土壤 N、P、K、Ca、Mg、Mn、Zn、Fe、B 和有机质含量及 pH。

土壤营养测定方法: 水解性氮用 1.8 mol/L 氢氧化钠水解, 20 g/L 硼酸吸收, 标准酸滴定测定; 有效磷利用氟化铵—盐酸溶液浸提, 钼锑抗比色法测定; 速效钾采用 1 mol/L 乙酸铵浸提、火焰光度计测定; 有效铁、锌采用 pH7.3 的 0.005 mol/L 二乙烯三胺五乙酸—0.01 mol/L 氯化钙—0.1 mol/L 三乙醇胺缓冲溶液浸提, 有效钙、镁采用 1 mol/L 乙酸铵浸提, 有效钙、镁采用原子吸收分光光度法测定; 有效硼采用沸水

浸提 - 甲亚胺-H 比色法测定; 有机质采用油浴加热重铬酸钾氧化 - 容量法测定; 土壤 pH 采用 pH 仪电位法测定。

叶片营养含量测定: 2022 年 12 月, 在各处理树东南西北中 5 个方向随机采当年春梢第 3 片叶各 1 片, 每个处理共 60 片叶, 送广西益普检测技术有限公司测定叶片全 N、P、K、Ca、Mg、Mn、Zn、Fe 和 B 的含量。N 采用凯氏定氮法, P 采用钒钼黄吸收光度法, K 采用火焰原子吸收分光光度法, Ca、Mg、Mn、Zn、Fe 采用原子吸收分光光度法, 全 B 采用干灰化-甲亚胺比色法测定。

产量: 2022 年 2 月和 2023 年 2 月, 采果时逐株过秤、统计各处理的结果数量与产量, 根据结果数量与株产量计算单果重量。

果实品质分析方法: 2022 年 2 月和 2023 年 2 月, 采果后室内进行果实品质常规分析。TSS 用手持式糖量计直接测定, 糖类测定用斐林氏容量法, 可滴定酸用碱中和法, Vc 用 2,6-二氯酚靛酚(2,6-二氯吡啶酚钠)滴定法。

2.3. 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据整理和统计, 用 SPSS statistics 25 进行 ANOVA 方差分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同处理对沃柑夏梢数量的影响

适时适量留夏梢可有效抑制果实发生日灼现象, 减少落果数量, 提升果实内在品质[8], 但夏梢过旺会消耗树体养分, 突出梢果间的矛盾, 导致幼果脱落、果实生长受到抑制, 产量下降[9]。

表 4 结果表明, 不喷、淋天润系列肥料的 CK, 其夏梢数量极显著少于其他处理; 除处理 2 的 2021 年和处理 5 两年的夏梢数量极显著减少外, 处理间的夏梢数量无显著差异。显然, 土壤沟施肥料数量不同程度减少, 但通过喷、淋天润系列肥料, 沃柑的夏梢萌发数量不会减少。

Table 4. Number of summer shoots and autumn length of Orah under different treatments

表 4. 不同处理沃柑的夏秋梢数量与秋梢长度

处 理	夏梢数量/条		秋梢数量/条		秋梢长度/cm	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	34 ± 22Aa	51 ± 16Aa	266 ± 61Aa	133 ± 40Aa	15.70 ± 1.29Bb	12.72 ± 0.53Aa
2	19 ± 6Bb	42 ± 25Aa	260 ± 113Aa	120 ± 31Aa	17.32 ± 1.61Aa	11.00 ± 0.96Bb
3	25 ± 9Aa	37 ± 23Aa	286 ± 110Aa	206 ± 87Aa	15.44 ± 1.18Bb	12.12 ± 0.62Aa
4	40 ± 24Aa	41 ± 20Aa	254 ± 42Aa	99 ± 58Bb	18.42 ± 0.53Aa	11.36 ± 1.83Bb
5	17 ± 8Bb	11 ± 7Bb	138 ± 23Bb	145 ± 48Aa	17.38 ± 1.28Aa	14.18 ± 1.49Aa
CK	15 ± 11Cc	12 ± 6Bb	222 ± 20Aa	126 ± 40Aa	15.92 ± 1.99Bb	13.06 ± 1.17Aa

注: 同列不同大写字母表示差异极显著($p < 0.01$), 不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$), 下同。

3.2. 不同处理对沃柑秋梢数量及长度的影响

秋梢作为沃柑青壮年树的主要结果母枝, 直接影响当年的树势和果实品质, 是提高幼树产量的关键。表 4 的结果表明, 除处理 4 的 2022 年和处理 5 的 2021 年秋梢数量极显著减少外, 其它处理间、处理与 CK 间的秋梢数量无显著差异; 除处理 5 两年的秋梢长度显著增加外, 处理间、处理与 CK 间秋梢长度的差异缺乏一致性。

3.3. 不同处理对沃柑树高、干粗和冠幅的影响

表 5 的结果表明, 试验期间各处理除南北向冠幅净生长量的差异水平一致外, 树高、干粗和东西向冠幅净生长量的差异水平存在不一致, 因此将各处理不同项目差异显著水平 a 和 b 的数量进行统计并按 a 的多少进行排序, 处理中 a 的数量越多表明综合净生长量越大。综合排序结果为: (处理 1、处理 2、处理 3) > 处理 4 > CK > 处理 5。由此可认为, 由于喷、淋了天润系列肥料, 因此土壤沟施肥量减少 0、25%、50% 和 75% 对沃柑树体的生长不但没有不利影响, 反而比不喷、淋天润系列肥料的 CK 生长量还大, 其中减施 0%、25% 和 50% 处理的综合净生长量最大, 其次是减施 75% 的处理, 再其次是 CK, 处理 5 最小。

Table 5. Net growth of Orah under different treatments

表 5. 不同处理沃柑的树体净生长量

处理	树高增量/cm		干粗增量/cm		冠幅增量/cm				不同处理数值最大水平 a 的数量/个
					南北方向		东西方向		
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	
1	34.00a	15.00a	1.33a	1.21a	78.40a	45.09a	71.20a	47.18a	8
2	28.30a	20.27a	1.48a	1.38a	73.40a	35.27a	65.50a	38.45a	8
3	26.70a	20.09a	1.36a	1.33a	66.60a	42.64a	49.20a	53.91a	8
4	29.10a	31.36a	1.36a	1.68a	70.90a	30.09a	66.30a	26.90b	7
5	25.60a	8.82b	1.12a	1.20a	48.40a	16.27b	56.20a	10.73c	5
CK	28.20a	10.45b	1.37a	0.85b	68.60a	23.18a	56.70a	35.09a	6

3.4. 不同处理对沃柑土壤养分含量的影响

表 6 结果表明, 除处理 1、处理 2 和处理 3 的有效锌含量比处理 4、处理 5 与 CK 显著提高外, 土壤肥料减施 2 年后不同处理间及其与 CK 间的土壤养分含量差异缺乏规律性。但与柑橘园土壤养分分级标准[10] [11] (表 7) CK 发现, 处理与 CK 的水解氮含量适宜, 有效硼含量除处理 4 缺乏外, 其它均适宜; 有效磷含量仅处理 2、处理 5 与 CK 适宜, 处理 1、处理 4 高量, 处理 3 过量; 处理 2、处理 3 与 CK 有效钾高量、处理 1、处理 4 和处理 5 过量; 交换性钙、交换性镁含量过量; 有效铁高量; 有效锌含量除处理 4、处理 5 和 CK 适量外, 其他均高量; 有机质除处理 2 适宜外, 其他均高量; pH 值除处理 1、处理 5 和 CK 略高外, 其他均适宜。综合来看, 土壤沟施肥量减施对 0~20 cm 土壤养分含量的影响缺乏规律性, 多数养分含量处在高量或过量的范围, 这是否与沟施肥量减量后淋施了天润系列冲施肥有关还有待进一步研究, 同时也表明, 肥料减施量还有提升空间。

Table 6. Nutrient contents of 0-20 cm soil in different treatments of Orah orchard in 2022

表 6. 2022 年不同处理沃柑的 0~20 cm 土壤养分含量

处理	水解氮	有效磷	有效钾	交换钙	交换镁	有效铁	有效锌	有效硼	有机质	pH 值
1	143b	116.8c	513a	5900a	439.2a	63.2b	11.9b	0.73a	3.19a	6.60a
2	163a	75.8d	318c	3620c	341.6b	56.0b	12.1b	0.57b	2.87b	6.54a
3	191a	479.6a	268d	4580b	414.8a	335a	14.2a	0.62a	3.07a	6.09c
4	124c	197.3b	373b	5600a	451.4a	60.9b	6.12c	0.47c	3.23a	6.32b
5	185a	64.2d	438b	5180a	402.6a	39.9c	5.6c	0.54b	3.65a	6.61a
CK	122c	72.0d	278d	4840a	353.8b	74.8b	7.3c	0.69a	3.11a	6.82a

注: 水解氮、有效磷、钾、铁、锌、硼、交换性钙、交换性镁含量单位为 mg/kg, 有机质含量单位为%, 表 7 同。

Table 7. Classification criteria for soil nutrition in citrus orchards**表 7.** 柑橘园土壤营养分级标准

元素	极缺	缺乏	适宜	高量	过量
水解氮	<50	50~100	100~200	200~300	>300
有效磷	<3	3~15	15~80	80~200	>200
有效钾	<50	50~100	100~200	200~360	>360
有效锌	<2	2~5	5~10	>10	—
有效铁	<5	5~10	10~20	20~300	>300
有效硼	<0.1	0.1~0.5	0.5~1.0	>1.0	—
交换性钙	<100	100~500	500~2000	2000~3000	>3000
交换性镁	<50	50~100	100~200	200~300	>300
有机质	<0.5	0.5~1.5	1.5~3.0	3.0~6.0	>6.0

3.5. 不同处理对沃柑叶片养分含量的影响

表 8 结果表明, 处理与 CK 的氮和镁含量无显著差异, 磷、钾、铁、锌、锰、硼含量的差异没有呈现随着土壤沟施肥料的减少而显著下降的趋势, 与处理 4 及 CK 相比也没有因喷施了天润系列叶肥而显著增加, 但处理的锌比 CK 显著提高。根据柑橘叶片养分含量分级标准[12] [13] (表 9), 处理的钙、铁、硼含量均适量, 氮、磷、钾、镁均缺乏, CK 的钙高量、硼适量、锌低量、锰缺乏。

Table 8. Leaf nutrient content of Orah in different treatments in 2022**表 8.** 2022 年不同处理沃柑叶片养分含量

处理	氮	磷	钾	钙	镁	铁	锌	锰	硼
1	10.8a	0.41c	2.49b	50.7a	1.24a	107a	54.0a	21.8a	43.0a
2	10.5a	0.43b	1.76d	48.9a	1.18a	87b	39.7b	18.5a	35.8b
3	11.3a	0.53a	2.70b	52.8a	1.09a	90b	38.0b	16.7b	41.6a
4	11.8a	0.42c	3.04b	44.8b	1.02a	115a	47.1a	18.1b	45.7a
5	1.18a	0.46a	5.12a	55.2a	1.15a	83c	20.7c	12.1c	44.5a
CK	12.1a	0.54a	2.29c	58.3a	1.19a	94b	16.5c	12.7c	41.5a

注: 全氮、磷、钾、钙、镁含量单位为 g/kg, 铁、锌、锰、硼含量单位为 mg/kg, 表 9 同。

Table 9. Classification criteria for nutrient content in citrus leaves**表 9.** 柑橘叶片养分含量分级标准

级别	氮	磷	钾	钙	镁	铁	锌	锰	硼
缺乏	<25	<1	<7	<16	<2	<35	<20	<16	<20
低量	25~27	1~1.2	7~12	16~30	2~2.5	35~60	16~20	16~25	20~35
适量	27~30	1.2~1.6	12~17	30~55	2.5~5	60~120	20~100	25~100	35~100
高量	30~32	1.6~3	17~20	55~70	5~7	120~200	100~200	100~300	100~200
过量	>32	>3	>20	>70	>7	>200	>200	>300	>200

3.6. 不同处理对沃柑产量的影响

表 10 结果表明, 处理 1~处理 4 的株结果数量存在差异, 但差异不显著, 处理与 CK 间的差异存在年份间的不一致; 虽然 5 个处理的产量比 CK 提高-10.77%~28.70%, 但处理间及处理与 CK 间株的产量差异均不显著。综合来看, 处理 3 (土壤沟施肥减少 50%)的结果数和株产量最高。显然, 肥料减施对沃柑

产量的影响不显著，其原因应该是喷、淋施了天润系列肥料，这些叶面肥和冲施肥含有多种大中微量元素、有机养分和活性生物酶。

Table 10. The number and yield of fruit per plant of Orah under different treatments

表 10. 不同处理沃柑的株结果数量和株产量

处理	株结果数量/个		株产量/kg	
	2022	2023	2022	2023
1	49.13 ± 11.63a	288.50 ± 25.86a	5.49 ± 2.15a	26.12 ± 3.25a
2	54.00 ± 10.90a	274.00 ± 41.28a	5.88 ± 1.60a	26.35 ± 4.07a
3	62.80 ± 14.23a	306.00 ± 71.31a	6.20 ± 1.22a	28.34 ± 7.13a
4	59.43 ± 27.19a	280.17 ± 26.65a	6.47 ± 3.58a	24.52 ± 3.68a
5	43.60 ± 11.64a	266.67 ± 22.44b	4.64 ± 1.22a	22.72 ± 3.03a
CK	47.63 ± 12.79a	209.50 ± 29.07c	5.20 ± 1.87a	22.02 ± 3.71a

3.7. 不同处理对沃柑果实品质的影响

表 11 结果表明，处理 3、处理 4 和 CK 单果重量优于处理 1、处理 2 和处理 5；处理 2、处理 3 的果皮厚度显著小于 CK；单果重量、可食率的差异水平在二年间不一致，缺乏规律性与稳定性。

Table 11. Fruit thickness and edible rate of Orah under different treatments

表 11. 不同处理沃柑果实的果皮厚度与可食率

处理	果皮厚度/cm		单果重量/g		可食率/%	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	0.22b	0.41a	108.14a	181.28b	79.30a	70.84a
2	0.21b	0.37b	108.05a	189.06a	80.83a	70.07b
3	0.23b	0.36b	99.26a	181.06b	79.63a	70.48b
4	0.24b	0.40a	105.69a	169.68c	79.45a	73.30a
5	0.26a	0.33c	107.13a	187.25a	80.80a	72.78a
CK	0.33a	0.41a	106.32a	197.08a	68.58b	71.25a

Table 12. Comparison of the fruit quality of Orah under different treatments

表 12. 不同处理沃柑果实品质的比较

处理	还原糖/g		Vc/mg		可滴定酸/g		TSS/%		固酸比	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	5.93a	4.75a	17.70b	21.79b	0.71a	0.83a	15.60a	14.00a	21.97b	21.43a
2	5.37b	4.75a	14.40c	23.08b	0.75a	0.83a	15.30a	14.00a	20.40b	18.66b
3	5.22b	4.75a	13.50d	21.79b	0.68a	0.84a	13.50a	13.80a	19.85b	21.19a
4	6.20a	4.63a	21.60a	43.59a	0.81a	0.83a	16.40a	13.90a	20.25b	22.19a
5	4.47d	4.52a	23.40a	20.51c	0.45a	0.70b	16.40a	12.8b	27.33a	20.00 a
CK	3.97c	4.52a	21.00a	19.23c	0.29b	0.70b	10.90b	10.10b	37.59a	19.86a

表 12 结果表明，处理和 CK 的还原糖和 Vc 含量存在一定差异，但这种差异缺乏一致性和稳定性；处理的可滴定酸比 CK 显著提高了 0~0.52 个百分点，TSS 含量显著提高了 2.6~5.5 个百分点，但处理间无显著差异；处理与 CK 间的固酸比基本无显著差异。酸、TSS 含量及固酸比的大小是决定沃柑果实风味

浓淡与口感的关键指标。在本试验中,土壤沟施肥量虽然减少了25%~75%,但以喷、淋天润系列肥料弥补,不仅降低了肥料成本,而且显著提高了可滴定酸和TSS含量,从而使得果实风味更浓、口感更好,果实品质明显改善。

4. 讨论

果树产量和果实品质与土壤养分的多少有关,施肥过程中氮、磷、钾配比不当均会影响土壤养分的吸收,导致产量低、品质差[14]。合理施肥、提高化肥利用率、减少过量施肥,可保障土壤养分均衡供应、促进树体生长发育、提高无核沃柑产量和果实品质,降低成本、提高经济收益等[15][16]。肥料减施会直接影响到果实内在品质,如总糖、可滴定酸、TSS含量和糖酸比,这些是决定果实风味的重要因素[17][18]。减少化肥施用量,增施有机肥,可提高果树产量,但并不能完全代替。芦柑施用40%有机肥+60%柑橘专用肥的产量比施用100%柑橘专用肥的产量提高4000 kg/hm²;而用60%有机肥+40%柑橘专用肥产量不升反降[1]。采用有机肥和化肥相结合的施肥方式,是现阶段实现肥料减施的首要选择,选择合适的比例,使施用化肥量能保证果树养分需求,施用有机肥比例能改善土壤环境,实现高产高质高效[19]。

与不施氮肥相比,施用氮肥可增加果实产量、提高果实品质、有助于树体对氮、磷、钾等成分的吸收。杨江波等[20]在研究晚熟柑橘塔罗科血橙时发现,施氮量为3 kg/株时,可滴定酸含量增加至19.7%,固酸比降低至15.21;施氮量0.69 kg/株时,可有效提升血橙的果实品质,产量提高44%。崔恒[21]对温州蜜柑施用氮、磷、钾养分减少25%的柑橘专用肥,其产量上升19.28%;施用氮、磷、钾养分减少25%的水溶肥,温州蜜柑和脐橙产量提高12.55%、11.13%,单果重增加8.67%、12.41%,这说明施用水溶肥可提高化肥利用率,减少化肥施用量,尤其是易失去效果的磷肥。施用适量磷肥和钾肥可提高果实产量、TSS含量、Vc含量、总糖含量等。纽荷尔脐橙磷肥用量0.4 kg/株,施磷量0.5 kg/株时效果最佳,果实产量比CK高44.5%、果糖含量比CK高23.8%、葡萄糖含量比CK提高33.2%;施磷量0.2 kg/株时,果实可滴定酸含量比CK低10.4% [22]。果树体内氮含量过高会导致果皮变厚,果实品质下降;锌含量过低会导致叶片变黄,影响光合作用;而施用有机肥可提高叶片磷、钾、锌、钙等养分含量,降低镁、硫、铁含量。李水祥等[1]将有机肥替代20%化肥,可提高三红蜜柚果实中的钾、钙、锌、硼等含量,降低果实磷含量,提高果实TSS含量18.0%、总糖含量7.3%和糖酸比24.8%。用有机肥(鸡粪、统糠、草木灰)替代30%的氮或用稻草替代8%的氮和20%的钾,能提高椪柑的固酸比、糖酸比、Vc含量[23]。土施2.5 kg菜籽饼肥和1.0 kg三元复合肥(氮肥、磷肥、钾肥均为15%)可使椪柑Vc含量提高21.1%,单果重提高13.7% [24]。本研究中,叶面喷施天润系列叶肥,化肥和有机肥施肥量的25%、50%或100%,有效扩大了生长量,提高果实品质,综合效果最显著,与前人的研究结果也较一致。本试验除按常规施肥量的75%施肥和喷、淋天润系列肥的2021夏梢数量极显著减少外,处理间的夏梢数量无显著差异。除按常规施肥量的25%施肥和喷、淋天润系列肥的2022年秋梢数量极显著减少外,其它处理间或处理与CK间的秋梢数量无显著差异,但秋梢长度的差异缺乏一致性。按常规施肥量的25%~100%施肥和喷、淋天润系列肥对沃柑树体的生长不但没有不利影响,反而比不喷、淋天润系列肥料的CK生长量还大。土壤肥料减施2年后不同处理间及其与CK间的土壤养分含量差异缺乏规律性,多数土壤养分含量处在高量或过量的范围,这是否与沟施肥料减量后淋施了天润系列冲施肥有关还有待进一步研究,同时也表明,肥料减施量还有提升空间。肥料减施对沃柑产量的影响不显著,其原因应该是喷、淋施了天润系列肥料,这些叶面肥和冲施肥含有多种大中微量元素、有机养分和活性生物酶。土壤沟施肥量减少25%~75%的单果重、可食率和Vc含量缺乏规律性与一致性,但以喷、淋天润系列肥料弥补,不仅有效降低了肥料成本,处理的可滴定酸比CK显著提高了0.13~0.52个百分点,TSS含量显著提高了2.6~5.5个百分点,可滴定酸和TSS含量的显著提高,使果实风味更浓、口感更好,果实品质明显改善。

5. 结论

按橘肽有机肥、复合肥、土壤调理剂和尿素施肥量的 25%~100%施肥, 所需水肥和叶面肥全部按试验设计喷淋施天润系列产品, 均可显著提高沃柑的树体生长量和果实品质, 有效增加沃柑的产量, 但以常规有机肥、化肥施肥量的 25%、50%或 100%施肥, 这 3 个处理的综合效果最好。土壤沟施肥料数量减施对 0~20 cm 土壤养分含量的影响缺乏规律性, 多数养分含量处在高量或过量的范围。按施肥量的 25%~100%施肥和喷、淋天润系列肥, 氮和镁含量无显著差异, 磷、钾、铁、锌、锰、硼含量的差异没有呈现随着土壤沟施肥料的减少而显著下降的趋势, 也没有因喷施了天润系列叶肥而显著增加。按施肥量的 50%施肥的沃柑结果数和株产量最高, 有明显增产效果。按施肥量的 25%~100%施肥, 所需水肥和叶面肥全部按试验设计喷淋施天润系列产品, 显著提高了可滴定酸和 TSS 含量, 从而使得果实风味更浓、口感更好, 果实品质明显改善, 但单果重、可食率和 Vc 含量的差异缺乏规律性与一致性。在春梢转绿期(1 次)、谢花期(2 次)、第 1、2 次生理落果期各喷 1 次天润美满 500 倍, 有效果但不稳定。

基金项目

广西重点研发计划项目(桂科 AB21220031)资助。

参考文献

- [1] 李水祥, 余文琴, 吴世涛, 等. 有机肥替代部分化肥改善‘三红蜜柚’树体营养及果实品质[J]. 热带作物学报, 2020, 41(4): 649-654.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 区善汉, 宋明, 陈格, 等. 柑橘优质结果母枝的培养[J]. 南方园艺, 2020, 31(4): 46-48.
- [5] 陆卫. 有机钙镁硅硫硼肥不同量对赤红壤沃柑的影响[J]. 农业科技通讯, 2020(4): 154-156.
- [6] 李建明, 于猛, 林忠, 等. 苍梧县沙糖橘配施不同有机肥对比试验初探[J]. 南方农业, 2021, 15(12): 47-49.
- [7] 莫健生, 区善汉, 梅正敏, 等. 虾肽生物有机肥对提高沙糖橘果实品质的作用[J]. 南方园艺, 2018, 29(6): 28-30.
- [8] 胡艺帆, 黄桂香, 潘贞珍, 等. 留夏梢对南宁沃柑果实日灼发生及品质的影响[J]. 中国南方果树, 2020, 49(4): 9-12.
- [9] 汪妮娜, 黄宏明, 陈东奎, 等. 柑橘夏梢生长调控技术综述[J]. 广西农学报, 2018, 33(4): 32-35.
- [10] 蒋运宁, 付慧敏, 刘冰浩, 等. 红壤脐橙园土壤、叶片养分状况研究[J]. 南方园艺, 2020, 31(4): 6-11.
- [11] 刘敏竹, 易晓瞳, 杨超, 等. 桂中南柑橘园区的土壤养分状况分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(4): 460-467.
- [12] 张超博, 易晓瞳, 李有芳, 等. 广西柑橘叶片微量营养元素含量状况研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(9): 1514-1522.
- [13] 易晓瞳, 张超博, 李有芳, 等. 广西产区柑橘叶片大中量元素营养丰缺状况研究[J]. 果树学报, 2019, 36(2): 153-162.
- [14] Li, Z.G., Zhang, R.H., Xia, S.J., et al. (2019) Interactions between N, P and K Fertilizers Affect the Environment and the Yield and Quality of Satsumas. *Global Ecology and Conservation*, **19**, e00663. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00663>
- [15] 刘小曼, 刘晓东, 刘伟栋, 等. 我国不同种类柑橘养分状况及氮磷钾推荐用量研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2021, 27(4): 565-574.
- [16] 徐凯悦, 王晓华, 宋彪, 等. 不同时期追施氮肥对成熟期蜜柚树体氮素分配的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2021, 27(4): 553-564.
- [17] 陈海宁, 张强, 沈彦辉, 等. 化肥减施对‘烟富 3’苹果叶片功能和果实产量与品质的影响[J]. 中国果树, 2021(4): 52-54.
- [18] 刘丽, 王张民, 牛慈琼, 等. 土壤施富硒有机肥对‘嘎拉’苹果果实硒含量和品质的影响[J]. 中国果树, 2020(1):

27-30+35.

- [19] 胡俊. 西藏商品有机肥不可完全替代化肥的分析与建议[J]. 中国农技推广, 2021, 37(9): 60-62.
- [20] 杨江波, 张绩, 李俊杰, 等. 三峡重庆库区施氮水平对塔罗科血橙树体养分、产量品质及土壤理化性质的影响[J]. 中国农业科学, 2019, 52(5): 893-908.
- [21] 崔恒. 湖北省伦晚脐橙和温州蜜柑化肥减施技术研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2019.
- [22] 朱宗瑛, 李明, 张长明, 等. 纽荷尔脐橙高产优质的磷钾最佳配比研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(4): 1105-1112.
- [23] 侯海军, 韩健, 黄继桃, 等. 配施有机肥和稻草对湘西北椪柑产量及品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2020(6): 38-41.
- [24] 吴文明, 黄贝, 吴韶辉, 等. 有机叶面肥对柑橘生长和果实品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(1): 65-66+172.