

# 衰老沙田柚果园低产劣质原因与增产提质改造效果

梅正敏<sup>1\*</sup>, 刘冰浩<sup>1</sup>, 张社南<sup>1</sup>, 贺申魁<sup>1</sup>, 区善汉<sup>1#</sup>, 欧阳培<sup>2</sup>, 袁洁<sup>1,3</sup>, 肖远辉<sup>1</sup>, 莫健生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>广西特色作物研究院/广西柑橘育种与栽培工程技术研究中心, 广西 桂林

<sup>2</sup>广西融储金钱果业有限公司, 广西 融水

<sup>3</sup>广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林

Email: zhshna@126.com, #osh2008@163.com

收稿日期: 2021年4月9日; 录用日期: 2021年5月19日; 发布日期: 2021年5月27日

## 摘要

针对衰老沙田柚低产劣质、经济效益差等问题, 总结了低产劣质原因, 制定了改造技术措施, 取得了明显的增产提质效果。结果表明, 土壤偏酸、缺锌与硼, 授粉质量差、管理不到位是低产劣质的主要原因; 通过改造, 26~27年生树处理区产量2559.67 kg/666.7m<sup>2</sup>~3026.24 kg/666.7m<sup>2</sup>, CK区1848.64 kg/666.7m<sup>2</sup>~1914.88 kg/666.7m<sup>2</sup>, 处理比CK区增产33.67%~63.70%; 处理区的商品果率96.70%, CK区86.70%, 处理比CK提高11.53%; 果实TSS含量10.6%~12.80%, 比CK区的9.5%~11.0%提高11.58%~16.36%; 全糖含量分别为8.56%、9.19%和9.80%, 比CK的8.46%、7.74%和9.15%分别提高1.1%、18.73%和7.1%; Vc含量分别为105.18 mg/100ml、92.60 mg/100ml和73.91 mg/100ml果汁, 分别比CK的94.25 mg/100ml、85.16 mg/100ml和71.37 mg/100ml果汁提高11.6%、8.74%和3.56%。

## 关键词

衰老沙田柚, 低产劣质原因, 改造技术, 产量, 品质

# Causes of Low Yield and Inferior Quality in Senile Shatian Pomelo Orchard and the Effect of Improving Yield and Quality

Zhengmin Mei<sup>1\*</sup>, Binghao Liu<sup>1</sup>, Shenan Zhang<sup>1</sup>, Shenkui He<sup>1</sup>, Shanhan Ou<sup>1#</sup>, Pei Ouyang<sup>2</sup>, Jie Yuan<sup>1,3</sup>, Yuanhui Xiao<sup>1</sup>, Jiansheng Mo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Guangxi Academy of Special Crops/Guangxi Engineering Research Center of Citrus Breeding and Cultivation, Guilin Guangxi

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 梅正敏, 刘冰浩, 张社南, 贺申魁, 区善汉, 欧阳培, 袁洁, 肖远辉, 莫健生. 衰老沙田柚果园低产劣质原因与增产提质改造效果[J]. 植物学研究, 2021, 10(3): 395-404. DOI: 10.12677/br.2021.103053

<sup>2</sup>Guangxi Rongchu Jinqian Fruit Industry Co., Ltd., Rongshui Guangxi

<sup>3</sup>College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin Guangxi

Email: zhshna@126.com, #osh2008@163.com

Received: Apr. 9<sup>th</sup>, 2021; accepted: May 19<sup>th</sup>, 2021; published: May 27<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

This paper aims at the problems of low yield, poor quality and poor economic benefit in senile Shatian pomelo orchard. The reasons of low yield and inferior quality are summarized. The technical measures of reconstruction were formulated. Obvious effect of increasing production and improving quality was obtained. The results showed that soil acidification, lack of zinc and boron, poor pollination quality and poor management were the main reasons for low yield and inferior quality. In the 26~27 years old orchard, the CK area was 1848.64 kg/666.7m<sup>2</sup>~1914.88 kg/666.7m<sup>2</sup>, and the yield in the treatment area was 2559.67 kg/666.7m<sup>2</sup>~3026.24 kg/666.7m<sup>2</sup>, which was 33.67%~63.70% higher than that in the CK area. The commodity fruit rate of CK area was 86.70%, and that of treated area was 96.70%, which was 11.53% higher than that of CK. The TSS content of fruits in CK area was 9.5%~11.0%, and the TSS content of fruits in treatment area was 10.6%~12.80%, which was 11.58%~16.36% higher than that in CK area. The total sugar content of fruits in CK area was 8.46%, 7.74% and 9.15%, and the total sugar content of fruits in treatment area was 8.56%, 9.19% and 9.80%, which was 1.1%, 18.73% and 7.1% higher than that in CK, respectively. The content of VC in the fruits of CK was 94.25 mg/100ml, 85.16 mg/100ml and 71.37 mg/100ml juice, respectively. The content of Vc in the fruits of the treated area was 105.18 mg/100ml, 92.60 mg/100ml and 73.91 mg/100ml juice, which was 11.6%, 8.74% and 3.56% higher than that of CK, respectively.

## Keywords

Senile Shatian Pomelo Orchard, Reasons for Low Yield and Inferior Quality, Transformation Technology, Production, Quality

Copyright © 2021 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

沙田柚是广西的名特优果品,2017年,广西沙田柚面积2.28万hm<sup>2</sup>、产量52.20万t,平均单产1524.09kg,分别占广西柑橘面积44.13万hm<sup>2</sup>、产量686.66万t的5.18%和7.60%,在广西柑橘产业及广大农村的脱贫致富中起着重要的作用。但广西沙田柚特别是二十世纪九十年代种植的20~30a生树存在树龄衰老、单产低、商品率低、品质与经济效益差等问题,采收时果实可溶性固形物含量≤11%,风味淡、口感差,严重影响了沙田柚的销售和经济效益。为此,2017~2020年,笔者在融水、蒙山县开展了衰老劣质沙田柚低产果园改造技术研究示范,取得了较好的增产提质效果。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 供试果园

1) 广西柳州市融水县和睦镇广西融储金钱果业有限公司柚类基地,面积600×666.67m<sup>2</sup>,供试树为

24~25年生酸柚砧沙田柚，山地红壤，梯田种植，花量正常，株行距 $4 \times 5$  m。2016~2017年平均株产量仅32.64~36.01 kg，采收时果实可溶性固形物含量仅10.4%~11.0%，风味淡，口感差。

2) 广西蒙山县新圩镇广西屯巴山农业开发有限公司柚类基地，面积 $4000 \times 666.67$  m<sup>2</sup>，供试树为8~9年生酸柚砧沙田柚，海拔450 m~600 m，山地红壤，梯田种植，花量正常，株行距 $4 \times 5$  m。2016~2017年两年平均株产量仅28.26 kg，采收时果实可溶性固形物含量仅10.4%~11.0%，风味淡，口感较差。

## 2.2. 方法

1) 调查供试果园树龄、产量、价格、收入、管理、投资等情况。

2) 每年采果时在供试果园采集果样20个，带回实验室进行果品常规分析。

3) 2018年11月，在广西融储金钱果业有限公司基地10个果园内的非施肥区域采0~20 cm深的混合土样10个，分析氮、磷、钾、钙、镁、硼、锌、铁、有机质和pH值；2019年4月，在广西融储金钱果业有限公司基地3个果园的非施肥区域采3个混合样，分析氮、磷、钾、钙、镁、硼、锌、铁、有机质和pH值。

4) 土壤有效养分测定方法

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pH 7.3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、铁、锌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。

5) 根据低产原因，集成一套老龄低产劣质果园改造技术进行低产劣质果园改造。供试果园设置处理区和CK区，处理区应用本项目集成的技术进行改造，CK区按改造前的模式和技术进行管理。

## 2.3. 低产劣质果园改造的关键技术

1) 合理修剪

采果后适当剪除树冠上部直径4~6 cm直立和交叉大枝，回缩株行间交叉枝和衰弱枝，对密闭果园在树冠中心或树冠东、南、西、北四个方向将直立、交叉、遮挡光照的直径2~5 cm的大枝疏剪；对树冠中下部和株行间长度超过30 cm的结果枝和弱枝，留15~20 cm短剪以促发春梢培养为明后年的结果母枝，同时疏剪干枯枝。

2) 深施有机肥

每年6~7月份或11~1月份，在树冠一侧挖长方形施肥沟，下部埋入杂草等，中上部施入有机肥并与土壤拌均匀。

3) 促花

秋季雨水较多或树势壮旺树，于9月下旬至10月初叶面喷15%多效唑可湿性粉剂300倍~500倍液1次或主干(或主枝)环割，促进花芽分化。

4) 人工异花授粉

在花期开始，每天上下午采集当天开的酸柚、桂柚1号或蜜柚花粉进行人工异花授粉，所授花朵量为结果量的5倍以上，直至谢花1/3左右时结束人工授粉。授粉时，务必确保树冠中上部花的授粉质量。

5) 保果

在第一次生理落果期间，全树喷施1次10 mg/l~12 mg/l 85% 2,4-D溶液，以提高坐果率。

6) 及时疏果

第 1 次生理落果结束后, 疏掉畸形果、病果及过多的小果, 第 2 次生理落果后疏掉过多的小果及正常果。

#### 7) 排涝抗旱

雨季来临前及时疏通排水沟, 避免果园积水; 春旱或秋旱期间及时淋水抗旱, 确保春梢萌发、花蕾生长及果实膨大。

#### 8) 及时防控病虫害

冬季做好清园工作, 平时做好柑桔螨类、木虱、潜叶蛾、天牛、粉虱、黑蚱蝉、黄龙病、溃疡病、疮痂病、炭疽病、褐腐病、黑星病等的及时防控, 在发生桔实瘿蚊和桔小实蝇的柚园, 可在 5 月中下旬至 6 月上旬用 2 层纸袋及时套果。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 衰老沙田柚低产劣质的原因

##### 1) 树体结构不合理, 内膛空虚

衰老低产树冠高大, 树高 3.5 m~4.3 m, 冠幅 5 m 左右。由于缺乏合理的修剪, 树冠通风透光极差, 树高 2 m 以下的内膛春梢结果母枝、营养枝因常年荫蔽而逐步干枯、减少, 最终内膛空虚, 叶幕层主要分布在离地高 2.5 m~4 m 的范围内, 树形以自然圆头形居多, 交叉枝、重叠枝、干枯枝多, 因此, 可能结果的区域主要集中在树冠离地面高 2.5 m~3.5 m 的中上层, 2.5 m 以下的中下层结果少, 连年的内膛空虚, 结果部位不断上移, 最终导致平面零星结果, 产量低品质差。

##### 2) 果园土壤偏酸, 缺锌与硼严重

根据柑橘园土壤营养分级标准(表 1)和果园土壤分析结果(表 2、表 3)表明, 有机质含量 1.93%~3.91%, 平均 3.01%; 46.15% 的土壤有机质含量处于适宜水平, 53.85% 处于高量水平; 土壤 pH5.5~6.5 为适宜, 小于 4.5 为酸性, 大于 7.5 为碱性, 酸性、碱性均不适宜柑橘生长, 分析结果显示, 仅 30.77% 的 pH 处于适宜范围, 61.54% 低于适宜范围, 属于偏酸性土壤, 7.69% 大于适宜范围的上限(表 3), 属于偏碱性土壤, 高达 69.23% 的果园土壤不适宜根系的生长, 需通过增施有机肥、配合施用土壤调理剂或石灰调节土壤 pH 值, 改良土壤。

**Table 1.** Standard for nutrient grading of citrus orchard soil

**表 1.** 柑橘园土壤营养分级标准

元素	极缺	缺乏	适宜	高量	过量
水解性氮 mg·kg <sup>-1</sup>	<50	50~100	100~200	200~300	>300
有效磷 mg·kg <sup>-1</sup>	<3	3~15	15~80	80~200	>200
速效钾 mg·kg <sup>-1</sup>	<50	50~100	100~200	200~360	>360
有效锌 mg·kg <sup>-1</sup>	<2	2~5	5~10	>10	-
有效铁 mg·kg <sup>-1</sup>	<5	5~10	10~20	20~300	>300
有效硼 mg·kg <sup>-1</sup>	<0.1	0.1~0.5	0.5~1.0	>1.0	-
有效钙 mg·kg <sup>-1</sup>	<100	100~500	500~2000	2000~3000	>3000
有效镁 mg·kg <sup>-1</sup>	<50	50~100	100~200	200~300	>300
有机质 g·kg <sup>-1</sup>	<0.5	0.5~1.5	1.5~3.0	3.0~6.0	>6.0

**Table 2.** Nutrient status of soil in low-yield Shatian pomelo orchard (2018)**表 2.** 低产沙田柚园土壤营养状况(2018)

项目	样品										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
水解性氮 mg·kg <sup>-1</sup>	91.5	117.1	96.0	116.4	154.0	101.0	117.1	89.7	145.7	109.8	113.8
有效磷 mg·kg <sup>-1</sup>	203.2	103.2	113.0	212.3	190.4	118.3	75.2	87.4	329.6	136.1	156.9
速效钾 mg·kg <sup>-1</sup>	165.3	260.7	240.0	265.9	193.4	210.6	103.7	358.9	194.3	164.2	215.7
有效锌 mg·kg <sup>-1</sup>	1.80	1.67	1.62	3.10	3.52	1.55	1.77	1.60	5.86	4.82	2.73
有效铁 mg·kg <sup>-1</sup>	150.0	294.0	156.9	180.9	196.2	129.3	136.3	60.3	157.5	117.1	157.9
有效硼 mg·kg <sup>-1</sup>	0.40	0.62	0.36	0.48	0.55	0.24	0.30	0.14	0.32	0.34	0.38
有效钙 mg·kg <sup>-1</sup>	4840	2800	5320	5960	6160	9040	7680	6560	24720	6960	8004
有效镁 mg·kg <sup>-1</sup>	861.6	595.2	688.8	991.2	871.2	780.0	741.6	667.2	688.8	636.0	751.2
有机质%	1.93	3.46	2.04	3.79	3.71	2.68	2.82	2.84	2.93	3.91	3.01
pH	5.53	4.66	5.18	5.05	4.85	6.56	5.91	7.31	6.32	4.78	5.62

**Table 3.** Nutrient status of soil in low-yield Shatian pomelo orchard (2019)**表 3.** 低产沙田柚园土壤营养状况(2019)

项目	样品			平均
	1	2	3	
水解性氮 mg·kg <sup>-1</sup>	138.8	159.1	142.8	146.9
有效磷 mg·kg <sup>-1</sup>	52.0	47.5	43.2	47.6
速效钾 mg·kg <sup>-1</sup>	310.9	168.9	201.4	227.1
有效锌 mg·kg <sup>-1</sup>	2.82	2.35	2.02	2.40
有效铁 mg·kg <sup>-1</sup>	353.4	193.5	245.6	264.17
有效硼 mg·kg <sup>-1</sup>	0.75	0.30	0.34	0.46
有效钙 mg·kg <sup>-1</sup>	1052	2984	1784	1940
有效镁 mg·kg <sup>-1</sup>	324.0	314.4	336.0	324.0
有机质%	3.75	4.40	3.91	4.02
pH	4.54	5.04	4.78	4.79

76.92%的土壤水解性氮含量处于适宜范围, 23.08%处于缺乏状态; 30.77%有效磷含量处于适宜水平, 69.23%处于高量、过量水平; 速效钾含量 46.15%处于适宜水平、53.85%处于高量水平; 有效锌含量, 仅 7.69%果园处于适宜范围, 46.15%缺乏, 46.15%处于极缺水平, 缺乏及以下水平占比高达 92.3%; 92.37%果园有效铁含量处于高量水平, 7.69%的含量处于过高水平; 76.92%有效硼含量处于缺乏状态, 23.08%的处于适宜范围; 有效钙含量仅 15.38%果园处于适宜范围, 15.38%的含量处于高量水平, 69.23%处于过量水平; 100%果园有效镁含量处于过量水平。

显然,土壤有机质丰富,100%果园土壤磷、钾、钙、镁、铁含量处于适宜及以上水平,氮含量除 23.08% 缺乏外,其余均适宜;缺锌和缺硼严重,占比分别高达 92.3%和 76.92%;土壤偏酸、偏碱占比 69.23%。

### 3) 投资与田间管理人员不到位

衰老沙田柚园多地处山区,地形地势较复杂,株行间交叉严重,施肥、喷药、修剪、采果等主要农事均靠人工完成,无法使用机械设备,劳动效率低;同时,由于产量低、品质差,果品销售价格低,经济效益差,经常出现资金、人员与技术不能及时到位的情况,造成技术措施延误或根本无法落实;工作效率低,表现为修剪少、喷药不及时、人工授粉质量差,保果措施不能及时落实,柑橘黄龙病、黑星病等病虫害为害较严重等,严重影响了技术措施的落实,导致产量低、品质较差。

### 4) 人工异花授粉质量差

沙田柚开花期间,需要进行人工异花授粉才能正常结果。但经常因以下因素导致人工异花授粉质量下降,造成坐果率低:一是沙田柚树冠高大,目前的劳动力以中老年人为主,他们难爬到树上去授粉,出现树冠中上部授粉少或不授粉。2019~2020 年的调查结果(表 4)表明,天气正常的 2019 年,树冠高大的树中下部授粉率 61.80%,树冠中上部的授粉率仅 26.91%,比中下部减少了 34.89 个百分点;2020 年开花期间持续降雨,严重影响了人工授粉,树冠中下部的授粉率仅 18.57%,树冠中上部的授粉率更低,只有 15.45%,比中下部减少了 3.12 个百分点;二是花期细雨绵绵、湿度大,授粉品种的花粉散不开,花药上的花粉少,授粉时落在柱头上的花粉严重不足,结果虽授了粉但受精质量差;三是花期持续高温使柱头粘液短时间内干涸,不利于花粉的萌发;四是因花期持续降雨,无法完成人工异花授粉和受精,如 2020 年沙田柚开花期间,持续降雨,导致授粉率仅 15.45%~18.57% (表 4),比天气正常的 2019 年降低了 11.46~43.23 个百分点;五是果园面积过大,单位面积授粉人员少,授粉次数、花数少,树上花不少,但真正授粉的花少。

**Table 4.** Artificial pollination rate in decrepit and low-yield Shatian pomelo orchard

**表 4.** 衰老低产沙田柚园人工授粉率

年份	株号	树冠中下部(树冠高度 ≤ 2 m 范围内)			树冠中上部(树冠高度 ≥ 2 m 范围内)		
		总花量/朵	授粉花量/朵	授粉率/%	总花量/朵	授粉花量/朵	授粉率/%
2019	1	184	136	73.91	292	28	9.59
	2	187	80	42.55	196	40	20.41
	3	244	164	67.21	300	144	48.00
	平均	205	126.7	61.80	262.7	70.7	26.91
2020	1	470	72	15.3	442	78	17.6
	2	717	173	24.1	576	114	19.8
	3	1015	164	16.2	1364	176	12.9
	平均	734	136.33	18.57	794	122.67	15.45

备注: 1) 调查果园: 广西蒙山屯巴山农业发展有限公司柚类基地; 2) 供调查树: 酸柚砧、10 年生沙田柚、山坡地, 树高 2.2~3.2 m。

### 5) 不良天气影响人工授粉, 加重生理落果

在持续阴雨天气条件下, 人工授粉机会减少, 酸柚、桂柚 1 号、蜜柚等授粉品种花粉的花药因空气湿度高达 80%~90% 而难以裂开, 从而影响雄蕊上花粉的数量, 花粉量显著减少, 最终影响授粉质量。在沙田柚第一次生理落果期间, 若出现连续 2~3 天的 30℃ 以上异常高温天气, 第一次生理落果将于次日或

第2日加重甚至出现异常落果[1]。

6) 树冠高大又缺乏修剪, 导致树体营养积累不足

衰老低产树, 树龄一般达到15年以上, 树冠高大, 株行间交叉严重, 内膛结果母枝基本干枯, 仅树冠上部仍保留部分结果母枝, 中下部及内膛仅存直径5~10 cm的粗壮大枝, 营养枝与结果母枝极少, 而树冠上部虽枝叶较多, 但因树龄大、树冠高, 连年修剪量不够, 交叉重叠枝多, 光照差, 树体营养积累不足。

7) 病虫害为害

在柚瘿蚊为害严重的果园, 5月中旬未套袋的幼果开始落果, 若防控不及时, 落果率高达90%左右甚至全部落完。随着小实蝇的传播与加重, 不套袋或套袋过迟的果园, 尤其是附近种植早熟柑、番石榴、瓜菜类等果蔬的柚园, 因小实蝇为害造成的烂果落果严重。

8) 连年低产劣质不赚钱, 恶性循环难避免

表5结果表明, 由于树龄大、树体结构不合理、资金投入、管理工人数量少且不稳定等多方面原因的影响, 果品售价和总产值逐年下降, 当年收入减少又导致次年有机肥施入量及劳动力投入减少, 果实品质越来越差的恶性循环现象。600亩果园平均株产量仅27.99 kg~36.01 kg, 产值仅0.34万元~0.40万元/666.7m<sup>2</sup>, 处于亏本状态。

**Table 5.** Output of decaying and low-yield Shatian pomelo orchard

**表 5.** 衰老低产沙田柚园产出情况

年份	面积/666.67 m <sup>2</sup>	株数/株	产量/kg		产值/万元		平均单价 (元/kg)
			总产量	株产量	总产值	666.7 m <sup>2</sup>	
2014	600.0	17,000	475,819.0	27.99	239.63	0.40	5.04
2016	600.0	16,580	541,193.5	32.64	227.85	0.38	4.21
2017	600.0	16,500	594,086.5	36.01	202.77	0.34	3.41

### 3.2. 衰老低产劣质沙田柚园改造的效果

#### 3.2.1. 改造后的产量与商品果率

表6表明, 经改造, 26~27年生沙田柚产量、商品果率均明显提高: 2019~2020年处理区产量2559.67 kg/666.7m<sup>2</sup>~3026.24 kg/666.7m<sup>2</sup>, CK区1848.64 kg/666.7m<sup>2</sup>~1914.88 kg/666.7m<sup>2</sup>, 处理比CK区增产33.67%~63.70%; 处理区的商品果率96.70%, CK区86.70%, 处理比CK提高11.53%, 产量与商品果率增幅明显。

**Table 6.** Yield and marketable fruit rate of decaying and low-yield Shatian pomelo orchards after transformation

**表 6.** 衰老沙田柚低产园改造后的产量与商品果率

项目	产量(kg/666.7m <sup>2</sup> )			商品果率(%)
	2019	2020	平均	
处理	2559.67	3026.24	2792.96	96.70
对照	1914.88	1848.64	1881.76	86.70
处理比CK提高%	33.67	63.70	48.42	11.53

注: 商品果率 = 商品果数/总结果数 × 100%。商品果指单果重量 ≥ 900 g、果皮无明显病虫害为害、果形端正的果实, 下同。

### 3.2.2. 改造后的果实品质

果实理化分析结果表明(表 7), 2018~2020 年, 处理区的 TSS 含量分别为 11.2%、12.8%和 10.6%, 比 CK 的 10.4%、11.0%和 9.5%分别提高 7.69、16.36 和 11.58 个百分点; 三年平均, 处理为 11.5%, 比 CK 的 10.3%提高 11.65 个百分点。

2018~2020 年, 处理的全糖含量分别为 8.56%、9.19%和 9.80%, 比 CK 的 8.46%、7.74%和 9.15%分别提高 1.18、18.73 和 7.1 个百分点; 三年平均, 处理为 9.18%, 比 CK 的 8.45%提高 8.64 个百分点。

2018~2020 年, 处理的 Vc 含量分别为 105.18 mg/100ml、92.60 mg/100ml 和 73.91 mg/100ml 果汁, CK 分别为 94.25 mg/100ml、85.16 mg/100ml 和 71.37 mg/100ml 果汁, 处理比 CK 分别提高 11.6、8.74 和 3.56 个百分点; 三年平均, 处理为 90.36 mg/100ml, 比 CK 的 83.59 mg/100ml 提高 8.1 个百分点。

2018~2020 年, 处理的酸含量分别为 0.26%、0.24%和 0.32%, CK 的分别为 0.24%、0.28%和 0.26%, 处理分别比 CK 提高 8.33、-14.29 和 23.08 个百分点, 三年平均, 处理为 0.27%, 比 CK 的 0.26%提高 3.85 个百分点。

从固酸比来看, 2018~2020 年处理的固酸比分别为 43.08、53.33 和 33.13, 处理分别是 CK43.33、39.29 和 36.54 的 94.92%、135.73%和 90.67%, 3 年间处理与 CK 相比有高有低, 缺乏一致性, 但三年平均处理为 42.59, 比 CK 的 39.62 提高 7.5 个百分点。

2018~2020 年处理的糖酸比分别为 32.92、38.29 和 30.63, 处理分别是 CK35.25、27.64 和 35.19 的 93.39%、138.53%和 87.04%, 3 年间处理与 CK 相比有高有低, 缺乏一致性, 但三年平均处理为 34.00, 比 CK 的 32.50 提高 4.62 个百分点。

作为衡量果实品质主要指标的可溶性固形物、全糖、酸和 Vc 含量, 处理均比 CK 明显提高, 且酸的提高在适量范围内, 表现风味浓, 品质更佳。

**Table 7.** Fruit quality of d decaying and low-yield Shatian pomelo orchards after transformation

**表 7.** 衰老沙田柚低产园改造后的果实品质

项目	TSS (%)	全糖(%)	酸(%)	Vc (mg/100ml)	固酸比	糖酸比	
处理	2018	11.2	8.56	0.26	105.18	43.08	32.92
	2019	12.8	9.19	0.24	92.60	53.33	38.29
	2020	10.6	9.80	0.32	73.91	33.13	30.63
	平均	11.5	9.18	0.27	90.36	42.59	34.00
CK	2018	10.4	8.46	0.24	94.25	43.33	35.25
	2019	11.0	7.74	0.28	85.16	39.29	27.64
	2020	9.5	9.15	0.26	71.37	36.54	35.19
	平均	10.3	8.45	0.26	83.59	39.62	32.50
处理比 CK 提高%	11.65	8.64	3.85	8.10	7.50	4.62	

## 4. 讨论

沙田柚生长发育需要适宜的光、温、水、土壤与叶片营养等环境条件, 以及及时的施肥、修剪、异花授粉、病虫害防控等措施, 其中任一条件与措施不能满足或不及时均会影响其生长与发育, 最终影响产量与品质[1] [2]。唐福英等认为沙田柚低产原因有授粉率低、树势衰弱、缺乏修剪和病虫害防治不力[3]



[4]; 陈风兴认为, 红肉蜜柚低产劣质原因是地力衰退、生态环境日益恶化、偏施化肥、滥用农药, 水肥管理、树体修剪和病虫害防治粗放[5]; 区善汉等研究结果表明, 沙田柚成年树低产原因主要有土壤有机质含量低, 只有 1.639%~2.490%, 平均仅 1.790%, 酸度大、修剪不当或不修剪, 光照不足, 病虫害防治不及时, 不合理疏果, 投入不足, 整体管理水平低[6]。本研究得出的衰老低产沙田柚园低产劣质主要原因, 除了“树体结构不合理, 内膛空虚; 人工异花授粉质量差, 不良天气影响人工授粉, 加重生理落果; 树冠高大又缺乏修剪, 导致树体营养积累不足及病虫害为害”与上述结果相近外, “人工异花授粉质量差; 投资与田间管理人员不到位; 连年低产劣质不赚钱, 恶性循环难避免; 土壤缺锌、缺硼严重”是衰老沙田柚低产劣质的主要原因, 其中树冠中上部的授粉率仅 15.45%~26.91%又是根本原因之一, 因为沙田柚自交不亲和[1] [2], 所以树冠中上部的授粉率低必然导致结果少、产量低。本研究结果还表明, 果园土壤有机质含量适宜与高量水平占 100%, 土壤有机质充足。但土壤缺锌、缺硼严重, 缺锌占比高达 92.3%, 缺硼占比 76.92%, 土壤偏酸、偏碱占比高达 69.23%, 而缺锌不仅导致叶片变小、出现斑驳叶, 而且使果实小而畸形、果皮变厚, 果实干枯无味[7]; 而缺硼导致花器官发育不良, 畸形花、露柱花多, 落花严重。严重缺硼时果实发育不良, 幼果多畸形, 果皮有瘤状突起, 有的有流胶, 果柄明显破裂, 大果皮粗、增厚、坚硬, 果面起瘤状, 畸形, 囊瓣难分离, 肉质粗硬, 不堪食用[8], 缺硼还影响花粉萌发、花粉管伸长, 严重影响受精, 导致新叶畸形, 树体缺硼还导致温州蜜柑出现“僵果” [9], 影响产量与品质。

综合陈腾土、唐福英、陈风兴、区善汉、张祖健等的研究结果, 沙田柚高产优质、低产果园改造的关键措施主要有果园扩穴改土、促花、人工异花授粉、2,4-D 保叶保果、疏花疏果、果实套袋、合理修剪、病虫害综合防控、高接换种等[1]-[6] [10] [11] [12]。本研究针对衰老低产沙田柚低产劣质的主要原因, 除采用了与这些常规技术相近的管理措施外, 主要采取了在开花期做好全程人工异花授粉特别是注重树冠上中下部的立体授粉, 解决因树冠中上部授粉率低造成的结果少问题, 综合措施的影响使产量增加 33.67%~63.70%。同时, 1 月份在树冠两侧滴水线附近各挖 1 条深 20~25 cm 环状沟, 施虾肽有机肥 5 kg/株, 6 月上旬再按同样方法和用量施 1 次。生产实践与区善汉等的试验结果表明, 施用虾肽有机肥可显著提高沙田柚果实品质, 尤其在提高总糖含量方面效果明显, 果实风味佳, 甜脆爽口, 商品价值更高[13]。

## 5. 结论

土壤偏酸、缺锌与硼、授粉质量差、管理不到位是衰老沙田柚低产劣质的主要原因。采取提高人工授粉质量等措施改造后, 处理区增产 33.67%~63.70%, 商品果率提高 11.53%, 果实 TSS 含量提高 11.58%~16.36%, 全糖含量提高 1.1%~18.73%, Vc 含量提高 3.56%~11.6%, 果实产量、商品果率与品质均明显提高, 低产果园改造的效果显著。

## 基金项目

柑橘低产果园改造技术研究(桂科 AA17204097-2); 优质柚类新品种标准化生产技术与示范(桂科 AB16380145); 广西柑桔创新团队栽培岗位(nycytxgxcxtd-05-02)资助。

## 参考文献

- [1] 陈腾土, 李嘉球, 麦适秋, 等. 沙田柚栽培技术[M]. 南宁: 广西科技出版社, 1991.
- [2] 区善汉, 梅正敏, 张社南, 等. 图说柚类优质高效栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.
- [3] 唐福英, 谢燕萍. 广西沙田柚低产原因和适用的增产技术[J]. 南方园艺, 1991(1): 21-23.
- [4] 桂林市沙田柚大面积低产树改造实施组. 桂林市沙田柚大面积低产树改造[J]. 广西农业科学, 1993(5): 206-207.
- [5] 陈风兴. 红肉蜜柚低产果园改造关键技术[J]. 东南园艺, 2015(5): 56-59.
- [6] 区善汉, 蔡龙德, 陈贵峰, 等. 沙田柚低产果园综合治理技术研究[J]. 广西农业科学, 2006, 37(4): 426-429.

- [7] 罗来辉. 施锌对沙田柚果实品质的影响[J]. 嘉应学院学报(自然科学), 2010, 28(5): 71-74.
- [8] 朱胜飞, 温文盛, 王建文, 等. 梅州沙田柚缺硼的发生与矫治措施[J]. 广东农业科学, 2007(5): 93.
- [9] 张荣发, 古满荣, 黄德平, 等. 梅县沙田柚缺硼病发生原因与防治技术[J]. 中国南方果树. 2012, 45(2): 78.
- [10] 张祖健, 薛建广. 容县沙田柚优质高产新技术[J]. 广西农业科学, 1999(5): 265-266.
- [11] 黄振前, 贺申魁, 廖奎富. 沙田柚丰产稳产栽培技术[J]. 南方园艺, 2018, 29(4): 41-42.
- [12] 区善汉, 梅正敏, 林林等. 容县沙田柚成年结果树栽培技术[J]. 中国南方果树. 2020, 45(1): 133-136, 139
- [13] 区善汉, 林林, 刘冰浩, 等. 虾肽有机肥对沙田柚叶片与果实品质及果园土壤养分的影响[J]. 中国农学通报. 2021, 37(3): 105-111.