

# 虾肽有机肥对沙田柚低产业园增产提质的影响

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

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

收稿日期: 2021年6月11日; 录用日期: 2021年7月23日; 发布日期: 2021年7月30日

## 摘要

以腐熟花生麸肥为对照, 比较虾肽有机肥对低产劣质沙田柚园土壤与叶片养分、产量及果实品质的影响, 为低产劣质沙田柚园增产提质提供施肥参考。结果表明, 株施5 kg、株施10 kg虾肽肥处理的产量极显著高于株施花生麸片7.0 kg; 施用虾肽有机肥可提高果实重量; 株施7.5 kg、10 kg均可明显提高果实可溶性固形物含量、总糖含量; 株施10 kg可提高VC含量, 降低酸含量; 虾肽有机肥的连续施用对提高土壤水解性氮和有效磷含量的影响不明显, 但可明显提高土壤速效钾和有效铁含量; 连续施用虾肽有机肥和花生麸都有助于提高土壤有效锌、有效硼、交换性镁、交换性钙和有机质含量。连续施虾肽有机肥的整体效果较显著且比花生麸好, 其中株施10 kg虾肽肥处理对改善果实品质的效果最好。沙田柚低产业园以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10.0 kg/株, 6月上旬再按同样方法和用量施1次对提高沙田柚果实品质的效果最好。

## 关键词

虾肽有机肥, 低产沙田柚, 养分, 产量, 果实品质

# Effects of Shrimp Peptide Organic Fertilizer on Low-Yield Shatiang Pomelo Orchard

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

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

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

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

Received: Jun. 11<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jul. 23<sup>rd</sup>, 2021; published: Jul. 30<sup>th</sup>, 2021

\*第一作者。

#通讯作者。

## Abstract

The effects of shrimp peptide organic fertilizer on soil and leaf nutrients, yield and fruit quality of low-yield and inferior Shatian pomelo orchard were compared with decomposed peanut bran fertilizer as control, in order to provide fertilization reference for increasing yield and improving quality of low-yield and inferior Shatian pomelo orchard. The results showed that the yield of 5 kg/plant and 10 kg/plant shrimp peptide fertilizer was significantly higher than that of 7.0 kg/plant peanut bran. Application of shrimp peptide organic fertilizer can increase fruit weight; the soluble solids content and total sugar content of fruit were significantly increased by applying 7.5 kg and 10 kg per plant; Applying 10 kg/plant could increase VC content and decrease acid content; the continuous application of shrimp peptide organic fertilizer had no obvious effect on increasing the contents of soil hydrolyzable nitrogen and available phosphorus, but could obviously increase the contents of soil available potassium and available iron; continuous application of shrimp peptide organic fertilizer and peanut bran could increase the contents of available zinc, available boron, exchangeable magnesium, exchangeable calcium and organic matter in soil. The overall effect of continuous application of shrimp peptide organic fertilizer was significant and better than that of peanut bran, and the application of 10 kg shrimp peptide fertilizer per plant had the best effect on improving fruit quality. In the low-yield Shatian pomelo orchard, the best way to improve the fruit quality of Shatian pomelo was to dig a ring ditch with a depth of 20~25 cm near the drip line on both sides of the tree crown in January, apply 10.0 kg/plant of shrimp peptide organic fertilizer, and then apply it again in the first ten days of June according to the same method and dosage.

## Keywords

Shrimp Peptide Organic Fertilizer, Low-Yield Shatian Pomelo, Nutrient, Yield, Fruit 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 $\text{hm}^2$ 、产量52.20万t,平均单产1524.09kg,分别占广西柑橘面积44.13万 $\text{hm}^2$ 、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。

有机肥富含有机质,养分全面,有利于改善土壤理化性质,提高树体营养水平和果实品质[1][2][3][4][5]。姚丽贤等[6]研究表明施用常用有机肥能增加荔枝产量,明显改善果色,降低病害发生;何炎森等[7]研究表明,有机肥提高蜜柚果园土壤有效养分及土壤酶活性的效果优于化肥;李水祥等[8]研究认为有机肥替代20%化肥可提高‘三红蜜柚’叶片部分矿质营养元素含量,改善树体营养水平,提高‘三红蜜柚’果实钾、钙、锌、硼等矿质元素含量及果实品质。董美超等[9]研究发现,生物有机肥能提高‘东试早’柚果实还原糖、总糖、维生素C含量;聂磊等[10]研究表明,有机肥能提高沙田柚果实总糖、总酸和可溶性固形物含量,明显增加沙田柚果肉芳香物质。

优质有机肥在沙田柚土壤施肥中应用普遍也很重要,但不同有机肥的价格、肥效甚至对果实品质的影响不同,因而影响到肥料的选用和果园的经济效益。虾肽有机肥是利用海虾加工产生的大量废弃物等

原料经生物发酵而制成的有机肥,该有机肥富含蛋白质、甲壳素、虾红素、氨基酸、钙微量元素等营养成分,具有改良土壤、培肥地力,提高果树吸收营养的效率,改善果实品质等作用[11][12]。莫健生等[12]研究显示虾肽有机肥与花生麸的肥效相当,二者对沙糖橘果实理化指标的影响无显著差异;谢巧娟[13]研究结果表明施用虾肽肥可显著影响草莓的生长和单产;区善汉等[14]研究表明施用虾肽有机肥能有效改良土壤、提高沙田柚果实品质。但有关虾肽有机肥对沙田柚低产劣质果园土壤、产量和果实品质的影响未见报道,因此,笔者于2018年1月~2020年12月以花生麸肥为对照,试验比较了虾肽有机肥对低产劣质沙田柚果园土壤、产量和果实品质的影响,以弄清虾肽有机肥对低产劣质沙田柚果园土壤营养元素和果实品质的影响,为低产劣质沙田柚园改造提供施肥参考。

## 2. 试验材料与方 法

### 2.1. 试验材料

供试果园位于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,供试树为酸柚砧沙田柚,1993年春梯田种植,山地红壤,株行距 $4 \times 5$  m。2016~2017年平均株产量32.64~36.01 kg,采收时果实可溶性固形物含量10.4%~11.0%,风味淡,口感差。

### 2.2. 试验处理

共设4个处理,每处理均为1月份、6月上旬在树冠两侧滴水线附近挖1条深20~25 cm环沟各施肥1次,施肥时,肥料与土壤拌匀。

处理1(K1):施虾肽有机肥5 kg/株;

处理2(K2):施虾肽有机肥7.5 kg/株;

处理3(K3):施虾肽有机肥10.0 kg/株;

对照(CK):施未经堆沤过花生麸片7.0 kg/株。

### 2.3. 田间排列

3株小区,3次重复,随机排列,共有试验树36株。

### 2.4. 观测项目与方 法

1) 每年采果时统计株产量,采样分析果实品质。采果时,每个处理在5株树东、南、西、北4个方向各随机采果1个共20个果,带回室内进行果品常规分析。可溶性固形物(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) 试验前的2018年1月采混合土样、2019年10月和2020年10月在施肥坑位置按处理分别采0~20、21~40 cm深土样1次,分析土壤有机质、氮、磷、钾、钙、镁、铁、锌的含量及PH值。

3) 每年10~11月各处理树采树冠中上部东、南、西、北、中5个方向的当年生春梢倒数第3叶,每个方向采2叶,每处理采90叶,分析叶片氮、磷、钾、钙、镁、铁、锌、锰的含量。

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、铁、锌采用原子吸收分光光度法测定;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) 叶片营养成分测定方法。

采用全自动定氮仪测氮、分光光度计测磷、火焰原子吸收分光光度法测钾、原子吸收分光光度法测铁、锌、锰、钙、镁，干灰化 - 甲亚胺比色法测硼。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 不同处理对沙田柚低产果园产量的影响

表 1 结果表明, 2019 年各处理与对照间的产量差异达到极显著水平, K1、K2、K3 分别比 CK 增产 18.99%、54.46% 和 60.77%, K3 的增产幅度最大, 依次是 K2、K1; 2020 年处理 K1、K3 的产量极显著高于 CK, K1、K2、K3 分别比 CK 增产 46.14%、4.93% 和 52.36%, 也是 K3 的增产幅度最大, 依次是 K1、K2; 从同一处理 2020 比 2019 的增产率来看, K1 增产 141.53%、K2 增产 33.59%、K3 增产 86.37%、CK 增产 96.88%, K1 增产幅度最大, 依次是 CK、K3 和 K2。

**Table 1.** Average yield of different treatment (Unit: piece/plant)

**表 1.** 不同处理的平均产量(单位: 个/株)

项目 Item	2019				2020			
	K1	K2	K3	CK	K1	K2	K3	CK
重复 1	37.00	42.00	46.00	35.00	54.00	55.33	56.33	57.00
重复 2	26.00	46.00	28.00	21.00	75.67	58.00	61.33	54.00
重复 3	31.00	34.00	53.00	23.00	97.33	49.67	119.00	44.33
平均	31.33Cc	40.67Bb	42.33Aa	26.33Dd	75.67Aa	54.33Bb	78.89Aa	51.78Bb
比较/%	118.99	154.46	160.77	100.00	146.14	104.93	152.36	100.00
2020 比 2019 增产/%	100.00	100.00	100.00	100.00	141.53	33.59	86.37	96.88

注: 表中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( $p < 0.05$ ); 2019 年与 2020 年数据分别处理。

显然, 施用虾肽有机肥对低产沙田柚园的产量有显著或极显著的影响, 但施用量不同、年份不同其影响存在差异。2019 年, 不仅 3 个处理的产量均极显著高于对照, 且 K3 极显著高于 K2, K2 极显著高于 K1, 存在产量随施肥量增加而极显著提高的趋势; 2020 年, 则是 K1、K3 处理极显著高于 CK 和 K2, K1 与 K3 间、K2 与 CK 间无显著差异, 与 2019 年的结果不一致。从 2 年的结果一致性来看, K1、K3 处理 2 年均极显著高于 CK, 而 K2 处理只有 2019 年极显著高于 CK, 2020 年与 CK 间无显著差异, 这是否与沙田柚人工异花授粉质量有关还有待研究。

#### 3.2. 不同处理对低产沙田柚果园果实品质的影响

表 2 结果表明, 2019 年 K1、K2、K3 果实重量分别是 CK 的 115.98%、106.55% 和 99.19%, 2020 年 K1、K2、K3 果实重量分别是 CK 的 102.84%、105.78% 和 103.42%。总体上是施用虾肽有机肥的果实重量比施用花生麸的稍大。

果实可溶性固形物含量 2019 年 K3 的最高, 其余依次是 K1、K2 和 CK; 2020 年 K3 的最高, 其余依次为 K2、CK 和 K1。二年最高的均为 K3。

果实转化糖含量 2019 年 K3 的最高, 其余依次是 K2、K1 和 CK; 2020 年 K1 的最高, 其余依次是 CK、K3 和 K2。二年的结果差异较大, 缺乏规律性。

果实还原糖含量 2019 年 K1 的最高, 其余依次是 K3、K2 和 CK; 2020 年 K1 的最高, 其余依次是 CK、K2 和 K3。二年最高的均为 K1。

**Table 2.** Fruit quality of low-yield shatian pomelo orchard with different treatment  
**表 2.** 不同处理低产沙田柚果园的果实品质

项目 Item	K1		K2		K3		CK	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
单果重量(g)	1362.86	1291.70	1252.07	1328.72	1165.57	1298.96	1175.13	1256.06
可溶性固形物含量(%)	11.40	9.47	11.40	10.37	12.80	10.63	11.00	10.50
转化糖(g/100 ml)	8.33	11.07	8.47	9.4	9.52	10.27	8.00	11.00
还原糖(g/100 ml)	6.10	4.38	2.76	3.67	3.11	3.80	2.56	4.32
总糖(g/100 ml)	8.22	9.40	8.18	11.06	9.19	10.13	7.73	9.45
可滴定酸(%)	0.30	0.26	0.30	0.25	0.24	0.32	0.28	0.31
维生素 C 含量(mg/100 ml)	91.61	71.37	88.81	76.86	92.60	73.91	85.16	73.06
固酸比	38.0	36.4	38.0	41.5	53.3	33.2	39.3	33.9
糖酸比	27.4	36.2	27.3	44.2	38.3	31.7	27.6	30.5

果实总糖含量 2019 年 K3 的最高, 其余依次是 K1、K2 和 CK; 2020 年 K2 的最高, 依次是 K3、CK 和 K1。二年间的排序存在差异, 但总体上是 K2 和 K3 较高, CK 较低或最低。

果实可滴定酸含量 2019 年 K1 和 K2 的最高, 其余依次是 CK 和 K3; 2020 年 K1 的最高, 其余依次是 CK、K2 和 K3。二年均是 K3 最低。

维生素 C 含量 2019 年 K3 的最高, 其余依次是 K1、K2 和 CK; 2020 年 K2 的最高, 其余依次是 K3、CK 和 K1。

综上, 施用不同用量的虾肽有机肥均可不同程度地影响果实品质, 其中 2019 与 2020 年结果一致的是, K3 处理的固形物含量最高, 总糖含量最高或次高, 可滴定酸含量最低, VC 含量最高或次高; K1 的固形物含量次高或最低, 总糖含量次高或最低, 可滴定酸含量二年均最高, VC 含量次高或最低; K2 的固形物含量排在第 2 或第 3 位, 总糖含量排在第 1 或第 3 位, 可滴定酸含量排在第 1 或第 3 位, VC 含量排在第 1 或第 3 位; CK 的固形物含量最低或次低, 总糖含量最低或次低, 可滴定酸含量二年均为次高, VC 含量最低或次低。

显然, K1、K2、K3 处理均可不同程度地提高果实可溶性固形物、总糖和 VC 的含量, 降低可滴定酸含量, 但总体来说, K3 处理的效果最好, 即在本试验条件下, 分别在 1 月份和 6 月初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 10.0 kg/株各 1 次对提高沙田柚果实品质的效果最好。

### 3.3. 不同处理对沙田柚低产果园土壤养分的影响

表 3 结果显示, 不同处理后的 2019、2020 年土壤养分存在较大的差异。其中 2019 年 K1 的水解性氮含量稍高于 CK, K2 和 K3 均低于 CK, 2020 年 CK 的水解性氮含量最高且明显高于其它 3 个处理, 表明虾肽有机肥的连续施用对提高土壤水解性氮含量的影响不明显; 2019 年和 2020 年二年均是 CK 的有效磷含量最高; 速效钾含量同样处理的 2020 比 2019 年分别提高 101.51%、8.01%、156.88%和-59.52%, 显然连续施用虾肽有机肥可明显提高土壤的速效钾含量; 有效锌含量 2019 年 K1、K2 和 K3 均低于 CK,



**Table 3.** Soil nutrients in low-yield citrus grandis orchards with different treatment  
**表 3.** 不同处理低产沙田柚果园的土壤养分

项目 Item	K1		K2		K3		CK	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
水解性氮 mg/kg	145.85	287.0	133.1	235.0	116.7	221.0	142.75	368.0
有效磷 mg/kg	128.25	178.3	128.55	167.5	155.85	135.6	232.4	295.8
速效钾 mg/kg	198.5	400.0	335.15	362.0	181.8	467.0	434.75	176.0
有效锌 mg/kg	0.93	4.93	0.62	2.76	0.85	2.45	0.94	4.75
有效铁 mg/kg	61.78	246.0	82.4	113.0	62	127.0	95.5	88.9
有效硼 mg/kg	0.18	1.49	0.06	1.30	0.045	1.19	0.07	0.95
交换性镁 cmol/kg	2.27	5.60	2.47	5.4	2.14	4.7	2.01	4.3
交换性钙 cmol/kg	6.62	24.10	6.53	26.3	7.18	33.4	5.71	46.0
有机质 g/kg	31.6	61.6	22.35	52.1	19.7	44.2	28.1	75.0

2020 年 K1 高于 CK, K2 和 K3 均低于 CK, 有效锌含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 430.11%、345.16%、188.23% 和 405.32%, 连续施用虾肽有机肥和花生麸均能提高土壤的有效锌含量; 有效铁含量 2019 年 K1、K2 和 K3 均低于 CK, 2020 年 K1、K2 和 K3 均高于 CK, 有效铁含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 298.19%、37.14%、104.84% 和 -6.91%, 显然连续施用虾肽有机肥可明显提高土壤的有效铁含量; 有效硼含量 2019 年 K1 高于 CK, K2 和 K3 均低于 CK, 2020 年 K1、K2 和 K3 均高于 CK, 有效硼含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 727.78%、2066.66%、2555.55% 和 1257.14%, 连续施用虾肽有机肥和花生麸均能提高土壤的有效硼含量; 交换性镁含量 2019 年和 2020 年处理 K1、K2 和 K3 均高于 CK, 交换性镁含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 146.7%、118.62%、119.63% 和 113.30%, 连续施用虾肽有机肥和花生麸均能提高土壤的交换性镁含量; 交换性钙含量 2019 年 K1、K2 和 K3 均高于 CK, 2020 年 K1、K2 和 K3 均低于 CK, 交换性钙含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 264.05%、302.76%、365.18% 和 705.60%, 连续施用虾肽有机肥和花生麸均能提高土壤的交换性钙含量; 有机质含量 2019 年 K1、K2 和 K3 均高于 CK, 2020 年 K1、K2 和 K3 均低于 CK, 有机质含量同样处理的 2020 年比 2019 年分别提高 94.94%、133.10%、124.37% 和 166.90%, 连续施用虾肽有机肥和花生麸均能提高土壤的有机质。

### 3.4. 不同处理对沙田柚低产果园叶片养分的影响

表 4 结果显示, 同一年份不同处理间的叶片养分含量存在差异, 但除了 K1、K2、K3 的全铁、全硼含量均比 CK 高外, 其它养分含量的差异缺乏规律性。然而, 从各处理的 2020 与 2019 年含量对比来看, 2020 年各处理与对照的全氮、全磷、全镁、全锰、全锌和全硼含量均比 2019 年有不同程度的提高, 而全钙、全铁的含量则普遍下降, 全钾含量除 K3 处理的下降外, 其它处理与对照均不同程度提高。

由此可认为, 连续施用虾肽有机肥或花生麸均可提高叶片氮、磷、镁、锰、锌和硼的含量, 钙和铁含量下降, 这可能与虾肽有机肥或花生麸中的氮、磷、镁、锰、锌和硼的含量较丰富, 而钙和铁含量不足或植株对这二种元素的需求较多有关。

**Table 4.** Leaf nutrient of low-yield citrus grandis orchard in different treatment  
**表 4.** 不同处理低产沙田柚果园的叶片养分

项目	K1		K2		K3		CK	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
全氮 g/kg	22.06	26.7	22.75	26.9	22.88	29.7	23.13	30.6
全磷 g/kg	1.51	1.55	1.34	1.61	1.37	1.56	1.35	1.55
全钾 g/kg	18.63	20.0	18.93	20.0	19.78	18.1	19.29	20.0
全钙 g/kg	49.9	37.9	52.8	35.0	46.1	36.7	46.8	36.0
全镁 g/kg	2.34	2.58	2.25	2.44	2.26	2.91	2.46	2.89
全铁 g/kg	0.216	0.126	0.216	0.132	0.209	0.154	0.197	0.124
全锰 mg/kg	18.9	497.0	18.7	618.0	14.2	609.0	19.6	596.0
全锌 mg/kg	16.28	31.5	13.65	36.5	16.26	41.2	13.97	36.2
全硼 mg/kg	74.2	181.0	109.3	195.0	89.2	184.0	60.0	153.0

#### 4. 讨论

施入不同种类有机肥能提高草莓、菠萝、桃、钩藤、苹果、柑橘等的产量[3] [5] [6] [13] [15] [16] [17] [18] [19]。本研究施用虾肽有机肥可显著提高低产沙田柚的产量，提高幅度达到 5.91%~52.36%，其中以株施 10 kg 的增产幅度最大，与前人研究结果一致。

本试验结果表明施用虾肽有机肥可提高果实的重量；株施 7.5 kg、10 kg 均可明显提高果实可溶性固形物含量、果实总糖含量；株施 10 kg 可提高 VC 含量，降低酸的含量。本试验与区善汉等的研究结果均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[14] [20]，与聂磊等[10]、李水祥等[8]研究施用有机肥能提高果实品质的结果一致。

有机肥可以明显改良土壤，为作物提供较为适宜的生存土壤。有机肥可以提供有机质和 Ca、Mg、Fe 等元素的平衡供给，对沙田柚果实品质的影响极为重要，虾肽有机肥可有效改良土壤，平衡土壤有机质和营养元素供给[14]，随花生麸配施比例的增加而增加，土壤肥力得到显著提高[21]，施用有机肥能够显著提升土壤有机质、有效磷、速效钾质量[22]。本研究中虾肽有机肥的连续施用对提高土壤水解性氮和有效磷含量的影响不明显，但可明显提高土壤速效钾和有效铁含量；连续施用虾肽有机肥和花生麸都有助于提高土壤有效锌、有效硼、交换性镁、交换性钙和有机质含量。

施用有机肥能提高香梨叶片矿质营养元素(N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)的含量[23]，施用不同浓度有机液肥对提高叶片中大量元素(N, P, K, Ca, Mg)含量效果较明显，而对提高叶片中微量元素(Fe, Mn, Cu, Zn)含量效果不太显著[24]。本研究结果表明连续施用虾肽有机肥或花生麸均可提高叶片氮、磷、镁、锰、锌和硼的含量，但钙和铁含量下降，这可能与虾肽有机肥或花生麸中的氮、磷、镁、锰、锌和硼的含量较丰富，而钙和铁含量不足或植株对这二种元素的需求较多有关。因此，在施用这二种肥料时宜适当配合施用含钙、铁元素的肥料。

#### 5. 结论

综上所述，在本试验条件下，连续施用虾肽有机肥的效果较为显著，整体效果比施用花生麸好。虾肽有机肥 2.5 元/kg、花生麸 3.5 元/kg，虾肽肥具有价格优势，节本增效明显，施用方便，可在生产上推广应用。以 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 10.0 kg/株，6 月

上旬再按同样方法和用量施 1 次对提高沙田柚果实品质的效果最好。

## 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] 阎立江, 孙治军, 荆亚玲. “荣木”液体有机肥不同施肥处理对草莓生长的影响[J]. 北方园艺, 2011(22): 131-144.
- [2] 王圣瑞, 马文奇, 徐文华, 黎青慧, 张福锁. 陕西省苹果施肥状况与评价[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1): 146-151.
- [3] 罗华, 李敏, 胡大刚, 宋红日, 郝玉金, 张连忠. 不同有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(4): 955-964.
- [4] 杜丽清, 乔健, 马智玲, 郑良永, 马海洋, 陈妹, 等. 虾肽肥料对酸性土壤的改良效果[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(33): 109-110+128.
- [5] 刘岩, 刘传和, 廖美敬, 吴颜洲, 魏凤玲, 朱顺球. 施用不同有机肥对菠萝生长及产量的影响初探[J]. 广东农业科学, 2011, 38(13): 51-53.
- [6] 姚丽贤, 周昌敏, 王祥和, 何兆桓, 罗东林, 白翠华. 施用常用有机肥对荔枝产量、品质及土壤性质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(5): 87-93.
- [7] 何炎森, 李瑞美, 刘长全. 蜜柚果园施用有机肥与化肥对土壤酶及土壤养分的影响[J]. 福建农业学报, 2005, 20(3): 172-175.
- [8] 李水祥, 余文琴, 吴世涛, 陈晶英, 马文, 孙宇晨, 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.
- [9] 董美超, 李进学, 高俊燕, 周东果, 杨帆, 刘鹏飞, 等. 施用生物有机肥对‘东试早’柚品质的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(34): 91-96.
- [10] 聂磊, 刘鸿先. 有机肥对沙田柚果实品质的影响初探[J]. 广东农业科学, 2001(2): 31-34.
- [11] 莫健生, 区善汉, 梅正敏, 张社南, 贺申魁, 肖远辉, 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.
- [12] 区善汉, 肖远辉, 梅正敏, 等. 图说柑橘避雨避寒栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2015.
- [13] 谢巧娟. 不同有机肥对草莓生长结果的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(3): 135-138.
- [14] 区善汉, 林林, 刘冰浩, 梅正敏, 张社南, 贺申魁, 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.
- [15] 柳玲玲, 王文华, 杨再刚, 张邦喜, 范成五, 苟久兰. 不同生物有机肥对钩藤产量、品质及土壤生物性状的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2018(3): 116-121.
- [16] 刘贤赵, 李嘉竹, 王春芝. 有机肥环状深施对苹果树生长及产量的影响[C]//中国农业工程学会. 2007 年中国农业工程学会学术年会论文摘要集. 北京: 中国农业工程学会, 2007: 119.
- [17] 李涛涛, 翟丙年, 李永刚, 刘玲玲, 韩明玉. 有机无机肥配施对渭北旱塬红富士苹果树生长发育及产量的影响[J]. 果树学报, 2013, 30(4): 591-596.
- [18] 范美蓉, 汤海涛, 廖育林, 吴家梅, 蔡水文, 戴慧芳. 有机无机复混肥对柑橘产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2009(4): 71-73.
- [19] 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.
- [20] 区善汉, 梅正敏, 林林, 张社南, 贺申魁, 蔡军, 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.
- [21] 李波, 顾明华, 沈方科, 区惠平, 黄岑芬, 梁和平, 等. 花生麸与无机肥配施对烤烟产质量和土壤肥力的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(1): 144-148.
- [22] 彭程, 陆育生, 常晓晓, 陈喆, 林志雄, 邱继水. 不同施肥方式对苹果桃园土壤养分及果实香气成分的影响[J]. 广东农业科学, 2021, 48(4): 69-76.



- 
- [23] 刘茂柴, 仲平, 盛建东, 丁阔, 何传文. 施用有机肥对库尔勒香梨叶片营养元素及果实产量、品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(10): 159-163.
- [24] 邓明净. 有机肥浸提液对盆栽苹果矿质营养、产量及品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北农业大学, 2005.