

◆特邀栏目◆

氨基酸有机肥对沃柑产量、品质及土壤理化性质的影响*

谢育利¹, 王瑾^{1**}, 苏天明¹, 张野¹, 王吉平¹, 何铁光¹, 梁芷姮¹, 田华丽², 苏桂秋²

(1. 广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所, 广西南宁 530007; 2. 广西益谱检测技术有限公司, 广西南宁 530007)

摘要:本研究探讨了氨基酸有机肥适用于广西沃柑(Orah)种植的最佳施用配比, 以实现沃柑的增产提质, 保证沃柑产业可持续发展, 同时为研究区氨基酸有机肥的科学应用提供理论参考。应用田间小区试验方法设置3个施肥处理: 单施化肥、化肥+15%氨基酸有机肥、化肥+30%氨基酸有机肥, 以单施化肥为对照, 研究不同比例氨基酸有机肥配施化肥条件下沃柑生长及品质、土壤理化性质和土壤微生物的变化特征。结果表明: 相较于单施化肥, 氨基酸有机肥配施化肥可显著提高沃柑单株产量(提高15.95%–45.58%)、可溶性固形物含量(提高8.89%–31.60%)、维生素C含量(提高29.04%)、糖酸比(提高2.75%)和果实营养元素含量(提高2.12%–53.84%); 同时可提高土壤速效磷含量(提高11.99%–41.07%)、速效钾含量(提高13.14%–17.58%)、土壤微生物数量(提高96.17%–2 803.06%)和沃柑单株收益(提高13.54%–43.19%)。其中, 以化肥+30%氨基酸有机肥处理效果最好; 其单株产量, 糖酸比, 可溶性固形物含量, 维生素C含量, 果实P、K、Ca、Mg含量均为最高; 其土壤速效钾含量和土壤微生物总量最多; 同时单株收益和产投比最优。综合考虑沃柑增产提质以及土壤改良效果等要求, 建议采用化肥配施30%氨基酸有机肥的施肥方式。

关键词:氨基酸有机肥 沃柑 产量 品质 土壤理化性质

中图分类号: S5-33 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2022)03-0281-07

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20221019.009

沃柑(Orah)是晚熟的杂交柑橘新品种, 自2004年从韩国引入重庆, 而后引入广西^[1]。沃柑引入广西后得益于广西得天独厚的自然条件以及沃柑自身品质优良、适应性广、生产效益好等特点, 其产业得到迅

猛发展, 短短几年其在广西的种植总面积已逾10万hm², 占全国沃柑种植面积的50%以上, 年产量超100万t^[2,3]。沃柑果实口感较好, 深受人们喜爱, 也带动了广西农业经济的发展^[4], 因此如何实现沃柑增

收稿日期: 2022-04-14

修回日期: 2022-07-14

* 广西重点研发计划(桂科 AB20159006), 科技先锋队“强农富民”“六个一”专项行动(桂农科盟 202213), 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2021YT038、桂农科 2020YM111), 南宁市科学研究与技术开发计划项目(20182084), 南宁市武鸣区科学研究与技术开发计划(20190112)和南宁市西乡塘区科学研究与技术开发计划(2019021403)资助。

【作者简介】

谢育利(1989-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事环境生态方面的研究。

【**通信作者】

王瑾(1981-), 博士, 高级工程师, 主要从事农业废弃物资源化利用研究, E-mail: 421246430@qq.com。

【引用本文】

谢育利, 王瑾, 苏天明, 等. 氨基酸有机肥对沃柑产量、品质及土壤理化性质的影响[J]. 广西科学院学报, 2022, 38(3): 281-287.

XIE Y L, WANG J, SU T M, et al. Effects of Amino Acid Organic Fertilizer on Yield, Quality and Soil Physical and Chemical Properties of Orah [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(3): 281-287.

产提质,保证沃柑产业可持续发展是一个重要的研究课题。沃柑产量及品质与遗传、环境因素息息相关。以往的研究表明,化肥可及时、快速地为作物生长提供所需养分,但过量施用会导致土壤板结及质量下降,进一步引起环境问题;有机肥所含养分及矿质元素对土壤酶活性、微生物数量以及土壤养分等的增加具有重要作用,但有机肥养分含量有限且肥效起效慢^[5,6]。近年来,许多学者研究认为,化肥配施有机肥可以有效缓解单施化肥或有机肥所出现的问题,一方面能提高土壤中的有效养分含量,及时补充作物生长所需养分;另一方面能提高肥料利用率,减少过量施用化肥对环境造成的污染^[7-9]。有研究发现氨基酸有机肥可改良土壤^[10],而且农作物能够直接吸收并利用氨基酸,施用效果与施用量有很大关系^[11,12]。利用畜禽残体通过高温高压酸解工艺转化而成的氨基酸生物有机肥,不仅对作物生长具有良好的促生效果,而且能有效解决农业生产中动物尸体带来的环境污染问题^[13],因此氨基酸有机肥在种植业中的应用研究具有重要意义。施肥是沃柑生产的关键栽培技术之一,目前沃柑施肥主要根据沃柑树龄确定施肥方式:2年生以内树苗施肥以化肥为主,辅以少量有机肥和叶面肥;2年生以上沃柑树则以鸡粪、牛粪等有机肥为主,辅以化肥和叶面肥^[4]。氨基酸有机肥在沃柑种植中应用较少,本研究以此为切入点,应用田间小区试验方法,研究不同比例氨基酸有机肥配施化肥条件下沃柑生长及品质、土壤理化性质和土壤微生物的变化特征,探讨氨基酸有机肥适用于广西沃柑种植的最佳施用配比,以期为本地区氨基酸有机肥的科学应用提供理论参考。

1 材料与方

1.1 材料

本试验供试材料为当地4年生沃柑,其砧木为酸桔。肥料包括复合肥18-7-20(山东侨昌肥业有限公司

生产)、复合肥15-15-15(湖南金利隆肥业有限公司生产)、大量元素水溶肥(N-P₂O₅-K₂O≥53%,广西洁源动物无害化处理公司生产)和氨基酸有机肥(广西洁源动物无害化处理公司生产)。通常情况下,有机肥料所含的营养元素多呈有机状态,作物难以直接利用,需转换成作物能吸收的状态才能实现养分价值。氨基酸肥是含有氨基酸类物质的肥料,氨基酸作为构成蛋白质的小分子存在于肥料中,易被作物吸收。15%、30%氨基酸有机肥养分状况如表1所示。

表1 不同浓度氨基酸有机肥养分状况

Table 1 Nutrient status of amino acid organic fertilizer with different concentrations

氨基酸有机肥浓度(%) Amino acid organic fertilizer concentration (%)	水分(%) Water content (%)	总磷(%) TP (%)	总钾(%) TK (%)	有机质(%) Organic matter (%)	pH值 pH value
15	18.69	3.33	2.61	37.4	6.8
30	19.01	3.08	2.28	40.2	6.6

1.2 方法

1.2.1 试验方案

本试验采用随机区组设计设置3个施肥处理:单施化肥(每株施用化肥6.03 kg,记为T1处理)、化肥+15%氨基酸有机肥(每株施用化肥2.0 kg,施用15%氨基酸有机肥18.96 kg,记为T2处理)、化肥+30%氨基酸有机肥(每株施用化肥1.95 kg,施用30%氨基酸有机肥9.48 kg,记为T3处理)。肥料用量根据沃柑营养特点计算,均为原料干重,具体用量见表2。每个处理设置3个重复小区,各小区面积为60 m²(10 m×6 m),株行距为2 m×3 m,试验时间为2020年4月至2021年4月。

根据当地农户施肥情况,同时考虑沃柑养分需求及肥料养分释放特性确定施肥方案如下:2020年7月,T2、T3处理的氨基酸有机肥和复合肥18-7-20全

表2 单株沃柑肥料施用情况

Table 2 Fertilizer application of single plant Orah

处理 Treatment	氨基酸有机肥(kg) Amino acid organic fertilizer (kg)	氨基酸有机肥浓度(%) Concentration of amino acid organic fertilizer (%)	复合肥18-7-20(kg) Compound fertilizer 18-7-20 (kg)	复合肥15-15-15(kg) Compound fertilizer 15-15-15 (kg)	总氮(kg) Total nitrogen (kg)
T1	0	0	4.00	2.03	1.024
T2	18.96	15	2.00	0	1.024
T3	9.48	30	1.95	0	1.024

部施入土壤,施用方法为先深施有机肥再撒施化肥之后覆土;T1 处理于 7 月先施入复合肥 18-7-20 4.0 kg/株,8 月再补施复合肥 15-15-15 2.03 kg/株,施用方法为撒施化肥;各处理于膨果期均施用大量元素水溶肥,每株 100 g,采用表土撒施方式,每隔 15 d 施用 1 次,果期共施用 6 次,且各处理均采取相同的田间管理措施。

1.2.2 测定项目与方法

(1)果实性状测量。沃柑采收期,对试验小区沃柑果数进行统计,在每个小区各个方向共选取 15 个长势均匀的沃柑测量其果实横茎、纵茎及单果质量,并用作品质分析。

(2)沃柑单株产量。利用沃柑平均单果质量乘以沃柑果数估算沃柑单株产量。

(3)沃柑品质测定。可溶性固形物含量采用折射仪法测定(NY/T 2637-2014),总糖含量采用直接滴定法测定(SB/T 10203-94),维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定(GB 5009.86-2016),总酸含量采用滴定法测定(SB/T 10203-94),糖酸比为总糖含量与总酸含量测定值之比。沃柑果实氮含量采用硫酸-过氧化氢消煮,全自动定氮仪法测定;磷含量采用钒钼黄比色法测定;钾含量采用火焰原子吸收分光光度法测定;钙、镁含量采用 EDTA 滴定法测定^[14]。

(4)土壤理化性质测定。混合采集根际土壤,采样深度为 0-30 cm,采样后塑封,常温保存运输,于实验室条件下测定各项性质;采用重铬酸钾氧化-油浴加热法测定有机质,碱解扩散法测定水解性氮,半微量凯氏定氮法测定土壤全氮,碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定有效磷,乙酸铵浸提-火焰光度计法测定速效钾,pH 计(FE28FiveEasy Plus)测定酸碱度(pH 值)。

(5)土壤微生物检测。采样方法与土壤理化性质测定土样取样方法一致,先塑封,常温保存运输,后放

置 4℃ 冰箱冷藏保存备用。采用平板计数法测定土壤细菌、真菌和放线菌数量。

1.2.3 试验区概况

本试验布置于广西壮族自治区南宁市武鸣区城厢镇邓广村(23.21°N,108.37°E),试验开始前采集 0-20 cm 耕层土壤检测其基本理化性质。本试验土壤理化性质如下:pH 值为 4.80、全磷 2.54 g·kg⁻¹、全钾 3.64 g·kg⁻¹、有效磷 513 mg·kg⁻¹、速效钾 356 mg·kg⁻¹、有机质 50 g·kg⁻¹、水解性氮 218 mg·kg⁻¹、全氮 2.79 g·kg⁻¹。

1.2.4 经济效益计算

本试验经济效益为总收入与成本的差值,其中总收入=沃柑鲜果产量×市场价格,成本包括购买氨基酸有机肥、化肥和农机物资等所需费用。

1.3 数据分析

用 Excel 2010 进行数据整理及回归分析,用 SPSS 16.0 进行单因素方差分析及皮尔逊相关性分析,其中 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P > 0.05$ 表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 不同比例氨基酸有机肥对沃柑果实性状的影响

不同比例氨基酸有机肥对沃柑果实性状影响不一。由表 3 可知,沃柑单果质量大小排序为 T1>T3>T2 处理,其中 T1 处理单果质量比 T2 处理显著高出 29.51%,比 T3 处理高出 7.91%,但差异不显著;沃柑果实横茎大小排序为 T1>T3>T2 处理,其中 T1 处理果实横茎比 T2 处理显著高出 5.58%,比 T3 处理高出 2.77%,但差异不显著;沃柑果实纵茎大小排序表现为 T1>T3>T2 处理,其中 T1 处理果实纵茎比 T2、T3 处理分别高出 14.39%、6.98%,但差异不显著。本试验中单施化肥处理沃柑单果较重,但氨基酸有机肥配施化肥可提高单株果实数量,且以 T3 处理效果更优。

表 3 不同比例氨基酸有机肥条件下沃柑果实性状的差异

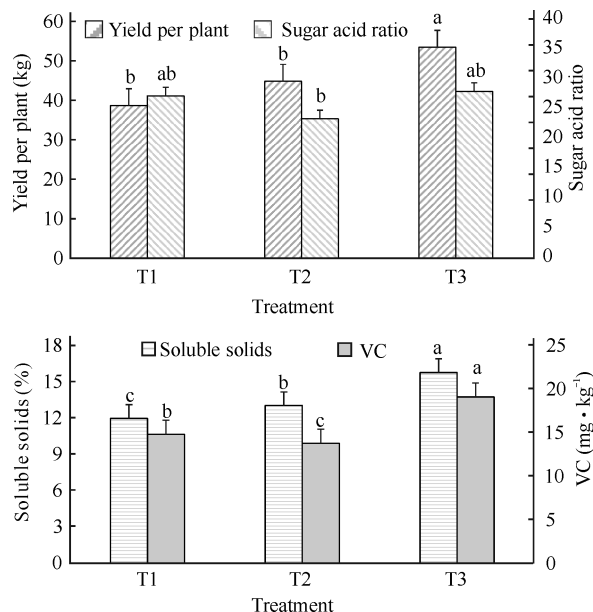
Table 3 Differences of fruit characters of Orah under different proportions of amino acid organic fertilizer

处理 Treatment	单果质量(g) Weight of single fruit (g)	横茎(mm) Transverse stem (mm)	纵茎(mm) Longitudinal stem (mm)	单株果实数量(个) Number of fruits per plant
T1	174.65 ± 6.77a	74.60 ± 1.24a	61.04 ± 1.37a	220 ± 25b
T2	134.86 ± 7.81c	70.66 ± 2.53b	53.36 ± 0.62a	331 ± 51ab
T3	161.85 ± 3.52ab	72.59 ± 0.48ab	57.06 ± 0.51a	346 ± 38ab

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate statistically significant differences ($P < 0.05$)

2.2 不同比例氨基酸有机肥对沃柑果实产量、品质及养分的影响

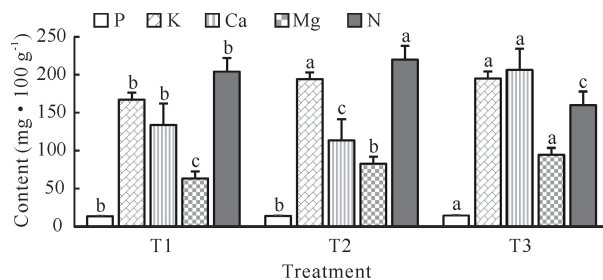
由图 1 可知,沃柑单株产量大小排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理,其中 $T3$ 处理较 $T1$ 处理显著提高 45.58%, $T2$ 处理较 $T1$ 处理提高 15.95%,但差异不显著;糖酸比排序为 $T3 > T1 > T2$ 处理, $T3$ 处理较 $T1$ 处理高出 2.75%。果实的可溶性固形物含量排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理, $T2$ 、 $T3$ 处理相较于 $T1$ 处理分别显著高出 8.89%、31.60%;维生素 C 含量排序为 $T3 > T1 > T2$ 处理, $T3$ 处理较 $T1$ 处理显著高出 29.04%。可见氨基酸有机肥配施化肥条件下,沃柑果实品质整体表现优于单施化肥处理,且 $T3$ 处理条件下沃柑果实甜味较浓、酸味不明显(糖酸比较高),口感较好,说明 $T3$ 处理更有利于沃柑果实品质的提升和风味的改善。此外,沃柑果实富含人体所需营养元素,本试验中 $T2$ 、 $T3$ 处理所含营养元素较 $T1$ 分别提高 2.12%、53.84%,除氮元素外,磷、镁、钾、钙元素均表现为 $T3$ 处理含量最丰富(图 2),可知 $T3$ 处理沃柑产量最高,品质最佳。综上所述,氨基酸有机肥配施化肥可有效提高沃柑产量,提升果实品质,此结果与杨天庆等^[11]、吕娜娜等^[15] 的研究结果类似。



Different lowercase letters on the histogram indicate that the difference between treatments is significant ($P < 0.05$)

图 1 不同比例氨基酸有机肥条件下沃柑果实产量及品质差异

Fig. 1 Differences in fruit yield and quality of Orah under different proportions of amino acid organic fertilizer



Different lowercase letters on the histogram indicate that the difference between treatments is significant ($P < 0.05$)

图 2 不同比例氨基酸有机肥条件下沃柑果实养分的差异

Fig. 2 Differences of nutrients in Orah under different proportions of amino acid organic fertilizer

2.3 不同比例氨基酸有机肥对土壤理化性质的影响

由表 4 可知,不同比例氨基酸有机肥对土壤酸碱度无影响,但对养分含量存在显著性影响。碱解氮和有机质含量随着氨基酸有机肥比例的提升整体上逐步降低, $T1$ 处理的碱解氮含量比 $T2$ 、 $T3$ 处理分别显著高出 31.55%和 93.63%, $T1$ 处理的有机质含量比 $T2$ 、 $T3$ 处理分别显著高出 7.48%和 21.08%。速效磷和速效钾含量则表现为氨基酸有机肥处理优于单施化肥处理。速效磷含量排序为 $T2 > T3 > T1$ 处理,其中 $T2$ 、 $T3$ 处理的含量分别比 $T1$ 处理显著高出 41.07%、11.99%;速效钾含量排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理,其中 $T2$ 、 $T3$ 处理较 $T1$ 处理分别显著高出 13.14%、17.58%。说明在本试验中氨基酸有机肥配施化肥可有效提升土壤速效磷和速效钾含量,此结果与以往研究结果一致^[6,16,17];但不利于土壤碱解氮和有机质的累积,碱解氮和有机质含量随着氨基酸有机肥比例的提升整体呈逐步降低的趋势(表 4),此现象与以往研究有所不同^[18],这可能与土壤中微生物数量的增加有关。

2.4 不同比例氨基酸有机肥对土壤微生物的影响

由表 5 可知,土壤微生物含量整体表现为氨基酸有机肥配施化肥处理优于单施化肥处理。细菌数量排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理, $T3$ 处理相较于 $T1$ 处理显著提高 3 199.90%, $T2$ 处理相较于 $T1$ 处理提高 40%,但差异不显著;真菌数量排序为 $T2 > T1 > T3$ 处理, $T2$ 处理较 $T1$ 处理提高 6.67%,但差异不显著;放线菌数量排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理, $T2$ 、 $T3$ 处理相较于 $T1$ 处理分别显著提高 561.54%、746.15%;微生物总量排序为 $T3 > T2 > T1$ 处理, $T3$ 处理较 $T1$ 处理显著提高 2 803.06%, $T2$ 处理较 $T1$ 处理提高 96.17%,但差异不显著。数据结果说明氨

表 4 不同比例氨基酸有机肥条件下土壤理化性质的差异

Table 4 Differences of soil physical and chemical properties under different proportions of amino acid organic fertilizer

处理 Treatment	pH 值 pH value	碱解氮(mg·kg ⁻¹) Alkali hydrolyzed nitrogen (mg·kg ⁻¹)	速效磷(mg·kg ⁻¹) Available phosphorus (mg·kg ⁻¹)	速效钾(mg·kg ⁻¹) Available potassium (mg·kg ⁻¹)	有机质(g·kg ⁻¹) Organic matter (g·kg ⁻¹)
T1	4.52 ± 0.11a	306.9 ± 1.70a	344.5 ± 1.29c	472.0 ± 0.50c	51.70 ± 0.88a
T2	4.51 ± 0.02a	233.3 ± 1.95b	486.0 ± 0.19a	534.0 ± 2.10b	48.10 ± 0.75b
T3	4.24 ± 0.05a	158.5 ± 1.85c	385.8 ± 1.06b	555.0 ± 3.40a	42.70 ± 0.90c

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate statistically significant differences ($P < 0.05$)

表 5 不同比例氨基酸有机肥条件下土壤微生物数量的差异

Table 5 Differences in the number of soil microorganisms under different proportions of amino acid organic fertilizer

处理 Treatment	细菌($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹) Bacteria ($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹)	真菌($\times 10^3$ CFU·g ⁻¹) Fungus ($\times 10^3$ CFU·g ⁻¹)	放线菌($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹) Actinomycetes ($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹)	微生物总量($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹) Total microorganism ($\times 10^4$ CFU·g ⁻¹)
T1	10.00 ± 0.36b	4.50 ± 0.11ab	1.30 ± 0.03c	11.76 ± 0.37b
T2	14.00 ± 0.41b	4.80 ± 0.22a	8.60 ± 0.07b	23.07 ± 0.35b
T3	329.99 ± 18.67a	4.00 ± 0.07bc	11.00 ± 0.14a	341.40 ± 18.69a

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate statistically significant differences ($P < 0.05$)

氨基酸有机肥配施化肥更有利于微生物生长,且以 T3 处理效果最优。

2.5 沃柑产量、品质及土壤理化性质的相关性分析

经皮尔逊相关分析发现,沃柑产量、品质及土壤理化性质各指标之间部分存在显著相关性,显著正相关系数在 0.668 至 0.874 之间,显著负相关系数在 -0.934 至 -0.638 之间。由表 6 可以看出,产量与可溶性固形物存在显著正相关,其相关系数为 0.668,同时与土壤速效钾存在正相关,相关系数为

0.327;可溶性固形物与细菌、放线菌数量存在极显著正相关,其相关系数分别为 0.850 和 0.874,与土壤速效磷、速效钾存在正相关,相关系数分别为 0.058 和 0.357。氮、磷、钾是作物生长必需的三大营养元素,其中磷、钾对果实具有增产提质的作用;同时,土壤微生物可以改善土壤环境,促进作物吸收养分。由此推测,氨基酸有机肥配施化肥可能通过增加土壤速效磷、速效钾含量以及活化土壤微生物来促进沃柑果实产量的增加和品质的提升。

表 6 沃柑产量、品质及土壤理化性质的相关性分析

Table 6 Correlation analysis of Orah yield, quality and soil physical and chemical properties

	碱解氮 Alkali hydrolyzed nitrogen	速效磷 Available phosphorus	速效钾 Available potassium	有机质 Organic matter	产量 Yield	糖酸比 Sugar acid ratio	维生素 C Vitamin C	可溶性固形物 Soluble solids	磷 P	镁 Mg	钾 K	氮 N	钙 Ca	细菌 Bacteria	真菌 Fungus	放线菌 Actinomycetes
碱解氮 Alkali hydrolyzed nitrogen	1	-0.304	-0.594	0.718*	-0.576	0.172	-0.431	-0.934**	0.158	-0.789**	-0.25	0.353	-0.664*	-0.671*	-0.026	-0.875**
速效磷 Available phosphorus		1	0.448	-0.057	-0.217	-0.638*	-0.445	0.058	0.015	0.442	0.352	0.473	-0.297	-0.243	-0.065	0.421
速效钾 Available potassium			1	0.027	0.327	-0.162	-0.188	0.357	0.241	0.859**	0.075	0.052	0.592	-0.144	-0.673*	0.234
有机质 Organic matter				1	-0.538	0.371	-0.406	-0.875**	0.669*	-0.161	0.086	0.159	-0.213	-0.871**	-0.671*	-0.872**
产量 Yield					1	0.151	0.294	0.668*	-0.266	0.423	-0.160	-0.187	0.608	0.463	0.077	0.367
糖酸比 Sugar acid ratio						1	0.554	-0.146	0.571	0.057	0.282	-0.668*	0.460	0.056	-0.353	-0.381
维生素 C Vitamin C							1	0.497	0.232	0.236	0.494	-0.942**	0.576	0.730*	0.140	0.386
可溶性固形物 Soluble solids								1	-0.411	0.546	0.018	-0.360	0.616	0.850**	0.282	0.874**
磷 P									1	0.374	0.681*	-0.440	0.274	-0.421	-0.769**	-0.391

续表

Continued table

	碱解氮 Alkali hydro- lyzed nitrogen	速效磷 Avai- lable phos- phorus	速效钾 Avai- lable potas- sium	有机质 Organic matter	产量 Yield	糖酸比 Sugar acid ratio	维生素 C Vitamin C	可溶性 固形物 Soluble solids	磷 P	镁 Mg	钾 K	氮 N	钙 Ca	细菌 Bacteria	真菌 Fungus	放线菌 Actino- mycetes
镁 Mg									1	0.484	-0.316	0.711*	0.160	-0.521	0.492	
钾 K										1	-0.531	0.153	0.066	-0.211	0.260	
氮 N											1	-0.679*	-0.554	0.127	-0.203	
钙 Ca												1	0.429	-0.456	0.270	
细菌 Bacteria														1	0.551	0.768**
真菌 Fungus															1	0.429
放线菌 Actino- mycetes																1

Note: * indicates significant correlation ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant correlation ($P < 0.01$)

2.6 施用不同比例氨基酸有机肥下的沃柑经济效益

由表 7 可以看出,施用不同比例氨基酸有机肥对沃柑经济效益存在显著影响,单株产量、单株收入和单株收益均随氨基酸有机肥比例增加而升高,均以表 7 施用不同比例氨基酸有机肥沃柑经济效益差异

T3 处理最高,其单株收入和单株收益分别为 304.76 元和 265.25 元,比 T1 显著提高 43.92% 和 43.19%。产投比大小表现为 $T3 > T1 > T2$,但各处理间比值差异不显著。

Table 7 Economic benefit difference of Orah after applying different proportions of amino acid organic fertilizer

处理 Treatment	单株产量(kg) Yield per plant (kg)	单株收入(元) Income per plant (Yuan)	单株成本(元) Cost per plant (Yuan)	单株收益(元) Profit per plant (Yuan)	产投比 Production investment ratio
T1	38.50b	211.75c	26.51	185.24c	7.76a
T2	44.64b	245.52bc	35.20	210.32bc	6.98a
T3	56.05a	304.76a	39.51	265.25a	7.88a

Note: Both income and cost are calculated according to the market price in 2020. Different lowercase letters after the same column of data indicate that the difference is statistically significant ($P < 0.05$)

3 结论

相较于单施化肥,氨基酸有机肥配施化肥对沃柑具有显著增产提质的效果,同时可改善土壤理化性质。通过结果对比发现,T3 处理的综合作用效果最好,其沃柑单株产量、糖酸比、可溶性固形物含量、维生素 C 含量、果实 P、K、Ca、Mg 养分含量均为最高,其土壤速效钾含量和土壤微生物总量最多,同时单株收益和产投比最优。因此本研究建议沃柑施肥采用 T3 处理的方式,即化肥配施 30% 氨基酸有机肥。

参考文献

- [1] 黄其椿,陈东奎.广西沃柑生产技术与经营[M].南宁:广西科学技术出版社,2019.
- [2] 周义朝.沃柑在广西发展的优劣分析及措施分析[J].农家参谋,2019(24):37,73.
- [3] 黄其椿,李果果,陈东奎,等.广西沃柑产业发展现状与对策建议[J].中国南方果树,2020,49(5):135-141,149.
- [4] 罗德英.优质沃柑丰产栽培管理技术[J].中国果业信

息,2021,38(7):61-63.

- [5] 李源,张炎,哈丽哈什·依巴提,等.化肥减施与液体有机肥配施对棉花养分吸收、产量的影响[J].新疆农业科学,2019,56(1):137-145.
- [6] 李源,李青军,张炎,等.氮磷减量与液体有机肥配施对膜下滴灌棉田土壤养分的影响[J].干旱地区农业研究,2020,38(2):99-104.
- [7] 徐兆廷,芦倩,吴彦霖,等.不同有机肥部分替代化肥对河西绿洲制种玉米生长动态和籽粒产量的影响[J].农业工程,2021,11(8):129-134.
- [8] 毛伟,李文西,赵雨涵,等.有机肥替代部分化肥对水稻产量及土壤理化性质的影响[J].农学学报,2021,11(8):32-36.
- [9] 于跃跃,郭宁,闫实,等.有机肥替代化肥对土壤肥力和玉米产量的影响[J].中国土壤与肥料,2021(3):148-154.
- [10] IM J U, KIM S Y, YOON Y E, et al. Nitrogen mineralization in soil amended with oil-cake and amino acid fertilizer under a upland condition [J]. Korean Journal of Organic Agriculture, 2015, 23(4): 867-873.
- [11] 杨天庆,牛俊义.氨基酸配方有机肥对胡麻生长和籽粒

- 产量及品质的影响[J]. 西北植物学报, 2016, 36(8): 1632-1641.
- [12] 董秀丽, 热不哈提·艾合买提, 毛国锋, 等. 增施不同量氨基酸液体肥料对玉米产量及农艺性状的影响[J]. 农业科技通讯, 2021(11): 117-119.
- [13] 白国新, 刘珊珊, 郑宇, 等. 病死动物源氨基酸研制的生物有机肥促生效果研究[J]. 土壤, 2018, 50(2): 270-276.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [15] 吕娜娜, 沈宗专, 王东升, 等. 施用氨基酸有机肥对黄瓜产量及土壤生物学性状的影响[J]. 南京农业大学学报, 2018, 41(3): 456-464.
- [16] 卢合全, 唐薇, 罗振, 等. 商品有机肥替代部分化肥对连作棉田土壤养分、棉花生长发育及产量的影响[J]. 作物学报, 2021, 47(12): 2511-2521.
- [17] 赖多, 匡石滋, 肖维强, 等. 有机无机配施减量化肥对蕉柑产量、品质及土壤养分的影响[J]. 广东农业科学, 2021, 48(6): 23-29.
- [18] 何堂熹, 罗聪, 刘源, 等. 4种有机肥对桂热杧82号果实产量、品质和土壤性质的影响[J]. 中国南方果树, 2021, 50(6): 52-57, 62.

Effects of Amino Acid Organic Fertilizer on Yield, Quality and Soil Physical and Chemical Properties of Orah

XIE Yuli¹, WANG Jin^{1*}, SU Tianming¹, ZHANG Ye¹, WANG Jiping¹, HE Tieguang¹, LIANG Zhiheng¹, TIAN Huali², SU Guiqiu²

(1. Agricultural Resource and Environment Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Guangxi Yipu Testing Technology Co., Ltd, Nanning, Guangxi, 530007, China)

Abstract: In order to achieve the increase of yield and improvement of quality of Orah and to ensure the sustainable development of Orah industry, the optimal application ratio of amino acid organic fertilizer suitable for the cultivation of Orah in Guangxi was explored in this study, which could provide theoretical reference for the scientific application of amino acid organic fertilizer in the study area. Three fertilization treatments were set up with the method of field plot experiment: Single application of chemical fertilizer, chemical fertilizer + 15% amino acid organic fertilizer, chemical fertilizer + 30% amino acid organic fertilizer. With single application of chemical fertilizer as the control, the variation characteristics of growth and quality of Orah, soil physical and chemical properties and soil microorganisms under different proportions of amino acid organic fertilizer combined with chemical fertilizer were studied. The results showed that compared with the application of chemical fertilizer alone, the application of amino acid organic fertilizer combined with chemical fertilizer could significantly increase the yield per plant (increased by 15.95% - 45.58%), soluble solids (increased by 8.89% - 31.60%), vitamin C content (increased by 29.04%), sugar-acid ratio (increased by 2.75%) and fruit nutrient element content (increased by 2.12% - 53.84%). At the same time, it could increase the content of soil available phosphorus (increased by 11.99% - 41.07%), the content of available potassium (increased by 13.14% - 17.58%), the number of soil microorganisms (increased by 96.17% - 2 803.06%) and the yield per plant (increased by 13.54% - 43.19%). Among them, the treatment of chemical fertilizer + 30% amino acid organic fertilizer had the best effect, and its yield per plant, sugar-acid ratio, soluble solids content, vitamin C content, fruit P, K, Ca and Mg content were the highest. The soil available potassium content and total soil microorganisms were the most, and the single plant income and output-input ratio were the best. Considering the effects of increasing yield and improving quality of Orah and soil improvement, it is suggested to use chemical fertilizer combined with 30% amino acid organic fertilizer.

Key words: amino acid organic fertilizer; Orah; yield; quality; physical and chemical properties of soil

责任编辑: 米慧芝