

腐植酸复合肥对“爱媛38号”杂柑产量、品质的影响

刘会丽 覃雪蓉 潘 兴

拉多美科技集团股份有限公司 广州 511453

摘 要: 为了研究腐植酸复合肥对“爱媛38号”产量、品质、经济效益和土壤理化性质的影响。通过小区试验,设置常规量腐植酸复合肥(T1)、减量10%腐植酸复合肥(T2)、常规量普通复合肥(T3)3个处理。结果表明:与普通复合肥相比,减量10%或常规量腐植酸复合肥处理下“爱媛38号”的产量、品质、经济效益、土壤理化性质均有不同程度的改善和提高,其中单株产量增产率为5.38%~8.57%,亩增产率为1.63%~8.66%,可食率、固酸比等口感、风味有明显的改善,产投比达到了6.54~6.76:1,经济效益显著,且对土壤具有一定的改善作用。

关键词: 腐植酸; 复合肥料; 杂柑; 果实品质; 经济效益

中图分类号: TQ444.6, S666 文章编号: 1671-9212(2024)02-0052-06

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.02.008

Effects of Humic Acid Compound Fertilizers on the Yield and Quality of

“Ehime No.38” Citrus Hybrids

Liu Huili, Qin Xuerong, Pan Xing

Lardmee Technology Group Co. Ltd., Guangzhou, 511453

Abstract: Three treatments, i.e., regular amount of humic acid compound fertilizers (T1), 90% amount of humic acid compound fertilizers (T2), and regular amount of ordinary compound fertilizers (T3), were set up during the plot test, and the effects of humic acid compound fertilizers on the yield, fruit quality, economic benefits and soil physical and chemical properties of “Ehime No.38” citrus hybrids were studied. The results showed that, compared to ordinary compound fertilizers, the yield, quality, economic benefits of “Ehime No.38” citrus hybrids and the physical and chemical properties of soil had been improved with different degrees when 90% amount or regular amount humic acid compound fertilizers were applied. Among them, individual plants the yield increase rate was 5.38%~8.57%, the yield increase rate per mu was 1.63%~8.66%, the edible rate, solid-acid ratio and other taste and flavor had been significantly improved, the production-investment ratio had reached 6.54~6.76 : 1, and the economic benefits are significant, and had a certain improvement effect on the soil.

Key words: humic acid; compound fertilizer; citrus hybrids; fruit quality; economic benefits

在我国主要栽培水果种类中,柑橘的栽培面积和供应量占比均居首位^[1]。柑橘是多年生常绿果树,开花量大,挂果时间长,对养分的需求量较大^[2]。“爱媛38号”是由“南香”与“西子香”杂交培育而成^[3],它抗寒性强、丰产、果实耐贮藏^[4],是

近年来市场和生产上主推的优质杂柑品种之一。目前,我国柑橘生产上普遍存在不合理甚至过量施用化肥、忽视施用有机肥的现象,一定程度上影响了我国柑橘优质生产与良性可持续发展^[5]。腐植酸在我国农业生产中发挥了重要作用,据前人研究表明,

[收稿日期] 2023-11-05

[作者简介] 刘会丽,女,1992年生,农化师,主要从事产品研发及试验推广工作, E-mail: liuhl@lardmee.cn。



腐植酸能够通过刺激植物根系来促进植物生长^[6]。吴茂前等^[7]研究表明,黄腐酸生物有机肥能有效促进脐橙“纽荷尔橙”产量、品质及经济效益的提升,可以减少化肥的施用量,降低对环境的污染。刘敬宗等^[8]研究表明,腐植酸水溶肥能有效提升“爱媛38号”的产量和品质。因此,本研究以“爱媛38号”为材料,施用不同用量的腐植酸复合肥,验证其田间施用效果,旨在为腐植酸复合肥在“爱

媛38号”上的应用推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间和地点

试验于2022年3月—10月在四川省眉山市开展,地势平坦,排灌方便,土壤类型为黄棕壤,肥力均匀。试验前果园土壤养分状况见表1。

表1 试验前土壤养分含量

Tab.1 Nutrient content of soil before experiment

| 指标 | 有机质 (g/kg) | 硝态氮 (mg/kg) | 有效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) | pH |
|----|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 含量 | 21.30 | 31.50 | 8.60 | 145.60 | 6.14 |

1.2 试验材料

供试肥料:腐植酸复合肥(N+P₂O₅+K₂O≥51%,配比为17-17-17,总腐植酸含量≥2%;N+P₂O₅+K₂O≥50%,配比为24-10-16,总腐植酸含量≥1%;N+P₂O₅+K₂O≥48%,配比为18-5-25,总腐植酸含量≥1%),普通复合肥(N+P₂O₅+K₂O≥51%,配比为17-17-17;N+P₂O₅+K₂O≥50%,配比为24-10-16;N+P₂O₅+K₂O≥48%,配比为18-5-25),以上肥料均由拉多美科技集团股份有限公司生产。

供试作物:杂柑“爱媛38号”,树龄10年,70棵/亩。

1.3 试验方法与设计

采用小区试验,设3个处理:处理1(T1)为常规量腐植酸复合肥;处理2(T2)为减量10%腐植酸复合肥;处理3(T3)为常规量普通复合肥(不含腐植酸)。每个处理3次重复,每10棵树作为一个小区,除施肥不同外,其他田间农艺措施一致。遵循当地农事操作习惯,不同处理的肥料用量按照生育期进行施用,具体见表2。

1.4 测试项目与方法

试验前后分别采集土壤样品,距树冠滴水线施肥穴同侧10cm左右处采集0~40cm深度的土壤样品,每个处理小区选择3株树的土壤样品混合为1份土壤样品。有机质采用NY/T 1121.6—2006土壤检测第6部分:土壤有机质的测定;硝态氮采

用紫外分光光度法(GB/T 32737—2016);有效磷采用NY/T 1121.7—2014土壤检测第7部分:土壤有效磷的测定;速效钾采用冷硝酸浸提-火焰光度法;pH按照水土比1:1,用pH计测定其饱和液。

果实采收期,按照不同小区实收进行采收称重,计算单株产量及亩产量,kg。

在各小区分别选择3株果树,在果树的东南西北中5个方向各采摘5个果,制备为混合样测定果实性状。

单果重:用电子天平测定(精确到0.01g),随机选取30个果实的重量平均值,g。

果形指数(FSI):果实横切半径和纵切半径,用游标卡尺测量(精确到0.01cm),mm;计算果形指数,即果实纵切半径平均值与横切半径平均值的比值。

可食率:果肉重/单果重×100%。

可溶性固形物含量:采用折光仪测定,%。

可滴定酸含量:采用酸碱中和滴定法测定,g/100mL。

Vc含量:采用2,6-二氯酚靛酚溶液滴定法^[9]测定,mg/100g。

固酸比:可溶性固形物含量/可滴定酸含量。

1.5 数据处理

采用Excel 2019进行数据处理,SPSS 27.0进行数据分析,LSD法进行差异显著性分析。

表2 不同处理施肥安排

Tab.2 Fertilization arrangement under different treatments

| 施肥时期 | T1 | T2 | T3 |
|--------|--|--|---|
| 春梢肥 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16, 总腐植酸含量≥1%), 45 kg/亩 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16, 总腐植酸含量≥1%), 40.5 kg/亩 | 普通复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16), 45 kg/亩 |
| 促花肥 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16, 总腐植酸含量≥1%), 45 kg/亩 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16, 总腐植酸含量≥1%), 40.5 kg/亩 | 普通复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥50%, 24-10-16), 45 kg/亩 |
| 稳果肥 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17, 总腐植酸含量≥2%), 25 kg/亩 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17, 总腐植酸含量≥2%), 22.5 kg/亩 | 普通复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17), 25 kg/亩 |
| 第一次壮果肥 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17, 总腐植酸含量≥2%), 25 kg/亩 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17, 总腐植酸含量≥2%), 22.5 kg/亩 | 普通复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥51%, 17-17-17), 25 kg/亩 |
| 第二次壮果肥 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥48%, 18-5-25, 总腐植酸含量≥1%), 45 kg/亩 | 腐植酸复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥48%, 18-5-25, 总腐植酸含量≥1%), 40.5 kg/亩 | 普通复合肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥48%, 18-5-25), 45 kg/亩 |

2 结果与分析

2.1 腐植酸复合肥对“爱媛38号”产量和果实大小的影响

由表3可知,与T3处理相比,T1、T2处理均可不同程度提高“爱媛38号”的单株产量、单果重、果实大小,其中T1处理单株产量、单果重分别提高了8.57%、5.38%,达到了显著性差异;果实大小也有一定的提高,但差异不显著;

T2处理在一定程度上提高了单株产量、单果重、果实大小,与T3处理未达到显著性差异。与T2处理相比,T1处理的单株产量、单果重、果实大小未达到显著性差异。不同处理间果形指数基本无差异。

说明施用常规量或减量10%的腐植酸复合肥对“爱媛38号”果实的单株产量、单果重、果实大小均有一定程度的提升作用,减量施肥未造成显著减产。

表3 腐植酸复合肥对“爱媛38号”产量性状的影响

Tab.3 Effects of humic acid compound fertilizers on yield characteristics of “Ehime No.38”

| 处理 | 单株产量 (kg) | 单果重 (g) | 果实横径 (mm) | 果实纵径 (mm) | 果形指数 |
|----|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| T1 | 64.60 ± 4.15a | 209.60 ± 2.62a | 71.80 ± 2.88a | 67.00 ± 1.51a | 0.93 ± 0.04a |
| T2 | 60.40 ± 0.93ab | 201.80 ± 2.96ab | 70.70 ± 2.86a | 66.10 ± 2.40a | 0.94 ± 0.01a |
| T3 | 59.50 ± 0.76b | 198.90 ± 7.80b | 68.40 ± 2.82a | 63.90 ± 2.75a | 0.93 ± 0.03a |

注:表中数据为平均值,同列数字后面不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。



由表4可知,与T3处理相比,T1处理亩增产360.50 kg,增产率达到了8.66%,达到了显著性差异;T2处理亩增产67.90 kg,增产率达到了1.63%,差异不显著;与T2处理相比,T1处理亩

增产292.60 kg,增产率为6.92%。说明施用常规量或减量10%腐植酸复合肥均能提高“爱媛38号”的产量,且产量随着腐植酸复合肥施用量的增加而增加。

表4 腐植酸复合肥对“爱媛38号”产量的影响
Tab.4 Effects of humic acid compound fertilizers on yield of “Ehime No.38”

| 处理 | 小区产量 (kg/10株) | | | | 折合亩产量 (kg) | 与T3相比增产率 (%) | 与T2相比增产率 (%) |
|----|---------------|--------|--------|-----------------|------------|--------------|--------------|
| | I | II | III | 平均产量 | | | |
| T1 | 630.40 | 632.30 | 675.60 | 646.10 ± 25.57a | 4522.70a | 8.66 | 6.92 |
| T2 | 606.10 | 613.30 | 623.50 | 604.30 ± 8.74ab | 4230.10ab | 1.63 | — |
| T3 | 585.40 | 603.30 | 595.10 | 594.60 ± 8.96b | 4162.20b | — | — |

2.2 腐植酸复合肥对“爱媛38号”品质性状的影响

果实中的酸含量对其风味有很大影响,随着果实的成熟,一部分酸被转化为糖,同时光合产物的不断积累会使可溶性固形物含量持续增加,另外一部分酸作为呼吸底物被消耗^[10]。果实风味得到较大提升,因此常用固酸比来评价水果果实风味和成熟程度。若果实风味不能得到消费者较好地认同,将降低甚至打消消费者购买欲望^[11]。

由表5可知,与T3处理相比,T1处理可食率、可溶性固形物、Vc含量、固酸比分别增加了

1.1%、0.3%、2.05 mg/100 g、1.47,可滴定酸含量降低了0.04 g/100 mL;T2处理可食用率、可溶性固形物、Vc含量、固酸比分别增加了1.2%、0.1%、1.7 mg/100 g、1.44,可滴定酸含量降低了0.05 g/100 mL;可滴定酸含量、固酸比差异均达到显著水平。

说明施用常规量或减量10%腐植酸复合肥均能在一定程度上改善“爱媛38号”果实品质,提高营养成分,尤其在可滴定酸含量、固酸比上效果显著。

表5 腐植酸复合肥对“爱媛38号”品质性状的影响
Tab.5 Effects of humic acid compound fertilizers on quality characteristics of “Ehime No.38”

| 处理 | 可食率 (%) | 可溶性固形物 (%) | Vc含量 (mg/100g) | 可滴定酸含 (g/100 mL) | 固酸比 |
|----|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| T1 | 82.50 ± 1.15a | 12.40 ± 0.56a | 33.25 ± 2.72a | 0.67 ± 0.06a | 18.51 ± 0.47a |
| T2 | 82.60 ± 3.04a | 12.20 ± 0.53a | 32.90 ± 1.31a | 0.66 ± 0.04a | 18.48 ± 0.44a |
| T3 | 81.40 ± 2.43a | 12.10 ± 0.30a | 31.20 ± 2.54a | 0.71 ± 0.06b | 17.04 ± 0.40b |

2.3 腐植酸复合肥对“爱媛38号”经济效益的影响

按照当地收购价格6.80元/kg计算产值,与T3处理相比,T1处理纯收入增加2151.4元,T2处理纯收入增加461.70元;各处理产投比依次是T1 > T2 > T3,T1处理产投比为6.76 : 1,T2处理产投比为6.54 : 1,T3处理产投比为6.43 : 1。与T3处理相比,T1处理增收效益显著(表6)。

说明施用常规量或减量10%腐植酸复合肥,

均能提高“爱媛38号”的经济效益。

2.4 腐植酸复合肥对土壤理化性状的影响

由表7可知,与T3处理相比,无论常规量还是减量10%施用腐植酸复合肥,土壤各项理化指标均有一定程度提高。其中,采收后土壤有机质含量提高了0.1 ~ 0.3 g/kg,硝态氮含量提高了0.3 ~ 0.5 mg/kg,有效磷含量提高了0.1 ~ 0.3 mg/kg,速效钾含量提高了0.4 ~ 2.6 mg/kg,pH上升了0.2 ~ 0.4个单位。

表 6 腐植酸复合肥对“爱媛 38 号”经济效益的影响

Tab.6 Effects of humic acid compound fertilizers on the economic benefits of “Ehime No.38”

| 处理 | 折合亩产量 (kg/70 株) | 折合亩产值 (元) | 肥料亩成本 (元) | 其他亩成本 (元) | 亩纯收入 (元) | 较 T3 增加 亩纯收入 (元) | 较 T2 增加 亩纯收入 (元) | 产投比 |
|----|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|----------|
| T1 | 4522.70 | 30754.40 | 1350.00 | 3200.00 | 26204.40 | 2151.40 | 1689.70 | 6.76 : 1 |
| T2 | 4230.10 | 28764.70 | 1200.00 | 3200.00 | 24364.70 | 461.70 | — | 6.54 : 1 |
| T3 | 4162.20 | 28303.00 | 1200.00 | 3200.00 | 23903.00 | — | — | 6.43 : 1 |

表 7 腐植酸复合肥对土壤理化性状的影响

Tab.7 Effects of humic acid compound fertilizers on physical and chemical properties of soil

| 处理 | 有机质 (g/kg) | 硝态氮 (mg/kg) | 有效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) | pH |
|----|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| T1 | 21.40 | 18.70 | 7.60 | 91.20 | 6.06 |
| T2 | 21.20 | 18.90 | 7.80 | 93.40 | 6.04 |
| T3 | 21.10 | 18.40 | 7.50 | 90.80 | 6.02 |

3 结论

在本试验条件下,与普通复合肥相比,施用常规量或减量 10% 腐植酸复合肥在提高“爱媛 38 号”产量、果实品质、经济效益和改善土壤质量方面效果显著。

在产量方面,与普通复合肥相比,施用减量 10% 或常规量腐植酸复合肥,亩增产量为 67.9 ~ 360.5 kg,亩增产率为 1.63% ~ 8.66%;减量 10% 腐植酸复合肥可保证“爱媛 38 号”稳产,常规量腐植酸复合肥可显著提高“爱媛 38 号”产量。

在品质方面,与普通复合肥相比,施用常规量或减量 10% 腐植酸复合肥,其可食用率、可溶性固形物含量、Vc 含量、固酸比分别增加 1.1% ~ 1.2%、0.1% ~ 0.3%、1.7 ~ 2.05 mg/100 g、1.44 ~ 1.47,可滴定酸含量降低 0.04 g ~ 0.05 g/100 mL,其中可滴定酸降低达显著水平,固酸比增加达显著水平。

在经济效益方面,与普通复合肥相比,施用常规量或减量 10% 腐植酸复合肥,亩纯收入增加 461.7 ~ 2151.4 元,产投比 6.54 ~ 6.76 : 1,常规量腐植酸复合肥经济效益显著。

在土壤方面,施用常规量或减量 10% 腐植酸复合肥,对土壤有机质、硝态氮、有效磷、速效钾、pH 均有一定的改善作用。

4 讨论

复合肥具有养分含量高、营养充足、能最大程度发挥元素间相互促进作用等优点。但据调查发现,很多柑橘园长期只施复合肥,园内土壤中有机养分严重下降、微量元素供应极不平衡,从而导致产量和品质下降等问题的出现^[12]。

在农业生产过程中,腐植酸经常与不同肥料配施,用于玉米、水稻、大豆等多种农作物,取得了较好效果^[13]。腐植酸对于改善土壤理化性质、促进作物生长、提高作物抗逆性等具有重要作用^[14]。

本试验研究表明,无论施用常规量或减量 10% 腐植酸复合肥均能有效提高“爱媛 38 号”产量及品质,且对土壤具有一定的改善作用,尤其是减量 10% 仍优于常规量复合肥。这可能是腐植酸复合肥进入土壤后,能够与土壤中多种有机、无机物发生相互作用,提高肥料利用率。腐植酸的结构性质决定了它能够与金属离子作用,调控土壤-植物系统的养分^[15, 16]。腐植酸复合肥还可以作为土壤矿质元素的活化剂,对土壤中的养分形态具有调控效应。

本试验小区处理数量相对较少,且只进行了单季试验,后续将持续加大试验面积,对腐植酸复合肥的效果进行多年观测,尤其是对土壤的作用效果,

