

# 不同脐橙生理病害对叶片矿质元素含量及营养物质代谢的影响

徐 华<sup>1</sup>, 戴小华<sup>1,2</sup>, 杨 耘<sup>1</sup>, 曹利民<sup>1</sup>

(1. 赣南师范学院 化学与生命科学学院 江西 赣州 341000; 2. 江西省脐橙工程技术研究中心, 江西 赣州 341000)

**摘 要:** 比较分析了赣南纽荷尔脐橙几种生理病害叶片的矿质元素含量, 并研究了缺素对脐橙叶片可溶性糖、可溶性蛋白质和可溶性氨基酸含量的影响。结果表明: 1 号生理病害叶片内钾元素的含量, 2 号叶片镁和锰元素的含量, 3 号叶片锌和镁元素的含量, 4 号叶片锰元素的含量都明显低于正常叶片。4 种生理病害叶片中可溶性糖的含量, 可溶性蛋白质的含量, 以及可溶性氨基酸的含量都明显低于正常叶片。因此, 矿质元素缺乏能影响脐橙叶片中营养物质的代谢。其中, 缺钾对叶片可溶性糖含量的代谢影响最显著, 缺锌对叶片可溶性蛋白质和氨基酸含量的代谢影响最显著。

**关键词:** 缺素; 可溶性蛋白质; 可溶性氨基酸; 可溶性糖

**中图分类号:** S 666.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0166-03

赣南脐橙园土壤酸化严重, 容易出现土壤营养元素失衡, 而且脐橙的生长过程中对矿质元素需求量较大, 容易造成脐橙非病原性生理病害。植物出现生理病害时, 很多症状首先表现在叶片上。例如柑橘缺钾时, 老叶的叶尖及叶缘部位首先开始黄化。缺锌时, 叶片主侧脉间显现黄色或淡黄色斑点; 缺锰时, 叶片主侧脉间显现黄绿色斑点。缺镁, 又称滞黄病, 叶脉间呈肋骨状黄化, 严重时仅中脉及中部叶组织保持一块倒“V”形的绿色区<sup>[1]</sup>。这些症状是田间采样和诊断的依据。

叶片是植物进行光合作用的主要部位, 而叶片的营养代谢对果实发育和品质有重要的影响<sup>[2]</sup>。矿质营养同样影响脐橙的营养代谢, 例如纽荷尔脐橙缺硼与糖含量之间存在重要关联<sup>[3]</sup>, 而且赣南华盛顿脐橙果实发育过程中矿质元素含量会发生动态变化<sup>[4]</sup>。但是, 对不同生理病害的脐橙叶片矿质元素及营养物质含量的对比分析较少。该研究试图比较赣南地区纽荷尔脐橙生理病害叶片中 4 种矿质元素含量以及 3 种营养物质的差异, 旨在更好的理解生理病害脐橙矿质和营养代谢的规

律, 为提高脐橙产量并改善脐橙品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

采样地点为赣州潭东怡风果园, 品种为纽荷尔脐橙。参照症状初步判断生理病害类型<sup>[1]</sup>, 每种生理病害及正常叶片各采样 7~8 片叶, 4 种生理病害叶片(疑似缺钾、疑似缺镁、疑似缺锌和疑似缺锰)分别标记为 1、2、3、4 号(图 1), 正常叶片标记为 CK。

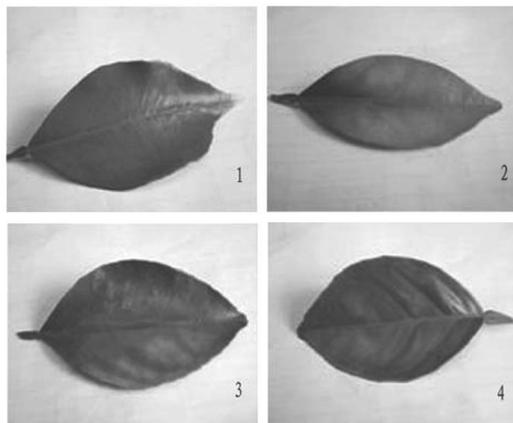


图 1 4 种不同生理病害症状的脐橙叶片

### 1.2 试验方法

**1.2.1 不同矿质元素测定方法** 每种生理病害新鲜叶片剪碎混匀后, 称取 0.2 g, 用去离子水清洗干净, 干灰化后残渣加 1 : 1 HCl 溶解后蒸干, 再次加 1 : 1 HCl 溶解, 重复蒸干 1 次, 用 1 : 1 HCl 溶解过滤并用无离子水定容至 25 mL 备用, 稀释后用原子吸收分光光度计(WFX-

**第一作者简介:** 徐华(1979-), 女, 硕士, 讲师, 现主要从事植物抗性生理和信号转导工作。E-mail: ahxuhua@163.com.

**通讯作者:** 戴小华(1973-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事昆虫生态和运动生态研究工作。E-mail: leafminer@vip.qq.com.

**基金项目:** 国家科技支撑计划子课题资助项目(2007BAD61B02-1); 江西省教育厅科学技术研究资助项目(GJJ08386); 赣州市果业基金科技支撑计划资助项目(7); 赣南师范学院自然科学基金资助项目(08kyzo1)。

收稿日期: 2010-04-15

130型,中国北京瑞丽公司)测定。

1.2.2 营养物质含量的测定 混匀后称取0.3g鲜叶,采用蒽酮比色法<sup>[5]</sup>(略有改动),测定可溶性糖含量。称取0.25g鲜叶片,采用考马斯亮蓝G-250染色法<sup>[5]</sup>(略有改动),测定可溶性蛋白质含量。称取1g鲜叶,采用茚三酮溶液染色法<sup>[5]</sup>(略有改动),测定可溶性氨基酸的含量。每次试验3个平行且重复3次,数值为平均值±标准差。数据处理采用SPSS软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 脐橙生理病害叶片中不同矿质元素含量分析

4种生理病害叶片(图1)中K、Zn、Mn、Mg含量分析表明(表1):1号叶片中钾元素的含量与正常叶片相比,明显偏低;2、3、4号叶片中钾元素的含量比对照高。2、3号叶片中镁元素的含量明显比对照低;1、4号叶片中镁元素的含量与对照相比差异不很明显。3号叶片中锌元素的含量与对照相比明显的下降,而1、2、4号的病害叶片中锌元素的含量在对照含量上下波动,变化不明显。1、2、3和4号叶片中锰元素的含量与对照相比都有不同程度的下降,其中4号叶片下降最显著,3号叶片下

表1 不同生理病害叶片中4种矿质元素含量

矿质元素	CK	1号	2号	3号	4号
K	2.003	0.36	4.313	3.164	3.912
Mg	0.241	0.2409	0.046	0.0659	0.2174
Zn	0.322	0.299	0.359	0.263	0.348
Mn	0.747	0.558	0.486	0.663	0.426

降程度较轻。

### 2.2 生理病害叶片中可溶性糖、蛋白质、氨基酸含量分析

4种生理病害叶片即1、2、3、4号的叶片中可溶性糖含量与正常叶片相比都有明显的降低(表2),其中1号病害叶片中可溶性糖含量与其它3种病害叶片相比,其可溶性糖含量下降的程度更显著。

生理病害叶片中可溶性蛋白质含量与正常叶片相比,都有明显的下降(表2)。与正常叶片相比,3号叶片中可溶性蛋白质含量呈现明显的下降趋势,其含量只占正常叶含量的33.8%。4号叶片中可溶性蛋白质含量下降趋势没有其它3种症状叶片那么明显。其含量占正常叶片含量的84.7%。

表2 不同生理病害叶片主要营养物质含量

	CK	1号	2号	3号	4号
可溶性糖含量	48.33±0.43	12.41±0.31**	24.76±0.27**	15.62±0.20**	28.74±0.19**
可溶性蛋白质含量	1.83±0.01	1.21±0.01**	0.87±0.01**	0.62±0.01**	1.55±0.01**
可溶性氨基酸含量	0.315±0.002	0.150±0.001**	0.219±0.001**	0.141±0.001**	0.198±0.001**

注:表中数据是平均值±标准差,\*\*表示与对照相比,差异非常显著( $P<0.01$ )。

生理病害叶片中可溶性氨基酸含量明显低于正常叶片含量(表2),其中3号病害叶片中可溶性氨基酸的含量下降趋势最明显,下降了55.2%。2号叶片中可溶性氨基酸含量下降趋势最小,下降了30.4%。

## 3 结论与讨论

果树产生营养失调障碍时,会在树体不同部位如叶、枝、果、根等表现出特异症状。1号生理病害叶的症状是叶尖发黄,钾的含量比正常叶片明显更低(表1),说明1号病害叶片主要是由于缺钾引起的,这与任伊森和蔡明段所描述的柑橘缺钾症状,即一般是老叶的叶尖及叶缘部位首先开始黄化相一致<sup>[1]</sup>。2、3、4号叶片中生理病害叶片中钾含量比正常叶片高,说明这些叶片的生理症状并非由缺钾引起的。

2号生理病害叶大部分为黄色,仅中脉及其基部的叶组织保持一块倒“V”形的绿色区。其镁含量为正常叶片的7.6%,明显低于正常叶(表1),此外锰含量是正常叶片的65.0%。说明2号叶片症状主要是镁缺乏所引起的,其次是由于缺锰。

3号生理病害叶片叶脉间出现黄色斑点,锌含量明显低于正常叶,而其它几种病害叶片的锌含量与正常叶片相比没有明显的变化。此外,3号病叶中镁含量也明

显低于正常叶。说明3号病害叶片可能主要是由于同时缺乏锌和镁引起的。

4号生理病害叶片叶脉间出现黄绿色斑点,锰含量明显低于正常叶,镁、锌的含量与正常叶相比无明显变化,钾含量反而比正常叶片高,说明4号病害叶片主要是由缺锰元素引起的。此外,1、2和3号病害叶片锰含量也比正常叶片低(表1)。该结果也表明叶片缺K、Mg和Zn时都可能会影响锰元素的吸收。

因此,田间根据图谱和经验初步诊断植物缺素基本可行,但各种矿质元素代谢可能会相互影响或者存在复合缺素的情况,从而影响诊断的准确率。此外,一种矿质元素的缺乏是否会促进或者阻碍另一种矿质元素的吸收,其过程和机理值得进一步研究。

可溶性糖、可溶性蛋白质、可溶性氨基酸含量是衡量脐橙果实品质高低的一个重要指标。叶片是果实营养中的一个主要的“源”。叶片营养物质含量的高低,在一定程度上影响和反映果实的品质。

4种生理病害叶片中可溶性糖含量明显低于正常叶片(表2)。其中1号生理病害叶片中可溶性糖含量下降程度最显著,其含量只有正常叶片可溶性糖含量的25.7%。这可能是因为缺乏钾离子抑制Rubisco的合成、光

化学反应产生还原力 NADPH 及 ATP 等, 从而对光合作用有显著影响有关<sup>[6]</sup>。此结果说明, 钾元素对脐橙叶片含糖量的影响比较大。实践也表明 钾肥是提高作物产量和品质的一种重要的矿质元素<sup>[7-9]</sup>。例如增施钾肥能提高油桃的内品质和改善油桃的外在品质<sup>[10]</sup>。另外 3 种病害叶片的可溶性糖含量也比对照有所降低。镁是叶绿素的重要中心元素, 对光合膜垛叠、激发能在 2 个光系统之间的分配和光合碳代谢等一系列重要生理生化过程有明显的影响<sup>[11]</sup>。因此缺镁会影响叶片的光合作用结构及机制, 从而降低了可溶性糖含量。另外, 锰是许多酶的活化剂<sup>[12]</sup>, 锌是一些重要酶的组成部分, 许多需锌的酶参与了碳水化合物代谢<sup>[6, 13]</sup>。缺锌和锰都可能影响合成可溶性糖的一些酶的活性, 从而影响了可溶性糖的含量。

4 种生理病害叶片中可溶性蛋白质含量也明显低于正常叶片(表 2)。其中 3 号生理病害叶片中可溶性蛋白质含量受影响程度最大, 含量只有正常叶片的 34.5%。说明缺锌和镁对脐橙叶片中可溶性蛋白质含量影响较大。锌元素是核糖体的结构组成, 是其结构稳定性所必需的<sup>[9]</sup>。镁在蛋白质合成中是联合核糖亚基的桥连元素, 缺镁时, 亚基解离, 蛋白质停止合成<sup>[9]</sup>。因此, 缺锌和镁时, 对蛋白质的含量影响较明显。

4 种生理病害叶片中可溶性氨基酸含量也明显低于正常叶片(表 2)。其中 3 号生理病害叶片中可溶性氨基酸含量受到的影响也最大, 含量占正常叶片的 46.15%, 这可能与锌指蛋白在 DNA 转录过程中起作用, 从而影响了氨基酸的合成有关<sup>[9]</sup>。

因此, 矿质元素缺乏对叶片的营养物质代谢影响比较明显, 而叶片营养又关系到果品质量的高低。通过叶片对脐橙缺素做早期诊断, 结合平衡施肥, 可以提高脐橙果品的产量并改善其品质。

#### 参考文献

- [1] 任伊森, 蔡明段. 柑橘病虫害防治彩色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004, 35-40.
- [2] 李幼林, 杨佩芳, 田彩芳, 等. 苹果叶片中碳素同化物代谢的研究[J]. 山西农业科学, 2003, 31(3): 52-55.
- [3] 肖家欣, 严翔, 彭抒昂, 等. 纽荷尔脐橙缺硼表现与其硼、糖含量年变化的关系[J]. 园艺学报, 2006, 33(2): 356-359.
- [4] 肖家欣, 严翔, 彭抒昂, 等. 赣南华盛顿脐橙果实发育中几种矿质营养含量动态的研究[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(1): 134-138.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 184-195.
- [6] 李春俭. 高级植物营养学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008: 221-226.
- [7] 黄显淦, 赵天才, 王勤. 钾素在我国果树优质增产中的作用[J]. 果树学报, 2000, 17(4): 309-313.
- [8] 林多, 黄丹枫, 杨延杰, 等. 钾素水平对网纹甜瓜矿质元素积累及果实品质的影响[J]. 华北农学报, 2007(6): 1-4.
- [9] 郭志平, 夏更寿. 增施钾肥对马铃薯产量及相关生理指标的贡献作用[J]. 上海交通大学学报, 2008, 26(2): 146-149.
- [10] 张绍阳, 杨军, 刘桂华. 钾营养水平对艳光油桃果实品质的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(2): 289-292.
- [11] 徐济春, 林钊沐, 罗微, 等. 矿质营养对光合作用影响的研究进展[J]. 安徽农业通报, 2007, 13(7): 23-25.
- [12] 施益华, 刘鹏. 锰在植物体内生理功能研究进展[J]. 江西林业科技, 2003(2): 26-31.
- [13] 徐晓燕, 杨肖娥, 杨玉爱. 锌在植物中的形态及生理作用机理研究进展[J]. 广东微量元素科学, 1999(11): 1-5.

## The Effects of Different Physiological Diseases of Navel Orange on Mineral Element Contents and Nutrient Metabolism in Leaves

XU Hua<sup>1</sup>, DAI Xiao-hua<sup>1,2</sup>, YANG Yun<sup>1</sup>, CAO Li-min<sup>1</sup>

(1. School of Chemistry and Life Science Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000; 2. Jiangxi Provincial Research Center of Navel Orange Engineering and Technology, Ganzhou, Jiangxi 341000)

**Abstract:** Contents of mineral elements in physiological diseased leaves of newhall navel orange were comparatively analyzed, then the effect of element deficiency on the concentrations of soluble sugar, protein and amino acids in the diseased leaves were studied. The results indicated that concentrations of K in the leaves of disease No. 1, concentrations of Mg and Mn in the leaves of disease No. 2, concentrations of Zn and Mg in the leaves of disease No. 3, and concentrations of mineral element Mn in the leaves of disease No. 4 were lower than those of normal leaves. The contents of soluble sugar, protein and amino acids in four kinds of physiological diseased leaves decreased obviously in compared to the normal leaves. Therefore, element deficiency can affect the nutrient metabolism of navel orange leaves. Among the four elements, K deficiency would reduce the leaf content of soluble sugar most significantly, while Zn deficiency reduce the leaf concentrations of soluble protein together with amino acids most obviously.

**Key words:** element deficiency; soluble protein; soluble amino acids; soluble sugar