

纽荷尔脐橙叶片黄化和叶脉肿裂与镁硼丰缺关系研究

彭良志¹, 张广越², 淳长品¹, 王振兴², 郭春贵³,

凌丽俐¹, 赖九江⁴, 江才伦¹

(1 国家柑桔工程技术研究中心, 重庆, 400712; 2 西南大学园艺园林学院;

3 江西省赣州市农业学校; 4 江西环境工程职业学院)

摘要:以纽荷尔脐橙为材料, 研究叶片黄化和叶脉肿裂过程中的镁和硼元素丰缺变化。试验结果表明, 纽荷尔脐橙叶片黄化均伴随叶脉的肿大和爆裂并随叶龄的增长而加重, 叶片中镁含量随叶龄增长而显著下降, 且其下降与叶片黄化和叶脉肿裂进程同步; 但叶片中硼含量随叶龄的增加而上升; 黄化和叶脉肿裂的叶片中镁含量 0.75~1.16 g/kg, 远低于适宜范围(3~5 g/kg), 而硼含量为 78.4~82.9 mg/kg, 处于适宜范围(36~100 mg/kg); 叶片镁含量与相对叶绿素含量呈极显著正相关, 相关系数 R^2 为 0.808; 而叶片中硼含量与相对叶绿素含量相关系数 R^2 仅为 0.111, 无显著相关性。初步结果显示, 缺镁是导致纽荷尔脐橙叶片黄化和叶脉肿裂的原因。

关键词:纽荷尔脐橙; 叶片黄化; 叶脉肿裂; 镁; 硼

中图分类号:S 666.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1007-1431(2010)04-0001-05

Study on the Relationship Between Leaf Yellowing with Vein Swelling or Cracking and Mg, B Element Concentrations in Newhall Navel Orange Leaves

PENG Liang-zhi¹, ZHANG Guang-yue², CHUN Chang-pin¹, WANG Zhen-xing², GUO Chun-gui³, LING Li-li¹, LAI Jiu-jiang⁴, JIANG Cai-lun¹

(1 National Citrus Engineering Research Center, Chongqing 400712; 2 College of Horticulture and Landscape, Southwest University; 3 Ganzhou Agricultural School of Jiangxi province; 4 Jiangxi Vocational College of Environmental Engineering)

Abstract: Newhall navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) trees on trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* (L.)) rootstocks at Panlong orchard in Ganzhou, Jiangxi province were used to study the relationship between leaf yellowing with vein swelling or cracking (YVSC) and Mg, B element concentrations. Results showed that Mg concentration in leaf decreased gradually as leaves got older, and significant decrease occurred from March to August in 2-year-old leaves on trees with YVSC symptom, and the development of leaf YVSC was concomitant with the decrease in Mg concentration and with the increase in B concentration in leaves. The concentrations in YVSC leaves were 0.75~1.16 g/kg (in deficient range) for Mg and 78.4~82.9 mg/kg (in optimum range) for B, respectively.

收稿日期: 2010-06-09; 修回日期: 2010-07-01

基金项目: 国家科技支撑项目课题(2007BAD61B03); 公益性行业(农业)科技专项(NYHYZX07-023); 现代柑桔产业技术体系建设专项资金资助。

作者简介: 彭良志(1963-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事柑桔栽培与生理研究。电话: (023) 68247009

There was a very significant positive correlation between the contents of leaf relative chlorophyll and leaf Mg and the correlation coefficient was 0.808 whereas the correlation between the contents of relative chlorophyll and B was insignificant since the correlation coefficient was only 0.111. This study showed that Mg deficiency was the reason for leaf YVSC of Newhall naval orange.

Key words Navel orange; Leaf yellowing; Vein corkiness; Magnesium; Boron

叶片黄化是柑桔生产上的常见问题。营养元素缺乏、病虫害、嫁接不亲和、枝干和根系伤害等均会导致柑桔叶片黄化^[1-2],而叶脉肿大爆裂则常见于缺硼^[3-5]。近年来,江西和福建等地的纽荷尔脐橙出现大面积的叶片黄化和叶脉肿大、木栓化和开裂现象^[6-7],特别是有机肥施用少的红壤和沙质土果园发病严重,结果多的树或枝更为突出。叶片黄化特征为6—9月果实膨大期症状发展快,通常是上年老叶最先黄化,严重时部分当年春梢叶片黄化。先在主脉两侧出现不规则的黄斑,黄斑继而扩大,最后只剩叶尖和叶基部主脉附近仍保持“Λ”型绿色,叶片黄化的同时往往伴随叶脉肿大和破裂^[6-7]。由于叶脉肿大爆裂为柑桔缺硼的典型症状,肖家欣等对纽荷尔脐橙进行了较多硼代谢的研究^[8-9],但生产上施用硼肥并不能有效矫治上述症状^[6-7]。我们在赣南观察到叶片已经明显硼中毒的纽荷尔脐橙树,叶片黄化和叶脉肿胀依然严重。由于叶片黄化特征为明显的缺镁症状,而Walter Reuther等将甜橙老叶叶脉肿大和爆裂也列为缺镁的特征^[3]。因此,推测赣南纽荷尔脐橙的叶片黄化和叶脉肿胀可能与镁和硼元素有关。为此,本试验以纽荷尔脐橙为材料,研究叶片镁和硼的丰缺变化,探索导致叶片黄化和叶脉肿胀的原因。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2008年在江西省赣州市章贡区潭东镇蟠龙脐橙园进行,红壤,土壤pH值4.7。试材为7年生枳 *Poncirus trifoliata* (L.) 砧纽荷尔脐橙 *Citrus sinensis* Osbeck。2008年初,田间选取2龄(2007年生)叶片黄化和叶脉肿胀症状明显的树(缺素树)和症状不明显的树(对照树)各30株作试验树,每株挂牌标记,10株一小区,3次重复。

缺素树采用常规栽培管理。对照树在2008年2月下旬每株土壤施用氧化镁300 g + 硼砂50 g,2008年4月中旬春叶刚全展开时树冠喷布1.2%六水合硝酸镁+0.1%硼砂,2008年5月中旬每株土

壤施用六水合硝酸镁750 g,其他田间栽培管理与缺素树的常规管理完全相同。两个试验果园在常规管理过程中,所有树在春季萌芽后每株均撒施了硼砂15 g左右,已连续撒施3年。

1.2 样品采集和处理

1.2.1 树体总体营养水平测定

为了解试验树的总体营养水平,2008年8月,在每株试验树树冠的不同方位、1.5~2 m高度,采生长中等的当年生春梢营养枝顶第3叶,每株采12片叶,每小区10株树共120片叶为1份样品,测定试验树的总体营养水平。3次重复。

1.2.2 叶片和果实样品的采集与处理

叶片采样时期分别为2008年3月18日、6月26日、8月29日和11月15日,每次分别采2龄(2007年生)春梢叶、2龄秋梢叶、1龄(2008年生)春梢叶和1龄秋梢叶,采集时该类叶片已脱落或新梢叶未成熟则不采样。由于果园采用了抹芽控梢措施,故无夏梢叶片样品。每类叶片在每株试验树不同方位、高度1~1.5 m处各采12片叶,每小区10株树采120片叶为1份样品,3次重复。

采集的叶片样品装入有孔的干净塑料袋,置于冰盒中,8小时内带回实验室。先用自来水加0.1%中性洗涤剂清洗,清水冲洗2次,纯净水清洗2次,最后用蒸馏水清洗1次,稍滴干,置入105℃烘箱杀酶30分钟后,75℃烘干,粉碎、密封,置于干燥器中保存待测。

1.3 分析与测定

1.3.1 叶片营养元素的测定

氮按LY/T 1269—1999方法,浓硫酸消解,KDY-9820凯氏定氮仪(北京通润源机电技术有限公司)测定。磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、锌按LY/T 1270—1999方法,硝酸-高氯酸消解,磷和硫用TU-9101紫外可见分光光度计测定,其余元素用AA-800原子吸收分光光度计(PerkinElmer公司)测定。硼按LY/T 1273—1999方法,干灰化法,TU-9101紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)在430 nm波长下测定。

1.3.2 叶片叶绿素含量测定

用 SPAD-502 叶绿素测定仪(日本 Konica 公司)测定每次采集的叶片样品相对叶绿素含量。测定前用标准色板校正仪器基准数值,从每个叶片样品中随机抽取叶片 12 片,在每片叶主脉两侧中部从叶尖到叶基均等测 4 个点,取平均值。测定时避开叶脉。

2 结果与分析

2.1 叶片黄化和叶脉肿裂情况及其总体营养水平

2.1.1 叶片黄化和叶脉肿裂情况

在 2008 年试验期间,对照树一直无明显叶片黄

化和叶脉肿裂现象。缺素树的 2 龄春梢叶在 2008 年初即已明显黄化,并在 1—2 月发生较多脱落;2 龄秋梢叶在 2008 年 3 月即有部分黄化,进入 6 月后,所有 2 龄叶片都严重黄化,并随时间的推移黄化加重,大部分黄化叶伴有不同程度的叶脉肿胀和爆裂。

2.1.2 叶片总体营养水平

根据甜橙类叶片营养诊断标准(庄伊美,1994,下同),所有试验树的叶片中氮含量均处于适量或高量水平,磷适量,钾高量或过量,硫、铁和锰适量,钙和锌偏低。由此可见,测定的试验树 8 种营养元素并不缺乏(见表 1)。

表 1 纽荷尔脐橙缺素树与对照树的叶片矿质营养水平

类 型	氮/ %	磷/ %	钾/ %	钙/ %	硫/ %	铁/ mg/ kg	锰/ mg/ kg	锌/ mg/ kg
缺素树	3.43±0.71	0.12±0.01	2.28±0.57	2.80±0.35	0.31±0.05	143.2±3.5	43.6±0.2	19.2±0.3
对照树	3.27±0.11	0.15±0.03	2.58±0.04	2.77±0.25	0.24±0.13	134.9±1.8	29.9±0.3	14.7±0.3

注:测定时间为 2008 年 8 月。

2.2 叶片中镁元素含量的丰缺变化

试验结果表明,无论是对照树还是缺素树,在同一物候期均为新叶中镁含量高,老叶中镁含量低,叶片越老镁含量越低;对照树和缺素树 3~4 月龄的新梢叶片(6 月 26 日的 1 龄春叶和 11 月 15 日的 1 龄秋叶)中镁含量都超过 3 g/kg,处于 3~5 g/kg 的适宜范围内^[4]。然而,随着月龄的增加,对照树和缺素树的叶片中镁含量均下降,但缺素树的下降速度和幅度都明显大于对照树。3—8 月,对照树 2 龄春叶中镁含量由 1.75 g/kg 降至 1.54 g/kg,处于缺乏范围(≤ 2 g/kg)^[4],叶片有轻微黄化和少量脉肿,无叶脉爆裂;2 龄秋叶中镁含量由 3.00 g/kg 降至 2.25 g/kg,处于低量范围(2.0~2.9 g/kg)^[4],叶片无缺素症状;对照树 1 龄秋叶中镁含量由 8 月的 4.00 g/kg 降至 11 月的 2.44 g/kg,叶片也无缺素症状。3—8 月,缺素树 2 龄春叶中镁含量由 1.90 g/kg 降至 0.75 g/kg,处于严重缺镁范围(≤ 1 g/kg),叶片严重黄化,叶脉明显肿大和爆裂;2 龄秋叶中镁含量由 2.52 g/kg 降至 1.16 g/kg,也处于严重缺镁范围,叶片黄化和叶脉肿大明显,部分叶脉爆裂;缺素树 1 龄秋叶中镁含量由 8 月的 3.64 g/kg 降至 11 月的 1.71 g/kg,叶片无缺素症状(见图 1)。

从新叶中镁含量高、随叶龄的增大叶片镁含量下降的规律可以看出,镁在叶片中移动性强,极易由老叶向新叶或果实等分生和生长组织转移,在树体缺镁的情况下,老叶中的镁被大量转移而出现低量

或缺乏症状。

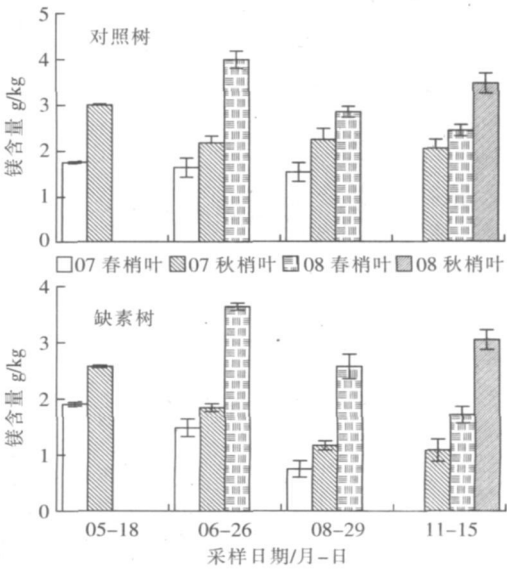


图 1 纽荷尔脐橙对照树和缺素树
各类叶片镁含量的丰缺变化

2.3 叶片中硼元素含量的丰缺变化

试验结果表明,无论是对照树还是缺素树,在所有采样时期,全部叶片的硼含量都达到适宜值范围(36~100 mg/kg)或高量范围(101~200 mg/kg)^[4]。硼含量最低的叶片为 3 月 18 日采集的缺素树 2 龄秋梢叶(52.2 mg/kg),最高的是 8 月 29 日采集的对照树 1 龄春梢叶(188.3 mg/kg)。因此,对照树和缺

素树均不存在缺硼问题。就2龄叶片而言,对照树和缺素树在3—8月的叶片中硼含量呈现有规律且显著的上升,只在11月略有下降。说明在叶片老化的过程中,硼含量主要表现为累积增加。对照树和缺素树的1龄春梢叶均表现为6—8月增加,8—11月下降。不过,对照树叶片中硼含量在6—11月都极显著高于缺素树的同类叶片。显然,对照树在2月和4月增施的硼砂对叶片硼含量的提高起了重要作用。值得注意的是,在整个试验期间,对照树只有2龄春叶有轻微黄化和少量脉肿,无叶脉爆裂现象,2龄秋叶正常,直到11月树上还有大量2龄春叶和2龄秋叶;而缺素树的全部2龄春叶和2龄秋叶在6月即出现严重黄化和叶脉肿大爆裂现象,尤以2龄春叶最为突出,到8月进一步加重,8月29日缺素树上的2龄春叶已所剩无几,到11月全部落完。由于缺素树的2龄春叶和2龄秋叶硼含量从3月到8月一直增加,而此间的叶片黄化和叶脉肿大爆裂也一直加重;另外,在6月和8月,缺素树1龄春叶的硼含量与2龄春叶和2龄秋叶相差无几,但1龄春叶却无任何缺素症状(见图2)。因此可以基本推断,纽荷尔脐橙叶片黄化和叶脉肿裂并不是缺硼所致。

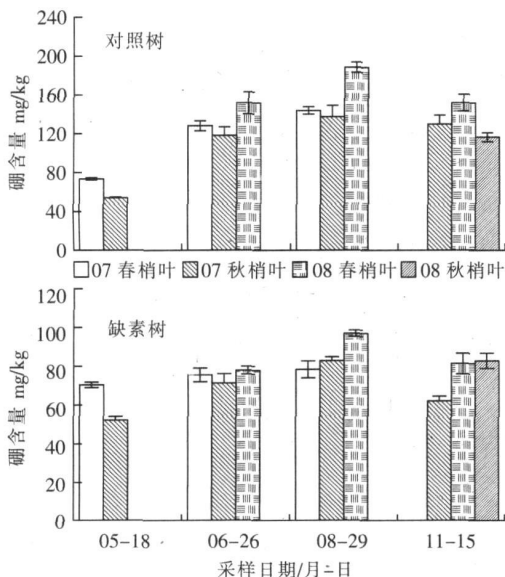


图2 纽荷尔脐橙对照树和缺素树
各类叶片硼含量的丰缺变化

2.4 叶片中镁和硼含量对叶绿素含量的影响及其与叶片黄化的关系

2.4.1 叶片中镁含量与相对叶绿素含量的关系

测定每次采集的各类枝梢叶片样品的相对叶绿

素含量,并将此叶绿素含量与其随后分析测定的叶片镁含量作相关性分析。结果表明,纽荷尔叶片镁含量与相对叶绿素含量呈多项式相关,回归方程 $y = -4.5152x^2 + 30.703x + 30.911$, 相关系数 $R^2 = 0.8082$, 为极显著相关 ($P < 0.01$) (见图3)。

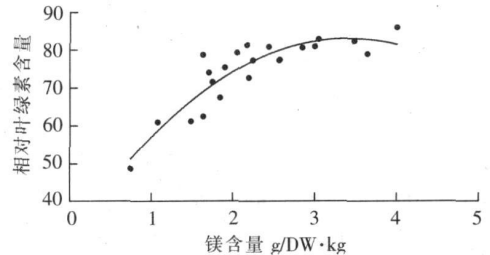


图3 纽荷尔脐橙叶片镁含量与
相对叶绿素含量的相关性

2.4.2 叶片中硼含量与相对叶绿素含量的关系

测定每次采集的各类枝梢叶片样品的相对叶绿素含量,并将此叶绿素含量与其随后分析测定的叶片硼含量作相关性分析。纽荷尔脐橙叶片硼含量与相对叶绿素含量无显著相关性 ($P > 0.05$), 对数方程为 $y = 8.4979 \ln(x) + 35.798$, 相关系数 $R^2 = 0.11146$ (见图4)。

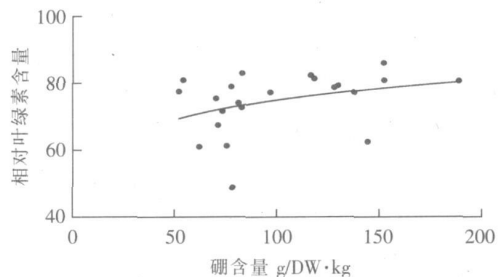


图4 纽荷尔脐橙叶片硼含量与
相对叶绿素含量的相关性

3 讨论

赣南纽荷尔脐橙叶片黄化和叶脉肿大爆裂问题一直困扰当地的脐橙生产,由于叶脉肿大和爆裂为柑桔缺硼的典型症状,加之赣南脐橙园土壤类型绝大部分为红壤,红壤中的有效硼含量通常只有 $0.14 \sim 0.26 \text{ mg/kg}$ [10],达不到推荐的 0.5 mg/kg 临界值标准 [4]。因此,此症状一般都被判定为缺硼。然而,近10年来赣南脐橙产区普遍推广施用硼肥并没有取得明显的矫治效果,大多数施硼桔园的叶片黄化和叶脉肿大爆裂依然严重。对此现象,曾经认为是硼肥质量差所致 [11]。但叶片出现硼中毒症状时仍

有明显的黄化和叶脉肿大爆裂,这是硼肥质量难以解释的。从未施用过硼肥且有机肥施用少的果园,叶片黄化和叶脉肿大爆裂可能与缺硼有关,但连续施用2年以上硼肥后症状仍未消失,就不单纯是缺硼问题了,应与其他元素的缺乏有关。

柑桔的叶脉肿大与爆裂并不仅仅出现在缺硼树上,Walter Reuther 等将老叶片的叶脉肿大爆裂列为甜橙缺镁的重要特征之一,与叶片黄化而叶基部保持“Λ”型绿色的特征一样,均为判断甜橙缺镁的主要依据^[3],而本试验的缺素树具备上述两方面的特征。从本试验结果看,纽荷尔脐橙叶片镁含量随叶龄增长而显著降低,在缺素树2龄叶上尤其明显,并且缺素树2龄叶黄化和叶脉肿裂加重与其镁含量的显著降低在时间上同步,而此过程中叶片硼含量不但未降,反而显著增加;叶片中相对叶绿素含量与镁含量极显著相关,而与硼无相关性。在8月缺素树2龄春叶和2龄秋叶镁含量仅分别为0.75 g/kg和1.16 g/kg,处于严重缺镁范围,而此时的叶片中硼含量分别高达75.5 mg/kg和71.3 mg/kg,大大高于硼适量范围的下限(30 mg/kg)。尽管对照树2龄叶在8月的镁含量也较低,但大多在2 g/kg以上,最低也有1.54 g/kg,极显著高于缺素树。由于所有试验树叶片中氮、磷和钾等其他元素并不缺乏,而缺素症状主要出现在缺素树的2龄叶上。因此,缺素树的叶片黄化和叶脉肿裂应是缺镁所致,这与吴兴明等研究福建纽荷尔脐橙叶脉木栓化病因所得的结论相同^[7]。然而,笔者对生长在重庆紫色土上的脐橙缺镁树进行多年观察,只发现有叶片黄化和叶脉肿大,并无叶脉爆裂现象,其机理不明。是否因为在赣南和福建红壤条件下,脐橙叶片中铝和铁含量高、钙含量偏低等多因素作用下导致缺镁叶脉爆裂,需进一步研究。

值得注意的是,赣南是典型的丘陵红壤区,红壤中有效镁和硼含量均低^[10,12],通常情况下,赣南脐橙有可能既缺镁又缺硼。但红壤区柑桔缺硼容易矫治,土壤撒施或叶面喷施硼砂等硼肥都很有效。如连续2年施用硼肥后,叶片黄化和叶脉肿裂仍无明显缓解,应考虑为缺镁,需要及时增施镁肥。从本试验看,即使在3—5月施用较多镁肥,也不能使2龄叶中的镁含量明显增加,但可有效减缓2龄叶中镁含量的减少,使症状不进一步发展,这可能是生产上当年施用镁肥后已经出现缺素症状的叶片难于恢复正常的原因。如何在红壤脐橙园高效施用镁肥还有

待研究。

参 考 文 献

- [1] 潘有详. 柑桔黄化症状的发生与防治技术[J]. 福建农业科技, 2006(1): 65-66
- [2] 张嫩珠. 柑桔黄化原因及其防治措施[J]. 福建农业, 2006(8): 26
- [3] Walter Reuther, Leon Dexter Batchelor, Herbert John Webber. The Citrus Industry (Vol. 2) [M]. Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkeley, 1968
- [4] 庄伊美主编. 柑桔营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997
- [5] 彭良志主编. 优质高产柑桔园建植与管理[M]. 北京: 中国三峡出版社, 2007
- [6] 彭良志, 赖九江, 淳长品, 等. 复合镁肥对赣南脐橙缺素黄化的矫治作用[J]. 中国南方果树, 2008, 37(3): 10-12
- [7] 吴兴明, 李健, 施清, 等. 纽荷尔脐橙叶脉木栓化症病因诊断[J]. 福建果树, 2009(2): 5-10
- [8] 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
- [9] 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(2): 356-359
- [10] 翁伯琦, 黄东风. 我国红壤区土壤钼、硼、硒元素特征及其对牧草生长影响研究进展[J]. 应用生态学报, 2004(6): 1088-1094
- [11] 吴建阳. 柑桔(脐橙)施肥技术规范[J]. 农家致富, 2006(11): 27
- [12] 黄鸿翔, 陈福兴, 徐明岗, 等. 红壤地区土壤镁素状况及镁肥施用技术的研究[J]. 土壤肥料, 2000(5): 19-23

(责任编辑: 鲁玉洋; 英文编辑: 董朝菊)

书 讯

由中国农业科学院果树研究所赵进春副研究员主编的《21世纪果树优良新品种》一书已由中国林业出版社出版。全书约30万字, 200余幅彩图。书中详细介绍了近10年来我国新选育的23个树种204个果树新品种, 内容包括: 选育经过、果实经济性状、生长结果习性、物候期、适应性及选育单位。该书收集的树种较全面, 品种多, 可供广大果树育种工作者、果树技术人员、果农、果树育苗户及农业院校师生参考。单价25元, 需挂号邮寄, 则每件另加挂号费3元。
汇款地址: 辽宁省兴城市兴海南街98号中国农业科学院果树研究所《中国果树》编辑部 收款人: 赵进春
邮编: 125100 电话: (0429) 3598131