

湖南省不同纬度脐橙园的土壤养分及果实品质

卢晓鹏^{1,2}, 李静^{1,2}, 熊江^{1,2}, 曹雄军^{1,2}, 谢深喜^{1,2*}

(1.湖南农业大学园艺园林学院, 湖南 长沙 410128; 2.国家柑橘改良中心长沙分中心, 湖南 长沙 410128)

摘要: 对湖南省不同纬度的6个纽荷尔脐橙园(按分布位置由北向南分别定义为A~F果园, A果园位于E111°27'19.59", N29°27'42.77", F果园位于E111°15'31.71", N25°15'35.89")的土壤养分含量及果实品质进行分析。结果表明, ①6个脐橙园中有5个的土壤均有不同程度的酸化, pH为3.81~5.14; 6个脐橙园土壤的有机质、有效硼、有效钼含量适宜, 而土壤碱解氮、有效磷、有效钾和有效铁含量因树体的吸收而导致缺乏, 土壤交换性钙、交换性镁、有效铜和有效锌含量缺乏。②6个脐橙园树体的氮、磷、钾、铁养分含量均适宜, 而钙、镁、铜、锌养分含量均缺乏; 6个脐橙园树体氮、磷、钾含量呈现出由北部果园向南部果园逐渐升高的趋势。③6个脐橙园果实品质指标值呈现由北部果园向南部果园升高的趋势, F果园果实的糖酸比最高, 为17.78, 而A果园果实的糖酸比仅为8.96; 6个脐橙园果实中氮、钾含量也呈现由北部果园向南部果园升高的趋势, 而果实中磷含量低, 且无明显变化规律。④土壤与叶片中的钙含量呈显著的线性相关, 相关系数为0.68; 土壤与叶片中的钼含量也呈显著线性相关, 相关系数为0.62, 叶片与果实中的钾含量呈极显著线性相关, 相关系数为0.85, 而其他矿质养分在土壤、叶片和果实中未呈现明显相关关系。

关键词: 纽荷尔脐橙; 土壤养分; 树体养分; 果实养分; 果实品质; 湖南

中图分类号: S666.4 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)06-0615-06

Soil nutrition status at orchards of Newhall navel orange and the fruit quality at different latitudes of Hunan province

LU Xiao-peng^{1,2}, LI Jing^{1,2}, XIONG Jiang^{1,2}, CAO Xiong-jun^{1,2}, XIE Shen-xi^{1,2*}

(1.College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.National Center of Citrus Improvement, Changsha Subcenter, Changsha 410128, China)

Abstract: This study was carried out to investigate soil nutrition status and fruit quality of navel orange orchards located at different latitudinal regions in Hunan province. Nutrient content in soil, leaves and fruits, and fruit quality were analyzed from six Newhall navel orange orchards. The results showed that five out of six orchards exhibited soil acidification, where soil pH varied from 3.81 to 5.14. In the six orchards, soil organic matter, available boron (B) and available molybdenum (Mo) were in an optimum range. Alkali hydrolysable nitrogen (N), available phosphorus (P), available potassium (K) and available Fe in soil, however, were deficient due to trees' absorption and little supplements. Soil exchangeable Ca, Mg, and available Cu, Zn exhibited deficient because of their absolute shortage in background. In all six orchards, N, P and K content were in an optimum level in leaves, but Ca, Mg, Cu and Zn were deficient. Meanwhile, N, P and K content in leaves exhibited an increase tendency from north to south, so did for fruit quality indexes. Fruits picked from orchard F (E111°15'31.71", N25°15'35.89") had the highest sugar acid ratio, which was 17.78, while, the value picked from orchard A was just 8.96 (E111°27'19.59", N29°27'42.77"). N and K content in fruits also exhibited an increase tendency from north to south, while, P content in fruit was in a low level and had no obvious

收稿日期: 2014-02-18

基金项目: 国家现代农业(柑橘)产业技术体系项目(CARS-027); 国家自然科学基金项目(31401824); 教育部高校博士点基金项目(20134320120006); 湖南省科技计划项目(2014NK3003)

作者简介: 卢晓鹏(1984—), 男, 河南郑州人, 讲师, 主要从事果实品质形成与调控研究, puninglu@126.com; *通信作者, shenxiexie@163.com

variation. In addition, there was a significant linear correlation of Ca between soil and leaf with the correlation coefficient of 0.68; Mo content in soil and leaf also showed a significant linear correlation with the correlation coefficient of 0.62; the same to K content between leaves and fruits with the correlation coefficient of 0.85. However, there were no obvious correlation for other nutrients among soil, leaf and fruit.

Key words: Newhall navel orange; soil nutrients; leave nutrients; fruit nutrients; fruit quality

氮、磷、钾肥不仅影响柑橘树体枝梢的生长,而且对果实的产量及品质形成有重要影响^[1-4]。土壤 pH 和有机质、有效氮、有效磷、有效钾、交换性钙含量对柑橘果实产量的影响显著,而微量养分含量对柑橘果实产量的影响较小^[5]。树体叶片的氮、镁、锰含量影响贡柑果实的可溶性固形物含量、风味、出汁率和果形指数等品质指标^[6]。近年来,中国脐橙栽培面积和产量增长迅速。湖南省是中国规模最大的柑橘主产区,也是适宜脐橙栽培的柑橘产区之一。湘南和湘北地区的环境条件和土壤营养状况不同,湘南和湘北地区脐橙的品质状况也存在较大差异。湖南西部地处武陵山区,小气候特征明显,适宜栽培柑橘;湖南东部地貌相对平缓,不适宜柑橘栽培,湖南境内位于东经 111°地域为湖南的东西过渡带。该地域受小气候影响较小,适宜柑橘栽培,因此,本研究选取该区域纬度差异较大的脐橙园进行研究,旨在揭示不同地理分布纽荷尔脐橙园的营养状况及其与果实品质的关系。

1 研究对象概况及指标测定方法

1.1 研究对象概况

以湖南省内东经 111°附近不同纬度的 6 个 15 年生积砧纽荷尔脐橙园为研究对象。6 个果园根据纬度分布从北向南排列,分别为湖南省石门县木山村秀坪园艺场(E111°27'19.59", N 29°27'42.77", 简称 A 果园)、安化县柑橘示范场(E111°06'9.16", N28°21'14.55", 简称 B 果园)、祁阳县柑橘场(E111°49'7.14", N26°33'2.05", 简称 C 果园)、永州市柑橘示范场(E111°45'8.47", N26°25'33.52", 简称 D 果园)、道县蚣坝镇柑橘园(E111°39'9.78", N25°31'44", 简称 E 果园)和江永县回龙圩柑橘场(E111°15'31.71", N25°15'35.89", 简称 F 果园)。6 个果园的土壤均为红壤,其土壤、肥料、水分和树体管理措施相同。

1.2 测定指标及方法

在果实成熟期于各果园同时取样(以“S”形布 15~20 个取样点),同时取叶片、果实和土壤样品。于每取样点树冠四周均匀采集叶片和果实样品。叶片样品为当年生营养春梢顶部向下第 2~3 片叶。土壤样品采集于树冠滴水线内侧 10 cm、深 10~40 cm 处,每株对角采 2 点。将同一果园 15~20 个取样点的叶片、果实和土壤样品分别混合后,以四分法取足量样品用于矿质营养和果实品质分析。

1.2.1 土壤养分含量的测定

主要矿质元素含量的测定参照文献[7]中的方法。土壤 pH 采用 pH 仪电位法测定。有机质含量用重铬酸钾-硫酸氧化法测定。土壤碱解氮含量采用扩散法测定,有效磷含量采用碳酸氢钠-盐酸浸提-钼锑抗比色法测定,有效钾含量采用乙酸铵浸提法测定,有效铁、锰、铜、锌含量采用 DTPA 浸提法测定,交换性钙、镁含量采用乙酸铵交换浸提法测定,有效硼含量采用沸水浸提法测定,有效铝含量采用醋酸铵浸提法测定。以上浸提元素含量均采用 ICP 法测定。

1.2.2 叶片和果实养分含量的测定

用去离子水洗净叶片样品,24 h 内带回实验室。叶片和果实样品均 105 °C 杀青 15 min,后 65 °C 烘干至恒重。将烘干后的叶片和果实研磨成粉后制成待测样品。样品全氮含量采用硫酸-过氧化氢消煮-蒸馏法测定,全磷含量采用硫酸-过氧化氢消煮-钒钼黄比色法测定,全钾含量采用硫酸-过氧化氢消煮-火焰光度法测定。钙、镁、铁、锰、锌、铜、硼、铝含量采用干灰化法制备的样品以 TCP 法进行测定。

1.2.3 果实品质指标的测定

采用四分法,从果实样品中取 5 个果实,用游标卡尺测定果实纵、横径;采用氢氧化钠滴定法测定可滴定酸(TA)含量;采用斐林氏容量法测定总糖

含量；碘液滴定法测定V-C含量；采用T Z-62手持折光仪测定可溶性固形物(TSS)含量。具体操作方法参照李玲等^[8]的果实品质分析方法。

1.3 数据处理

利用Excel 2013和SAS 9.0统计分析软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 各纽荷尔脐橙园的土壤有效养分含量

由表 1 可知, A、D 果园土壤呈酸性(pH 为 4.5 ~ 5.5), B、C、E 果园的土壤呈强酸性(pH<4.5), F 果园

的土壤 pH 在适宜范围(pH 为 5.5 ~ 6.5)。多数果园土壤的有机质含量适宜, 仅 B 和 E 果园略低于适宜值。6 个果园土壤的碱解氮、有效磷、有效钾、有效铁、有效锰、交换性钙、交换性镁、有效铜、有效锌含量均不同程度缺乏。A、B、D 果园的土壤有效硼含量缺乏, 显著低于 C、E、F 果园; C、F 果园土壤的有效硼含量适宜, 而 E 果园的过量。各果园土壤的有效铝含量适宜, 其中 B 果园的含量最高, 显著高于其余 5 个果园。6 个果园中土壤碱解氮和有效锰含量呈现由北部果园向南部果园逐渐降低的趋势, 而其他果园的土壤养分含量未呈现明显的变化规律。

表 1 6 个纽荷尔脐橙园的土壤 pH 和养分含量

Table 1 Soil nutrient content in six Newhall navel orange orchards

果园	pH	有机质含量/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷含量/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效铁含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效锰含量/ (mg·kg ⁻¹)
A	(4.84±0.01)c	(22.96±0.27)a	(78.17±2.02)a	(10.91±0.21)c	(57.67±0.58)b	(14.19±1.34)a	(2.51±0.17)b
B	(4.38±0.01)d	(14.32±0.25)d	(71.17±2.02)b	(7.86±0.10)d	(10.67±0.58)f	(2.25±0.12)bc	(2.31±0.06)b
C	(4.39±0.02)d	(19.13±0.36)c	(36.75±0.01)e	(6.00±0.10)e	(54.67±0.58)c	(1.48±0.01)c	(1.90±0.04)c
D	(5.14±0.01)b	(18.93±0.28)c	(56.58±1.01)c	(29.00±0.81)a	(104.33±0.58)a	(2.49±0.38)bc	(4.89±0.28)a
E	(3.81±0.02)e	(12.42±0.33)e	(44.92±1.01)d	(11.69±0.48)c	(53.0±0.01)d	(1.61±0.01)c	(0.33±0.02)d
F	(5.79±0.01)a	(21.26±0.61)b	(45.50±0.01)d	(19.30±0.81)b	(45.67±0.58)e	(3.07±0.08)b	(0.35±0.08)d
适宜值*	5.5~6.5	15~30	100~200	15~80	100~200	10~20	5~20

果园	交换性钙含量/ (mg·kg ⁻¹)	交换性镁含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效铜含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效锌含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效硼含量/ (mg·kg ⁻¹)	有效铝含量/ (mg·kg ⁻¹)
A	(658.97±61.97)a	(52.53±5.82)b	(0.49±0.01)b	(0.22±0.02)b	(0.44±0.02)d	(0.11±0.01)b
B	(47.71±9.35)d	(13.9±1.18)d	(0.14±0.01)d	(0.12±0.01)d	(0.45±0.02)d	(0.23±0.02)a
C	(151.92±1.86)c	(8.7±0.1)e	(0.13±0.01)d	(0.18±0.01)c	(0.93±0.03)b	(0.12±0.01)b
D	(530.86±7.7)b	(101.75±3.09)a	(0.67±0.02)a	(1.07±0.04)a	(0.37±0.01)e	(0.07±0.01)c
E	(23.69±0.2)d	(2.78±0.22)f	(0.10±0.01)e	(0.08±0.01)e	(2.12±0.04)a	(0.09±0.01)c
F	(195.05±6.04)c	(19.82±0.85)c	(0.20±0.01)c	(0.18±0.01)c	(0.63±0.02)c	(0.12±0.02)b
适宜值*	100 0 ~ 200 0	150 ~ 300	0.5 ~ 1.0	1 ~ 5	0.5 ~ 1.0	0.05 ~ 0.20

*适宜值引自文献[9]。

2.2 各纽荷尔脐橙园的树体养分含量

多数果园树体的氮、磷、钾、铁、锰、铝含量适宜, 少数缺乏或过量; 6 果园树体的钙、镁、铜、锌含量均缺乏, 而树体的硼含量在不同果园的丰缺情况有差异(表 2)。B、C、D、E、F 果园树体的氮含量适宜, 而 A 果园树体的氮含量显著低于其他果园, 表现为缺乏; A、F 果园树体的磷含量适宜, 而其他果园树体的磷含量均显著高于 A、F 果园, 表现为过量; C、E、F 果园树体的钾含量适宜, 而 A、B 果园树体的钾含量显著低于适宜值, 表现为严重缺乏。B、E、F 果园树体的铁含量适宜, 而 A、C、D 果园

树体的铁含量过高; A、B、C、D 果园树体的锰含量显著高于 E、F 果园, 前者表现为含量适宜, 而后者表现为缺乏。6 个果园树体的钙、镁、铜、锌、硼含量均表现出不同程度的缺乏, 但树体的铝含量均适宜, 且不同区域果园树体的铝含量差异无统计学意义。F 果园树体的硼含量过量, C 果园树体的硼含量适宜, 而其余 4 个果园树体的硼含量均缺乏。整体而言, 6 个果园树体的氮、磷、钾等大量矿质养分含量呈现由北部果园向南部果园逐渐升高的趋势, 而钙、镁、锰、锌等中、微量矿质养分含量呈现由北部果园向南部果园逐渐降低的趋势。

表 2 6 个纽荷尔脐橙园树体的养分含量

果园	氮含量/%	磷含量/%	钾含量/%	铁含量/(mg·kg ⁻¹)	锰含量/(mg·kg ⁻¹)	钙含量/(mg·kg ⁻¹)
A	(2.05±0.24)c	(0.14±0.01)c	(0.57±0.02)e	(128.03±0.69)b	(38.13±0.05)c	(14.69±0.15)a
B	(2.65±1.18)b	(0.20±0.03)b	(0.42±0.01)f	(88.48±3.16)cd	(29.88±0.06)d	(10.69±0.11)e
C	(2.85±1.35)a	(0.19±0.02)b	(1.27±0.01)c	(124.42±14.93)b	(49.32±0.03)a	(12.99±0.11)b
D	(2.93±0.91)a	(0.22±0.01)ab	(1.09±0.01)d	(225.28±11.28)a	(40.14±1.0)b	(12.36±0.06)c
E	(2.85±1.4)a	(0.24±0.02)a	(1.49±0.01)a	(93.28±1.03)c	(6.18±0.23)f	(9.84±0.07)f
F	(2.92±0.18)a	(0.14±0.03)c	(1.45±0.01)b	(76.79±2.40)c	(18.61±0.23)e	(11.69±0.03)d
适宜值*	2.5 ~ 2.99	0.12 ~ 0.16	1.2 ~ 1.7	60 ~ 120	25 ~ 100	30 ~ 55

果园	镁含量/(mg·kg ⁻¹)	铜含量/(mg·kg ⁻¹)	锌含量/(mg·kg ⁻¹)	硼含量/(mg·kg ⁻¹)	钼含量/(mg·kg ⁻¹)
A	(1.27±0.01)b	(1.61±0.05)e	(11.10±1.58)b	(6.57±1.15)e	0.40±0.11
B	(1.67±0.02)a	(3.76±0.27)b	(13.40±0.05)a	(6.93±0.12)e	0.51±0.34
C	(1.00±0.01)d	(1.65±0.15)e	(8.09±0.08)c	(38.89±0.51)b	0.32±0.01
D	(0.99±0.02)d	(2.20±0.19)d	(8.39±1.32)c	(22.91±0.05)c	0.35±0.02
E	(1.10±0.03)c	(4.25±0.03)a	(5.79±0.02)d	(12.72±1.08)d	0.30±0.08
F	(1.08±0.01)c	(2.60±0.08)c	(5.39±0.37)d	(133.31±3.35)a	0.44±0.07
适宜值*	2.5 ~ 4.9	5 ~ 15	20 ~ 100	36 ~ 100	0.1 ~ 1.0

*适宜值引自文献[10]和赣南脐橙叶片营养诊断标准(DB36/T625—2011)。

2.3 不同纬度纽荷尔脐橙园果实的养分含量

由表 3 可见,各果园果实的氮、钾含量较高,磷含量较少,果实的矿质养分含量有差异。E、F 果园果实中氮含量分别为 0.88%和 0.83%,比 A、B、C、D 果园的高。各果园果实含磷量均较少,B、D 果园果实的含量高于 0.1%,而其他果园果实的磷含量为 0.002%~0.07%。6 个果园果实的钾含量差异较大,A 和 B 果园果实的钾含量低于 0.4%,而 C、D、E、F 果园均在 0.5%左右。

表 3 各纽荷尔脐橙园果实的氮、磷、钾含量

果园	氮含量/%	磷含量/%	钾含量/%
A	(0.63±0.05)d	(0.060±0.02)b	(0.39±0.01)d
B	(0.68±0.19)c	(0.140±0.03)a	(0.35±0.01)e
C	(0.71±0.28)c	(0.005±0.01)c	(0.51±0.003)b
D	(0.68±0.19)c	(0.170±0.03)a	(0.47±0.01)c
E	(0.88±0.23)a	(0.002±0.01)c	(0.57±0.001)a
F	(0.83±0.29)b	(0.070±0.01)b	(0.47±0.01)c

整体而言,6 个果园果实中的氮、钾含量由北部果园向南部果园呈逐渐升高的趋势。

2.4 不同纬度纽荷尔脐橙园果实的品质状况

由表 4 可见,6 个果园果实的横径为 62.67~79.45 mm,果皮厚度为 3.1~4.76 mm,其中 A 果园的果实最小,果皮最薄。A、B 果园果实的可溶性固形物含量约为 11.5 °Brix,比 C、D、E、F 果园的低,呈现出由北部果园向南部果园升高的趋势;6 个果园果实的可滴定酸含量差异较大,A 果园果实的含量最高,为 1.05 g/(100 mL),F 果园的最低,为 0.6 g/(100 mL),明显表现出由北部果园向南部果园降低的趋势。A、B、C 果园果实的总糖含量小于 10 g/(100 mL),E、F 果园的高于 10 g/(100 mL),呈现出由北部果园向南部果园升高的趋势。6 个果园果实的糖酸比表现出明显的由北部果园向南部果园逐渐升高的趋势。

表 4 不同纬度纽荷尔脐橙园果实的品质状况

果园	横径/mm	果皮厚度/mm	可溶性固形物含量/°Brix	可滴定酸含量/(g·(100 mL) ⁻¹)	V-C 含量/(mg·(100 mL) ⁻¹)	总糖含量/(g·(100 mL) ⁻¹)	糖酸比
A	(62.67 ± 0.73)d	(3.10 ± 0.53)b	(11.60 ± 0.12)c	(1.05 ± 0.06)a	(72.21 ± 0.01)a	(9.39 ± 0.15)de	(8.96 ± 0.01)c
B	(78.00 ± 3.04)ab	(4.62 ± 0.66)a	(11.50 ± 0.10)c	(0.90 ± 0.31)b	(40.63 ± 0.01)e	(8.95 ± 0.6)4e	(9.94 ± 0.07)c
C	(75.31 ± 1.38)c	(3.43 ± 0.57)b	(12.20 ± 0.13)a	(0.74 ± 0.09)c	(53.53 ± 0.01)b	(9.88 ± 0.55)bc	(13.30 ± 0.03)b
D	(78.74 ± 5.00)a	(4.49 ± 0.40)a	(12.60 ± 0.21)a	(0.76 ± 0.09)c	(52.38 ± 0.01)c	(10.14 ± 1.64)c	(13.37 ± 0.14)b
E	(79.45 ± 4.17)a	(4.76 ± 0.59)a	(12.40 ± 0.12)a	(0.67 ± 0.10)d	(44.67 ± 0.01)d	(11.66 ± 0.62)a	(17.49 ± 0.07)a
F	(72.04 ± 1.62)c	(4.39 ± 0.81)a	(12.00 ± 0.10)b	(0.61 ± 0.91)e	(52.76 ± 0.01)bc	(10.87 ± 0.1)b	(17.78 ± 0.19)a

2.5 果园土壤、叶片和果实养分含量的相关性

6个果园土壤和叶片养分含量的相关性分析结果(表5)表明,除养分钙和钼外,土壤和叶片的多数养分含量的相关性不强。土壤中钙含量与叶片中钙含量、土壤中钼含量与叶片中钼含量均呈显著的线性关系,叶片与果实中钾的丰缺水平呈极显著线性关系。土壤交换性钙含量(x)与叶片中钙含量(y)的回归方程: $y=0.005x+10.6(P>F=0.04)$;土壤有效钼含

量(x)与叶片钼含量(y)的回归方程: $y=1.16x+0.24(P>F=0.03)$;叶片钾含量(x)与果实钾含量(y)的回归方程: $y=0.16x+0.29(P>F=0.009)$ 。

土壤中其他多数营养元素的丰缺水平难以在叶片和果实中得到反映,尤其是土壤与叶片中的有效磷、有效铁、有效锌含量难以得到反映,叶片与果实中的磷含量也均未呈现出明显的相关关系。

表 5 各纽荷尔脐橙园的土壤、叶片和果实营养元素含量的相关系数

Table 5 Correlation coefficient of nutrients among soil, leaves and fruits in Newhall navel orange orchards

项目	相关系数										
	氮	磷	钾	铁	锰	钙	镁	铜	锌	硼	钼
土壤中含量与叶片中含量	0.61	0.008 6	0.12	0.002 6	0.46	0.68*	0.07	0.28	0.000 8	0.02	0.62*
叶片中含量与果实中含量	0.35	0.003 0	0.85**	—	—	—	—	—	—	—	—

*和**分别表示在 $P<0.05$ 水平和 $P<0.01$ 水平显著相关。

3 结论与讨论

柑橘的适宜生长土壤为弱酸性土壤,适宜 pH 值为 5.5~6.5^[12]。本研究中 6 个脐橙园土壤中除 F 果园外,其余均呈酸性或强酸性,这可能与试验园地处柑橘老产区以及在柑橘栽培过程中长期施用化肥有关。橘园土壤酸化,土壤中钙、镁含量严重缺乏,这与前人报道的土壤交换性钙、镁含量与 pH 有明显正相关关系的结论^[5]一致。柑橘园土壤有效性养分随土壤有机质含量的增加而增加^[13],橘园土壤有机质含量与土壤有效氮、磷、铁、锰、铜、锌含量之间有显著的正相关关系^[5],本研究中多数橘园土壤的有机质含量较充足,而矿质养分含量缺乏,这可能是由武陵山区橘园土壤的基础肥力差和果实成熟期树体、果实吸收了土壤中大量的矿质养分后未得到及时补充所导致。

土壤是树体矿质营养的主要来源。多数研究结果表明果园土壤的养分状况与树体营养无显著相关性^[14-19],少数研究结果表明两者之间有一定的相关性^[5,20-22]。本研究结果表明,湖南省不同区域多数脐橙园土壤中的矿质养分缺乏而树体中不同矿质养分含量丰缺不一。这与前人的研究结果类似。结合本研究中橘园土壤和树体的营养状况分析,发现多数果园的氮、磷、钾、铁养分在树体中充足,而在土壤中明显缺乏,表明各果园土壤中的有效氮、磷、钾、铁含量缺乏也可能是由果实和树体的吸收所导致。这为采果后及时补施氮、磷、钾、铁肥提供了

参考依据。6 个脐橙园树体钙、镁、铜、锌养分缺乏,土壤中相应元素也缺乏,表明各果园土壤中交换性钙、交换性镁和有效铜、有效锌严重缺乏,不能供树体正常生长所需。曹立等^[11]关于赣南不同土壤类型纽荷尔脐橙园的营养状况研究结果表明,研究区所有果园叶片的钼含量适宜。本研究中不同区域 6 个果园土壤、叶片钼含量也均适宜,且钼元素含量为各矿质养分中含量最低的元素,表明纽荷尔脐橙对钼的需求量极少,不容易发生吸收障碍,橘园土壤和树体极少发生钼缺乏问题。

果实品质的形成及果实中矿质元素的富集是树体营养状况的综合反映,在一定范围内增加矿质养分,如氮、磷、钾可促使柑橘果实品质的提升^[23-25]。本研究结果表明,A、B、C、D、E、F 果园纽荷尔脐橙综合果实品质呈升高的趋势,E、F 果园果实的糖酸比较高,果实综合品质较佳。6 个果园中多数叶片的大量元素养分含量充足,果实综合品质升高的趋势与 A、B、C、D、E、F 果园的氮、磷、钾含量升高的变化趋势一致,表明树体大量元素养分充足与果实品质形成有直接关系。

综合本研究分析,各果园的土壤除 F 果园外均不同程度地酸化;各果园土壤中氮、磷、钾、铁等大量元素由于果实和树体消耗而呈缺乏状态,需及时补施采果肥,所有果园土壤的钙、镁、铜、锌及部分果园土壤的锰元素缺乏,生产中需增施该类肥料;A、B、C、D、E、F 果园综合果实品质呈现升

高的趋势,与树体中大量元素养分含量高,尤其是氮、磷、钾含量高有密切关系。

参考文献:

- [1] 鲍江峰,夏仁学,彭抒昂.三峡库区纽荷尔脐橙园土壤营养状况及其对果实品质的影响[J].中国土壤与肥料,2006(3):18-19.
- [2] 鲁剑巍,陈防,王运华,等.氮磷钾肥对红壤地区幼龄柑橘生长发育和果实产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(4):413-418.
- [3] 温明霞,聂振朋,林媚,等.土壤、叶片中营养成分与柑橘品质的相关性研究[J].广西园艺,2007,18(3):12-14.
- [4] 王涛,冯先桔,张仙平,等.温州蜜柑园土壤养分状况及对果实品质的影响[J].浙江农业科学,2009(2):401-403.
- [5] 杨生权.土壤和叶片养分状况对柑橘产量和品质的影响[D].重庆:西南大学,2008.
- [6] 吉前华,郭雁君,姚金明,等.贡柑叶片的矿质营养及其对果实品质影响的研究[J].西南农业学报,2010,23(3):786-790.
- [7] 鲍士旦.土壤农化分析法[M].3版.北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 李玲.植物生理学模块实验指导[M].北京:科学出版社,2009:48-59.
- [9] 鲁剑巍.湖北省柑橘园土壤—植物养分状况与柑橘平衡施肥技术研究[D].武汉:华中农业大学,2003.
- [10] 庄伊美.柑橘营养与施肥[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [11] 曹立,彭良志,淳长品,等.赣南不同土壤类型脐橙园叶片营养状况研究[J].中国南方果树,2012,41(2):5-9,13.
- [12] 华南农业大学.果树栽培学各论·南方本[M].2版.北京:中国农业出版社,2000:56-57.
- [13] 谢志南,许文宝,庄伊美,等.柑橘、龙眼园土壤有机质与有效性养分质量分数的相关性[J].福建农业大学学报,2001,30(1):36-39.
- [14] Kohlir R ,Sricastava A K ,Huchche A D ,et al .Diagnosis of leaf nutrient levels for optimum productivity of *Citrus reticulata* Blanco grown in black clay soils under a sub-humid tropical climate[J]. Tropical Agricultural Research and Extension, 1998, 1 (2) : 81-86 .
- [15] 贾兵,衡伟,刘莉,等.砀山酥梨叶片矿质元素含量年变化及其相关性分析[J].安徽农业大学学报,2011,38(2):212-217.
- [16] 徐爱春,陈庆红,顾霞.猕猴桃不同果园土壤和叶片营养状况分析[J].中国土壤与肥料,2011(5):53-56.
- [17] Khokhar Y, Rattanpal H S, Dhillon W S, et al. Soil fertility and nutritional status of Kinnow orchards grown in arid soil of Punjab, India[J]. African Journal of Agricultural Research, 2012, 7 (33) : 4692-4697 .
- [18] Shah Z, Shah M Z, Tariq M, et al. Survey of citrus orchards for micronutrients deficiency in Swat valley of north western Pakistan[J]. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44 (2) : 705-710 .
- [19] 余红兵,王仁才,肖润林,等.桂西北环境移民示范区柑橘园土壤和叶片营养状况[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2007,33(3):341-344.
- [20] 路超,薛晓敏,王翠玲,等.山东省苹果园果实品质指标、叶片营养与土壤营养元素的相关性分析[J].中国农学通报,2011,27(25):168-172.
- [21] 宋晓晖,谢凯,赵化兵,等.2011.环渤海湾地区主要梨园树体矿质营养元素状况研究[J].园艺学报,2011,38(11):2049-2058.
- [22] 唐玉琴,彭良志,淳长品,等.红壤甜橙园土壤和叶片营养元素的相关性分析[J].园艺学报,2013,40(4):623-632.
- [23] Cicala A, Catara V. Potassium fertilization effects on yield, fruit quality and mineral composition of leaves of "Tarocco" orange trees[J]. Proceedings of the International Society of Citriculture, 1992(2):8-13.
- [24] 俞巧钢,朱本岳,叶雪珠.控释肥在柑橘上的应用研究[J].浙江农业学报,2001,13(4):210-213.
- [25] 董燕,王正银.矿质营养对柑橘品质的影响[J].土壤肥料,2004(6):37-38.

责任编辑:王赛群

英文编辑:王 库