果 树 学 报 2010,27(4): 521~525
Journal of Fruit Science

重庆三峡库区锦橙叶片的营养状况

王传波[1],彭良志[2*],淳长品[2],凌丽俐[2],曾 明[1],曹 立[2],江才伦[2]

([1]西南大学园艺园林学院,重庆 400716; [2]中国农业科学院柑橘研究所,国家柑橘工程技术研究中心,重庆 400712)

摘 要: 为了解重庆三峡库区锦橙园树体的营养状况,以重庆三峡库区的江津、开县、忠县和涪陵4个(区)县29个锦橙园叶片为试材,对其进行营养元素的测定。结果表明,N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu和Zn元素含量的平均值分别为(2.99±0.29)%、(0.16±0.02)%、(0.89±0.24)%、(4.20±0.74)%、(0.28±0.08)%、(85.66±25.48) mg·kg^{-1}、(28.71±12.38) mg·kg^{-1}、(7.43±2.10) mg·kg^{-1}和(13.59±2.30) mg·kg^{-1}。进一步相关分析表明,这9种营养元素之间存在一定的相关性,其中N和P、Ca呈极显著负相关;Ca与P呈正相关,而与其他营养元素都呈极显著负相关。

关键词: 锦橙; 三峡库区; 营养状况
中图分类号:S666.4 **文献标识码**:A **文章编号**:1009-9980(2010)04-521-05

Leaf nutrition of Jincheng orange (*Citrus sinensis*) in the Three Gorge Reservoir Area

WANG Chuan-bo[1], PENG Liang-zhi[2*], CHUN Chang-pin[2], LING Li-li[2], ZENG Ming[1], CAO Li[2], JIANG Cai-lun[2]

([1]*College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716 China*; [2]*Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, National Citrus Engineering Research Center, Chongqing 400712 China*)

Abstract: For the purpose of understanding the nutritional status of Jincheng orange (*Citrus sinensis* Osbeck) orchards in the Three Gorge Reservoir Area, leaf samples were took in 29 Jinchen orange orchards distributed in four counties or districts in the Three Gorge Reservoir Area: Jiangjin district, Kaixian county, Zhongxian county and Fuling district. Leaf nutrient element levels of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn were analyzed. The results showed that the average levels of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn in leaf were (2.99±0.29)%, (0.16±0.02)%, (0.89±0.24)%, (4.20±0.74)%, (0.28±0.08)%, (85.66±25.48) mg·kg^{-1}, (28.71±12.38) mg·kg^{-1}, (7.43±2.10) mg·kg^{-1} and (13.59±2.30) mg·kg^{-1}, respectively. Further correlation analysis indicated that there were relationships between the levels of 9 elements. N was negative correlation with P and Ca, and Ca was positive correlation with P but negative with all other 7 nutritional elements.

Key words: Jincheng orange (*Citrus sinensis* Osbeck); The Three Gorge Reservoir Area; Nutrient element status

柑橘叶片营养状况分析也称营养诊断,主要优点在于能表明已被根系吸收并分布在植株叶片中的养分含量。在美国、澳大利亚等柑橘生产发达国家,根据叶片营养诊断指导施肥已成为柑橘生产上的一项基本技术措施[1],美国Beaufils[2]在此基础上还发展出DRIS诊断标准。我国在柑橘营养诊断方面也做过大量工作,庄伊美[3]研究提出了福建椪柑、琯溪蜜柚等叶片营养诊断标准,周学武等[4]研究提出了锦橙叶片营养诊断标准。但由于我国柑橘园多为家庭果园,规模小、叶片样品在当地进行前处理较困难等原因,柑橘生产上采用叶片营养诊断指导施肥的还很少,主要凭经验施肥,且偏施氮肥、忽视微量元素的施用现象较为普遍,影响了柑橘单产的提高和品质的改善。重庆三峡库区是我国柑橘栽培适宜区[5]和优势甜橙产区之一[6],近年来,国家对发展柑橘生产解决移民安置问题十分重视,新建和改造了一大批柑橘园,但目前库区的柑橘施肥技术水平不高,单产和效益较低,柑橘生产的优势未得到有效发挥。为此,我们以叶片营养元素的定量测定为基础,研究了重庆三峡库区部分锦橙园叶片氮、磷、钾等9种营养元

收稿日期: 2010-01-08 **接受日期**: 2010-04-22
基金项目: 重庆市科委科技专项(CSTC2007AA1016);国家科技支撑项目课题(2007BAD47B04);公益性行业(农业)科技专项(NY-HYZX07-023);现代柑橘产业技术体系建设专项

作者简介: 王传波,男,在读硕士生,主要从事果树生理生态研究。Tel: 023-68349725, E-mail: wangchuanbo1985@163.com
* **通讯作者**。Author for correspondence. Tel: 023-68247009, E-mail: penglz809@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

素的含量状况，以期为果园的营养诊断指导合理施肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

2008 年 9 月，在重庆三峡库区的江津、开县、忠县和涪陵 4 个区（县），选择 29 个具有代表性锦橙园，土壤类型主要为沙溪庙组紫色土，其次为老冲积紫色土，少量为遂宁组紫色土。全部为枳砧，树龄 4~34 a 不等。

1.2 方法

1.2.1 叶片采样 每个果园按 Z 字形选取 1 个月内未喷施叶面肥和农药且生长势中等的取样树 9 株，在每株取样树树冠的外围东南西北四个方位、1.5~2.0 m 高度，采当年生春梢营养枝顶部第 3 片叶，3 株树为 1 组，每株采 40 枚叶片，3 株树共 120 枚叶片混为 1 个样品，每个果园 3 个样品（3 次重复），共 87 份叶片样品。

1.2.2 叶片样品的处理 采集的叶片样品装入有孔的干净塑料袋，放入标签，留出通风透气孔，置于有冰块的泡沫保温箱中，8 h 内带回实验室进行清洗和烘干等前处理。清洗和烘干按庄伊美[1]方法进行。

1.2.3 营养元素测定 N 按照 LY/T 1269—1999 规定，采用 H_2SO_4–H_2O_2 消解法，在 KDY–9820 凯氏定氮仪（北京通润源机电技术有限责任公司）上测定；P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 按照 1270—1999 规定，采用 HNO_3–$HCLO_4$ 消解法，P 采用锑钼抗比色法，用 TU–9101 双光速紫外可见分光光度计（北京普析通用仪器有限责任公司）在 700 nm 波长下测定；K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 用 AA–800 原子吸收分光光度计（Perkin Elmer 公司）测定。

1.2.4 数据处理 数据用 Microsoft Excel 和 SPSS 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 叶片营养元素含量的分布

由表 1 可看出，叶片 N 含量最高的为油溪 3 果园（3.49±0.04）%，最低为华龙 2 果园（2.29±0.18）%；P 含量最高为平水 3 柑橘园（0.22±0.04）%，最低为高田移民 2 果园（0.13±0.01）%；K 含量最高为油溪 3 果园（1.47±0.15）%，最低为宝珠果园（0.56±0.07）%；Ca 含量最高为五隆果园（5.17±0.44）%，最低为朱砂柑橘园（2.84±0.04）%；Mg 含量最高为高田移民 2 果园（0.43±0.01）%，最低为平水 3 柑橘园（0.17±0.03）%；Fe 含量最高为油溪 1 果园（152.70±9.16）$mg\cdot kg^{-1}$，最低为宝珠果园（57.27±5.39）%；Mn 含量最高为油溪 3 果园（57.15±14.01）$mg\cdot kg^{-1}$，最低为朱砂柑橘园（11.91±1.24）$mg\cdot kg^{-1}$；Cu 含量最高的为朱砂柑橘园（12.29±0.86）$mg\cdot kg^{-1}$，最低为长冲 3 果园（4.84±0.78）$mg\cdot kg^{-1}$；Zn 含量最高为华龙 3 果园（18.05±2.12）$mg\cdot kg^{-1}$，最低为宝珠果园（10.25±1.08）$mg\cdot kg^{-1}$。

从土壤类型与叶片营养关系来看，老冲积紫色土锦橙园的叶片 N 含量最高，其次为沙溪庙组紫色土，遂宁组紫色土最低。遂宁组紫色土锦橙园的叶片 Ca 含量最高，其次为沙溪庙紫色土，老冲积紫色土最低，这主要与土壤有效 Ca 含量有关，另外，老冲积紫色土锦橙叶片 Ca 含量低可能还与老冲积紫色土果园施 N 肥偏多有关，土壤中 NH_4^+较高抑制了柑橘对 Ca^{2+}的吸收。

2.2 叶片营养元素变异系数的分析

表 2 结果显示，在叶片大量和中量元素中 N 含量变化幅度最小，Mg 含量变化幅度最大，变异系数大小顺序为 Mg>K>Ca>P>N。其原因可能是 N 主要来自施肥，而生产上比较重视 N 肥的施用；叶片 Mg 主要吸收的是土壤中的有效 Mg，但重庆柑橘生产上很少施用含 Mg 化肥，近 10 a 来有机肥施用又越来越少，因此土壤有效 Mg 含量的高低主要受土壤类型的影响，而重庆三峡库区柑橘园不同土壤类型之间的有效 Mg 含量差异很大[7]。微量元素中 Zn 的含量变化幅度最小，Mn 和 Fe 的含量变化幅度大，变异系数大小顺序为 Mn>Fe>Cu>Zn，主要原因是土壤 Mn 和 Fe 的有效性受土壤 pH 的影响很大，而重庆三峡库区柑橘园土壤 pH 值在 4.48~7.78[7]。

2.3 叶片营养元素含量丰缺状况分析

表 3 结果显示，根据周学伍等[4]的锦橙叶片营养诊断标准[4]（下同），调查果园叶片 N 缺乏（低于适宜范围下限，下同）的样品占 14.94%，N 丰富（高于适宜范围下限，下同）的样品占 85.06%。叶片 P 缺乏的样品占 6.90%，P 丰富的样品占 93.10%。叶片 K 缺乏的样品占 28.74%，K 丰富的样品占 71.26%。叶片 Ca 缺乏的样品占 12.64%，Ca 丰富的样品占 87.36%。叶片 Mg 缺乏的样品占 16.09%，Mg 丰富的样品占 83.91%。在微量元素中，叶片 Fe 缺乏的样品占 16.09%，Fe 丰富的样品占 83.91%。叶片 Mn 缺乏的样品占 20.69%，Mn 丰富的样品占 79.31%。叶片 Zn 缺乏的样品占 43.68%，Zn 丰富的样品占 56.32%。未发现缺 Cu 的叶片样品。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 重庆三峡库区锦橙叶片营养元素含量

Table 1 The contents of leaf nutrient elements of Jincheng orange in the Three Gorge Reservoir Area Chongqing

采样地点 Sample site	果园名称 Orchard name	土壤类型 Soil type	营养元素含量 The contents of nutrient element								
			N/%	P/%	K/%	Ca/%	Mg/%	Fe/mg·kg^{-1}	Mn/mg·kg^{-1}	Cu/mg·kg^{-1}	Zn/mg·kg^{-1}
江津 Jiangjin	油溪 1 果园 Youxi 1 orchard	老冲积 Alluvial soil	3.21±0.19	0.17±0.01	1.18±0.14	3.09±0.20	0.40±0.03	152.70±9.16	22.25±5.88	8.94±1.00	16.67±1.51
	油溪 2 果园 Youxi 2 orchard	老冲积 Alluvial soil	3.27±0.14	0.15±0.02	0.81±0.14	3.49±0.20	0.42±0.02	115.39±10.98	31.49±1.32	10.26±0.51	15.82±0.36
	油溪 3 果园 Youxi 3 orchard	老冲积 Alluvial soil	3.49±0.04	0.17±0.01	1.47±0.15	2.61±0.22	0.31±0.01	93.44±9.50	57.15±14.01	8.02±0.34	15.23±0.68
	长冲 1 果园 Changchong 1 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.06±0.07	0.16±0.01	0.95±0.11	4.15±0.05	0.27±0.01	97.39±16.14	27.96±2.12	7.06±0.44	14.30±1.60
	长冲 2 果园 Changchong 2 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.98±0.18	0.16±0.01	0.78±0.15	4.01±0.24	0.30±0.01	98.29±8.38	29.33±7.03	7.38±1.32	13.77±0.23
	长冲 3 果园 Changchong 3 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.08±0.13	0.16±0.001	0.94±0.20	4.05±0.23	0.28±0.02	112.39±13.89	27.94±11.51	4.84±0.78	15.52±0.72
	华龙 1 果园 Hualong 1 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.58±0.16	0.14±0.01	0.81±0.25	4.74±0.46	0.28±0.01	79.54±11.38	24.77±4.54	10.11±1.06	14.64±0.44
	华龙 2 果园 Hualong 2 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.29±0.18	0.16±0.01	1.16±0.07	4.39±0.49	0.25±0.02	71.65±11.29	19.90±2.13	7.57±0.10	13.32±2.57
	华龙 3 果园 Hualong 3 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.58±0.05	0.15±0.01	0.90±0.03	4.70±0.23	0.25±0.01	68.92±6.27	27.62±3.11	8.67±0.63	18.05±2.12
开县	兴农果园 Xingnong orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.04±0.17	0.16±0.002	0.62±0.05	4.91±0.07	0.22±0.01	76.13±3.90	27.50±2.64	5.81±0.65	12.02±0.91
Kaixian county	五隆果园 Wulong orchard	老冲积 Alluvial soil	2.99±0.12	0.15±0.01	0.90±0.09	5.17±0.44	0.28±0.01	84.43±17.17	24.61±2.30	6. 64±0.48	10.99±0.49
	锦橙社区 Jinchen community	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.18±0.20	0.15±0.001	0.66±0.16	3.39±0.13	0.29±0.04	74.91±2.12	28.77±2.34	6.77±0.61	16.90±3.60
	狮寨果园 Shizai orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.09±0.17	0.15±0.01	0.81±0.15	4.26±0.14	0.28±0.03	79.98±8.89	20.03±2.58	6.17±0.88	10.60±0.46
	宝珠果园 Baozhu orchard	遂宁组 Suining group purple soil	3.05±0.05	0.15±0.004	0.56±0.07	4.57±0.06	0.21±0.01	57.27±5.39	18.00±4.36	5.78±0.47	10.25±1.08
	盛山园艺场果园 Shengshan orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.04±0.16	0.16±0.01	0.83±0.14	4.85±0.19	0.21±0.02	73.87±5.73	23.66±2.58	5.45±0.56	12.66±1.16
	乌杨果园 Wuyang orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.18±0.27	0.16±0.02	0.71±0.11	4.53±0.64	0.36±0.03	90.35±4.80	36.34±10.19	6.18±1.72	11.81±0.56
	高楼果园 Gaolou orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.86±0.12	0.18±0.01	0.76±0.15	4.79±0.08	0.36±0.06	123.69±19.31	25.51±2.44	7.03±0.36	12.07±0.52
忠县	高田移民 1 果园 Gaotianyimin 1 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.98±0.01	0.15±0.01	0.81±0.17	4.43±0.31	0.34±0.05	74.19±5.66	53.64±20.70	6.90±0.82	11.86±0.85
Zhongxian	高田移民 2 果园 Gaotianyimin 2 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.93±0.09	0.13±0.01	0.86±0.24	3.23±0.20	0.43±0.01	85.66±12.07	33.57±9.04	6.85±0.50	11.19±0.71
	复旦 1 果园 Fudan 1 orchard	遂宁组 Suining group purple soil	3.38±0.15	0.16±0.002	1.17±0.24	4.28±0.68	0.23±0.10	76.59±38.86	22.54±9.92	9.07±3.74	14.33±1.57
	复旦 2 果园 Fufan 2 orchard	遂宁组 Suining group purple soil	2.90±0.13	0.17±0.02	0.77±0.16	4.85±0.26	0.19±0.06	59.11±3.76	21.09±10.78	4.84±0.37	14.10±0.85
	黑湾坡果园 Heiwanpo orchard	遂宁组 Suining group purple soil	2.93±0.18	0.17±0.01	0.77±0.09	4.75±0.51	0.18±0.04	63.48±6.72	19.62±5.11	5.65±1.07	12.38±0.79
	土猪洞果园 Tuzhutong orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.15±0.27	0.16±0.01	0.86±0.20	3.89±1.08	0.31±0.10	96.85±42.35	39.72±19.08	6.46±1.63	10.45±0.53
涪陵	桂林柑橘园 Guilin orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.18±0.03	0.17±0.01	1.06±0.11	4.05±0.45	0.23±0.01	74.22±9.03	35.05±2.43	6.33±1.21	13.56±2.26
Fuling	鹤凤柑橘园 Hefeng orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	3.28±0.12	0.17±0.01	0.96±0.08	3.78±0.79	0.32±0.12	89.17±27.87	42.49±24.39	7.95±2.30	15.08±0.85
	朱砂柑橘园 Zhusha orchard	老冲积 Alluvial soil	3.08±0.09	0.16±0.02	0.71±0.14	2.84±0.04	0.41±0.03	112.08±19.41	11.94±1.24	12.29±0.86	12.67±0.15
	平水 1 柑橘园 Pingshui 1 orchard	沙溪庙组 Shaximiao group purple soil	2.93±0.10	0.17±0.01	0.65±0.07	4.95±0.07	0.22±0.03	91.15±15.18	29.24±4.52	5.45±0.48	14.50±1.14
	平水 2 柑橘园 Pingshui 2 orchard	遂宁组 Suining group purple soil	2.40±0.02	0.18±0.03	1.18±0.11	4.50±0.59	0.17±0.01	51.65±9.07	26.93±10.54	9.08±1.23	14.33±2.07
	平水 3 柑橘园 Pingshui 3 orchard	老冲积 Alluvial soil	2.75±0.19	0.22±0.04	1.25±0.09	4.53±0.08	0.17±0.03	59.67±8.27	23.95±4.60	11.21±1.60	14.94±1.01

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 重庆三峡库区锦橙叶片营养元素含量的变异系数

Table 2 Coefficient of variation of leaf nutrient element contents of Jincheng orange in the Three Gorge Reservoir Area Chongqing

营养元素 Nutrient element	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation/%
N	2.99 %	0.29	9.81
P	0.16 %	0.02	11.93
K	0.89 %	0.24	27.04
Ca	4.20 %	0.74	17.67
Mg	0.28 %	0.08	29.25
Fe	85.66 mg·kg^{-1}	25.48	29.74
Mn	28.71 mg·kg^{-1}	12.38	43.12
Cu	7.43 mg·kg^{-1}	2.10	28.31
Zn	13.59 mg·kg^{-1}	2.30	16.90

表 3 重庆三峡库区锦橙叶片营养元素含量的分布状况

Table 3 Distribution status of leaf nutrient element contents in Jincheng orange in the Three Gorge Reservoir Area Chongqing

营养元素 Nutrient element	含量 Content	低于适宜指标 Below optimum range		处于适宜指标样品 Optimum range	高于适宜指标 Above optimum range		适宜指标[4] Optimum range
		样品数 Numbe of samples	所占比例 Percentage of total/%		样品数 Numbe of samples	所占比例 Percentage of total/%	
N/%	2.10~3.52	13	14.94	60	14	16.09	2.75~3.25
P/%	0.13~0.27	6	6.90	61	20	22.99	0.14~0.17
K/%	0.50~1.61	25	28.74	60	2	2.30	0.7~1.5
Ca/%	2.40~5.45	11	12.64	76	0	0.00	3.2~5.5
Mg/%	0.12~0.44	14	16.09	73	0	0.00	0.2~0.5
Fe/mg·kg^{-1}	41.21~162.82	14	16.09	73	0	0.00	60~170
Mn/mg·kg^{-1}	10.33~73.32	18	20.69	57	12	13.79	20~40
Cu/mg·kg^{-1}	4.12~12.84	0	0.00	60	27	31.03	4~8
Zn/mg·kg^{-1}	9.19~20.76	38	43.68	47	2	2.30	13~20

2.4 叶片营养元素间的相关性分析

对 87 份叶片样品的 9 种营养元素进行相关分析，表 4 结果显示，叶片 N 与 P、Ca 和 Cu 呈负相关，与 P 和 Ca 的负相关系数达到极显著水平。叶片 Ca 与 P 呈正相关，与其他所有元素都呈极显著负相关，尤其是 Mg、Fe、N 和 Mn 元素。一方面可能是树体中的高 Ca 含量抑制了树体对其他元素的吸收；另一方面则更可能是土壤中的高 Ca 含量使土壤呈碱性，使其他营养元素的有效性降低。

表 4 重庆三峡库区锦橙叶片营养元素间的相关性

Table 4 Correlation of leaf nutrient elements in Jincheng orange in the Three Gorge Reservoir Area Chongqing

营养元素 Nutrient element	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
N	1	−3.770**	0.135	−0.458**	0.352**	0.389**	0.329**	−0.092	0.209
P		1	0.273*	0.121	−0.284*	−0.086	−0.119	0.271*	0.156
K			1	−0.361**	−0.099	0.137	0.266*	0.283*	0.289*
Ca				1	−0.613**	−0.514**	−0.31**	−0.308**	−0.303**
Mg					1	0.681**	0.273*	0.163	0.078
Fe						1	0.175	0.063	0.249*
Mn							1	−0.202	0.109
Cu								1	0.197
Zn									1

3 讨 论

营养元素在柑橘生理上各有其重要的作用，且元素间不能互为代替。营养元素的丰缺对柑橘产量和质量有着重要影响。本试验结果表明，按照周学伍等[4]的锦橙叶片营养诊断标准，重庆三峡库区的锦橙园均存在不同程度的营养失调，除 Cu 外，其余 8 种营养元素都存在不同程度的缺乏问题。其中，有近 1/3 果园缺 K，近 50%果园缺 Zn，而缺 N 和缺 P 的果园比例并不高，尤其是缺 P 的果园比例很低。主要原因是近 10 a 重庆柑橘生产上主要施用尿素和 N、P、K 含量均为 15%的复合肥，尿素施用量较大，复合肥中的 P 比例偏大而 K 比例偏低，因为正常叶片中的 P 含量仅为 K 含量的 1/10~1/6，甜橙类果实带走的 P 仅为 K 的 1/10 左右[8]。因此，今后锦橙生产上采用

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

高 N、高 K 和低 P 复合肥很有必要。

重庆三峡库区柑橘园土壤主要为遂宁组紫色土和沙溪庙组紫色土及部分老冲积紫色土。紫色土属风化度浅的初育土,遂宁组紫色土 $CaCO_3$ 含量高[7,9-10],Mn、Fe、Zn 元素的有效度降低, 这是在该类土壤上锦橙普遍产生缺素的主要原因。从本研究结果看,沙溪庙组紫色土和老冲积紫色土上的锦橙叶片营养状况明显好于遂宁组紫色土上的锦橙, 遂宁组紫色土上的锦橙叶片 K、Mg、Fe、Mn 和 Cu 含量普遍低于其他 2 种土壤上的锦橙,这与周学伍等[10]的研究相符。

如果按照美国的甜橙叶片诊断标准, 营养元素的适宜范围为:N 2.40%~2.60%、P 0.12%~0.16%、K 0.7%~1.09%、Ca 3.0%~5.5%、Mg 0.26%~0.6%、Fe 60~120 $mg\cdot kg^{-1}$、Mn 25~100 $mg\cdot kg^{-1}$、Cu 5~12 $mg\cdot kg^{-1}$ 和 Zn 25 ~100 $mg\cdot kg^{-1}$ [11],其中 Mg、Mn 和 Zn 的适宜范围标准要比周学伍的高出许多, 则重庆三峡库区叶片 Mg、Mn 和 Zn 缺乏的锦橙园比例还要高很多。由于柑橘叶片营养诊断标准的制定需要根据当地生态条件, 针对品种和砧木类型进行大量的基础性工作,如通过大量规范化的施肥试验,以产量和品质为基础,结合不同类型土壤叶片营养状况分析,才可建立适合于当地的叶片营养诊断分级标准。因此,目前要确定锦橙以哪个标准作为判断依据还属尚早。但不管采用哪个标准, 重庆三峡库区锦橙的 Zn 和 K 含量不足的果园比例都较高,需要引起重视。

根据最小养分定律, 植物生长受最小养分所制约[1]。从本研究结果看,重庆三峡库区完全不缺素的锦橙园很少, 这应是导致该区域锦橙产量普遍不高的重要原因之一。因此,柑橘生产上应大力推广以叶片营养诊断为基础的平衡施肥, 这样不仅可有效提高肥效、提高果实产量和品质,还能有效减少肥料流失引发的面源污染,保护库区生态环境。

参考文献 References:

[1] ZHUANG Yi-mei. Citrus nutrition and fertilization[M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1994.
庄伊美. 柑橘营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

[2] BEAUFILS E R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)[J]. Soil Science Bulletin, 1973, 1: 1-32.

[3] ZHUANG Yi-mei. Application of nutrition diagnosis and fertilization about citrus[J]. Zhejiang Citrus, 1996, 13(2): 8-11.
庄伊美. 柑橘营养诊断指导施肥的实践[J]. 浙江柑橘, 1996, 13(2): 8-11.

[4] ZHOU Xue-wu, CHENG Chang-feng, LV Bin, LI Zhi-yi, HUI Long-ming. Studies on mineral nutrient indices for Jinchen orange leaves [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1991, 13 (1): 15-20.
周学伍, 程昌凤, 吕斌, 李质怡, 惠龙明. 锦橙叶片矿质营养元素含量指标的研究[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(1): 15-20.

[5] SHEN Zhao-min. Citrus division and citrus varieties in China[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1988: 12-48, 126-135.
沈兆敏. 中国柑橘区划和柑橘良种[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1988: 12-48, 126-135.

[6] The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, MOA. Citrus regional development planning (continued)[J]. Guangxi Horticulture, 2003, 51(6): 46-48.
中华人民共和国农业部. 柑橘优势区域发展规划(续)[J]. 广西园艺, 2003, 51(6): 46-48.

[7] CHUN Chang-pin, PENG Liang-zhi, JIANG Cai-lun, CAO Li, LEI Ting, WANG Xue-sheng, TANG Hai-tao. The primary study on the soil nutrient status of some citrus orchards in Three Gorges Reservoir District[J]. South China Fruits, 2009, 38(2): 1-6.
淳长品, 彭良志, 江才伦, 曹立, 雷霆, 王雪生, 唐海涛. 三峡库区部分柑橘园土壤营养状况的初步研究[J]. 中国南方果树, 2009, 38(2): 1-6.

[8] FROST H B, ROOST R K. Seed reproduction: development of gametes and embryos[M]//WALTER REUTHER BATHELOR L D, WEBER H J. The citrus industry, vol. II. revised edition. Berkeley: University of California Press, 1968: 130.

[9] LI Zhen-lun, XIE De-ti. A study on the adaptability of different purple soils to industrialized citrus cultivation-A case study of the-"million-ton" citrus cultivation zone[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2004, 26(3): 327-330.
李振轮, 谢德体. 不同紫色土对柑橘产业化的适宜性探讨—以重庆市"百万吨"柑橘产业化为例[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 26(3): 327-330.

[10] ZHOU Xue-wu, LV Bin, LI Zhi-yi, CHENG Chang-feng, FU Ke-yong, CHEN Xue-nian, CHEN Yong-hua. A study on the effects of parent materials and rootstocks on deficiency symptons in citrus[J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1991, 13(1): 8-14.
周学伍, 吕斌, 李质怡, 程昌凤, 付克用, 陈学年, 陈永华. 土壤母质及砧木对柑橘缺素影响的研究[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(1): 8-14.

[11] TUCKER D P H, ALVA A K, JACKON L K, WHEATON T A. Nutrition of Florida citrus trees[M]. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Cooperative Extension Service, 1995: 169.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net