

南丰蜜橘花矿质营养诊断

贵会平¹ 胡承孝¹ 郑苍松¹ 张影¹ 曾知富² 孙学成¹ 谭启玲¹

1. 华中农业大学资源与环境学院/微量元素研究中心, 武汉 430070; 2. 江西省抚州市南丰柑橘研究所, 抚州 344000

摘要 采用田间定点采样及室内分析相结合的方法, 研究南丰蜜橘花与叶片矿质养分含量的关系。结果表明: 2011年和2012年南丰蜜橘花中K、Ca、Mn与叶片中相应元素含量呈显著或极显著正相关, 花与叶片中Mg、Cu、Fe含量仅在1a中呈极显著相关; 2011年花中N、P、K、Mg、Fe、Cu、Zn含量平均值显著高于叶片, Ca、Mn、B含量显著低于叶片; 2012年N、P、K、Zn含量平均值显著高于叶片, Ca、Mg、Mn、B含量显著低于叶片, 花与叶片中Fe、Cu含量差异不显著; 花中养分含量变异系数2011年除Fe、Mn以及2012年除N、Cu、B高于叶片外, 其他养分含量变异系数均低于叶片; 分别对2011年和2012年南丰蜜橘花与叶片K、Ca、Mn含量进行拟合, 发现K含量均呈指数函数关系, Mn含量均呈三次函数关系, 花中Ca含量在0~0.6%间递增曲线一致; 说明花可以用于提前诊断南丰蜜橘K、Ca、Mn的含量状况。

关键词 柑橘; 南丰蜜橘; 营养诊断; 矿质养分; 养分含量

中图分类号 S 666 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)05-0061-06

南丰蜜橘是江西省著名的良种柑橘, 其以皮薄核少、汁多肉嫩、色泽金黄、甜酸适口、风味浓郁、营养丰富而闻名中外, 并享有“橘中之王”的美称^[1]。近年来, 由于缺乏先进实用的施肥管理技术指导, 以及多年的果实带走土壤中大量树体所需矿质养分, 导致树体营养元素失衡, 果实变硬、偏酸、不化渣^[2-3], 国际市场竞争力下降^[4]。通过营养诊断, 对树体养分亏缺、平衡状况进行判断和预测分析, 对指导柑橘合理施肥具有重要意义。目前较成熟的果树营养诊断方法是叶片矿质营养分析法, 但柑橘叶片诊断时间一般为9月份^[5-6], 对指导柑橘当年施肥有明显的滞后性, 而且在诊断易被固定而丧失活性的微量元素时结果不够准确^[7]。

花是繁殖器官和果实前体, 其生长时期短, 采样时间的差异性小; 代谢反应较叶片简单, 养分含量与活性部分含量不存在实质性差异^[8]。柑橘花期为4月份, 此时通过检测花中的矿质养分来诊断树体营养状况, 并根据诊断结果及时采取措施, 对矫正当年果树养分缺乏、提高产量、改善品质具有重要意义。通过检测果树的花来提早诊断果树营养状况的研究已有较多报道, 如桃树N、Mg、Mn、Fe养分状

况^[9-10], 橄榄N、P、Cu、Zn、Mn养分状况^[11], 咖啡N、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu养分状况^[8], 梨Fe、Mn养分状况^[12], 苹果Fe养分状况^[13], 甜橙P、Mg、Fe、Mn养分状况^[14-15]等。目前, 宽皮柑橘花营养诊断的研究还未见报道。本试验以南丰蜜橘为研究对象, 通过花、叶矿质营养相关性分析, 并对分析结果进行比较, 以确定二者之间的相关性, 旨在探明花和叶片分析在柑橘营养诊断中的作用, 探索花作为柑橘营养诊断指标的可能性, 并为南丰蜜橘的栽培管理、营养诊断、合理施肥和品质提升提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以江西省抚州市南丰县(主栽品种为南丰蜜橘)为试验点, 根据土壤类型、地形特点及树龄选取有代表性的取样点41个。供试柑橘园产量为750~1500 kg/667 m², 树龄9~15 a, 枳砧, 种植密度30~40株/667 m²。每年土施复合肥2次, 分别于3月和7月进行; 部分果园基施MgO 150 g/株(2012年); 并于幼果期与农药一起喷施硼肥。每年喷施农药3次, 分别于4月下旬、5月底和9月底进行。

收稿日期: 2013-12-15

基金项目: 现代柑橘产业技术体系营养诊断与施肥岗位(CARS-027)和华中农业大学自主科技创新基金项目(2013SC29)

贵会平, 硕士研究生。研究方向: 柑橘营养诊断。E-mail: huiping.828@163.com

通信作者: 谭启玲, 博士, 副教授。研究方向: 植物营养与施肥及废弃物利用。E-mail: qitan@mail.hzau.edu.cn

1.2 试验设计

每个取样点选取生长状况基本一致、有代表性的果树4株挂牌。2011年和2012年每年4月和9月采集花和叶片样品,因2012年为小年部分挂牌果树花量太少,仅采集到27个点。

1)花样的采集与制备。柑橘盛花期,东南西北4个方向均匀采集冠层外圈完全展开花,每株40朵,4株为1个样品,装入透气羊皮纸袋,带回实验室,用去离子水洗涤,105℃杀青0.5h,70℃烘干,磨碎待测。

2)叶样的采集与制备。9月份采当年生营养性春梢顶部第二、三叶,每株40片,4株为1个样品,保鲜带回实验室用0.1%中性洗涤剂洗涤后清水冲掉洗涤剂,再用0.2% HCl溶液漂洗后用去离子水洗净,105℃杀青0.5h,70℃烘干,磨碎待测。

3)测定项目。浓硫酸-过氧化氢消煮,凯氏定氮法测N,钼蓝比色法测P,火焰光度计法测K^[16]。硝酸-高氯酸消煮,原子吸收法测定Fe、Mn、Cu、Zn、Ca、Mg含量^[16]。盐酸浸提-姜黄素比色法测B含量^[17]。

1.3 分析方法

数据采用Excel和SPSS 18.0统计分析软件处理。

2 结果与分析

2.1 南丰蜜橘花及叶片营养元素含量状况

2011年和2012年南丰蜜橘花与叶片10种养分元素含量见表1。由表1可知,2011年花中含量显著高于叶片含量的养分元素是N、P、K、Mg、Fe、Cu、Zn,其中,花中P、K、Cu、Zn含量均值分别是叶片含量的4.27、2.19、5.24、1.94倍,花中N、Mg、Fe含量仅为叶片的1.18、1.17、1.13倍。2012年花中含量平均值显著高于叶片含量的养分元素为N、P、K、Zn,其中,花中N、P、K、Zn含量均值分别是叶片含量的1.25、3.66、1.55、1.91倍,花、叶Fe、Cu含量差异不显著。2011年花中含量显著低于叶片含量的元素是Ca、Mn、B,其中花中Ca、Mn、B含量分别仅为叶片的0.37、0.33、0.38倍。2012年花含量显著低于叶片含量的元素是Ca、Mg、Mn、B,其中,花中Ca、Mn、B含量分别仅为叶片的0.12、0.17、0.36,花中Mg含量为叶片含量的0.93倍。综合比

表1 南丰蜜橘花与叶片的营养元素含量(干质量)¹⁾

Table 1 The nutrient content in leaves and flowers of Nanfengmiju mandarin (DW)

年份 Year	元素 Element	平均值 Mean		范围 Range		变异系数/% Variation coefficient	
		花 Flowers	叶片 Leaves	花 Flowers	叶片 Leaves	花 Flowers	叶片 Leaves
2011 (n=41)	N/%	3.78 a	3.19 b	3.26~4.78	2.37~4.12	6.94	10.07
	P/%	0.47 a	0.11 b	0.39~0.57	0.08~0.18	6.59	18.79
	K/%	2.34 a	1.07 b	1.79~2.68	0.58~1.40	9.81	19.85
	Ca/(mg/kg)	0.87 b	2.35 a	0.57~1.31	1.35~3.88	18.61	24.35
	Mg/(mg/kg)	0.35 a	0.30 b	0.29~0.42	0.17~0.37	9.71	15.18
	Fe/(mg/kg)	112.33 a	99.45 b	66.47~227.53	56.78~163.32	32.41	19.19
	Mn/(mg/kg)	105.32 b	320.78 a	23.07~346.81	58.06~820.48	79.98	58.63
	Cu/(mg/kg)	25.51 a	4.87 b	4.52~42.80	1.77~12.55	32.40	47.18
	Zn/(mg/kg)	40.12 a	20.68 b	29.68~78.30	9.85~45.00	22.81	30.13
2012 (n=27)	B/(mg/kg)	45.32 b	118.23 a	32.94~65.31	50.91~456.62	11.74	51.31
	N/%	4.07 a	3.25 b	2.46~4.86	2.77~3.95	14.16	8.06
	P/%	0.44 a	0.12 b	0.37~0.57	0.06~0.21	11.49	19.99
	K/%	1.99 a	1.28 b	1.68~2.36	0.79~1.46	8.55	14.10
	Ca/(mg/kg)	0.49 b	4.11 a	0.30~0.75	1.92~6.89	23.00	27.47
	Mg/(mg/kg)	0.31 b	0.34 a	0.28~0.35	0.26~0.41	6.55	11.35
	Fe/(mg/kg)	67.22 a	67.66 a	39.10~94.13	32.73~141.06	22.16	30.15
	Mn/(mg/kg)	38.25 b	220.89 a	16.58~109.62	49.88~596.81	47.57	58.65
	Cu/(mg/kg)	3.60 a	3.38 a	2.18~7.28	2.36~5.72	29.29	23.70
Zn/(mg/kg)	51.83 a	27.19 b	40.62~69.10	15.88~52.47	11.97	33.25	
B/(mg/kg)	41.61 b	114.29 a	22.32~99.41	57.91~179.87	50.53	27.95	

1) a, b 表示 5% 显著水平(LSD 检验)。Values followed by different letters is different each other at the 5% level for the same element, according to LSD test.

较,花中 N、P、K、Fe、Cu、Zn 含量高于叶片,Ca、Mn、B 含量低于叶片。

采用变异系数(variation coefficient, CV)描述 树体养分含量随环境变化的程度,设定 $CV \leq 10$ 为 弱变异, $10 < CV \leq 20$ 为中变异, $CV > 20$ 为强变 异。2011 年花中除 Fe、Mn 及 2012 年除 N、Cu、B 含 量变异系数高于叶片外,其他养分含量变异系数 均低于叶片(表 1),说明叶片养分元素含量容易随 环境和自身代谢而变,而花期较短,受环境和自身养 分代谢的影响小^[7]。2011 年 41 组样品中,叶片 N、 P、K、Mg、Fe 含量为中变异,其余 5 种养分元素含 量均表现为强变异;花中 N、P、K、Mg 含量为弱变 异,Ca、B 含量为中变异,Fe、Mn、Cu、Zn 为强变异。

2012 年 27 组样品中,叶片 N 为弱变异,P、K、Mg 为 中变异,其余 6 种元素为强变异;花中 K、Mg 为弱 变异,N、P、Zn 为中变异,Ca、Fe、Mn、Cu、B 为强变 异。虽然花中大多数养分元素含量变异不如叶片, 如花中 N、P、Mg 含量表现为弱变异,但多数养分元 素含量属于中或强变异,能够敏感反映花中养分含 量随树体养分的变化而变化。

2.2 南丰蜜橘花与叶片养分含量的相关性

采用相关分析来揭示南丰蜜橘花与叶片相对应 养分含量的关系。由表 2 可知,花与叶片 N、P、Zn、B 在 2 a 中均未表现出显著的相关性;Mg、Fe、Cu 仅在 1 a 中表现出显著相关性;无论大年还是小年,花与叶 片中 K、Ca、Mn 含量关系均呈显著或极显著正相关。

表 2 南丰蜜橘花、叶片养分含量的相关性¹⁾

Table 2 Correlations between nutrient content in flowers and leaves of Nanfengmiju mandarin

年份 Year	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
2011	0.084	0.208	0.797**	0.503**	0.414**	-0.007	0.963**	-0.093	0.181	-0.041
2012	-0.045	0.162	0.644**	0.642**	0.392	0.558**	0.830**	0.543**	0.203	0.074

1) * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关, ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。An asterisk (*) and a double asterisk (**) indicate significant correlation at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

2.3 南丰蜜橘花部分养分元素随叶片养分含量变化

根据花与叶片中养分含量相关分析结果,2 a 中 花与叶片中养分含量关系均存在极显著相关性的元 素为 K、Ca、Mn。用 SPSS 曲线估计拟合花与叶的 最佳曲线和方程,由图 1 和图 2 可以看出,2 a 中花

与叶片中 K 含量均呈指数函数关系,Mn 含量均呈 三次函数关系,Ca 含量在 2011 呈指数函数关系,在 2012 年呈二次函数关系,但花含量在 0~0.6% 间 2 a 中递增曲线一致,说明花可以稳定地反映树体 K、Ca、Mn 养分状况。

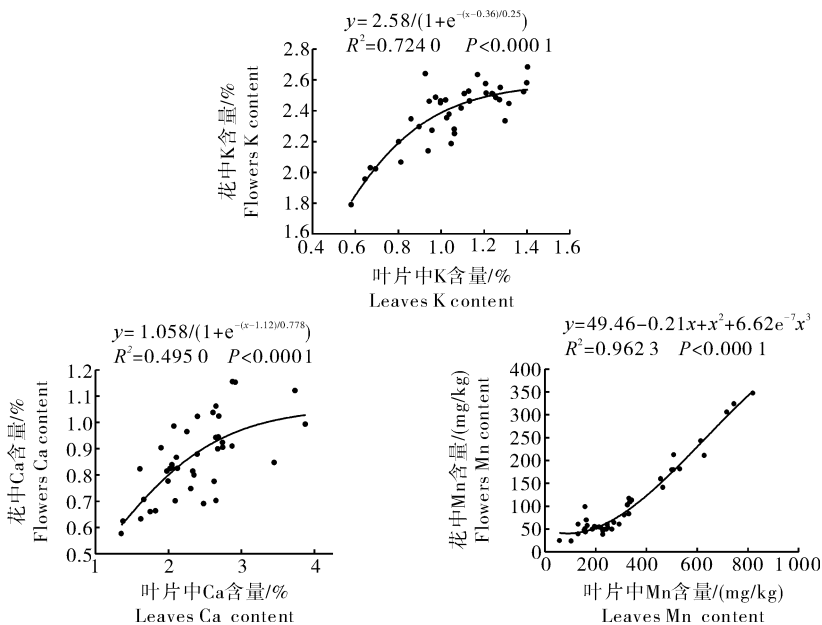


图 1 2011 年花养分元素含量随叶片养分含量的变化 (n=41)

Fig. 1 Relationship between nutrient content in Nanfengmiju mandarin flowers and leaves (41 plots, in 2011)

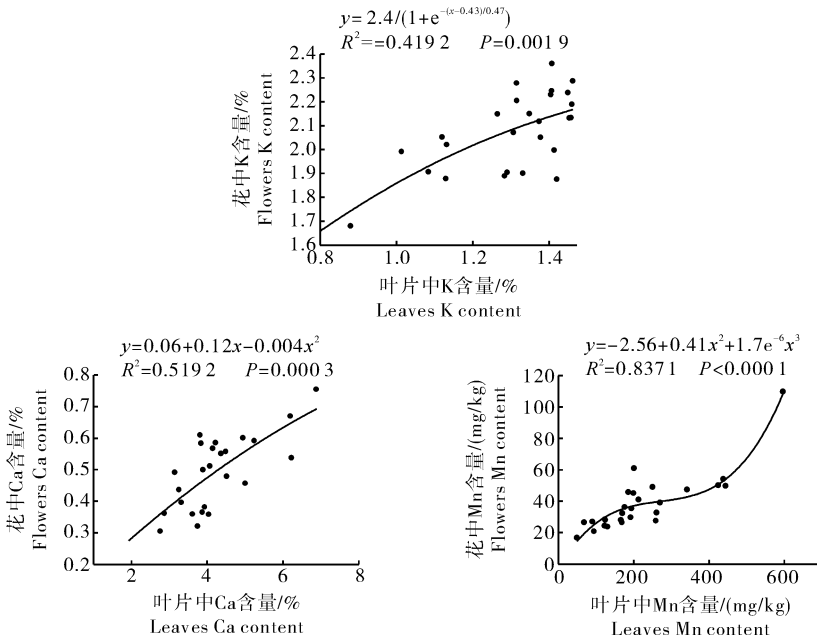


图 2 2012 年花养分元素含量随叶片养分含量的变化 ($n=27$)

Fig. 2 Relationship between nutrient content in Nanfengmiju mandarin flowers and leaves (27 plots, in 2012)

3 讨论

花是果实的前体,对果实产量及品质的形成有直接影响。与叶片分析相比,花分析有很明显的优势,花期短既可减少因采样时间不一致造成的误差,也能更早预测柑橘养分状况,为及时采取措施矫正果树当年养分缺乏提供依据。研究者针对落叶果树和常绿果树进行了花营养诊断的研究,结果均表明花可以更早诊断果树营养状况^[8-9, 11-12, 14]。本试验结果表明,花中 N、P、K、Fe、Cu、Zn 的含量显著高于叶片,这是因为花作为繁殖器官,开花时组织代谢旺盛,而养分有优先向生长中心转移的特性。花中 Ca、Mn 和 B 的含量显著低于叶片,这是由这几种元素的生理特性和植物生长发育的特点决定的。与生殖生长相比,Ca 对营养生长的作用更重要^[18],钙是细胞壁的组成成分^[19],主要集中在细胞壁的中间层与果胶中的羧基结合,由于柑橘叶片细胞壁中果胶含量高、游离羧基较多,因此,需要较多的 Ca 与之结合^[20],在桃树和咖啡树上的研究也反映出同样的结果^[8-9]。叶片中的 B 含量较高,一方面是因为 B 与果胶等膳食纤维关系密切^[21],与花相比叶片具有更多疏导组织、含有更多的膳食纤维,另一方面 B 在叶片中的不断累积造成 9 月份的叶片中 B 含量

高于花中^[22]。叶片中 Mn 含量高是因为当地土壤偏酸,土壤中有有效 Mn 含量高,作物吸收较多的 Mn,为了避免吸收的过量的 Mn 使其他器官中毒,大部分的 Mn 被保留在成熟的叶片中^[8]。

研究表明,桃的花与叶片中 N、Mg、Mn 含量显著相关^[9],橄榄的花与叶片 N、P、Cu、Zn、Mn 含量显著相关^[11],咖啡花与叶片 N、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu 含量显著相关^[8],梨的花与叶片 Fe、Mn 含量有极显著相关^[12],甜橙花与叶片 P、Mg、Mn 含量极显著相关^[14],虽然这些结果多为 1 a 的调查结果,不能作为最终的诊断标准,但是良好的相关性也说明了花与叶之间的内在联系。与其他作物 1 a 的结果相比,我们 2 a 的研究结果更加具有说服力。本试验结果表明,2 a 中花中 K、Ca、Mn 与叶片中相应元素含量极显著正相关,能够稳定、一致地反映叶片含量的缺乏或过量,可以作为这些元素丰缺的诊断器官。这可能是由于有效锰容易被植物吸收并可以快速运输到地上部^[23-25];K 在植物体内是以离子态存在的,流动性很强,具有随植物生长中心转移而转移的特点;由于钙元素的移动性较差,各器官钙来源于根系的直接吸收^[20],所以二者在钙含量上具有良好的相关性。而花和叶片中 N、P 在 2 a 中均没有显著相关性,是由于随着氮、磷养分向果实中转移和生长过程

中肥料的多次施用,导致氮和磷养分在花和叶片中关系的不确定性。2 a 中花和叶片中 B、Zn 含量没有显著相关性,可能与当地有喷施硼肥和含锌农药的习惯有关。当然 2 a 间也存在不完全一致的结果,如 Mg、Fe、Cu 仅在 1 a 中表现出显著相关关系。由于当地土壤偏酸,土壤有效镁含量缺乏,部分农户对橘园进行了氧化镁的施用,导致 2012 年叶片中的 Mg 含量变化异常,可能是 2 a 间 Mg 的相关性不一致的原因。2011 年花中 Fe 与其在叶片中含量没有明显相关性,2012 年表现出极显著相关关系,这可能由于柑橘是大小年植物,树体储存与养分吸收消耗关系复杂^[8]。与 Fe 类似,2011 年花与叶中 Cu 含量没有显著相关关系,但在 2012 年表现出极显著相关关系,并且 2011 年花中 Cu 含量是 2012 年的 7.1 倍,这是由于喷施了含铜元素的农药造成的。因为 2011 年盛花前期天气晴朗农民大面积喷施铜制剂农药防治病害,而 2012 年花期前是阴雨天气未喷施农药。Sanz 等^[9]指出由于喷施含铜农药影响了试验结果,导致生产中对于铜的诊断比较困难。本试验的结果与在桃、橄榄、咖啡、梨和甜橙等^[8-9,11-12,14]作物上的研究结果有一定差别,这说明不同果树、不同品种,因生长周期、当地气候不一样,各种营养元素吸收、利用、代谢有差异,我们在用花诊断其营养状况时应区别对待。试验结果表明,花分析可以用于提前诊断南丰蜜橘 K、Ca、Mn 含量状况,下一步的工作是结合产量、品质数据制定丰缺指标,使果农可以及时发现并采取措施矫正果树当年养分缺乏状况,以提高产量、改善品质。

参 考 文 献

- [1] 傅火生,王泽义,葛斌,等.南丰蜜桔优良株系“杨小 2-6”的选育[J].中国南方果树,1999,28(6):6-7.
- [2] 陈尚围.南丰蜜桔品质劣化原因及改良对策[J].现代园艺,2007(3):41-42.
- [3] 袁展汽,肖运萍.南丰蜜桔主产区产地环境分析及果品质量安全生产建议[J].江西农业学报,2006,18(6):222-224.
- [4] 胡友,祁春节.我国柑橘国际竞争力动态演变及其影响因素实证研究[J].华中农业大学学报:社会科学版,2013(6):33-38.
- [5] MANIVANNAN S,CHADHA K L. Standardization of time of sampling for leaf nutrient diagnosis on Kinnow mandarin in north-west India[J]. Journal of Plant Nutrition,2011,34(12):1820-1827.
- [6] MENESATTI P,ANTONUCCI F,PALLOTTINO F,et al. Estimation of plant nutritional status by Vis-R spectrophotometric analysis on orange leaves (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv Tarocco)[J]. Biosystems Engineering,2010,105(4):448-454.
- [7] ABADIA J,LOPEZ-MILLAN A F,ROMBOLA A,et al. Organic acids and Fe deficiency: a review[J]. Plant and Soil,2002,241:75-86.
- [8] MARTINEZ H E P,SOUZA R B,BAYONA J A,et al. Coffee-tree floral analysis as a mean of nutritional diagnosis[J]. Journal of Plant Nutrition,2003,26(7):1467-1482.
- [9] SANZ M,MONTAÑE S L. Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree [J]. Journal of Plant Nutrition,1995,18(8):1667-1675.
- [10] SANZ M,PASCUAL J,MACHÍN J. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: influence on fruit quality[J]. Journal of Plant Nutrition,1997,20(11):1567-1572.
- [11] KHELIL M B,SANAA M,MSALLEM M,et al. Floral analysis as a new approach to evaluate the nutritional status of olive trees[J]. Journal of Plant Nutrition,2010,33(5):627-639.
- [12] SANZ M,CARRERA M,MINTANES L,et al. The possibility of using floral analysis to diagnose the nutritional status of pear trees[J]. Acta Horticulturae,1994,367:290-295.
- [13] SANZ M,PÉREZ J,PASCUAL J,et al. Prognosis of iron chlorosis in apple trees by floral analysis[J]. Journal of Plant Nutrition,1998,21(8):1697-1703.
- [14] PESTANA M,CORREIA P J,DE VARENNES A,et al. The use of floral analysis to diagnose the nutritional status of orange trees[J]. Journal of Plant Nutrition,2001,24(12):1913-1923.
- [15] PESTANA M,DE VARENNES A,GOSS M J,et al. Floral analysis as a tool to diagnose iron chlorosis in orange trees[J]. Plant and Soil,2004,259(1/2):287-295.
- [16] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000.
- [17] 朱端卫,皮美美,刘武定.硼在土壤中的吸附-解吸及其对植物吸收硼的影响[J].土壤学报,1998,35(1):70-75.
- [18] MARSCHNER H. Mineral nutrition of higher plants[M]. San Diego, California, USA: Academic Press Limited, 1995.
- [19] HUXHAM I M,JARVIS M C,SHAKESPEARE L,et al. Electron-energy-loss spectroscopic imaging of calcium and nitrogen in the cell walls of apple fruits[J]. Planta,1999,208:438-443.
- [20] 廖红,严小龙.高级植物营养学[M].北京:科学出版社,2003.
- [21] O'NEILL M A,ISHII T,ALBERSHEIM P,et al. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide[J]. Annual Reviews Plant Biology,2004,55:109-139.
- [22] 陈腾土,卢运胜,文良娟,等.沙田柚叶片营养元素含量的相关性及其年周期变化规律的研究[J].广西柑橘,1993(2):10-14.
- [23] 李涛,蒲韵婷,王全华,等. Mn、Cu 和 Zn 在植物生长发育中的生理作用[J].河北农业科学,2008,12(6):12-15.
- [24] 徐圣友,姚青,王贺,等.对锰毒敏感性不同的两个苹果品种枝

条中锰的积累与分布[J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 19-22.

氧化响应[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2007, 33(6): 480-

[25] 杨中宝, 尤江峰, 杨振明. 植物对锰的吸收运输及对过量锰的抗

488.

Diagnosing mineral nutrients in the flowers of Nanfengmiju mandarin (*Citrus kinokuni* Hort. ex Tanaka)

GUI Hui-ping¹ HU Cheng-xiao¹ ZHENG Cang-song¹ ZHANG Ying¹
ZENG Zhi-fu² SUN Xue-cheng¹ TAN Qi-ling¹

1. College of Resources and Environment/Microelement Research Center,
Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Fuzhou Nanfeng Citrus Research Institute, Jiangxi Province, Fuzhou 344000, China

Abstract A field experiment combined with the point observation method was conducted to study the relationship between the concentrations of mineral nutrient in the flowers and leaves of Nanfengmiju mandarin (*Citrus kinokuni* Hort. ex Tanaka) to determine whether flower analysis could be used for nutrient diagnosis. The results showed that concentrations of K, Ca and Mn in the leaves were significantly positive correlated with those in the flowers in two years. Concentrations of Mg, Cu and Fe in the flowers was significantly correlated with those in the leaves only in one year. Average concentrations of N, P, K, Mg, Fe, Cu and Zn in flowers were significantly higher than those in the leaves in 2011, whereas concentrations of the Ca, Mn and B in flowers were significantly lower than those in leaves. Average concentrations of N, P, K and Zn were significantly higher than those in leaves in 2012, whereas concentrations of Ca, Mg, Mn and B in flowers were significantly lower than those in leaves. Concentrations of Fe and Cu in flowers and leaves were not significantly different. Except the variation coefficients of concentrations of Fe and Mn in flowers in 2011 and concentrations of N, Cu and B in flowers in 2012, the variation coefficients of concentrations of other nutrients in flowers were lower than that in leaves. The best-fit curves were set up for concentrations of K, Ca and Mn, with the curve of K presenting exponential function relation, the curve of Mn presenting cubic function relation, and the curve of Ca presenting linear function relation ranged from 0 to 0.6% in two years. It is indicated that floral analysis as an early method could be used to diagnose the concentrations of K, Ca and Mn of Nanfengmiju mandarin (*Citrus kinokuni* Hort. ex Tanaka).

Key words citrus; Nanfengmiju mandarin; nutrient diagnosis; mineral nutrition; nutrient content

(责任编辑:陆文昌)