

梅州沙田柚结果树的叶片营养特点研究

李淑仪¹, 廖新荣¹, 廖观荣¹, 蓝佩玲¹, 彭少麟²

(1. 广东省生态环境与土壤研究所, 广东 广州 510650; 2. 广东省科学院, 广东 广州 510070)

摘要: 研究了梅州沙田柚两个果园的土壤养分、结果树营养叶片不同生育时期的矿质元素含量及季节性动态变化情况和各元素的相互关系。结果表明, 柚树根际土壤养分正常树和退化树相比没有明显差别, 营养叶中的各元素在不同的生育时期含量均不同, 且退化树各元素在各生育期的变化与正常树相近。各元素的年周期变化规律不同, 说明沙田柚在不同的生育时期对各元素的需求量及它们之间的需求比例有不同要求。可见, 树体内各营养元素间的关系存在着相互促进和相互抑制的复杂作用。

关键词: 沙田柚; 土壤养分; 叶片养分

中图分类号: Q945.1 **文献标识码:** A **文章编码:** 1001-3395(2000)02-0113-05

NUTRITION CHARACTERISTICS IN LEAVES OF FRUIT-BEARING TREES OF *CITRUS GRANDIS* IN MEIZHOU

LI Shu-yi¹, LIAO Xin-rong¹, LIAO Guan-rong¹, LAN Pei-ling¹, PENG Shao-lin²

(1. Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510070, China)

Abstract: The soil nutrients, the contents and seasonal dynamics of mineral elements as well as the relationship among the elements in leaves of fruit-bearing trees of *Citrus grandis* Osbeck cv. Shatianyou in Meizhou were studied. Results show that there was no obvious difference in rhizospheric soil nutrients between normal trees and retrogressive trees, but the contents of various elements in leaves in different fruiting period were different. The change in various elements in the retrogressive trees in fruiting period was close to those in normal trees. Annual change of various elements was different, indicating that the demand amount of elements and the element proportions for *Citrus grandis* at different developmental stages were different. It is suggested that the relationships among elements in trees present mutual promotion and mutual inhibition.

Key words: *Citrus grandis* cv. Shatianyou; Soil nutrient; Leaf nutrient

南国佳果—沙田柚 (*Citrus grandis* Osbeck cv. Shatianyou), 是果品中的一颗灿烂明珠, 它营养丰富、果实大、耐贮藏(有“天然水果罐头”的美誉)、好运输, 风味独特, 而深受国内外消费者的喜爱。梅州沙田柚是梅州地区的支柱产业, 又是广东省的名特优水果之一, 近年种植面积仅在广东梅州市就已达 2.1 万公顷。

收稿日期: 1999-06-09

基金项目: 广东省科学院院长基金; “华南退化坡地绿色食品生产与保护和提高生物多样性”中美日合作项目资助课题。

矿质营养元素是果树生长、产量形成和品质提高的物质基础, 树体的矿质养分水平与果品的品质关系密切。本文通过研究不同施肥管理水平的两个果园的根际土壤和沙田柚结果树的叶片矿质营养特点, 试图探索沙田柚结果树的营养需求规律、结果树的营养状况与果实品质退化方面的关系, 为梅州沙田柚的科学施肥和华南退化坡地绿色食品生产和保护提供理论依据。

1 材料和方法

材料 梅州市梅县丙村镇横石柚果园和白沙坪柚果园的结果树, 分正常树和退化树(是指果实的品质与过去相比变得很差而无法恢复的树)取样; 两果园的柚树分别于1987年和1992年种植, 横石柚果园的种植管理水平大大高于白沙坪柚果园, 果实品质较高。前者按沙田柚的物候期每年除施用约12 kg 碳铵、5-6 kg 过磷酸钙和2 kg 氯化钾或硫酸钾等化肥外, 还施用约10 kg 的花生麸和约150-200 kg 的人粪尿液肥等优质有机肥; 后者管理粗放、施肥水平较低、少施有机肥、且偏施氮肥。两果园土壤的养分见表1。

表1 两个果园的土壤养分
Table 1 Soil nutrients in two orchards

果园 Orchards	深度 Depth (cm)	pH	有机质 Organic matter	全量养分(g kg ⁻¹) Total nutrient			速效养分(mg kg ⁻¹) Available nutrient										
				N	P	K	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
白沙坪 Baishaping	0-50 50-80	7.29 6.41	14.25 3.52	1.00 0.42	0.40 0.24	5.3 4.3	41.1 23.8	25.0 17.9	90 310	1327 1622	141.6 101.6	10 15	34 135	痕迹 1.0	痕迹 4.0	0.78 0.53	0.142
横石 Hengshi	0-50 50-80	6.80 4.68	20.08 8.45	1.04 0.92	1.30 0.34	8.3 8.6	81.0 74.0	483 5.16	756 48	1718 836	124.4 90.1	26 21	459 136	7.0 1.0	132 3.0	1.58 0.49	1.612

土壤采集方法 在多株树的树冠滴水线下四周分层取根际土壤, 取土深度分别为0-50和50-80 cm。

叶片样采集和制备 在各生育时期, 统一在树冠外周的中部当年春梢顶叶下数第3-4节取叶片, 叶片取回用自来水洗干净后再用蒸馏水冲洗, 用80℃杀青、60℃烘干, 粉碎备用。

分析方法 用硫酸和高氯酸一次性消化, 溶液用于测N、P、K、Ca、Mg, 干灰化后用盐酸溶解测Fe、Mn、Cu、Zn; 扩散法测N、钼锑抗比色法测P、火焰光度法测K、原子吸收法测Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn; B和Mo用干灰化法, 姜黄素比色法测B, 极谱仪测Mo。各元素测定均2-3次重复。

2 结果和分析

2.1 果园土壤养分状况

从表1看出, 两个果园的土壤有机质、大量元素和中微量元素水平均有差异, 施肥管理水平高的横石果园的土壤养分水平较高。

2.2 叶片不同生育时期的矿质元素含量和比例

优质高产树的营养叶片在各时期的某种养分元素含量, 反映出树体在各个时期对某种养分

的需求量和某种需求比例^[1], 根据这些量和比例再考虑肥料利用率参数, 可供施肥时参考。表2可见, 不同施肥水平的两果园的沙田柚营养叶片中各元素, 在不同的生育时期均有不同的含量, 且各元素之间的比例在各时期也不同, 表明不同施肥水平和不同生育期的柚树营养状况不同。因此, 须据不同土壤养分状况和不同生育时期施用不同元素和比例的肥料。

表2 沙田柚不同生育时期叶片的元素含量

Table 2 Element contents in leaves of *Citrus grandis* Osbeck cv. Shatianyou at different development stages

果园 Orchards	树性 Trees	采样时期 Sampling date (M/D)	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
白沙坪 Baishaping	正常 Normal	5/9	20.23	0.82	7.67	14.20	3.59	53.4	23.8	17.59	94.8	10.6	0.0156
		7/7	18.12	1.31	20.77	12.92	2.62	87.6	23.9	13.33	24.05	66.5	0.2219
		9/9	15.42	0.55	5.59	16.95	0.85	6.91	14.07	59.34	32.55	97.1	0.3050
		10/29	24.24	1.34	12.73	21.95	2.38	47.92	35.21	7.39	22.95	100.8	0.2934
		12/8	20.05	0.717	8.18	22.04	1.21	143.3	61.19	14.86	24.6	98.4	0.3020
	退化 Retrogressive	5/9	14.62	1.03	8.86	10.04	2.96	76.7	16.3	22.39	140.9	12.8	0.0278
		7/7	17.39	1.15	13.50	2.95	0.419	106.0	10.84	17.07	12.95	91.2	0.1633
		9/9	11.40	0.428	6.86	14.62	0.589	34.83	3.24	22.08	15.9	146.1	0.2476
		10/29	21.61	1.49	22.63	19.84	2.88	73.93	18.37	49.98	16.4	133.3	0.3498
		12/8	20.78	0.735	14.29	17.81	1.29	111.5	14.31	36.70	17.6	106.3	0.4316
横石 Hengshi	正常 Normal	4/9	20.46	1.31	15.02	20.94	4.29	78.9	22.5	10.39	69.1	4.0	1.874
		5/9	19.64	0.71	38.03	17.78	2.98	99.9	23.8	8.79	68.2	53.9	1.176
		7/7	21.57	1.03	25.69	12.59	2.05	103.4	13.86	196.7	28.7	92.2	3.621
		9/9	12.34	0.512	6.24	19.81	0.776	11.98	4.54	158.9	33.3	113.4	3.118
		10/29	22.75	1.00	15.02	23.21	1.71	134.9	17.56	133.26	24.2	142.4	1.539
	退化 Retrogressive	12/8	19.57	0.558	9.35	21.13	0.652	91.20	23.56	84.30	18.8	102.7	1.948
		4/9	19.09	2.33	15.40	17.21	3.29	39.5	15.0	15.19	55.4	4.7	2.826
		5/9	16.08	1.60	15.53	14.05	3.54	78.0	17.5	7.99	69.0	32.2	1.334
		7/7	22.79	1.33	27.88	5.87	2.14	70.4	18.63	287.3	15.0	89.35	3.748
		9/9	15.13	0.696	7.50	13.39	0.644	16.89	14.61	244.6	25.6	112.5	3.182
10/29	23.09	1.37	17.47	16.77	2.05	78.05	20.82	89.5	24.0	146.6	1.676		
12/8	22.14	0.601	13.18	19.24	0.734	201.43	15.53	81.43	36.1	121.4	2.549		

根据表2得知, 优质果树的情况如下:

春梢老熟、生理落果期(4月份): 横石果园, N:P:K:Ca:Mg 和 Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 分别为 1:0.064:0.734:1.023:0.210 和 3.47:1:0.462:3.07:0.178:0.083。

夏梢萌发、果实迅速膨大期(5月份): 横石果园, N:P:K:Ca:Mg 为 1:0.057:1.936:0.905:0.152; Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 为 4.197:1:0.369:2.866:2.265:0.049。在白沙坪果园的分别为 1:0.041:0.379:0.702:0.177 和 2.244:1:0.329:3.983:0.445:0.0007。可以看出, 后者的 K、B、Mo 水平明显偏低。

果实膨大期(7月份): 横石果园, N:P:K:Ca:Mg 为 1:0.048:1.191:0.584:0.095; Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 为 7.43:1:14.19:2.07:6.65:0.261; 白沙坪果园的分别为 1:0.072:1.146:0.713:0.145 和 3.665:1:0.558:1.006:2.782:0.00928。表明管理水平低的白沙坪果园的微量元素水平严重不平衡。

果肉膨大期(9月份):横石果园, N:P:K:Ca:Mg 为 1:0.030:0.364:1.155:0.045; Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 为 2.639:1:35:7.335:24.98:0.687; 白沙坪果园的分别为 1:0.036:0.388:1.099:0.055 和 0.491:1:4.217:2.313:6.90:0.022。后者的微量元素水平仍然很不平衡,以 Mn 偏高,而 Fe、Mo 等偏低。

果实成熟、花芽分化初期(10月底):横石果园, N:P:K:Ca:Mg 为 1:0.044:0.66:1.02:0.075; Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 为 7.68:1:7.59:1.38:8.11:0.088; 白沙坪果园的分别为 1:0.055:0.525:0.906:0.098 和 1.36:1:0.21:0.65:2.86:0.0083。后者仍然是 Mn 偏高,而 Fe、Mo 等偏低,情况与果肉膨大期的相似。

花芽分化期(12月份):横石果园, N:P:K:Ca:Mg 为 1:0.028:0.48:1.08:0.033; Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo 为 3.87:1:3.58:0.8:4.36:0.08; 白沙坪果园的分别为 1:0.0358:0.408:1.10:0.06 和 2.34:1:0.24:0.40:1.61:0.005。

退化果树各元素在各生育期的变化与正常树相近,未见特别异常的元素含量。

2.3 叶片营养元素含量的季节性变化

柚营养叶片中各元素的季节性变化反映出柚树体在各物候期对各养分的生理需求^[12]。现以横石果园为例,讨论其年周期变化情况。

如表 2 所示,正常树与退化树,各元素的年周期性变化模式相似,只是在盛花期至生理落果期(约 5 月份)退化树的镁含量较正常树低。以下仅简述正常树的年周期变化情况。

在果肉膨大期后至花芽分化前期(10月底至 12 月份之前)同时达到最高峰的元素有 N、B 和 Ca,同时在果肉膨大期(9 月份)达到最低值的有 N 和 Fe;此外还有一个亚高峰在果实膨大期(6-7 月份)的也是 N 和 Fe。

在幼果期(4-5 月份)达到全年最高峰和在花芽分化初期(10 月份)还有一个亚高峰的元素有 K、P、Mg、Zn、Mn,最低值在果肉膨大期(9 月份)的元素是 K、P、Mg、Mn。

只在果实膨大期(6-8 月份)有一个高峰值的元素是 Cu 和 Mo。Cu 在此时的含量高的可达 200 mg kg⁻¹,这可能与当时喷农药或波尔多液较多有关。总的趋势是叶片中 Mn、B 含量随着叶龄增大而增高,春季开花和抽梢的四、五个月不断上升,至采果前后则显著下降;叶片的 K、Mg、Zn 含量则是随叶龄增大而逐渐下降,中间有波动;全年变化幅度较少的是 N、Ca、P、Mn 和 Mo。

2.4 叶片营养元素间的相互关系

就营养生理角度而言,沙田柚植株中各元素并非是孤立的,它们之间存在着相互作用,亦即一种元素会对另一种或几种元素产生明显的影响。这种相互作用影响着元素的吸收、运转或利用^[9]。植株在对各元素的吸收、利用过程中,离子的吸收、运输和合成较为复杂,故元素间的关系也是多样性。从表 2 的分析结果进行相关统计,可得沙田柚叶片元素间的相互关系(表 3)。

各元素间的相互关系错综复杂,有强烈促进作用的有 N—Fe、N—Mo、K—B、Cu—Mo、Ca—Mo、P—Mg、P—Mo、Mg—Zn、Fe—B、Mn—B 等;而有强烈拮抗作用的有 N—B、K—Mo、B—Mo、Cu—B、P—B、Fe—Cu、Mn—Mo 等。

表3 两种树性的沙田柚叶片各元素间的相互作用

Table 3 Correlation of various elements in leaves of normal and retrogressive trees

元素 Element	正常树 Normal tree	退化树 Retrogressive tree	元素 Element	正常树 Normal tree	退化树 Retrogressive tree	元素 Element	正常树 Normal tree	退化树 Retrogressive tree
N—K	+	+	K—Mo	-**	-**	Mg—Cu	-	-*
N—Ca	-	-	Ca—P	-	+	Mg—Zn	+++	+++
N—P	+	+	Ca—Mg	-	-	Mg—B	-**	+++
N—Mg	+	-	Ca—Fe	+	+	Mg—Mo	+++	-**
N—Fe	+++	+	Ca—Mn	+	-	Fe—Mn	+	+
N—Mn	+	+	Ca—Cu	-	-*	Fe—Cu	-	-
N—Cu	+	+	Ca—Zn	+++	-**	Fe—Zn	-**	+++
N—Zn	+++	-**	Ca—B	+++	-**	Fe—B	+++	+
N—B	-**	-**	Ca—Mo	+++	+++	Fe—Mo	-**	-**
N—Mo	+++	+++	B—Mo	-**	-**	Mn—Cu	-	+
K—Ca	-	-	P—Fe	+	-	Mn—Zn	-	+++
K—P	+	+	P—Mn	+	+	Mn—B	+++	+++
K—Mg	+	+	P—Cu	-	-*	Mn—Mo	-**	-**
K—Fe	+	+	P—Zn	+++	-**	Cu—Zn	+++	-**
K—Mn	+	+	P—B	-**	-**	Cu—B	-**	-**
K—Cu	-	+	P—Mo	+++	+++	Cu—Mo	+++	+++
K—Zn	-**	+++	Mg—Fe	+	-	Zn—B	-**	+++
K—B	+++	+++	Mg—Mn	+	+	Zn—Mo	+++	-**

+表示正相关 Positively correlated; -表示负相关 Negatively correlated; *表示相关性显著 Significantly;
**表示相关性极显著 Very significantly.

正常树与退化树完全相反的有 K—Zn、Cu—Zn、Ca—Zn、Ca—B、P—Zn、Fe—Zn、Zn—B、Zn—Mo 等。是否因为这些关系之间的生理障碍引起柚树的退化有待进一步研究。此外, 由于植株体内元素间的相互关系受诸多内因和外因的影响, 对这种复杂的关系及影响机制尚有待深入研究。

参考文献:

- [1] 张福锁, 樊小林, 李晓林. 土壤与植物营养研究新动态 [M], 第二卷. 北京: 中国农业出版社, 1995, 343—361.
- [2] 庄伊美. 柑桔营养与施肥 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1992, 1—16.
- [3] J J 莫尔维德特, 等(美). 中国农业科学院土壤肥料研究所编译. 农业中的微量元素 [M]. 北京: 农业出版社, 1984, 194—207.