

恭城沙田柚果实品质与土壤环境化学的研究

Discussion on the Quality of Shatianyou (*Citrus grandis*) and Soil Environmental Chemistry in Gongcheng

刘康怀 李艳红
Liu Kanghuai Li Yanhong

(桂林工学院 桂林市建干路 12号 541004)
(Guilin Institute of Technology, 12 Janganlu, Guilin, 541004)

摘要 在恭城县城选择三种不同情况的沙田柚环境(挂果好,当年产 300多个;挂果一般,当年产 50个;从不挂果,树龄已有 8年,结果无望)采样,分析土壤、果实、树枝叶的常量元素和微量元素。结果表明,恭城沙田柚全糖含量平均值达 10%以上,可溶性固形物含量达 17%,柠檬酸 0.3%,糖酸比和固酸比多在 30以上。品质优的沙田柚生长的土壤 K_2O 、 P_2O_5 含量分别为 1.8003%~2.2125%和 0.1524%~0.1818%,不挂果沙田柚土壤中 Al_2O_3 含量高达 21.15%。认为恭城沙田柚土壤环境化学背景条件是: $La < 50 \times 10^{-6}$, $Y < 30 \times 10^{-6}$, $Pb < 6 \times 10^{-6}$;果皮中相应微量元素的含量特征是: $La < 1 \times 10^{-6}$, $Y < 5 \times 10^{-6}$, $Ba < 100 \times 10^{-6}$ 。建议恭城县的沙田柚适当增施 Zn、Cu、B 肥。

关键词 沙田柚 土壤环境化学 微量元素 果实品质

Abstract The soil, fruits, leaves and twigs of Shatianyou (*Citrus grandis*) were collected to test macro- and micro-elements from three kinds of different environments of Gongcheng county, in which the first situation is excellent fruitage with more than 300 fruits per tree in the current year; the second one is a common fruitage with 50 fruits, and the third one hasn't any fruits in the tree for 8 years and hopeless in the future. The results showed that the average content of sugar was more than 10%, the soluble solid state materials was 17%, citric acid was 0.3%. The ratios of sugar to acid and solid state materials to acid were more than 30. The contents of K_2O and P_2O_5 in the soil where the good quality Shatianyou trees grew were 1.30% to 2.21% and 0.15% to 0.18%, respectively. The soil where the trees are fruitless contains more than 21.15% of Al_2O_3 . The soil environmental chemistry background of the Shatianyou is $La < 50 \times 10^{-6}$, $Y < 30 \times 10^{-6}$, $Pb < 6 \times 10^{-6}$, and the element contents of the fruit-coat are $La < 1 \times 10^{-6}$, $Y < 5 \times 10^{-6}$. It is suggested that the fertilizers of Zn, Cu and B should be added more in the Shatianyou gardens of Gongcheng county area.

Key words Shatianyou (*Citrus grandis*), soil environmental chemistry, trace elements, Quality of fruit

中图法分类号 S 666.3 S 153.6

广西恭城瑶族自治县位于桂林市东南方向约 100 km 处,境内主要为中低山及丘陵地貌,属温带气候,土壤 pH 值为 5.4~7.8

恭城县境内沙田柚的栽培历史悠久,种植面积广,树龄最长者上百年。随着旅游业的发展和人民生活水平的不断提高,沙田柚已成为恭城县的重要出口

土特产品,沙田柚的收入已成为恭城县各民族人民的一个重要经济来源。

研究沙田柚果实的品质与土壤环境化学的特点,对于发展沙田柚生产,提高沙田柚的品质具有重要的现实意义,同时,也将为农业科学、环境科学提供重要的基础技术资料。

1 样品的采集与加工

1.1 样品布置与采样

恭城县城的土壤环境为河谷阶地沉积或坡积。考虑到研究对象的代表性,我们选择了三种不同情况的沙田柚环境进行了采样,即挂果好的沙田柚(当年产300多个)、挂果一般的沙田柚(当年产50多个)和从不挂果的沙田柚(树龄已有8年,主人认为挂果无望)。挂果沙田柚生长的土壤环境是:洪积层厚且土层较深,黄壤,主要成分为粘土,土中碎石有花岗岩、石英砂岩;不挂果的沙田柚是种植在一紫红色砂岩风化的土壤中,土层较薄,粘土成分少。

每个样点采集三个样品,其中柚树下土壤样品一个,要求剔除土中碎石、树根,并保证样重150g以上;相应采集该树的树枝和树叶样品一个,以叶为主,带有一些小枝,样品湿重500g以上;挂果植株的沙田柚样品选择生长正常,外皮亮黄,无疤痕的沙田柚。为了对比研究,在恭城县市场上还买了一个重1.5kg的沙田柚,同时到灵川县公平乡买了一个重0.4kg的酸柚作为对比样品。

1.2 样品的加工

土壤样品一律经自然晾干后,用木棒打碎,以保持其自然土壤颗粒的特点,然后,过160目标准筛,取筛下部分(-160目)作为分析样品。

果树叶和果皮均是首先切碎自然晾干,然后,装入镍坩锅在马福炉中缓慢进行灰化,样品从炭化到灰化需要4h~6h,灰化时尽量防止起明火。样品一旦全部灰化,即马上取出,如果样品仅是炭化或者灰化过头(灰分剩下无几)都不合用。经灰化后的样品装入纸袋再用塑料袋封装,以防受潮(因样品含K多,表1 沙田柚果实营养成分

特别是果皮样品),每个灰分样品的重量不少于10g

沙田柚果实样品去掉果皮后,送测试单位分析,由测试单位榨取其果汁作为分析样品。

2 样品分析

沙田柚果实样品的分析,按柑桔理化性状的常规指标和常规分析方法进行,由广西柑桔研究所中心化验室完成,样品合格率达100%。

土壤样品和树叶、果皮的灰分样品,均送有色金属工业总公司中南工业大学分析测试中心开放实验室进行分析,样品预处理采用全提取方法溶样,然后用美国贝尔德公司生产的P5-6型ICP光谱仪测定。

3 结果及分析

3.1 沙田柚果实的化学特征

沙田柚果实营养成分分析结果见表1

从表1的分析结果可以看出,恭城沙田柚的主要生化特征是:

(1)全糖含量较高,其平均值达10%以上,说明糖是恭城沙田柚的主要营养成分之一。恭城沙田柚与广西容县的沙田柚相比,两者的全糖含量十分接近,但恭城沙田柚的全糖含量明显高于浙江文旦柚的全糖含量。

(2)恭城沙田柚的可溶性固形物的含量高达17%,这一含量比例特征也与容县沙田柚十分相近,而明显高于文旦柚。

(3)恭城沙田柚中,维生素丙的平均含量接近80mg/100mL,其值与酸柚中的维生素丙含量比较接近。

Table 1 Analysis results of the Shatianyou fruits

原始编号 No.	种类 Kind	维生素丙 Vitamin C (mg/100 mL)	柠檬酸 Citric acid (%)	全糖 Sugar (%)	还原糖 Reducing sugar (%)	可溶性固形物 Soluble solid state materials (%)	糖酸比 Sugar/acid	固酸比 Solid acid	备注 Remark
A2- 2- C	沙田柚 Shatianyou	92.87	0.44	13.30	3.02	16.9	30.5	38.76	恭城 Gongcheng
A2- 2- d	沙田柚 Shatianyou	57.01	0.39	8.28	3.28	12	21.23	30.77	恭城 Gongcheng
恭 1	沙田柚 Shatianyou	83.49	0.31	13.90	2.92	17	44.84	54.84	恭城 Gongcheng
公 1	酸柚 Acid shaddock	80.47	3.18	9.96	6.50	16.1	3.13	5.06	公坪 Gongpin
容县沙田柚	沙田柚 Shatianyou			13~16		16~17			容县* Yongxian
玉环文旦柚	文旦柚 Yuhuan shaddock			0.94	9.04	2.35	10~13		浙江* Zhejiang

* 引自文献 [1] From reference [1]

(4) 恭城沙田柚还原糖含量略高于文旦柚, 而比酸柚的还原糖低三个百分点, 相应的柠檬酸含量也偏低, 比文旦柚的柠檬酸低 0.5% 还多, 比酸柚低了一个数量级, 恭城沙田柚的糖酸比多在 30 以上。

(5) 恭城沙田柚的固酸比超过 30, 其值比酸柚高了一个数量级。

据玉环县特产科研所报道, 沙田柚中还含有少量的维生素 B, 及 Ca R Fe 等组分, 充分表明了沙田柚的营养成分确实非常丰富。

3.2 沙田柚的土壤化学特征

关于沙田柚生长的优势地质背景问题已有学者进行过探讨^[1,5], 而地质背景的不同, 归根到底是土壤化学的差异, 下面从两方面讨论恭城沙田柚的土壤化学特征。

3.2.1 常量元素的土壤化学

由表 2 可知:

表 2 沙田柚植株土壤环境常量成分 (%)

Table 2 The common elements of the soil environment of Shatianyou

编号 No.	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	备注 Remark
A2- 2- C	0.0670	0.0427	14.203	0.4839	3.5628	49.553	8.9075	0.1742	果皮 Fruit-cat
A2- 2- a	0.2160	0.3173	6.1025	0.4775	1.3764	62.867	0.0100	0.1766	柚叶 Leaves
A2- 2- b	3.1665	8.4889	1.8003	0.1665	0.5486	1.0230	0.1260	0.2459	树下土 Soil under tree
AD- 1	3.2642	8.8267	1.8957	0.1818	0.5969	1.1390	0.1302	0.3043	树下土 Soil under tree
A2- 2- d	0.1144	0.0759	30.724	1.6255	3.3418	18.785	0.0087	0.1155	果皮 Fruit-cat
A2- 1- a	0.6228	0.3757	11.513	0.7983	1.8840	52.942	0.8131	0.1741	柚叶 Leaves
A2- 1- b	3.5927	9.6120	2.0037	0.1710	0.6010	1.4389	0.1188	0.3186	树下土 Soil under tree
A2- 1- C	4.0383	10.876	2.2125	0.1524	0.6562	0.8686	0.1237	0.2016	树下土 Soil under tree
全国土壤平均值* Chinese average	6.58	12.86	0.95	0.11	8.91	1.17		0.58	

* 引自文献 [2] From reference [2]

表 3 沙田柚植株土壤环境微量元素 ($\times 10^{-6}$)

Table 3 The trace elements of the soil environment of Shatianyou

编号 No.	Zn	Pb	Be	La	Mo	Y	Cu	Ba	备注 Remark
A2- 2- c	10.115	0	0	0.8516	0	4.5549	32.815	87.833	果皮 Fruit-cat
A2- 2- a	115.60	0	0	1.8370	0	6.3267	181.17	133.85	柚叶 Leaves
A2- 2- b	101.09	7.0059	1.5475	47.320	0.2097	29.468	41.369	278.99	树下土 Soil under tree
AD- 1	109.76	0	1.5941	56.332	1.0928	30.445	88.112	299.51	树下土 Soil under tree
A2- 2- d	50.955	0	0	0	0	1.3006	32.093	46.009	果皮 Fruit-cat
A2- 1- a	557.90	1.8995	0	2.6817	0	5.7120	507.76	183.37	柚叶 Leaves
A2- 1- b	116.16	0.2358	1.7106	46.193	1.6123	29.251	46.032	279.70	树下土 Soil under tree
A2- 1- c	87.476	2.0174	1.9087	47.883	2.5475	26.575	35.363	298.47	树下土 Soil under tree
全球中值 Global average	90	35	0.3	40	1.2	48	38	500	

* 引自文献 [3] From reference [3]

(1) 恭城沙田柚正常生长的土壤环境中 Fe₂O₃ Al₂O₃ MgO Na₂O 的含量均偏低, 与严健汉所提供的我国 8 个土壤样品的平均值^[2]相比, 其中 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 平均低 3 个百分点左右, MgO 和 Na₂O 低 0.2% ~ 0.5%。

(2) 明显高于全国土壤平均值的元素组分是 K₂O 和 P₂O₅, 其中尤以 K₂O 相对浓集的特征明显, 其浓度系数 (土壤含量/全国土壤平均值) 多大于 2, 表明 R K 理所当然是沙田柚的主要营养组分。

3.2.2 微量元素的土壤化学

沙田柚植株土壤环境微量元素成分见表 3 由表 3 可知:

(1) 微量元素 Zn Be La Cu 等在正常沙田柚果树生长土壤中的分配量明显偏高, 其值与全球土壤中对对应元素的丰度值相比, 其中 Be 的富集倍数多在 5 以上, Zn La Cu 元素的富集倍数为 1.0 ~ 3.0

(2) 沙田柚生长土壤中含量低于全球土壤中丰度值的微量元素有 Pb Y Ba等,这些微量元素可能对沙田柚的生长具有某种毒性作用,当土壤中 Pb Y 的含量偏低时,明显有利于作物的生长

3.3 沙田柚植株体内的植物化学特征

(1) 按照植株吸收组分运移的方向:从土壤→→ 柚树叶→ 柚子皮,可以看出, K₂O P₂O₅ MgO的含量是逐次增加,其中, K₂O和 MgO的积累系数均在 2以上 表明 Mg和 K P一样也是沙田柚的营养元素。各器官中 Fe₂O₃ Al₂O₃ MnO则依次递减,这些成分不仅是其本身进入植株体内的能力较差(即化学活动性差),而且也表明沙田柚生长时对它们的需求量有限 CaO的分配情况较特别,它们在土壤和果皮中含量相对低,而在柚叶中含量最高,显然,钙是沙田柚枝叶的主要组分之一。

(2)微量元素在沙田柚植株体内的浓集系数大小依次为: Cu > Zn > Ba > Y > La 说明沙田柚对微量元素的吸收具有选择性,相对多者可视为营养组分,而吸收少者可能为非营养元素或毒性元素 Zn Cu两元素在柚叶中含量最高,而它们在果皮中的含量仅高于(个别偏低)在土壤中的含量,由此可见,Zn Cu是沙田柚植株的必需营养元素,且主要在其树叶中积聚 La Y Ba在土壤 树叶 果皮中的分配量则呈递减变化,这表明沙田柚对它们只需适量,它们不是必需营养元素。Pb Be Mo三元素几乎不被沙田柚或其植株吸收,它们也是沙田柚不需要的微

表 4 挂果与不挂果沙田柚特征对比

Table 4 Comparison of the characteristics of Shatianyou between fruiting and fruitless

类 别 Kind	样品数 No. samples	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	MgO (%)	CaO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)
挂果柚叶 Leaves of fruiting trees	2	0.4194	8.3465	8.8077	0.6379	1.6302	57.905	0.0125	0.1753
不挂果叶 Leaves of fruitless trees	1	0.7576	1.3128	12.724	0.7680	3.1452	42.736	0.0264	0.2920
挂果土壤 Soil where fruiting trees grow	4	4.1406	9.4500	1.9780	0.1679	0.6006	1.1173	0.1291	0.2655
不挂果土壤 Soil where fruitless trees grow	2	3.1419	21.150	3.7463	0.0643	0.8326	0.4458	0.0361	0.4220

类 别 Kind	样品数 No. samples	Zn (× 10 ⁻⁶)	Pb (× 10 ⁻⁶)	Be (× 10 ⁻⁶)	La (× 10 ⁻⁶)	Mo (× 10 ⁻⁶)	Y (× 10 ⁻⁶)	Cu (× 10 ⁻⁶)	Ba (× 10 ⁻⁶)
挂果柚叶 Leaves of fruiting trees	2	336.75	0.9497	0	2.2593	0	6.0193	344.96	158.61
不挂果叶 Leaves of fruitless trees	1	273.44	0	0	5.0818	0	9.3629	431.14	595.66
挂果土壤 Soil where fruiting trees grow	4	87.333	2.3147	1.6902	49.432	1.3655	28.935	52.721	287.17
不挂果土壤 Soil where fruitless trees grow	2	45.908	43.897	2.0484	58.585	10.004	32.940	13.837	728.69

量组分。

3.4 挂果与不挂果沙田柚的植物化学特征比较

表 4表明:

(1) 挂果沙田柚植株的土壤中 P₂O₅和 CaO MnO的含量偏高,Al₂O₃和 K₂O的含量则明显低。说明 P Ca Mn等组分有利于沙田柚生长发育。植株中 Al₂O₃ K₂O的高值特征可能是导致其不挂果的重要原因之一,因为铝是一种对植物具有低毒、非必要的微量元素^[4]。沙田柚植株生长土壤中大量 Al₂O₃的积聚必定会导致其生理变异。本例中,不挂果土壤中的 Al₂O₃含量已远远高于我国土壤中的平均含量(12.8%),因此,有理由确认其毒性作用对不挂果沙田柚所产生的影响

(2) 在挂果与不挂果的柚树中,常量元素的积累水平大致相近,其中 K₂O P₂O₅ MgO CaO等在挂果沙田柚中为积聚明显的成分,其他成分积聚不明显 Al₂O₃ MgO Fe₂O₃ K₂O等在不挂果柚树叶中的含量较挂果树中偏高,这进一步说明大量的铝可能导致沙田柚不挂果。尽管土壤环境化学的差异可能导致植株吸收组分的不同,但 Al K的过量对沙田柚挂果的影响是比较明显的。

(3)挂果与不挂果沙田柚的微量元素含量特征区别较明显,在挂果植株土壤中 Pb Mo Ba含量明显偏低,而 Zn和 Cu的含量则偏高;La Y在研究区土壤中含量较高,在果树中含量较低,这些元素既是沙田柚的营养组分,又显示出对沙田柚的“毒性”特征

表 5 沙田柚果皮分析结果

Table 5 Analysis results of the fruit-coat of Shatianyou

原始编号 No.	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	MgO (%)	CaO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	类别 Kind
恭 1	0.16	0.13	25.68	1.69	5.56	24.90	0.01	0.05	沙田柚 Shatianyou
A2- 2- c	0.07	0.04	14.20	0.48	3.56	49.55	0.01	0.17	沙田柚 Shatianyou
A2- 2- d	0.11	0.08	30.72	1.63	3.34	18.79	0.01	0.11	沙田柚 Shatianyou
公 1	0.05	0.03	22.30	0.55	2.65	34.76	0.004	0.006	酸柚 Acid shaddock

原始编号 No.	Zn (× 10 ⁻⁶)	S (× 10 ⁻⁶)	B (× 10 ⁻⁶)	La (× 10 ⁻⁶)	Y (× 10 ⁻⁶)	Cu (× 10 ⁻⁶)	Ba (× 10 ⁻⁶)	全糖 Sugar (%)	类别 Kind
恭 1	64.14	0.029	6.53	0	2.55	47.52	96.24	13.9	沙田柚 Shatianyou
A2- 2- c	10.11	0.024	8.54	0.85	4.55	32.82	87.83	13.3	沙田柚 Shatianyou
A2- 2- d	58.96	0.034	5.47	0	1.38	32.89	46.81	8.28	沙田柚 Shatianyou
公 1	15.76	0.016	5.36	0	2.20	30.58	17.68	9.96	酸柚 Acid shaddock

沙田柚植株积累微量元素的规律是,挂果植株中 (Zn Cu) > (La Y Ba); 反之,不挂果植株中 (La Y Ba) > (Zn Cu)

3.5 沙田柚与酸柚果皮的植物化学差异

表 5表明:

(1) 沙田柚的果皮中以富集常量元素为特征,其中 Fe Al Na R K的氧化物含量明显比酸柚的果皮中高,而 CaO略偏低.沙田柚与酸柚尽管品种不同,但其常量元素相对富集特征的差异,提示两者对生长的土质要求有所不同,一般来说,组分复杂的冲积、洪积层土壤应有利于沙田柚生长,而酸柚的适应性更广。

(2) 元素 Zn Cu S B Ba等在沙田柚果皮中的含量较高,其中 Zn S Cu最为明显,这些元素在酸柚果皮中含量低,说明这些组分至少有部分参与了沙田柚中糖的合成,沙田柚的生长需要这些微量元素组分。

4 讨论

沙田柚吸收成分的分析表明,土壤中 K₂O P₂O₅ CaO MgO等应具有较高的可溶性含量.品质相对上乘的沙田柚的土壤中 CaO MgO具有较高的含量, K₂O的含量小于 2%而大于 1%时,沙田柚品质良好。

Cu Zn与沙田柚的全糖含量具明显的正相关关系,说明两者可能参与沙田柚酶的合成作用,从而提高其品质

沙田柚品质变差的土壤中 Fe₂O₃ Al₂O₃ S含量

偏高,说明这些元素的含量在研究区已趋于过饱和,土壤中某些元素含量过高也会具毒性作用.如 La Y Ba Pb,其中 Pb和 La的毒性最明显.恭城沙田柚的优势土壤环境化学背景条件是: La < 50 × 10⁻⁶, Y < 30 × 10⁻⁶, Pb < 6 × 10⁻⁶; 果皮中相应微量元素的含量特征是: La < 1 × 10⁻⁶, Y < 5 × 10⁻⁶, Ba < 100 × 10⁻⁶.沙田柚的营养微量元素还有 S B.恭城县沙田柚土壤中以缺 Zn最明显,其次是 Cu和 B,建议在该地区注意增施 Zn Cu和 B肥,以提高沙田柚的品质

致谢

本课题得到了有色金属工业总公司中南工大学分析测试中心资助,广西柑桔研究所协助分析了部分样品,值此谨表诚挚谢意

参考文献

- 1 钟峻科. 试论广西容县沙田柚品质变异与地质背景的关系. 广西地质, 1989, 2 (4): 93~ 97.
- 2 严健汉. 环境土壤学. 武汉: 华中师大出版社, 1985. 65.
- 3 戎秋涛,翁焕新. 环境地球学. 北京: 地质出版社, 1990. 271~ 276.
- 4 戴塔根,刘汉元. 微量元素地球化学及应用. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992. 266~ 269.
- 5 冯群耀. 略论广西大农业的地质背景. 广西地质, 1989, (4): 83~ 92.
- 6 刘康怀. 农业地球化学刍议. 桂林冶金地质学院学报, 1992, 12 (1): 98~ 106.
- 7 马成广. 中国土特产大全. (上). 北京: 新华出版社, 1985. 402~ 403.

(责任编辑: 蒋汉明)