

枇杷的不同器官中元素地球化学特征

王徽, 范辉, 张勤

(中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北廊坊 065000)

摘要: 枇杷是药用价值很高的一种经济水果。研究不同母岩类型产区的枇杷中元素的地球化学特征, 发现同一品种枇杷中元素的富集部位各不相同, 而不同品种的枇杷所富集的元素种类大致相同, 只是富集程度有差异。有益、营养元素在叶片中的含量大多高于其他部位; 有害元素不超标。与枇杷果关系较为密切的营养元素主要为 N、P、K、Ca、Mg; 微量营养元素为 B、Zn、Cu。

关键词: 枇杷; 有益、营养元素; 有害元素; 地球化学特征

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2006)04-0354-03

我国加入 WTO 后, 水果业面临严峻挑战, 橙类、香蕉等水果受冲击较大, 而芦柑、龙眼、枇杷等水果属竞争力强的水果品种。枇杷的花、叶、树皮、根等均可药用, 自古以来就是我国重要的中药材^[1]。研究枇杷不同器官中元素地球化学特征可以更好地了解在土壤-枇杷生态系统中元素的运移、变化规律以及土壤地质环境对枇杷品质的影响, 为划分优质枇杷种植的适宜区和限制区提供科学依据。

福建省是我国主要的枇杷栽种地之一。选择在枇杷生产和土壤地质背景两方面均有较好代表性的枇杷产地——莆田市常太镇、庄边镇和新县镇作为主要的研究产区。根据莆田市种植品种, 选定“解放钟”、“早钟6号”作为枇杷研究的主要品种。

1 研究区概况

莆田市的气候特点是夏无酷暑, 冬无严寒, 终年温和, 四季长青, 霜期极短, 冰雪罕见, 湿润多雨。年平均气温 20.3 °C, 年均降雨量为 900 ~ 1 700 mm, 适合枇杷生长对地面环境的要求。

3 个枇杷产区的母岩类型分别以花岗岩(新县)、流纹质凝灰岩(常太)和英安质凝灰岩(庄边)为主。各果园表层土壤类型多以红壤为主。

2 枇杷不同器官的元素含量特征

2.1 土壤-枇杷生态系统中元素的关系

植物生长在土壤之上的大气环境里, 扎根于土壤之中, 通过根系从土壤中吸收水分及各种营养物质。按照 DD2005—02 技术标准^[2]农作物可食部分

的生物富集系数(G)由下式求得:

$$G = (C_b / C_c) \times 100\%$$

其中 C_b 为生物体中的元素含量, C_c 为根系土中的元素含量。以此式计算了枇杷产区红壤上不同品种的枇杷果实的生物富集系数(表 1)。

表 1 枇杷产区不同品种枇杷果生物富集系数 %

品种	早钟 6 号			解放钟		
	常太	庄边	新县	常太	庄边	新县
$\alpha(N)$	757	478	961	1151	404	947
$\alpha(P)$	10.2	10.7	12.3	14.6	4.4	16.5
$\alpha(K)$	12.3	9.0	3.6	11.2	6.0	3.3
$\alpha(Ca)$	2.6	2.6	5.2	4.9	1.3	7.0
$\alpha(Mg)$	2.3	2.0	2.6	3.3	0.6	3.8
$\alpha(Fe)$	0.0034	0.0034	0.0070	0.0047	0.0014	0.0077
$\alpha(Mn)$	0.14	0.24	0.80	0.39	0.20	1.55
$\alpha(Cu)$	0.50	1.40	1.39	0.90	0.52	1.87
$\alpha(Zn)$	0.44	1.34	1.65	0.69	0.62	2.11
$\alpha(B)$	13.5	17.1	46.7	8.5	9.9	29.0
$\alpha(Mo)$	0.10	0.44	0.61	0.14	0.65	1.31
$\alpha(Se)$	0.16	0.10	0.28	0.21	0.01	0.19
$\alpha(As)$	0.15	0.07	0.30	0.16	0.05	0.25
$\alpha(Pb)$	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02
$\alpha(Hg)$	1.0	1.3	1.3	0.6	0.4	0.6
$\alpha(Cd)$	5.7	4.2	16.0	6.1	35.1	13.9
$\alpha(Cr)$	0.58	0.36	0.76	0.70	0.57	0.74
$\alpha(F)$	4.5	3.6	2.7	4.5	6.7	3.9

从表 1 可以看出, 同一品种枇杷在不同产区的生物富集系数差别明显, 以新县枇杷产区所产枇杷果中有益、营养元素的富集系数最大, 富集元素种类最多。这可能与不同产区不同的母岩类型有关。

不同品种之间生物富集系数亦具有较明显的差别。以常太枇杷产区为例,早钟 6 号、解放钟富 N 的顺序递增,K、B 在二者中顺序递减,P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 等则在解放钟中最富。农作物的生物富集程度划分为 3 个级别:G < 1.5%,为低富集;G = 1.5% ~ 4.5%,为中富集;G > 4.5%,为高富集。

早钟 6 号——3 个枇杷产区的 N、P、B 为高富集,K 在常太、庄边枇杷产区为高富集,新县产区为中富集;Ca 与 K 相反;Cd 在庄边为中富集,在常太、新县为高富集;Mg、F 在 3 个产区均为中富集。其他元素都是低富集。

解放钟——与早钟 6 号相似,所不同的是 Mn、

Cu、Zn 在新县为中富集;Mg 在庄边为低富集;Cd 在庄边尤为高富集;F 在庄边为高富集,另 2 个产区为中富集。

上述说明 枇杷品种以解放钟富集有益、营养元素最多。

2.2 枇杷不同器官的元素含量特征

2.2.1 枇杷果肉、果皮、果核中元素含量特征

不同枇杷产区、不同品种的枇杷果肉、果皮、果核中元素含量变化趋势一致,并且果皮、果核中元素含量都高于果肉。

图 1 所示为新县枇杷产区的早钟 6 号、解放钟枇杷果、皮、核之间的元素含量对比。从图中可见,

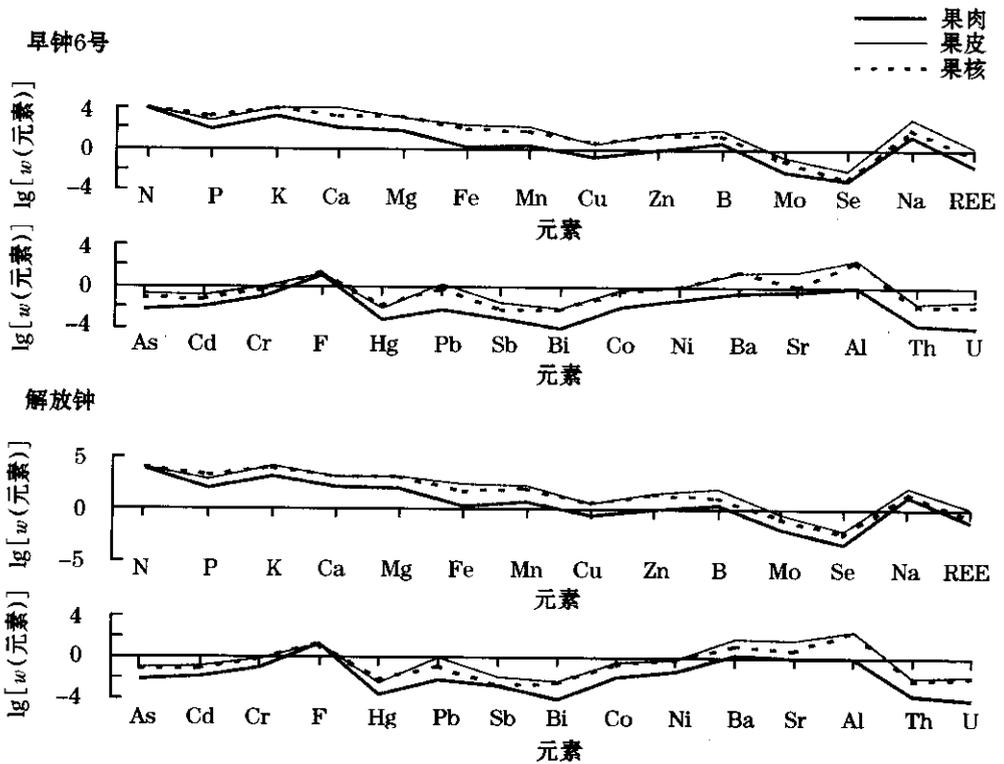


图 1 新县产区枇杷果肉、果皮、果核元素含量特征

N、P、K、Ca、Mg、Fe、B、Mn、Na 等有益、营养元素含量在三者中相对较高,Al、Ba、Sr 含量也相对较高;有害元素除 F 含量相对较高,Pb 含量略高外,其他有害元素含量值相对较低。

常太和庄边枇杷产区元素含量变化与新县产区类似,只是不同产区富集的元素及其含量略有差异。常太产区不同于另外产区的是 Ba、Sr 含量不高。

不同产区、不同品种的枇杷果中营养元素 N、P、K、Ca、Mg 较为富集。微量营养元素中 B、Zn、Cu 含量较高,其他元素含量较低。有害元素 F 含量最高,次为 Cr,其他有害元素则较低。不同品种的枇杷富集的元素基本一致,但含量高低不同。

2.2.2 枇杷叶、枝、根中元素的含量特征

表 2 列出了常太产区 2 种枇杷叶、枝、根中元素的含量特征,另外 2 个枇杷产区的情况与此类似。

从表 2 中可见,早钟 6 号、解放钟枇杷中 N、K、Mg、Mg、S、Mn、Zn、B、Mo 的含量由高至低依次是叶、枝、根;Ca、Cl、Fe 则是在根中的含量最高;P、Cu 含量在叶片中较高。有害元素除 F 以外,在叶片中的含量多是最低的。

综上所述,同一品种枇杷中不同元素的富集部位各不相同,也就是说,不同元素富集在枇杷的不同器官。而不同品种的枇杷所富集的元素种类大致相同,只是富集程度有差异。枇杷果的生物富集系数

表 2 常太枇杷产区不同品种枇杷器官中元素含量

元素	早钟 6 号			解放钟		
	叶	枝	根	叶	枝	根
N	22325	12500	10333	19136	11048	7819
P	2791	1489	1696	1862	1860	1363
K	20294	13295	5665	16960	15773	5354
Ca	6758	7775	10360	9299	9033	13671
Mg	3128	1439	1411	2820	1847	1532
S	552	500	359	576	485	357
Cl	236	211	665	170	4.0	653
Fe	132	402	337	141	76	186
Mn	196	128	80	249	114	69
Cu	6.8	4.3	7.6	6.9	4.7	6.4
Zn	43	24	20	41	27	19
B	18	12.2	7.9	23	14	8
Mo	0.23	0.16	0.18	0.36	0.12	0.14
Se	0.055	0.06	0.09	0.040	0.05	0.07
As	0.14	1.56	0.72	0.11	0.40	0.54
Pb	1.64	13.4	31.8	2.1	17.0	41.2
Hg	9.1	10	27	14.5	8.2	18.9
Cd	431	627	659	420	637	465
Cr	0.60	0.92	0.31	1.06	0.38	0.74
F	35	20	23	24	25	25

注 μg (Hg, Cd) / 10^{-9} μg (其他元素) / 10^{-6}

表 3 枇杷产区不同品种枇杷果中元素含量

10^{-6}

品种	产区	As	Pb	Cd	Hg	F	Cr	Cu	Se	Zn
早钟 6 号	常太镇	0.0063	0.010	0.011	0.00056	17.5	0.114	0.099	0.00093	0.52
	庄边镇	0.0050	0.014	0.007	0.00088	13.9	0.096	0.28	0.00049	1.13
	新县镇	0.0064	0.006	0.012	0.00060	12.5	0.105	0.17	0.00088	0.82
解放钟	常太镇	0.0063	0.013	0.012	0.00035	17.7	0.137	0.18	0.00124	0.81
	庄边镇	0.0034	0.007	0.060	0.00031	25.5	0.154	0.10	0.00006	0.52
	新县镇	0.0053	0.006	0.011	0.00026	18.1	0.102	0.23	0.00059	1.05
长红 3 号	常太镇	0.0082	0.010	0.026	0.00020	10.0	0.131	0.12	0.00156	0.56
GB/T 18407.2—2001 NY5013—2001		40	250	0.30	0.3		150	150		
GB2763—1981		0.5	0.2	0.03	0.01	0.5	0.5	10	0.05	5

由前面的讨论中已知枇杷果中 F 的生物富集系数为中富集,表 2 也显示了枇杷叶、枝、根中 F 含量与枇杷果接近。在野外采样过程中,并未发现有 F 中毒现象。也就是说,该产区枇杷体内的 F 未达到累积临界值,因而可能是隐性中毒,也可能像茶树一样是喜 F 植物,这些尚待今后的深入研究。

国家食品卫生标准^[3]、土壤环境质量标准($\text{pH} < 6.5$)^[4]是我国农产品安全和无公害食品标准制定的主要标准依据。表 3 中其他元素的含量状况说明专题研究区的枇杷基本达到无公害标准,从而证明优质枇杷产区产品应为无公害产品。

4 结论

同一品种枇杷中不同元素的富集部位各不相同,而不同品种的枇杷所富集的元素种类大致相同,

因品种不同而不同。有益、营养元素,有害元素,稀有、分散及放射性等元素在枇杷中的富集部位和富集程度是不同的。其中,有益、营养元素在叶片中的含量大多高于其他部位。

3 枇杷果中有害元素超标状况

医药研究结果证明,枇杷鲜果营养丰富,经济价值很高,常食可止咳、润肺、利尿、健胃、清热。对照我国国家食品卫生标准——元素、农药残限量(GB/T 18407.2—2001、NY5013—2001)^[3],无公害水果产地要求和无公害苹果产地要求(GB2763—1981)($\text{pH} < 6.5$)^[4],并将不同枇杷产区不同品种的枇杷果中有害元素及部分元素含量列于表 3。从表中可见,不同品种的枇杷果中 F 含量远远大于国家食品卫生标准允许的残留限量。F 对植物的危害,分为急性、慢性和隐性中毒 3 种。一般来说,与环境的 F 浓度相关,与植物体累积 F 含量的多寡关系不密切的称为急性中毒;与环境中的 F 浓度无关,与植物体内 F 的累积量有关,并逐渐出现受害症状的称为慢性中毒;未有外观症状发生的称为隐性中毒^[5]。

只是富集程度有差异。

有益、营养元素在叶片中的含量大多高于其他部位,有害元素则多滞留在根或枝的部位。

对枇杷果肉、果皮、果核的分析研究证明,土壤中各元素向枇杷各器官运移,最终在枇杷果中相对富集,其特征元素组合为:有益、营养元素 N、P、K、Ca、Mg,微量营养元素 B、Zn、Cu。

参考文献:

[1] 李金和,施清.果树栽培——南方本[M].北京:中国农业出版社,2001.
 [2] DD2005—02.区域生态地球化学评价技术要求(试行)[S].
 [3] GB2763—1981.国家食品卫生标准——元素、农药残留限量[S].
 [4] GB/T 18407.2—2001、NY5013—2001.土壤环境质量指概[S].
 [5] 陈国阶,余大富.环境中的氟[M].北京:科学出版社,1990.

已收集的氟中毒统计分析,在高氟区经实地调查,氟中毒与自然环境的关系密不可分。

在此项研究、调查中,得到信阳市卫生防疫站、农科所及农业局等有关单位的大力支持与合作,在此表示衷心谢意。

参考文献:

[1] 朱立新,任天祥,周国华,等. 区域化探资料在提高农作物产量上的应用成果 [J]. 物探与化探, 1994, 18(4) 241.

[2] 周国华,朱立新,任天祥,等. 龙井茶生长环境的地球化学研究 [J]. 物探与化探, 1994, 18(4) 263.

[3] 朱立新,周国华,任天祥,等. 浙江杭嘉湖平原土壤中营养元素丰缺状况的评价 [J]. 物探与化探, 1994, 18(4) 251.

[4] 廖自基. 环境中微量重金属元素的污染危害与迁移 [J]. 北京: 中国科学出版社, 1989.

[5] 奚小环. 1999 ~ 2001 · 勘查地球化学 · 资源与环境 [J]. 物探与化探, 2003, 27(1) 1.

[6] 赵永平,宫进忠,王海云,等. 河北省生态环境地球化学 [J]. 物探与化探, 2004, 28(3) 270.

AN ECOLOGICAL GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SOUTHERN HENAN AREA

ZHAO Jing-hong^{1 2}, WANG Yun^{1 2}, REN Ai-qin^{1 2}, HAN Cun-qiang^{1 2}

(1. Henan Geological Survey, Zhengzhou 450007, China ; 2. No. 3 Geological Surveying Party, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xinyang 464000, China)

Abstract :The 1 200 000 regional geochemical survey conducted in Shangcheng and Gushi areas of southern Henan Province has yielded geochemical information of 40 elements and laid geochemical foundation for the study of ecological geochemistry. Southern Henan Province is one of the areas where endemic diseases frequently occur. The improvement of environmental conditions and the control of endemic diseases constitute urgent tasks for governments at various levels. A tentative ecological geochemical assessment is made in this paper on the basis of information obtained from regional geochemical survey.

Key words :distribution of elements ;endemic diseases ;nutrient element ;toxic and harmful element ;ecological geochemical assessment ; southern Henan area

作者简介 赵敬红(1968 -) ,女,河南省洛阳人,工程师,1987年毕业于郑州地质学校,现主要从事生态与环境地球化学的生产及科研工作。

上接 356 页

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ELEMENTS IN DIFFERENT ORGANS OF LOQUAT

WANG Hui, FAN Hui, ZHANG Qin

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract :Loquat is a kind of economic fruit with very high medicinal value. Researches on geochemical characteristics of elements in loquat from several areas with different mother rock types show that the elements are concentrated in different organs of loquat, and that different species of loquat are enriched in approximately the same sorts of elements, with somewhat different degrees of enrichment. Beneficial and nutritional elements are more concentrated in leaves than in other organs. Harmful elements do not exceed the standard. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn and Cu make up the main nutritional elements for loquat fruit.

Key words :loquat ;beneficial and nutritional element ;harmful element ;geochemical characteristics

作者简介 王徽(1965 -) ,女,化探高级工程师,1986年毕业于武汉地质学院,长期从事环境及农业地球化学研究工作。发表论文 10 余篇。