

调查研究

福建省地产茶叶中 14 种元素的分析与研究

王文伟, 骆和东, 周娜, 白艳艳
(厦门市疾病预防控制中心, 福建 厦门 361021)

摘要:目的 了解福建省不同地区不同茶叶中铅、砷、铜、铁、锰、锌、镉、铝、硒、镍、铬、钴、锡、铋等 14 种元素的含量分布, 为茶叶资源的开发利用提供科学依据。方法 从福建省主要产茶地区的产地和市场随机抽取 9 个茶叶品种共 112 份样品, 用微波消解-电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定样品中 14 种元素含量。结果 9 种茶叶中 14 种元素的含量水平分别为: 锰 135 ~ 1 797 mg/kg, 铝 69 ~ 1 126 mg/kg, 铁 37 ~ 371 mg/kg, 锌 3.93 ~ 90.05 mg/kg, 铜 2.25 ~ 43.66 mg/kg, 镍 0.95 ~ 7.40 mg/kg, 铅 0.29 ~ 5.45 mg/kg, 铬 0.10 ~ 2.39 mg/kg, 钴 0.018 ~ 0.67 mg/kg, 硒 0.020 ~ 0.68 mg/kg, 镉 0.014 ~ 0.24 mg/kg, 砷 0.023 ~ 0.30 mg/kg, 锡 0.010 ~ 0.49 mg/kg, 铋 0.006 ~ 0.073 mg/kg, 铅合格率为 99.1%, 铬、镉、砷合格率为 100%。结论 福建省地产茶叶中都富含锰、铝、铁、锌、铜。铬、镉、砷、铅等有害元素污染水平较轻, 且不同地区不同茶叶中元素含量存在差异。

关键词: 茶叶; 元素; 电感耦合等离子体质谱

中图分类号: TS272 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2011)03-0265-05

Fourteen kinds of elements in teas from Fujian province

Wang Wenwei, Luo Hedong, Zhou Na, Bai Yanyan

(Xiamen Municipal Center for Disease Control and Prevention, Fujian Xiamen 361021, China)

Abstract: Objective To understand the content of fourteen kinds of elements including plumbum, arsenic, cuprum, ferrum, manganese, zinc, cadmium, aluminum, selenium, nickel, chromium, cobalt, stannum and stibium in teas collected from different areas with different categories in Fujian so as to provide a scientific basis for the development of tea resources. **Methods** Inductively coupled plasma mass spectrometry with microwave digestion was developed to determine the content of Pb, As, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Al, Se, Ni, Cr, Co, Sn and Sb from nine categories of teas in Fujian province. **Results** The content of 14 kinds of elements in 9 categories of teas were: Mn 135 - 1 797 mg/kg, Al 69 - 1 126 mg/kg, Fe 37 - 371 mg/kg, Zn 3.93 - 90.05 mg/kg, Cu 2.25 - 43.66 mg/kg, Ni 0.95 - 7.40 mg/kg, Pb 0.29 - 5.45 mg/kg, Cr 0.10 - 2.39 mg/kg, Co 0.018 - 0.67 mg/kg, Se 0.020 - 0.68 mg/kg, Cd 0.014 - 0.24 mg/kg, As 0.023 - 0.30 mg/kg, Sn 0.010 - 0.49 mg/kg and Bi 0.006 - 0.073 mg/kg. The qualified rate for Cr, Cd and As was 100%, and that for Pb was 99.1%. **Conclusion** The contents of Mn, Al, Fe, Zn and Cu were abundant in teas from Fujian province. The pollution of hazardous elements Cr, Cd, As and Pb was low, and the content of elements in teas was varied with the areas of production and categories.

Key words: Tea; elements; inductively coupled plasma mass spectrometry

福建省自古以来就是我国盛产名茶的大省, 茶叶种类多、产量大, 所产的铁观音、武夷岩茶等名茶在全国乃至世界上的茶叶市场中占有重要的地位。茶叶富含多种人体所需的微量元素, 如铁、锌、铜、硒等, 对人体具有一定的作用^[1], 但同时含有对人

体有害的铅、镉、砷等元素。我国国家标准 GB 2762—2005《食品中污染物限量》中明确规定了茶叶中铅含量不得高于 5mg/kg^[2]。由此可见, 茶叶中各种有益和污染元素的研究与调查是涉及到生命科学研究和食品卫生学的一项重要课题, 人们在关注茶叶中农残是否超标的同时, 也愈来愈重视重金属的污染。本文运用微波消解-电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)对福建省地产的 9 个主要茶叶品种中 14 种元素进行分析比较, 为了解福建省地产茶叶中不同元素的分布和卫生质量提供基础数据, 为茶叶资源的开发提供科学依据。

收稿日期: 2010-09-08

基金项目: 厦门市卫生局青年创新科研项目(WQK0624)

作者简介: 王文伟 男 主管技师 研究方向为食品卫生理化检验

通信作者: 骆和东 男 主任技师 研究方向为食品安全与卫生

E-mail: luohedong@126.com

1 材料与amp;方法

1.1 样品来源及种类

从 2006—2008 年,在福建省闽南、闽北等主要产茶地区的产地和当地市场随机抽取茶叶样本共 112 份,主要品种和数量有:武夷岩茶 15 份,工夫红茶 8 份,正山小种 10 份,永春佛手 11 份,闽北水仙 8 份,白牡丹 7 份,黄金桂 18 份,铁观音 28 份,茉莉花茶 7 份。

1.2 主要仪器与试剂

美国热电 X-7 电感耦合等离子体质谱仪,带 CCT 碰撞反应池技术,美国热电公司; Milestone 微波消解系统,意大利 Milestone 公司; GM200 研磨仪,德国 Retsh 公司; Mili-Q 超纯水制造系统,美国密理博公司。

微量元素混合标准溶液购自美国 SPEX 公司,根据实验需要配制成适当浓度的标准系列溶液;混合内标铍、镉溶液由单标配制,浓度为 10.0 μg/L;茶叶标准物质 GBW07605,购自国家标准物质中心;浓硝酸为优级纯;过氧化氢溶液为优级纯,国药集团化学试剂有限公司生产;去离子水由 Mili-Q 超纯水制造系统制备。

1.3 检测方法

准确称取经研磨粉碎、混合均匀的茶叶样品 0.5 g,置于消解内罐中,加 3 ml 硝酸放置过夜,加 2 ml 过氧化氢,摇匀后装上消解外罐,放入微波消解炉中消解。0 ~ 180 °C 消解 10 min,180 °C 保持 20 min,待控温程序结束后取出消解罐冷却,将冷却后的消解罐置于 80 °C 水浴锅中赶酸后,用超纯水多次洗涤定容至 25 ml。ICP-MS 工作条件见表 1,以铍、镉为混合内标,分步测定标准系列、空白及样品溶液,经扣除空白后计算结果。

表 1 ICP-MS 工作条件

Table 1 Instrument configuration of ICP-MS

仪器参数	数值	仪器参数	数值
等离子体射频功率(W)	1200	雾化室温度(°C)	2
采样深度(mm)	189	蠕动泵转速(r/min)	30
扫描模式	跳峰	驻留时间(ms)	10
扫描次数	25	冷却气流速(L/min)	13.0
辅助气流速(L/min)	0.80	雾化气流速(L/min)	0.78

1.4 质量控制

所有样品测定在质量控制下进行,均进行平行样分析和回收率测定。平行样测定的相对标准偏差 RSD < 10%,各待测元素回收率测定结果范围为 86.7% ~ 102.5%。同时,每批样品处理与检测均带茶叶国家标准物质 GBW07605,标准参考物的测定值在其定值范围内的同批样品检测值为有效结果。所有空白溶液、标准溶液和样品溶液都通过仪器在

线加入 10.0 μg/ml 的铍、镉混合内标溶液。实验室多次参加国家认可委 CNAS 组织的元素分析能力验证,并全部通过考核。

2 结果

2.1 各茶叶品种中 14 种元素的含量水平

本次研究共采集我省主要 9 个品种茶叶,包括乌龙茶(如闽北武夷岩茶、水仙、闽南铁观音、黄金桂、永春佛手等 80 份)、红茶(如正山小种、工夫红茶等 18 份)、白茶(政和白牡丹 7 份)、花茶(福州茉莉花茶 7 份)共 112 份,所测定的 14 种元素含量结果见表 2。其中铅含量在 0.29 ~ 5.45 mg/kg 之间,只有 1 份来自安溪产的黄金桂乌龙茶超过 GB 2762—2005 《食品中污染物限量》标准(≤5.0 mg/kg),合格率 99.1%。铍、镉、砷含量分别为 0.10 ~ 2.39 mg/kg、0.014 ~ 0.24 mg/kg、0.023 ~ 0.30 mg/kg,全部符合农业部 NY 659—2003 《茶叶中铍、镉、汞、砷及氟化物限量》标准^[3],合格率 100%。其他元素因无国家卫生限量标准,不予评价。

2.1.1 锰

所测的 14 种元素中,锰总体含量最高,各茶种平均含量在 294 ~ 1121 mg/kg 之间,全省平均值 674.11 mg/kg,尤以产自闽南地区的安溪铁观音、黄金桂含量最高,分别达到 1030、1121 mg/kg。

2.1.2 铝

茶叶中铝含量较高,平均含量范围为 127 ~ 966 mg/kg,全省平均值 457 mg/kg,其中产自闽北的 2 个岩茶茶种武夷岩茶和闽北水仙含量最高,分别为 802、966 mg/kg。

2.1.3 铁

各茶叶中铁含量也较高,平均含量范围为 88 ~ 183 mg/kg,以工夫红茶平均含量最高。

2.1.4 锌

各茶叶锌含量较高,平均含量在 11.74 ~ 67.72 mg/kg 之间,以工夫红茶平均含量最高。

2.1.5 铜

各茶叶铜含量也较高,平均含量在 5.85 ~ 38.51 mg/kg 之间,以工夫红茶平均含量最高。

2.1.6 镍

镍平均含量范围 2.19 ~ 5.49 mg/kg,各茶种差别不大。

2.1.7 铅

铅平均含量范围 0.71 ~ 2.28 mg/kg,所检 112 份茶叶只有 1 份含量为 5.45 mg/kg 超过国家限量标准 5 mg/kg。

表 1 福建省不同品种茶叶中 14 种元素含量
Table 1 The content of fourteen kinds of elements in different categories of teas from Fujian province (mg/kg)

品种	产地	n	铝		铍		铁		锰		钴		镍		铜	
			检出范围	平均值												
正山小种	武夷山	10	94 ~ 160	127	0.18 ~ 0.27	0.22	81 ~ 98	90	476 ~ 657	576	0.18 ~ 0.41	0.32	3.26 ~ 5.52	4.40	14.76 ~ 23.70	19.33
工夫红茶	政和	8	146 ~ 198	175	0.83 ~ 2.39	1.47	44 ~ 371	183	530 ~ 1308	782	0.17 ~ 0.55	0.46	4.04 ~ 7.40	5.34	29.92 ~ 43.66	38.51
武夷岩茶	武夷山	15	644 ~ 994	802	0.14 ~ 0.87	0.47	80 ~ 104	98	342 ~ 508	438	0.12 ~ 0.21	0.18	1.74 ~ 3.07	2.46	8.25 ~ 10.63	9.88
闽北水仙	建阳	8	860 ~ 1126	966	0.83 ~ 2.05	1.48	79 ~ 183	144	575 ~ 923	699	0.018 ~ 0.035	0.28	2.85 ~ 3.77	3.23	7.64 ~ 11.20	9.70
佛手	永春	11	485 ~ 922	656	0.10 ~ 0.57	0.23	51 ~ 108	88	135 ~ 541	294	0.11 ~ 0.54	0.32	1.99 ~ 2.43	2.19	6.93 ~ 8.27	7.57
铁观音	安溪	28	186 ~ 825	466	0.22 ~ 0.71	0.42	37 ~ 158	98	570 ~ 1797	1030	0.12 ~ 0.67	0.31	0.95 ~ 3.24	2.31	2.25 ~ 9.21	5.85
黄金桂	安溪	18	164 ~ 1054	652	0.17 ~ 0.72	0.42	121 ~ 226	157	823 ~ 1688	1121	0.19 ~ 0.45	0.32	2.53 ~ 3.33	2.95	2.89 ~ 8.60	6.46
白牡丹	政和	7	99 ~ 183	144	0.32 ~ 0.51	0.37	75 ~ 103	88	374 ~ 849	656	0.22 ~ 0.47	0.37	4.10 ~ 7.32	5.49	11.56 ~ 17.42	13.69
茉莉花茶	福州	7	69 ~ 208	125	0.25 ~ 0.67	0.48	64 ~ 145	102	394 ~ 593	471	0.13 ~ 0.23	0.20	3.14 ~ 4.89	4.17	11.31 ~ 25.26	16.99
品种	产地	n	锌		镉		硒		钼		锡		铅			
			检出范围	平均值												
正山小种	武夷山	10	38.73 ~ 55.48	46.97	0.036 ~ 0.11	0.067	0.020 ~ 0.030	0.025	0.022 ~ 0.096	0.051	0.065 ~ 0.13	0.094	0.007 ~ 0.029	0.015	0.56 ~ 1.53	0.94
工夫红茶	政和	8	52.37 ~ 90.05	67.72	0.087 ~ 0.20	0.12	0.16 ~ 0.57	0.43	0.039 ~ 0.067	0.054	0.082 ~ 0.32	0.18	0.016 ~ 0.073	0.039	1.02 ~ 2.70	1.87
武夷岩茶	武夷山	15	26.98 ~ 39.48	34.14	0.066 ~ 0.10	0.079	0.16 ~ 0.24	0.20	0.050 ~ 0.075	0.058	0.068 ~ 0.17	0.10	0.026 ~ 0.066	0.040	1.23 ~ 2.45	1.69
闽北水仙	建阳	8	21.68 ~ 35.44	29.68	0.086 ~ 0.12	0.10	0.17 ~ 0.22	0.20	0.052 ~ 0.070	0.061	0.043 ~ 0.088	0.068	0.013 ~ 0.031	0.022	0.78 ~ 1.79	1.49
佛手	永春	11	15.09 ~ 26.11	21.80	0.045 ~ 0.18	0.10	0.056 ~ 0.14	0.097	0.028 ~ 0.055	0.042	0.063 ~ 0.095	0.082	0.009 ~ 0.015	0.011	0.67 ~ 2.00	1.35
铁观音	安溪	28	3.93 ~ 19.54	11.74	0.023 ~ 0.18	0.11	0.11 ~ 0.68	0.44	0.018 ~ 0.15	0.061	0.010 ~ 0.24	0.16	0.008 ~ 0.016	0.013	0.59 ~ 4.16	1.57
黄金桂	安溪	18	6.59 ~ 27.20	16.07	0.037 ~ 0.30	0.12	0.33 ~ 0.55	0.46	0.041 ~ 0.24	0.12	0.098 ~ 0.49	0.29	0.013 ~ 0.021	0.016	0.63 ~ 5.45	2.28
白牡丹	政和	7	34.03 ~ 69.06	47.82	0.023 ~ 0.074	0.048	0.17 ~ 0.44	0.33	0.020 ~ 0.059	0.043	0.018 ~ 0.053	0.030	0.006 ~ 0.014	0.010	0.29 ~ 1.00	0.71
茉莉花茶	福州	7	42.78 ~ 79.60	50.62	0.055 ~ 0.096	0.070	0.30 ~ 0.62	0.44	0.014 ~ 0.041	0.033	0.10 ~ 0.15	0.11	0.008 ~ 0.025	0.018	0.47 ~ 1.39	0.90

2.1.8 铬

所有样品的测定值均低于 NY 659—2003 所规定的 5 mg/kg 限量,平均含量范围在 0.22 ~ 1.48 mg/kg 之间,工夫红茶和闽北水仙平均含量分别为 1.47 mg/kg 和 1.48 mg/kg,明显高于其它茶种。

2.1.9 钴

钴含量差别不大,平均含量范围在 0.18 ~ 0.46 mg/kg,以工夫红茶平均含量最高。

2.1.10 硒

硒平均含量范围 0.097 ~ 0.46 mg/kg,除永春佛手平均含量低于 0.10 mg/kg 外,功夫红茶、铁观音、黄金桂、茉莉花茶含量均超过 0.40 mg/kg。

2.1.11 镉

所有样品的测定值均低于 NY 659—2003 所规定的 1 mg/kg 限量,平均含量范围在 0.033 ~ 0.12 mg/kg 之间,只有 2 份茶叶含量超过 0.10 mg/kg(一份安溪黄金桂含量 0.24 mg/kg,一份安溪铁观音含量 0.15 mg/kg),其余茶叶镉含量均低于 0.10 mg/kg。

2.1.12 砷

所有样品的测定值远低于 NY 659—2003 所规定的 2 mg/kg 限量,平均含量范围在 0.048 ~ 0.12 mg/kg 之间,其中产于闽北的正山小种、工夫红茶、武夷岩茶、白牡丹和福州茉莉花茶平均含量均低于 0.1 mg/kg,其余茶种也在 0.1 mg/kg 左右。

2.1.13 锡

锡平均含量范围 0.030 ~ 0.29 mg/kg,其中安溪铁观音和黄金桂以及福州茉莉花茶都在 0.1 mg/kg 以上,最低是闽北白牡丹,平均含量为 0.030 mg/kg。

2.1.14 铋

所测元素中铋含量最低,平均含量范围 0.010 ~ 0.040 mg/kg,最高的为闽北的工夫红茶和武夷岩茶,平均含量在 0.040 mg/kg 左右,其余均在 0.010 ~ 0.022 mg/kg 之间。

3 讨论

茶作为一种天然饮品,不仅有独特的清香味,还含有多种具有保健作用的生物活性成分和人体必需的微量元素,这些微量元素对增强人体机体免疫功能、维持人体正常生理功能起着重要作用。福建省盛产名茶,尤以福建乌龙茶而驰名中外。通常福建乌龙茶分为两大类——闽北乌龙茶和闽南乌龙茶。闽北乌龙茶以武夷岩茶为主,包括武夷水仙、肉桂、大红袍等。而闽南乌龙茶主产区在福建安溪、永春、华安等县,以铁观音、黄金桂、本山、佛

手等最具名气。本次调查研究主要采集了福建省不同品种的乌龙茶 80 份,并对福建省所产的其他茶种如红茶、白茶、花茶同时进行分析。

结果显示,福建省茶叶中都富含锰、铁、锌、铜等元素,安溪产区乌龙茶锰平均含量甚至超过 1000 mg/kg。这与文献报道的云南、江浙等地的茶叶相似^[4-5]。锰、锌、铁、铜对人体的新陈代谢、生长发育具有重要的作用,正常成人每日对锰、锌、铁、铜的需要量分别为 2.5 ~ 7、12 ~ 16、1.2 ~ 3mg^[6],因此通过饮茶就可以很好地满足日需摄入量。

国内对茶叶中铝的含量调查未见报道。早期日本学者竹尾忠一^[7]曾对世界各地红茶和日本绿茶中 11 种无机元素进行调查发现,铝含量分别为 (671 ± 161) 和 (309 ± 120) mg/kg,与本次调研测定的平均含量 (457 ± 326.4) mg/kg 相近。茶叶中铝的高含量可能与土壤中铝高达 71000 mg/kg 平均含量,并容易被植物所吸收有关^[6]。由于铝对神经系统、骨骼、造血系统有致病作用^[6],并且易在茶叶栅状组织中蓄积而影响茶叶的外形、内质^[7],需引起人们的关注。

硒是人体必需的微量元素,与人类健康密切相关,具有维持心血管系统正常结构和功能,提高免疫力及抗癌等作用,成人日需摄入量为 50 ~ 200 μg/d^[6]。由表 2 结果显示福建省茶叶中都含有一定量的硒,平均含量达到 0.32 mg/kg,除永春佛手含量在 0.1 mg/kg 左右外,其余都超过了 0.2 mg/kg。茶树具有聚硒作用,能够将吸收的无机硒转化为有机硒,有报道显示我国近 80% 的茶样硒含量都低于 0.2 mg/kg^[8],而本次检测结果所显示的福建省茶样中具有较高含量的硒,对今后研究开发富硒茶极具意义。

钴、镍、铬也是人体必需的微量元素,正常成人日需摄入量分别为 0.02 ~ 0.03 mg、0.02 mg、50 ~ 200 μg。钴是维生素 B₁₂ 及 B₁₂ 辅酶的重要成分,与造血功能和蛋白质合成密切相关。镍对心血管、内分泌系统、免疫系统、造血功能有很大的作用。本次检测福建省茶叶钴和镍平均含量分别为 0.31、3.62 mg/kg,通过饮茶就可以很好地满足人体的需要。铬在自然界通常以 Cr⁺³ 和 Cr⁺⁶ 两种化合物形式存在,Cr⁺³ 在糖代谢和脂代谢有很大的影响,能维持体内胰岛素的正常功能,而 Cr⁺⁶ 是公认的致癌物,因此 NY 659—2003 中规定茶叶中铬含量不得超过 5 mg/kg。从表 3 可以看出福建省茶叶铬平均水平只有 0.62 mg/kg,远低于江浙茶叶 4 ~ 5 mg/kg 含量,饮用安全。锡也是人体必需的元素之一,但由于其对机体的毒理作用而引发争议^[6],但本次检测

各种茶叶含量很低,平均水平只有0.12 mg/kg,尚不至于对人体产生影响。

表3 福建省及其他地区茶叶中若干元素的平均含量比较
Table 3 The comparison of average level of some elements in teas between Fujian province and other regions (mg/kg)

元素	福建省	江苏省 ^[5]	浙江省 ^[5]	日本绿茶 ^[7]
锰	674.11 ± 271.58	344.06	259.78	621 ± 102.1
铝	457 ± 326.43			309 ± 120
铁	116.44 ± 35.43	223.89	305.03	121.4 ± 14.2
锌	36.28 ± 18.41	120.97	69.24	75.5 ± 39.4
铜	14.22 ± 10.23	36.66	57.48	12.1 ± 2.9
镍	3.62 ± 1.28			3.2 ± 2.6
铅	1.42 ± 0.051	0.61	1.9	
铬	0.62 ± 0.49	4.61	5.59	
钴	0.31 ± 0.084			
硒	0.32 ± 0.13			
锡	0.12 ± 0.077			
砷	0.090 ± 0.026			
镉	0.058 ± 0.025			
铋	0.020 ± 0.011			

铅、砷、镉对人体健康有很大的危害。本次调查结果显示,茶叶中铅、镉、砷平均含量分别为(1.42 ± 0.051)、(0.058 ± 0.025)、(0.090 ± 0.026) mg/kg,均符合国家相关标准。可见福建省茶叶中这3种有害元素的污染较轻。茶叶是作为饮品被人类消费的,茶叶在冲泡时铅浸出率低,溶入茶汤中的铅真正能被人体吸收的约占其总量的5%~15%^[9],在通常饮茶条件下对人体影响极小,因此通过饮茶消费摄入的这些有害元素都在人体允许的摄入量范围内而不影响人的身体健康。

茶叶中各种元素的含量不同,是与土壤类型、种植环境污染、水资源、不同地区的气候条件等地理环境因素息息相关的,同时茶叶采摘季节和制作工艺的不同也是造成差异的重要因素。将福建省茶叶中各元素平均含量与文献报道的其他地区茶叶检测结果相比较(见表3)可以看出,茶叶都是富

含锰、铁、锌、铜的,但不同地区又有差异。如福建省地产茶叶中铁含量比江苏省约低1/2,比浙江省低2/3,与日本绿茶相近,而锰含量是江浙地区的2~3倍,与日本绿茶相近,铬含量是江浙地区茶叶的1/7~1/9。即使是本省茶叶,产区、茶种的不同,所含的元素也不同。从本次调查结果可以看出,工夫红茶中铁、锌、铜、镍、铬、钴、硒、砷、铋等多数元素的含量都高于其他茶叶,而产自安溪的铁观音、黄金桂锰、硒平均含量在我省各茶叶中居首位。从铝、锌、铜、镍含量图看,所采集的5个乌龙茶品种铝平均含量高于其他茶叶,而锌、铜、镍平均含量又较其他茶叶低。不同茶叶中所含元素的差异对于茶叶功效进行针对性有效开发和真伪的辨别具有很大的意义,因此本研究所获得的数据对于福建省茶叶的综合利用提供了重要依据。

参考文献

- [1] 邹盛勤,罗小凤.茶叶中微量元素溶出率及保健作用研究进展[J].微量元素与健康研究,2005,22(5):57-59.
- [2] 中华人民共和国卫生部.GB 2762—2005 食品中污染物限量[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [3] 中华人民共和国农业部.NY 659—2003 茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [4] 黄渊泽,王光灿,蔡大昌.云南茶叶中的微量元素分析[J].微量元素与健康研究,1997,14(2):36-38.
- [5] 薛小珍.江苏浙江两省茶叶中微量元素分析[J].苏州医学院学报,1999,19(12):1363-1364.
- [6] 王夔.生命科学中的微量元素[M].2版.北京:人民卫生出版社,1996:172-949.
- [7] 竹尾忠一.红茶和绿茶中无机元素的调查[J].茶业通报,1981(1):68-71.
- [8] 彭祥全,程景春.恩施富硒茶的品质与保健功能[J].微量元素与健康研究,2008,25(6):59-61.
- [9] 徐奕鼎,王宏树.茶叶铅残留限量标准的分析与思考[J].福建茶叶,2004(3):37-38.