

风险监测

2016—2017年中国苦丁茶中7种元素含量调查分析

陈志飞¹, 杨大进², 蒋定国², 李卫东¹

(1. 安徽省疾病预防控制中心, 安徽 合肥 230601; 2. 国家食品安全风险评估中心, 国家卫生健康委员会食品安全风险评估重点实验室, 北京 100021)

摘要:目的 调查中国苦丁茶中7种元素的含量、分布特征。方法 2016—2017年采集中国20个省市的市售苦丁茶样品,应用微波消解-电感耦合等离子体质谱法同时测定其铅、镉、总汞、总砷、铝、总铬和镍的含量,采用Mann-Whitney *U* 检验、Kruskal-Wallis 检验对7种元素的含量进行分析。采用Kendall 相关系数法进行相关性分析。结果 大叶苦丁茶中7种元素的含量水平从高到低依次为铝、镉、镍、总铬、总砷、铅和总汞。小叶苦丁茶中7种元素的含量水平从高到低依次为铝、镍、铅、总铬、总砷、镉和总汞。大叶苦丁茶中镉、镍、铅和总砷4种元素含量的频数分布高于小叶苦丁茶,其中镉的含量约是小叶苦丁茶的26倍,小叶苦丁茶中铅、总汞和总铬3种元素含量的频数分布高于大叶苦丁茶,其中铅的含量显著高于大叶苦丁茶。两种代用茶的6种元素含量存在地区差异性,且部分元素之间存在相关性。结论 大叶苦丁茶与小叶苦丁茶均存在7种元素的污染,其含量存在地区差异性和相关性;两种代用茶对铝、镉、铅等重点元素富集能力存在显著差异,其健康风险需进一步研究。

关键词: 苦丁茶; 元素; 调查分析

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2025)05-0463-06

DOI: 10.13590/j.cjfh.2025.05.008

Investigation and analysis of the content of 7 elements in Kuding Tea in China from 2016 to 2017

CHEN Zhifei¹, YANG Dajin², JIANG Dingguo², LI Weidong¹

(1. Anhui Provincial Center for Disease Control and Prevention, Anhui Hefei 230601, China; 2. National Health Commission Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment of Health, Beijing 100021, China)

Abstract: **Objective** To investigate the content and distribution characteristics of 7 elements in Kuding Tea in Chinese market. **Methods** The Kuding Tea samples from 20 provinces and cities in China were collected from 2016—2017, and the contents of lead, cadmium, mercury, arsenic, aluminum, chromium and nickel were simultaneously determined by microwave digestion and inductively coupled plasma mass spectrometry. Seven elements were analyzed by Mann-Whitney *U* test and Kruskal-Wallis test, and the correlation was analyzed by Kendall correlation coefficient. **Results** The content levels of 7 elements in the large-leaf Kuding Tea from high to low were aluminum, cadmium, nickel, total chromium, total arsenic, lead and total mercury. The content levels of 7 elements in small-leaf Kuding Tea from high to low were aluminum, nickel, lead, total chromium, total arsenic, cadmium and total mercury. The frequency distribution of cadmium, nickel, thousand and total arsenic in large-leaf Kuding Tea was higher than that in small-leaf Kuding Tea, the content of cadmium was about 26 times of that in small-leaf Kuding Tea, the frequency distribution of lead, mercury and total chromium in small-leaf Kuding Tea was higher than that in large-leaf Kuding Tea, and the content of lead was significantly higher than that in large-leaf Kuding Tea. There were regional differences in the content of 6 elements of the two alternative teas, and some elements were correlated. **Conclusion** There are 7 elements pollution in both large-leaf Kuding Tea and small-leaf Kuding Tea, and their contents are different and correlated in different regions. There are significant differences in the enrichment ability of key elements such as aluminum, cadmium and lead between the two substitute teas, and their health risks need to be further studied.

Key words: Kuding Tea; elements; investigation and analysis

收稿日期: 2024-05-16

作者简介: 陈志飞 女 主管医师 研究方向为食品安全监测 E-mail: chxf208@163.com

通信作者: 蒋定国 男 研究员 研究方向为食品安全监测和检测 E-mail: 512556077@qq.com

在我国,苦丁茶是一种被广泛饮用的代茶饮品,主要分为大叶苦丁茶和小叶苦丁茶^[1]。苦丁茶富含皂苷、黄酮、多酚、挥发油、多糖等多种有效成分,具有防治心血管疾病、抗氧化、降血脂、抗病毒、降血糖等保健功效^[2],因而畅销国内外,深受人们喜爱,在饮食领域被广泛使用。然而,文献报道苦丁茶中铅和镉的含量较高^[3-4],引发人们对食品安全的广泛关注。因此亟需开展苦丁茶中铅、镉等有毒有害元素含量水平的全国调查,收集有代表性的污染数据,为代用茶重金属的风险评估与国家限量标准制订提供支持,有效保障人们的健康。

1 材料与方法

1.1 样品来源

根据我国苦丁茶人群消费特点,选择四川省、云南省等 20 个省(直辖市、自治区)为监测地区,于 2016 年和 2017 年在当地超市、茶庄专卖店、批发市场、农贸市场及网店随机采集市售产品,包装类型为散装和预包装。依据各监测地区大叶苦丁茶和小叶苦丁茶的消费量确定样品量,最终共采集 821 份苦丁茶样品,包括 617 份大叶苦丁茶、204 份小叶苦丁茶。

1.2 方法

1.2.1 检测方法

参照《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》的要求,采用微波消解-电感耦合等离子体质谱法同时测定其铅、镉、总汞、总砷、铝、总铬、镍 7 种元素。食品中多元素分析的标准操作程序(ICP-MS 法)仪器参数主要根据推荐条件、工作手册及结合工作经验设置参数,主要参数有射频功率 1 500 W、等离子体气流量 15.00 L/min、载气气流 0.8 L/min、氧气流量(碰撞池)4.5 mL/min 等,使用 ICP-MS 质谱调谐液对仪器进行调谐,使仪器灵敏度、氧化物、双电荷、分辨率等达到测定要求。

苦丁茶中铅、镉、总砷、总汞、总铬、镍、铝 7 种元素的检出限(Limit of detection, LOD)分别为 7、0.3、3、0.3、10、13 和 0.6 mg/kg。

1.2.2 质量控制

在样品检测前,20 个省级检测技术机构均参加并通过国家食品安全风险评估中心组织的食品中元素测定的质控考核。在样品检测过程中,20 个省级检测技术机构的实验室均采用元素相应的标准物质、空白试验、平行双样、加标回收等措施进行内部质量控制,确保检测结果准确可靠。

1.3 统计学分析

在数据处理过程中,当检出率≥40% 时,未检出值用 1/2LOD 替代,当检出率<40% 时,未检出值用 LOD 替代^[5]。苦丁茶中铅、镉、总砷、总汞、总铬、镍、铝 7 种元素检出率均>40%,故未检出值均用 1/2LOD 替代。数据采用 Microsoft Excle 2016 软件处理,用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。两组苦丁茶中元素的含量差异采用 Wilcoxon 秩和检验,多组苦丁茶中元素的含量差异采用 Kruskal-Wallis 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 苦丁茶中 7 种元素含量水平分析

从平均含量分析,苦丁茶中铝的含量最高,均值为 173 mg/kg,苦丁茶中铝元素的含量远高于铅、镉、总汞、总铬、镍、总砷 6 种元素;其次是镉,苦丁茶中镉均值为 4.77 mg/kg;最低的是总汞,苦丁茶均值为 0.017 mg/kg;大叶苦丁茶中镉、铝、镍、总砷 4 种元素的中位数明显高于小叶苦丁茶,其差异有统计学意义($P<0.05$),特别是大叶苦丁茶中镉的均值约为小叶苦丁茶的 26 倍;大叶苦丁茶中铅和总汞 2 种元素的均值均低于小叶苦丁茶,其差异有统计学意义($P<0.05$);大叶苦丁茶中总铬的含量与小叶苦丁茶中总铬的含量之间的差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表 1。

从含量的频数分布分析,大叶苦丁茶中铝、镉、镍、总铬、铅、总砷、总汞量分别集中在 0~300、0~10、0~5、0~2、0~1、0~1、0~0.02 mg/kg 范围内,频率合计分别为 89.51%、86.24%、79.90%、95.08%、93.35%、87.33%、88.01%。小叶苦丁茶中铝、镉、镍、总铬、

表 1 苦丁茶样品中 7 种元素含量/(mg/kg)
Table 1 Content of 7 elements in Kuding Tea sample/(mg/kg)

元素	苦丁茶(n=821)			大叶苦丁茶(n=617)			小叶苦丁茶(n=204)			P
	均值	中位数	最大值	均值	中位数	最大值	均值	中位数	最大值	
铝	173	154	2 214	181	168	2 214	148	86.8	1 255	<0.05
镉	4.77	4.75	35.0	6.25	6.28	35.0	0.234	0.088	2.39	<0.05
镍	3.55	2.87	51.0	3.68	3.16	25.8	3.15	1.30	51.0	<0.05
总铬	0.913	0.450	48.4	0.853	0.477	46.9	1.09	0.342	48.4	0.51
总砷	0.552	0.251	12.4	0.539	0.310	10.8	0.589	0.116	12.4	<0.05
铅	0.612	0.340	18.2	0.417	0.280	3.79	1.19	0.806	18.2	<0.05
总汞	0.017	0.006	1.80	0.011	0.005	0.180	0.035	0.010	1.80	<0.05

铅、总砷、总汞量分别集中在 0~200、0~2、0~2、0~2、0~2、0~0.5、0~0.04 mg/kg 范围内,频率合计分别为 79.00%、97.96%、64.70%、90.69%、88.72%、78.28%、89.23%。详见表 2。

表2 大叶苦丁茶和小叶苦丁茶中各元素含量频数分布表

Table 2 Distribution table of the content frequency of elements in large-leaf Kuding Tea and small-leaf Kuding Tea											
元素	含量分组/(mg/kg)	大叶苦丁茶		小叶苦丁茶		元素	含量分组/(mg/kg)	大叶苦丁茶		小叶苦丁茶	
		频数	频率/%	频数	频率/%			频数	频率/%	频数	频率/%
镉	≤2.0	117	19.40	192	97.96	镍	≤1	66	10.70	75	36.76
	>2~≤4	58	9.62	4	2.04		>1~≤2	99	16.05	57	27.94
	>4~≤6	106	17.58	0	0.00		>2~≤3	120	19.45	17	8.33
	>6~≤8	138	22.89	0	0.00		>3~≤4	126	20.41	19	9.31
	>8~≤10	101	16.75	0	0.00		>4~≤5	82	13.29	12	5.88
	>10	83	13.76	0	0.00		>5	124	20.10	24	11.76
铝	≤100	137	22.46	110	55.00	铅	≤1	560	91.35	124	60.78
	>100~≤200	264	43.28	48	24.00		>1~≤2	45	7.34	57	27.94
	>200~≤300	145	23.77	18	9.00		>2~≤3	5	0.82	9	4.41
	>300~≤400	39	6.39	9	4.50		>3~≤4	3	0.49	5	2.45
	>400	25	4.10	15	7.50		>4	0	0.00	9	4.41
总砷	≤0.5	394	64.80	155	78.28	总铬	≤1	504	82.62	158	77.45
	>0.5~≤1	137	22.53	15	7.58		>1~≤2	76	12.46	27	13.24
	>1~≤1.5	44	7.24	6	3.03		>2~≤3	10	1.64	4	1.96
	>1.5~≤2	18	2.96	14	7.07		>3~≤4	4	0.66	4	1.96
	>2	15	2.47	8	4.04		>4	16	2.62	11	5.39
总汞	≤0.02	536	88.01	139	71.28						
	>0.02~≤0.04	55	9.03	35	17.95						
	>0.04~≤0.06	7	1.15	11	5.64						
	>0.06~≤0.08	4	0.66	4	2.05						
	>0.08	7	1.15	6	3.08						

2.2 不同产地苦丁茶中7种元素含量差异分析

大叶苦丁茶的产地主要为广东省、海南省等地区,小叶苦丁茶的产地主要为贵州省和四川省。由于大叶苦丁茶和小叶苦丁茶是从流通环节购买的市售产品,部分散装样品无产地信息,因此产地归为不详。

浙江省大叶苦丁茶中镉含量最高;浙江省、广东省、福建省大叶苦丁茶中铝含量均较高;四川省和广西壮族自治区大叶苦丁茶中镍含量均较高;四川省大叶苦丁茶中铅和总汞含量最高;海南省大叶苦丁茶中总铬含量最高;广西壮族自治区大叶苦丁茶中总铬含量最高。大叶苦丁茶中镉、铝、铅、总铬、总汞、总砷等6种元素在各产地之间的差异有统计学意义($P<0.05$),只有镍在各产地之间差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表3。

小叶苦丁茶样品中镉、铝、镍、铅、总铬、总汞、总砷7种元素在贵州省的含量均值和中位值均高于四川省。除汞元素,小叶苦丁茶中6种元素在两个产地之间的差异均有统计学意义($P<0.05$)。详见表3。

2.3 苦丁茶中7种元素相关性分析

对大叶苦丁茶中7种元素的相关性和其显著性进行分析,结果见图1。大叶苦丁茶中部分元素之间呈正相关,包括镉和铝、镉和镍、铝和镍、铝和总铬、铝和总汞、镍和铝、镍和铅、镍和总铬、镍和总

砷、铅和总铬、铅和总汞、总铬和总汞,其相关性差异有统计学意义($P<0.05$);其余各项元素之间相关性差异无统计学意义($P>0.05$)。详见图1。

对小叶苦丁茶中7种元素的相关性和其显著性分析,结果见图2,小叶苦丁茶中7种元素少部分元素之间呈正相关,包括铅和总铬、总铬和总砷,其相关性差异有统计学意义($P<0.05$);其余各项元素之间相关性差异无统计学意义($P>0.05$)。详见图2。

3 讨论

从元素平均含量水平分析表明,苦丁茶中总铬、总砷、镉、总汞和铅的含量水平与文献资料是一致的^[6-10],其中大叶苦丁茶中7种元素的含量由高到低依次为铝、镉、镍、总铬、总砷、铅、总汞;小叶苦丁茶中7种元素的含量由高到低依次为铝、镍、铅、总铬、总砷、镉、总汞,这与文献资料是一致的^[9-10]。资料显示,苦丁茶的根、叶中元素含量与土壤中元素含量呈正相关性^[11],苦丁茶对土壤中元素具有富集能力,提示苦丁茶中元素可能主要来源于土壤。

从铝、镉和铅的平均含量分析显示,两种代用茶中铝元素含量在7种元素中最高,在各产地也处于高水平,铝含量最高值为2 214 mg/kg,这可能的原因是苦丁茶树对铝元素有很强的富集作用以及土壤中铝元素含量高;大叶苦丁茶中镉含量水平远

表3 不同产地苦丁茶样品中7种元素含量/(mg/kg)
Table 3 Contents of 7 elements in the samples of Kuding Tea from different producing areas/(mg/kg)

食品类别	产地	样品 份数	镉			P	铝			P	镍			P	铅			P
			均值	中位值	最大值		均值	中位值	最大值		均值	中位值	最大值		均值	中位值	最大值	
大叶苦丁茶	广东	40	6.99	6.47	12.7		216	194	408		3.59	3.20	7.18		0.449	0.335	1.86	
	广西	51	5.93	5.15	35.0		104	31.0	749		4.73	3.36	25.8		0.319	0.160	2.54	
	浙江	36	8.27	7.84	23.7		198	205	465		3.75	3.64	12.5		0.332	0.300	0.662	
	海南	139	6.44	6.33	15.9		150	150	764		3.11	2.60	16.8		0.324	0.212	1.98	
	湖北	30	6.56	7.11	9.85	<0.05	189	191	328	<0.05	3.02	2.98	5.02	0.14	0.416	0.379	0.758	<0.05
	福建	45	5.31	5.80	8.92		210	128	1 735		3.43	3.30	7.62		0.452	0.320	1.80	
	四川	39	4.05	1.34	26.2		161	157	487		5.95	3.25	16.2		1.09	0.945	3.79	
小叶苦丁茶	不详	237	6.28	6.21	31.9		204	180	2 214		3.54	3.30	17.7		0.382	0.285	3.01	
	贵州	43	0.26	0.17	2.39		254	192	1 255		5.13	3.89	18.4		2.30	1.43	18.2	
	四川	60	0.20	0.06	2.29	<0.05	75	64.0	501	<0.05	3.46	1.29	21.4	<0.05	0.831	0.716	3.91	<0.05
	不详	101	0.24	0.09	2.36		147	59.0	1 243		2.12	1.16	51.0		0.939	0.703	8.40	
大叶苦丁茶	食品类别	产地	样品 份数	总铬	中位值	最大值	P	总汞	中位值	最大值	P	总砷	中位值	最大值	P			
	广东	40	0.505	0.404	1.81		0.009	0.008	0.028	0.517	0.326	2.34						
	广西	51	0.579	0.340	3.14		0.005	0.004	0.032	1.19	0.094	10.8						
	浙江	36	0.647	0.629	2.93		0.007	0.006	0.027	0.476	0.346	2.88						
	海南	139	0.889	0.357	14.1		0.009	0.004	0.140	0.376	0.212	2.10						
	湖北	30	0.587	0.613	1.57	<0.05	0.015	0.015	0.033	0.773	0.820	1.95	<0.05					
	福建	45	0.681	0.610	2.98		0.009	0.004	0.180	0.539	0.410	1.85						
	四川	39	0.533	0.432	1.76		0.019	0.004	0.078	0.274	0.179	1.81						
	不详	237	1.11	0.511	46.9		0.012	0.009	0.173	0.520	0.363	4.78						
	贵州	43	2.89	1.13	48.4		0.037	0.016	0.292	1.92	0.671	12.4						
	四川	60	0.552	0.262	6.96	<0.05	0.015	0.012	0.066	0.259	0.107	1.66	<0.05					
	不详	101	0.645	0.270	9.62		0.048	0.005	1.80	0.199	0.087	1.60						

镉	***	0.20***	0.13*	0.04	0.10	0.10	0.11
铝	0.20***	***	0.12*	0.05	0.17***	0.24***	0.10
镍	0.13**	0.12**	***	0.12*	0.12*	0.07	0.14**
铅	0.04	0.05	0.12**	***	0.12*	0.11*	0.10
总铬	0.10*	0.17***	0.12**	0.12**	***	0.15**	0.14*
总汞	0.10*	0.24***	0.07	0.11**	0.15***	***	0.12*
总砷	0.11**	0.10*	0.14***	0.10*	0.14***	0.12**	***
	镉	铝	镍	铅	总铬	总汞	总砷

注:图中数据为相关系数; *表示相关性有统计学意义($P<0.05$), *越多说明差异性越显著

图1 大叶苦丁茶样品中7种元素之间相关性

Figure 1 Correlation among 7 elements in the sample of large-leaf Kuding Tea

镉	***	0.13	0.16	0.01	0.11	-0.02	0.08
铝	0.13	***	0.11	0.19	0.18	0.02	0.17
镍	0.16*	0.11	***	0.01	0.16	0.06	0.14
铅	0.01	0.19**	0.01	***	0.28***	0.15	0.20
总铬	0.11	0.18**	0.16*	0.28***	***	0.11	0.28***
总汞	-0.02	0.02	0.06	0.15*	0.11	***	0.16
总砷	0.08	0.17*	0.14*	0.20**	0.28***	0.16*	***
	镉	铝	镍	铅	总铬	总汞	总砷

注:图中数据为相关系数; *表示相关性有统计学意义($P<0.05$), *越多说明差异性越显著

图2 小叶苦丁茶样品中7种元素之间相关性

Figure 2 Correlation among 7 elements in the sample of small-leaf Kuding Tea

远高于小叶苦丁茶,大叶苦丁茶中镉含量均值约是小叶苦丁茶的26倍,这与浙江省苦丁茶中镉元素含量分析是一致,该文献报道,大叶苦丁茶中镉元素远远高于小叶苦丁茶^[12],提示大叶苦丁茶较小叶苦丁茶更容易富集镉元素;小叶苦丁茶中铅元素含量高于大叶苦丁茶,这与文献资料也是一致的^[13]。

从元素含量的频数分布分析发现,80.60%大叶苦丁茶的镉含量高于2 mg/kg,小叶苦丁茶为2.04%;73.25%大叶苦丁茶的镍含量高于2 mg/kg,小叶苦丁茶为35.29%;77.52%大叶苦丁茶的铝含量高于100 mg/kg,小叶苦丁茶为45.00%;35.20%大叶苦丁茶的总砷含量高于0.5 mg/kg,小叶苦丁茶为21.72%;这提示大叶苦丁茶对这4种元素的富集能力可能强于小叶苦丁茶。17.38%大叶苦丁茶的总铬含量高于1 mg/kg,小叶苦丁茶为22.55%;11.99%大叶苦丁茶的总汞含量高于0.02 mg/kg,小叶苦丁茶为

28.72%;8.65%大叶苦丁茶的铅含量高于1 mg/kg,小叶苦丁茶为39.22%;这提示大叶苦丁茶对这3种元素的富集能力可能弱于小叶苦丁茶。

从产地分析,大叶苦丁茶和小叶苦丁茶均有6种元素的分布在各产地间存在差异性。大叶苦丁茶中镉、铝、总铬、总砷的含量分别在浙江省、广东省、海南省、广西壮族自治区最高,镍、铅、总汞的含量均在四川省最高;贵州省小叶苦丁茶中7种元素含量均高于四川省。苦丁茶在产地的这种分布差异可作进一步研究。

从元素间相关性分析,大叶苦丁茶和小叶苦丁茶中部分元素之间存在一定的相关性,其中大叶苦丁茶中的正相关元素对多于小叶苦丁茶,这可能与产地的土壤或水体中元素含量差异以及苦丁茶对各元素吸收、代谢差异有关。目前尚无文献资料报道苦丁茶对各元素的吸收、代谢以及相关性结果,

今后需要进一步开展相关研究。

综上,本研究对苦丁茶中高度关注的7个元素的污染基线水平进行了全国调查,全面获得了7个元素污染含量分布和地区分布特征,尤其是发现大叶苦丁茶和小叶苦丁茶的铝、镉、铅等元素污染差异性,为后续风险评估、国家限量标准制修订、产品监管提供了科学依据。

参考文献

- [1] 谷婧,彭勇,许利嘉,等.苦丁茶商品的原植物调查与性状鉴别[J].中药材,2011,34(2):196-199.
GU J, PENG Y, XU L J, et al. Investigation and character identification of the original plant of Kudingcha[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2011, 34(2): 196-199.
- [2] 韦晓洁,银慧慧,孟菲,等.苦丁茶有效成分及药理活性的研究进展[J].中国医药导报,2017,14(24):2-65.
WEI X J, YIN H H, MENG F, et al. Research progress on the effective constituents and pharmacological activities of Ilex kudingcha C. J. Tseng[J]. China Medical Herald, 2017, 14(24): 2-65.
- [3] 潘慧娟.我国部分地区苦丁茶中微量元素含量的比较研究[J].茶叶,2008,34(4):223-224.
PAN H J. The comparative study of micronutrient elements in Kudingcha samples in some areas of China[J]. Journal of Tea, 2008, 34(4): 223-224.
- [4] 吴良,杜兵兵,罗盛旭,等.海南苦丁茶和绿茶中微量元素溶出率的比较分析[J].微量元素与健康研究,2008,25(5):39-41.
WU L, DU B B, LUO S X, et al. A comparative analysis on dissolvable rate of trace elements from Hainan Kudingcha and Green Tea[J]. Studies of Trace Elements and Health, 2008, 25(5): 39-41.
- [5] 王绪卿,吴永宁,陈君石.食品污染监测低水平数据处理问题[J].中国预防医学杂志,2002,36(4):278-279.
WANG X J, WU Y N, CHEN J S. Low level data processing of food contamination monitoring[J]. Chinese Preventive Medicine, 2002, 36(4): 278-279.
- [6] 林少美,林彩琴,郑三燕,等.电感耦合等离子体质谱法测定苦丁茶中的铅、镉、砷、汞和铬[J].中国卫生检验杂志,2020,30(1):18-20.
LIN S M, LIN C Q, ZHENG S Y, et al. Determination of lead, cadmium, arsenic, mercury and chromium in kudingcha by inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2020, 30(1): 18-20.
- [7] 云奋,叶海湄,黄涵.海南省市售苦丁茶和鹧鸪茶及茶汤中9种元素污染特征及健康风险评估[J].实用预防医学,2021,28(9):1054-1058.
YUN F, YE H M, HUANG H. Pollution characteristics and health risk assessment of nine elements in commercially available Kuding and Partridge tea leaves and their infusions in Hainan Province[J]. Practical Preventive Medicine, 2021, 28(9): 1054-1058.
- [8] 邱香,沈建红,费加艺,等.上海市松江区市售苦丁茶及茶汤中8种元素监测结果[J].职业与健康,2019,35(12):1633-1637.
QIU X, SHEN J H, FEI J Y, et al. Monitoring results of eight elements in commercially available Kuding Tea leaves and infusion in Songjiang District of Shanghai[J]. Occup and Health, 2019, 35(12): 1633-1637.
- [9] 马蓓蓓,杨财平,杨小波.2017年湖北省市售苦丁茶中31种元素含量调查[J].公共卫生与预防医学,2018,29(3):107-109.
MA B B, YANG C P, YANG X B. Content of 31 elements in commercially available bitter tea in Hubei Province[J]. J of Pub Health and Prev Med, 2018, 29(3): 107-109.
- [10] 王小平,李凌.苦丁茶中28种元素含量分析及镉浸出率研究[J].微量元素与健康研究,2005,22(3):28.
WANG X P, LI L. Studies on the concentrations of 28 elements in Kuding Tea leaves and on the extraction efficiencies of cadmium in Kuding Tea infusions[J]. Studies of Trace Elements and Health, 2005, 22(3): 28.
- [11] 贾振亚,罗盛旭,杜兵兵,等.石墨炉AAS法分析冬青科苦丁茶树系统中镉及其分布[J].环境科学与技术,2010,33(5):113-116.
JIA Z Y, LUO S X, DU B B, et al. Analysis of Cadmium and Its Distribution in Kudingcha System by GF-AAS[J]. Studies of Trace Elements and Health. 2010, 33(5): 113-116.
- [12] 潘惠娟.浙江苦丁茶镉元素含量分析[J].茶叶,2008,34(1):36-38.
PAN H J. Analysis of Cd element in Kuding Tea leaves in Zhejiang[J]. Journal of Tea. 2008, 34(1): 36-38.
- [13] 潘惠娟,王超英.我国不同产地苦丁茶中铅元素含量分析[J].杭州师范学院学报(医学版),2008,28(4):262-264.
PAN H J, WANG C Y. Analysis of the concentrations of Pb chemical element in Kuding Tea leaves from different producing area of China[J]. Journal of Hangzhou Teachers College (Medical Edition), 2008, 28(4): 262-264.