

文章编号:1672-058X(2011)06-0626-05

# 几种茶叶中 Pb 和 Cd 含量研究

曾祥燕<sup>1</sup>, 李其林<sup>2</sup>, 柯雪芳<sup>2</sup>

(1. 重庆化工职业学院 应用化学系, 重庆 400020; 2. 云南师范大学 化学化工学院, 昆明 650092)

**摘要:**茶叶溶出物中 Pb、Cd 含量的测定, 讨论的是采用开水浸泡法、超声波萃取法、干法灰化法及湿式消解法处理 5 种市售茶叶样品, 并用火焰原子吸收光谱法测定其含量; 结果表明不同茶叶品种中 Pb、Cd 含量有一定的差异, 湿法消解中绿茶溶出的 Pb 含量超过国家限量标准; 湿式消解法除碧螺春外, 测得的 Pb 和 Cd 含量均高于干灰化法; 超声波能萃取出茶叶 Cd; 5 种茶叶品种开水浸泡后茶汤中仅特级花茶(成都)的一泡超过饮用水卫生标准值, 二泡、三泡 Pb、Cd 均未检出, 因此弃饮一泡茶基本无 Pb、Cd 危害。

**关键词:**含量; Pb; Cd; 火焰原子吸收光谱法; 茶叶

**中图分类号:** O656. 22

**文献标志码:** A

茶叶是历史悠久的天然健康饮料, 其独特的色、香、味已经被越来越多的人所喜爱, 但是茶叶中也存在一些对人体健康有害的元素, 例如 Pb、Cd, 它们会作用于全身各系统和器官导致一系列疾病发生, 如贫血、高血压、肺水肿等<sup>[1]</sup>。因此, 茶叶中 Pb、Cd 含量进行研究对于评价茶叶质量优劣及关注人类的健康有重要意义。茶叶中 Pb、Cd 含量的测定方法有多种, 常用的有分光光度法、电化学分析法、原子吸收法、原子荧光光谱法、电感耦合等离子体光谱法<sup>[2-6]</sup>。通常茶叶不直接食用, 而是经沸水浸泡后饮用。丁航等<sup>[7]</sup>认为, 直接测定茶叶中重金属元素的含量不能作为卫生学评价的依据, 必须对茶水中各元素的含量和浸出率同时考察才有意义。徐洁等<sup>[8]</sup>研究了不同浸泡次数, 浸泡温度和浸泡时间下茶叶中重金属的浸出规律。实验采用沸水浸泡法、超声波萃取法、干灰化法及湿式消解法处理 5 种市售茶叶, 并用火焰原子吸收光谱法测定 Pb、Cd 含量。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

样品: 5 种市售茶叶样品, 分别为绿茶(蒙山)、普洱(云南)、碧螺春(江苏)、毛尖(宜昌)、特级花茶(成都)。

试剂: 盐酸(1:1, v/v), 30% 过氧化氢溶液, 硝酸—高氯酸(4:1, v/v), 浓硝酸, 蒸馏水, 10 μg/mL(ppm) Mg 标准溶液, 50 μg · mL(ppm) Ca 标准溶液。

仪器: TAS-990F 原子吸收光谱仪(北京普析通用仪器有限责任公司), BS224S 电子分析天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司), SY-1000 超声波萃取仪(上海宁商超声仪器有限公司)等。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 标准曲线

Pb、Cd 的标准曲线见图 1 和图 2。由图可知, 曲线相关系数达 0.999 以上, 曲线线性好。

收稿日期: 2011-03-18; 修回日期: 2011-05-10.

作者简介: 曾祥燕(1965-), 男, 重庆江津人, 高级讲师, 从事分析化学教学研究.

表1 Pb的标准曲线

编号	0	1	2	3	4	5	6
体积/mL	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00
浓度/( $\mu\text{g/mL}$ )	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00
吸光度	0.000	0.072	0.150	0.225	0.305	0.372	0.452

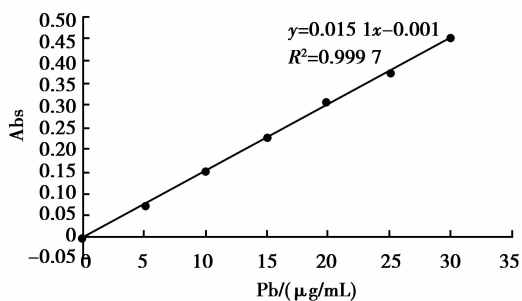


图1 Pb标准曲线

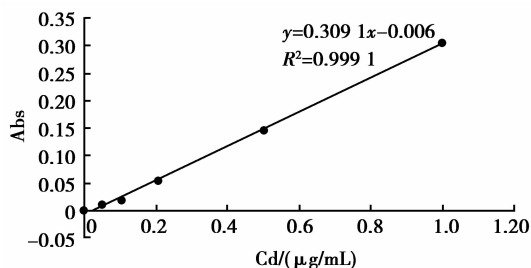


图2 Cd标准曲线

表2 Cd的标准曲线

编号	0	1	2	3	4	5
体积/mL	0.00	0.25	0.50	1.00	2.50	5.00
浓度/( $\mu\text{g/mL}$ )	0.00	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00
吸光度	0.000	0.009	0.021	0.055	0.146	0.305

### 1.2.2 干灰化法<sup>[9]</sup>

准确称取研磨成粉末的茶叶样品 2.0 g 左右(精确至 0.000 1 g)于 5 个 50 mL 瓷坩埚中。在电炉上低温碳化后,置于马弗炉中,逐步升温,并保持在 500 °C 下干灰化处理 4 h,至样品完全灰化,呈灰白色为止。试剂空白同时操作。灰渣在冷却后用少量蒸馏水湿润,再加入 4 mL 盐酸(1:1, v/v),在电炉上低温溶解(如无法完全溶解的可加入几滴 30% 过氧化氢溶液),然后用蒸馏水定容到 10 mL 比色管中,用火焰原子吸收光谱法分别测定茶叶中 Pb、Cd 含量,同时做试剂空白。

### 1.2.3 湿式消解法<sup>[10]</sup>

准确称取研磨成粉末的茶叶样品 2.0 g 左右(精确至 0.000 1 g)于 5 个 150 mL 烧杯中,加入 10 mL 硝酸-高氯酸的混合液(4:1, v/v),加盖浸泡过夜,置可控温的电热板上低温加热。若消解液颜色逐渐加深,呈现棕黑色时,移开电热板,冷却,补加适量硝酸,继续加热消解。待溶液颜色不再加深,呈无色透明或略带黄色,并冒白烟,可升高温度驱赶剩余酸液,直至近干,再次低档位加热得白色残渣,加入少量去离子水溶解残渣,冷却至室温后过滤,用蒸馏水定容到 10 mL 比色管中,用火焰原子吸收光谱法分别测定茶叶中 Pb、Cd 含量,同时做试剂空白。

### 1.2.4 超声波萃取法

准确称取研磨成粉末的茶叶样品 2.0 g 左右(精确至 0.000 1 g)于 5 个 150 mL 锥形瓶中,分别加入 50 mL 蒸馏水,放入超声波中萃取 20 min 后,取出摇匀,过滤,加热浓缩,将浓缩液转移定容到 10 mL 比色管中,用火焰原子吸收光谱法分别测定茶叶中 Pb、Cd 含量。

### 1.2.5 开水浸泡法

准确称取研磨成粉末的茶叶样品 2.0 g 左右(精确至 0.000 1 g)于 5 个 200 mL 烧杯中,用 100 mL 沸水浸泡 30 min 后,过滤,滤液为第 1 次溶出液;再加入 100 mL 沸水浸泡 30 min 后,过滤,滤液为第 2 次溶出液;继续加入 100 mL 沸水浸泡 30 min 后,过滤,滤液为第 3 次溶出液。然后将第 1、2、3 次溶出液分别高温浓缩,待冷却后转移定容到 10 mL 比色管中,用火焰原子吸收光谱法分别测定茶叶中 Pb、Cd 含量。

分析质量控制采用平行双样和加标样,平行样的相对偏差在 10% 以内,加标样的加标回收率在 85% ~ 115%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 干灰化法

干灰化法消解茶叶 Pb 和 Cd 含量见表 3。由表 3 可知,5 种茶叶溶出的 Pb 含量范围为 1.324 ~ 3.641 mg/kg, Cd 含量范围为 0.178 ~ 0.259 mg/kg。Pb 含量都没超过《食品中污染物限量》(GB2762—2005)中的限量规定( $\leq 5$  mg/kg)。5 种茶叶品种中 Pb 含量的变化幅度大于 Cd,碧螺春的 Pb 含量最高(3.641 mg/kg)。

表 3 干法灰化法消解茶叶 Pb 和 Cd 含量

茶叶名称 (产地)	称样量/g	吸光度		查曲线值/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )		含量/(mg/kg)	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
绿茶(蒙山)	2.000 4	0.008	0.010	0.596	0.052	2.980	0.259
特级花茶(成都)	2.000 3	0.003	0.005	0.265	0.036	1.324	0.178
普洱(云南)	2.001 3	0.007	0.005	0.530	0.036	2.647	0.178
碧螺春(江苏)	2.000 5	0.010	0.009	0.728	0.049	3.641	0.243
毛尖(宜昌)	2.000 4	0.004	0.010	0.331	0.052	1.655	0.259

### 2.2 湿式消解法

湿式消解茶叶 Pb 和 Cd 含量见表 4。由表 4 可知,绿茶溶出的 Pb、Cd 的含量明显高于其余 4 种茶叶品种,且 Pb 含量超过国家限量标准。除碧螺春外,其余 4 种茶叶品种的湿式消解法测得 Pb 和 Cd 含量均高于干灰化法。

表 4 湿式消解茶叶 Pb 和 Cd 含量

茶叶名称 (产地)	称样量/g	吸光度		查曲线值/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )		含量/(mg/kg)	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
绿茶(蒙山)	2.001 3	0.021	0.026	1.457	0.104	7.280	0.517
特级花茶(成都)	2.001 0	0.010	0.015	0.728	0.068	3.641	0.340
普洱(云南)	2.000 7	0.008	0.016	0.596	0.071	2.979	0.356
碧螺春(江苏)	2.001 8	0.006	0.009	0.464	0.049	2.316	0.242
毛尖(宜昌)	2.001 3	0.011	0.013	0.795	0.061	3.971	0.307

### 2.3 超声波萃取法

超声波萃取茶叶 Pb 和 Cd 含量见表 5。由表 5 可知,5 种茶叶溶出的 Pb 含量均未检出, Cd 含量基本一致。

表 5 超声波萃取茶叶 Pb 和 Cd 含量

茶叶名称 (产地)	称样量/g	吸光度		查曲线值/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )		含量/(mg/kg)	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
绿茶(蒙山)	2.001 1	0.000	0.001	0.066	0.023	0.000	0.113
特级花茶(成都)	2.000 8	0.000	0.002	0.066	0.026	0.000	0.129
普洱(云南)	2.001 8	0.000	0.001	0.066	0.023	0.000	0.113
碧螺春(江苏)	2.000 6	0.000	0.002	0.066	0.026	0.000	0.129
毛尖(宜昌)	2.001 2	0.000	0.002	0.066	0.026	0.000	0.129

## 2.4 开水浸泡法

开水浸泡茶叶Pb和Cd含量见表6和表7。由表可知,5种茶叶溶出的Pb的含量除特级花茶一泡为0.993 mg/kg外,其余均未检出;溶出的Cd除特级花茶一泡为0.042 mg/kg外,其余均未测出。如果弃饮一泡茶基本无Pb、Cd危害。

表6 浸泡茶叶3次Pb含量

名称		绿茶 (蒙山)	特级花茶 (成都)	普洱 (云南)	碧螺春 (江苏)	毛尖 (宜昌)
称样量/g		2.000 8	2.001 5	2.001 4	2.001 5	2.001 1
吸光度	一泡	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
查曲线值/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	一泡	0.000	0.199	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
含量/(mg/kg)	一泡	0.000	0.993	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表7 浸泡茶叶3次Cd含量

名称		绿茶 (蒙山)	特级花茶 (成都)	普洱 (云南)	碧螺春 (江苏)	毛尖 (宜昌)
称样量/g		2.000 8	2.001 5	2.001 4	2.001 5	2.001 1
吸光度	一泡	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
查曲线值/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	一泡	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
含量(mg/kg)	一泡	0.000	0.210	0.000	0.000	0.000
	二泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	三泡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

同一方法测定5种茶叶品种的Pb、Cd含量有一定差异,因为茶叶中元素的含量受土壤地球化学背景值、茶叶品种、等级及加工方法等多方面因素影响<sup>[11]</sup>。不同方法测定同一茶叶品种的Pb、Cd含量差异也明显,因为不同方法溶出茶叶的原理不同。干灰化法和湿式消解法均为测定茶叶中元素的总量,但Pb、Cd的结果却明显不同,可能是盐酸的加入量多少与灰化温度的高低、灰化时间的长短均影响Pb、Cd的溶出。因此如何科学地评价茶叶中Pb、Cd含量需要进一步的研究探索。

超声波能萃取一定量的Cd,基本不能萃取Pb。用开水浸泡茶叶基本没有Pb、Cd的溶出。根据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)Pb、Cd的限量标准( $\text{Pb} \leq 0.01 \mu\text{g}/\text{mL}$ ,  $\text{Cd} \leq 0.005 \mu\text{g}/\text{mL}$ )可知,特级花茶(成都)的一泡远超过标准值,因此在实际饮茶过程中,须引起重视,选取不超标准的茶叶饮用或者弃饮一泡茶更为安全。

## 3 结论

(1) 不同茶叶品种中Pb、Cd含量有一定的差异。湿法消解法中绿茶溶出的Pb、Cd含量明显高于其余4

种茶叶品种,且 Pb 含量超过国家限量标准。

(2) 不同方法测定茶叶 Pb、Cd 含量结果差异明显。湿式消解法中除碧螺春外,测得的 Pb 和 Cd 含量均高于干灰化法。超声波能萃取出茶叶 Cd,但 Pb 不能。

(3) 5 种茶叶品种开水浸泡后茶汤中仅特级花茶(成都)的一泡超过饮用水卫生标准值,二泡、三泡 Pb、Cd 均未检出,弃饮一泡茶更安全。

#### 参考文献:

- [1] 陈清,卢国程. 微量元素与健康[M]. 北京: 北京大学出版社,1989,286-289
- [2] 袁建,鞠兴荣,汪海峰,等. 茶叶中有害金属元素的快速检测技术研究[J]. 食品科学,2004,25(11): 259-262
- [3] 张卫华,金贞淑. 极谱分析法连续测定痕量铅和镉[J]. 光谱实验室,2002,19(3): 20-22
- [4] IBRAHIM N, MUSTAFA S. Enrichment and determinations of nickel ( II ), cadmium ( II ), copper ( II ), cobalt ( II ) and lead ( II ) ions in natural waters, table salts, tea and urine samples as pyrroly dine dithiocarba mate chelates by membrane filtration-flame atomic absorption spectrometry combination[J]. Analytica Chimica Acta,2003,493(2): 205-212
- [5] 罗晓薇. 火焰原子吸收光谱法测定茶叶中铅铜[J]. 现代仪器,2004,10(3): 30-32
- [6] 傅素虹,林专红. 茶叶中重金属含量分析消化方法改进[J]. 中国卫生检验杂志,2005,15(9): 1141
- [7] 丁航. 茶叶中微量元素的溶出规律[J]. 广东微量元素科学,2003,10(5): 56-57
- [8] 徐洁,叶芝祥,张丽,等. 茶叶中重金属浸出规律的研究[J]. 化学分析计量,2007,16(1): 23-25
- [9] 石元值,马立锋,韩文炎,等. 茶叶中重金属元素的原子吸收光谱测定法[J]. 中国茶叶,6-7,17-19
- [10] 尚永辉. 原子吸收光谱法测定茶叶中铅和镉时消解方法的优化[J]. 化学分析计量,2008,17(2): 16-18
- [11] 李琴. 植物对土壤重金属污染修复的研究进展[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2007,24(6): 561-561

## Research on the Content of Pb and Cd in Some Teas

ZENG Xiang-yan<sup>1</sup>, LI Qi-lin<sup>2</sup>, KE Xue-fang<sup>2</sup>

(1. Department of Applied Chemistry, Chongqing Chemical Engineering Vocational College, Chongqing 400020, China;

2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

**Abstract:** The detection of Pb and Cd contents in dissolved materials of five commercial teas is conducted by boiling water soaking method, ultrasonic extraction method, dry ashing method, wet digestion method and flame atomic absorption spectrometry, the results show that the contents of Pb and Cd in different teas are different, that the content of Pb dissolved from green tea by wet digestion method is higher than the limitation of national standard, the contents of detected Pb and Cd dissolved from the teas except Biluochun by wet digestion method are all higher than the detected contents by dry ashing method, that Cd can be extracted by ultrasonic, and that in the five teas, the contents of Pb and Cd dissolved in boiling water only from superfine scented tea ( Chengdu ) are higher than drinking health standard value in the first tea-soaked water, however, the contents of Pb and Cd were not detected in the second tea-soaked water and the third tea-soaked water, thus, Pb and Cd in the teas can not harm human beings if the first tea-soaked water is given up.

**Key words:** content; Pb; Cd; flame atomic absorption spectrometry; tea

责任编辑:田 静