

# 云南茶叶中铅含量的调查及检测分析

杨婉秋, 杨 冲, 段晓艳

(昆明学院 化学科学与技术系, 云南 昆明 650214)

**摘要:** 采用电感耦合等离子质谱仪对 217 份不同种类云南茶叶的铅含量进行检测分析. 结果表明, 所检测茶叶样品中铅含量为 0 ~ 4.251 4 mg/kg, 平均含量为 0.620 6 mg/kg, 所有茶叶样品中铅含量均低于 5.0 mg/kg 的国家限量标准, 仅有 3.23% 的茶叶样品中铅含量超过 2.0 mg/kg 的农业部有机茶最大限量标准, 说明目前云南不同种类茶叶安全卫生质量较好, 但不同种类茶叶中铅含量差异无统计学意义.

**关键词:** 云南茶叶; 电感耦合等离子质谱仪; 铅; 检测

**中图分类号:** TS272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674 - 5639 (2018) 03 - 0032 - 05

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2018.03.006

## Investigation and Analysis on the Content of Lead in Yunnan Tea

YANG Wanqiu, YANG Chong, DUAN Xiaoyan

(Department of Chemical Science and Technology, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214)

**Abstract:** In order to detect the lead content of Yunnan tea, ICP-MS were used to analyze 217 different types of Yunnan tea. The results showed that the lead content in the tea samples ranged from 0 to 4.251 4 mg/kg, with an average content of 0.620 6 mg/kg. The lead content in all samples was below the national limit standard of 5.0 mg/kg. Only 3.23% of the samples exceeded the organic tea limit standard of 2.0 mg/kg from the Ministry of Agriculture. It means that at present, the different kinds of Yunnan tea have good and safe quality but there is no statistic significance in the different lead content of the different types of Yunnan tea.

**Key words:** Yunnan tea; ICP-MS; lead; detection

重金属铅对生物神经系统具有一定毒性<sup>[1]</sup>, 且在生物体内半衰期较长. 随着社会的快速发展, 环境中铅含量大幅增加, 各类食品中铅污染风险也随之增加<sup>[2-3]</sup>. 茶叶对重金属的蓄积性较强, 随着水体、土壤中铅污染的加剧, 加之汽车尾气、空气沉降以及外源性施肥等因素引入的铅, 使茶叶中铅含量有逐年增加的趋势, 已严重影响到茶叶的质量安全<sup>[4-7]</sup>.

云南是我国最主要的茶叶产区之一, 2015 年云南茶叶产量达 36 万 t<sup>[8]</sup>, 其中普洱茶 (包括普洱生茶和普洱熟茶)、滇红茶在国内外具有较高知名度. 2010 年宁蓬勃等人<sup>[6]</sup>对云南普洱茶中铅含量进行调查后, 尚未见有关云南茶叶铅含量的

调查报道. 本文对云南茶产区不同种类茶叶中铅含量进行调查研究, 不仅可了解现有各种云茶产品中铅含量, 还可为云南茶叶的质量安全提供可靠数据.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

2016 年, 以市场采购方式购得云南产各类茶叶 217 份, 其中: 普洱生茶 79 份; 普洱熟茶 48 份; 滇绿茶 49 份; 滇红茶 41 份.

硝酸、高氯酸均为优级纯试剂, 实验用水由 Milli-Q 纯水仪制备. 标准溶液为金属元素混合标准溶液 (Agilent-8500-6940, 美国), 内标溶液为

收稿日期: 2018 - 05 - 03

基金项目: 昆明学院应用型人才培养改革创新资助项目“化学化工类大学生创新实践基地建设”.

作者简介: 杨婉秋 (1980—), 女, 云南石林人, 副教授, 博士, 主要从事分析检验研究.

Rh 和 Re 标准溶液 (国家有色金属及电子材料分析测试中心), 仪器调谐溶液为 Ce, Co, Li, Tl, Y 混合溶液 (Agilent-5188-6564, 美国).

### 1.2 仪器

分析测试仪器采用电感耦合等离子质谱仪 (ICP-MS, Agilent-7700e, 美国). 仪器工作条件为: 等离子体射频 (RF) 功率 1 550 W; 碰撞反应池等离子体 He 模式; 载气流量 1.03 L/min; 氦气流量 4.3 mL/min; 雾化室温 2℃; 采样深度 10.0 mm.

### 1.3 方法

准确称取 2.0 g 茶叶干粉, 精密称定, 置于小烧杯中, 加入混酸 [V(硝酸):V(高氯酸) =

25 mL:5 mL] 浸泡, 加盖放置过夜后, 置于加热板上消解至澄清透明, 继续加热至溶液中硝酸挥发近无, 冷却, 用硝酸溶液 (2%) 洗涤定容至 200 mL. 空白样品同法处理. 每份样品平行制备 3 份.

优化 ICP-MS 仪器工作条件, 使稳定性、分辨率、灵敏度及双电荷参数适于测定后, 分别测定标准、空白溶液和样品溶液, 扣除空白后计算结果.

## 2 结果与讨论

### 2.1 云南茶叶中铅含量分析

采用 ICP-MS 对云南各茶产区 217 份茶叶样品中铅含量进行分析检测, 其结果如下 (表 1).

表 1 云南产茶叶中铅含量

茶叶种类	含量/(mg · kg <sup>-1</sup> )						
普洱生茶	0.528 5	0.218 4	0.227 9	0.190 8	0.637 0	0.700 6	0.220 3
	0.115 5	0.130 4	0.523 3	0.498 5	0.401 0	0.258 1	0.376 6
	0.183 4	0.313 6	0.258 2	0.948 0	0.675 7	0.298 2	0.712 0
	0.443 9	0.333 4	0.466 0	0.655 8	0.180 3	0.562 1	0.437 1
	0.615 1	0.386 8	0.439 9	0.142 4	0.188 1	0.482 7	0.908 2
	0.524 1	0.874 5	0.644 9	0.119 3	0.840 8	0.283 7	0.642 4
	0.282 7	0.648 8	0.589 9	0.309 5	0.116 5	0.334 7	0.314 3
	0.947 6	3.600 9	0.475 7	0.246 3	0.388 6	0.133 4	0.963 1
	0.134 4	1.845 7	0.502 9	0.259 9	0.605 2	0.392 6	0.796 3
	0.129 2	0.422 8	0.483 8	0.719 6	0.441 4	0.320 8	0.114 8
普洱熟茶	0.354 6	0.354 1	0.283 1	1.047 1	0.811 7	0.256 7	0.523 4
	0.069 8	0.326 8					
	0.418 4	4.251 4	0.534 7	0.920 3	0.634 5	1.112 6	0.683 8
	0.646 2	0.374 4	0.397 8	0.647 5	1.275 2	0.579 4	0.883 4
	0.439 2	0.244 9	0.161 7	0.618 9	0.770 0	1.167 4	0.729 5
	0.447 6	1.194 2	0.357 8	3.189 7	0.264 9	1.095 7	0.288 3
滇绿茶	0.639 6	0.563 9	0.967 4	0.831 4	0.871 3	0.817 5	0.671 8
	0.546 9	0.838 2	0.616 4	0.988 1	0.531 7	1.006 6	1.345 3
	0.641 9	0.736 4	0.624 0	2.963 5	0.997 9	0.984 1	
	0.346 1	0.203 0	0.081 5	0.420 3	0.149 1	0.596 1	0.335 1
	0.633 0	0.556 7	0.531 3	0.216 9	0.337 4	0.100 5	0.203 1
	0.392 0	0.209 2	0.318 7	0.185 3	2.466 2	-	0.159 0
	0.722 1	0.338 7	0.580 0	0.315 9	0.582 5	0.394 7	0.410 0
0.345 1	0.384 8	0.734 5	0.405 5	0.419 9	0.542 0	0.572 4	
0.582 1	0.274 3	0.302 7	0.256 8	0.287 2	0.123 2	1.219 8	
0.600 7	0.070 2	0.315 6	0.214 5	0.157 7	0.174 7	0.166 5	

续表 1

茶叶种类	含量/(mg · kg <sup>-1</sup> )						
滇红茶	0.423 9	0.200 4	0.548 8	0.300 8	1.172 0	0.460 5	1.925 5
	0.512 3	0.334 7	0.577 8	0.406 9	0.339 4	1.938 6	0.533 4
	0.446 6	0.949 8	0.551 7	0.489 4	1.377 8	0.640 0	0.507 7
	0.271 8	1.920 9	1.755 1	0.372 1	1.109 1	0.553 6	3.624 6
	0.437 8	1.366 7	0.639 3	0.131 8	0.309 7	2.066 9	0.406 3
	0.114 1	1.486 6	0.243 0	0.536 9	0.492 8	0.613 5	

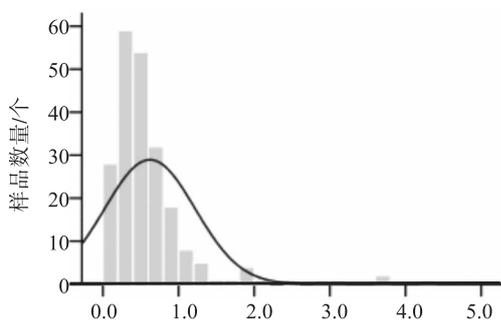
注：“-”为未检出。

由检测结果可知,本次所检测 217 个茶叶样品中, Pd 含量为 0 ~ 4.251 4 mg/kg, 平均含量为 0.620 6 mg/kg, 标准差为 0.598 2 mg/kg. 其中有 1 份样品中未检出铅, 3 份样品中铅含量处于 2.0 ~ 3.0 mg/kg 之间, 3 份样品中铅含量处于 3.0 ~ 4.0 mg/kg 之间, 1 份样品中铅含量高于 4.0 mg/kg, 所有茶叶样品中铅含量均低于 5.0 mg/kg 的国家标准《食品中污染物限量》(GB 2762—2012) 和农业部《绿色食品茶叶》(NY/T 288—2012) 限量标准, 7 份样品中铅含量超出 2.0 mg/kg 的农业部《有机茶》(NY 5196—2002) 限量标准, 占总量的 3.23%.

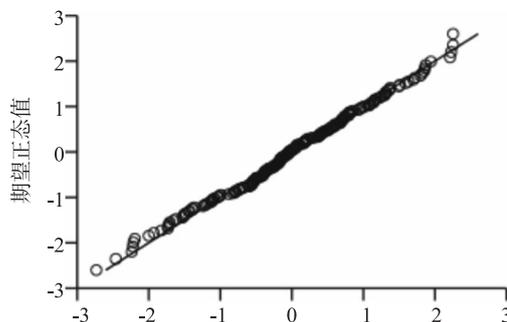
茶叶样品铅含量分布(图 1a)主要集中在 0.0 ~ 1.0 mg/kg 之间(191 份样品, 占 88.02%), 其中 28 份茶叶样品铅含量处于 0.2 mg/kg 以下, 占 12.90%, 59 份处于 0.2 ~ 0.4 mg/kg 之间, 占

27.19%, 54 份处于 0.4 ~ 0.6 mg/kg 之间, 占 24.88%, 173 份茶叶样品中铅含量低于 0.8 mg/kg, 占 79.72%; 26 份茶叶样品含量高于 1.0 mg/kg, 占 11.98%; 仅 7 份茶叶样品中铅含量超过 2.0 mg/kg, 占 3.23%. 铅含量安全情况远好于 1999—2001 年间各类茶叶<sup>[9]</sup>, 也优于 2010 年的普洱茶<sup>[6]</sup>, 说明近年来, 云南茶叶中整体铅含量安全质量有所提高.

茶叶样品中铅含量差异较大, 且围绕含量平均值呈现类正态分布. 利用 SPSS 19.0 对所测结果进行分析, 检验样品中铅含量的正态分布特性, Q-Q 正态图中分析数据近似一条直线(图 1b), 表明样品中铅含量服从正态分布, 说明茶叶中铅含量高低可能不是受单一主要因素影响, 而是受产地土壤、茶园空气或水体金属含量、茶叶原料成熟度、茶叶种类、制作工艺、包装等大量随机因素影响<sup>[10-15]</sup>.



(a) 铅含量分布直方图



(b) 铅含量Q-Q图

图1 云南茶叶中铅含量分布直方图和Q-Q正态分布图

## 2.2 不同种类茶叶样品中铅含量分析

通过对不同种类茶叶中铅含量进一步比较分析, 发现不同种类茶叶中铅含量存在较大差异(表 2), 其平均含量高低顺序表现为:  $w(\text{滇绿茶}) < w(\text{普洱$

生茶)  $< w(\text{滇红茶}) < w(\text{普洱熟茶})$ , 含量差异高低顺序为:  $w(\text{普洱生茶}, 91.87\%) > w(\text{滇绿茶}, 91.32\%) > w(\text{普洱熟茶}, 83.87\%) > w(\text{滇红茶}, 78.00\%)$ .

表2 不同种类茶叶中铅含量

茶叶种类	样品数量	含量/(mg·kg <sup>-1</sup> )			
		最低含量	最高含量	平均含量	SD
普洱生茶	79	0.069 8	3.600 9	0.495 4	0.455 1
普洱熟茶	48	0.161 7	4.251 4	0.885 7	0.742 8
滇绿茶	49	0.000 0	2.466 2	0.406 8	0.3715
滇红茶	41	0.114 1	1.920 9	0.635 8	0.495 9

不同种类茶叶铅含量均集中在 1.0 mg/kg 以下 (图 2), 普洱生茶有 76 份, 占其总量的 96.20%; 普洱熟茶有 38 份, 占其总量的

79.17%; 滇绿茶有 47 份, 占其总量的 95.92%; 滇红茶有 32 个, 占其总量的 78.05%.

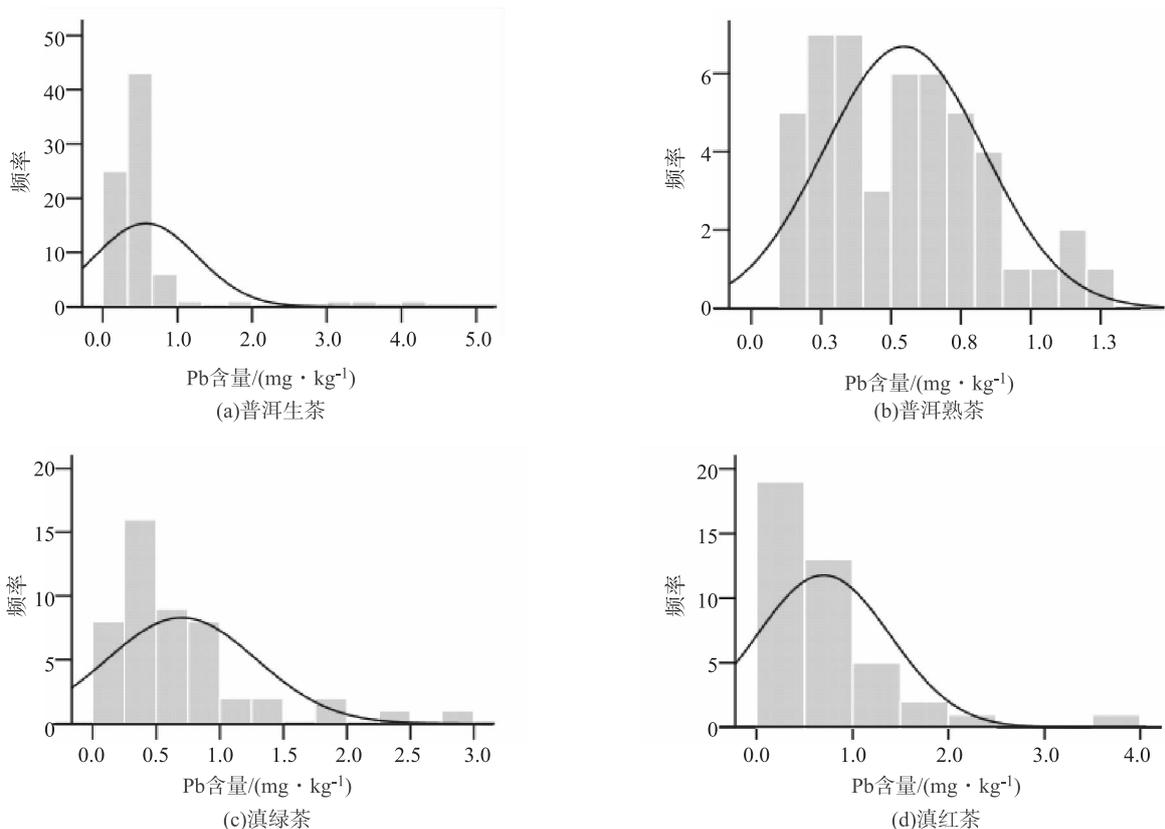


图2 不同种类茶叶中铅含量分布直方图

铅含量在不同茶叶中的分布差异明显, 但也呈现类正态分布, 利用 SPSS 19.0 对各种类茶叶中铅含量分布进行正态分布特性检验, Q-Q 正态图 (图 3) 分析检测数据近似一条直线, 说明不同茶叶种类中铅含量也呈正态分布, 各种类茶叶中铅来源较复杂, 可能受种植、生产、包装等环节中大量微小因素影响<sup>[10-15]</sup>, 而没有特定单一主要影响因素.

茶叶种类不同, 茶叶制作生产工艺不同, 会导致茶叶中铅含量差异明显. 采用 SPSS 19.0 对不同种类茶叶中铅含量进行单因素方差分析, 结果显示, 普洱生茶、普洱熟茶、滇绿茶和滇红茶 4 种不

同茶叶种类铅含量虽有差异, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 说明不同生产工艺制作的茶叶中铅含量差异无统计学意义.

### 3 结论

采用 ICP-MS 法对云南产茶叶样品中铅含量进行分析检测, 结果表明, 本次检测的 217 份茶叶样本中铅含量均低于国家标准 ( $w_{Pb} \leq 5.0$  mg/kg), 仅有 3.23% 样品的铅含量超过农业部有机茶限量标准 ( $w_{Pb} \leq 2.0$  mg/kg), 茶叶中铅含量集中在 1.0 mg/kg 以下, 说明云南产茶叶质量安全水平较

好。经对比分析本次检测结果,发现不同种类茶叶中铅含量呈正态分布,各种类茶叶中铅含量存在差异,其含量高低顺序体现为: $w(\text{滇绿茶}) < w(\text{普$

洱生茶) $< w(\text{滇红茶}) < w(\text{普洱熟茶})$ ,但普洱生茶、普洱熟茶、滇绿茶和滇红茶种类之间铅含量差异无统计学意义。

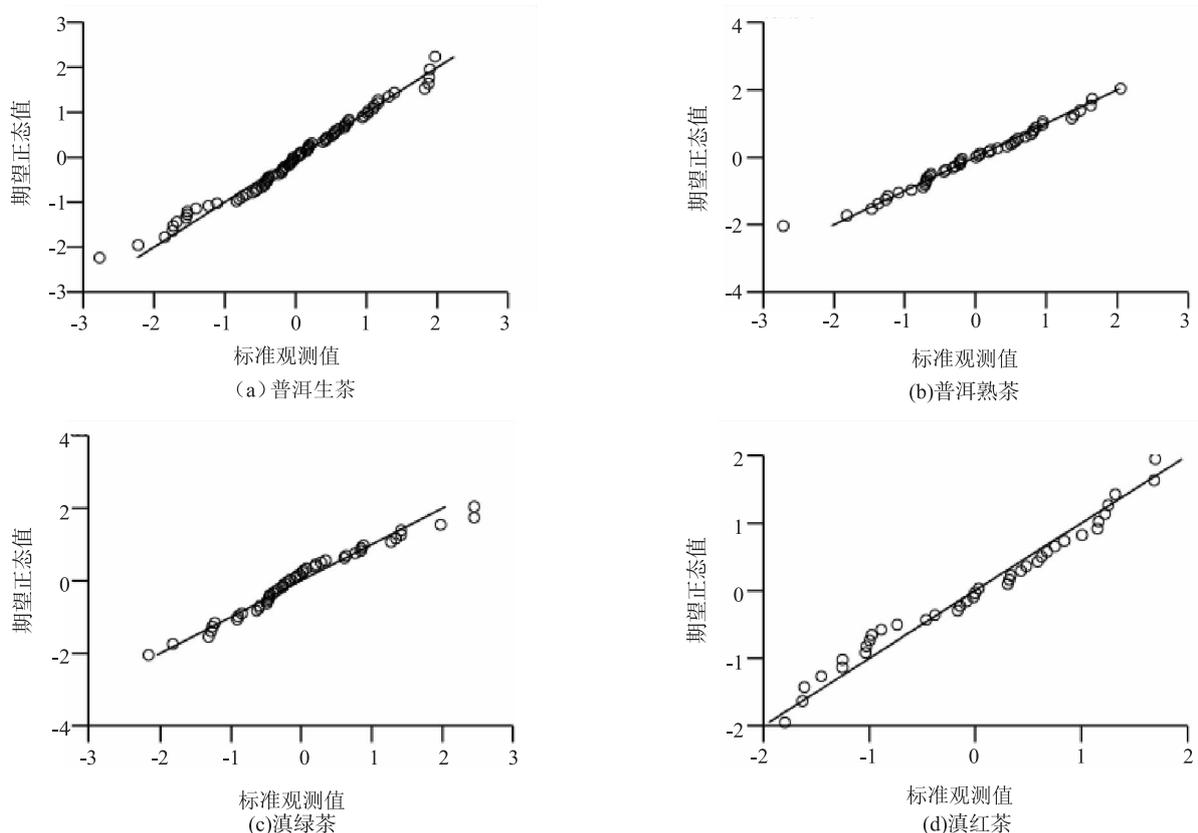


图3 不同种类茶叶中铅含量的Q-Q正态分布图

#### [参考文献]

- [1] 杨云芬,李文芳,李济超. 铅的中枢神经毒性机制研究进展 [J]. 中国工业医学杂志, 2012 (4): 274-276.
- [2] 曹秀珍,曾婧. 我国食品中铅污染状况及其危害 [J]. 公共卫生与预防医学, 2014, 25 (6): 77-79.
- [3] 万玉萍,赵晓慧,许燕. 2012—2016年云南省新鲜蔬菜中铅污染状况分析 [J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8 (10): 3721-3726.
- [4] 韩文炎,韩国柱,蔡雪雄. 茶叶铅含量现状及其控制技术进展 [J]. 中国茶叶, 2008, 30 (3): 16-17.
- [5] 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): 37-37.
- [6] 宁蓬勃,龚春梅,郭抗抗,等. 云南省不同地区普洱茶铅含量的差异性 [J]. 西北农业学报, 2010, 19 (1): 116-120.
- [7] 励建荣,陆海霞,季静冰. 浙江省部分地区绿茶中重金属含量的调查和研究 [J]. 中国食品学报, 2004, 4 (1): 87-91.
- [8] 陈勋儒. 云南省茶产业发展现状与展望 [J]. 中国茶叶加工, 2016 (3): 39-41.
- [9] JIN Chongwei, ZHENG Shaojian, HE Yunfeng, et al. Lead contamination in tea garden soils and factors affecting its bio-availability [J]. Chemosphere, 2005, 59: 1151-1159.
- [10] 韩文炎,梁月荣,杨亚军,等. 加工过程对茶叶铅和铜污染的影响 [J]. 茶叶科学, 2006, 26 (2): 95-101.
- [11] 潘文毅. 乌龙茶初制加工对茶叶铅污染的研究报告 [J]. 福建茶叶, 2002 (3): 9-10.
- [12] 占茉莉. 茶叶产地及铅污染溯源技术研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [13] 王阳,李宝刚,章明奎. 大气沉降对茶叶重金属积累的影响 [J]. 科技导报, 2011, 29 (11): 55-59.
- [14] 王素燕,黄志宏. ICP-AES测定茶叶及土壤中铜和铅 [J]. 食品与机械, 2010, 26 (1): 64-66.
- [15] 张翠香. 乌龙茶初制各工序对茶叶中Pb含量的影响 [J]. 福建茶叶, 2006 (3): 21-23.