昆明学院学报　2019，41（6）：37～41　ISSN 1674－5639　CN 53－1211/G4
Journal of Kunming University

5 种重金属元素在不同茶园土壤和茶叶中的含量分布

方云山，王艳梅，赵家威，姜权洪
（昆明学院 化学化工学院，云南 昆明 650214）

摘要：采用石墨炉原子吸收光谱法测定 3 个不同地区茶园的土壤、茶嫩叶、茶老叶中 5 种重金属元素的含量，以研究这 5 种重金属元素在不同茶园土壤和茶叶中的含量分布情况．结果表明：3 个茶园中铜含量最高的是章差村茶嫩叶（7.632 3 mg/kg），最低的是芒蚌村茶园土壤（1.467 4 mg/kg）；铅含量最高的是坡心唐村茶园土壤（1.679 3 mg/kg），最低的是坡心唐村茶老叶（0.250 8 mg/kg）；锌含量最高的是坡心唐村茶老叶（18.460 2 mg/kg），最低的是芒蚌村茶园土壤（4.300 3 mg/kg）；铬含量最高的是芒蚌村茶老叶（8.503 1 mg/kg），最低的是芒蚌村茶园土壤（0.713 9 mg/kg）；镉含量最高的是坡心唐村茶嫩叶（9.359 1 mg/kg），最低的是坡心唐村茶老叶（2.820 4 mg/kg）．铜、铅、镉元素嫩叶中含量高于老叶，而锌、铬元素老叶中的含量高于嫩叶．

关键词：茶；土壤；重金属；石墨炉原子吸收光谱法
中图分类号：TS272　**文献标识码：**A　**文章编号：**1674－5639（2019）06－0037－05
DOI：10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.06.007

The Content Distribution of Five Heavy Metals in Soil and Tea Leaves in Different Tea Gardens

FANG Yunshan，WANG Yanmei，ZHAO Jiawei，JIANG Quanhong
（College of Chemistry and Chemical Engineering，Kunming University，Kunming，Yunnan，China　650214）

Abstract：The contents of five heavy metal elements in soil，tender and old tea leaves from three different tea gardens in different areas were determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry to study the content distribution of the five heavy metal in soil and tea leaves. The results showed that the highest copper content in the three tea gardens was from the tender tea in Zhangcha village（7.632 3 mg/kg），and the lowest was from the soil in Mengbang village（1.467 4 mg/kg）. The highest lead content is from the soil in Poxintang tea garden（1.679 3 mg/kg），and the lowest is from the old tea in Poxintang（0.250 8 mg/kg）. The highest content of zinc is from Poxintang old tea（18.460 2 mg/kg），and the lowest content is from the soil in Mengbang tea garden（4.300 3 mg/kg）. The content of chromium was highest in the old tea of Mengmusun village（8.503 1 mg/kg），and lowest in the soil of Mengmusun village（0.713 9 mg/kg）. The highest content of cadmium is from Poxintang tender tea（9.359 1 mg/kg），and the lowest content is from Poxintang old tea（2.820 4 mg/kg）. The content of copper，lead and cadmium in tender tea was higher than that in old tea，while the content of zinc and chromium in old tea was higher than that in tender tea.

Key words：tea；soil；heavy metals；graphite furnace atomic absorption spectrometry

茶作为一种饮品在我国已有数千年的历史，是现代人们主要的饮品之一．饮茶可以减轻疲劳，促进人体的新陈代谢，维持人体的正常生理功能，补充人体的微量元素等[1－5]．

随着社会的发展，人们越来越重视食品安全．其中，食品中的重金属含量已成为大家关心的热点之一．重金属不能被生物降解，相反能在食物链的放大作用下，成千百倍地富集，最后进

收稿日期：2019－10－21
基金项目：云南省高校食品安全检测技术重点实验室建设项目．
作者简介：方云山（1980—），男，云南石林人，副教授，博士，主要从事分析检测研究．

入人体，在人体器官中累积，造成人体重金属中毒[6-8].

我国是茶叶的生产、消费和出口的大国[9-10]. 在茶叶种植过程中，不同气候、不同土质种出的茶叶品质也不同. 此外，不同土壤中所含的重金属种类和含量也不同. 为弄清楚重金属在茶园中的分布情况，本文对 3 个不同区域茶园的土壤、茶老叶、茶嫩叶中的 5 种重金属含量进行调查研究，以期为茶叶种植提供参考依据.

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

2019 年 8 月，在云南省普洱市墨江县联珠镇章差村（ZC-1，ZC-2，ZC-3）、云南省德宏傣族景颇族自治州芒市五岔路乡芒蚌村（MB-1，MB-2，MB-3）、广西钦州市灵山县平黄镇坡心唐村（PXT-1，PXT-2，PXT-3）这 3 个不同的茶园采样，每个茶园采集土壤样品 3 份，茶老叶样品 3 份，茶嫩叶样品 3 份.

硝酸、高氯酸、氢氟酸、双氧水为优级纯；实验用水由 Milli-Q 纯水仪制备 5 种金属元素，即 Cu，Pb，Zn，Cr，Cd 标准溶液采购自国家标准物质中心.

1.2 仪器及条件

分析测试仪器采用石墨炉原子吸收光谱仪（AAS，WFX-200，中国）. 将仪器调整至最佳状态，5 种金属元素的检测波长分别如下：铜的检测波长为 324.7 nm；铅的检测波长为 283.3 nm；锌的检测波长为 213.9 nm；铬的检测波长为 357.9 nm；镉的检测波长为 228.8 nm. 灯电流均为 3 mA，光谱通带宽均为 0.4 nm，氩气纯度为 99.999%，石墨炉升温程序见表 1.

表 1 石墨炉升温程序

元素	原子化升温程序/(℃ · s^{-1})			
	干燥温度 1 /时间	干燥温度 2 /时间	灰化温度/时间	原子化温度/时间
Cu	95℃/10 s	100℃/10 s	500℃/13 s	2 200℃/4 s
Pb	95℃/10 s	100℃/10 s	400℃/13 s	1 800℃/3 s
Zn	95℃/10 s	100℃/10 s	500℃/13 s	1 800℃/4 s
Cr	95℃/10 s	100℃/10 s	500℃/13 s	2 300℃/3 s
Cd	95℃/10 s	100℃/10 s	400℃/13 s	1 800℃/3 s

1.3 方法

1.3.1 样品的采集与处理

每个茶园选取 3 个不同区域采集样品，每个采样区域在相同的茶树上采集茶嫩叶样品 1 个和老叶样品 1 个，同时在对应茶树下采集地面 20 cm以下土壤样品 1 个. 茶叶样品用去离子水冲洗干净，自然晾干，粉碎后过 100 目筛，置于干燥器中放置 3 d后备用. 土壤样品自然干燥，捡出杂物后，充分研磨，过 100 目筛，置于干燥器中放置3 d后备用.

1.3.2 茶叶样品前处理

准确称取 0.5 g植物样品置于锥形瓶中，再加入 20 mL硝酸浸泡 1 夜. 加 5 mL双氧水，在电热板上低温消解溶解完全，然后赶酸至 3 mL左右，冷却，将其转移至 50 mL容量瓶中，并用 1% 的 HNO_3 定容，备用. 平行做 3 次，同时制作空白溶液.

1.3.3 土壤样品前处理

称取约 0. 5 ~ 1.0 g 土壤样品于聚四氟乙烯干锅中，加入 8 mL氢氟酸浸泡 1 夜. 加 10 mL硝酸、5 mL 盐酸，在电热板上低温消解溶解完全，然后赶酸至 3 mL左右，冷却，转移至 50 mL容量瓶中用 1% 的 HNO_3 定容，备用. 平行做 3 次，同时制作空白溶液.

2 结果与讨论

2.1 铜在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量分析

按 1.2 项下仪器条件对土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铜元素含量进行测定，结果如下表 2 和下图 1 所示.

表 2　元素铜在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量　　mg/kg

样品编号	土壤中铜含量	土壤中铜平均含量	嫩叶中铜含量	嫩叶中铜平均含量	老叶中铜含量	老叶中铜平均含量
ZC-1	2.356 1		7.840 6		3.478 9	
ZC-2	2.783 3	2.393 4	7.276 5	7.632 3	3.554 4	3.429 3
ZC-3	2.040 7		7.779 7		3.254 6	
MB-1	1.598 0		5.489 2		3.402 7	
MB-2	1.227 8	1.467 4	5.780 3	5.494 8	3.424 4	3.378 3
MB-3	1.576 3		5.214 9		3.307 8	
PXT-1	3.058 8		5.981 8		4.408 4	
PXT-2	3.150 2	3.098 4	6.193 1	6.238 7	4.666 3	4.374 3
PXT-3	3.086 2		6.541 2		4.048 1	

从表 2 和图 1 中可以看出，铜元素含量从高到低的顺序为：w(茶嫩叶) > w(茶老叶) > w(土壤).

2.2　铅在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量分析

按 1.2 项下仪器条件对土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铅元素含量进行测定，结果如表 3、图 2 所示.

从表 3 和图 2 中可以看出，铅元素的含量从高到低的顺序为：w(土壤) > w(茶嫩叶) > w(茶老叶).

表 3　元素铅在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量　　mg/kg

样品编号	土壤中铅含量	土壤中铅平均含量	嫩叶中铅含量	嫩叶中铅平均含量	老叶中铅含量	老叶中铅平均含量
ZC-1	1.318 9		0.477 3		0.277 0	
ZC-2	1.247 8	1.261 4	0.496 3	0.477 1	0.225 2	0.256 6
ZC-3	1.217 5		0.457 7		0.267 7	
MB-1	1.537 6		0.559 6		0.357 8	
MB-2	1.581 0	1.550 7	0.542 4	0.537 0	0.351 4	0.364 3
MB-3	1.533 7		0.509 0		0.383 8	
PXT-1	1.701 1		0.948 2		0.224 1	
PXT-2	1.681 9	1.679 3	1.095 6	0.995 0	0.243 8	0.250 8
PXT-3	1.654 9		0.941 3		0.284 6	

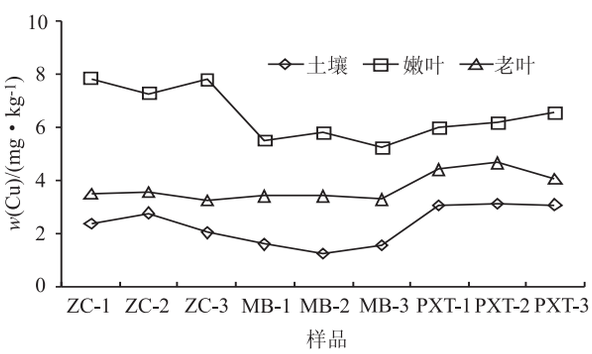

图1　土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铜元素含量关系

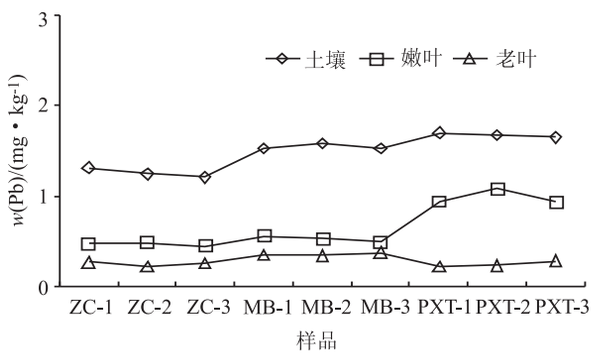

图2　土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铅元素含量关系

2.3　锌在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量分析

按 1.2 项下仪器条件对土壤、茶老叶、茶嫩叶中的锌元素含量进行测定，结果如表 4、图 3 所示.

表 4 元素锌在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量 mg/kg

样品编号	土壤中锌含量	土壤中锌平均含量	嫩叶中锌含量	嫩叶中锌平均含量	老叶中锌含量	老叶中锌平均含量
ZC-1	8.368 9		8.046 3		17.679 4	
ZC-2	8.784 8	8.423 3	7.811 3	7.796 9	16.245 7	17.121 1
ZC-3	8.116 1		7.533 2		17.438 2	
MB-1	4.444 5		4.763 8		11.526 3	
MB-2	4.445 4	4.300 3	4.742 0	4.572 3	12.730 3	12.113 6
MB-3	4.011 0		4.211 1		12.084 2	
PXT-1	9.629 2		8.197 1		18.767 9	
PXT-2	9.413 5	9.629 5	8.651 3	8.358 4	17.762 3	18.460 2
PXT-3	9.845 8		8.226 9		18.850 4	

从表 4 和图 3 中可以看出，锌元素在老茶叶中的含量比在嫩茶叶和土壤中的含量要高，而土壤中和嫩茶叶中的锌含量差别不是很大.

2.4 铬在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量分析

按 1.2 项下仪器条件对土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铬元素含量进行测定，结果如表 5、图 4 所示.

从表 5 和图 4 中可以看出，铬元素在老茶叶中的含量比在嫩茶叶和土壤中的含量要高，而土壤中和嫩茶叶中的铬含量差别不是很大.

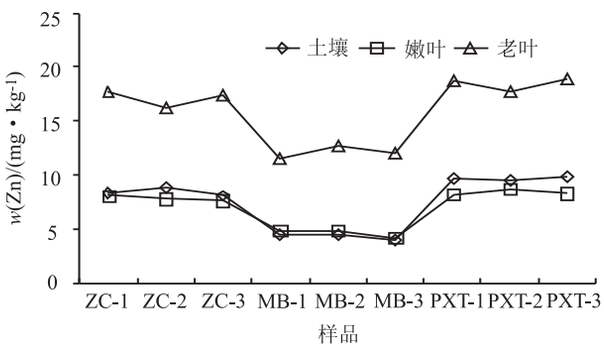

图3 土壤、茶老叶、茶嫩叶中的锌元素含量关系

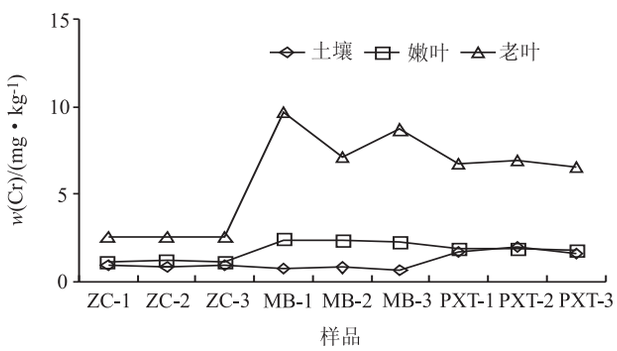

图4 土壤、茶老叶、茶嫩叶中的铬元素含量关系

表 5 元素铬在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量 mg/kg

样品编号	土壤中铬含量	土壤中铬平均含量	嫩叶中铬含量	嫩叶中铬平均含量	老叶中铬含量	老叶中铬平均含量
ZC-1	0.868 3		1.084 2		2.557 5	
ZC-2	0.808 0	0.853 1	1.195 0	1.109 7	2.542 1	2.554 5
ZC-3	0.883 1		1.049 8		2.563 8	
MB-1	0.691 0		2.410 7		9.682 4	
MB-2	0.782 5	0.713 9	2.326 0	2.307 3	7.148 1	8.503 1
MB-3	0.668 3		2.185 3		8.678 7	
PXT-1	1.665 1		1.828 4		6.706 4	
PXT-2	1.955 0	1.748 0	1.831 1	1.789 0	6.929 1	6.730 2
PXT-3	1.624 0		1.707 4		6.555 2	

2.5 镉在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量分析

按 1.2 项下仪器条件对土壤、茶老叶、茶嫩叶中的镉元素含量进行测定，结果如表 6、图 5 所示.

表 6　元素镉在土壤、茶老叶、茶嫩叶中的含量　　mg/kg

样品编号	土壤中镉含量	土壤中镉平均含量	嫩叶中镉含量	嫩叶中镉平均含量	老叶中镉含量	老叶中镉平均含量
ZC-1	5.106 5		8.460 0		3.414 1	
ZC-2	6.430 6	5.897 3	8.973 3	8.694 3	3.208 0	3.354 5
ZC-3	6.424 9		8.649 8		3.441 5	
MB-1	4.425 1		8.790 1		3.173 3	
MB-2	4.279 9	4.430 7	8.234 1	8.550 3	3.200 1	3.149 7
MB-3	4.587 0		8.626 6		3.075 8	
PXT-1	5.449 0		9.332 4		2.725 8	
PXT-2	5.666 8	5.554 7	9.532 4	9.359 1	2.896 3	2.820 4
PXT-3	5.548 3		9.212 6		2.839 1	

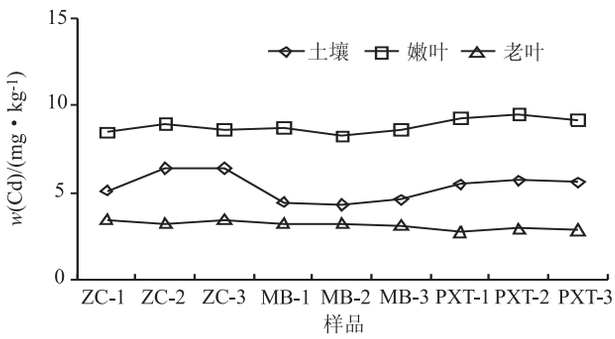

图5　土壤、茶老叶、茶嫩叶中的镉元素含量关系

从表 6 和图 5 中可以看出，镉元素含量从高到低的顺序为：w(茶嫩叶) > w(土壤) > w(茶老叶).

3　结论

通过对 3 个不同地域茶园中的土壤、茶嫩叶、茶老叶中 5 种重金属的含量进行分析测试，结果表明，3 个茶园中铜含量最高的是章差村茶嫩叶(7.632 3 mg/kg)，最低的是芒蚌村茶园土壤(1.467 4 mg/kg)；铅含量最高的是坡心唐村茶园土壤（1.679 3 mg/kg)，最低的是坡心唐村茶老叶（0.250 8 mg/kg)；锌含量最高的是坡心唐村茶老叶（18.460 2 mg/kg)，最低的是芒蚌村茶园土壤（4.300 3 mg/kg)；铬含量最高的是芒蚌村茶老叶（8.503 1 mg/kg)，最低的是芒蚌村茶园土壤（0.713 9 mg/kg)；镉含量最高的是坡心唐村茶嫩叶（9.359 1 mg/kg)，最低的是坡心唐村茶老叶（2.820 4 mg/kg). 铜、铅、镉这 3 种元素嫩叶中含量高于老叶，而锌、铬这 2 种元素老叶中的含量高于嫩叶.

[参考文献]

[1] 陈宗懋. 茶与健康研究的前景与挑战 [J]. 中国茶叶，2019，41 (9)：11 – 14.

[2] 梁光平，李继新，邱佳，等. ICP-MS 法测定宽叶香茶菜中 11 种微量元素的含量 [J]. 现代农业科技，2019 (4)：222 – 222，225.

[3] 赵亚华，桑守强，余霜，等. 普洱茶水溶性茶色素降脂减肥作用研究 [J]. 西南农业学报，2014，27 (3)：1256 – 1259.

[4] 任洪涛，周斌，秦太峰，等. 普洱茶挥发性成分抗氧化活性研究 [J]. 茶叶科学，2014 (3)：213 – 220.

[5] 赵迎旭. 普洱茶抗肿瘤作用的研究进展 [J]. 医学综述，2014，20 (20)：61 – 62.

[6] DALIPI R，MARGUI E，BORGESE L，et al. Multi-element analysis of vegetal foodstuff by means of low power total reflection X-ray fluorescence (TXRF) spectrometry [J]. Food Chemistry，2016，218：348 – 355.

[7] SULTANA M S，RANA S，YAMAZAKI S，et al. Health risk assessment for carcinogenic and non-carcinogenic heavy metal exposures from vegetables and fruits of Bangladesh [J]. Cogent Environmental Science，2017，3 (1)：320 – 342.

[8] ANNA A，TERESE U D，FILIPSSON M，et al. Challenges in assessing the health risks of consuming vegetables in metal-contaminated environments [J]. Environment International，2017，113：269 – 280.

[9] 中国茶叶流通协会. 全国普洱茶产销形势分析报告 [J]. 茶世界，2015 (3)：31 – 39.

[10] 段春旭. 凤庆茶产业发展之路 [C] //中国茶叶学会，中国国际茶文化研究会. 中国茶叶生产与消费论坛论文集. 杭州：中国茶叶学会，2008：106 – 111.