

茶叶中有害元素 As、Ba、Cd、Pb 的卫生学研究

高 舸 陶 锐

(成都市卫生防疫站,四川 成都 610021)

摘 要:为研究茶叶中 4 种有害元素 As、Ba、Cd、Pb 的含量及溶出率对人体健康的影响,用电感耦合等离子体发射光谱(ICP-OES)法测定了茶叶中 As、Ba、Cd、Pb 四种有害元素的含量,应用茶叶中可溶态元素的溶出方法,测定了四种元素的溶出率及可溶态钡的化学形态,并对饮茶摄入四种元素进行了卫生学评价。研究表明:人们以饮茶方式摄入四种有害元素的量,不会对健康造成危害。

关键词:茶叶 食品分析 砷 钡 镉 铅

中图分类号:R155.5⁺9,TS272 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2001)01-0012-03

砷、钡、镉、铅对人体是有害元素,进入人体的途径主要是随食物及饮水摄入。长期食用含有上述元素的食物或饮水,将导致慢性中毒。所以,我国国家食品及饮用水卫生标准^[1-3]中对上述元素的含量均规定了严格的允许标准。

茶叶是人们的一种嗜好品,饮茶习惯普及世界许多国家和地区,文献[4]估计全球饮茶人数超过 20 亿。因此,饮茶与健康的关系一直是茶叶科研的一项重要内容。茶叶含有人体必需微量元素及有碍健康的元素,从食品卫生学的角度研究茶叶中微量元素的含量、化学形态及其在饮茶中的摄入量具有重要的意义。

本文就茶叶中砷、钡、镉、铅的含量、沸水溶出率及其在溶出液中的化学形态等进行了实验研究,并就实验所获数据用于对茶叶中有害元素的卫生学问题进行讨论。

1 材料与方法

1.1 材料

仪器 Thermo Jarrell Ash 公司 Trace Scan 型扫描等离子体发射光谱仪。

试剂 实验用无机酸为优级纯;固相萃取剂 XAD Amelit (Aldrich);四种元素标准储备液为市售国家标准溶液(冶金部钢铁研究总院制),浓度 1 000 µg/mL,临用前稀释。

茶叶试样 均为市售茶叶,品种分别为:特级茉莉花茶 1#(四川成都)、特级茉莉花茶 2#(湖北恩施)、三级茉莉花茶(四川成都)、绿茶 1#(四川马边)、绿茶 2#(湖北恩施)、绿茶 3#(湖北恩施)、沱茶(云南下关)、铁观音茶(福建福州)、乌龙茶(福建

泉州)、红茶(云南昆明)。

1.2 方法

1.2.1 溶出方法 称取茶叶 5.00 g 置 400 mL 烧杯内,加鲜沸去离子水 200 mL,搅拌 10 min,放置 20 min 后过滤,滤液为第一次溶出液。残留茶叶按上述溶出法制备第二、三次溶出液,取第一次溶出液 50 mL,第二、三次溶出液各 100 mL,分别置 250 mL 凯氏烧瓶内,加浓硝酸 3 mL,浓缩至约 20 mL,按 1.2.2 消化处理。

1.2.2 试样消化 参照文献[5]试样处理项下硝酸—过氯酸湿消化法操作,最后定容至 25 mL,混匀后待测定。

1.2.3 形态分离 按 1.2.1 项下制备第一次溶出液,再经 0.45 µm 滤膜过滤,取滤液 50 mL 按文献[6]方法,用 XDA Amerlite 非离子聚合吸附剂分离萃取无机态及有机态元素,无机态测定液定容至 25 mL,有机态测定液定容至 10 mL。

1.2.4 各元素的测定 参照文献[5]试样溶液测定项下,ICP-OES 法操作测定。

2 结果与讨论

2.1 茶叶中四种元素的含量 测定了 10 种茶叶中 As、Ba、Cd、Pb 的含量,见表 1。从表 1 可以看出各元素的含量不但远高于一般天然食物或饮用水中相同元素的含量,甚至高于国家有关卫生标准规定的最大允许浓度。这是因为市售茶叶均为干试样,由新鲜茶叶脱水而成,使其中所含微量元素被高度浓缩,而且在茶叶生产加工过程中使用的金属设备等也有可能带入污染,有文献报道,砖茶中的铅含量高达 25 mg/kg,主要来自加工器械——压膜铅板的污

染。^[7]

表 1 茶叶中四种元素的含量 (n = 7) mg/ kg

茶叶	As	Ba	Cd	Pb
特级花茶 1 #	未检出	10.11	0.13	3.40
特级茶级 2 #	0.93	18.57	0.09	4.25
三级花茶	0.88	17.05	0.16	3.29
绿茶 1 #	1.19	12.71	0.11	1.95
绿茶 2 #	0.71	6.30	0.11	2.09
绿茶 3 #	0.63	8.28	0.10	1.85
沱 茶	0.66	17.99	未检出	0.72
铁观音	0.80	11.09	未检出	1.66
乌龙茶	未检出	30.08	未检出	2.08
红 茶	未检出	5.10	未检出	未检出

2.2 茶水中各元素的溶出率 茶叶本身是不可食的,人们通过饮用茶水来摄取其中的微量元素,因此测定这部分元素的含量才能正确地对饮茶进行卫生学评价。茶叶的溶出方法随研究目的不同而异,叶片溶出虽然溶出率低于粉末溶出,但符合大多数人

的饮茶习惯,更适宜于卫生学研究。茶叶的溶出方法无标准可循,影响溶出率的因素主要是茶叶量与水体积之比、浸泡时间及浸泡次数。结合多数地区的饮茶习惯,制定出 1.2.1 项下的溶出法。10 种茶叶中 4 种元素的溶出率有明显差异,其不仅与元素的化学性质、络合形态有关,而且还与茶叶的品质、生长环境(土壤、水体、大气)、制作工艺等密切相关。有些元素来自降尘及加工过程引入的污染,使其以表面吸附的形式为茶叶所积累,因此在冲泡后较易进入茶水中,导致溶出率偏高,还有一些元素如钡虽然在茶叶中含量较高,但在茶水中的溶出率却不太高,大多低于 10%,而钡被污染的可能性较小,说明它可能与钙、铁、锌等营养元素一样参与了茶树的生理代谢过程,在茶叶中多以复杂络合物状态存在,水溶性成分少。^[8]同一元素在不同茶叶中溶出率也不尽相同,随茶叶品种与品质而异,如钡在不发酵茶(绿茶、花茶)中溶出率为 2.4%~8.3%,在发酵茶中为 10.1%~19.9%。

表 2 四种元素的总沸水溶出率 %

	特级花茶 1 #	特级花茶 2 #	三级花茶	绿茶 1 #	绿茶 2 #	绿茶 3 #	沱茶	铁观音	乌龙茶	红茶
砷	-	79.2	56.4	88.7	-	-	32.4	40.5	-	-
钡	5.9	4.9	6.4	2.4	6.4	8.3	10.1	13.4	19.9	3.1
镉	-	-	11.1	9.8	-	-	-	-	-	-
铅	14.2	-	16.1	44.9	-	-	-	37.6	20.4	-

注: - 表示低于检出限。

溶出率计算公式:溶出率 = $W_1 \times 40 / (F \times W_2)$

式中: W_1 ——每次溶出的该元素量,mg/L;

W_2 ——该元素茶叶中含量,mg/kg;

F ——溶出液的浓缩倍数;

40 ——试样稀释倍数。

2.3 茶水中各元素的形态分析 食品中金属元素的毒性与其化学形态密切相关,一般有机态的毒性低于无机态金属。^[9]本文采用更符合饮茶习惯的叶片溶出法,结合固相萃取技术测定了茶水中 4 种有害元素的化学形态,由于茶叶中砷、镉、铅含量较低,因而在形态分析中基本未检出(低于检出限)。表 3 为茶水中钡的形态分析结果,可以看出有机态低于无机态,二者的比值随茶叶品种而异,大部分低于 10。

2.4 茶叶中有害元素的卫生学评价 按 1.2.1 项下溶出方法泡茶,每日饮茶一次(5 g)计算,10 种茶叶中各元素的每周摄入量见表 4。虽然各元素在不同茶叶中的含量及溶出率有一定差异,但表 4 显

表 3 茶叶溶出液中钡的形态分析结果

茶叶	无机态/有机态 比率	茶叶	无机态/有机态 比率
特级花茶 1 #	2.25	绿茶 3 #	2.2
特级花茶 2 #	14.0	沱 茶	8.0
三级花茶	4.0	铁观音	8.0
绿茶 1 #	5.0	乌龙茶	33.1
绿茶 2 #	4.5	红 茶	1.2

注:无机态/有机态(比率) = $W_{\text{无}} \times 5 / (W_{\text{有}} \times 2)$

其中: $W_{\text{无}}$ ——溶出液中无机态含量,mg/L;

$W_{\text{有}}$ ——溶出液中有有机态含量,mg/L;

5 ——有机态的浓缩倍数;

2 ——有机态的浓缩倍数。

示计算所得饮茶的摄入量基本在相同的数量级,将此结果与 FAO/WHO 建议每周允许摄入量比较,见表 5,发现通过饮茶,人体吸收 4 种有害元素的量远远低于每周允许摄入量。若饮茶一次(5 g),用 600 mL 沸水泡开,计算茶水中各元素的浓度,与我国生活饮用水标准进行比对,见表 6,结果显示,能溶入

茶水的砷、钡、镉、铅不能对人体形成真正威胁,而测定这部分含量才能真实地反映出茶叶的卫生状况。

表 4 每日饮茶一次各元素的每周摄入量 μg

茶叶	As	Ba	Cd	Pb
特级花茶 1 #	-	21	-	17
特级花花 2 #	26	32	-	-
三级花茶	17	38	0.6	18
绿茶 1 #	37	11	0.4	31
绿茶 2 #	-	14	-	-
绿茶 3 #	-	24	-	-
沱 茶	-	63	-	-
铁观音	11	52	-	21
乌龙茶	-	209	-	14
红 茶	-	6	-	-

注: - 表示未检出(低于检出限)

每周摄入量(μg) = $C \times S \times 5 \times 7$

式中: C ——茶叶中该元素含量, mg/kg ;

S ——该元素在茶水中总溶出率, %;

5 ——5 g 茶叶; 7 ——7 天。

表 5 饮茶每周 As、Ba、Cd、Pb 摄入量与

FAO/WHO 每周允许摄入量比较 μg

元素	饮茶摄入量 ⁽¹⁾	允许摄入量 ⁽²⁾	元素	饮茶摄入量 ⁽¹⁾	允许摄入量 ⁽²⁾
As	10 ⁽³⁾ ~ 37	900	Cd	0.3 ⁽³⁾ ~ 0.6	400 ~ 500
Ba	6 ~ 209		Pb	2 ⁽³⁾ ~ 31	3000

注: (1) 引自表 4, (2) 引自文献[10], 以 60 kg BW 计算所得允许摄入量, (3) 为各元素检出限计算所得每周摄入量。

表 6 茶水中 4 种元素浓度与饮用水标准比较 mg/L

元素	茶水中浓度 ⁽¹⁾	允许浓度 ⁽²⁾	元素	茶水中浓度 ⁽¹⁾	允许浓度 ⁽²⁾
As	0.002 ⁽⁴⁾ ~ 0.009	0.05	Cd	0.00007 ⁽⁴⁾ ~ 0.0001	0.01
Ba	0.001 ~ 0.05	0.5 ⁽³⁾	Pb	0.0005 ⁽⁴⁾ ~ 0.007	0.05

注: (1) 茶水中浓度为 5 g 茶叶三次浸泡液中的总含量(共 600 mL),
(2) 引自 GB 5749 - 85 生活饮用水卫生标准,
(3) 引自 GB 8537 - 87 饮用天然矿泉水卫生标准,
(4) 为各元素检出限计算所得茶水中浓度。

3 结语

茶叶富含多种微量元素,作为一种特殊饮料,不能直接食用,而是饮用茶叶的沸水浸出液。本文结合茶叶中有害元素砷、钡、镉、铅在茶水中的溶出率、饮用量、每周摄入量等,合理地对饮茶进行卫生学评价,发现人们通过饮茶摄入四种有害元素的量是相当有限的,不会对人体健康造成危害,因此饮茶是安全的。

参考文献:

- [1] 中国预防医学科学院标准处编. 食品卫生国家标准汇编(2) [M]. 北京: 中国标准出版社, 1992, 91.
- [2] GB 5749 —85. 生活饮用水卫生标准[S].
- [3] GB 8537 —87. 饮用天然矿泉水卫生标准[S].
- [4] 齐大荃, 杨毅, 李阳, 等. 茶汤中微量元素含量的多变量样本图分析法 —脸谱图[J]. 北京大学学报(自然科学版), 1992, 28(2): 134.
- [5] 陶锐, 高舸. ICP-OES 法测定茶叶中十二种微量元素[J]. 中国卫生检验杂志, 1999, 9(5): 1.
- [6] 叶毓琼, 邓跃全. 离子交换 —AES 法分析茶水中可溶性铁、铜、锰、锌的无机和有机形态[J]. 四川大学学报(自然科学版), 1995, 2(3): 329.
- [7] 张国宾, 易国勤. 湖北省生产砖茶的卫生学调查与评价[Z]. 全国茶叶卫生标准制订资料汇编, 1985, 249.
- [8] 胡勤海, 王凯雄. 茶叶中多种元素测定与茶叶污染剖析[J]. 环境污染与防治, 1993, 15(3): 41.
- [9] 山根靖弘, 等编(贺振东译). 环境污染物质与毒性[M]. 成都: 四川人民出版社, 1981, 28 —31.
- [10] 陈炳卿主编. 营养与食品卫生学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994, 24 ~ 26.
- [11] 陈清, 卢国呈. 微量元素与健康[M]. 北京: 北京大学出版社, 1989, 186

Experiment studies on the hygienics of As、Ba、Cd、Pb in tea/ Gao Ge, Tao Rui// Chinese Journal of Food Hygiene, 2001, 13(1): 12 ~ 14

Abstract: In order to assess the levels of As、Ba、Cd、Pb ingestion through intake of tea, studies were conducted with ten different brands of tea commonly available in Chinese market. Content of As、Ba、Cd、Pb in tea were determined by inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES). Also the extraction percents of these elements in boiling water infusion of tea were measured and the species of Ba were analysed. It is concluded that As、Ba、Cd、Pb ingestion through intake of tea don't creat any risk for human health.

Authors's address: Gao Ge, Hygiene and Anti-epidemic station of Chengdu city, 610021, PRC

Key Words: FOLIUM THEAE Food Analysis Arsenic Barium Cadmium Lead