

# 红河州8种茶叶微量元素溶出率研究

王宝森, 郭俊明\*, 张虹, 刘杰, 严和平, 廖发武  
(红河学院理学院, 云南蒙自661100)

**摘要:** 用原子吸收光谱法测定了云南省红河州生产的茶叶及茶水中微量元素 Na, Fe, Zn, Cu, Mn 及有害元素 Bi, Cd, Pb, Hg 的含量, 探讨云南红河茶中微量元素的变化规律, 以及不同冲泡时间 (80℃和 100℃) 对微量元素溶出率的影响。结果表明: 红河州茶含有丰富的 Mn, Na, Zn, Cu, Fe 等微量元素, 并且溶出率有较大差异, 茶水中微量元素含量表现为  $Mn > Na > Zn > Cu > Fe$ 。茶水中未检出有害元素 Bi, Cd, Pb, Hg。不同微量元素其溶出率随浸泡时间的延长而异, Cu, Zn, Mn 3 种元素溶出率随浸泡时间延长而增大, Fe, Na 2 种元素溶出率随浸泡时间延长先增大而后降低。一般饮茶冲泡 10 min 左右就可获得较多微量元素, 80~100℃的水冲泡茶叶对微量元素溶出率影响不大。

**关键词:** 茶叶; 微量元素; 溶出率; 原子吸收光谱法; 云南

**中图分类号:** S571.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2007)07-0044-04

茶树适合于酸性土壤生长, 并吸收其中可溶态无机元素, 致使茶叶富含多种人体必需的微量元素<sup>[1]</sup> 和对人体有益的成分, 如: Cu, Fe, Mg, Zn, Ca, Mn 以及维生素 C、维生素 B、维生素 E 及茶多酚类等物质。但是这些物质特别是其中的微量元素能否被人体吸收, 与其溶出率有很大关系, 人体要从茶叶中获得这些微量元素, 最好的途径就是通过饮用茶叶浸泡液而获取其中的养分<sup>[2]</sup>。有关茶叶中微量元素的分析有很多报道<sup>[3~9]</sup>, 有关茶叶中微量元素溶出率的研究也有一些报道<sup>[2, 7, 8]</sup>, 但在自然习惯冲泡条件下微量元素溶出率的研究未见报道, 研究在自然习惯冲泡条件下微量元素溶出率, 既可正确评价茶叶中微量元素的生物利用率, 又可准确计算经饮茶而进入人体的微量元素量, 为预防过量摄入或补充摄入量提供依据。本试验研究了不同冲泡时间及用不同温度 (80℃和 100℃) 的水冲茶对云南省红河州 8 种茶叶微量元素溶出率的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 茶叶样品

茶叶样品为市场上购买的云南省红河州五县生产的 8 种茶叶: 屏边县糯米香茶、屏边县龙苑功夫

茶、绿春县黄连山优质名茶、绿春县玛玉茶、元阳县云雾茶 (云山雾海茶厂)、元阳县清凉磨锅茶、蒙自县绿叶珍珠茶和金平县青云茶。

### 1.2 标准溶液

由国家标准物质研究中心购买的标准储备液 (1000 μg/mL) 配制而成。

### 1.3 仪器

Varian SpectrAA-220FS 原子吸收光谱仪 (美国瓦里安公司), 空心阴极灯。

### 1.4 方法

**1.4.1 茶叶微量元素分析** 参照国家标准 GB/T 5009.57-2003, 采用干灰化法消化溶解茶叶样品, 用原子吸收光谱法测定茶叶中微量元素含量<sup>[9]</sup>。

**1.4.2 茶水微量元素分析** 分别称取茶叶 2.0000 g, 在自然饮茶冲泡习惯条件下, 用 45 mL 沸高纯水冲泡 5 min, 10 min, 20 min 和用 45 mL 80℃高纯水冲泡 20 min, 并定容为 50 mL, 然后用原子吸收光谱法测定微量元素含量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同茶叶微量元素溶出率

由测定结果 (表 1) 可见, 上述 8 种茶叶微量元

收稿日期: 2007-02-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (90610011); 云南省自然科学基金项目 (2005C0078M)

作者简介: 王宝森 (1961-), 男, 云南建水人, 副教授, 主要从事分析化学教学及无机非金属材料研究。

通讯作者: 郭俊明 (1962-), 男, 云南石屏人, 教授, 主要从事无机化学教学及无机非金属材料研究。

素含量及溶出率都有差异,这说明茶叶中微量元素含量及其溶出率不仅与茶叶生长的地域环境及气候条件有关,而且还与茶叶的品种,茶叶采摘过程、制作加工工艺和所用器具等有关。由于各种条件的不同,使红河州各县的不同茶叶微量元素含量不同,其含量变化范围与 Matsuura 等<sup>[10]</sup> 和 Mierzwa 等<sup>[11]</sup>

报道的相近。

由表 1 可见,同种茶叶中各种微量元素溶出率有较大差异,其溶出率(浸泡 10min)顺序为:屏边糯米香茶:Zn> Mn> Cu> Na> Fe;屏边龙苑功夫茶:Zn> Mn> Cu> Na> Fe;绿春黄连山优质名茶:Zn> Mn> Cu> Na> Fe;绿春玛玉茶:Na> Zn> Mn>

表 1 云南红河茶叶及茶水中微量元素的含量及溶出率

茶叶及茶水		Fe		Cu		Zn		Na		Mn	
		含量 (mg/kg)	溶出率 (%)	含量 (mg/kg)	溶出率 (%)	含量 (mg/kg)	溶出率 (%)	含量 (mg/kg)	溶出率 (%)	含量 (mg/kg)	溶出率 (%)
屏边糯米香茶	茶叶	234.2	—	27.70	—	42.70	—	203.3	—	523.3	—
	5min 茶水	3.850	1.64	5.025	18.14	14.13	33.09	5.233	2.57	103.3	19.74
	10min 茶水	4.875	2.08	5.400	19.49	17.05	39.93	6.073	2.99	158.6	30.31
	20min 茶水	3.450	1.47	6.300	22.74	17.29	40.49	6.395	3.15	127.8	24.42
	80℃茶水	3.050	1.30	7.575	27.35	16.27	38.10	4.535	2.23	146.4	27.98
屏边龙苑功夫茶	茶叶	173.4	—	26.43	—	31.01	—	163.0	—	465.8	—
	5min 茶水	2.325	1.34	4.050	15.32	12.63	39.96	3.425	2.10	106.3	22.82
	10min 茶水	2.500	1.44	4.550	17.22	12.69	40.92	3.875	2.42	132.0	28.34
	20min 茶水	1.550	0.89	4.950	18.73	14.50	46.76	4.548	2.79	131.5	28.23
	80℃茶水	1.725	0.99	5.975	22.61	12.33	39.76	5.088	3.12	132.5	28.45
绿春黄连山优质名茶	茶叶	152.2	—	27.54	—	33.71	—	252.6	—	493.3	—
	5min 茶水	1.650	1.08	2.525	9.17	10.38	30.79	3.843	1.52	96.98	19.66
	10min 茶水	1.800	1.18	2.750	9.99	12.83	38.06	4.178	1.65	151.3	30.67
	20min 茶水	1.375	0.90	3.050	11.07	13.49	40.02	3.975	1.57	102.7	20.82
	80℃茶水	1.250	0.82	3.525	12.80	13.18	39.10	4.615	1.83	133.0	26.96
绿春玛玉茶	茶叶	159.3	—	30.38	—	36.50	—	155.4	—	530.0	—
	5min 茶水	5.375	3.37	1.392	4.54	3.845	10.53	11.37	7.32	102.5	19.34
	10min 茶水	0.6667	0.42	3.510	11.55	11.56	31.67	66.56	42.83	141.3	26.66
	20min 茶水	1.017	0.64	4.433	14.59	11.64	31.89	9.312	5.99	142.7	26.92
	80℃茶水	1.15	0.72	4.533	14.92	12.82	35.12	10.55	6.79	143.8	27.13
元阳云雾茶	茶叶	199.5	—	21.84	—	27.57	—	147.0	—	793.8	—
	5min 茶水	4.458	2.23	1.325	6.07	4.993	18.11	8.104	5.51	192.7	24.28
	10min 茶水	1.783	0.89	3.150	14.42	8.232	29.86	44.32	30.15	254.3	32.04
	20min 茶水	1.917	0.96	3.825	17.52	9.133	33.13	9.587	6.52	269.5	33.95
	80℃茶水	1.817	0.91	3.483	15.95	8.667	31.44	9.348	6.36	282.2	35.55
元阳清凉磨锅茶	茶叶	307.3	—	21.88	—	27.87	—	356.6	—	948.8	—
	5min 茶水	5.483	1.78	1.233	5.64	2.193	7.87	1.448	0.41	288.4	30.40
	10min 茶水	1.567	0.51	2.583	11.81	7.524	27.00	33.42	9.37	319.2	33.64
	20min 茶水	1.467	0.48	3.617	16.53	7.633	27.39	6.782	1.90	277.0	29.19
	80℃茶水	1.033	0.34	3.633	16.60	7.638	27.41	7.377	2.07	312.5	32.94
蒙自绿叶珍珠茶	茶叶	287.7	—	23.48	—	46.19	—	262.0	—	687.5	—
	5min 茶水	5.300	1.84	2.325	9.90	2.403	5.20	12.42	4.74	140.9	20.49
	10min 茶水	1.433	0.50	3.600	15.33	12.72	27.54	46.92	17.91	159.7	23.23
	20min 茶水	2.217	0.77	4.300	18.31	12.95	28.04	11.07	4.23	173.8	25.28
	80℃茶水	2.567	0.89	5.050	21.51	10.40	22.52	8.545	3.26	221.8	32.26
金平青云茶	茶叶	94.67	—	17.58	—	26.95	—	144.5	—	1124.2	—
	5min 茶水	4.767	5.04	1.583	9.00	3.995	14.82	7.362	5.09	261.9	23.30
	10min 茶水	0.3833	0.40	2.867	16.31	8.477	31.45	40.43	27.98	277.2	24.66
	20min 茶水	0.2000	0.21	3.717	21.14	9.982	37.04	7.023	4.86	387.7	34.49
	80℃茶水	0.2667	0.28	3.517	20.01	9.715	36.05	8.412	5.82	356.0	31.67

注: (1)溶出率=  $\frac{\text{茶水中的含量}}{\text{茶叶中的含量}} \times 100\%$ ; (2)试验中还测定了茶叶及茶水中 Bi, Cd, Pb, Co, Hg 元素, 8 种茶叶中其含量都低于 GB2762—2005 国家卫生标准或未检出, 茶水中均未检出, 故未列入表 1

Cu>Fe; 元阳云雾茶: Mn>Na>Zn>Cu>Fe; 元阳清凉磨锅茶: Mn>Zn>Cu>Na>Fe; 蒙自绿叶珍珠茶: Zn>Mn>Na>Cu>Fe; 金平青云茶: Zn>Na>Mn>Cu>Fe。

这主要是由于各种微量元素在同种茶叶中的结合态不同, 所以同种茶叶中各种微量元素溶出率不同<sup>[8]</sup>, 各元素间的溶出率存在较大的差异, 如 Fe 在茶叶中的含量比较高, 但溶出率却较低, 低于其他几种元素的溶出率。茶叶中各有机态金属是以儿茶素及其所属黄酮类化合物的络合物存在<sup>[12, 13]</sup>, 其溶出率与该络合物的溶解度有关。Fe 与茶丹宁中儿茶素形成不溶态化合物<sup>[12, 14]</sup>, 可能是溶出率低的原因。

本研究微量元素溶出率与 Matsuura 等<sup>[10]</sup>报道的结果相比较, Mn 和 Zn 与 Matsuura 等<sup>[10]</sup>报道的一致, 在 20%~55%; Cu 和 Fe 与 Matsuura 等<sup>[10]</sup>报道的一致(<20%); Na 则低于 55%, 而在 Matsuura 等<sup>[13]</sup>等报道中, Na>55%。说明 Mn, Zn, Cu 和 Fe 微量元素在绿茶和红茶中的溶出规律一致, Na 在绿茶中的溶出率比红茶中的低。

## 2.2 茶水中微量元素含量

由表 1 可见, 茶叶中有的微量元素含量高其溶出率却较低(如 Fe), 有的微量元素含量低其溶出率却较高(如 Zn), 仅以茶叶中微量元素含量或其溶出率作为评估茶叶营养及卫生学的依据是不全面的, 茶叶本身为非可食部分, 饮茶是经茶水摄取茶叶中可溶态成分。因此, 以茶水中各元素的含量用于评估饮茶与健康的关系更为合理。在所分析的红河州 8 种茶叶的茶水中, Mn 含量最高, Fe 含量最低, 8 种茶叶的茶水中微量元素含量顺序为: Mn>Na>Zn>Cu>Fe, 茶水中未检出微量元素 Co 以及有害元素 Bi, Cd, Pb, Hg (茶叶中 Co, Bi, Cd, Pb, Hg 元素含量均低于 GB2762-2005 国家卫生标准或未检出)。

## 2.3 不同冲泡时间及 80℃和 100℃的茶水中微量元素溶出率

由表 1 可见, 不同浸泡时间微量元素溶出率不同, 8 种茶叶浸泡 20 min 时茶水中 Cu, Zn 2 种元素溶出率明显高于浸泡 10 min 和 5 min 时茶水中的溶出率, 说明浸泡时间愈长, Cu, Zn 2 种微量元素溶出率愈高。对于 Na 元素来说, 只有屏边 2 种茶叶是浸泡 20 min 的茶水溶出率最高, 而其他 6 种茶叶则是浸泡 10 min 的茶水溶出率最高, 即随浸泡时间延长溶出率先增大而后减小。对于 Mn 元素来说, 绿春玛玉茶、元阳云雾茶、蒙自绿叶珍珠茶、金平青云

茶是浸泡 20 min 的茶水溶出率最高, 其他 4 种茶叶则是浸泡 10 min 的茶水溶出率略高。而对于 Fe 元素来说, 屏边 2 种茶叶及绿春黄连山优质名茶是浸泡 10 min 的茶水溶出率最高, 其他 5 种茶叶则是浸泡 5 min 的茶水溶出率最高。可见, 随着浸泡时间的延长, 至浸泡 20 min 时, 茶水中某些微量元素的含量反而降低, 这可能是由于茶叶浸泡时间长, 引起茶叶中鞣酸等物质溶出增多, 从而与茶水中溶出的微量元素形成络合物所致<sup>[15]</sup>。所以一般饮茶冲泡 10 min 钟左右就可获得较多微量元素。

用沸水和 80℃水冲泡茶叶, 不同茶叶中微量元素溶出率略有不同, 但差别不大。试验结果表明, 80~100℃的水冲泡茶叶均可溶出较多的微量元素, 此水温对微量元素溶出率影响不大。

## 3 结论

云南省红河州茶叶含有丰富的 Mn, Na, Zn, Cu, Fe 等微量元素, 其微量元素溶出率有较大差异, 茶水中微量元素含量顺序为 Mn>Na>Zn>Cu>Fe。茶水中未检出微量元素 Co 以及有害元素 Bi, Cd, Pb, Hg。不同微量元素溶出率随浸泡时间的延长而异: Cu, Zn, Mn 3 种元素溶出率随浸泡时间延长而增大, Fe, Na 2 种元素溶出率随浸泡时间延长先增大而后减小。一般饮茶冲泡 10 min 左右就可获得较多微量元素, 80~100℃的水冲泡茶叶对微量元素溶出率影响不大。

致谢: 感谢红河学院分析测试中心原子吸收室提供原子吸收光谱仪

## 参考文献:

- [1] 丁瑞兴, 黄 骁. 茶园—土壤系统铝和氟的生物地球化学循环及其对土壤酸化的影响[J]. 土壤学报, 1991, 28(3): 229—239.
- [2] 秦樊鑫, 傅文军, 张松. 贵州五种茶叶中微量元素溶出率的比较分析[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(2): 29—30.
- [3] 黄渊泽, 王光灿, 蔡大昌. 云南茶叶中的微量元素分析[J]. 微量元素与健康研究, 1997, 14(2): 36—38.
- [4] 宇莉, 马毛弟, 黄培林. 贵州茶矿质元素含量分析与茶叶质量的关系[J]. 微量元素与健康研究, 1998, 15(2): 53—56.
- [5] 吴礼康, 邹晓春. 原子吸收分光光度法测量茶叶中六种微量元素[J]. 现代预防医学, 2003, 30(5): 686—688.
- [6] 庄晓娟, 杨宏伟, 庄明. 六种茶叶中微量元素含量的调

查及分析[ J] . 内蒙古大学学报, 2006, 37(2): 237—240.

[ 7] 丁航, 徐美奕, 周克元等. 茶叶中微量元素溶出率的研究[ J] . 广东微量元素科学, 2003, 10(5): 56—58.

[ 8] 赵福岐, 孙立平, 吴翠香. 日照绿茶中 6 种微量元素溶出率的研究[ J] . 微量元素与健康研究, 2005, 22(5): 30—31.

[ 9] GB T5009. 57—2003. 茶叶卫生标准的分析方法[ S] .

[ 10] Matsuura H, Hokura A, Katsuki F, *et al.* Multielement determination and speciation of major-to-trace elements in black tea leaves by ICP—AES and ICPMS with the aid of size exclusion chromatography[ J] . Analytical Sciences, 2001, 17(3) : 391—398.

[ 11] Mierzwa J, Sun Y C, Chung Y T, *et al.* Comparative determination of Ba, Cu, Fe, Pb and Zn in tea leaves by slurry sampling electrothermal atomic absorption and liquid sampling inductively coupled plasma atomic emission spectrometry[ J] . Talanta, 1998, 47: 1263—1270.

[ 12] 林启寿. 植物药品化学[ M] . 北京: 人民卫生出版社, 1956: 355.

[ 13] 陈清, 卢国程. 微量元素与健康[ M] . 北京: 北京大学出版社, 1989: 286.

[ 14] Pizarro F, Olivares M. Factor which modify the nutritional state of iron; tannion content of teas[ J] . Arch Lationam Nutr, 1994, 44(4): 277—280.

[ 15] 傅化文. 茶叶中微量元素溶出率的研究[ J] . 江苏预防医学, 2001, 12(2): 60—61.

(上接第 41 页)

[ 5] 洪丽芳, 赵宗胜, 袁新民, 等. 提高烟叶含钾量调控措施的研究初报Ⅱ. 化学、生理调控对提高烟叶含钾量的影响[ J] . 华中农业大学学报, 2001, 20(1): 40—44.

[ 6] 王瑞新, 韩富根, 杨素勤, 等. 烟草化学品质分析[ M] . 郑州: 河南科学技术出版社, 1990.

[ 7] 赵伯善, 赵允格, 许明祥. 石灰性土壤烤烟含钾量与其积累分布的研究[ J] . 西北农林科技大学学报, 2000, 28(1): 52—56.

[ 8] 曹志洪, 胡国松, 周秀如, 等. 土壤供钾特性和烤烟钾肥的有效施用[ J] . 烟草科技, 1993(2): 33—37.

[ 9] Davies C R, Wareing P F. Auxin induced transport of radio phosphorus in stems[ J] . Plnata, 1965, 65: 139.

[ 10] Patrick J W. An assessment of auxin-promoted transport in decapitated stems and whole shoots of phaseolus vulgaris L[ J] . Planta, 1979, 146: 107.

[ 11] Patrick J W, Steains K H. Auxin-promoted transport of metabolites in stem of *Phaseolus vulgaris* L: Auxin dose-response curves and effects of inhibitors of polar auxin transport[ J] . J Exp Bot, 1987, 38: 203.

[ 12] 石屹, 牛佩兰, 窦玉清, 等. 培育富钾烟草品种降低烟叶焦油生产量[ J] . 中国烟草科学, 1997(4): 15—17.

[ 13] 郑宪滨, 曹一平, 张福锁, 等. 不同供钾水平下烤烟体内钾的循环、累积和分配[ J] . 植物营养与肥科学报, 2000, 6(2): 166—172.

[ 14] 赵正雄, 杨宇虹, 张福锁, 等. 不同顶端调控措施对烟株内钾素积累和分配规律的影响[ J] . 烟草科技, 2002(6): 37—39.

(上接第 43 页)

3 结论与讨论

试验结果表明, 大豆整体去雄杂交技术在成活荚数、杂交成活率、真杂种数、真杂种率等方面均优于常规去雄杂交技术, 成功率比常规去雄杂交技术高 28.33 个百分点。

大豆整体去雄杂交技术是笔者在多年实践中摸索总结出的大豆杂交实用技术, 除能够显著提高杂交成活率、真杂种率, 缩短杂交时间外, 还能减轻育种者的劳动强度。

大豆组合配制成功与否, 受多种因素的影响, 内因是品种的遗传基因的差异; 外因是空间因子(温度、湿度、光照)和土壤因子(水、肥)各异, 都对其有

影响<sup>[4]</sup>, 但其和大豆整体去雄杂交技术的互作效应, 有待进一步研究。

参考文献:

[ 1] 陈怡. 怎样提高大豆杂交成活率[ J] . 黑龙江农业科学, 1985(3): 40—42.

[ 2] D R 希克斯. 大豆形态生理与育种[ M] . 北京: 农业出版社, 1984.

[ 3] 张桂茹. 大豆杂交技术[ J] . 黑龙江农业科学, 1999(2): 28—29.

[ 4] 李卫东. 大豆杂交成活率与气象因子效应分析[ J] . 大豆科学, 1990(1): 83—86.