

ICP - AES 测定茶叶中 7 种无机元素含量

金 未 王水锋

(北京师范大学测试中心 北京 100875)

摘 要 本文采用 ICP - AES 对不同价格、不同品种的茶叶中 7 种无机元素进行全量及浸提量的分析,试图找出无机元素含量与茶叶价格、品种的相关性。同时对元素浸提量的影响因素进行分析

关键词 ICP - AES 茶 P Zn Mn Fe Ca Cu Al

引言

中国的茶文化可谓源远流长,饮茶在使人精神愉悦的同时,补充人体所需多种有益的有机物,并且提供人体组织正常运转所不可缺少的矿质元素¹。钙、磷等是构成身体的重要材料,铁参与造血,Zn、Cu 是多种酶的成分。因而茶叶具有多种防治疾病和保健强身的功效。前人应用过多种方法对茶叶中无机元素进行分析^{2~4}。本文采用等离子体原子发射光谱法分别对不同价格、品种的花、绿茶中的 P、Zn、Mn、Fe、Ca、Cu、Al 的含量进行测定分析。由于人体是通过茶汤吸收茶叶中无机元素的,所以对茶汤中元素的浸提量进行了测定,并对浸提量的影响因素——冲泡温度、冲泡次数、冲泡时间进行了更详细的研究。

1 实验方法

1.1 样品及化学试剂

国家标准物质:茶叶(CBW07605)。

供试茶样为价格不等的福建花茶(20,40,60,80,100元/斤),绿茶-龙井(100,300元/斤)。

实验所用的试剂:硝酸、过氧化氢(均为优级纯)、超纯水。

1.2 仪器及工作参数

主要仪器:JY-ULTIMA 型 ICP-AES 光谱仪(法国 JY 公司)。

仪器主要参数:等离子体发生器功率 1000W,反射功率 < 3W,冷却气体积流量 12L/min,护套气体积流量 0.2L/min,溶液的提升速率 1.0mL/min,雾室压力 2.98×10^5 Pa,观测高度 12mm(线圈上方)。

1.3 茶叶消化

准确称量 0.1g 茶叶置于聚四氟乙烯罐中,并向罐中加入 1mL HNO₃ 和 1mL H₂O₂,将聚四氟乙

罐放入不锈钢外套中,拧紧,在 160 烘箱中加热 4h,冷却后取出罐,用超纯水定容至 10mL,待测。

1.4 茶汤制备

准确称取 1g 茶叶置于试管中,以 25mL 一定温度超纯水冲泡,并置于相同温度的恒温水浴中若干分钟,将上层清液与茶叶分离,测量。

2 实验内容与结果讨论

2.1 标准茶叶样品的测定

将国家标准物质 - 茶叶(CBW07605)消解后测定,测量值为平行测定 3 次的均值。各元素测量的结果(见表 1)。

表 1 标准茶叶样品 7 种元素的测定结果(单位:μg/g)

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
测量值	2790	26.9	1220	258	4413	16.2	2892
标准值	2840 ±60	26.3 ±0.9	1240 ±40	264 ±10	4300 ±200	17.3 ±10	(3000)

(注:括号中为参考值。)

对于本实验所测定的 7 种元素测定值均在误差范围内,且测定的重现性亦很好,这证实本文用 ICP-AES 法定量测定这 7 种元素含量是可靠的。

2.2 不同待测茶叶的 7 种元素的消解分析

本文对不同待测茶叶的 7 种元素进行消解分析(见表 2、3)。

表 2 不同价格的花茶 7 种元素的消解分析(单位:μg/g)

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
花茶-20	4221	57.61	453.8	216.5	4920	30.34	684.3
花茶-40	4991	55.55	333.3	220.0	2084	23.78	528.2
花茶-60	4334	53.03	625.6	173.5	3004	18.97	353.1
花茶-80	4267	52.84	546.9	130.8	3086	18.82	388.0
花茶-100	4485	44.07	371.8	149.4	3311	19.84	251.0

表3 不同价格与品种的绿茶7种元素的消解分析(单位:μg/g)

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
龙井-100	4115	36.24	1350	124.7	3294	18.39	443.3
龙井-300	4913	59.11	849.1	171.2	2782	19.18	276.1

由表2可见,Al、Zn、Cu元素含量与花茶等级呈现较明显的负相关性,元素含量越高,茶叶的等级越低,相应价格也越低。其它4种元素含量与花茶等级无明显的相关性。而由表3可见,只有Al元素含量与绿茶关系仍呈现负相关性。这一方面说明由于茶叶制取工艺不同,可能造成元素含量规律不同。另一方面,说明Al元素含量有可能作为评定茶叶等级的标准。铝进入植物体内不再参与循环和重新分布,Al元素在嫩叶中含量较少,老叶中含量较多。等级高的茶叶采集的是嫩叶,所以铝含量低;等级低的茶叶采集的是老叶,所以铝含量高。因此,铝元素的含量与茶叶的等级之间可能存在联系。

2.3 茶汤中元素浸提含量

茶叶中元素是通过茶汤中可溶成分被吸收的。因此,对茶汤中元素浸提量的研究更具意义。茶汤为90超纯水冲泡10min制得。本文对茶汤中元素含量进行测定(见表4)。

表4 茶汤中7种元素的浸提含量(单位:μg/g)

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
花茶-20	43.36	0.684	5.071	0.168	8.850	0.329	3.907
花茶-40	50.40	0.604	4.155	0.131	2.622	0.238	1.540
花茶-60	57.81	0.864	6.503	0.128	3.879	0.292	1.556
花茶-80	60.92	0.658	3.197	0.113	3.902	0.115	1.731
花茶-100	62.78	0.584	3.952	0.141	3.146	0.228	1.564
花茶-100	65.72	0.658	9.136	0.104	3.534	0.033	1.942
花茶-300	56.83	0.913	10.57	0.110	5.082	0.072	1.423

由表4可见,各元素浸提量与茶叶价格无明显相关,即使是Al元素,也只是在20元花茶中含量较高,在其余品种和价格的茶叶浸提液中含量无明显差别。

从茶汤中水溶性成分看,P、Zn、Mn浸出率较高,为15%~45%,Al其次,为7%~15%,Ca、Fe最低,为1.5%~4.5%。而Cu在不同的茶叶品种中浸出率差异很大,在绿茶中含量(4%~15%)低于花茶(15%~25%)。

元素浸出率高低,与茶叶中元素存在形式有关。茶叶中,以草酸钙、植酸铁、草酸铁等难溶盐形式存在的Ca、Fe,其浸出率很低,远不能满足人体日需量。因此,饮茶不能作为人体补充钙、铁的依赖途径。

2.4 冲泡温度对元素浸出量的影响

本文选用100元花茶与100元龙井进行实验,考查不同冲泡温度对元素浸出量的影响。分别以75、85、90、100超纯水冲泡10min制得茶汤,进行测定(见表5、6)。

表5 100元花茶浸泡温度对元素浸出量的影响

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
75	52.64	0.473	2.473	0.119	2.462	0.203	1.272
85	60.87	0.536	3.029	0.165	2.999	0.229	1.585
90	62.78	0.584	3.952	0.141	3.146	0.228	1.564
100	61.93	0.622	3.335	0.089	4.432	0.172	1.414

表6 100元龙井浸泡温度对元素浸出量的影响

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
75	60.72	0.619	8.305	0.047	2.252	0.029	1.666
85	63.20	0.659	6.822	0.066	2.732	0.031	1.628
90	65.72	0.658	9.136	0.104	3.534	0.033	1.942
100	64.08	0.619	8.128	0.054	3.147	0.029	1.740

由表5、6可以看出,温度对茶叶中元素浸出量的影响不显著。85至100测得元素浸出量要高于75所得数据。而在85至100数据差别最小。考虑到过高的温度可能会对茶叶中有机成分的破坏,因此我们选取90作为茶叶的冲泡温度。这也符合目前一般饮水机达到的温度。

2.5 冲泡次数对元素浸出量的影响

本文选用100元花茶与100元龙井进行实验,考查冲泡次数对元素浸出量的影响。每次以90超纯水冲泡10min所得茶汤测定(见表7、8)。

表7 100元花茶浸泡次数对元素浸出量的影响

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
第1次	62.78	0.584	3.952	0.141	3.146	0.228	1.564
第2次	15.87	0.177	1.491	0.055	1.441	0.043	0.386
第3次	6.188	0.070	0.633	0.045	0.820	0.011	0.128
第4次	2.887	0.027	0.307	0.042	0.530	ND	0.049
第5次	1.949	0.016	0.221	0.056	0.531	ND	0.038

表8 100元龙井浸泡次数对元素浸出量的影响

	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
第1次	65.72	0.658	9.136	0.104	3.534	0.033	1.942
第2次	17.32	0.202	2.676	0.049	2.255	0.006	0.592
第3次	5.855	0.066	0.866	0.039	1.002	0.002	0.181
第4次	2.812	0.021	0.394	0.034	0.528	ND	0.061
第5次	1.858	0.011	0.271	0.041	0.416	ND	0.021

(注:ND表示含量低,检测不出)

由表7、8数据进行分析,可得元素浸出量与浸泡次数成幂函数的关系。以100元花茶P元素数据为例,元素浸出量与浸泡次数的函数关系式为 $y =$

66.255x^{-2.196}, 相关系数为 0.9986 (见图 1)。

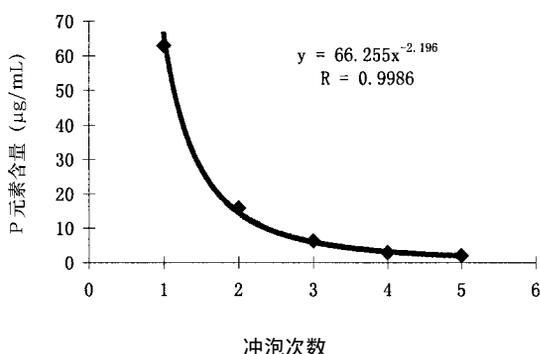


图 1 100 元花茶 P 元素浸出量与冲泡次数的函数关系

对表 7、8 中其它组数据,也可得出浸出量与冲泡次数的幂函数关系。在此基础上,假设认为 5 次浸提的总含量可以代表茶叶中可被浸提的总含量。那么,茶叶在冲泡两次之后,各元素浸提率已达到 80% 以上 (Ca 70%、Fe 55% 以上)。茶叶在冲泡 3 次之后,各元素浸提率已达到 90% 以上 (Ca 80%、Fe 70% 以上)。一般来说,茶叶在冲泡 3 次之后,没有必要再冲泡。

2.6 冲泡时间对元素浸提量的影响

本文以 100 元花茶与 100 元龙井进行实验。将 90 超纯水冲泡 5min、10min、15min、20min、30min 所得茶汤进行测定。以考查不同冲泡时间对元素浸出量的影响 (见表 9、10)。

表 9 100 元花茶冲泡时间对元素浸出量的影响

分钟	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
5	45.16	0.388	2.164	0.149	2.301	0.120	1.036
10	62.78	0.584	3.952	0.141	3.146	0.228	1.564
15	70.30	0.633	4.283	0.163	3.373	0.182	1.459
20	78.80	0.680	4.793	0.120	3.411	0.211	1.470
30	87.30	0.748	6.070	0.119	4.622	0.225	1.731

表 10 100 元龙井冲泡时间对元素浸出量的影响

分钟	P	Zn	Mn	Fe	Ca	Cu	Al
5	61.92	0.593	8.805	0.123	3.755	0.032	2.298
10	65.72	0.658	9.136	0.104	3.534	0.033	1.942
15	72.73	0.668	9.437	0.125	4.686	0.041	2.316
20	80.48	0.735	10.239	0.084	4.855	0.058	2.220
30	85.71	0.779	12.650	0.091	5.867	0.050	2.505

由表 9、10 可知,随冲泡时间的加长,各元素浸提量逐渐增加。但是没有必要通过加长冲泡时间来获得较高的元素含量,因为一则等待时间太长,二则我们可以通过冲泡次数 (如三次) 做到较多的吸收营养元素,三则长时间冲泡,茶汤中茶多酚和咖啡因等含量过高,会影响茶汤的口感。一般来说,茶叶冲泡时间应以口感最佳为宜。

综上所述,本文对不同价格、不同品种茶叶中的 7 种无机元素进行分析。并且对同等价格的花茶和绿茶进行比较,其元素全量和浸提量区别不大,冲泡温度、次数、冲泡时间对元素浸提量的影响具有相同的规律。建议读者在饮茶时采用 90 水温冲泡 10min 左右,冲泡次数以 3 次为宜。

参考文献

- 褚家成. 中国茶叶无机成分分析,环境化学,1989,8(3): 80~83
- 马永焕,丘相国,熊涛等. 茶叶中无机元素的总量与分量,茶叶科学,1995,15(2): 87~91
- 李建华,毛桂杰,贺春英. ICP-AES 法测定食用花及茶中 8 种无机元素,化学工程师,2002,90(3): 19~20
- 韩立新,李冉. ICP-AES 法测定茶叶、茶水中的矿物质和微量元素,光谱学与光谱分析,2002,22(2): 304

Determination of seven inorganic elements in various teas by ICP-AES

Jin Wei Wang Shuifeng

(Analytical and Testing Center, Beijing Normal University, Beijing, 100875)

Abstract Seven inorganic elements in tealeaves and in the infused solutions of teas of different sort, price and grade have been determined by inductively coupled plasma atomic spectrometry (ICP-AES) technique. The experimental results have been analyzed to uncover whether these teas' price and grades are influenced by the content of these mineral elements. At the same time, the factors, which influence the amount of these elements in the infused solutions of teas, has also been analyzed.

Key words ICP - AES Tea P Zn Mn Fe Ca Cu Al