

10种绿化植物叶片对铅·锌吸收能力的研究

闫小红¹,曾建国²,周兵¹,蒋平¹,张爱华¹

(1. 井冈山大学生命科学学院,江西吉安 343009;2. 江西省吉安市林业局,江西吉安 343009)

摘要 [目的]研究江西省吉安市不同区域绿化植物对大气铅、锌污染物的吸收能力。[方法]采用原子吸收法,测定6个区域10种绿化植物叶片铅、锌含量。[结果]在所调查6个区域中,10种绿化植物叶片铅、锌含量较高的在井冈山大道,含量最低的在井冈山大学校园内,各区域不同植物叶片的铅、锌含量差异显著。10种绿化植物对大气铅、锌污染物均具有一定的吸收净化能力,并依污染物和植物种类的不同差异明显;对铅吸收量最高的植物为圆柏和雪松,分别为4.84 mg/kg和4.57 mg/kg,最低为海桐,为0.38 mg/kg;对锌吸收量最高的植物为日本女贞,为37.58 mg/kg,最低为小叶黄杨,为11.08 mg/kg。[结论]井冈山大学、天龙花园和白鹭洲公园为铅、锌无污染区;污水处理厂、松吉化工有限公司为铅、锌轻度污染区;井冈山大道为铅中度污染区、锌轻度污染区。

关键词 植物叶片;重金属污染;吸收能力

中图分类号 X173 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)29-14137-03

Study on the Absorption Ability of Leaves of 10 Kinds of Greening Plants to Pb and Zn

YAN Xiao-hong et al (College of Life Science, Jinggangshan University, Jian, Jiangxi 343009)

Abstract [Objective] Absorption ability of greening plants leaves to Pb and Zn in different regions in Jian City of Jiangxi Province was studied. [Method] Using atomic absorption method, the contents of Pb and Zn in 10 kinds of greening plants was measured in 6 regions. [Result] The results showed that content of Pb and Zn in 10 kinds of greening plants in Jinggangshan Road was the highest, and the lowest in Jinggangshan University, they had obvious difference among 6 different regions. The plants could absorb Pb and Zn pollutants in different extent depending on pollutants and plant species. *Cedrus deodara* and *Sabina chinensis* had higher absorption capacity to Pb with 4.84 mg/kg and 4.57 mg/kg, *Pittoaporum tobira* had the lowest absorption capacity to Pb with 0.38 mg/kg; *Ligustrum japonicum* had the highest absorption capacity to Zn with 37.58 mg/kg, *Buxus microphylla* had the lowest absorption capacity to Zn with 11.08 mg/kg. [Conclusion] There were no pollution of Pb and Zn in Jinggangshan University, Tianlong Garden and Bailuzhou Park, and low-grade pollution in sewage factory and Songji chemical plant, middling pollution of Pb and low-grade pollution of Zn in Jinggangshan Road.

Key words Plant leaf; Heavy metal pollution; Absorption ability

目前,大气污染已成为人类面临的重要问题,而大气中的重金属污染尤为严重。其中,铅、锌是最为普遍的重金属污染物,大气污染物中的铅等重金属对儿童神经行为和智力发育的危害已得到确认^[1]。当儿童体内铅含量超过100 μg/L时,其脑发育就会受到不良影响,儿童血铅每增加100 μg/L,智商平均下降1~3分^[2]。锌污染也同样渗入到人们生活的各个领域,给人类健康带来极大威胁。应对大气重金属污染所采取的措施主要有物理修复、化学修复与植物修复等。植物修复具有无二次污染、不破坏环境、易为社会所接受等优点,被认为是很有可能的修复污染的方法^[3]。植物对重金属污染物具有吸收、吸附等功能,通过其叶片上的气孔和枝条上的皮孔,可将污染物吸收入体内,在体内通过氧化还原过程进行中和而形成无毒物质,从而对污染起到净化作用,是空气中重金属的极好接收体和收集器,是一种化学探测器^[4-8]。早在20世纪70年代科学家(Wardetal.)就发现交通繁忙地段植物叶片的重金属含量明显增高^[9]。植物对大气污染有多种反映,可以根据植物的这些指示作用,分析和鉴别环境污染程度,评价环境质量,判断污染等级,进行植物修复^[10-12]。吉安市近年来经济发展较快,人们生活水平有了极大提高,同时污染也逐渐加重,因此,有必要对吉安市不同地区绿化植物做详细调查,通过对叶片内铅、锌污染物含量的分析,评价市区大气污染程度,合理种植绿化植物,营造良好的生态环境,也为打造国家级园林城市提供理论依据。

基金项目 江西省教育厅青年自然科学基金项目(GJJ09592);井冈山大学自然科学基金项目(JZ0724)。

作者简介 闫小红(1977-),女,内蒙古赤峰人,硕士,讲师,从事园林植物与观赏园艺研究。

收稿日期 2009-06-22

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验地点。在江西省吉安市市区和郊区进行布点采样,根据可能存在不同大气污染的区域进行布点,采样地点依次为:①井冈山大学校园(对照区);②天龙花园(居住区);③白鹭洲公园(公园绿地);④井冈山大道(交通要道);⑤吉安新源污水处理有限公司(工业区);⑥松吉化工有限公司(工业区)。

1.1.2 供试植物。根据江西省吉安市的地理气候特点及绿化植物的使用频率和代表性,选择以下10种常见绿化植物作为供试材料:雪松(*Cedrus deodara*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、樟树(*Cinnamomum camphora*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、紫叶李(*Prunus cerasifera* cv. *pissardii*)、海桐(*Pittoaporum tobira*)、石楠(*Photinia serrulata*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、小叶黄杨(*Buxus microphylla*)、日本女贞(*Ligustrum japonicum*)。

1.2 试验方法

1.2.1 样品采集。一般情况下,植物叶片中污染物的累积量较其他部位多,且与大气中污染物的浓度成正比,可通过叶片中某污染元素含量了解植物对大气中该元素的吸收量。2008年9月初,雨后第3天采集叶片,选取树冠外围东西南北4个方向、着生位置大致相同且生长健壮、无病虫害的成熟叶片,置于自封袋中,编号。

1.2.2 样品处理。将采集到的叶片洗净后,用蒸馏水冲洗2~3次,再用超纯水冲洗2次,吸干叶面水分,精确称取5 g待用。将叶片剪成1 cm叶段,放入50 ml瓷坩埚内,先在低温电炉上碳化1~2 h。将瓷坩埚转入马福炉升温至200 °C继续碳化30 min(至无烟外溢)。然后采用每升高100 °C停

0.5 h, 逐步升温至 600 °C, 约 4~5 h 即可灰化完毕, 得白色灰。样品冷却至室温, 在坩埚内加入 10% 的硝酸 5~10 ml, 至低温电炉上消化提取, 使坩埚内硝酸体积减至 0.5 ml 左右。冷却后用 1% 的硝酸将坩埚内样品无损地转入 25 ml 容量瓶中, 并定容至刻度, 全过程用空白样品作对照。再用 BHL4S220 型原子吸收分光光度计测定样品中铅、锌的含量。每样品处理重复 3 次。

1.2.3 数据处理。 数据处理采用 SPSS 11.0 进行聚类分析及差异显著性分析, 差异显著水平为 $P < 0.05$, 表示方法为 Duncan。

2 结果与分析

2.1 不同区域植物叶片对铅的吸收能力 由表 1 可知, 在所调查的不同区域中, 井冈山大道、松吉化工有限公司、吉安新源污水处理有限公司 10 种植物叶片中的铅含量明显高于其他地区。以樟树为例, 在含量最高的区域(井冈山大道)达到 2.34 mg/kg, 而在井冈山大学校园(对照区), 叶片铅的含量最低, 为 0.72 mg/kg, 两个区域樟树叶片铅含量相差很大, 每样品处理重复 3 次。

前者为后者的 3.25 倍, 差异显著。除桂花、海桐及小叶黄杨叶片铅含量在天龙花园中的含量最低外, 其余 7 种植物在对照区内叶片铅含量最低, 说明在大气污染相对较大的区域, 植物叶片中铅的含量明显高于轻度污染区和非污染的居民区、公园绿地以及大学校园。

2.2 不同区域植物叶片对锌的吸收能力 由表 2 可知, 各植物叶片中锌的含量明显高于表 1 中各对应植物叶片铅的含量。因为锌为植物生长的必需元素, 植物体本身内本身就含有一定量的锌, 为植物生长素吲哚乙酸的重要组成成分, 所以不同植物体内锌的含量皆大大高于铅的含量^[13]。但锌含量过高也会使植物生长受到影响。不同区域 10 种绿化植物叶片锌的含量存在很大的不同, 井冈山大道、吉安新源污水处理有限公司以及松吉化工有限公司 3 个区域各植物叶片中锌的含量明显高于对照区, 差异达显著水平。而在居住区和公园绿地, 其叶片锌的含量基本相差不大, 樟树叶片锌含量在井冈山大学、天龙花园、白鹭洲公园 3 个区域之间差异不显著。

表 1 不同区域 10 种植物叶片铅吸收能力的比较

采样区 Sampling regions	雪松 <i>Cedrus deodara</i>	圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	紫叶李 <i>Prunus ceraifera</i>	海桐 <i>Pittocarpus tobira</i>	石楠 <i>Photinia serrulata</i>	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	小叶黄杨 <i>Buxus microphylla</i>	日本女贞 <i>Ligustrum japonicum</i>
①(CK)	3.29 ± 0.04 f	3.10 ± 0.02 f	0.72 ± 0.04 d	0.90 ± 0.03 d	1.94 ± 0.06 e	0.33 ± 0.02 b	2.11 ± 0.03 e	2.11 ± 0.02 e	0.90 ± 0.02 e	1.00 ± 0.03 d
②	3.91 ± 0.10 d	3.55 ± 0.13 d	0.83 ± 0.13 d	0.86 ± 0.05 d	2.01 ± 0.09 e	0.32 ± 0.06 b	2.52 ± 0.04 d	2.48 ± 0.03 d	0.87 ± 0.03 e	1.16 ± 0.06 c
③	3.62 ± 0.05 e	3.29 ± 0.05 e	1.05 ± 0.07 c	1.04 ± 0.04 c	2.28 ± 0.06 d	0.33 ± 0.03 b	2.56 ± 0.03 d	2.53 ± 0.04 d	1.01 ± 0.03 d	1.22 ± 0.01 c
④	6.51 ± 0.04 a	6.52 ± 0.05 a	2.34 ± 0.15 a	2.57 ± 0.03 a	4.02 ± 0.12 a	0.52 ± 0.02 a	4.71 ± 0.06 a	4.24 ± 0.03 a	2.37 ± 0.03 a	3.68 ± 0.05 a
⑤	4.02 ± 0.04 c	3.75 ± 0.03 c	1.45 ± 0.11 b	2.31 ± 0.06 b	3.19 ± 0.04 c	0.37 ± 0.06 b	3.46 ± 0.02 b	3.26 ± 0.02 b	2.08 ± 0.04 b	3.51 ± 0.56 b
⑥	6.08 ± 0.04 b	6.07 ± 0.04 b	2.28 ± 0.13 b	2.33 ± 0.02 b	3.87 ± 0.08 b	0.39 ± 0.04 b	3.29 ± 0.06 c	3.19 ± 0.05 c	1.73 ± 0.06 c	3.45 ± 0.03 b

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different small letters in the same column mean significant difference ($P < 0.05$). The same as below.

表 2 不同区域 10 种植物叶片锌吸收能力的比较

采样区 Sampling regions	雪松 <i>Cedrus deodara</i>	圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	紫叶李 <i>Prunus ceraifera</i>	海桐 <i>Pittocarpus tobira</i>	石楠 <i>Photinia serrulata</i>	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	小叶黄杨 <i>Buxus microphylla</i>	日本女贞 <i>Ligustrum japonicum</i>
①(CK)	15.52 ± 0.20 d	15.72 ± 0.26 e	15.56 ± 1.10 c	10.38 ± 0.21 f	16.61 ± 0.32 e	17.99 ± 0.55 e	15.97 ± 0.87 d	14.76 ± 0.35 d	9.27 ± 0.05 e	30.13 ± 0.30 d
②	15.80 ± 0.25 d	16.78 ± 0.35 d	15.95 ± 0.65 c	15.99 ± 0.32 e	16.91 ± 0.45 e	22.86 ± 0.36 d	17.12 ± 0.15 c	15.32 ± 0.59 d	9.31 ± 0.06 e	34.12 ± 0.67 c
③	15.81 ± 0.31 d	17.11 ± 0.12 d	15.95 ± 0.32 c	16.75 ± 0.35 d	18.26 ± 0.38 d	24.82 ± 0.35 c	17.53 ± 0.23 c	16.27 ± 0.31 c	10.38 ± 0.20 d	33.94 ± 0.55 c
④	24.60 ± 0.31 a	25.76 ± 0.45 a	20.13 ± 0.61 a	22.38 ± 0.55 a	27.54 ± 0.10 a	35.93 ± 0.30 a	26.21 ± 0.32 a	24.30 ± 0.65 a	13.09 ± 0.30 a	44.51 ± 0.38 a
⑤	22.73 ± 0.31 b	23.75 ± 0.25 b	19.74 ± 0.59 a	21.38 ± 0.21 b	25.91 ± 0.38 b	29.04 ± 0.50 b	24.24 ± 0.95 b	24.40 ± 0.67 a	11.99 ± 0.45 b	44.12 ± 0.26 a
⑥	22.15 ± 0.15 c	22.28 ± 0.25 c	18.49 ± 0.70 b	19.30 ± 0.25 c	22.44 ± 1.05 c	28.53 ± 0.67 b	24.91 ± 0.25 b	21.73 ± 0.40 b	12.47 ± 0.35 c	38.65 ± 0.73 b

2.3 不同植物叶片吸收铅、锌的能力 由图 1 可知, 不同植物叶片对铅、锌的吸收能力不同。有的植物之间的差别很大, 如海桐叶片吸收铅的量为 0.38 mg/kg, 而圆柏和雪松叶片吸收铅的量分别为 4.84 mg/kg 和 4.57 mg/kg, 都为海桐的 12 倍多。但海桐叶片吸收锌的能力却很强, 达到 26.53 mg/kg, 仅次于日本女贞叶片锌的含量(37.58 mg/kg), 说明不同植物叶片对不同重金属的吸收能力各不相同, 这可能是因为重金属引起的环境污染一般均有多种重金属同时存在。因此, 重金属对植物的危害程度也受各种重金属之间的相互作用的影响。

在所调查的植物中, 针叶树叶片中铅的含量明显高于阔叶树和灌木叶片中铅的含量, 其原因可能是: ①叶片为细小鳞片状, 表面被有较厚的腊质和松脂等脂类物质, 对大气中含铅

的飘尘和粉尘具有很强的吸附能力; ②为常绿植物, 叶片的龄级大于落叶植物; ③基因和生理水平的差异^[13~14]。但植物叶片中锌的含量却不存在上述规律, 日本女贞和海桐等灌木的叶片中锌的含量最高, 而雪松和圆柏 2 种植物叶片锌含量中等, 分别为 19.50 mg/kg 和 20.23 mg/kg, 小叶黄杨叶片中锌的含量最低, 为 11.08 mg/kg。

根据不同植物叶片吸收铅、锌的量, 运用聚类分析对绿化植物吸收铅、锌能力进行了综合归类, 如表 3 所示。

2.4 大气质量评价 利用植物重金属监测数据计算植物的大气污染指数, 并进行大气质量等级评价。计算污染指数要采用单项污染指数公式: $C = Cm/Ck$ 。式中, Cm 为各点各种植物的重金属实测值, Ck 为对照区对应植物的重金属实测值。通过单项污染指数计算, 求出 Ci , 然后再运用以下公式

求出植物的平均污染指数(Tw): $Tw = \sum_{i=1}^n Ci/n$ 。式中, Ci 为各项目的污染指数, n 为项目数量^[15]。

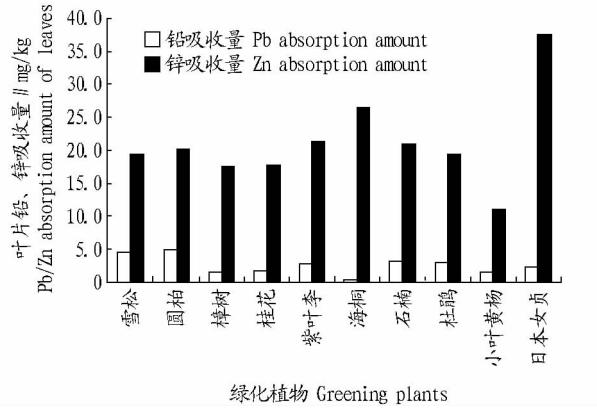


图1 不同绿化植物叶片铅、锌吸收量

Fig.1 Pb/Zn absorption amount of leaves in different kinds of greening plants

表3 不同绿化植物吸收铅、锌的能力比较

Table 3 Absorption ability to Pb and Zn of different greening plants

级别 Level	叶片吸收铅的能力 Absorption ability of leaves to Pb	叶片吸收锌的能力 Absorption ability of leaves to Zn
很强	雪松、圆柏	日本女贞
中等	紫叶李、石楠、 杜鹃、日本女贞	海桐、紫叶李、石楠、圆柏、雪 松、杜鹃、樟树、桂花
弱	樟树、桂花、 海桐、小叶黄杨	小叶黄杨

把植物受大气污染影响的污染指数划分为5个污染等级:无污染(I),综合指数 ≤ 1.2 ;轻度污染(II),综合指数为 $1.3 \sim 2.2$;中度污染(III),综合指数为 $2.3 \sim 3.2$;重污染(IV),综合指数为 $3.3 \sim 4.2$;严重污染(V),综合指数 ≥ 4.3 ^[16]。由表4可知,不同采样区污染指数和污染等级存在差异。根据植物叶片的铅、锌污染指数,I级污染区域为井冈山大学、天龙花园和白鹭洲公园,这3处绿化面积大,车流量少;II级污染区域为吉安新源污水处理有限公司和松吉化工有限公司,这2个区域的绿化面积较少,本身为排污点,且松吉化工有限公司处于郊区公路旁,车流量也相对较大;III级污染的区域为井冈山大道,该处为吉安市车流量最大处;但根据锌污染指数,井冈山大道为锌的II级污染区域。

表4 植物叶片铅、锌污染指数及污染等级

Table 4 Pb/Zn pollution index and pollution level of plant leaves

采样区 Sampling regions	铅 Pb		锌 Zn	
	污染指数 Pollution index	污染等级 Pollution level	污染指数 Pollution index	污染等级 Pollution level
①(CK)	0	I	0	I
②	1.10	I	1.12	I
③	1.17	I	1.17	I
④	2.43	III	1.65	II
⑤	1.97	II	1.54	II
⑥	2.13	II	1.45	II

3 讨论

植物对于污染物的吸收是一个复杂的过程,与气候条件、叶片表面的湿润程度、植物的表面结构、污染物本身的性

质、植物的高度及气象条件等多种因素有关,它主要发生在地上部分的表面及叶片的气孔,将污染物滞留在叶片的表面^[17]。但在该方面的研究少见报道,今后可望在叶片微结构上有所突破,以便进一步确认及完善植物叶片对重金属污染物吸收的生理机制等。

大气中铅的最大污染源是机动车的尾气排放,占城市大气污染总排放量的88%,其次为含铅固体废弃物的焚烧和工业生产等^[18]。该研究也表明,在车流量最大的区域井冈山大道,铅的污染等级为III级,而锌的污染等级则为II级,与上述结论相符。另外,植物叶片中铅含量的高低与大气中铅含量密切相关,并受土壤中铅浓度的制约^[19]。该研究只测定了叶片中铅的含量,还需进一步测定土壤中铅的含量,可更好地反映大气重金属污染状况。分析结果表明,除个别植物外,采样区植物2种重金属元素含量均高于对照区,尤其是交通要道中的铅、锌含量,说明吉安市的大气污染中汽车尾气的排放量大大影响了植物的生理生态。环境中的重金属具有长期性和非移动性等特性,它不能被生物所降解,只有通过生物的吸收得以从环境中去除。很多研究表明,利用适当的植物可去除环境中的重金属,且适用于大面积、低浓度的污染位点^[12]。这符合市区的大气污染情况,建议采用对重金属元素吸收量大的植物在污染地带进行植物修复,如对铅污染区考虑采用的植物为雪松、圆柏等,对锌污染区考虑采用日本女贞和海桐等。

吉安市的空气质量较好,基本为中轻度污染区。对无污染区应继续保持,对中轻度污染区加强管理和控制,采用包括植物修复在内的多种修复手段,提高空气质量,为市民营造一个良好生活居住环境。

参考文献

- 陈学敏,吴德生.环境卫生学[M].北京:人民卫生出版社,2001:53.
- 赵丽红,李素霞,柯滨,等.铅污染现状及其修复机理研究进展[J].武汉生物工程学院学报,2006,2(1):43~46.
- 王校常,施卫明,曹志洪.重金属的植物修复技术——绿色清洁的污染治理技术[J].核农学报,2000,14(5):315~320.
- 鲁敏,李英杰.绿化树种对大气金属污染物吸滞能力[J].城市环境与城市生态,2003,16(1):51~52.
- 薛皎亮.城市空气中铅在国槐树体内的积累[J].中国环境科学,2000,20(6):536~539.
- 鲁敏,王胜永,杨秀平,等.园林植物对大气铅、镉污染吸滞能力的比较[J].山东建筑工程学院学报,2003,18(2):39~41.
- 马跃良,贾桂梅.广州市区植物叶片重金属元素含量及其大气污染评价[J].城市环境与城市生态,2001,14(6):28~30.
- MANNING W J, FEDER W A. 大气污染物的植物监测[M]. 黄楚豫, 王瑞金,译.北京:中国环境科学出版社,1987:31~33.
- WLAU O, LUK S F. Leaf of *Bauhinia blakeana* as indicators of atmospheric pollution in Hong Kong[J]. Atmospheric Environment, 2001, 35 (18): 3113~3120.
- 陈学泽,谢耀坚,彭重华.城市植物叶片金属元素含量与大气污染的关系[J].城市环境与城市生态,1997,10(1):45~47.
- 王建龙,文湘华.现代环境生物技术[M].北京:清华大学出版社,2001:315.
- 林舜华,黄银晓,姚依群,等.以植物土壤元素含量评价天津大气环境质量[J].植物学报,1989,31(1):57~65.
- 刘耘.重金属粉尘大气污染对绿化植物的影响[J].大气环境,1990,5(4):2~5.
- HARDIMAN R T, JACOBY B, BANIN A. Factors affecting the distribution of Cd, Cu and Pb and their effect upon yield and Zn content in Bush beans (*Phaseolus vulgaris*) [J]. Plant and Soil, 1984, 81: 17~27.
- 丁桑岚.环境评价概论[M].北京:化学工业出版社,2001:27~40.
- 梁鸿霞,翟通德,陈中兰,等.南充市区绿化植物叶片重金属元素含量及其大气污染评价[J].西华师范大学学报:自然科学版,2006,27(4): (下转第 14159 页)

1.2 方法

1.2.1 仪器工作条件。见表1。

1.2.2 样品处理。将被测样品置于烘箱中 80 ℃烘 4 h, 研磨成细粉, 装入洁净容器中备用。准确称取样品 1.000 g, 平行取 3 份, 于 50 ml 锥形瓶中, 加入浓 HNO_3 10 ml, 密封过夜, 翌日加入浓 HNO_3 10 ml, HClO_4 5 ml, 置于电热板上缓慢加热消化, 至溶液呈无色透明, 近干为止。冷却后, 用 4% HNO_3 稀释转移至 50 ml 容量瓶中, 用 4% HNO_3 定容至刻线, 混匀备用。

1.2.3 标准曲线绘制。按选定的仪器工作条件进行测定, 由计算机绘制出标准曲线, 计算出回归方程和相关系数。

2 结果与分析

2.1 标准曲线绘制结果 各元素标准液回归方程和相关系数见表2。由表2可知, 在工作范围内, 各元素线性关系良好。

表2 各元素标准液回归方程和相关系数

Table 2 Regression equation and correlated coefficient of various elements in standard fluid

元素 Element	回归方程 Regression equation	相关系数(<i>r</i>) Correlation coefficient
K	$A = 0.063\ 46\ C + 0.062\ 06$	0.995 5
Ca	$A = 0.019\ 42\ C + 0.001\ 52$	0.998 0
Na	$A = 0.223\ 60\ C + 0.036\ 33$	0.998 2
Mg	$A = 0.325\ 70\ C + 0.086\ 51$	0.991 7
Fe	$A = 0.025\ 17\ C + 0.001\ 02$	0.999 5
Cu	$A = 0.058\ 00\ C - 0.000\ 01$	0.999 3
Zn	$A = 0.100\ 68\ C + 0.033\ 45$	0.991 4
Mn	$A = 0.043\ 98\ C + 0.000\ 90$	0.999 5
Ni	$A = 0.025\ 99\ C + 0.000\ 33$	0.997 8
Cr	$A = 0.010\ 73\ C + 0.000\ 57$	0.994 8

2.2 黄山毛峰茶中 10 种金属元素含量测定结果 按选定的仪器工作条件进行测定, K、Na、Ca、Mg 加入 10 % 的 $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, 以消除基本干扰, 10 种金属元素含量检测结果见表3。由表3可知, 试验准确度和精密度均符合要求, 说明用火焰原子吸收分光光度法测定黄山毛峰茶中 10 种金属元素含量是可行的。其中, 各金属元素含量大小顺序为: Ca > K > Na > Mn > Mg > Fe > Zn > Cu > Ni > Cr。

3 结论与讨论

该试验结果表明, 黄山毛峰茶中 10 种金属元素含量丰富, 基本符合国家一级标准物质茶叶 (GBW07605) 各元素的参考值, 黄山毛峰有着抗衰老、抗菌、降血脂、防癌等保健功效是与这些元素的存在密切相关的^[1-3]。临床研究证明, K、Na 和 Ca 在体内维持细胞内外的渗透平衡, 维持神经细胞膜的生物兴奋性, 传递生物学信息。Mg 具有抗心率失常作用,

对急性缺血缺氧引起的严重性心律失常有明显的效果^[4]。Mn 参与人体氧化还原、磷酸化过程, 是碱性磷酸酶等多种酶的激活剂, 可以改善动脉硬化患者的脂类代谢, 是超氧化物歧化酶 (SOD) 的重要组成部分, 在清除超氧化物、增强机体免疫功能方面具有重要的影响, 可以有效清除体内自由基, 具有传导信息、调控脑中枢神经、保护细胞膜的结构与功能^[5]。Cr 是体内胰岛素受体的桥梁, Cr 缺乏可影响脂类和糖的代谢, 导致动脉硬化。Ni 对冠状动脉和冠脉血流量有一定的影响, 冠状动脉在心肌缺血、缺氧条件下对 Ni 敏感性增加, 扩张冠状动脉收缩, 减少心肌缺氧反应。Cu 是血红蛋白的活化剂, 体内 Cu 缺乏会引起心肌细胞氧化代谢紊乱, 诱发动脉硬化, Cu 元素可以防止动脉壁的弹力纤维胶原降解, 保护血管壁内膜的完整性, 阻止动脉粥样硬化的发生和发展。

表3 黄山毛峰茶中 10 种金属元素含量($\bar{x} \pm s$)及加标回收率和相对标准偏差

Table 3 Content of 10 kinds of heavy metal elements in Huangshan Maofeng tea and recovery of standard addition and relative standard deviation

元素 Element	含量//mg/L Content	回收率//% Recovery rate	RSD %
K	$6.622\ 3 \pm 0.455\ 0$	103.67	1.31
Ca	$14.879\ 1 \pm 0.521\ 4$	105.34	1.87
Na	$1.848\ 0 \pm 0.384\ 2$	97.65	2.25
Mg	$1.094\ 3 \pm 0.076\ 5$	98.67	1.08
Fe	$0.677\ 4 \pm 0.061\ 6$	99.84	3.74
Cu	$0.021\ 0 \pm 0.004\ 7$	97.16	1.63
Zn	$0.435\ 6 \pm 0.104\ 1$	101.02	2.02
Mn	$1.532\ 7 \pm 0.298\ 8$	99.49	3.12
Ni	$0.010\ 3 \pm 0.005\ 6$	95.32	3.01
Cr	$0.009\ 3 \pm 0.049\ 0$	96.28	1.93

该试验采用原子吸收分光光度法测定了黄山毛峰茶中 10 种金属元素的含量, 方法快捷、准确、灵敏度高, 是测定茶叶中金属元素含量的有效方法, 其测定结果也为进一步探讨茶叶中无机元素与人体健康及茶叶的综合开发利用提供了参考依据。

参考文献

- [1] 敦书华. 中药微量元素的研究概况及方向 [J]. 中国药学杂志, 1992, 27 (8): 457-459.
- [2] 唐志华. 原子吸收分光光度法测定陕南茶叶中微量元素 [J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(5): 34-36.
- [3] 李旭政. 茶叶中的矿质元素对人体健康的作用 [J]. 中国茶叶, 2002, 24 (2): 30-31.
- [4] 刘金香. 生命元素镁保护心脏的功能及其机理 [J]. 微量元素与健康研究, 2001, 18(4): 75.
- [5] 郭丹, 陈娜娜, 杨西晓, 等. 原子吸收分光光度法测定常通口服液中微量元素锰的含量 [J]. 中国药房, 2005, 16(18): 1414.
- [18] 魏淑芬. 内燃机排放污染及防治 [J]. 环境保护, 1996(5): 6-10.
- [19] 张金屯. “城市-乡村”生态梯带土壤重金属的变化格局 [J]. 中国环境科学, 1997, 17(5): 410-414.

(上接第 14139 页)

435-438.

- [17] 梁淑英, 夏尚光, 胡海波. 南京市 15 种树木叶片对铅锌的吸收吸附能力 [J]. 城市环境与城市生态, 2008, 21(5): 12-15.