

几种特色根茎植物的矿物质成分分析

杨 继¹, 陆智明¹, 陆国权^{2,*}, 谢德平³

(1.西南大学园艺园林学院, 重庆 400716;

2.浙江大学农生学院, 浙江杭州 310029;

3.西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400716)

摘 要:采用感应耦合等离子体—质谱法(ICP-MS)对山药、茛药、甘薯、马铃薯、万灵薯和雪莲果中的矿物成分进行了分析。结果表明:六种根茎植物所含的钾为 $25389.329 \sim 7245.998 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 钠为 $2296.858 \sim 31.566 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 钙为 $1636.097 \sim 227.100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 镁为 $1481.384 \sim 406.624 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 锌为 $27.382 \sim 4.968 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 铁为 $74.873 \sim 28.411 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 铬为 $1.857 \sim 0.005 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 铜为 $8.772 \sim 3.959 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 钴为 $0.394 \sim 0.027 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 镍为 $4.368 \sim 0.597 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 钼为 $0.44 \sim 0.118 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 锰为 $18.092 \sim 4.084 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 硒为 $0.130 \sim 0.008 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。铅、铝、镉等有害元素含量未超出国家绿色食品标准, 这表明所测 6 种根茎植物矿质营养丰富而安全, 有利于改善人们膳食营养。

关键词:感应耦合等离子体—质谱法, 矿物元素, 根茎植物

Analysis of mineral elements content in several root and tuber plants

YANG Ji¹, LU Zhi-ming¹, LU Guo-quan^{2,*}, XIE De-ping³

(1.College of Horticulture and Landscape, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2.College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

3.College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Mineral elements in *Dioscorea spp.*, *Ipomoea batatas*, *Solanum tuberosum*, *Cynanchum auriculatum* Royleex Wight and *Smallanthus sonchifolius* were determined by inductive coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The results showed that the K content in six kinds of root and tuber plants ranged from 25389.329 to 7245.998 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Na content from 2296.858 to 31.566 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Ca content from 1636.097 to 227.100 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Mg content from 1481.384 to 406.624 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Zn content from 27.382 to 4.968 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Fe content from 74.873 to 28.411 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Cr content from 1.857 to 0.005 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Cu content from 8.772 to 3.959 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Co content from 0.394 to 0.027 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Ni content from 4.368 to 0.597 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Mo content from 0.44 to 0.118 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Mn content from 18.092 to 4.084 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Se content from 0.130 to 0.008 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. The Pb, Al and Cd contents have not exceeded the national green food production standard. This indicated that these root and tuber plants were rich in necessary mineral contents, safe for human consumption, and help improve our diet nutrition.

Key words: ICP-MS; mineral elements; root and tuber plants

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2009)05-0312-03

现代医学证明, 人体所含矿质元素的多少与癌症、心血管疾病及人类寿命关系密切。但我们现有膳食中矿质营养却普遍缺乏, 造成我国很多人群因矿质营养摄入不足带来一些疾病。因而近年来, 含有某些矿质元素的保健品得以应运而生。根茎植物不仅富含矿物质, 而且还含有一些活性成分, 可以很好地替代相关保健品, 改善膳食营养, 满足人们营养所需。根茎植物很多, 其中甘薯是最被大家所熟悉

的, 而新兴的彩色甘薯则是一个独特的品种类型。研究表明, 紫甘薯渝紫 263 含硒达 $6.24 \times 10^{-2} \text{ mg/kg}^{[1]}$ 。而缺硒可导致癌症、心脑血管疾病、糖尿病等疾病^[2]。同样彩色马铃薯也是新兴的品种类型, 其不仅富含花青素^[3], 也富含矿物质。茛药是山药的一个紫色地方品种, 经常食用, 可以降血压、降血糖、抗衰老、健脑补智、增强人体免疫力和改善性功能, 是益于脾、肺、肾功能的珍贵药食兼用资源。万灵薯又称万能薯或飞来鹤, 属萝藦科牛皮消属植物。其性味甘温、美淳、无毒, 有健脾消食、消炎解毒、祛瘀消肿、降低胆固醇等功效。雪莲果, 学名 yacon, 属菊科葵花属植物, 具有抗氧化、消除自由基、清肝解毒、降火降血压等功效, 在糖尿病、心脑血管疾病、肥胖症和消化不良等疾病中有一定疗效, 也可有效地防治面痘、暗

收稿日期: 2008-10-20 * 通讯联系人

作者简介: 杨继(1983-), 男, 硕士研究生, 主要从事园艺方面的研究。

基金项目: 农业部行业项目(nyhyzx07-012-12)、国家科技支撑项目(2006BAD05A11-6; 2006BAD01A06-2)和科技厅项目(2007C22SA700011; 2007C12079)联合资助。

表1 ICP-MS 操作条件及主要参数

射频功率 (W)	采样深度 (mm)	炬管位置-H (mm)	炬管位置-V (mm)	载气流量 (L/min)	蠕动泵速 (r/s)	雾室温度 (℃)
1210	7.8	-1	0.9	1.06	0.1	2

表2 各材料中必需常量元素含量(mg/kg)

元素	山药	苕药	雪莲果	万灵薯	马铃薯	甘薯
钾	23447.371	25389.329	16987.868	10453.752	19447.663	7245.998
钙	227.100	839.622	886.323	1636.097	739.306	563.957
镁	552.973	1043.993	498.524	1481.384	996.881	406.624
钠	52.851	211.915	31.566	1356.948	70.573	2296.858

疮,是养颜美容的天然保健品。本研究采用 ICP-MS 方法对山药、苕药、甘薯、马铃薯、雪莲果、万灵薯的矿物元素进行分析,以便为科学开发和利用这些根茎植物,改善膳食结构,提高营养健康水平提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

山药、苕药、渝紫 263 甘薯、紫罗兰马铃薯、万灵薯、雪莲果 由浙大农生院提供;HNO₃、双氧水 均为优级纯;各元素的标准储备液 均为国家标准溶液(1mg·mL⁻¹);实验用水 为超纯水。

ICP-MS 光谱仪,玛瑙碾磨仪(德国)。

1.2 样品处理

1.2.1 预处理 各样品先用水洗净,再用超纯水冲洗一遍,自然风干称鲜重;然后切成条状,在 60℃ 恒温下烘干,再称干重。各样品得干率为:山药 8.33%,苕药 22.42%,渝紫 263 甘薯 32.31%,雪莲果 14.19%,万灵薯 40.63%,紫罗兰马铃薯 22.10%。

1.2.2 前处理 干样品先用玛瑙碾磨仪粉碎,每个样品称约 0.500g,精确到 0.001g,放入特氟隆消解罐中,加色谱纯硝酸 4mL,优级纯双氧水 0.5mL,静置过夜,放入烘箱中,120℃ 烘 2h 后,温度升至 160℃ 再烘 6h,冷却,用超纯水定重到约 25g,用 ICP-MS 测定。

1.3 实验仪器工作条件

ICP-MS 工作条件参数见表 1。

1.4 实验方法的精密度和准确度

选择国家标准物质 (GBW08508 米粉),采用上述前处理方法,使用 ICP-MS 在相同的操作条件下测定米粉中钠、镁等 16 种元素的含量,计算相对标准偏差 (RSD%),结果均小于 6%,米粉中所测元素的测定值均在标准值范围内,所以实验的准确度和精密度都是可靠的。

2 结果与分析

2.1 必需常量元素含量分析

结果见表 2。

由表 2 可知,在六种样品中,钾的平均含量最高,达 18414.888mg·kg⁻¹。钠的平均含量最低,为 582.712mg·kg⁻¹,而且含量差别最大(31.566mg·kg⁻¹~2296.858mg·kg⁻¹),其中雪莲果含钠最低,山药次之,甘薯渝紫 263 最高,可能是因为它们各属于不同的科属,而引起钠的含量有较大差异。这些样品中,万灵薯含钙、镁都是最高的,分别达 1636.097mg·kg⁻¹和

1481.384mg·kg⁻¹,钙、镁在其它样品中含量相差都不是很大。钙有中和酸性和解毒的作用,镁有参与脂肪的代谢和促进维生素 C 合成的作用,所以万灵薯具有消炎解毒、降低胆固醇的作用,可能与其含有较高的钙、镁有一定的关系。

其中山药的钙和镁含量与黄岛平等^[4]测定的广山药钙和镁含量在 137.8~923.9mg·kg⁻¹和 168.8~580.7mg·kg⁻¹之间相吻合。文献[5]中所测雪莲果钾、钠、钙、镁平均含量分别为 2.20×10³、12.2、101.00、72.00mg·kg⁻¹,本文所测的钾、钠、钙、镁含量分别为文献[5]中的 8、3、9、7 倍左右,这可能是因为雪莲果产地和所测方法不同导致的。

2.2 必需微量元素含量分析

结果见表 3。

表3 各材料中必需微量元素含量(mg/kg)

元素	山药	苕药	雪莲果	万灵薯	马铃薯	甘薯
锌	16.775	27.382	7.123	12.713	15.339	4.968
铁	28.411	32.261	74.873	29.852	61.141	63.638
铬	1.740	0.305	0.021	0.008	0.005	1.857
铜	8.772	5.888	5.218	6.660	6.216	3.959
钴	0.032	0.064	0.027	0.394	0.143	0.245
镍	1.829	0.597	1.596	1.861	3.186	4.368
钼	0.334	0.44	0.126	0.165	0.267	0.118
锰	4.084	8.484	8.556	18.092	13.826	5.948
硒	0.042	0.022	0.008	0.019	0.013	0.100

从表 3 数据可知,铁和锌的含量比较高,但不同样品间含量存在着一定的差别,铁含量在 28.411~74.873mg·kg⁻¹,其中含锌最低的是甘薯渝紫 263,仅为 4.968mg·kg⁻¹,其次为雪莲果,最高的是苕药,为 27.382mg·kg⁻¹,苕药含有较高的锌可能与其具有降血压、降血糖、抗衰益寿、健脑补智、增强人体免疫力等功能存在着一定的联系;铬含量很低,在各材料间差别很大,含铬最低的是紫罗兰马铃薯,仅为0.005mg·kg⁻¹,而最高的渝紫 263 甘薯达 1.857mg·kg⁻¹,两者之间相差 300 多倍。铬对防治动脉粥样硬化、冠心病、高血压、脑血管疾病都有十分重要的作用,因而渝紫 263 甘薯具有的预防高血压等功效可能与其中较高含量的铬有一定关联;另外铬对防治糖尿病也有重要作用,山药含有相对较高的铬,这可能是其具有降血糖作用的原因之一。此外,各材料间钴含量较低,且含量存在着较大差别,其中万灵薯含钴最高,达 0.394mg·kg⁻¹,最低的为雪莲果,为 0.027mg·kg⁻¹;钴具有与氢氰酸形成不同配合物的明显倾向,因而能解除氰化物的毒性,可能万灵薯具有消炎解毒作

用与其富含钴具有一定的关系。渝紫 263 甘薯含硒为 $0.100\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 而文献[6]中报道的非紫色品质甘薯硒含量为 $0.14 \sim 0.24\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 这一结果与人们普遍认为紫心甘薯硒含量高于其他类型品种有所不同, 还有待进一步研究证实; 另与文献[1]中提到的硒含量有些差别, 可能是栽培地土壤条件和测定方法不同导致的。各材料间铜、镍、钼和锰含量差距不大, 含锰最高的是万灵薯, 研究表明, 锰元素对胆固醇合成、碳水化合物及脂肪代谢等都起着重要作用, 万灵薯具有的降低胆固醇等功效可能与其含有相对较高的锰元素存在着一定关系。镍是细胞核酸的组成成分, 具有促进动物发育的作用, 缺乏镍时, 会抑制正常生长, 渝紫 263 甘薯含镍较高, 具有较高的营养价值。钼具有活化铁质、防止贫血、帮助代谢、促进正常发育的生理作用, 苕药含钼较高, 这可能与它具有增强人体免疫力等功效具有一定关联。

文献[4]中提到广山药锌、铁、铜和锰含量分别在 $5.39 \sim 11.69$ 、 $23.00 \sim 53.75$ 、 $3.25 \sim 7.26$ 和 $0.80 \sim 5.80\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间, 这与本文所测的含量基本一致, 本文所测山药硒含量为 $0.042\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 这与文献[5]中提到的 $0.04 \sim 0.29\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 也相一致。文献[5]报道雪莲果锌、铁、铜、锰和镍含量分别为 1.25 、 5.38 、 0.86 、 0.58 、 $0.23\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 本文所测含量分别为其的 6 、 14 、 6 、 15 、 7 倍左右, 这可能也是因为雪莲果的栽培地和测定方法不同所致。另本文测到雪莲果含钼为 $0.126\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 而文献[5]中却没有测到。本文所测的渝紫 263 甘薯的铁含量与陆国权等[6]报道的 $43.18 \sim 64.10\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 相符合, 但锌含量仅为其的 $1/10 \sim 1/20$, 可能是因为测定方法不一样或栽培地土壤环境不同和甘薯品种不同的原因引起, 有待进一步研究。

2.3 有害元素含量分析

结果见表 4。

表 4 各材料中有害元素含量(mg/kg)

元素	山药	苕药	雪莲果	万灵薯	马铃薯	甘薯
铅	0.035	0.462	0.168	1.192	0.031	0.011
铝	12.031	46.976	68.623	26.913	68.339	59.957
镉	0.098	0.153	0.145	0.089	0.292	0.003

重金属对人体危害较大, 需要严格控制元素主要有砷、汞、铅、镉 4 种金属元素。从表 4 的结果可以看出, 重金属铅、镉的含量大小有所差别, 但都没有超出国家农业部绿色食品标准所规定的限量。同时山药铅和镉含量比文献[7]中提到的 1.96 、 $0.20\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 分别低 55 倍和 1 倍。

许多科学家经过研究发现, 老年性痴呆症与铝有密切关系, 铝对人体的脑、心、肝、肾的功能和免疫功能都有损害。因此, 世界卫生组织于 1989 年正式

将铝确定为食品污染物而加以控制, 提出成年人每天允许铝摄入量为 60mg , 或者说人体每公斤体重每天允许摄入的铝不能超过 1mg 。上述材料中, 含铝还不算太高。

3 讨论

从常量元素来看, 含钾普遍较高, 特别是苕药和山药较高。万灵薯含钙量比其它材料明显高一些。镁元素以万灵薯含量最高, 其次为苕药。渝紫 263 甘薯和万灵薯比其它材料含钠量明显高很多, 特别是甘薯渝紫 263。

微量元素中, 几种根茎植物普遍含铁较高。个别元素在各材料间含量差别很大, 如铬, 渝紫 263 甘薯和山药含量比紫罗兰马铃薯高出 300 多倍, 这可能正是各材料间具有不同营养保健作用的原因之一。其它各元素含量在材料中差别不是很大。

六种样品中虽然没有存在重金属超标现象, 但是铝含量有些高, 应引起有关部门的重视, 各地区需加强控制土地土壤管理。

从上述数据可知, 各材料间的一些矿质元素含量存在着较大的差异, 这可能是品种不同或各材料栽培地土壤和灌溉水等环境因素不同的原因所造成的。栽培各种作物时, 需检测当地土壤和水质环境质量, 栽培出高品质农作物产品。

另外, 各根茎植物的矿质元素含量和各元素之间的不同比率, 可为探讨各根茎植物的营养保健作用提供相关的科学依据。

参考文献:

- [1] 张启堂, 付玉凡, 杨春贤, 等. 肉甘薯新品种-渝紫 263 [J]. 农业科技通讯, 2004(6): 34.
- [2] Luoma P. Antioxidants, infections and environmental factors in health and disease in northern Finland [J]. International Journal of Circumpolar Health, 1998, 57(2~3): 109~113.
- [3] 戚丹阳, 张桂芝, 王煦栋, 等. 紫罗兰马铃薯的品种特性及丰产栽培技术要点[J]. 中国林副特产, 2007(4): 71.
- [4] 黄岛平, 莫建光, 劳燕文, 等. 广山药中 16 种元素的分析比较[J]. 广东微量元素科学, 2002, 9(2): 47~50.
- [5] 彭靖茹, 甘志勇, 农耀京. 微波消解 ICP-OES 法快速测定雪莲果中的微量元素[J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(8): 43~47.
- [6] 陆国权, 王戈亮, 李娟. 不同肉色甘薯铁、锌、钙、硒有益矿物成分含量的产地差异[J]. 中国粮油学报, 2004, 19(2): 57~61.
- [7] 谢晓梅, 汪电雷, 郑荣庆, 等. 夏枯草和薯蓣不同部位铅镉汞砷的含量分析[J]. 安徽中医学院学报, 2002, 21(5): 47~49.

全国中文核心期刊

轻工行业优秀期刊