

文章编号: 1006 - 446X (2009) 12 - 0045 - 05

青藏铁路纳赤台地区荒漠 典型植物四种常量元素特征

尚洪磊^{1,2} 李天才¹ 周国英^{1,2} 韩友吉^{1,2} 李锦萍^{1,2} 陈桂琛¹

(1. 中科院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 2. 中科院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 分析了青藏铁路纳赤台段荒漠地区的土壤及 10 种典型植物的常量元素中的 K、Ca、Mg、P 四种元素的含量。结果表明, (1) K、Ca、Mg、P 四种元素在区内各种植物中的变异系数分别为 0.033、0.418、0.143、0.403, Ca 和 Mg 元素在各种植物中的含量呈正相关; (2) 区内所采集到的各种植物之间 K、Mg 两种元素含量变化不大; (3) 随着土壤深度的增加, 土壤内四种矿质元素含量呈递减趋势。

关键词: 常量元素; 逆境生理; 荒漠植物; 青藏铁路

中图分类号: Q 946.912 **文献标识码:** A

青藏铁路纳赤台段荒漠位于青海省格尔木市西南约 94 km 的青藏铁路边, 在昆仑山系的沙松乌拉山和博卡雷克塔格尔山之间。该区处在海拔 3 540 m 地区。区内植物除了要适应高寒环境的高辐射, 低温, 昼夜温差大等逆境外, 还要适应荒漠的干旱, 营养元素贫乏等逆境。所以该区植物必须有一套完备的抗逆性才能够在这种极端恶劣的环境下生存和繁衍。

矿质营养元素同植物息息相关。有些矿质元素如钙直接参与了植物的抗逆生理。干旱和盐胁迫(KINGHT H, 1997)、热激(GONG M, 1998)、低温(KNIGHT H, 1996)、氧化胁迫及缺氧(SUBBAIAH C C, 1994)均可引起 Ca^{2+} 浓度增加, 诱发植物细胞产生 Ca 信号。K 是调节植物细胞渗透势点的最重要成分。P 是核酸、核蛋白和磷脂的主要成分, 它与蛋白质合成、细胞分裂、细胞生长、细胞信号转导、基因表达调控等过程有密切联系。Mg 在光合作用中起重要作用(李德全等, 1999)。所以研究植物体内元素含量对研究植物生理是有重要意义的。

本文拟通过不同地区、不同种植物之间以及土壤不同层之间元素含量比较得出一定的结论, 以期为研究荒漠植物的逆境生理植被保护、恢复, 提供基础数据。

1 材料及方法

1.1 样品采集加工

材料采集时间是 2008 年 9 月 22 日。该区植被优势种是藜科植物驼绒藜(*Ceratoides latens*)。试验共采集包括驼绒藜(*Ceratoides latens*)在内的 6 科 10 种植物。其中藜科植物包括驼绒藜(*Ceratoides latens*)、合头草(*Sympegma regelii*)和帕米尔虫实(*Corispermum pamiricum*); 菊科植物

收稿日期: 2009 - 10 - 31

基金项目: 青藏铁路科研项目资助

作者简介: 尚洪磊(1984—), 男, 山东临清人, 硕士, 主要从事植物生态学和恢复生态的研究。E-mail: shongly@126.com

通讯作者: 陈桂琛。E-mail: gcchen@nwipb.ac.cn

包括柴达木风毛菊(*Saussurea pseudomalitiosa*)和圆头沙蒿(*Artemisia sphaerocephala*); 十字花科植物包括虻果芥(*Neotorularia humilis*)和独行菜(*Lepidium apetalum*); 豆科植物物格尔木黄芪(*Astragalus golmuensis*); 柴达木赖草(*Leymus pseudoracemosus*)和白花丹科植物黄花补血草(*Limonium aureum*)。随机布置了 10 个样点进行土样采集。采集时按照 0~10、10~20、20~30 cm 分层采样。将 10 个样点的各层土壤均匀混合, 将采集的样品置于干燥通风处自然风干, 植物样品测试前分别用自来水和去离子水冲洗去除泥沙粉尘等污染物, 于 60 ℃ 下烘干后用玛瑙粉碎机粉碎置干燥器中备用。

1.2 试液制备

精密称取植物样 2.000 g 置于坩埚中。放入马弗炉中, 在 500 ℃ 下灰化 3~4 h。灰化完全后, 取出冷却加入 1:1 的盐酸溶液 10 mL 溶解灰分。然后移入 100 mL 容量瓶用去离子水定容, 摇匀。

土样研磨后过 80 目筛。精密称取 0.500 g 放入小烧杯中加入 10 mL 浓硝酸于电热板上进行消化。消化完毕后用去离子水定容, 摇匀。

1.3 测定方法

实验所需标准试剂均购于国家标准物品研究中心, 1 000 μg/mL 的标准储备液。

P 测定利用 721 型分光光度计测定(仪器由上海第二分析仪器厂生产)。K、Ca、Mg 含量利用 TAS-986 型原子吸收分光光度计进行测定(仪器由北京普析通用仪器有限责任公司生产)。

均采用标准曲线法进行含量计算。各元素测定工作条件、线性方程及相关系数如表 1。

表 1 各元素测定仪器工作条件、线性方程及相关系数

元 素	波长 /nm	光谱带宽 /nm	灯电流 /mA	燃气流量 /(mL·min ⁻¹)	线性方程	相关系数 (r ²)
K	766.5	0.4	2.0	1 700	$y = 110.9x - 111.1500$	0.9917
Ca	422.7	0.4	3.0	1 700	$y = 69.466x + 2.6376$	0.9973
Mg	285.2	0.4	2.0	1 500	$y = 58.106x - 43.0240$	0.9924
P	450.0				$y = 382.75x + 4.5175$	0.9816

用统计分析软件 SPSS 13.0 对 4 种元素在各种植物中的含量进行相关分析。

2 结果与讨论

2.1 区内典型植物常量元素含量水平比较

从表 2 中可见, 不同元素在区内各种植物中的含量变化稳定性差别较大。其中 Ca、P 两种元素的含量在各种植物中变化较大, 变异系数分别为 0.418 和 0.403。而 Mg 和 K 的含量在各种植物中变化较小, 尤其是 K 元素, 变异系数仅为 0.033。

结合表 2 和图 1, 区内优势植物藜科植物驼绒藜的 4 种元素含量在区内典型植物中均处于中等水平(K、Ca、Mg、P 4 种元素含量分别为 0.291%、0.216%、0.222%、0.135%, 除 K 元素外, 其它 3 种元素含量均比该元素在各种植物中含量平均值低)而出现频度比较低的十字花科植物虻果芥的 4 种元素含量在区内典型植物中都处于一个相当高的水平(K、Ca、Mg、P 4 种元素含量分别为 0.274%、0.432%、0.252%、0.353%, 除 K 元素外, 其它 3 种元素含量均比该元素在各种植物中含量平均值高)。这表明在一个群落中并非优势种就要有高的 K、Ca、Mg、P 等必需营养元素的含量。

表 2 不同种植物间元素含量变异性比较

单位: %

	K	Ca	Mg	P
平均数	0.283	0.321	0.243	0.174
标准差	0.009	0.134	0.035	0.070
变异系数	0.033	0.418	0.143	0.403

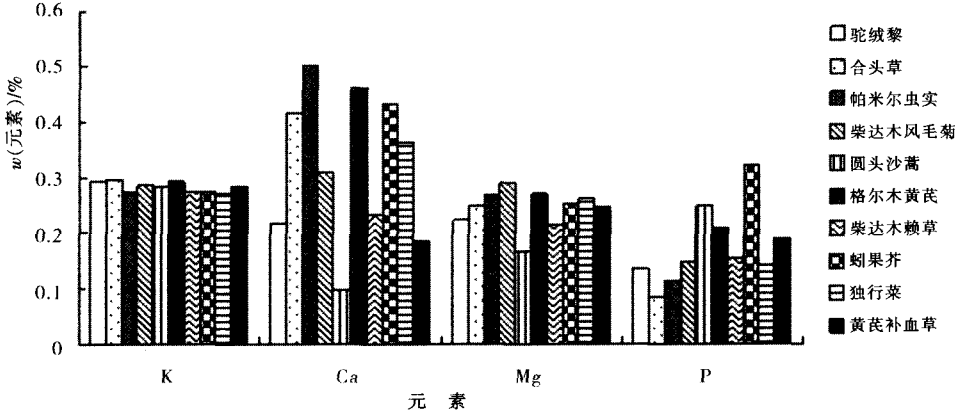


图 1 纳赤台荒漠地区典型植物常量元素含量水平

K 元素含量最高的植物是藜科植物合头草(K 元素含量为 0.298%), 含量最低的是十字花科植物独行菜(K 元素含量为 0.27%); Ca 元素含量最高的植物是藜科植物帕米尔虫实(Ca 元素含量为 0.499%), 含量最低的是菊科植物圆头沙蒿(Ca 元素含量为 0.096%); Mg 元素含量最高的是菊科植物柴达木风毛菊(Mg 元素含量为 0.288%), 含量最低的是同为菊科的植物圆头沙蒿(Mg 元素含量为 0.167%); P 元素含量最高的植物是十字花科植物虻果芥(P 元素含量为 0.323%), 含量最低的是藜科植物合头草(P 元素含量为 0.084%)。

通过相关性分析, Ca 和 Mg 两种元素在各种植物中的含量呈现极显著的正相关($r = 0.848$, $P < 0.01$), 属协同元素。其他元素之间的相关性不明显(图 2)。这说明元素含量协同现象不仅出现在海拔梯度变化上(朴河春等, 2004), 在不同种植物之间也是存在的。

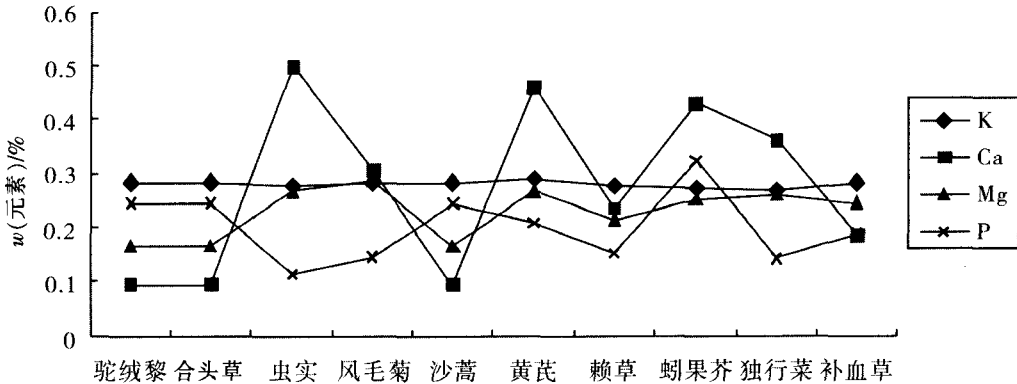


图 2 不同种植物元素含量趋势

注: 为图表美观, 植物名采用简称。

2.2 纳赤台荒漠植被所采集植物中不同科植物之间常量元素含量比较

从表 3、图 3 可见, K 元素在所采集的各科里面含量变化最小($CV = 0.028$), 而 P 元素在各科植物里含量变化最大($CV = 0.373$)。4 种元素在各科植物中的含量稳定性由高到低顺序为 K, Mg, P, Ca。K 元素在藜科植物中含量最多(0.292%), 其次是豆科(0.291%), 而在十字花科中含量最低(0.272%)。Ca 元素含量在豆科植物中含量最高(0.460%), 蓝血科植物中最低(0.186%)。Mg 元素在各科植物中的含量变化也是比较低的。其中豆科植物中含量最高(0.269%), 禾本科中最低(0.214%)。元素 P 在各科植物中含量变化也较大。其中菊科植物中含量最多(0.233%), 藜科植物中含量低(0.11%)。

表 3 所采集的植物样品中不同科植物间元素含量变异性比较 单位:%

	K	Ca	Mg	P
平均数	0.283	0.305	0.242	0.181
标准差	0.008	0.114	0.020	0.044
变异系数	0.028	0.373	0.082	0.242

结合表 2 和表 3, 4 种元素在所采集的各科和各种植物中的含量稳定性趋势是一致的。但这并没有说明同一科的植物在元素含量变化上是一致的。比如同样作为菊科植物的柴达木风毛菊和圆头沙蒿, 两者 Mg 元素的含量水平

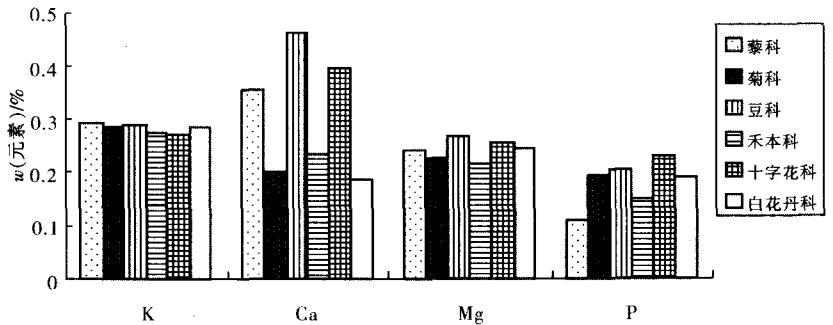


图 3 纳赤台荒漠植被所采集到的植物中不同科植物之间常量元素含量比较

在各种植物中一个处于最高值, 一个处于最低值(柴达木风毛菊的 Mg 元素含量为 0.288%, 而圆头沙蒿的 Mg 元素含量为 0.167%); 藜科植物帕米尔虫实的 Ca 元素含量为 0.499%, 是各种植物中含 Ca 最高的一种植物, 而同属于藜科的驼绒藜的 Ca 元素含量仅为 0.217%, 低于各种植物 Ca 元素含量平均值(0.321%)。

2.3 土壤不同分层元素含量分析

随着土壤深度的增加, 土壤内 4 种矿质元素含量呈递减趋势(图 4)。这在 P 元素中表现最为明显。说明土壤内植物营养元素大部分都集中在表层。这与植物的吸

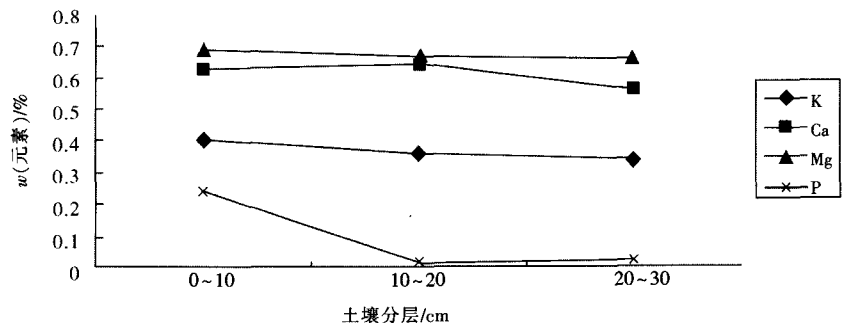


图 4 土壤不同分层矿质元素含量变化

收、富集作用有关。而这种现象在 P 元素的含量变化上最明显。土壤表层(0~10 cm)处 P 元素含量是 0.248%，而 10 cm 以下的土壤含 P 量几乎是 0。该区植物的 P 元素含量是 0.11%~0.23% (图 2, 图 3)。陆地生态系统中的 P 除了小部分来自干湿沉降外, 大多数来自土壤母质(黄昌勇等, 2000)。由于植物体的本身需求量和主动运输作用, 土壤中矿质元素含量和植物体内营养元素含量并没有绝对的对应关系。

参考文献:

- [1] 李天才, 陈桂琛, 索有瑞. 青海湖地区植物中常量营养元素含量特征 [J]. 草业科学, 2001, 18 (1): 27 - 29.
- [2] 朴河春, 朱建明, 朱书法, 等. 植物营养元素的含量和 $\delta^{13}\text{C}$ 值随海拔而变化的特征及营养元素相互作用对碳同位素分馏作用的影响 [J]. 地球科学进展, 2004 (1): 412 - 418.
- [3] 耶兴元. Ca^{2+} 与植物抗逆性研究概况 [J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2008 (1): 124 - 126.
- [4] 李德全, 高辉远, 孟庆伟. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1999: 12.
- [5] 黄昌勇. 土壤学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 3.
- [6] 江福英, 李延, 翁伯琦. 植物低温胁迫及其抗性生理 [J]. 福建农业学报, 2002 (3): 190 - 195.
- [7] 邵麟惠, 杨占斌, 于应文, 等. 柴达木盆地 6 种灌木主要渗透调节物质分布特征和抗旱性研究 [J]. 草原与草坪, 2007 (1): 19 - 23.
- [8] SUBBAIAH C C, BUSH D S, SACHS M M. Elevation of cytosolic calcium precedes anoxic gene expression in maize suspension - cultured cells [J]. Plant Cell, 1994, 6 : 1747 - 1762.
- [9] KNIGHT H, TREWARAS A J, KNIGHT M B. Calcium signaling in Arabi - dopsis thliana responding to drought and salinity [J]. Plant J, 1997, 12 (5) : 1067 - 1078.
- [10] GONG M, LUIT A H, KNIGHT M R, et al. Heal - shock - induced changes in intracellular level in tobacco seedling in reaction to thermotolerance [J]. Plant Physiology, 1998, 116: 429 - 437.
- [11] KNIGHT H. Calcium signaling during abiotic stress in plants [J]. Int Rev Cytol, 2000, 195: 269 - 324.

Analysis of 4 Major Elements of Typical Plant in Alpine Desert of Qinghai - Tibet Railway Nachitai Region

SHANG Honglei^{1,2}, LI Tiancai¹, ZHOU Guoying^{1,2}, HAN Youji^{1,2}, LI Jinping^{1,2}, CHEN Guichen¹

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;

2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: 4 major element K, Ca, Mg and P contents of soil and typical plant species in the desert of Qinghai - Tibet Rail - way Nachitai region were determined. The result shows that : (1) The coefficient of variation of the 4 elements K, Ca, Mg and P is 0.033, 0.418, 0.143 and 0.403. (2) The variation of K, Mg element contents are not significant, P and Ca element contents differ greatly among different family plants. (3) The content of the 4 element decrease with the increase of edaphic depth.

Key words: major element; stress physiology; desert plant; qinghai-tibet railway