

文章编号: 1006 - 446X (2000)06 - 0024 - 04

# 青海湖地区植物微量元素自然背景值及其特征

索有瑞 李天才 陈桂琛

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

**摘 要:** 分析了以青海湖地区各类植被中采集的 46 种主要植物样品的 8 种微量元素, 得到了区内植物和各类植被的微量元素自然背景值。为植物微量元素学、青海湖地区生态环境研究、草原建设、畜牧业发展以及生物地球化学找矿等提供了基础资料。

**关键词:** 植物; 植被类型; 微量元素; 自然背景值

**中图分类号:** Q 946.91 **文献标识码:** A

近年来, 有关微量元素生理作用的研究有一定的进展, 这与微量元素在植物生理中所起的重要作用有关<sup>[1]</sup>。青海湖地区位于青藏高原的东北部, 其独特的地理位置和景观特征令世人瞩目。区内植物种类贫乏, 植被类型特殊。在青海湖地区这一典型的高寒、干旱的高原生态环境下生长、发育着特殊的自然植被类型, 栖息着约 340 余万头青藏高原特有的环湖型牦牛, 青海湖地区也是优良草牧场之一。因此, 在青海湖地区开展植物及各类植被微量元素的调查研究具有十分重要的意义。

## 1 材料及方法

### 1.1 样品采集加工

青海湖地区海拔 3200 ~ 4300 m 范围内的各类植被中, 一般在 5 ~ 8 个样方内采用全株混合采样法采集优势种和主要伴生种植物共计 46 种, 如垂穗披碱草 (*Elymus nutans*), 赖草 (*Leymus ovatus*), 早熟禾 (*Poa poiphagorum*), 冰草, 西北针茅, 华扁穗草 (*Blymus sinocompressus*) 等。野外采集样品时, 首先就地抖去样品表面附着的泥沙、土壤或水分。然后将采集的样品置于干燥通风处自然风干, 并分别用自来水、去离子水冲洗, 去除泥沙、粉尘等污染物, 置室内自然阴干, 并于 60 °C 下烘干后用玛瑙粉碎机粉碎, 装袋, 置干燥器中, 备用。

### 1.2 试液制备及测试

准确称取样品 1.000 g 于瓷坩埚中, 放入马弗炉内, 从低温升至 500 °C, 灰化 3 ~ 4 h, 冷却后, 加入 1 mL 10% HNO<sub>3</sub> 4 mL, 在低温电热板上加热溶解灰分, 移入 50 mL 容量瓶, 用去离子水定容, 摇匀。此试样溶液用于测定铜、锌、铁、锰、钴、镍、钼。

准确称取样品 1.000 g 于小烧杯中, 加入 5 mL 浓硝酸, 放置 4 h 后, 在低温电热板上消化 1 h, 加 2 mL 过氧化氢, 再消化至容积 1 ~ 2 mL, 加 5 mL 盐酸, 加热溶解盐类, 转入 50 mL 容量瓶, 用去离子水冲至刻度, 摇匀。用于测定硒。

Cu、Ni、Co、Zn、Fe、Mn 用日立 180/80 原子吸收光谱仪测定; Se 用 WYD - 2 型氢化物原子荧光光谱仪测定; Mo 用 JP - 2 型示波极谱仪测定。分析均采用标准曲线法, 各元素标准

收稿日期: 2000 - 04 - 19

· 24 ·

回收率为 97.32 % ~ 103.24 %。植物中元素含量以干物质中元素的质量分数表示。

## 2 结果与讨论

### 2.1 植物微量元素自然背景值

对青海湖地区优势种类和主要伴生种类的 46 种植物 8 种微量元素的含量进行统计计算, 以 46 种植物的元素含量算术平均值作为区内植物微量元素的自然背景值。见表 1。

表 1 青海湖地区植物微量元素自然背景值 /  $\times 10^{-6}$

	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Mo	Se
最小值	2.65	11.0	362.9	13.0	0.49	0.14	0.089	0.006
最大值	27.10	86.0	5020.0	352.0	2.02	0.92	0.646	0.042
平均值	8.42	41.8	2347.0	83.6	0.96	0.42	0.256	0.019
极差/倍	10.20	7.8	13.8	27.0	4.10	6.60	7.300	7.000
标准差	3.99	15.0	16.3	54.0	0.34	0.17	0.099	0.008
变异系数/ %	47.7	35.8	69.4	64.6	35.4	39.5	38.7	42.1
稻科牧草 <sup>[3]</sup>	7.9	20 ~ 80	100 ~ 200	—	—	0.09 ~ 0.16	0.10 ~ 3.80	—
豆科牧草 <sup>[3]</sup>	10.0	—	200 ~ 300	—	—	0.24	0.03 ~ 9.62	—
混播牧草 <sup>[3]</sup>	—	30 ~ 100	25 ~ 30	—	—	—	—	0.01 ~ 0.10
饲料阈值 <sup>[4]</sup>	3 ~ 12	20 ~ 60	25 ~ 30	25 ~ 60	—	0.25 ~ 1.00	0.25 ~ 2.50	—

青海湖地区植物微量元素的含量范围为  $0.01 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$ , 区内植物微量元素含量由高到低变化的元素排列顺序为:

$$(n \times 10^3) \text{Fe} > (n \times 10) \text{Mn} > \text{Zn} > (n \times 10^0) \text{Cu} > (n \times 10^{-1}) \text{Ni} > \text{Co} > \text{Mo} > (n \times 10^{-2}) \text{Se}$$

植物中在元素周期表上金属性微量元素含量高于非金属性微量元素含量 (Se), 第 4 周期元素含量高于第 5 周期元素含量。将青海湖地区采集的 46 种植物 8 种微量元素的含量进行频数分布统计。除 Fe 元素的含量频数分布较为离散外, 其余微量元素 Cu、Zn、Mn、Ni、Mo、Co、Se 的含量频数都呈对数正态分布。区内不同植物的元素含量极差不是很大, 一般极差倍数小于 10。从变异系数看, 变异系数为 60 % ~ 70 % 的元素有 Fe、Mn, 其余元素的变异系数均小于 50 %。

由表 1 可见, 青海湖地区植物微量元素含量水平大多接近于牧草及饲料干物质中必需矿物质元素含量。个别元素如 Fe、Mn 在植物体内有积累的趋势, 而 Mo、Se 元素的含量有所不足。从微量元素的植物生理作用看, Fe、Mn 参与植物体内呼吸作用和光合作用的氧化还原反应, 以及叶绿素的形成<sup>[1]</sup>。区内植物体内的 Fe、Mn 积累可能与高原缺氧、强紫外辐射等生态因素有关。从 Mo 与 Fe 之间的关系看, 植物对 Fe 的积累依赖于 Mo 的水平, Mo 可促进 Fe 的吸收, 过量的 Mo 会降低 Fe 的吸收<sup>[1]</sup>。青海湖地区植物中 Mo 含量相对于饲料、牧草不足, 但对于区内植物的生长、发育来说, 却是适宜、恰当的。从生物地球化学的观点看, 植物中 Fe、Mn 的积累, 与元素的地球化学分布、迁移, 地质成矿背景以及土壤母质的化学成分、性质有关, 这也许是区内地球化学找矿的指示性标志之一。

## 2.2 植被微量元素自然背景值

地处青藏高原的青海湖地区以高寒植被分布为特征, 并表现出明显的植被分布的规律性变化<sup>[2]</sup>。把区内采集的 46 种植物, 根据采样位置及植物分布生态环境、景观类型等特点进行植被类型分类, 并将 8 种元素的含量依植被分类分别进行统计计算, 得到青海湖地区各类植被微量元素自然背景值, 见表 2。

表 2 青海湖地区各类植被微量元素自然背景值/  $\times 10^{-6}$

植被类型	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Mo	Se
沼泽湿地	最小值	2.65	26.5	493.9	62.5	1.25	0.156	0.021
	最大值	4.43	28.5	1227.0	115.0	1.36	0.204	0.039
	平均值	3.54	27.5	860.3	88.8	1.31	0.180	0.030
沼泽草甸	最小值	4.84	24.5	1053.0	85.0	0.78	0.250	0.013
	最大值	6.70	56.5	1324.0	157.0	0.84	0.293	0.014
	平均值	5.77	40.5	1189.0	121.0	0.81	0.272	0.014
温性草原	最小值	4.58	22.0	362.9	13.0	0.49	0.089	0.070
	最大值	13.60	70.0	4323.0	113.0	1.04	0.646	0.030
	平均值	8.46	47.5	1916.0	65.2	0.79	0.258	0.016
高寒草原	最小值	3.12	11.0	493.0	13.5	0.59	0.189	0.006
	最大值	10.97	50.0	5020.0	138.0	1.40	0.433	0.036
	平均值	6.58	28.8	2305.0	71.0	0.95	0.265	0.022
高寒灌木	最小值	4.84	31.5	1143.0	31.5	0.89	0.168	0.009
	最大值	27.10	86.0	9761.0	192.0	2.02	0.406	0.020
	平均值	11.07	47.9	3183.0	83.6	1.40	0.257	0.020
高寒草甸	最小值	7.33	33.0	2302.0	74.0	0.58	0.110	0.012
	最大值	13.3	61.0	4323.0	155.0	1.16	0.324	0.033
	平均值	9.95	43.3	3446.0	113.0	0.80	0.230	0.021
高寒流石滩	7.33	27.0	2202.0	352.0	0.66	0.24	0.346	0.018
区内植物	8.42	41.8	2347.0	83.6	0.96	0.43	0.256	0.019

区内植被微量元素自然背景值基本类同于植物微量元素自然背景值。即区内的 7 类植被的 8 种微量元素自然背景值排列顺序以及元素含量的变化范围基本接近于植物微量元素自然背景值的排列顺序及元素含量的变化范围。一般来说, 植被微量元素自然背景值接近而不等于区内植物微量元素自然背景值, 植被微量元素含量变化范围 (极差) 小于区内植物微量元素含量变化范围, 并表现出植被微量元素自然背景值排列顺序局部不同于区内植物微量元素自然背景值的排列顺序。如区内沼泽草甸的 Cu 元素自然背景值 ( $5.77 \times 10^{-6}$ ) 小于区内植物 Cu 元素自然背景值 ( $8.42 \times 10^{-6}$ ), 含量变化范围 ( $4.84 \times 10^{-6} \sim 6.70 \times 10^{-6}$ ) 小于区内含量变化范围 ( $2.65 \times 10^{-6} \sim 27.10 \times 10^{-6}$ )。高山流石坡类植被微量元素自然背景值排列顺序为: Fe > Mn > Zn > Cu > Ni > Mo > Co > Se。而区内植物微量元素自然背景值的排列顺序为: Fe > Mn

$> \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Mn} > \text{Se}$ 。可见, 区内的植被反映了植物在特殊的生态环境下个别植物群落的组合特征。

区内植被微量元素自然背景值随植被类型的垂直变化而变化, 即随着植被类型从沼泽植被、温性植被到高寒植被的垂直变化, 植被微量元素自然背景值依次增大, 也就是说区内植被微量元素自然背景值表现出与植被类型相一致的规律性变化。沼泽植被微量元素自然背景值小于区内植物微量元素自然背景值, 温性草原植被微量元素自然背景值接近于区内植物微量元素自然背景值, 而高寒植被微量元素自然背景值高于区内植物微量元素自然背景值。其中高寒植被中以高寒灌丛类微量元素自然背景值为最高, 依次为高寒草甸、高寒流石坡、高寒草原。

由表 1、表 2 可见, 青海湖地区的各类植被中, 从微量元素含量水平看, 高寒植被类的植物微量元素含量居区内各类植被之首, 高寒植被具有较丰富的矿物质营养元素, 因此环湖地区的高寒植被是区内较理想的畜牧业草场, 这也说明高寒植被具有更能适应高原特有的高寒、干旱、缺氧、强紫外辐射等极其恶劣生态环境的特征。

#### 参考文献:

- [1] 吴兆明. 微量元素生理作用的研究现状 [A]. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊 [C]. 北京: 科学出版社, 1980. 1~22.
- [2] 彭 敏, 陈桂琛. 青海湖地区植被及其分布规律 [J]. 植物生态与地理学报, 1993, 17 (1): 71~81.
- [3] 毛国盛, 张福云, 孙鹏编著. 饲料添加剂应用技术 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1988. 120.
- [4] 王英民, 杨荣良, 殷国荣编译. 家畜微量元素代谢障碍的预防 [M]. 北京: 农业出版社, 1998. 38.

## The Natural Background Value and Characteristics of Trace Element in Plants of the Qinghai Lake Region

SUO You - rui, LI Tian - cai, CHEN Gui - chen

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

**Abstract:** The Qinghai Lake region situates in the northeast of Qinghai - Tibetan Plateau. Plant species growing in the area is poor and vegetation types are particular. This paper presents the natural background value of trace element in some leading plant species and nature vegetation types through the analysis of the contents of 8 elements in 46 plant species collected from Qinghai Lake region. This provides a basis data for the research of the plant trace element, existing environment, prairie construction, livestock farming and biology geochemical prospect etc.

**Key words:** plant; vegetation types; trace element; natural background value