

文章编号:1001-8166(2004)增-0502-04

## 河西走廊棘豆毒草中的硒及其与牲畜中毒关系研究

邵树勋<sup>1,3</sup>, 郑宝山<sup>2</sup>, 赵成章<sup>4</sup>, 殷翠琴<sup>5</sup>, 朗永斌<sup>5</sup>, 张爱玲<sup>5</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室; 2. 环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 4. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000; 5. 甘肃省肃南裕固族自治县畜牧局, 甘肃 肃南 734400)

**摘 要:**河西走廊地区草原生态环境, 棘豆等毒草泛滥成灾, 导致大量牲畜中毒死亡。棘豆毒草导致的牲畜中毒症状与历史上马可波罗记载的古代肃州牲畜毒草中毒症状及其相似。为了确定马可波罗所记载的肃州牲畜毒草中毒是否与硒有关, 本研究对河西走廊地区主要草原畜牧区肃南县草原发育的棘豆属植物及其土壤中的硒进行了测定, 测定结果表明: 土壤硒含量平均值为  $0.205 \pm 0.173 \text{ mg/kg}$ , 与世界平均土壤硒含量相近。棘豆属植物小花棘豆根、茎叶的硒平均含量分别为  $0.112 \pm 0.038 \text{ mg/kg}$  ( $0.052 \sim 0.174 \text{ mg/kg}$ ),  $0.102 \pm 0.027 \text{ mg/kg}$  ( $0.066 \sim 0.158 \text{ mg/kg}$ ); 黄花棘豆全株硒平均含量为  $0.066 \pm 0.009 \text{ mg/kg}$  ( $0.058 \sim 0.078 \text{ mg/kg}$ ), 种子硒:  $0.107 \text{ mg/kg}$ 。可见该区棘豆属毒草硒含量远低于能导致一般动物中毒的  $3 \text{ mg/kg}$  植物硒含量。根据肃南县棘豆毒草发育的地理位置、牲畜中毒症状调查及其硒含量测定的结果, 本文认为马可波罗所记载的中国西部肃州牲畜毒草中毒是棘豆属毒草中毒, 其主要毒素成分不是硒。

**关键词:**马可波罗; 河西走廊; 肃南; 棘豆毒草; 硒中毒

中图分类号: Q14 文献标识码: A

### 0 引言

我国西北河西走廊地区, 棘豆、狼毒等毒草广泛发育, 导致了天然草原严重退化、大量牲畜中毒死亡的生态灾害。仅甘肃天祝、肃南两县棘豆毒草面积达 200 万亩, 每年约有 2 万只牛羊中毒, 死亡率达 21.9%, 流产率达 29%<sup>[1]</sup>。国外学者将美国等北美国家发生的棘豆属植物 (*Oxytropis spp*) 和黄芪属 (*Astragalus spp*) 植物导致的牲畜中毒称之为“疯草”病, 而这些地区发育的疯草中发现有富硒的黄芪属与棘豆属植物<sup>[2,3]</sup>。这是否意味着河西走廊地区发生的牲畜棘豆毒草中毒也与硒有关呢? 众所周知, 马可波罗记载的牲畜毒草中毒就发生在中国西部古代肃州地区(既现在的河西走廊地区)。而马可波罗描述的马中毒为脱毛脱甲症状, 也与硒中毒症状极其相似。因而, 硒学术界普遍认为马可波罗

记载的中国西部肃州毒草引起的牲畜中毒是人类最早记载的硒中毒<sup>[4,5]</sup>。但国内兽医学术界对我国棘豆毒草中毒是否与硒有关存在争议, 孟协中<sup>[6]</sup>等学者认为我国北方棘豆毒草导致牲畜中毒的毒素成分主要是苦马豆素 (*Swainsonine*) 等生物碱成分, 并非硒中毒。而路英华<sup>[7]</sup>测定出甘肃天祝黄花棘豆中含硒达  $15.81 \times 10^{-6}$ , 因此他认为该地棘豆中毒毒素成分中包括硒。为了澄清马可波罗记载的发生在中国古代肃州的牲畜毒草中毒是否是硒中毒这一历史科学问题, 本研究对河西走廊地区棘豆毒草发育区环境中的硒进行了调查, 以便通过环境硒地球化学的研究确定该区棘豆中毒与硒的关系。

### 1 样品的采集和分析

#### 1.1 样品采集

收稿日期: 2004-04-10.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“中国煤平均化学成分及煤中有害微量元素有机地球化学”(编号: 40133010)资助。

作者简介: 邵树勋(1965-), 男, 副研究员, 主要从事矿床地球化学和环境地球化学研究。E-mail: sxx651117@yahoo.com.cn

据《肃州志资料》等文史资料记载马可波罗记载的肃州牲畜毒草中毒故事发生在河西走廊地区。而该区主要的畜牧区位于肃南县境内,目前该县草原上棘豆毒草化泛滥成灾,导致大量牲畜中毒死亡,中毒症状与硒中毒类似。因此,本研究选择了肃南县发育棘豆植物的草原为采样研究区。选择的4采样点包括走廊平原区明海盐湖边缘沙漠化荒漠草原、上井子村盐碱滩草原、下海子村戈壁滩荒漠草原和祁连山崆峒多崂鹿场山地草原。采集了小花棘豆(*Oxytropis glabra*)黄花棘豆(*Oxytropis ochrocephala*)两种棘豆属植物及其根部土壤。

### 1.2. 样品分析

土壤样品自然风干,用碎样机研磨成 $<150\mu\text{m}$ 的粉末;植物样品用蒸馏水洗净,在 $40\sim 60^\circ\text{C}$ 下烘干,然后用植物碎样机研磨成 $<0.2\text{mm}$ 的粉末。测定方法为2,3-二氨基萘荧光法,样品消化用硝酸、高氯酸湿消化法,高氯酸:硝酸比例(植物1:5;土壤5:3)。所用仪器是日本产F4500分子荧光仪。所有实验分析皆在中国科学院地球化学研究所环境地球国家重点开放实验室完成。数据质量监测利用了国际ESS1(植物)和中国GSS3(土壤)两个标样,每批样品分析平行样占10%,分析方法的准确率为35%~58%,精密密度为18.92%,方法检测限为3~5ng/g。就硒含量 $0.03\sim 0.50\text{mg/kg}$ 的样品而言,分析误差在允许限度内。

## 2 棘豆毒草发育区环境硒地球化学分布特征

### 2.1 土壤中的硒

棘豆植物根部土壤总硒含量分析结果见表1。以上数据反映出肃南县发育棘豆毒草的草原区土壤

并不富集硒,总体上研究区的土壤硒背景值与Swaine<sup>[8]</sup>报道的世界土壤硒背景值( $0.1\sim 0.2\text{mg/kg}$ ,平均 $0.2\text{mg/kg}$ )相当,最高的走廊平原盐碱滩草原的土壤硒平均含量比世界土壤硒平均值仅高出 $0.082\text{mg/kg}$ ,其它草原土壤皆低于世界土壤平均值,低大约 $0.5\sim 0.1\text{mg/kg}$ 。对照谭见安<sup>[4]</sup>的中国生态系统物质硒含量等级划分指标,下海子村戈壁滩荒漠草原大部分土壤样品属于缺乏硒土壤(低于 $0.125\text{mg/kg}$ );上井子村盐碱滩采样地土壤硒含量属于中等硒含量水平( $0.175\sim 0.400\text{mg/kg}$ );其余采样地草原土壤在边缘硒状态水平( $0.125\sim 0.175\text{mg/kg}$ )。区内不同生态景观区土壤硒含量有一定差异,其中河西走廊平原区盐碱滩草地土壤硒含量最高,超过了世界土壤土壤硒平均值。这是因为盐碱滩草地有丰富的地下水带来的硒的补给,在当地极度干旱气候条件下,土壤偏碱性容易富集硒,而沙漠和戈壁滩荒漠草原缺乏地下水硒的补给,植被稀少,风蚀作用强烈,土壤中的硒不易保存。以上数据显示肃南县草原生长棘豆属植物的土壤硒含量远低于能引起人和动物硒中毒生态效应土壤硒水平(大于 $3\text{mg/kg}$ ),说明肃南县棘豆毒草发育区缺乏棘豆毒草等植物富集硒的土壤地球化学背景。

### 2.2 棘豆植物中的硒

棘豆植物硒含量测定结果列于表2中。从表2可看出,小花棘豆根:和茎叶不同组织硒含量相差不大,其含量范围分别为 $0.052\sim 0.085\text{mg/kg}$ ;  $0.083\pm 0.005\text{mg/kg}$ 。平均值分别为 $0.112\pm 0.0380\text{mg/kg}$ ;  $0.102\pm 0.027\text{mg/kg}$ 。不同生态景观草原的小花棘豆硒含量有一定差异,盐碱滩草原的最高,明海盐湖沙漠化荒漠草原次之,戈壁滩荒漠草原最低,与其不同草原生态区的土壤硒含量分布一致。

表1 肃南县棘豆植物土壤的硒含量测定结果(mg/kg,干重)

Table 1 Se concentrations in soil producing *Oxytropis* of Sunan county (mg/kg, dry weight)

采样区	采样地	棘豆种类	土壤类型	样品数	含量范围	平均值 $\pm$ 标准偏差
走廊平原明花区	上井子村盐碱滩草原	小花棘豆	盐碱土	9	0.173-0.422	0.282 $\pm$ 0.118
	明海盐湖边缘沙漠化荒漠草原		沙土	3	0.117-0.160	0.139 $\pm$ 0.030
	下海子村戈壁滩荒漠草原		沙土	5	0.076-0.163	0.094 $\pm$ 0.040
	合计			17	0.076-0.422	0.205 $\pm$ 0.173
祁连山大河区	崆多崂鹿场高山草原	黄花棘豆	坡积沙土	5	0.094-0.193	0.152 $\pm$ 0.024

产在祁连山高山草原的黄花棘豆硒含量低于产在河西走廊拗陷地带草原的小花棘豆,全株硒在

$0.058\sim 0.078\text{mg/kg}$ 范围内,平均值为 $0.066\pm 0.009\text{mg/kg}$ 。其根、茎、叶组织硒含量相近,平均值

为 0.05 mg/kg 左右,比种子硒含量低将近 1 倍。

前人研究结果表明,导致牲畜中毒的牧草硒含量一般在 3mg/kg 以上<sup>[9]</sup>;世界卫生组织的报告中,牧草硒引起牛、羊发生硒中毒的最小剂量分别为 5mg/kg;2mg/kg;美国衣俄华州西部草原紫花苜蓿导致马脱毛、烂蹄中毒的硒含量在 0.47 ~ 22.0mg/

kg 范围内,平均值大于 5mg/kg<sup>[10]</sup>。本研究测定出的两种棘豆属植物硒含量值与这些动物硒中毒植物硒含量值相比,明显偏低,远未达到中毒水平。因此河西走廊地区棘豆属植物中的硒不是导致该区牲畜中毒的主要毒素成分,可能是孟协中等<sup>[6]</sup>测定出的苦马豆素生物碱成分。

表 2 棘豆属植物中硒含量测定结果 (mg/kg, 干重)

Table 2 Se concentrations in *Oxytropis* spp (mg/kg, dry weight)

植物	采样地	特征值	根	茎	叶	种子	全株
小花棘豆	上井子村盐碱滩草原	样品数	8	8			
		范围	0.070 ~ 0.174	0.066 ~ 0.158			
		平均值	0.116 ± 0.035	0.095 ± 0.028			
	明海盐湖边缘沙漠化荒漠草原	样品数	5	5			
范围		0.087 ~ 0.158	0.098 ~ 0.158				
平均值		0.120 ± 0.045	0.106 ± 0.041				
下海子村戈壁滩荒漠草原	样品数	4	4				
	范围	0.052 ~ 0.085	0.078 ~ 0.089				
	平均值	0.071 ± 0.015	0.083 ± 0.005				
	合计	样品数	17	17			
		范围	0.052 ~ 0.174	0.066 ~ 0.158			
		平均值	0.112 ± 0.038	0.102 ± 0.027			
黄花棘豆	蛇多岭鹿场高山草原	样品数	1	1	1	1	3
		范围	0.058 ~ 0.078				
		平均值	0.045	0.048	0.059	0.109	0.066 ± 0.009

注:小花棘豆茎叶测定值为茎叶混在一起测定的

### 3 结果与讨论

河西走廊主要畜牧区肃南县草原毒草分布类型及牲畜中毒特征调查结果表明,棘豆属植物在该区广泛发育,而且其引起的牲畜中毒具明显的脱毛脱甲症状,与马可波罗所记载的古代肃州毒草导致的牲畜中毒症状类似,而马可波罗游记中所说的肃州就是现在的河西走廊酒泉地区,肃南县在此范围内。根据地理位置和中毒症状相近的证据我们推测马可波罗记载的肃州中毒毒草可能就是棘豆属植物。

肃南县草原畜牧区环境硒背景调查结果表明,发育棘豆植物的土壤硒含量平均值 0.205 ± 0.1270 mg/kg,在 0.070 ~ 0.422mg/kg 的范围内,与 Swaine 报道的世界土壤硒背景值(0.1 ~ 0.2mg/kg,平均 0.2mg/kg)<sup>[8]</sup>相近,属于非硒中毒正常土壤。棘

豆属植物小花棘豆根、茎叶的硒平均含量分别为 0.112 ± 0.038mg/kg(0.052 ~ 0.174mg/kg),0.102 ± 0.027mg/kg(0.066 ~ 0.158 mg/kg);黄花棘豆全株硒平均含量为 0.066 ± 0.009mg/kg(0.058 ~ 0.078mg/kg),种子相对其它部分较富硒,但也仅有 0.107mg/kg 的含量。由此可见该区棘豆属毒草硒含量远低于能导致一般动物中毒的 3 mg/kg 植物硒含量。因此该区棘豆属植物引起牲畜中毒的主要毒素成分不是硒,可能是前人研究得出的苦马豆素等生物碱成分。

总之,根据以上研究,本文认为马可波罗所记载的中国西部肃州牲畜毒草中毒是棘豆属植物中毒,其中的主要中毒成分并不是硒。因此,硒学术界普遍认为的马可波罗所最早发现记载硒中毒的观点可能是错误的。

## 参考文献(Reference)

- [1] Wang Lu(王鲁), Xu Lerei(许乐仁). A review of studies on several species of toxic plant to cause livestock catastrophic diseases in China[J]. *Chinese Veterinary Journal* (中国兽医杂志), 2002,38(4):26-28.
- [2] Li Z H(李祚煌), Guan Y L(关亚龙), Yang G Y(杨桂云), et al. A study on association of *Oxytropis glabra* toxicity with selenium[J]. *Animal Toxicology*(动物毒物学), 1991,6(1):8-9 (in Chinese).
- [3] James L F. Syndromes of Astragalus poisoning in livestock [J]. *Javna*, 1981,176(2), :146-150.
- [4] Tan Jianan(谭见安). Association Environmental Selenium with Health of Human and Animal[M]. Beijing: People Press of China, 1989. 220-233(in Chinese).
- [5] Rosenfeld I, Beath OA. Selenium: gebotany, biochemistry, toxicity and nutrition[M]. New York, NY Academic Press, 1964, 141-213.
- [6] Men XZ(孟协中), Li S J, Duan D X, et al. A determination of selenium concentrations in two species of *Oxytropis*[J]. *Chinese Linxia Journal of Science and Technology of Agriculture and Forest* (宁夏农林科技), 1988, (2): 44-45(in Chinese).
- [7] Lu Yinghua(路英华), Zhong Shumei(钟淑梅), Gao Nu(高努), et al. Studies on the composition of the seed toxins of *Oxytropis ochrocephala* Bunge[J]. *Acta Biochemistry et Biophysica Sinica* (生物化学与生物物理学报), 1993, 25(6): 603-607(in Chinese).
- [8] Swain D J. The trace element content of soils[J]. *Technolog. Commun Bureau Soil Science*, 1955, 48:1-157.
- [9] Bisbjerg B, Gissel-Nielsen G. The uptake of applied selenium by agricultural plants. The influence of soil type and plant species [J]. *Plant and Soil*, 1969, 31:287-298.
- [10] Scoot T, Loren A W. Investigation of selenium sources with chronic selenosis in horses of western Iowa[J]. *Journal of Vet Diagn Invest*, 1993,5:128-131.

## A STUDY ON SELENIUM IN WXYTROPIS AND ASSOCIATION OF IT WITH POISONING OF LIVESTOCK IN HEXI CORRIDOR

SHAO Shu-xun<sup>1,3</sup>, ZHENG Bao-shan<sup>2</sup>, ZHAO Cheng-zhang<sup>4</sup>,  
YIN Cui-qing<sup>5</sup>, LANG Yong-bing<sup>5</sup>, ZHANG Ai-ling<sup>5</sup>

(1. Open laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550002, China; 2. State key laboratory of environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550002, China; 3. Graduate School of CAS, Beijing 100039, China; 4. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China; 5. Pasturage Bureau of Sunan Yugur Autonomous County, Gansu 734400, China)

**Abstract:** In Hexi corridor area, large numbers of toxic grasses including *Oxytropis spp* etc badly extended widely and led to thousands of livestock poisoning and died. Poisoning symptoms of livestock resulting from *Oxytropis* grass are extremely similar to those described by *Marco Polo* as early as in 1295, which his horses suffered from toxic grass poisoning and caused loss of hairs and hooves in ancient Suzhou, western China. In order to confirm whether toxic grass poisoning in livestock of ancient Suzhou, western China, recorded by *Marco Polo*, is associated with selenium, this study made analysis of selenium concentrations in *Oxytropis spp*, and soils producing these grasses. Measured results indicated that soil Se is close to the mean Se of world soil without naturally occurring selenosis with an average of 0.205-0.173mg/kg. mean Se concentrations in *Oxytropis spp* are 0.112-0.038mg/kg (0.052-0.174mg/kg) for *Oxytropis glabra* root; 0.102±0.027mg/kg (0.066-0.158 mg/kg) for *Oxytropis glabra* stem and leaf; 0.066-0.009mg/kg(0.058-0.078mg/kg) for *Oxytropis ochrocephala* whole stalk; and 0.107 mg/kg for *Oxytropis ochrocephala seed*, respectively. These results revealed that *Selenium concentrations in Oxytropis spp* of Sunan County are much far low to the Se level of 3 mg/kg to be able to cause common *animals poisoning*. According to above evidence, this study conclude that toxic grass poisoning in livestock of Suzhou, Western China reported by *Marco Polo* in 1295, resulted from *Oxytropis spp*, and is not selenosis.

**Key words:** Marco. Polo; Hexi corridor; Sunan; *Oxytropis*; Selenosis