

文章编号:1003-8701(2011)03-0058-03

# 杨家杖子钼矿区周边果园土壤和水果中重金属污染评价

肖振林, 曲蛟, 丛俏

(渤海大学化学化工学院, 辽宁 锦州 121000)

**摘 要:**选取葫芦岛市杨家杖子区多家个体钼矿周边果园土壤样本 60 个、果园红富士苹果样本 60 个,经消解处理后用等离子体发射光谱仪(ICP-AES)测定土壤和水果样本中 Pb、Ni、Cu、Cr、Zn、Cd、As、Mo、Hg 金属元素含量,并对重金属污染状况进行全面系统评价。评价结果表明,果园土壤 Cd、As 和 Hg 的污染严重。土壤中 Pb、Ni、Cu、Cr 和 Zn 污染也比较重。污染程度为:  $Cd > As > Hg > Pb > Zn > Cr > Cu > Ni$ 。并给果树造成影响,所产水果也遭到轻微污染,污染程度大小基本与土壤污染结果相一致。

**关键词:**矿区;果园;土壤污染;重金属;环境评价

中图分类号:X53

文献标识码:A

## Assessment of Heavy Metal Pollution in Orchard Soil and Fruits around Molybdenum Mining Area of Yangjiazhangzi

XIAO Zhen-lin, Qu Jiao, CONG Qiao

(School of Chemistry &amp; Chemical Engineering, Bohai University, Jinzhou City 121000, China)

**Abstract:** 60 soil samples from orchards and 60 fruit samples of Fuji apples near private-owned molybdenum mines in the area of Yangjia-zhangzi of Huludao City were collected. After the samples were dissolved, ICP-AES was used for determining the levels of Pb, Ni, Cu, Cr, Zn, Cd, As, Mo and Hg. Heavy metal pollution was thoroughly assessed. The results indicated that the pollution of Cd, As and Hg in soil was serious. Pb, Ni, Cu, Cr and Zn were also over the standard. The amount of varies heavy metal was in such sequence:  $Cd > As > Hg > Pb > Zn > Cr > Cu > Ni$ . Accordingly, fruit trees were influenced and fruits were polluted to some extent. The pollution level of fruits was the same as it was in soil.

**Keywords:** Mining area; Orchard; Soil pollution; Heavy metal; Environmental assessment.

大量矿产资源的开发给矿区周边的土地造成很大污染,给农作物品质造成很大危害,被污染土壤中的重金属作物吸收后在作物体内和果实中残留并积累。其作物质量的优劣直接关系到人们的身体健康,人们对无污染食物的要求越来越强烈,而食物中重金属污染状况受土壤重金属含量的直接影响。因此,对土壤重金属环境质量进行评价,确定其污染水平对防止农作物被污染,保障人体

健康有十分重要的意义。本文对杨家杖子地区钼矿周边果园土壤重金属污染状况进行调查评价并对果园水果重金属含量用国家食品污染物限量标准进行质量评价。为减少土壤重金属污染,修复和改良已经污染土壤提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品的采集

根据葫芦岛钼矿区周边土地和果园分布情况,用网格布点法采集土样 60 个,采样深度 0~20 cm。采集富士苹果样品 60 个。代表该矿山主要的重金属污染类型,采样方法符合(GB/T 8855-2008/ISO 874:1980)规定。

收稿日期:2010-12-15

基金项目:辽宁省教育厅科学研究资助项目(2006032)

作者简介:肖振林(1952-),男,满族,高级实验师,从事环境科学研究。

## 1.2 样品的前处理

土壤样本经自然风干后磨碎,然后用四分法取部分土样用玛瑙研钵研磨,过 100 目尼龙筛后作如下处理,精确称取 0.150 0 g 样品于 100 mL 聚四氟乙烯塑料坩埚中,采用酸溶法处理样品,加 12 mL HF、5 mL HNO<sub>3</sub> 和 15 mL HClO<sub>4</sub>,室温消解 3 h,然后再恒温水浴锅蒸发近干,用 5 mL (1+1) HNO<sub>3</sub> 溶解残渣,加去离子水定容至 50 mL,振荡、混匀,过滤后作为待测液。

水果洗净,晾干,除去皮、核后粉碎,研磨成匀浆状。准确称取一定量的样品于微波消解仪消解罐中,再加入硝酸 3 mL 和 30%过氧化氢 5 mL,摇匀后在高压微波消解仪中消解,然后将消解后的透明溶液转移至容量瓶内,反复清洗消解容器,清洗液合并到容量瓶中,定容 50 mL 作为待测液。

## 1.3 样品的测定

消解后的土壤和水果样品待测液采用 ICP-AES (Variampx, vistampx) 分别测定金属元素含量。计算各平行样品中被测元素含量平均值及相对标准偏差 (RSD%),以检测测定结果的精密度,精密度 RSD% 在 (0.29%~2.41%) 之间,结果科学可靠。

# 2 评价方法和评价标准

## 2.1 评价方法

### 2.1.1 单因子污染指数评价法

以土壤单项污染物的实测值与评价标准相比,用比值的分值数表示土壤中该物质的污染程度。即:

$$P_i = X_i / S_i$$

式中:  $P_i$  为土壤中污染物的环境质量指数;

$X_i$  为土壤中污染物的实测浓度 (mg/kg);

$S_i$  为土壤中污染物的评价标准 (mg/kg)。

当某种金属的污染指数  $P_i \leq 1$  时,该重金属含量未超标,为未污染,  $1 < P_i \leq 2$  为轻度污染,  $2 < P_i \leq 3$  为中度污染,  $P_i > 3$  为重度污染,  $P_i$  值越大污染越严重。

### 2.1.2 多因子综合指数评价法

重金属在生态系统中的污染是一种综合性的复合污染,因此,用单一的污染因子的污染指数很难评价大面积土地和不同果园情况的重金属污染程度。多应用综合指数法进行综合评价。综合指数法有多重,一般采用内梅罗 (N. L. Nemerom) 污染指数法进行综合评价。

表 1 内梅罗污染指数和土壤重金属污染程度分级标准

污染指数	土壤级别	污染等级	污染程度
$PN \leq 0.7$	1	安全	无污染
$0.7 < PN \leq 1$	2	警戒级	尚清洁
$1 < PN \leq 2$	3	轻度污染土壤、作物	污染
$2 < PN \leq 3$	4	中度污染土壤、作物	中度污染
$PN > 3$	5	重度污染土壤、作物	严重污染

$$PN = \sqrt{[(\max P_i)^2 + (\bar{P}_i)^2] / 2}$$

式中:  $PN$  为内梅罗污染指数;

$\max P_i$  为土壤中各污染因子污染指数的最大值;

$\bar{P}_i$  为土壤中各污染因子污染指数的平均值。

综合污染指数分级标准见表 1。

## 2.2 评价标准

土壤环境评价标准采用国家质量标准 (GB15618-1995)《土壤重金属污染评价标准》中的二级标准作为评价标准来比较土壤环境质量状况。水果采用国家有关的食物污染物限量标准 GB2762-2005 评价重金属污染状况,见表 2、表 3。钼对植物生长有促进作用,耐钼性也很高,所以国家土壤重金属污染评价标准未规定钼的质量标准,本文也未对钼进行污染评价。

表 2 国家《土壤重金属污染评价标准》

标准类型	pH 值	Pb	Ni	Cu	Cr	Zn	Cd	As	Hg
国家二级标准	pH > 6.5	300	50	200	200	250	0.60	30	0.50

表 3 国家食品污染物限量标准 (GB 2762-2005)

金属元素	Pb	Ni	Cu	Cr	Zn	Cd	As	Hg
限量 (ML.s) / (mg/kg)	$\leq 0.10$	$\leq 0.10$	$\leq 10.00$	$\leq 0.50$	$\leq 5.00$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.01$

注: 镍国家没有食品污染物限量标准  $\leq 0.10$  是专家们建议的参考数值。

# 3 评价结果及分析

根据测定结果对测定数据进行分析 and 计算。对果园土壤和果园水果污染状况进行评价,评价结果见表 4 和表 5。

由表 4 表 5 看出,用国家《土壤重金属污染评价标准》中的二级标准对杨家杖子钼矿区果园土壤进行评价,该果园土壤受到了重金属的严重污染,用国家有关的食物污染物限量标准对该果园水果重金属含量评价,该果园水果均受到轻度污染。

表 4 矿山周边果园土壤重金属污染含量评价结果 (mg/kg) n=40

	金属元素含量								
	Pb	Ni	Cu	Cr	Zn	Cd	As	Mo	Hg
pH 值(平均)					6.94				
平均值	248.67	32.38	129.92	154.85	205.84	29.46	98.97	720.61	0.46
RSD%	1.64	1.08	0.42	1.17	0.29	2.28	0.66	1.31	0.82
Pi	0.83	0.65	0.65	0.77	0.82	49.10	3.30	-	0.92
污染等级	未污染	未污染	未污染	未污染	未污染	重污染	重污染	-	未污染
PN					6.48				
污染等级					严重污染				

表 5 矿山周边果园水果重金属含量评价结果 (mg/kg) n=20

	金属元素含量								
	Pb	Ni	Cu	Cr	Zn	Cd	As	Mo	Hg
pH 值(平均)					6.882				
平均值	0.16	0.075	10.12	0.45	6.11	0.065	0.062	27.45	0.089
RSD%	1.80	2.410	0.57	0.96	1.92	2.130	2.300	0.92	2.170
Pi	1.60	0.800	1.00	0.90	1.20	1.300	1.260	-	0.900
污染等级	轻污染	未污染	未污染	未污染	轻污染	轻污染	轻污染	-	未污染
PN					1.88				
污染等级					轻度污染				

4 结论及建议

该果园土壤因矿区影响已经严重污染，内梅罗综合污染指数达到 6.48。尤其是 Cd、As 和 Hg 的污染严重。土壤中 Pb、Ni、Cu、Cr 和 Zn 污染也比较重。污染程度为 :Cd>As>Hg>Pb>Zn>Cr>Cu>Ni。由于果树是多年生木本植物，土壤污染造成重金属在果树中积累，并对所产水果品质造成影响，也已经轻度污染，内梅罗综合污染指数达到 1.88。污染程度大小基本与土壤污染程度相一致。

为提高水果品质，减少污染，建议采取植物修复技术，它是一种绿色环保技术。植物吸收固化作用可大大降低土壤中重金属含量。同时治理成本低，随着生物工程技术的发展和超吸收重金属植物的选育，植物修复技术将发挥巨大作用，还能给果园带来更多的经济效益。在果树下面土地种植吸收重金属能力强的植物。并增加农家肥和磷肥的施入量，促进土壤的修复。

参考文献：

[1] 冯建国,陶训,于毅,等.无公害果品生产技术[M].北京:金盾出版社,2000.

[2] 冯明祥,王佩圣,王继青,等.青岛郊区果园土壤重金属和农药污染研究[J].中国果树,2002(2):9-11.

[3] 中华人民共和国国家标准.食品中污染物限量[S].GB2762-2005.

[4] 中国标准出版社第二编辑室.环境质量与污染物排放国家标准汇编[M].北京:中国标准出版社,1991.3-25,117-215.

[5] 王军,陈振楼,王初,等. Heavy metal soils in Chming Island[J].环境科学,2007,8(3):647-653.

[6] 陆书玉.环境影响评价[M].北京:高等教育出版社,2002:163-164.

[7] 夏家淇.土壤环境质量标准详解[M].北京:中国环境科学出版社,1964:84-86.

[8] 黄国锋,吴启堂.绿色食品产地土壤环境质量现状评价标准的修正[J].农业环境保护,2000,19(2):123-125.

[9] Adriana. Trace elements in the terrestrial environment [C]. New York: Springer- Verlag Inc. 1986,329.

[10] Lovely DR. Microbial reduction of iron, manganese, and other metals[J]. Advances in Agronomy, 1995(54):175-231.

[11] 王碧,谢正苗,孙叶芳,等.磷肥对铅锌矿污染土壤中铅的修复作用[J].环境科学学报,2005,25(9):1189-1194.