

• 调查与评价 •

污灌区重金属污染对土壤的危害

张书海, 沈跃文

(淮阴市环境监测中心站, 江苏 淮阴 233001)

摘要: 由于土壤中重金属元素的含量对人体健康影响很大, 淮阴市环境监测中心站于 1993 年至 1997 年选择某污灌区中 0.667 hm^2 的蔬菜田及其邻近的某一地下水灌区中 0.667 hm^2 的蔬菜田按梅花布点法分别布设 8 个测点, 对其土壤中的总镉、总汞、总砷、总铬和总铅进行监测。结果表明, 地下水灌区 5 年来综合污染指数变化不大, 污染等级属安全级, 说明该灌区没有受到重金属污染, 而污灌区的综合污染指数逐年增高, 1995 年、1996 年、1997 年均达警戒级, 说明该污灌区土壤中的重金属有一定积累, 农作物受到的污染不容忽视。指出在污灌区用适度的污水灌溉农田虽然可行, 但长期利用污水灌溉, 污水中的总镉、总铬和总砷等污染物在土壤中易产生沉积, 对土壤产生一定污染, 应采取有效的防治措施。

关键词: 重金属; 土壤污染; 污灌区; 地下水灌区

中图分类号: X 53 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2000)02-0022-03

Danger to Soil by Heavy Metals Pollution from Polluted Irrigation

ZHANG Shu-hai, SHENG Yiao-wen

(Huaiying Municipal Environmental Monitoring Station, Huaiying, Jiangsu 233001, China)

Abstract: Cadmium, mercury, arsenic, chromium and lead were monitored by Huaiying Municipal Environmental Monitoring Station from 1993 to 1997 in a vegetable field of 0.667 hm^2 in polluted irrigation and in a vegetable field of 0.667 hm^2 in ground water irrigation with 8 related monitoring spots. The monitoring results showed that in those 5 years in field of ground water irrigation the comprehensive pollution index did not change much, the pollution was in safety category; while in field of polluted irrigation the comprehensive pollution index increased year by year, with its reaching warning category, which indicated that corresponding heavy metals were accumulated and crops were polluted. The article points out that long-term polluted irrigation deposited heavy metals in soil, which polluted the soil and need to be counter-measured.

Key words: Heavy metals; Soil pollution; Polluted irrigation; Ground water irrigation

随着工业的发展及城市化程度的不断提高, 河流污染日益加重, 清洁水资源日趋紧张。水资源的匮乏, 使污水成为农业灌溉用水的重要组成部分。而污水中含有大量的重金属元素, 重金属大多有变价的特征, 在水体中易迁移转化, 在土壤中富集和分散, 通过食物链最终在人体的不同部位富集, 如镉、铅主要富集在肾脏和肝脏, 铅还可损害中枢神经系统。在日本富山县神川流域发生的“痛痛病”, 最后被确定为使用含镉废水灌溉稻田, 人吃了“镉”米和饮用被镉污染的井水所致。因此调查污灌区重金属污染状况对保护人类身体健康, 促进农业发展, 推广无公害粮食、蔬菜的种植面积具有重要意义。

1 调查区域及调查时间

1.1 调查区域

选择淮阴市某一污灌区(面积约为 133.3 hm^2 , 从 80 年代起一直使用西张河水进行灌溉, 主要种植水稻、小麦和蔬菜)中靠近河流的 0.667 hm^2 蔬菜田(称为 B 区)及邻近该污灌区的某一地下水灌区(地势较高, 自 80 年代一直用地下水进行灌溉, 主要种植小麦、玉米和蔬菜)中靠近地下水井的 0.667 hm^2 蔬菜田(参照区, 称为 A 区)为调查区域, 并分别对 A 区、B 区土壤中的总镉、总汞、总砷、总铬和总铅进行监测评价。

1.2 调查时间

1993 年至 1997 年。

收稿日期: 1999-03-29; 修订日期: 1999-10-26

作者简介: 张书海(1973-), 男, 江苏淮阴人, 助理工程师, 学士, 曾发表论文 1 篇。

2 测点布设及采样、监测方法

2.1 测点布设

按梅花布点法分别在 A 区、B 区布设 8 个测点, 每年对土壤进行采样分析。

2.2 采样、监测方法

采样和监测方法均按照国家环保局《环境监测分析方法》^[1]、《土壤元素的近代分析方法》(中国环境监测总站编)^[2]进行, 土壤采样深度在表层 15 cm 左右。

3 结果分析

3.1 结果

地下水灌区和污灌区 1993 年至 1997 年的土壤监测结果见表 1。

表 1 灌区土壤重金属监测结果 mg/kg

灌区	年度	总镉	总汞	总砷	总铬	总铅
A	1993 年 均值	0.119	0.14	5.97	38.1	17.0
	标准差	0.024	0.02	0.40	4.0	2.0
	1994 年 均值	0.113	0.14	6.00	39.0	17.9
	标准差	0.018	0.03	0.41	2.9	2.1
	1995 年 均值	0.118	0.13	5.98	38.5	17.0
	标准差	0.022	0.03	0.36	2.4	1.3
B	1996 年 均值	0.118	0.12	5.98	38.1	17.7
	标准差	0.021	0.03	0.30	2.0	2.2
	1997 年 均值	0.115	0.14	6.04	38.9	18.0
	标准差	0.020	0.02	0.35	2.5	2.0
	1993 年 均值	0.150	0.36	15.1	71.0	51.8
	标准差	0.046	0.06	2.5	10.6	15.4
B	1994 年 均值	0.210	0.37	15.6	78.0	57.1
	标准差	0.046	0.03	2.9	12.7	6.8
	1995 年 均值	0.250	0.37	15.9	86.2	61.1
	标准差	0.030	0.04	3.4	10.5	5.8
	1996 年 均值	0.280	0.39	20.4	89.9	67.8
	标准差	0.036	0.05	4.4	14.6	5.7
B	1997 年 均值	0.350	0.38	23.4	93.9	72.5
	标准差	0.049	0.04	5.6	10.1	14.1

从表 1 可见, 地下水灌区的 5 种重金属元素的含量 5 年来变化不大, 总镉、总汞、总砷、总铬和总铅的量基本保持在 80 年代的水平, 均接近土壤天然本底值, 说明该灌区没有受到重金属污染; 污灌区总镉、总砷、总铬和总铅含量呈逐年增加趋势, 总汞的含量变化不大, 但 5 种重金属元素的含量接近或超过 GB 15618-1995《土壤环境质量标准》中二级标准, 说明该区土壤受重金属污染正逐渐加重。

3.2 分析

通过对地下水灌区和污灌区 5 种重金属元素含量的分析, 得出如下结论:

(1) 污灌区土壤 5 种重金属元素含量较高是因为城市工业废水直排入河, 用受污染的水灌溉农田, 污水中重金属元素在土壤中富集、吸附, 最后沉积于土壤中, 致使土壤中的重金属含量增高。

(2) 由于土壤具有自净能力及重金属元素迁移方式和转化难易程度不同, 致使重金属元素在土壤中的富集程度也不同。

4 土壤重金属污染评价

4.1 评价因子

选择总砷、总汞、总镉、总铬和总铅 5 项指标作为评价因子。

4.2 评价标准

根据监测结果, pH 均值为 7.38, 为中性土壤, 故土壤评价采用 GB 15618-1995《土壤环境质量标准》中二级标准, 地下水灌区采用一级标准。

4.3 评价方法

采用内梅罗 (N. L. Nemeiow) 污染指数公式^[3]计算土壤综合指数。

$$P = \sqrt{\frac{\text{平均}(C_i/S_i)^2 + \text{最大}(C_i/S_i)^2}{2}}$$

式中:

P ——土壤综合污染指数;

平均 (C_i/S_i) ——土壤中各污染指数的平均值;

最大 (C_i/S_i) ——土壤中最大污染指数;

C_i ——土壤中污染物 i 的均值;

S_i ——土壤中污染物 i 的标准值。

4.4 污染等级划分

根据中国绿色食品发展中心《绿色食品产地环境质量现状评价纲要》的规定, 污染等级划分标准见表 2。

表 2 污染等级划分

等级划分	综合污染指数	污染等级	污染水平
1	≤0.7	安全	清洁
2	0.7~1.0	警戒级	尚清洁
3	1.0~2.0	轻污染	土壤污染超过背景值、作物受污染
4	2.0~3.0	中污染	土壤、作物均受中度污染
5	≥3.0	重污染	土壤、作物受污染相当严重

4.5 评价结果

根据表 1 可得出地下水灌区、污灌区的土壤污染情况,见表 3。

表 3 地下水灌区、污灌区土壤污染指数

灌区	年份	总镉	总汞	总砷	总铬	总铅	P 综
A	1993	0.40	0.28	0.24	0.19	0.06	0.33
	1994	0.38	0.28	0.24	0.20	0.06	0.36
	1995	0.39	0.26	0.24	0.19	0.06	0.32
	1996	0.39	0.24	0.24	0.19	0.06	0.32
	1997	0.38	0.28	0.24	0.19	0.06	0.31
B	1993	0.50	0.72	0.60	0.36	0.17	0.61
	1994	0.70	0.74	0.66	0.39	0.19	0.65
	1995	0.83	0.74	0.64	0.43	0.20	0.71
	1996	0.93	0.78	0.82	0.45	0.23	0.80
	1997	1.17	0.76	0.94	0.47	0.24	0.97

从表 3 可以看出,地下水灌区历年综合污染指数变化不大,污染等级属于安全级,土壤水平为清洁;而污灌区的综合污染指数逐年增高,1995 年、1996 年、1997 年 3 年均达到警戒级,其中 1997 年已接近轻污染级,说明污灌区的 5 种重金属元素在土壤中均有一定程度的积累,农作物和土壤受到的污染不容忽视。

4.6 污染的发展趋势

虽然目前污灌区土壤污染等级为警戒级,但土壤污染状况不容忽视,1997 年有个别元素超过土壤二级标准(总镉)。采用秩相关系数 $r^{[4]}$ 对土壤中各元素含量进行分析,公式为:

$$r = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}$$

$$d_i = x_i - y_i$$

其中: d_i 为变量 x 和变量 y 的差值;

x_i 为周期 n 按浓度值从小到大排列的序号;

y_i 为按时间排列的序号。

据计算,污灌区土壤中除总汞外,其他重金属相关系数均为 1,表明土壤中总镉、总铬和总砷污染加重趋势明显,应引起重视。

5 结论

通过对污灌区、地下水灌区土壤中 5 种重金属元素污染情况的分析,可以得出如下结论:

(1) 污水灌溉,既可利用土壤的自净能力消除部分污染,也可扩大水资源的利用范围,提高水的利用率,可见适度的污灌是可行的。但长期利用污水灌溉农田,污水中的总镉、总铬和总砷等污染物在土壤中易产生沉积,对土壤产生一定污染,应采取有效的防治措施。

(2) 为了使居民吃到无公害粮食和蔬菜,应该加强对入河污、废水的治理,做到控污先控源,使污染源废水达标排放。

[参考文献]

- [1] 城乡建设环境保护部环境保护局环境监测分析方法编写组. 环境监测分析方法[M]. 北京: 城乡建设环境保护部环境保护局, 1983. 275- 277.
- [2] 中国环境监测总站. 土壤元素的近代分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992. 74- 144.
- [3] 吴鹏鸣. 环境监测原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 1991. 375.
- [4] 国家环境保护局. 环境质量报告书编写大纲, 环境质量报告书编写技术规定, 环境监测年鉴编写技术规定(试行)[Z]. 北京: 国家环境保护局, 1991. 65.

本栏目责任编辑 张腾江 李文峻

• 简讯 •

“城市空气污染预报方法及其应用技术研究”通过鉴定

2000 年 3 月 6 日, 国家环保总局科技司在北京主持召开了国家环保总局科技发展项目“城市空气污染预报方法及其应用技术研究”鉴定会, 该项目通过了专家鉴定。该项目由中国环境监测总站与中科院大气所、天津市环境监测中心、沈阳市环境监测站等单位合作完成, 项目研究过程中借鉴、吸收了国内外先进的预报模式, 并结合我国城市空气质量实测情况, 采取“两条腿走路”的办法, 研究开发了适合我国城市空气变化情况的动力学数值预报和统计学预报方法, 在天津、沈阳两试点城市建立了预报运行软件系统, 已取得了较好的应用效果。由中国科学院院士陶诗言、黄荣辉和中国工程院院士任阵海等著名专家组成的评审委员会在听取项目课题组的详细汇报后, 对研究报告进行了认真地审查, 经过充分地讨论, 专家组认为: 项目研究报告资料完整, 数据翔实, 方法科学, 预报结果可信, 具有技术上的先进性和推广上的实用性, 项目研究结果总体上达到国内同类研究的领先水平和国际先进水平。总局宋瑞祥副局长、科技部社会发展司李晓林司长、总局科技标准司尹改、余德辉司长等出席了鉴定会。

摘自中国环境监测总站《环境监测信息简报》2000 年第 3 期