

新乡市污灌区蔬菜地重金属污染状况调查分析

王学锋, 王磊, 师东阳, 赵新宁 (河南师范大学化学与环境科学学院, 河南省环境污染控制重点实验室, 河南新乡 453007)

摘要 通过对12份土壤样品中Pb、Cd、Cr、Ni、Zn含量的测定,分析了河南省新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属污染状况,结果表明,Pb含量在45.08~245.26 ng/kg, Cd含量在0.54~25.60 ng/kg, Cr含量在11.21~90.16 ng/kg, Ni含量在33.88~90.12 ng/kg, Zn含量在342.32~663.06 ng/kg。分别以河南省土壤背景值和国家环境质量二级标准为评价标准,计算出各采样点的土壤重金属污染指数,结果表明,以河南省土壤背景值为评价标准,各采样点普遍受到了不同程度的重金属污染,甚至表现为重度污染;而以国家环境质量二级标准评价,蔬菜地主要受到来自Cd、Ni、Zn的污染。

关键词 蔬菜地;重金属;污染;调查

中图分类号 X53 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)36-11980-02

Study on the Heavy Metals Pollution in the Vegetable Farm Soils Contaminated by Industrial Wastewater in Xinxiang

WANG Xue-feng et al (College of Chemistry and Environmental Sciences, Henan Normal University, Henan Key Laboratory for Environmental Pollution Control, Xinxiang, Henan 453007)

Abstract In the paper the pollution of heavy metals in vegetable farm soils of Xinxiang contaminated by industrial wastewater was discussed. The contents of lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni), and zinc (Zn) in 12 soil samples were measured. The results showed that the contents of lead, cadmium, chromium, nickel, and zinc ranged from 45.08~245.26 ng/kg, 0.54~25.60 ng/kg, 11.21~90.16 ng/kg, 33.88~90.12 ng/kg and 342.32~663.06 ng/kg, respectively. At the same time, the pollution index was calculated based on both the background values of heavy metals in soils from Henan province and the state standard values of soil quality in China. The result indicated that the vegetable farm soils were contaminated seriously based on the background values of heavy metals in soils from Henan province. Based on the state standard values of soil quality in China the average integrated pollution index of the city was polluted by cadmium, nickel, zinc.

Key words Vegetable farm; Heavy metal; Pollution investigate

随着城市化进程的不断加快,城市人口的不断增加及工业的迅速发展,重金属等污染物通过污水灌溉、大气烟尘沉降和垃圾填埋处理等途径进入土壤。由于土壤中的重金属不能被微生物降解,不易移动,因而会不断积累,造成严重污染。国内外对此已有较多的报道^[1-2],并且重金属及生态环境问题已严重威胁到经济的持续发展及生态健康^[3]。新乡市是我国电池生产基地,电池产量居全国前3名,每年生产的电池,全国平均每人1节。在电池的生产过程中会产生含有Cd、Ni、Pb、Zn等重金属的废弃物,它们会造成大气、土壤和地下水的污染,尤其是当含有这些重金属的污水对农田进行灌溉时,就会导致重金属在土壤中的积累,从而被植物所富集,通过食物链进入人体,危害健康。因此,了解污灌区蔬菜地土壤重金属污染状况不仅对蔬菜生产和农业的可持续发展具有积极的指导意义,而且对提高人们的生活质量具有十分重要的现实意义。笔者对新乡市污灌区蔬菜地土壤中重金属Cd、Cr、Pb、Zn、Ni的污染状况进行了初步的调查分析。

1 研究方法

1.1 取样方法 选择新乡市污灌区的某一大型蔬菜基地作为研究对象,采用棋盘式布点法,设置12个采样点,在每个采样点上采集相应的土壤样品。土壤样品的采样深度为0~20 cm,土壤采样时尽量避开垃圾填埋场、加油站等污染源,并且保证采样点的位置距公路100 m以外。

1.2 分析方法 去掉采集土样中的杂物及植物残体,经风干后按4分法萃取、磨碎、过100目筛,采用HNO₃-HClO₄-HF三酸消化^[4],火焰-原子吸收分光光度计(Z5000原子吸收光谱测定仪)测定各样品中重金属含量。

2 评价方法及评价标准

2.1 评价方法 环境质量评价采用指数法,指数法分单项污染指数法和综合污染指数法。

单项污染指数法: $P_i = c_i / s_i$ 。式中: P_i 为土壤中污染物 i 的污染指数; c_i 为土壤中污染物 i 的实测浓度 (ng/kg); s_i 为污染物 i 的评价标准 (ng/kg)。其中: $P_i = 1$ 表示土壤未受污染; $P_i > 1$ 表示土壤已受污染; P_i 越大,污染程度越重。

综合污染指数法: $P = [\text{av}(P_i)^2 + \text{max}(P_i)^2] / 2$ 。式中: P 为综合污染指数; $\text{max}(P_i)$ 为土壤污染物中单项污染指数的最大值; $\text{av}(P_i)$ 为土壤污染物污染指数的平均值。

2.2 评价标准 分别采用河南省土壤元素背景值的均值^[5]和国家环境质量二级标准 (GB15618-1995) 作为评价标准 (表1),作出比较,按综合污染指数划分等级^[6],并用Spss软件进行数据处理分析。

表1 新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属的含量 ng/kg

| 采样点 | Pb | Cd | Cr | Ni | Zn |
|------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | 179.80 | 6.32 | 90.16 | 86.69 | 395.07 |
| | 45.08 | 0.58 | 48.53 | 67.69 | 387.72 |
| | 167.35 | 15.32 | 79.74 | 79.80 | 445.74 |
| | 148.22 | 14.48 | 53.23 | 50.02 | 357.40 |
| | 68.81 | 1.64 | 87.31 | 69.81 | 619.70 |
| | 45.08 | 0.54 | 53.23 | 70.46 | 342.32 |
| | 50.26 | 0.89 | 57.77 | 42.36 | 386.59 |
| | 61.28 | 1.11 | 65.65 | 90.12 | 472.88 |
| | 245.26 | 14.01 | 11.21 | 67.88 | 552.47 |
| | 100.18 | 25.32 | 59.45 | 33.88 | 663.06 |
| | 120.42 | 13.55 | 41.06 | 81.36 | 506.95 |
| | 155.74 | 25.60 | 45.18 | 45.13 | 632.74 |
| 背景值 | 19.600 | 0.074 | 63.800 | 26.700 | 60.100 |
| 质量标准 | 2500 | 0.3 | 150.0 | 40.0 | 200.0 |

3 结果与分析

3.1 污灌区蔬菜地各调查点重金属含量 根据表1、2所列结果,新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属含量有较大差异,其

基金项目 河南省自然科学基金项目(0611012000);新乡市科技攻关立项项目(06S049)。

作者简介 王学锋(1963-),男,河南孟津人,副教授,从事重金属污染行为和水污染控制研究。

收稿日期 2007-06-20

中Cd的变异系数更是高达94.77%，其含量高低相差数十倍，说明可能有污染源存在。土壤中的Pb含量在45.08~245.26 ng/kg，Cd含量在0.54~25.60 ng/kg，Cr含量在11.21~90.16 ng/kg，N含量在33.88~90.12 ng/kg，Zn含量在342.32~663.06 ng/kg。从土壤元素背景值来看，其中Pb、Cd、N、Zn含量的全部以及Cr含量的4个采样点均超过了河南省土壤元素背景值。而从国家环境质量二级标准来看，各采样点的Pb、Cr含量均未超标，说明新乡市污灌区蔬菜地土壤未受到Pb、Cr重金属的污染。各采样点的Cd和Zn含量均远远超过了国家环境质量二级标准，表明蔬菜地已经受到重金属Cd和Zn的严重污染，应该引起人们的高度重视。各个采样点的N含量除一个处于国家环境质量二级标准以下外，

其余全部超标，因而蔬菜地也受到N不同程度的污染。

3.2 各调查点重金属污染评价 单项污染指数只能表明土壤中某一重金属的污染情况，而土壤是一个复杂的体系，只有综合污染指数才能较好地评判其重金属的污染程度。以土壤元素背景值为评价标准(表3)，各调查区的综合污染指数都远远超过了3，表明蔬菜地已经受到了各种重金属的重度污染。而以国家环境质量二级标准为评价标准时，采样点和的综合污染指数在1~2，采样点的综合污染指数在2~3，其余采样点的综合污染指数均大于3，表明采样点和受到了轻度污染，采样点受到了中度污染，而其余采样点均受到了重度污染。

3.3 污灌区蔬菜地重金属污染状况总体评价 各调查点污

表2 蔬菜地土壤重金属的分析评价结果

| 评价项目 | 样点数 | 均值 ng/kg | 范围 ng/kg | 标准差 ng/kg | 变异系数 % | P _i | P |
|------|-----|----------|---------------|-----------|--------|------------------|---------|
| Pb | 12 | 115.37 | 45.08~245.26 | 64.72 | 56.10 | 5.86*, 0.46** | |
| Cd | 12 | 9.95 | 0.54~25.60 | 9.43 | 94.77 | 134.46*, 33.17** | 97.47** |
| Cr | 12 | 57.71 | 11.21~90.16 | 21.77 | 37.72 | 0.90*, 0.38** | 24.06** |
| N | 12 | 65.43 | 33.88~90.12 | 18.48 | 28.24 | 2.45*, 1.64** | |
| Zn | 12 | 480.19 | 342.32~663.06 | 113.62 | 23.66 | 7.99*, 2.4** | |

注: * 土壤元素背景值标准评价; ** 国家土壤环境质量二级标准评价。下表同。

表3 蔬菜地土壤污染指数

| 采样点 | P _{Pb} | P _{Cd} | P _{Cr} | P _N | P _{Zn} | P _{Pb} ** | P _{Cd} ** | P _{Cr} ** | P _N ** | P _{Zn} ** | P* | P** |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------|-------|
| | 9.17 | 85.41 | 1.41 | 3.25 | 6.57 | 0.72 | 21.07 | 0.60 | 2.17 | 1.98 | 62.22 | 15.36 |
| | 2.30 | 7.84 | 0.76 | 2.54 | 6.45 | 0.18 | 1.93 | 0.32 | 1.69 | 1.94 | 6.22 | 1.62 |
| | 8.54 | 207.03 | 1.25 | 2.99 | 7.42 | 0.66 | 51.07 | 0.53 | 2.00 | 2.23 | 147.88 | 36.99 |
| | 7.56 | 195.68 | 0.83 | 1.87 | 5.95 | 0.59 | 48.27 | 0.35 | 1.25 | 1.79 | 141.58 | 34.92 |
| | 3.36 | 22.16 | 1.37 | 2.61 | 10.31 | 0.26 | 5.47 | 0.58 | 1.75 | 3.10 | 16.65 | 4.18 |
| | 2.30 | 7.30 | 0.83 | 2.64 | 5.70 | 0.18 | 1.80 | 0.35 | 1.76 | 1.71 | 5.80 | 1.51 |
| | 2.56 | 12.03 | 0.91 | 1.59 | 6.43 | 0.20 | 2.97 | 0.39 | 1.06 | 1.93 | 9.13 | 2.30 |
| | 3.13 | 15.00 | 1.03 | 3.38 | 7.87 | 0.25 | 3.70 | 0.44 | 2.25 | 2.36 | 11.44 | 4.11 |
| | 12.51 | 189.32 | 0.18 | 2.54 | 9.19 | 0.98 | 46.70 | 0.07 | 1.70 | 2.76 | 137.24 | 47.85 |
| | 5.11 | 342.16 | 0.93 | 1.27 | 11.03 | 0.40 | 84.40 | 0.40 | 0.85 | 3.32 | 247.26 | 61.03 |
| | 6.14 | 183.11 | 0.64 | 3.05 | 8.44 | 0.48 | 45.17 | 0.27 | 2.03 | 2.53 | 132.57 | 32.73 |
| | 7.95 | 345.95 | 0.71 | 1.69 | 10.53 | 0.62 | 85.30 | 0.30 | 1.13 | 3.16 | 250.06 | 61.74 |

表4 蔬菜地土壤重金属含量的相关性分析

| | Pb | Cd | Cr | N |
|----|-------|-------|-------|---|
| Cd | 0.001 | | | |
| Cr | 0.071 | 0.133 | | |
| N | 0.117 | 0.082 | 0.806 | |
| Zn | 0 | 0 | 0 | 0 |

注: P < 0.01。

染情况只能说明某一小范围的重金属污染状况，笔者对各调查点情况汇总，并进行统计分析如表2，可看出：以土壤元素背景值和土壤环境质量二级标准为评价标准，其整体综合污染指数分别高达97.47和24.06，说明新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属污染水平已达重度污染；整体污染最严重的重金属是Cd，其总体单因子指数分别为134.46和33.17。并且从表4可以看出，Cr和N之间相关性显著，相关系数为0.806(P < 0.01)，因而表明新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属污染属于复合污染，主要污染物为Cr和N。

4 结论

笔者对新乡市污灌区蔬菜地土壤重金属的初步研究表

明：新乡市污灌区蔬菜地土壤受到较严重的重金属污染，无论从土壤背景值标准还是从土壤环境质量二级标准来看，其污染水平均已达到重度污染，并且表现为Cr-N复合污染，其中单因素污染最严重的是Cd，其土壤平均含量高达9.95 ng/kg。由于土壤中Cd可迁移性非常强，易被植物吸收，因而有望通过植物修复工程将其进行改良和净化，从而改善土壤质量以提高蔬菜品质。

参考文献

- [1] 阎伍玖. 芜湖市郊区城市重金属污染的初步研究[J]. 环境科学学报, 1999, 19(3): 339-341.
- [2] ONYARI J M, WANJIGA S O, NJENGA G K, et al. Lead contamination in street soils of Nairobi City and Mombasa Island, Kenya[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 1991, 46: 782-789.
- [3] 陈怀满. 土壤-作物系统中重金属污染[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 1-15.
- [4] HOSSNER L R. Dissolution for total elemental analysis[C]// SPARKS DL. Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods. Madison, Wisconsin, USA: SSSA and ASA, 1996: 49-64.
- [5] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990: 334-379.
- [6] 李其林, 黄昀. 重庆市近郊区蔬菜地土壤重金属含量变化及污染情况[J]. 土壤通报, 2002, 33(2): 158-160.