

新乡市污灌土壤中重金属含量及植物质量评价

皮运清, 王学锋, 陈勇华, 董叔英

(1. 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; 2. 河南省新乡市环保局, 河南新乡 453000)

摘要 研究了新乡市污灌土壤受重金属污染的情况, 同时对污灌土壤中所种植的蔬菜进行分析、测定。试验结果表明: 污灌土壤中的 Zn、Cu、Pb、Cr 含量在国家标准以内, N、Cd 含量超标, 土壤已明显受到 N、Cd 的污染。按照国家食品卫生标准评价植物体中的重金属污染程度, 结果显示: Cd、Cr、Pb、Cu、Zn 的超标率分别为 100%、100%、70%、60%、100%。重金属污染主要表现为 Cd 和 Cr 的污染。

关键词 灌溉; Cd; Cr; N; 重金属; 植物

中图分类号 S154 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)12-03634-02

Evaluation of the Heavy Metal in the Suburban Farmland Irrigated with Battery Waste Water and the Plant in Xinxiang City

Pi Yunqing et al (College of Chemistry and Environment Science, Henan Normal University, Henan Key Laboratory for Environmental Pollution Control, Xinxiang, Henan 453007)

Abstract In order to study the heavy metal pollution situation in farmland irrigated by waste water in Xinxiang, the content of many heavy metals in plant was investigated. The soil extraction experiments showed that the concentration of Zn, Cu, Pb and Cr were lower than the national standard, and the content of N and Cd were over the standard. The irrigated soil was obviously polluted by the heavy metal N and Cd. According to national sanitary standard of food, the polluted degree of heavy metal was evaluated and the results indicated the concentration of Cd, Cr and Zn in all plants were over the standard; the concentration of Pb and Cu in some plants were over the standard; in other plants it was lower the standard. The heavy metal Cr and Cd that polluted plant were more serious.

Key words Waste water irrigation; Cd; N; Cr; Heavy metal; Plant

近年来, 重金属对土壤和水体的污染越来越严重。土壤一旦被重金属污染, 不仅对植物生长产生影响, 而且重金属在植物中的大量积累会通过食物链进入人体, 危及人类健康^[1-2]。新乡市是我国的轻工业城市, 电池企业多, 产量大, 企业排放的电池废液造成的土壤重金属污染问题较为突出^[3]。笔者以新乡市某些由于电池废液造成污染的土壤为研究对象, 探讨污灌土壤对植物质量的影响, 评价植物受重金属污染的状况, 为提高植物的质量, 保障人们的饮食安全提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以新乡市某大型电池生产集团周围的 2 块污灌土壤为采样点, 按照定点随机采样原则, 每处均采集土样及土样上生长的植物。共采集到苦瓜、黄瓜、茄子、小青菜、辣椒、豆角、韭菜、菜椒、番茄、玉米共 10 个品种, 每种 3 株, 数据取其平均值。采集时间是 7 月上旬, 样品均为当季上市可食部分。

1.2 分析方法

1.2.1 土壤重金属总量分析。 取少量土样, 加入 5 ml 浓 HNO₃、1 ml 浓 HCl、1 ml HF、1 ml 浓 HClO₄ 在 FR-1 型全聚四氟乙烯密封增压消解罐中, 用 KD21BC 型微波炉进行微波消解。在电热板上蒸发消解液中多余酸。定容, 待测。

1.2.2 植物重金属总量分析。 采摘来的样品, 先用自来水冲洗干净, 再用去离子水冲洗 3 次, 用滤纸吸干表面水珠后, 自然风干, 备用。取少量蔬菜样品, 加入浓 HNO₃、浓 HCl 在 FR-1 型全聚四氟乙烯密封增压消解罐中, 用 KD21BC 型微波炉进行微波消解。在电热板上蒸发消解液中多余酸。定容, 待测。

2 结果与分析

2.1 土壤中重金属的总含量 《土壤环境质量标准》(GB15618-1995) 中规定: 农田、蔬菜地、茶园等土壤的重金属限制值分别为: Cd 1.0 ng/kg、N 50 ng/kg、Zn 250 ng/kg、Cu 100 ng/kg、Pb 300 ng/kg、Cr 250 ng/kg。表 1 显示, 污灌土壤中的 Pb、Cr 和 Cu 含量均在国家标准范围内, 同时显示 1[#] 采样点土壤中 Zn 的含量在临界点附近, 2[#] 采样点的在国家标准之内。其中 1[#] 采样点土壤中的 N 总量为 36.5 ng/kg, 低于国家标准; 而 2[#] 采样点土壤中的 N 总量为 254.5 ng/kg, 高出国家标准 5 倍。污灌土壤中 Cd 的总量在 18.266~94.538 ng/kg, 高出国家标准十几到几十倍。试验结果表明: 2 个用电池废液灌溉的农田土壤主要受 Cd、N 的污染, 且 Cd 污染更为严重。同时发现, 土样 1 的 Cd、N 含量高于土样 2, 而 Pb、Cr、Cu 和 Zn 的含量低于土样 2, 因此得出距离排污渠越近的土壤, Cd、N 的含量越高。

表 1 污灌土壤中重金属的总含量 ng/kg

采样点	Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	N
1 [#]	6.464 1	220.58	94.538	61.409	32.299	254.5
2 [#]	13.285 0	266.52	18.266	63.932	47.287	36.5

2.2 植物体中 Cd 的形态和含量 重金属浓度测试分析的试验结果与国家标准列于表 2。

对 Pb 来说, 土壤中含量都在国家标准之内, 且土样 2 中含量大于土样 1。但能够检测出的植物体中 Pb 都超标, 含量在 0.244 3~1.499 0 ng/kg, 是国家标准的 1~7 倍, 超标率为 70%。Pb 在植物体内含量依次为小青菜* > 苦瓜 > 辣椒 > 番茄 > 菜椒 > 黄瓜 > 茄子*, 除小青菜* 体内含量是国家标准的 7 倍, 苦瓜是国家标准的 2 倍, 其他植物的含量均在国家标准附近, 小青菜* 的含量大于土壤中 Pb 的含量。

就 Zn 来说, 土样 2 中含量大于土样 1。但植物体中 Zn 都超标, 含量在 41.164~82.193 ng/kg, 是国家标准的 2~4 倍, 超标率为 100%。从植物含量排序看, 小青菜* > 玉米*

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 皮运清(1969-), 女, 河南信阳人, 讲师, 从事重金属污染与土壤重金属修复研究。

收稿日期 2006-12-28

> 韭菜* > 茄子* > 苦瓜 > 辣椒 > 黄瓜 > 菜椒 > 豆角 > 番茄, 土样1 中的Zn 含量低, 但植物体内的Zn 含量却高于土样2, 这是因为Zn、Cd 复合污染时, Cd 促进植物对Zn 的吸收^[5]。

2 个土样中Cr 含量都在国家标准之内, 但植物体中Cr 都超标, 含量在2.993 7 ~180.13 ng/ kg, 是国家标准的4 ~360 倍。植物体内含量依次为黄瓜 > 韭菜* > 苦瓜 > 辣椒 > 小青菜* > 茄子* > 玉米* > 豆角 > 菜椒 > 番茄。

	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu
茄子*	0.244 3	68.393 0	7.327 8	26.624 0	19.052 0
小青菜*	1.499 0	82.193 0	73.698 0	28.230 2	13.241 0
韭菜*	0	68.807 0	4.238 1	138.36	8.725 6
玉米*	0	76.8	45.5	26.3	13.2
苦瓜	0.498 8	57.855 0	0.997 5	96.259 0	8.728 2
黄瓜	0.245 7	55.539 0	0.737 2	180.130 0	8.355 5
辣椒	0.249 8	56.705 0	1.748 6	34.722 0	16.986 0
豆角	0	46.843 0	0.743 5	12.144 0	4.709 0
菜椒	0.247 2	48.457 0	0.988 9	6.428 0	9.889 2
番茄	0.249 5	41.164 0	0.748 4	2.993 7	13.222 0
检测限量	0.2	20	0.05	0.5	10
标准	GB14935-94	GB13106-91	GB15201-94	GB14961-94	GB15199-94

注:带* 的样品是土样1 上的植物。

2 个土样中Cu 含量都在国家标准之内, 但植物体中Cu 部分超标, 含量在4.709 0 ~19.052 ng/ kg, 最高是国家标准的2 倍。植物体内Cu 含量: 茄子* > 辣椒 > 小青菜* > 番茄 > 玉米*, 其他植物体内Cu 的含量在国家标准之内, 超标率为60%。

2 个土样中Cd 含量都超标, 植物体中Cd 全部超标, 是国家标准的15 ~1 473 倍。植物体内含量依次为小青菜* > 玉米* > 茄子* > 韭菜* > 辣椒 > 苦瓜 > 菜椒 > 番茄 > 豆角 > 黄瓜。其中小青菜* 的含量是国家标准的1 473 倍, 原因在小青菜* 属十字花科植物, 是重金属Cd 的富集植物。

2.3 植物质量状况评价

2.3.1 评价方法和标准。评价方法采用单因子污染指数法和综合污染指数法^[6]。

植物采用单因子污染指数法: $P_{ij} = C_{ij}/S_i$ 。式中, P_{ij} 为第j 个检测点第i 个污染物的单项污染指数; C_{ij} 为第j 个检测点第i 个污染物的实测值; S_i 为污染物的评价标准。

土壤采用综合污染指数法: $P_{综合} = \{[(C_i/S_i)_{max}^2 + (C_i/S_i)_{ave}^2]/2\}^{1/2}$ 。式中, $P_{综合}$ 为第j 个检测点的土壤质量综合污染指数; $(C_i/S_i)_{max}$ 为污染物中污染指数最大值; $(C_i/S_i)_{ave}$ 为污染物中污染指数平均值。表3 为土壤质量分级标准, 对照此表对土壤质量状况进行评价。

等级划分	综合污染指数	污染程度	污染水平
1	$P \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P \leq 1$	警戒线	尚清洁
3	$1 < P \leq 2$	轻度污染	开始受污染
4	$2 < P \leq 3$	中度污染	受到中度污染
5	$3 < P$	重度污染	受污染已相当严重

2.3.2 评价结果。2 个采样点的土壤质量评价结果见表4。由表4 可见, 这2 个采样点的土壤都已受到严重污染, 1# 土样受到污染的主要是Cd 和N; 2# 土样受到污染的主要是Cd 和Zn。

表4 土壤重金属污染评价结果

采样点	单项污染指数					综合污染指数	污染程度	
	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu			
1#	0.021 5	0.882 3	94.54	0.245 6	0.323 0	5.09	67.9	严重污染
2#	0.044 3	1.066 1	18.27	0.255 7	0.472 9	0.73	13.15	严重污染

将每种植物体内的各种重金属含量与国家标准相比得到 P_{ij} , 结果见图1。图1 显示: 植物主要受到Cd 和Cr 的污染。

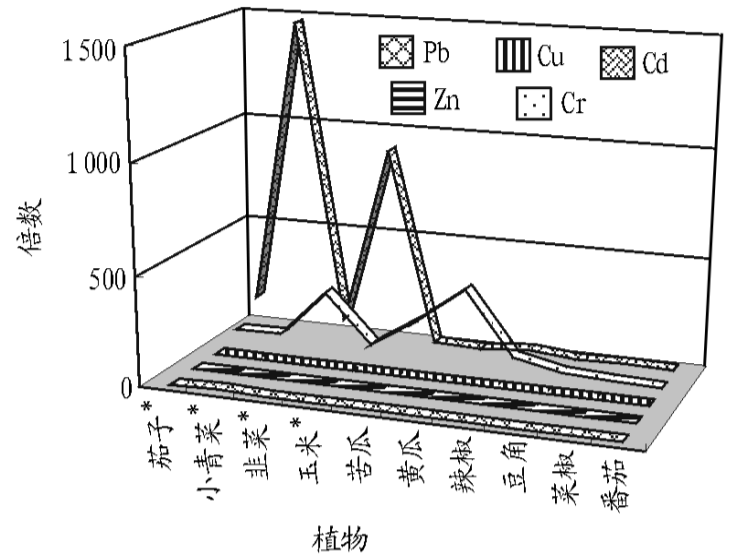


图1 植物体内重金属超标倍数

3 结论

(1) Cd 是对人类健康威胁最大的重金属元素, 其对人体的危害主要是导致贫血和神经痛^[7]。Cr 是人体必需的微量元素之一, 3 价Cr 能参与正常的人体糖代谢, 而6 价Cr 能致敏、致肺癌、引起肝脏肿大^[8]。Pb 中毒会降低甲状腺摄取碘及血浆蛋白结合碘的能力^[9]。Cu 和Zn 是人体的必需元素, 但是摄取过多会干扰人体的新陈代谢。植物重金属污染不仅因本身的毒性直接危害人类, 而且通过降低植物的营养物质间接影响人类健康。

(2) 电池废液污灌的土壤主要受Cd 和N 的污染; 在严重污染的土壤上种植的植物样品中Cd、Cr、Pb、Cu、Zn 的超标率分别为100%、100%、70%、60%、100%。重金属污染主要表现为Cd 和Cr 的污染。

(3) 电池废液污灌土壤中Cr、Zn 含量不超标, 但植物体内Cr、Zn 含量却100% 超标, 应该引起重视。

参考文献

- [1] ZHANG MINGKU, WANG MEIQING, LIUXINGMEI, et al. Characterization of soil quality under vegetable production along an urban-rural gradient [J]. Pedosphere, 2003, 13(2): 173-180.
- [2] ZHOU DONGMEI, CHEN HUMAN, HAO XIUZHEN, et al. Fractionation of heavy metals in soil as affected by soil types and metal load quantity [J]. Pedosphere, 2002, 12(4): 309-321.
- [3] 马往校, 段敏, 李岚. 西安市郊区蔬菜中重金属污染分析与评价 [J]. 农业环境保护, 2000, 19(2): 96-98.
- [4] 王学峰, 皮运清, 史选, 等. 新乡市污灌农田中重金属的污染状况调查 [J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 2005, 33(3): 95-97.
- [5] 朱波, 青长乐, 牟树森. 紫色土锌镉复合污染效应与机理研究 [J]. 重庆环境科学, 1996, 18(3): 24-29.
- [6] 白云. 郑州市污灌区土壤、粮食、蔬菜重金属污染状况及其评价 [J]. 河南科学, 2002, 20(4): 399-402.
- [7] 徐承水. 环境中有害微量元素对人体健康的影响 [J]. 广东微量元素科学, 1999(10): 1-3.
- [8] 陆书玉, 栾胜基, 朱坦. 环境影响评价 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [9] 李其林, 赵中金, 黄昀. 重庆市近郊蔬菜基地土壤和蔬菜中重金属的质量现状 [J]. 重庆环境科学, 2000(6): 33-36.