

文章编号 :1003-8701(2013)06-0030-04

吉林省农用地不同类型土壤中铅、镉、汞、砷含量安全性评价

曹铁华,梁焜赫,陈宝玉,王洪君,王楠,刘春光,于雷,朱平*

(吉林省农业科学院,长春 130033)

摘要:通过对吉林省7种主要土壤类型的农用地土壤进行重金属元素(铅、镉、汞、砷)含量的检测,以GB15618-1995土壤环境质量为标准,采用单因子指数法和内梅罗综合指数法进行评价。结果表明:7种土壤类型中暗棕壤和冲积土中各有两份土壤的镉含量超出国家二级标准限值。7种类型土壤重金属含量的综合污染指数分别为0.39、0.2、0.48、0.34、0.34、0.54、0.15,其值均小于0.7,属于未被污染,土壤污染等级属于“清洁”一级。

关键词:吉林省;土壤类型;重金属;安全性评价

中图分类号:S151.9

文献标识码:A

Safety Evaluation on Heavy Metal Content of Pb, Cd, Hg, Se in Different Types of Agriculture Soil in Jilin Province

CAO Tie-hua, LIANG Xuan-he, CHEN Bao-yu, WANG Hong-jun,
WANG Nan, LIU Chun-guang, YU Lei, ZHU Ping*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: By the method of detection, 4 heavy mental elements (Pb, Cd, Hg, and As) in 7 main types of soil in Jilin province were surveyed. The soil environment quality was evaluated by the single factor index method and N. L. Nemerow synthesized index number method and standards such as GB15618-1995. The result showed that except dark brown soil and alluvial soil, heavy mental content in other types of soil were within the standard. The integration index of the heavy metals in 7 kind of soil were 0.39, 0.2, 0.48, 0.34, 0.34, 0.54, 0.15, which were less than 0.7 and belonged to the level of safety and cleanness.

Keywords: Jilin province; Type of soil; Heavy mental; Safety evaluation

土壤是农牧业生产的基础,它不仅是区域环境的基本构成单元,也是链接生态系统的纽带。土壤中重金属的含量水平不仅会对土壤的理化性质、土壤生态系统产生影响,同时还会通过食物链对动植物和人体健康产生直接或间接的影响^[1]。耕层土壤中重金属主要来源于大气沉降、污水灌溉、固体废物的利用及肥料和农药的施用等^[2]。

吉林省位于中国东北的中部,地处北纬40°52'~46°18',东经121°38'~131°19'之间。全省东西长约750 km,南北宽约620 km,总土地面积1 909.47万hm²。其中,农业用地占21.1%,林业用地占48.6%,牧业用地占8.1%,渔业用地占3.4%,其他用地占18.8%。主要的土壤类型有黑土、黑钙土、暗棕壤、白浆土、草甸土、冲积土、风沙土,占全省土壤总面积的比例分别为5.9%、13.34%、41.4%、10.5%、9.64%、4.83%、5.64%。

近几年,针对吉林省部分地区土壤中重金属含量的调查已有相关的报道,如在大豆的熟化种植区铜、镍和桦甸种植区铜含量超标,为轻度污染,长春市西湖灌区耕层产生累积,土壤受到一定

收稿日期:2013-02-25

基金项目:吉林省科技发展计划项目(20100722)

作者简介:曹铁华(1974-),男,博士,副研究员,主要从事农产品安全研究。

通讯作者:朱平,男,研究员,

E-mail: zhuping1962@sohu.com

程度的污染等^[3-6]。但对于整个吉林省农用地不同类型土壤中重金属残留处在什么水平,能否达到所规定的安全标准尚缺乏完整的调查和分析。因此,本文对吉林省主要土壤类型的农用地耕层土壤进行取样,分析其中的重金属种类及含量,旨在为农用地耕层土壤中重金属污染与防治提供参考依据。

1 材料与方方法

1.1 材料

土壤样品:吉林省主要农用地土壤类型均分布在吉林省的不同地区,取样在秋季收获时进行,样品数共 85 份,其中黑土 31 份、黑钙土 13 份、暗棕壤 16 份、白浆土 7 份、草甸土 6 份、冲积土 6 份、风沙土 6 份,每个采样点分别选择 3 块不同的样地,采集 0~20 cm 的表土层,每个样品采集土壤 1 kg。

1.2 样品处理

样品采集后放入新的布袋中,系好以防止样品的污染。每个点的 3 个样品混合为一个样品。土壤样品在室温下自然风干,磨碎,过 100 目筛备用。

1.3 样品测定方法

镉采用微波消解-原子吸收光谱法测定。铅、砷、汞采用微波消解-电感耦合等离子体发射光谱/质谱联用法测定,pH 采用 NY/T 1121.2-2006 电位测定法测定。

1.4 评价方法

本文采用单因子污染指数法和内梅罗(Nem-row)综合污染指数法来评价土壤污染状况。

(1)单因子污染指数法,其计算公式为:

$$P_i = C_i / S_i$$

其中 P_i 为 i 元素的单项污染指标, C_i 为 i 元

素的实测含量, S_i 为 i 元素的标准限制。

(2)内梅罗综合污染指数法,其计算公式为:

$$P = \sqrt{[(C_i/S_i)^2 \max + (C_i/S_i)^2 \text{ave}] / 2}$$

其中 $(C_i/S_i)^2 \max$ 为土壤污染指数最大值, $(C_i/S_i)^2 \text{ave}$ 为土壤各污染指数的平均值, P 为内梅罗污染指数^[7-8]。

1.5 土壤质量分级

常见的土壤环境质量评价方法有单因子指数法、模糊综合评价法、灰色聚类法和内梅罗综合污染指数法^[9]。单项污染指数评价法可以体现每一个评价指标的污染状况,但是一种土壤中很少有多种污染物超标现象,而是各污染物之间发生复合污染,因此用内梅罗综合污染指数评价法对单项污染指数评价法进行校正,可以兼顾平均值与最高值对土壤污染的贡献^[10]。

1.5.1 单项污染指数法等级划分

$P_i \leq 1$,非污染; $1 < P_i \leq 2$,轻污染; $2 < P_i \leq 3$,中度污染; $P_i > 3$,重污染。

1.5.2 内梅罗综合污染指数法等级划分

表 1 土壤质量等级

等级	内梅罗综合污染指数法	污染等级	污染水平
1	$P_{综} \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{综} \leq 1.0$	警戒线	尚清洁
3	$1.0 < P_{综} \leq 2.0$	轻度污染	土壤污染物超出标准视为轻度污染,作物开始污染
4	$2.0 < P_{综} \leq 3.0$	中度污染	土壤、作物受中度污染
5	$P_{综} > 3.0$	重污染	土壤、作物受污染已相当严重

2 结果与分析

2.1 土壤环境中各污染因子的实测结果分析

对照土壤环境质量标准值表,可以看出 7 个不同类型土壤 85 份样品中 Pb、Cd、Hg、As 重金属

表 2 不同类型土壤中各污染因子的实测结果

土壤类型	项目	重金属含量(mg/kg)				pH
		Pb	Cd	Hg	As	
黑土	范围	8.10-69.43	0.05-0.27	0.023-0.16	2.81-12.92	5.69
	平均	23.79	0.15	0.061	6.53	
	标准差	10.96	0.058	0.032	2.30	
	超标率(%)	0	0	0	0	
黑钙土	范围	10.59-26.17	0.1-0.29	0.014-0.046	4.50-9.15	7.76
	平均	15.19	0.15	0.023	5.55	
	标准差	4.96	0.06	0.01	1.44	
	超标率(%)	0	0	0	0	

续表 2

土壤类型	项目	重金属含量(mg/kg)				pH
		Pb	Cd	Hg	As	
暗棕壤	范围	20.31~70.35	0.10~0.62	0.025~0.085	2.96~9.16	5.21
	平均	31.18	0.19	0.042	6.59	
	标准差	11.33	0.13	0.02	1.42	
	超标率(%)	0	12.5	0	0	
白浆土	范围	19.41~28.02	0.08~0.19	0.034~0.154	4.87~6.67	5.13
	平均	24.24	0.13	0.065	5.95	
	标准差	2.93	0.04	0.04	0.74	
	超标率(%)	0	0	0	0	
草甸土	范围	9.83~36.13	0.08~0.24	0.01~0.056	3.92~12.91	6.84
	平均	22.24	0.13	0.035	7.22	
	标准差	10.85	0.06	0.02	3.75	
	超标率(%)	0	0	0	0	
冲积土	范围	17.76~30.55	0.10~0.34	0.028~0.107	3.98~10.21	4.97
	平均	23.78	0.21	0.056	7.68	
	标准差	4.28	0.10	0.03	2.15	
	超标率(%)	0	33.3	0	0	
风沙土	范围	7.00~23.03	0.05~0.12	0.007~0.036	2.76~9.93	7.75
	平均	10.87	0.1	0.017	4.47	
	标准差	6.04	0.03	0.01	2.73	
	超标率(%)	0	0	0	0	

含量除暗棕壤和冲积土中各有 2 份镉含量超标外其余均低于相应 pH 值条件下土壤重金属含量的二级标准限值。暗棕壤中镉的超标率为 12.5%，冲积土中镉的超标率为 33.3%。由于 Cd 具有很强的生物毒性，且在土壤中具有较强的化学活性，与其他重金属相比较容易被植物吸收进入食物链，故较易造成对人体健康的威胁；另外，较高浓度的 Cd 对土壤微生物具有抑制作用，降低微生物活性。因而，在种植过程中要严格控制 Cd 等污染物的引入^[9]。同时，镉的污染可能是长期大量施肥或灌溉等多种因素造成的，因此，对于两种土壤类型中镉污染的原因还应作进一步调查。

表 3 土壤环境质量标准

元素	二级标准		
	pH<6.5	6.5<pH<7.5	pH>7.5
Cu ≤	50	100	100
Zn ≤	200	250	300
Pb ≤	250	300	350
Cd ≤	0.3	0.6	1.0
Hg ≤	0.3	0.5	1.0
Se	30	25	20
Paddy field ≤			
Dry soil ≤	40	30	25

2.2 土壤环境质量评价结果及分析

从表 4 中可以看出，不同土壤类型中各重金

表 4 不同类型土壤单项污染指数和综合污染指数

土壤类型	单项污染指数				综合污染指数
	Pb	Cd	Hg	As	
黑土	0.095	0.50	0.200	0.16	0.39
黑钙土	0.043	0.25	0.023	0.22	0.20
暗棕壤	0.125	0.63	0.140	0.16	0.48
白浆土	0.097	0.43	0.220	0.15	0.34
草甸土	0.074	0.43	0.070	0.24	0.34
冲积土	0.095	0.70	0.190	0.26	0.54
风沙土	0.031	0.17	0.017	0.18	0.15

属的单项污染指数均小于 1, 内梅罗综合污染指数均小于 0.7, 表明吉林省内不同类型土壤污染等级属于“清洁”一级。但暗棕壤和冲积土中镉的单项污染指数偏高, 应严格控制该元素的引入量, 以免出现仅仅某一种元素超标而导致土壤不达标同时影响地上植物吸收的现象^[11]。从内梅罗综合污染指数看, 取样地区的土壤中铅、镉、汞、砷 4 种重金属也均在未污染范围内。因此调查区域符合一般农田要求, 土壤质量基本上对植物和环境不会造成危害和污染。

3 结 论

3.1 在调查的吉林省 7 种土壤类型 85 份样品中, 除暗棕壤和冲积土中各有两份土壤的镉含量超出国家二级标准限值外, 其余均在标准限制以内, 说明该处的土壤并未受到污染。对于 4 份镉含量超标的土壤将继续跟踪, 调查其受污染的来源及程度, 同时调查地上部作物中镉的含量。

3.2 综合考虑 7 种土壤类型土壤的污染情况, 重金属铅、镉、汞、砷的综合污染指数分别为 0.39、0.2、0.48、0.34、0.34、0.54、0.15, 其值均小于 0.7, 属于未被污染。

3.3 从吉林省的整体看, 大部地区的土壤是清洁安全的, 只有个别地方需要进行镉污染的控制, 以防止土壤中污染过高而影响地上部产品的质量。

参考文献:

- [1] 黄 鑫, 柴社立, 张青伟, 等. 吉林省西部土壤中重金属的形态及其潜在的生态影响评价 [J]. 科学技术与工程, 2010, 7(10): 1717-1722.
- [2] 万红友, 周生路, 赵其国, 等. 不同种植年限菜地土壤基本性质和重金属含量变化[J]. 河南农业科学, 2006(11): 79-82.
- [3] 王 宇, 李业东, 曹国军, 等. 长春地区土壤中重金属含量及其在玉米子粒中的积累规律 [J]. 玉米科学, 2008, 16(2): 80-82, 87.
- [4] 曹会聪, 王金达, 张学林. 东北地区黑土与主要粮食作物汞含量及影响因素分析 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2006, 22(4): 292-295.
- [5] 王冬艳, 田艳芬, 陆 红. 吉林省主要大豆种植区土壤重金属污染评价[J]. 吉林地质, 2002, 21(1-2): 119-122.
- [6] 王 超, 赵淑华, 武中波. 长春市西湖灌区土壤砷污染调查与评价[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(12): 180-182.
- [7] 何 愿, 张成江, 徐争启, 等. 万源市土壤质量初步评价[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(11): 51-54.
- [8] 张志泉, 潘 武. 综述环境质量评价方法[J]. 黑龙江环境通报, 2004, 28(3): 50-53.
- [9] 李雪梅, 王祖伟, 汤显强, 等. 重金属污染因子权重的确定及其在土壤环境质量评价中的应用 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(6): 2281-2286.
- [10] 卢振兰, 赵晓松, 高 珊, 等. 吉林省无公害中药材种植基地土壤环境质量评价 [J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 210-212.
- [11] 罗亚平, 吴晓芙, 李明顺, 等. 桂北锰矿废弃地主要植物种类调查及土壤重金属污染评价 [J]. 生态环境, 2007, 16(4): 1149-1153.

(上接第 29 页)

- [3] 张林静, 原跃军, 王诚刚, 等. 水杨酸和萘乙酸对山茱萸种子萌发的生理学研究 [J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2006, 20(4): 75-79.
- [4] 栗东霞, 韩旭娟. 两种外源激素对促进芹菜种子发芽的研究 [J]. 现代农业科技, 2008(8): 8, 10.
- [5] 司亚平, 陈殿奎. 外原激素对茄子种子萌发的影响 [J]. 蔬菜, 1995(5): 29.
- [6] 金忠民, 沙 伟, 孙雪巍, 等. 4 种植物生长调节剂对亚麻种子活力的影响[J]. 种子, 2006, 25(1): 56-57.
- [7] 胡小京, 刘进平, 涂能惠. 萘乙酸对洋桔梗种子发芽的影响 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 17935-17936.

- [8] 徐伟慧, 王志刚. 2, 4-D 浸种对西葫芦种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子, 2009, 9(28): 44-46.
- [9] 潘瑞炽. 植物生理学(第五版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 176.
- [10] 韩玉波, 张飞雄. 2, 4-D 对小麦种子萌发和根尖细胞分裂的影响[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2003, 24(1): 64-65.
- [11] 邵 红, 刘虎虎, 贺 新, 等. 2, 4-D 对西瓜种子萌发特性的影响[J]. 佳木斯大学学报, 2007, 1(25): 143-144.
- [12] 吴雪平, 任锋利, 王建平. 不同浓度 2, 4-D 对黄瓜种子生物活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4880-4886.
- [13] 徐伟慧, 王志刚. 2, 4-D 浸种对西葫芦种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子, 2009, 9(28): 44-46.