

福州市郊蔬菜地土壤汞、铜污染综合评价*

刘泓 熊德中 方惠云

(福建农林大学资源与环境学院 福州 350002)

摘要 对福州市郊蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染综合评价结果表明,福州市郊蔬菜地土壤 Hg 污染严重,平均含量为 $0.79\mu\text{g/g}$,土壤重度 Hg 污染的乡镇占 37.5%,中度污染和轻度污染的乡镇分别占 37.5% 和 25.0%;Cu 有一定程度污染,平均含量为 $48.32\mu\text{g/g}$,其土壤轻度污染的乡镇占 62.5%,而未受污染的乡镇占 37.5%。

关键词 蔬菜地 Cu Hg 污染 综合评价

Comprehensive evaluation of Cu and Hg pollution of soil in vegetable farms in suburb of Fuzhou. LIU Hong ,XIONG De-Zhong ,FANG Hui-Yun(College of Resources and Environment ,Fujian Agricultural and Forestry University ,Fuzhou 350002 ,China) ,*CJEA* 2005 ,13(4) :147~149

Abstract The comprehensive evaluation of Cu and Hg pollution of soil in vegetable farms in suburb of Fuzhou was conducted. The results show that the average content of Hg in soil is $0.79\mu\text{g/g}$, exceeding the serious level. The proportion of serious pollution of Hg is 37.5% in all evaluated areas , those of middle and slight degrees of pollution are 37.5% and 25.0% respectively ; the average content of Cu in soil is $48.32\mu\text{g/g}$, the proportions of slight pollution and safety degree are 62.5% and 37.5% respectively.

Key words Vegetable farms , Cu , Hg , Pollution , Comprehensive assessment

(Received Aug. 29 , 2004 ; revised Sept. 30 , 2004)

福州市人口高度密集,生活垃圾通常运往市郊填埋,加之乡镇企业排放的“三废”以及大量施用化肥、农药造成市郊农田土壤严重污染,且有扩大趋势^[1,2],而工业排放的废水废气中常含有大量 Hg、Cu 及其化合物,一旦进入生态食物链对人类危害严重。本试验研究了福州市郊蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染状况,为有效治理蔬菜地 Hg、Cu 污染提供依据。

1 试验材料与方法

试验分别于福州市郊上街乡、竹歧乡、建新乡、新店乡、洪山乡、金溪乡、城门镇、青口镇等主要蔬菜种植区定点随机采集具有代表性的 0~20cm 耕层土样 66 个,用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-HNO}_3\text{-K}_2\text{MnO}_4$ 处理、原子荧光分光光度法测定土壤 Hg 含量,以 $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ 处理、原子吸收光度法测定土壤 Cu 含量^[3]。采用 GB15618-1995 国家《土壤环境质量标准》二级标准(适用于一般农田、蔬菜地)作为土壤污染评价标准^[4]{土壤 pH<6.5 时 $\text{Hg}\leq 0.30\mu\text{g/g}$, $\text{Cu}\leq 50\mu\text{g/g}$ } ,采用 Nemerow 污染指数法进行评价^[5],其计算式为:

$$P = \sqrt{\frac{P_{\max}^2 + P_{\text{ave}}^2}{2}} \quad (1)$$

式中, P 为土壤污染物综合污染指数(即 Nemerow 污染指数), P_{\max} 为土壤污染物单项污染指数最大值, P_{ave} 为土壤污染物单项污染指数的平均值。综合污染指数分级标准 $P\leq 0.7$ 为安全, $0.7 < P\leq 1$ 为警戒级, $1 < P\leq 2$ 为轻污染, $2 < P\leq 3$ 为中污染, $P > 3$ 为重污染。

2 结果与分析

2.1 蔬菜地土壤 Hg、Cu 含量的变化

经分析福州市郊各乡镇蔬菜地土壤 Hg 含量范围为 $0.27\sim 2.73\mu\text{g/g}$,平均含量为 $0.79\mu\text{g/g}$,仅竹歧乡土壤 Hg 平均含量达国家土壤环境质量二级标准,为 $0.30\mu\text{g/g}$,其余各乡镇土壤 Hg 平均含量均不同程度超

* 福建农林大学青年基金项目(01A04)资助

标,其中青口镇 Hg 平均含量最高,达 $2.73\mu\text{g/g}$,其次为新店乡、洪山乡、城门镇、建新乡、金溪乡和上街乡(见表1),在被测66个样品中土壤 Hg 含量超标率达77%,表明福州市郊蔬菜地土壤 Hg 污染较严重。福州市

表1 福州市郊蔬菜地土壤 Hg、Cu 含量的变化

Tab. 1 Contents of Cu and Hg in vegetable-growing soils of Fuzhou suburb

地点 Sites	样本数 No.	pH	Cu/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Hg/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
上街乡	6	5.12 ± 0.20	26.58 ± 2.99	0.31 ± 0.12
竹歧乡	6	5.81 ± 0.51	29.14 ± 2.61	0.30 ± 0.12
建新乡	12	5.30 ± 0.30	65.60 ± 12.25	0.52 ± 0.24
新店乡	18	5.86 ± 0.81	51.77 ± 13.25	1.09 ± 0.28
洪山乡	6	6.60 ± 0.40	60.33 ± 9.29	0.98 ± 0.96
金溪乡	6	5.63 ± 0.39	27.98 ± 2.09	0.46 ± 0.10
城门镇	6	6.65 ± 0.60	53.40 ± 2.12	0.66 ± 0.09
青口镇	6	5.51 ± 0.71	47.65 ± 7.25	2.73 ± 1.93

郊蔬菜地土壤 Cu 含量范围为 $24.46\sim 92.49\mu\text{g/g}$,平均含量为 $48.32\mu\text{g/g}$,其中建新乡、洪山乡、城门镇和新店乡土壤 Cu 平均含量超过土壤环境质量二级标准,土壤 Cu 平均含量分别为 $65.60\mu\text{g/g}$ 、 $60.33\mu\text{g/g}$ 、 $53.40\mu\text{g/g}$ 和 $51.77\mu\text{g/g}$ (见表1),被测66个样品中24个样品 Cu 含量超标,超标率为36%。土壤 Cu 平均含量达到国家土壤环境质量二级标准的乡镇包括青口镇、竹歧乡、金溪乡和上街乡,表明福州市郊蔬菜地土壤存在一定程度的 Cu 污染。

2.2 蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染状况评价

根据 Nemerow 污染指数法对福州市郊各乡镇蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染进行污染指数计算及污染等级划分,获得各蔬菜种植区 Hg、Cu 污染指数及污染程度见表2。表2表明福州市郊各蔬菜种植区土壤 Hg 污染程度较大,所调查乡、镇中土壤受重度 Hg 污染的乡镇占37.5%,受中度和轻度污染的乡镇分别占37.5%和25.0%,其中青口镇土壤 Hg 污染程度最严重,污染指数高达10.46,新店乡和洪山乡污染严重,污染指数分别为4.02和4.52。福州市郊蔬菜地土壤 Cu 污染以轻度污染为主,受轻度 Cu 污染的乡镇占62.5%,分别

表2 福州市郊蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染程度分级

Tab. 2 The degrees of Hg and Cu pollution in vegetable-growing soils of Fuzhou suburb

元素 Elements	项目 Items	上街乡 Shangjie	竹歧乡 Zhuqi	建新乡 Jianxin	新店乡 Xindian	洪山乡 Hongshan	金溪乡 Jinxi	城门镇 Chengmen	青口镇 Qingkou
Hg	污染指数	1.10	1.00	2.18	4.02	4.52	1.55	2.20	10.46
	污染程度	轻	轻	中	重	重	中	中	重
Cu	污染指数	0.55	0.60	1.84	1.32	1.35	0.57	1.08	1.01
	污染程度	安全	安全	轻	轻	轻	安全	轻	轻

为建新乡、洪山乡、新店乡、城门镇和青口镇,未受污染乡镇占37.5%,为上街乡、竹歧乡和金溪乡。Hg 对人体危害严重,在人体内累积到一定程度会引起肾脏障碍、肝肾损坏及中枢神经障碍,过量 Cu 会阻碍植物对其他养分的吸收,且 Cu 富集在食物链中对人类危害也十分严重。造成福州市郊蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染的主要原因一是不合理排放工业“三废”,污染较严重区域特别是青口镇工业较发达,废水、废气排放量大;二是不合理施用含重金属的农药、杀虫剂及化肥,使 Hg、Cu 等重金属特别是 Hg 在土壤中大量残留;三是施用农用垃圾肥使重金属随垃圾肥进入土壤,新店乡和洪山乡蔬菜地土壤有施用煤灰等农用垃圾现象。

3 对策

重金属污染具有累积性及潜伏期长的特点,避免土壤重金属污染关键在于控制污染源,减少污染物的不合理排放,合理安排城市蔬菜生产基地的位置,避免在蔬菜基地附近设置工业企业,尽量少用或不用污水灌溉,并控制含重金属的农药、化肥及城镇农用垃圾的施用。蔬菜地土壤 Hg、Cu 污染治理对策一是施用土壤改良剂降低土壤重金属离子活性,可通过改变土壤酸碱度或氧化还原电位等方法,降低重金属在土壤中的活化迁移能力,达到控制重金属污染范围扩大和向农作物迁移的目的^[11]。试验证明福州市郊菜园地施用石灰、厩肥或硫化钠可使菜园土壤重金属 Hg 有效含量降低 $0\% \sim 6.4\%$,Cu 有效含量下降 $14.9\% \sim 31.7\%$ ^[6]。但该方法只能改变重金属在土壤中的存在形式,起到暂时转移和缓解作用,而并未降低重金属的实际质量分数,一旦土壤理化性质发生改变,有可能发生潜在的更为严重的危害^[7]。二是增施有机肥,提高土壤环境容量,土壤增施有机肥可增强土壤缓冲力,以土壤腐殖质性质为基础的土壤环境容量随有机肥用量增加而加大,表明其抑制土壤重金属有效性的能力加强,但使用时必须注意腐殖质的性质、种类以及陪

伴离子造成的影响^[8]。三是使用植物修复技术,植物修复是指利用绿色植物清除环境中的污染物,根据研究区域气候环境特点和土壤重金属污染的主要类型,因地制宜选择种植适宜在该地区生长并对某一种或几种重金属具有专性吸附的植物,以逐渐清除土壤中的重金属。其优点在于它有可能利用地球化学及生物地球化学原理,发展就地取材的廉价方法,在不影响生态情况下,使土壤污染状况从本质上得到缓慢改善,同时绿化了环境。植物恢复技术方法比较适于修复大面积的土壤重金属污染^[9,10],目前该研究处于起步阶段,一些问题如植物修复技术所带来的废物在食物链中的传递等尚需进一步探讨^[12]。

参 考 文 献

- 1 龚子同,黄 标.关于土壤中“化学定时炸弹”及其触爆因素的探讨.地球科学进展,1998,13(2):184~191
- 2 苏年华,张金彪,王玉纵.福建省土壤重金属污染及其评价.福建农业大学学报,1994,23(4):434~439
- 3 鲁如坤.土壤农业化学分析法.北京:中国农业科技出版社,1999.146~226,635~636
- 4 国家环境保护局.土壤环境质量标准 GB15618-1995.北京:中国标准出版社,1997.59~61
- 5 叶文虎,栾胜基.环境质量评价学.北京:高等教育出版社,1994.131~132
- 6 邱孝煊,任祖淦,蔡元呈.福州蔬菜污染及污染源调查和治理研究.福建农业学报,2000,15(1):16~21
- 7 颜 文,池继松,古森昌.珠江三角洲工业区土壤(沉积物)重金属污染特征及防治对策.土壤与环境,2000,9(3):177~182
- 8 李 波.肥料中氮磷和有机质对土壤重金属行为的影响及在土壤治理中的应用.农业环境保护,2000,19(6):375~377
- 9 周以富.几种重金属土壤污染及其防治的研究进展.环境科学动态,2003(1):15~16
- 10 王校常,施卫明,曹志洪等.重金属的植物修复-绿色清洁的污染治理技术.核农学报,2000,14(5):315~320
- 11 Stigliani W. M., Doelman P., Salomons W. Chemical time bombs: predicting the unpredictable. Environment, 1991, 33: 20~30
- 12 Moffat A. S. Plants proving their worth in toxic metal cleanup. Science, 1995, 269: 302~303

欢迎订阅 2006 年《中国农学通报》

《中国农学通报》是由中国科学院院士、中国工程院院士石元春先生任主编、中国农学会主办的农业综合性学术期刊,系全国农业核心期刊、中国科协优秀学术期刊和全国优秀农业期刊,主要报道国内外农牧业各学科的研究报告、研究进展、学术探讨、学术争鸣、试验简报、专题综述以及农业社科栏目(院士论坛、省部长论坛、农业论坛和基层论坛),并刊登种植业(农药、农膜、农机、土壤、肥料、种子、栽培、病虫害防治)、养殖业(种畜、种禽、畜牧、水产、饲料、添加剂、兽药、疫病防治)、农产品贮藏加工业(保鲜技术、保鲜剂、食品开发、加工机械)等方面的实用高效新品种、新技术、新方法、新动态,适于各级农牧科技人员、农技推广人员、农牧行政管理干部、农业大中专院校师生和广大农村养殖及种植专业户等阅读。《中国农学通报》为月刊,大 16 开本,420 页,每月 5 日出版,国内外公开发行,国内统一刊号 CN11-1984/S,每期定价 40.00 元,全年 480.00 元,邮发代号 2-772,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接汇款至本刊补订,地址(100026)北京市朝阳区麦子店街农业部北区工作区 20 号楼中国农学会编辑出版部,电话(010)64194480。

欢迎订阅 2006 年《河北农业科技》

《河北农业科技》是由河北省农林科学院主办的农业科技期刊,主要刊登农作物、蔬菜、食用菌、中草药、果树、花卉栽培与病虫害防治,设施栽培技术,畜牧兽医,水产养殖及特种种植与养殖技术,农用机械,新品种、新技术、新成果、新产品信息,农村政策法规,生活百科等方面内容,适合广大农民、农业科技工作者、农经组织管理者和农业院校师生阅读。本刊为月刊,公开发行,每月 2 日出版,大 16 开本,邮发代号:18-9,每期定价 4.00 元,全年 48.00 元,全国各地邮局均可订阅,漏订者也可直接汇款至本社杂志社邮购,地址(050051)石家庄市和平西路 598 号《河北农业科技》杂志社。