

城郊菜地土壤和蔬菜重金属污染研究进展

陈俭霖¹, 史公军²

(1. 江苏省环境经济技术国际合作中心, 南京 210014; 2. 南京农业大学园艺学院, 南京 210095)

中图分类号: S158.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2005)03-0008-02

土壤—植物系统是陆地生态系统最基本的结构单元,也是生态系统物质能量循环的枢纽^[1]。土壤是环境要素的重要组成部分,它承担环境中约90%的来自各方面的污染物^[2]。在土壤—植物系统中,重金属污染不但影响植物产量与品质,而且也影响大气和水环境质量,并通过食物链危害人类的生命和健康,更为严重的是这种污染具有隐蔽性、长期性、不可逆性及后果严重性等特点^[3]。

蔬菜是人们生活中必不可少的食物,也是十分重要的经济作物。随着现代工业的发展,环境污染加剧,工业“三废”及城市生活废弃物的排放及含金属的农药、化肥的不合理使用,大大加重了城郊的环境压力,进而对人类的健康带来潜在的危害^[4]。因此开展城郊蔬菜及其土壤重金属污染的研究具有重要意义。

1 我国城郊菜地土壤及蔬菜的重金属污染现状

我国的各大中城市,如北京、上海、南京、杭州、广州、天津、深圳、沈阳、成都、重庆、西安、泰安、福州、长沙等都曾较系统地对城郊菜园土壤及蔬菜中的重金属污染状况作过一些调查研究工作,基本摸清了蔬菜重金属污染现状^[5,6]。

北京市调查结果显示,各区的白菜、萝卜和茄子3个种类在砷、汞和镉的测试中,其含量基本处在相同水平,唯有茄子含汞浓度略高,但未超过有关食品卫生标准。20世纪90年代对上海市蔬菜及菜园土壤的研究结果表明上海蔬菜受到重金属污染,尤以镉和铅污染为甚,超标率分别为13.29%和12.0%。戴军等报道广州约有9.5%的菜区土壤受到重金属污染,其中镉、铅和砷的含量分别为正常背景值的2.77、2.97和1.40倍。丁爱芳等^[7]对南京城郊菜园上种植蔬菜中的锌、铅、镉质量分数高,尤其是铅、镉质量分数大大超过国家食品卫生标准。

北方地区,沈阳市近郊的1万多hm²(公顷)菜园土壤已受到污染。对这些农田上的大白菜进行重金属检测,发现铅和镉的超标率分别为100%和58.3%^[8]。黄瓜上镉、汞、铅的超标率分别为72.7%、27.2%和18.2%。天津市郊检测的大白菜、芹菜、水萝卜、小白菜4种蔬菜36个样品中,重金属的检出率为100%,镉超标40%。

南方地区,南宁市蔬菜中重金属污染以镉污染为最严重,12个样点中有11个样点镉超标;其次是铅,有一半以上样点超出标准^[9]。由此可见,我国城郊土壤蔬菜已受到重金属的污染,而且多以铅、镉和汞污染为主。

2 城市蔬菜重金属污染源

城市蔬菜的重金属污染,主要是农业土壤遭受重金属污染而间接造成的,土壤中的重金属元素含量是造成蔬菜中重金属元素残留的物质基础。主要有以下几方面的原因。

2.1 污水灌溉和污泥施用

天津长期施用污水污泥的菜地,土壤中的铜、锌、铅含量高于背景值3~4倍。铬、镍和砷高出0.5~1倍多,镉高出10倍,而汞高达125倍;0cm~40cm(厘米)土层中的重金属富集明显。上海市郊区污灌和污泥施用历史较长,对其重点污染区桃浦化工区的蔬菜重金属含量调查发现,85个样点中铅、砷、镉的蔬菜污染占了很大的比例,其他元素也有不同程度的污染。而广州的调查也存在同样的情况,长期施用重金属含量较高的下水污泥,造成污泥地区土壤的重金属残留水平也较高,最高污染土壤的镉含量为清灌土壤的8.8倍,铅为6.7倍,镉为20倍,锌为16倍。因而,施用重金属元素的污水污泥是造成蔬菜重金属残留的主要原因。

2.2 城市垃圾的施用

由于目前大多数城市工业废弃物和生活垃圾没有分开,近郊农民又有就近施用垃圾作肥料的习惯,虽能在一定程度上提高土壤的养分,但其中的重金属对蔬菜生产会带来较大影响。如天津以施用城市垃圾为主的菜田,检出土壤中铜、铅、砷、铬含量高于背景值的0.3~1倍,汞甚至高出30多倍。

2.3 大气降尘及烟尘的影响

工厂附近菜田,容易受到大气降尘的影响。重庆市正是由于大气降尘中汞的高含量,造成主要蔬菜品种中的汞含量超食品卫生标准。而在我国的北方地区,由于干旱少雨,烟尘的污染也较严重。烟尘中重金属元素含量较高,甚至高于土壤含量的数百倍,除造成土壤污染外,烟尘还可能被叶片组织吸收而在蔬菜中积累。

2.4 有机肥料及磷肥的施用

随着现代畜牧业的发展,饲料添加剂应用越来越广泛,而其中往往含有一定量的重金属,这些重金属随着畜粪便排出而污染环境,这些肥料中的重金属也会积累在土壤中,成为一种污染源^[10,11]。很多研究显示,磷肥中含有多种微量元素,其中一些为有害元素,镉是情况较为严重的一种元素。磷肥生产过程中磷矿石内金属杂质难以挥发。任何生产工艺都不可能完全消除重金属,这样长期施用磷肥会使有毒重金属进入土壤,进而在植物体内富集。



第一作者简介: 陈俭霖, 1989年毕业于南京大学环境科学系,后分配到江苏省环境经济技术国际合作中心,主要从事环境监测及经济技术合作等工作,目前参加“中日JICA太湖水环境修复示范”项目的研究工作。

收稿日期: 2005-02-21

3 蔬菜对重金属的吸收与富集规律

3.1 不同蔬菜种类及器官对重金属的吸收与富集

同一植物种类对不同重金属元素的吸收富集能力不同,不同种类的植物对同一种重金属元素的吸收、富集能力也不同^[12]。不同蔬菜中叶菜类对铜、锌、铬、铅的吸收、富集一般均大于果菜和根菜类,在叶菜类中又以苋菜、小白菜的富集作用较强,包菜稍弱。

研究发现蔬菜一般以根部吸收富集铬的能力最强,而叶大于茎,萝卜则使叶大于根,青椒果实和豇豆荚中铬的残留量少于其他部位。有些重金属元素危害可以通过叶片从空气中吸收,如铅、汞、锌等。如生长在污染空气中的蔬菜,50%以上的铅是通过叶片从空气中吸收的,叶面积大,叶面粗糙的蔬菜吸收铅的能力强。

3.2 在不同的土壤中蔬菜对重金属的吸收与富集

不同的蔬菜类型,其有机质含量、孔隙度、酸碱度、酶活性、CEC等理化特性不同,直接影响重金属在土壤中的迁移与固定,从而影响蔬菜对其吸收与富集^[1]。对灰菜园土、红菜园土、潮菜园土三种类型土壤的重金属迁移规律及蔬菜在三种土壤上的重金属富集调查发现,对重金属富集的顺序为灰菜园土>红菜园土>潮菜园土,说明三种土中灰菜园土对重金属的吸收和化学固定作用最强。

3.3 土壤中重金属污染物的分布

土壤中的重金属污染物由于无机及有机胶体对阳离子的吸附、代换、络合及生物作用的结合,大部分被固定在耕作层中,一般很少迁移至40 cm(厘米)以下,但砷在土壤中的行为有所不同,在含大量铁、铝组分的酸性(pH5.3~6.8)的红壤土中,砷酸根可与之生成难溶盐类而富集于30 cm~40 cm(厘米)耕作层中,这样对作物的生长及其卫生品质都带来了不利影响^[2,9]。

3.4 蔬菜和菜地重金属含量间的关系

土壤中铅、铬、镉、铜、锌、锰等各种重金属均以有效态和结合态两种形式存在。其中有效态重金属能够直接被蔬菜作物吸收,而结合态则不能。一般而言,土壤重金属元素有效含量与蔬菜中重金属元素含量间有较好的相关性。对客土改良试验中土壤和蔬菜重金属含量相关分析表明:青菜中的铬、锌、铜含量与土壤中的铬、锌、铜含量相关性显著。也有研究表明两者间相关性不显著。由此说明,蔬菜吸收重金属元素,除受元素有效性的影响外,还受土壤理化特性、大气污染等其他因素的影响。

4 控制蔬菜重金属污染的途径与对策

随着物质生活水平的提高,人们对蔬菜的质量提出了更高要求,如何尽量减少蔬菜的污染,保证人们能够吃到高质量无污染的蔬菜,是目前城市各方面急待解决的问题。由于土壤污染的潜在性、不可逆性、长期性和后果的严重性,土壤污染的治理应立足于防患于治的基本方针。

4.1 做好城郊蔬菜生产基地的规划

随着城市建设逐步向郊区扩展,需要重新在中、远郊规划建立新的生产基地。同时对新基地的土壤、水质、大气等环境质量进行调查和评价,以确保基地良好的生态环境。

4.2 控制菜田污水灌溉、污泥及固体废弃物的施用

严格控制工业上“三废”的排放,控制菜田的污水灌溉、污泥施用及固体废弃物的施用,施用前应检测其中重金属含量,

并对土壤的重金属残留状况进行定期监测。

4.3 合理施用化肥,大量施用无害的有机肥料

通过这些措施提高土壤的有机质含量,增强土壤对重金属的吸附能力。在南方酸性土壤上,可通过施石灰等措施,提高土壤pH,降低重金属离子活性。

4.4 通过物理、化学及生物措施对污染土壤进行治理

物理的方法主要包括客土、换土、翻土、去表土等,效果好、稳定,但投资大,且易导致土壤肥力的下降。化学方法是通过施用改良剂、抑制剂等降低土壤污染物的水溶性、扩散性和生物有效性,从而降低污染物进入生物链的能力,化学方法操作简单,但在重污染区效果不理想。

生物措施是利用特定的动、植物和微生物吸收或降解土壤重的重金属元素,以达到净化土壤的目的。植物修复正成为生物治理措施重要的一个前沿领域。超富集植物已经成为环境保护工作者追寻、筛选的目标,我国在植物修复及超富集植物的研究已有良好的开端。

4.5 根据作物对重金属吸收与富集的差异,合理进行蔬菜的生产布局

在重金属污染区有意识的减少小白菜、苋菜、空心菜等易富集重金属的叶菜类蔬菜种植面积,而相应增加辣椒、番茄等果菜类蔬菜的种植比例;同时根据不同蔬菜种类品种间存在的对重金属富集的基因型差异,有针对性地筛选或选育耐、抗重金属污染的类型品种。

4.6 制定完善的蔬菜食品卫生标准

从食品卫生的角度制定标准,要从整个食物链上对人们摄入食物中的允许量上考虑,同时又要考虑重金属污染对蔬菜生长和品质的影响,从而综合制定出相应的标准。

参考文献:

- [1] 李海华,刘建武,李树人.土壤-植物系统中重金属污染及作物富集研究进展[J].河南农业大学学报,2000,34(1):30~34.
- [2] 周建利,陈同斌.我国城郊菜地土壤和蔬菜重金属污染研究现状与展望[J].湖北农学院学报,2002,22(5):476~480.
- [3] 张书海,沈跃文.污灌区重金属污染对土壤的危害[J].环境监测管理与技术,2000,12(2):22~24.
- [4] 许炼烽,郝兴仁,冯显湘.城市蔬菜的重金属污染及其对策[J].生态科学,2000,19(1):80~85.
- [5] 晓云.我国土壤重金属污染[J].金属世界,2000,10(2):5.
- [6] 梁称福,陈正法,刘明月.蔬菜重金属污染研究进展[J].湖南农业科学,2002,(4):45~48.
- [7] 丁爱芳,潘根兴.南京城郊零散菜地土壤与蔬菜重金属含量及健康风险分析[J].生态环境,2003,12(4):409~411.
- [8] 周焱.加强肥料规范化管理控制蔬菜重金属污染[J].环境污染与防治,2003,25(5):281~285.
- [9] 张超兰,白厚义.南宁市郊部分菜区土壤和蔬菜重金属污染评价[J].广西农业生物科学,2001,21(3):186~189.
- [10] Nicholson F A, B J Chambers, J R Williams. Heavy metals contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales[J]. Bioresource Technology, 1999, 70: 23~31.
- [11] Moolenaar Simon W, Theom Lexmond, Sjoerd Eatin van der Zer. Calculating heavy metal accumulation in soil: a comparison of methods illustrated by a case study on compost application[J]. Agriculture, Ecosystem and Environment, 1997, 66: 71~82.
- [12] 尚爱安,刘玉荣,梁重山.土壤重金属的生物有效性研究进展[J].土壤,2000,(6):294~300.