

镇江市典型产业园区青菜中重金属特征分析

刘晔¹, 周晓红², 王古月¹

(1. 江苏省镇江环境监测中心, 江苏 镇江 212013; 2. 江苏大学环境与安全工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:于 2017 年 1 月采集镇江市典型产业园区 7 个不同点位的青菜及青菜田土壤样品进行重金属含量分析, 结果表明, 园区青菜中 Cr、Cu、Zn 元素均值小于食品卫生标准限值, Ni、Cd 和 Pb 元素的均值介于食品卫生标准限值的临界; 青菜中 Ni、Cd、Pb 3 种重金属处于轻度污染状态, Cr、Cu 和 Zn 3 种重金属为无污染状态; 青菜田土壤中重金属含量仅 Cr 和 Cd 在个别点超过《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618—2018) 标准限值, 其余各点位 6 种重金属元素均低于标准限值。

关键词:青菜; 土壤; 重金属; 典型产业园; 镇江

中图分类号: X820

文献标志码: B

文章编号: 1674-6732(2019)02-0050-04

Analysis of Heavy Metal Characteristics in Vegetable in Zhenjiang Industrial Park

LIU Ye¹, ZHOU Xiao-hong², WANG Gu-yue¹

(1. Jiangsu Zhenjiang Environmental Monitoring Center, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China; 2. School of the Environment and Safety Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: The heavy metals content in greengrocery and soil samples from greengrocery plots, which are located in typical industrial parks of Zhenjiang in Jan 2017, have been analyzed. The results showed that the average values of Cr, Cu and Zn in greengrocery were less than the food hygiene standard limits, and the average values of Ni, Cd and Pb in greengrocery were between the critical values of the food hygiene standard limits; the three heavy metals in Greengrocery in industrial parks were in a mild pollution state, and the contents of Cr, Cu and Zn in greengrocery were lower than the food hygiene standard limits. The three heavy metals are non-polluted. Compared with the "Standard for Risk Control of Soil Pollution in Agricultural Land of Soil Environmental Quality" (GB 15618—2018), only Cr and Cd exceeded the standard requirements at some individual points, while the other six heavy metals at all points were below the standard.

Key words: Greengrocery; Soil; Heavy metals; Typical industrial park; Zhenjiang

土壤环境质量对生物及人类健康均有着十分重要的影响^[1]。农作物是人类社会生存的物质基础, 而土壤是农作物生长的基础, 农产品是否安全, 土壤质量是保障。土壤重金属的污染已经对农产品的产量及品质均产生了严重的影响。虽然有些重金属, 如铜 (Cu)、锌 (Zn)、锰 (Mn) 等, 是农作物生长的微量营养元素, 但当其处于高浓度时, 将会引起植物的发育障碍并影响对其他元素的吸收和代谢^[1]。由于农业土壤中的重金属污染不易发现, 具有隐蔽性和潜伏性, 不可降解, 具有不可逆性和长期性, 可在土壤中积累并通过食物链进入人体, 严重者会诱发心血管、肾、神经和骨骼等器官

病^[2-7]。人们对重金属元素的生态环境污染做了广泛的研究^[8-9], 但是对我国餐桌上主要蔬菜青菜中的重金属污染程度目前研究较少。

现以镇江市典型产业园区为主要研究区域, 于 2017 年 1 月对不同点位青菜进行样品采集, 并对农作物体内重金属的风险进行综合评价, 初步分析土壤重金属污染对青菜农作物安全的影响。

收稿日期: 2018-12-06; 修订日期: 2018-12-10

基金项目: 江苏省环境监测科研基金项目 (1610)

作者简介: 刘晔 (1980—), 男, 高级工程师, 硕士, 从事环境监测工作。

1 研究方法

1.1 研究区概况

镇江绿色化工新材料产业园位于镇江市中心城区东部,总面积为 12.8 km²,由原国际化学工业园区和静脉产业园两部分合并而成,国际化学工业园成立于 2007 年 8 月,静脉产业园成立于 2010 年。该地区属于亚热带季风气候,其范围为北起长江沿岸、南至金港大道、西起新区与京口区交界线、东至北山路,主要以能源、新材料、绿色化工和现代制造业为主的工业基地,2007 年 9 月环保电镀专业区入驻园区,目前电镀专业区约有 60 余家专业电镀企业。

1.2 样品采集

于 2017 年 1 月,按网格法和蛇形布点相结合的方法,设置 7 个采样点,分别为:P1—P7,采集园区内 7 个蔬菜田主要优势植物——青菜及其根际土壤样品,在每个采样点附近随机选择长势良好的青菜 2~3 株进行植物样品的采集以及植物根际土壤样品的配套采集,植物根际土壤样品为其根系生长范围内表层土样(采样深度 20 cm 左右)。

1.3 样品预处理和分析测定

青菜样品带回实验室后,立刻用自来水冲洗干净附着物,将根、茎、叶分离,放入烘箱中 105℃ 烘干至恒重,称各组织干重,随后通过粉碎机粉碎后,过 80 目筛,自封袋封装后保存备用。称取磨碎的青菜样 0.1~1.0 g,采用 50% 硝酸+混合酸进行消解,定容摇匀,离心后取上清液,通过用电感耦合等离子体发射光谱仪测定重金属元素含量。

1.4 评价方法

1.4.1 富集系数

$$BCF = \frac{C_i}{X_i}$$

式中:BCF——富集系数;

C_i ——蔬菜中 i 种重金属的实测值,mg/kg;

X_i ——土壤中 i 种重金属的实测值,mg/kg。

1.4.2 单项污染指数法

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: P_i ——第 i 项因子的相对污染值;

C_i ——蔬菜中 i 种重金属的实测值,mg/kg;

S_i ——蔬菜中 i 种重金属的评价标准值,mg/kg。

$P_i < 1$ 表明蔬菜未受到污染, $P_i > 1$,表明蔬菜

已受到污染,且数值越大污染愈严重。

1.4.3 内梅罗综合污染指数法

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{P_{\text{ave}}^2 + P_{\text{max}}^2}{2}}$$

式中: $P_{\text{综}}$ ——综合污染指数;

P_{ave} ——蔬菜汇总各重金属污染指数的均值;

P_{max} ——蔬菜中各单项重金属污染指数的最大值。

1.4.4 变异系数(CV)

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

式中:CV——变异系数,%;

σ ——蔬菜中各单项重金属的标准差,mg/kg;

μ ——蔬菜中各单项重金属的平均值,mg/kg。

变异系数值越小,表明离散程度越小,分布越均匀,表明该重金属以本地自然背景含量为主;变异系数值越大表明离散程度越大,分布越不均匀,表明该重金属元素受人为因素影响较大。变异系数可分为高度变异($CV > 36\%$),中等变异($16\% < CV < 36\%$)和低等变异($CV < 16\%$)。

2 结果与讨论

2.1 产业园区青菜中重金属分布特征

产业园区内 7 个青菜样品中重金属分布统计结果见表 1。

表 1 产业园区青菜中重金属分布统计结果 mg/kg

项目	Cr	Ni	Cu	Cd	Pb	Zn
平均值	0.30	0.32	2.14	0.050	0.21	5.93
最小值	0.18	0.21	1.82	0.04	0.15	4.21
最大值	0.50	0.42	3.37	0.07	0.37	7.51
标准差	0.11	0.08	0.55	0.01	0.08	1.09
CV/%	36.77	23.88	25.60	26.08	37.46	18.30
文献值	0.5 ^[10]	0.3 ^①	10 ^[11]	0.05 ^[10]	0.2 ^[12]	20 ^[13]

①1994 年全国粮食卫生标准分委会通过作为内控标准。

由表 1 可见,青菜中铬(Cr)、Cu、Zn 元素平均值均小于标准限值,镍(Ni)、镉(Cd)和铅(Pb)元素的平均值介于标准限值的临界。

青菜中 Cr 和 Pb 的 CV 均 $> 36\%$,属于高度变异,而 Ni、Cu、Cd 和 Zn 元素的 CV 为 18.30%~26.08%,属铜于中等变异,说明研究区域蔬菜中 6 种重金属的分布不均,受人为因素影响程度较大。

2.2 产业园区青菜中重金属吸收能力的变化

产业园区内青菜中 6 种重金属的 BCF 统计结果见表 2。由表 2 可见,青菜对 Cd 元素具有较强的吸收能力,其次为 Cu 和 Zn,对 Cr 元素的吸收能力最弱。

表 2 产业园区青菜中重金属 BCF 统计结果

项目	Cr	Ni	Cu	Cd	Pb	Zn
平均值	0.004	0.009	0.064	0.258	0.009	0.038
最小值	0.002	0.005	0.051	0.141	0.006	0.022
最大值	0.006	0.013	0.076	0.494	0.014	0.092
标准差	0.001	0.003	0.009	0.120	0.002	0.024

2.3 产业园区青菜中重金属污染指数评价

产业园区内 7 个青菜样品中重金属污染指数的结果见表 3。

表 3 产业园区青菜中重金属污染指数统计结果

项目	P_i						$P_{综}$
	Cr	Ni	Cu	Cd	Pb	Zn	
平均值	0.61	1.06	0.21	1.03	1.04	0.30	1.02
最小值	0.36	0.72	0.18	0.76	0.73	0.21	0.81
最大值	1.00	1.40	0.34	1.42	1.87	0.38	1.52
标准差	0.22	0.25	0.05	0.27	0.39	0.05	0.24

由表 3 可见,青菜中 Ni、Cd、Pb 元素污染指数平均值 > 1.0,可推断以上 3 种重金属处于轻度污染状态;Cr、Cu 和 Zn 的平均值 < 1,表明其均为无污染状态。

产业园区内各采样点青菜重金属 P_i 见图 1。由图 1 可见,Cr、Cu 和 Zn 元素在 7 个采样点,其 P_i 均 < 1.0,表明以上 3 种重金属在整个研究区域均处于无污染状态。对于 Ni 元素而言,其 P_i 在 P4—P7 共 4 个采样点 > 1,表明在整个研究区域内约 57.14% 的面积,Ni 元素处于轻度污染状态。对于 Cd 而言,其在 P4 和 P6 共 2 个采样点 > 1,表明在整个研究区域内约 28.57% 的面积,Cd 元素处于轻度污染状态。对于 Pb 而言,其在 P2、P3 和 P6 共 3 个采样点 > 1,表明在整个研究区域内约 42.86% 的面积,Pb 元素处于轻度污染状态。

产业园区内各采样点青菜重金属 $P_{综}$ 见图 2。由图 2 可见,青菜中重金属的综合污染状态在空间上表现为:P6 > P4 > P7 > P5 > P3 > P2 > P1,P1、P2、P3、P5 点位尚清洁,P4、P6 点位轻度污染。

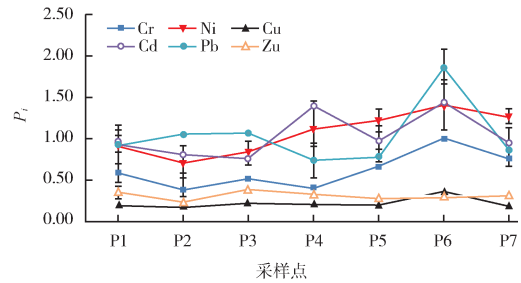


图 1 产业园区各采样点内青菜重金属 P_i

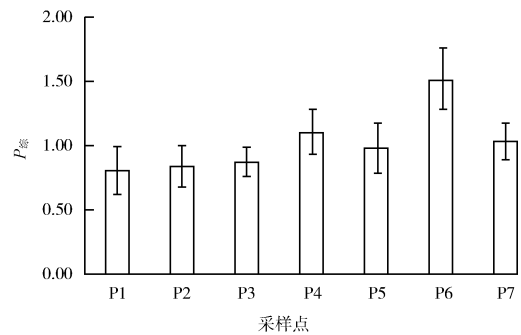


图 2 产业园区内各采样点青菜重金属 $P_{综}$

2.4 产业园区青菜田土壤中重金属分析

产业园区内 7 个土壤表层样品中重金属含量统计结果见表 4。由表 4 可见,对照文献 [14],7 个土壤表层样品中重金属均值达标,除 Cr 和 Cd 在个别点位最大值超标外,其余各点位均未超标。

表 4 土壤重金属含量及标准值 mg/kg

项目	Cr	Ni	Cu	Cd	Pb	Zn
平均值	83.08	37.05	34.20	0.23	24.11	180.12
最小值	47.67	26.65	25.79	0.14	15.76	81.99
最大值	225.87	48.56	60.8	0.50	50.97	221.49
标准值 ^[14]	200	100	100	0.30	120	250

3 结论

(1) 产业园区青菜中 Cr、Cu、Zn 元素平均值均小于食品卫生标准限值,Ni、Cd 和 Pb 元素的平均值介于食品卫生标准限值的临界。

(2) 产业园区内青菜中 Cr、Ni、Cu、Cd、Pb 以及 Zn 元素的 P_i 平均值分别为 0.61, 1.06, 0.21, 1.03, 1.04 和 0.30。 $P_{综}$ 为 0.81 ~ 1.52,其平均值为 1.02,青菜中 Ni、Cd、Pb 3 种重金属处于轻度污染状态,Cr、Cu 和 Zn 3 种重金属均为无污染状态。

(3) 青菜田土壤中重金属含量仅 Cr 和 Cd 最

大值在个别点超标,其余各点位 6 种重金属元素均低于标准值。

[参考文献]

- [1] 张璘,杜浩,张艳艳. 完善省级土壤环境质量监督管理的思考[J]. 环境监控与预警, 2012,4(3):53-56.
- [2] 张丽红,徐慧珍,于青春,等. 河北清苑县及周边农田土壤及农作物中重金属污染状况与分析评价[J]. 农业环境科学学, 2010,29(11):2139-2146.
- [3] OSKARSSON A, WIDELL A, OLSSON I M, et al. Cadmium in food chain and health effects in sensitive population groups[J]. *Biomaterials*, 2004, 17:531-534.
- [4] 贺心然,宋晓娟,逢勇,等. 连云港市典型蔬菜基地土壤中重金属和有机氯污染调查与评价[J]. 环境监控与预警, 2014, 6(4):39-42.
- [5] 张倩,陈宗娟,彭昌盛,等. 大港工业区土壤重金属污染及生态风险评价[J]. 环境科学, 2015, 36(11):4232-4240.
- [6] 郭鹏然,雷永乾,周巧丽,等. 电镀厂周边环境重金属分布特征及人体健康暴露风险评价[J]. 环境科学, 2015, 36(9):3447-3456.
- [7] 戴彬,吕建树,站金成,等. 山东省典型工业城市土壤重金属来源、空间分布及潜在生态风险评价[J]. 环境科学, 2015, 36(2):507-515.
- [8] 马建华,张丽,李亚丽. 开封市城区土壤性质与污染的初步研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(2):93-96.
- [9] 管东生,陈玉娟,阮国标. 广州城市及近郊土壤重金属含量特征及人类活动的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2001(4):93-96.
- [10] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中污染物限量: GB 2762—2017[S]. 北京:中国标准出版社, 2017.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 食品中铜限量卫生标准: GB 15199—1994[S]. 北京:中国标准出版社, 1994.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中污染物限量: GB 2762—2017[S]. 北京:中国标准出版社, 2017.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 食品中锌限量卫生标准: GB 13106—1991[S]. 北京:中国标准出版社, 1991.
- [14] 生态环境部. 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准: GB 15618—2018[S]. 北京:中国标准出版社, 2018.

栏目编辑 李文峻

(上接第 40 页)

- [2] 秦英,王建跃,王恒,等. 高效液相色谱-原子荧光联用法快速测定海产品中汞形态[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 26(6):789-791.
- [3] PUK R, WEBER J H. Determination of mercury(II), monomethylmercury cation, dimethylmercury and diethylmercury by hydride generation, cryogenic trapping and atomic absorption spectrometric detection[J]. *Analytica Chimica Acta*, 1994, 292(1):175-183.
- [4] 祁辉,刘爱民,黄业茹,等. 巯基棉富集-毛细柱气相色谱法测定环境水中的甲基汞[J]. 中国环境监测, 2018, 26(4):33-36.
- [5] 林芳,陆梅,王芳. 气相色谱法测定地表水中的甲基汞[J]. 环境科技, 2010(S2):78-79, 92.
- [6] 何洁玲,连海天,邓建,等. 全自动烷基汞分析仪测定鱼肉中甲基汞含量[J]. 食品工业, 2018, 39(8):316-318.
- [7] EPA. Methylmercury in water by distillation, aqueous ethylation, purge and trap, and CVAFS: EPA Method 1630 [S]. 2001.
- [8] 刘长发,陶澍,曹军. 金鱼鳃对颗粒吸附态铅的吸收[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2):283-286.
- [9] 牛显春,周建水. 东港及其近岸海域食用水产品重金属污染及无公害评价[J]. 广西科学, 2007, 14(3):299-302.
- [10] 修瑞琴,高世荣,霍本兴,等. 甲基汞在非洲鲫鱼体内富集作用的研究[J]. 环境科学, 1980, 1(19):77-79.
- [11] 曹艳,罗文华. 汞、砷对水生生物的危害与调节措施[J]. 黑龙江水产, 2013(5):30-32.
- [12] 蒯玉华,张冰艳,卢健民. 鱼体汞的甲基化及其甲基汞的吸收与代谢[J]. 水产学报, 1994, 18(4):326-329.

征订启事

欢迎订阅 2019 年《环境监控与预警》

《环境监控与预警》是经中华人民共和国新闻出版总署批准,由江苏省生态环境厅主管、江苏省环境监测中心主办、南京大学环境学院和江苏省环境监测协会共同协办的期刊。期刊面向全国公开发行,国内统一刊号 CN32-1805/X,国际标准刊号 ISSN1674-6732。读者对象主要是从事环境管理、环境监测、环境监察、环境信息、环境治理、环境科学研究及其他领域的环境工作者。常设栏目有:前沿评述、环境预警、监测技术、解析评价、监管新论等。

本刊为双月刊,大 16 开国际标准版,64 页,每逢单月 30 日出版。国内定价(含邮费)15 元/期,全年 90 元。

订阅方法:汇款后将回执单 e-mail 至以下联系人(回执单下载地址: <http://www.hjjkyyj.com>)。

联系人:朱滢 电话:025-69586548 邮箱:hjjkyyj@163.com

汇款方式:银行汇款:江苏省环境监测协会(收款单位名称)开户行:中行凤凰花园城支行 账号:523558192511