

# 西安市农业产地环境土壤重金属污染评价

杨雍, 于世锋, 汪庆华, 张水鸥, 刘君, 黄东亚, 栗婷, 任晓姣, 韩磊, 王楠, 王党党\*

(陕西省西安市农产品质量安全检验检测中心, 陕西西安 710077)

**摘要** [目的]掌握和了解西安市农业产地环境土壤重金属污染状况。[方法]对西安市9个涉农区县无公害农产品产地土壤重金属安全现状进行摸底调查,共对609个土壤样品的主要重金属Cd、Hg、As、Pb、Cr进行测定及内梅罗综合指数法评价。[结果]灞桥、长安、高陵、蓝田、临潼、阎良污染等级为1级,属于清洁水平;户县、未央和周至污染等级为2级,污染程度为警戒限,污染水平为尚清洁,整体未受到大面积污染,可以作为无公害农产品生产基地甚至可以作为更优质农产品生产基地。但是有极少部分地区重金属含量超过了土壤环境质量标准,在生产区域规划和产地选择时应予以回避或禁止。[结论]西安市农业产地环境土壤重金属污染状况整体良好。针对西安市未来的发展规划,提出了可行、科学的建议。

**关键词** 农产品产地;土壤环境;质量安全;污染评价

中图分类号 S158.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)20-073-03

## Pollution Evaluation of Soil Heavy Metal Pollution of Agricultural Habitat Environment in Xi'an City

YANG Yong, YU Shi-feng, WANG Qing-hua, WANG dang-dang\* et al (Monitoring Center of Agricultural Products Quality Safety Test, Xi'an, Shaanxi 710077)

**Abstract** [Objective] To comprehensively grasp the soil heavy metal pollution status of agricultural habitat environment in Xi'an City. [Method] Investigation on the safety status of soil heavy metal was carried out in pollution-free agricultural products producing area in 9 districts and counties of Xi'an City. The 5 major heavy metals (Cd, Pb, Cr, As, Hg) in 609 soil samples were detected. And evaluation was carried out by Nemerow index method. [Result] Pollution degrees of Baqiao, Chang'an, Gaoling, Lantian, Lintong and Yanliang belonged to grade one, which were clean level. Pollution degrees of Huxian, Weiyang and Zhouzhi belonged to grade two, which were at warning line. They were generally not at large-area pollution and could be used as the production base of pollution-free agricultural products or high-quality agricultural products. However, heavy metal content in very few parts exceeded the environmental quality standard of soil due to the historical reasons of power plant, sewage irrigation and so on. Therefore, these areas should be avoided or prohibited during regional planning and selection of production area. According to the future development planning of Xi'an City, feasible and scientific suggestions were put forward. [Conclusion] Soil heavy metal pollution of agricultural habitat environment in Xi'an City is generally at good status.

**Key words** Production area of agricultural products; Soil environment; Quality safety; Pollution evaluation

随着“镉大米”等重金属超标事件曝光,农产品产地土壤重金属质量安全问题受到越来越多的关注,也成为我国农产品质量安全研究的重点方向。研究表明<sup>[1]</sup>,在被污染土壤中种植的蔬菜的有毒物质含量是土壤有毒物质含量的3~6倍,蔬菜中累积的重金属可通过食物链进入人体,给人类健康带来潜在的危害。马往校等<sup>[2]</sup>研究表明,西安市郊菜园蔬菜以重金属、硝酸盐和农药污染最为突出。周建利等<sup>[3]</sup>对我国城郊土壤和农产品(尤其是蔬菜)重金属污染进行调查,多以Cd、Pb、Cr这3种元素为主,部分地区As、Hg的污染也很严重。目前,对西安市农业产地环境全面系统的摸底调查研究鲜见报道。笔者对西安市辖阎良区、高陵区、临潼区、蓝田县、长安区、户县、周至县、灞桥区和未央区9个涉农区县的农产品产地土壤重金属安全现状进行摸底调查与采样监测,评价该地区土壤重金属污染状况,旨在为进一步促进西安市农业产业结构调整及可持续发展提供借鉴。

## 1 材料与方法

**1.1 研究区概况** 西安是世界著名的历史文化名城,是我国中西部地区重要的科研、高等教育、国防科技工业和高新技术产业基地。2015年西安市GDP为5 810.03亿元,全年

财政总收入1 114.98亿元,农村常住居民人均可支配收入14 072元。该市无公害农产品产地认定规模呈不断扩大趋势,截至2015年底,共认证无公害农产品产地472个,种植业基地366个,面积为5.47万余hm<sup>2</sup>,养殖业产地106个。其中,蔬菜基地117个,面积1.47万余hm<sup>2</sup>;水果基地212个,面积1.93万余hm<sup>2</sup>;粮食基地29个,面积2.00万余hm<sup>2</sup>;食用菌基地8个,面积133.33余hm<sup>2</sup>。截至2015年,认证无公害产品460个,其中种植业产品335个(果品类175个,产量477 564.42 t;蔬菜类175个,产量481 832.23 t;粮食类19个,产量191 970.00 t;食用菌类4个,产量5 675.00 t);养殖业产品87个(鲜禽蛋47个,生鲜乳16个,畜类24个),为实现农业增效、农村发展、农民增收起到了积极的推动作用。

**1.2 研究对象** 选取西安市阎良区、高陵区、临潼区、蓝田县、长安区、户县、周至县、灞桥区和未央区9个涉农区县的无公害农产品产地进行调查,土壤类型主要以褐土和壤土为主。根据污染因子的毒理学特征和生物吸收、富集能力,选取无公害农产品产地环境条件标准中的严格控制指标——Cd、Hg、As、Pb、Cr作为监测项目。

**1.3 土壤样品采集及制备** 9个涉农区县共计划采集土壤样品609个,以乡镇为单位,选择各基地有代表性的田块(如基地离污染源2 km以外,产地环境没有污染史等),采用梅花五点法取样,采样深度0~20 cm,每个混合土样1.5 kg左右。土壤样品可在自然条件下风干,过100目尼龙筛,留取样品500 g装样品袋(牛皮纸),贴好标签,待测<sup>[4]</sup>。

**作者简介** 杨雍(1982-),男,陕西西安人,农艺师,从事农产品质量安全检测研究。\*通讯作者,高级农艺师,从事农产品质量安全研究。

**收稿日期** 2016-06-17

## 1.4 分析方法 对采集的样品经过前处理后,按照各项目 监测方法要求进行含量测定(表1)。

表1 土壤样品分析及来源

Table 1 Analysis method sources of soil samples

序号 Code	监测项目 Monitoring item	监测方法 Monitoring method	方法来源 Method source
1	总 Cd	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141—1997
2	总 Hg	原子荧光法	NY/T 1121.10—2006
3	总 As	土壤质量总汞、总砷、总铅原子荧光法	GB/T 22105.2—2008
4	总 Pb	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141—1997
5	总 Cr	土壤总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ 491—2009

## 1.5 评价标准及方法

1.5.1 评价标准。以《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)的二级标准值为评价标准<sup>[5-7]</sup>,具体评价标准见表2。

表2 土壤环境质量标准限值

Table 2 Limiting value of soil environment quality standard

pH	含量 Content //mg/kg				
	Cd	Hg	As	Pb	Cr
<6.5	≤0.30	≤0.30	≤40.00	≤250.00	≤250.00
6.5~7.5	≤0.30	≤0.50	≤30.00	≤300.00	≤300.00
>7.5	≤0.60	≤1.00	≤25.00	≤350.00	≤350.00

1.5.2 评价方法。土壤污染评价方法采用内梅罗综合指数法,全面、综合地评价土壤的污染程度,计算公式如下:

$$P_N = \sqrt{\frac{P_{iave}^2 + P_{imax}^2}{2}}$$

式中, $P_N$ 为内梅罗综合污染指数; $P_{iave}$ 为土壤中各污染指数的平均值; $P_{imax}$ 为所有重金属元素污染指数的最大值。

表3 产地土壤环境结果统计

Table 3 Statistics of soil environment results of production area

指标 Index	总点数 Total point number//个	最大值 Maximum value mg/kg	最小值 Minimum value mg/kg	平均值 Mean mg/kg	超标点数 Excessive points//个	超标率 Over stan- dard rate//%
pH	609	8.700	6.200	7.450	—	—
Cd	609	0.559	0.045	0.180	3	0.49
Hg	609	0.649	0.004	0.094	2	0.33
As	609	20.900	5.700	12.900	0	0
Pb	609	84.400	13.700	30.600	0	0
Cr	517	147.000	23.400	75.300	0	0

## 3 结论与建议

3.1 结论 西安市无公害农产品产地环境大部分未受到重金属污染,可以作为无公害农产品生产基地甚至更优质农产品生产基地。有个别样品由于受电厂或污灌等历史原因(如户县的余下电厂、未央区农田是污灌区),重金属含量超过土壤环境质量标准,在生产区域规划和产地选择时应予以回避或禁止<sup>[9]</sup>。

### 3.2 建议

3.2.1 加强地方立法,保护产地生态环境。由于西安市农产品产地环境保护缺少相关强制性法规,因此发展安全优质

土壤内梅罗综合评价分级标准: $P_N \leq 0.7$ ,安全清洁; $0.7 < P_N \leq 1.0$ ,警戒限尚清洁; $1.0 < P_N \leq 2.0$ ,轻污染,污染物轻微超过标准值,视为轻度污染; $2.0 < P_N \leq 3.0$ ,中污染,污染明显; $P_N > 3.0$ ,重污染,污染严重。

1.5.3 数据处理。土壤重金属基本统计参数采用 SPSS 进行分析。其他数据的处理采用 Excel 2007。

## 2 结果与分析

2.1 重金属污染状况 由表3对照《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)二级标准值可知,西安市农业产地环境土壤重金属总体污染情况不明显,有个别如 Cd 有3个点位超标,最大超标倍数为1.143, Hg 有2个点位超标,最大超标倍数为1.272,且均出现在未央区。由于未央区过去是西安市主要的污水灌溉区,使得重金属逐渐累积造成污染<sup>[8]</sup>。

2.2 各区县综合污染评价 由表4可知,灞桥、长安、高陵、蓝田、临潼、阎良污染等级为1级,属于清洁水平;户县、未央和周至污染等级为2级,污染程度为警戒限,污染水平尚清洁。

农产品就要针对专项问题制订专门法规,如通过农产品产地保护条例,具体规定在农产品生产基地周边不得建设工厂等有可能污染生态环境的设施(未央区的污水灌溉,户县的电厂、化工厂等污染源),有效防止大气和土壤污染;制订农业投入品管理条例,对化肥实行准入制度和监测监管制度。严格执行测土配方施肥,按需施肥,科学施用化肥,禁止在饱和土壤施肥,增加使用有机肥;制订产地环境补偿条例,严格规制补偿资金的使用和监管。总之,需要通过多方面的地方立法,才能逐步建立起西安市农产品产地环境保护的法律保障机制。

表 4 各区县综合污染评价

Table 4 Evaluation of comprehensive pollution in different counties and districts

区县 Counties and districts	最大单项 污染指数 The largest single pollution index	平均单项 污染指数 Average single pollution index	综合污染指数 Comprehensive pollution index	污染等级 Pollution grade	污染程度 Pollution degree	污染水平 Pollution level
灞桥 Baqiao	0.910	0.266	0.67	1	安全	清洁
长安 Chang'an	0.913	0.337	0.69	1	安全	清洁
高陵 Gaoling	0.808	0.273	0.60	1	安全	清洁
户县 Huxian	0.997	0.337	0.74	2	警戒限	尚清洁
蓝田 Lantian	0.873	0.323	0.66	1	安全	清洁
临潼 Lintong	0.688	0.270	0.52	1	安全	清洁
未央 Weiyang	1.143	0.390	0.85	2	警戒限	尚清洁
阎良 Yanliang	0.913	0.294	0.68	1	安全	清洁
周至 Zhouzhi	1.023	0.349	0.76	2	警戒限	尚清洁
全市 Whole City	1.143	0.315	0.84	2	警戒限	尚清洁

**3.2.2 划定产地安全区域,合理布局产业结构。**目前,西安市产品产地环境质量相对安全,优质农产品生产发展缺乏统一规划,建议进一步加强土壤重金属污染状况及农产品产地安全状况调查,结合西安市科技进步奖《无公害农产品适宜性生产区划研究》的科技成果,详细划定农产品产地安全区域。根据农产品产地安全状况调整农产品产业布局,把生产重点布局在农产品产地环境优质区;对于土壤环境质量差、不符合农产品产地环境质量标准的区域禁止生产食用农产品。

**3.2.3 加强产地环境监测,及时做好污染源监管。**随着城镇化进程和现代工业生产的加快,城市建设垃圾、“三废”和农业投入品成为农产品产地环境主要污染源,特别是随着对农产品质量安全要求的进一步提高,优质农产品的发展,对农业产地环境污染控制将更加严格。因此,要切实加强对农产品产地环境监测,及时监控污染状况。同时,要加强对化肥的市场监督管理和使用,从源头上把好投入品的使用关,凡被国家和省列为禁用的农业投入品,一律依法不准销售和使用,防止污染农产品产地环境。

**3.2.4 明确发展目标方向,提高农产品质量水平。**从土壤质量评价结果来看,西安市大部分农产品产地适合发展无公害及更高水平的农产品,但这只是农产品质量安全的基础条件,还必须按农产品质量安全生产标准进行标准化生产,才能生产出安全、合格的农产品。根据西安市农产品产地质量状况和农产品市场准入的需要,制订农产品质量安全生产目标,大力实施农业标准化生产,逐步把西安市发展成无公害

农产品的优势基地、绿色食品的重点基地、有机食品的特色基地<sup>[10-17]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 陈俭霖,史公军.城郊菜地土壤和蔬菜重金属污染研究进展[J].北方园艺,2005(3):8-9.
- [2] 马往校,周乐,段敏,等.西安市蔬菜中重金属污染状况分析[J].西北农林科技大学学报,2006,31(6):178-180.
- [3] 周建利,陈同斌.我国城郊蔬菜地土壤和重金属污染研究现状与展望[J].湖北农学院学报,2002,22(5):476-477.
- [4] 国家环境保护总局.土壤环境监测技术规范:HJ/T 166—2004[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [5] 国家环境保护总局.土壤环境质量标准:GB15618—1995[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [6] 中华人民共和国农业部.无公害农产品产地环境评价准则:NY/T 5295—2015[S].北京:中国农业出版社,2015.
- [7] 李祚泳,丁晶,彭荔红.环境质量评价原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [8] 中华人民共和国农业部.农田土壤环境质量监测技术规范:NY/T 395—2012[S].北京:中国农业出版社,2012.
- [9] 张国印.河北平原土壤质量评价指标和方法初探[D].北京:中国农业大学,2005.
- [10] 孟娟.河北平原区无公害蔬菜基地土壤质量评价研究[D].保定:河北农业大学,2009.
- [11] 张桃林,潘剑君,赵其国.土壤质量研究进展与方向[J].土壤,1999(1):1-7.
- [12] 刘艳.北京市崇文区绿地表层土壤质量研究与评价[D].北京:中国林业科学研究院,2009.
- [13] 王莉.晋西北不同土壤利用方式下土壤质量变化研究[D].太原:山西大学,2007.
- [14] 王树涛.污灌区菜地土壤质量评价及其污染预测模型研究[D].保定:河北农业大学,2005.
- [15] 刘占峰,傅伯杰,刘国华,等.土壤质量与土壤质量指标及其评价[J].生态学报,2006,26(3):901-913.
- [16] 唐鸳鸯.无公害农产品生产基地环境质量评价:以中牟县为例[D].郑州:河南农业大学,2004.
- [17] 李精超,胡小凤,李文一,等.设施蔬菜基地土壤重金属污染分析及防治研究[J].中国农学通报,2010,26(18):393-396.