



于世锋,彭圉凯,汪庆华.西安市农田土壤环境污染调查报告[J].黑龙江农业科学,2020(7):64-67,68.

# 西安市农田土壤环境污染调查报告

于世锋,彭圉凯,汪庆华

(西安市农产品质量安全检验监测中心,陕西 西安 710077)

**摘要:**为了解西安市农田土壤环境现状和存在问题,揭示西安市农业环境变化规律,满足农业科学生产管理需要,本研究采用现场调查、资料和数据分析和方式,以设施农业和蔬菜种植为重点,对2013-2019年的300余个生产基地、1700余个土壤样品的数据进行了调研和分析。结果表明:西安市农田土壤环境质量基本良好,但存在化肥和农药使用不尽合理、工业发展造成的污染风险依然存在、部门间缺乏协作和数据共享等潜在问题,有针对性地提出减少化肥农药用量、开展长期定点监测和实现数据共享的建议。

**关键词:**质量安全;重金属;污染现状

农业生态环境质量包括农田土壤、农区水系及大气质量,是影响农产品质量安全的重要因素。随着西安市工业化、城镇化、农村集约化进程的不断加快,在耕地面积不断减少的同时,工业与城市废弃物的大量排放、农用化学品的大量施用,西安市土壤污染问题日益突出,既不符合高效、优质、环境友好的现代农业发展方向,又对生态环境、农产品质量和人体健康造成重大隐患。为掌握西安市农田土壤环境污染现状,本研究采用现场调查、资料和数据分析和方式,对近年来西安市的多个生产基地土壤样品进行了调研分析,指出当前存在的问题,并提出了有针对性的对策和建议,以期对西安市农田土壤环境污染治理提供借鉴。

## 1 调研对象及方法

### 1.1 调研对象

调研采用现场调查和资料查阅相结合的方式,以设施农业和蔬菜种植为重点,调研范围包括长安区、灞桥区、阎良区、周至县、鄠邑区、临潼区、高陵区、蓝田县等8个区县主要的种植业基地。

资料查阅和整理的主要内容包括:西安市农产品质量安全检验监测中心268个农产品生产基地及252个监测点,共计1106个土壤样品重金属检测数据;西安市农业技术推广中心442个土样(露地种植调查样本227个,大棚种植调查样本124个,日光温室调查样本71个)土壤养分指标、重金属指标和农药残留指标;西安市农产品质量安全检验监测中心无公害农产品适宜性生产区划研究技术报告(涉及样品数225个)等。此次调研

共涉及2013-2019年的生产基地300余个、土壤样品1700余个,能够基本反映西安市目前的农业土壤污染情况。

### 1.2 方法

土壤综合污染评价的方法选用土壤内梅罗综合污染指数法,土壤内梅罗综合污染指数分级标准: $P_{综} \leq 0.7$ 时,污染等级为Ⅰ级,属于清洁(安全); $0.7 < P_{综} \leq 1.0$ 时,污染等级为Ⅱ级,属于尚清洁(警戒限); $1.0 < P_{综} \leq 2.0$ 时,污染等级为Ⅲ级(轻污染)等。

## 2 结果与分析

人为污染源是土壤环境污染研究的主要对象,在农业生产中,过多地施用化学农药、化肥等,都可导致土壤环境不同程度地遭受污染。调查表明:西安市农药用量和农田化肥基本适宜或略高,其施用未对土壤环境造成明显不良影响。

### 2.1 化肥、农药施用现状

调查发现:全市大田作物氮肥平均施用量 $366.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,露地蔬菜氮肥施用量平均为 $327.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,大棚蔬菜为 $868.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,日光温室 $883.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

全市大田作物磷肥平均施用量 $200.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,露地蔬菜磷肥施用量平均为 $186.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,大棚蔬菜 $544.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,日光温室为 $684.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

全市大田作物钾肥平均施用量 $34.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,露地蔬菜钾肥施用量平均为 $138.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,大棚蔬菜为 $496.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,日光温室蔬菜为 $724.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

露地蔬菜杀虫剂平均用量为 $2.73 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,杀菌剂平均用量为 $1.34 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;大棚蔬菜杀虫剂平均用量为 $4.37 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,杀菌剂平均用量为 $2.87 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2[1]}$ ;日光温室蔬菜杀虫剂平均用量为 $15.51 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,杀菌剂平均用量为 $4.59 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

收稿日期:2020-03-11

第一作者:于世锋(1971-),男,学士,高级农艺师,从事农产品质量安全研究。E-mail:499343838@qq.com。

2.2 土壤农药残留现状

对所有调查样本进行六六六、滴滴涕等 17 种有机氯及拟除虫菊酯类农药含量分析(表 1)。全部样点中仅有 2 个样点检出六六六,且均未超标,说明西安市土壤不存在六六六污染问题;滴滴涕

超标率为 1.90%,说明自 1992 年国家禁止在农业生产中使用滴滴涕以来,滴滴涕使用已经绝迹,但原来土壤中累积的滴滴涕还未完全降解,极个别地块还有超标现象;拟除虫菊酯类农药土壤残留目前国家尚无标准,但从检出平均值看均很低,

表 1 西安市菜田土壤农药残留现状统计  
Table 1 Statistics of pesticide residues in vegetable soil in Xian City (mg·kg<sup>-1</sup>)

项目 Items		六六六 Hexachloro- cyclohexane soprocide	滴滴涕 Dichloro- diphenyl- trichloroethane	氯菊酯 Permethrin	五氯硝基苯 Quintozene	百菌清 Chlorthalonil	乙烯菌核利 Vinclozolin	三氯杀螨醇 Dicofol	腐霉利 Procymidone
露地 Open ground	均值	0	0.003	0.002	0	0	0	0	0.008
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0.002	0.067	0.042	0	0	0	0.003	1.383
	检出率/%	0.44	47.14	55.07	0	0	0	3.96	27.75
大棚 Greenhouse	均值	0	0.010	0.001	0	0	0	0	0.004
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0	0.140	0.013	0	0	0	0.004	0.147
	检出率/%	0	46.77	56.45	0	0	0	7.26	32.26
温室 Sunlight greenhouse	均值	0	0.005	0.001	0	0	0	0	0.008
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0.004	0.052	0.023	0.009	0	0	0.002	0.099
	检出率/%	1.41	55.71	53.52	2.82	0	0	4.23	57.75
总样本 Total sample	均值	0	0.006	0.002	0	0	0	0	0.007
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0.004	0.140	0.042	0.009	0	0	0.004	1.383
	检出率/%	0.47	48.46	55.21	0.47	0	0	4.98	34.12

项目 project		异菌脲 Iprodione	联苯菊酯 Bifenthrin	甲氰菊酯 Fenpropathrin	氯氟氯菊酯 Cyhalothrin	氟氯氯菊酯 Cyfluthrin	氯氰菊酯 Cypermethrin	氟氰戊菊酯 Flucythrinate	氰戊菊酯 Fenvalerate	溴氰菊酯 Deltamethrin
露地 Open ground	均值	0	0	0	0.002	0	0.027	0.001	0	0
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0	0.013	0.089	0.130	0	5.283	0.025	0.004	0.021
	检出率/%	0	26.87	1.76	10.13	0	18.94	13.22	0.44	0.88
大棚 Greenhouse	均值	0	0.001	0.001	0.002	0	0.004	0.008	0	0
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0	0.037	0.074	0.025	0	0.068	0.300	0.039	0
	检出率/%	0	17.74	3.23	17.74	0	13.71	14.52	1.61	0
温室 Sunlight greenhouse	均值	0	0.002	0	0.002	0	0.005	0.002	0	0
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0	0.039	0.012	0.027	0	0.090	0.081	0	0
	检出率/%	0	35.21	2.82	15.49	0	21.13	12.68	0	0
总样本 Total sample	均值	0	0.001	0.001	0.002	0	0.017	0.003	0	0
	最低值	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高值	0	0.039	0.089	0.130	0	5.283	0.300	0.039	0.021
	检出率/%	0	25.59	2.37	13.27	0	17.77	13.51	0.71	0.47

达不到污染水平。这与蔬菜生产中农药施用方式主要是叶面喷洒,直接进入土壤的农药较少有关。

2.3 土壤综合污染评价

从对西安市重金属检测数据统计结果看,西安市农业产地环境土壤重金属总体污染情况不明显(表 2),其中镉元素整体含量较高,超过一半点位镉含量高于陕西省土壤元素镉背景值 2 倍,高

陵区及未央区 3 处点位含量超出《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)GB 15618-2018》土壤污染风险筛选值镉元素标准,其中两处位于未央区点位汞含量同时也是全市最高,虽然未超过土壤污染风险筛选值汞元素标准,但未央区其余点位也有多个镉、汞含量较高,经分析是由于过去的工业污水灌溉造成累积污染。

表 2 西安市区县农田土壤综合污染评价

Table 2 Comprehensive pollution assessment of farmland soil in Xi'an City

地点 Site	最大单项污染指数 Maximum single pollution index	平均单项污染指数 Average single pollution index	综合污染指数 Composite pollution index	污染等级 Pollution levels	污染程度 The degree of pollution	污染水平 Pollution levels
周至县 Zhouzhi County	0.958	0.271	0.71	Ⅱ	警戒限	尚清洁
鄠邑区 Huiyi District	0.983	0.316	0.73	Ⅱ	警戒限	尚清洁
长安区 Changan District	0.98	0.291	0.72	Ⅱ	警戒限	尚清洁
蓝田县 Lantian County	0.873	0.29	0.65	I	安全	清洁
灞桥区(含港务区) Baqiao District	0.91	0.266	0.67	I	安全	清洁
高陵区 Gaoling District	1.245	0.254	0.90	Ⅱ	警戒限	尚清洁
阎良区 Yanliang District	0.913	0.26	0.67	I	安全	清洁
未央区 Weiyang District	1.143	0.39	0.85	Ⅱ	警戒限	尚清洁
临潼区 Lintong District	0.73	0.247	0.54	I	安全	清洁
西咸新区(代管) Xi-xian District	0.81	0.291	0.61	I	安全	清洁
全市 Citywide	1.245	0.28	0.90	Ⅱ	警戒限	尚清洁

评价的不同区县重金属污染综合污染情况(评价标准详见 1.2),可知灞桥区、蓝田县、临潼区、阎良区、西咸新区(代管)污染等级为Ⅰ级,属于清洁水平;鄠邑区、高陵区、长安区、未央区和周至县污染等级为Ⅱ级,污染程度为警戒限,污染水平尚清洁;西安市整体污染等级为Ⅱ级,污染程度为警戒限。

为验证重金属对农产品的影响,对高陵区的 39 个土壤与农产品对应重金属残留进行了检测。农产品样品的作物种类包括:西红柿、白菜、小麦等 12 个品种,结果表明:农作物中的重金属残留完全符合无公害农业标准限值要求,同时铅、镉、汞、砷在土壤中的含量与农产品中的含量相关性均不显著,说明该区域土壤中的重金属和农产品中的重金属在当地无相关性。

2.4 农田土壤污染防治工作情况

目前西安市在农田土壤防治上开展的主要工作有:一是根据土壤类型、施肥分区、主栽作物等,在 8 个涉农区县建立耕地地力定位监测点 40 个;二是对水肥一体化技术模式、应用作物种类、应用面积、施肥现状、应用效果等情况进行了系统调研;三是进行商品有机肥品种比较试验和示范,扩

大有机肥应用范围,实施土壤改良项目;四是推进施肥方式转变,开展机械深施、机械追肥、种肥同播等技术示范;五是通过推广配方肥、缓控释肥、水溶肥等新型肥料,推广测土配方施肥、水肥一体化、有机肥替代化肥(化肥减量增效)等技术,高质量完成测土配方施肥技术推广,2017 年西安市共推广测土配方施肥面积 32.2 万 hm<sup>2</sup>(小麦 16.2 万 hm<sup>2</sup>,玉米 11.4 万 hm<sup>2</sup>,经济作物 4.6 万 hm<sup>2</sup>),减少化肥用量 3.56 万 t,测土配方施肥技术覆盖率达到 87.4%;六是加强重大病虫监测预报,组织开展专业化统防统治,积极推广杀虫灯、粘虫板等绿色防控技术,2017 年全市重大病虫防控处置率达到 98%、推广绿色防控技术 64.47 万公顷次、专业化统防统治 1.87 万公顷次,全市累计减少农药使用 18 t。

3 存在问题

3.1 化肥和农药使用不尽合理

西安市露地蔬菜氮肥施用量已属于偏高水平,大棚与日光温室均是露地的 2.7 倍,导致其土壤硝酸盐含量分别是露地的 2.3 和 2.2 倍,土壤硝酸盐的累积十分明显;氮肥过量施用会导致植物体内硝酸盐或亚硝酸盐积累,势必导致蔬菜产

品和浅层地下水中硝酸盐含量增加,影响农产品质量安全,生产中氮肥用量要较大幅度降低。

国内外的研究表明,农田土壤重金属主要来源于磷肥的投入。西安市磷肥用量属于极高水平,大棚和日光温室磷肥施用量是露地蔬菜的 2.9 和 3.7 倍<sup>[2]</sup>。在对大棚蔬菜种植 15 a 以上的高陵区通远镇调查发现(表 3),全部 47 个土壤样品中,重金属铅、铬、镉、砷分别有 45、40、20 和 40 个超过土壤背景值,铅、镉、砷平均含量分别是其背景值的 1.23、1.56 和 1.40 倍,说明连续多年

大量的磷肥使用已经使土壤受到重金属的污染,生产中磷肥用量要大幅度降低。

露地蔬菜钾肥施用量属于中等偏下水平,随着种植年限增长,含量呈明显下降趋势,这与露地蔬菜钾肥投入不足有关,钾肥用量可适当提高。设施蔬菜钾肥用量属于偏高水平,生产中钾肥用量要严格控制。

西安市菜田整体杀菌剂用量适宜,与菜田一般农药推荐用量相比,设施蔬菜特别是日光温室蔬菜杀虫剂用量过高。

表 3 高陵区通远镇土壤重金属的描述性统计

Table 3 Descriptive statistics of soil heavy metals in Tongyuan Town, Gaoling District

元素 Element	最大值 Maximum value/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	最小值 Minimum value/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	平均值 Average value/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	标准差 Standard deviation/%	背景值 Background value/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	样点数 Sample points
Pb	44.80	23.40	36.41	4.02	29.50	47
Cd	0.26	0	0.14	0.05	0.09	47
Cr	84.40	45.60	61.37	10.45	62.80	47
As	20.20	10.70	15.67	1.87	11.20	47

3.2 工业发展造成的污染风险依然存在

在对高陵区的深入研究发现,高陵区农田土壤整体受到重金属污染,轻污染占到 28.24%,中污染占到 69.79%,重污染占到 1.96%。在分布趋势上,土壤汞西低东高,大致受阎良工业园影响,土壤铬西南受泾河工业园影响含量最高、东北受阎良工业园影响次之,土壤铅靠近西延、西禹高速公路含量最高,土壤砷受西延高速、三原工业园影响西北含量高,土壤镉污染主要沿泾河、渭河两岸分布。

3.3 缺乏部门间的协作和数据共享

农业环境工作涉及的多个部门都做了大量的工作,但相互之间缺乏沟通与协作,重复工作在所难免。各部门对形成的调查和研究的资料基本保密,鲜有数据公布,没有统一的系统或平台对此整理和保存,难以查询和应用,不能从宏观上揭示西安市农业环境变化规律,无法满足农业科学生产管理需要。

4 建议

相对水体和大气污染而言,土壤污染具有不均匀性和累积性的特点,土壤污染从产生到发现危害通常时间较长。土壤污染一旦发生,仅依靠切断污染源的方法则很难恢复,治理土壤污染的成本高、周期长、难度大。土壤污染的预防应采用“掌握情况、预防为主”的方针。

4.1 实施测土配方施肥减少化肥用量

生产中要根据土壤养分测定值及农作物的养分需求规律确定合理的施肥量,生产中氮肥、特别

是磷肥用量要大幅度降低,钾肥用量要严格控制。在有条件的菜田采用水肥一体化技术,铺设滴灌、喷灌管道等设施,采取少量多次用水用肥措施,提高水肥利用效率,减少肥料过量施用。

4.2 提倡高效低毒低残留农药的合理使用

采取“预防为主,综合防治”的植保方针,按照《农药安全使用规范总则》,根据农药产品登记的防治对象和安全使用间隔期合理选择农药,严禁使用禁限用的剧毒、高毒农药用于农业生产,大力推广使用高效、低毒、低残留的农药,选择最佳用药时间,严格控制用药的频次和用量。

4.3 开展长期定点监测及时掌握土壤污染状况

以基本农田保护区土壤环境、灌溉用水质量监测为基础,进行长期定点监测,定期收集、汇总、整理、总结本区域农业土壤环境监测数据,分析、评价本区域土壤污染状况。生产上因地制宜,采取不同形式的种植方式,减轻土壤污染对农产品质量安全的影响。

4.4 实现数据共享

组织相关部门,建立西安市农业土壤环境管理平台,将分散于各部门、各行业的数据整合、集成,将各部门的监测数据入库,在一定的范围内实现共享与综合利用。为西安市土壤污染的现状分析与规律揭示提供依据,以便更为准确地提出预警和防控措施。

参考文献:

[1] 冯武焕,吕爽,王虎,等.西安市菜田化肥农药施用现状调查与分析[J]中国农学通报,2016,32(31):143-146.  
[2] 冯武焕,吕爽,王虎,等.西安市菜田施肥现状与土壤肥力状况[J].西北农业学报,2016,25(12):1876-1883.



张楠,刘杰,于洪久,等.寒地玉米秸秆生物腐熟后断裂拉力值和减重值的变化[J].黑龙江农业科学,2020(7):68-70.

# 寒地玉米秸秆生物腐熟后断裂拉力值和减重值的变化

张楠<sup>1</sup>,刘杰<sup>1</sup>,于洪久<sup>1</sup>,郭炜<sup>1</sup>,钟鹏<sup>1</sup>,孙彬<sup>1</sup>,王全辉<sup>2</sup>,黄波<sup>3</sup>

(1.黑龙江省农业科学院农村能源与环保研究所,黑龙江哈尔滨 150086;2.农业部种养循环重点实验室,黑龙江哈尔滨 150086;3.黑龙江省秸秆能源化重点实验室,黑龙江哈尔滨 150086)

**摘要:**为促进秸秆综合利用,采用自主研发的秸秆腐熟剂研究其在玉米秸秆直接还田上的应用效果,在黑龙江省绥化市兰西县用网袋法进行了为期 60 d 的田间试验,设空白对照(秸秆直接还田)、尿素+秸秆、腐熟剂+秸秆和腐熟剂+尿素+秸秆共 4 个处理,观察测定还田后玉米秸秆的颜色、拉力和减重率变化。结果表明:随着时间的延长和腐解程度的加深,各处理秸秆的颜色逐渐变深、拉力逐渐变小、减重率逐渐增加;第 10 天达到 67℃;秸秆减重率在 60 d 达到 65.27%;秸秆拉力值在 60 d 时拉力值知道达到 16.23 N,拉力值较使用前降低了 89.43%。效果最好的是腐熟剂+尿素处理,可使秸秆腐解速度加快 20 d 以上。

**关键词:**玉米秸秆;秸秆腐熟剂;腐解;秸秆拉力

黑龙江省作为农业大省,农作物种植面积 1 400 万 hm<sup>2</sup>,秸秆资源广泛分布在松嫩平原和三

江平原,历来是广大农村居民生产生活的主要能源和饲料来源。因此应科学地利用农作物秸秆,使之成为重要的“农业副产物”,使秸秆资源得到真正利用。但由于在农作物秸秆利用上缺乏行之有效的关键技术和装备,大部分农作物秸秆被丢弃在田间地头或者就地焚烧,给环境带来了巨大的污染问题,秸秆综合利用的问题已经成为一个全国性的社会问题<sup>[1]</sup>。本文采用自主研发的秸秆腐熟剂研究其在玉米秸秆直接还田上的应用效果,以期为秸秆综合利用提供解决方案。

收稿日期:2020-04-15

**基金项目:**国家“十三五”重点研发计划课题(2018YFD0300102-4);哈尔滨市科技局青年后备人才项目(2017RAQ-YYJ088);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”项目。

**第一作者:**张楠(1881-),男,硕士,助理研究员,从事循环农业与秸秆综合利用研究。E-mail:zhangnan1461@163.com。

**通信作者:**刘杰(1974-),男,博士,研究员,从事农业生物环境与农村能源研究。E-mail:liujie1677@126.com。

## Investigation Report on Soil Environmental Pollution of Farmland in Xi'an City

YU Shi-feng, PENG You-kai, WANG Qing-hua

(Testing and Monitoring Center of Agricultural Products Quality and Security of Xi'an, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** In order to understand the current situation and existing problems of farmland soil environment in Xi'an City, reveal the law of agricultural environment change in Xi'an City, and meet the needs of agricultural scientific production and management, this study used field survey, data and data analysis, focusing on facility agriculture and vegetable planting, to investigate and analyze the data of more than 300 production bases and more than 1 700 soil samples in 2013-2019. The results showed that the environmental quality of farmland soil in Xi'an City was basically good, but there were potential problems such as unreasonable use of chemical fertilizer and pesticide, pollution risk caused by industrial development, lack of cooperation and data sharing among departments. Some suggestions were put forward to reduce the amount of chemical fertilizer and pesticide, carry out long-term fixed-point monitoring and realize data sharing.

**Keywords:** quality and safety; heavy metal; pollution situation