

平凉市级耕地重金属污染预警系统构建

蒋军锋

(平凉市农业技术推广站, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 根据耕地重金属污染预警的“天-地-人通用概念模型”, 采用粮食平均单产、耕地人口密度、耕地工业产值 3 个预警指标, 初步建立了平凉市级耕地土壤重金属污染预警系统。结果表明, 污染程度在警戒线以下的县区分别为静宁县、灵台县, 警戒值分别为 3.2、8.7。污染程度为轻度污染警示的县区分别为庄浪县、崇信县, 警戒值分别为 10.0、11.3。污染程度为中度污染警示的县区为泾川县, 警戒值为 14.5。污染程度为中重度污染警示的县区分别为崆峒区、华亭县, 警戒值分别为 22.3、25.8。

关键词: 耕地重金属污染; 预警系统; 平凉

中图分类号: D912.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)02-0050-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.02.013

Establishment of Early Warning System for Heavy Metal Pollution in Farmland of Pingliang City

JIANG Junfeng

(Pingliang Agricultural Technology Extension Station, Pingliang Gansu 744000, China)

Abstract: According to “heaven, earth and human universal conception model” of early warning farmland heavy metal pollution warning, The early warning system of heavy metal pollution in farmland at Pingliang was initially preliminarily established by using three early warning indicators: average unit yield of grain, population density of cultivated land and industrial output value of cultivated land. The results showed that the counties below the warning line were Jingning County and Lingtai County, with warning values were 3.2 and 8.7, respectively. The counties with mild pollution warning were Zhuanglang County and Chongxin County, with warning values of 10.0 and 11.3 respectively. The county with moderate pollution warning is Jingchuan County, with a warning value of 14.5. The counties with moderate-severe pollution warning were Kongtong and Huating, with warning values of 22.3 and 25.8, respectively.

Key words: Farmland heavy metal pollution; Warning system; Pingliang

2014 年 4 月 17 日环境保护部、国土资源部发布的《全国土壤污染状况调查公报》指出, 耕地土壤点位超标率为 19.4%, 其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为 13.7%、2.8%、1.8%和 1.1%, 主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕和多环芳烃, 而造成土壤污染的主要原因是在经济社会发展过程中污染物长期的

累积^[1]。耕地土壤重金属污染是威胁粮食安全和人体健康的重大问题^[2], 且重金属污染具有累积性、隐蔽性和不可逆性等特点, 危害大, 持续时间长, 治理成本高。因此, 对其进行早期预警具有重要意义。目前重金属污染预警的方法主要有利用 GIS 结合多智能体技术(MAS)^[3-5]、超标年限预测模型、灰色聚类模型、情景预测法以及人

收稿日期: 2018-06-14; 修订日期: 2018-09-23

作者简介: 蒋军锋 (1975—), 男, 甘肃泾川人, 农艺师, 本科, 主要从事农业技术和土壤肥料研究工作。联系电话: (0)15809440789。Email: 934553866@qq.com。

工神经网络模型等^[6-8]。笔者根据耕地重金属污染预警的“天-地-人通用概念模型”^[9-11]，提出适合平凉市耕地重金属污染状况的预警模型及相应的预警指标体系，为平凉市战略规划的制定提供参考依据。

1 系统模型及数据来源

1.1 系统模型

该模型中耕地重金属污染主要受“天-地-人”三大类因素影响，其中，“天”是以气候为主的大环境要素的综合因素；“地”是指土壤环境状况；“人”是以人为为主的社会、经济综合影响因素。假设在一个具体的生产单元里，在最近的 5~10 a 内的气候状况、土壤环境在一定的时间(s)和空间(t)内是相对固定的，那么主要影响因素就是“人”，可将“人”划分为 3 个主要预警指标：农业生产过程中产生的污染，用粮食单产表示；人类日常生活过程中产生的污染，用耕地人口密度表示；工业生产过程中的污染，用耕地工业产值表示。因此，该模型可简化为公式(1)

$$Y=f(t)_{s,t}=f(\text{粮食单产、耕地人口密度、耕地工业产值})_{s,t} \quad (1)$$

式中， Y 表示在一定的时间(s)和空间(t)内某一行政单元(预警区)耕地土壤重金属的污染程度，即预警值；粮食单产表示某一行政单元在最近 5~10 a 的粮食平均单产，计量单位为 kg/hm^2 ；耕地人口密度表示某一行政单元在最近 5~10 a 的人口与耕地面积之比，计量单位为 $\text{万人}\cdot\text{千}/\text{hm}^2$ ；耕地工业产值表示某一行政单元在最近 5~10 a 的平均工业产值与耕地面积之比，单位为 $\text{万元}/\text{hm}^2$ 。

1.2 数据选择及来源

研究数据来自 2010—2016 年 7 a 《平凉发展年鉴》的统计数据^[12]，即平凉市各县(区)各年度的粮食作物总产量(t)、粮食作物播种面积($\text{万}\text{hm}^2$)、工业总产值(万元)、人口数量(万人)，从而计算得到相应的粮食单产(kg/hm^2)、耕地人口密度($\text{万人}/\text{hm}^2$)、

耕地工业产值($\text{万元}/\text{hm}^2$)。

2 预警系统建立

2.1 预警单元的划分

预警区为整个平凉市；预警单元为平凉市 7 县(区)(崆峒区、泾川县、灵台县、崇信县、庄浪县、静宁县、华亭县)^[12]，单元数为 7 个；预警指标分别为平凉市各县区最近 7 a 平均粮食单产、平均耕地人口密度、平均耕地工业产值。

2.2 预警值的计算方法

以平凉市某县某指标最高和最低为相对 100% 和 0%，折算所有县的 3 个相对指标，即：单产相对值(Y_1)、耕地人口密度相对值(Y_2)和耕地工业产值相对值(Y_3)，其变动范围为 0%~100%，预警值(Y)等于 3 个相对指标之和再除以 10。计算公式如下：

$$Y_1=(\text{某县单产}-\text{全市最低单产})/(\text{全市最高单产}-\text{某县最低单产}) \quad (2)$$

$$Y_2=(\text{某县耕地人口密度}-\text{全市最低耕地人口密度})/(\text{全市最高耕地人口密度}-\text{某县最低耕地人口密度}) \quad (3)$$

$$Y_3=(\text{某县耕地工业产值}-\text{全市最低耕地工业产值})/(\text{全市最高耕地工业产值}-\text{某县最低耕地工业产值}) \quad (4)$$

$$Y=(Y_1+Y_2+Y_3)/10 \quad (5)$$

2.3 预警等级的划分及预警结果的判定

将预警值划分为 7 个区间，分别命名为“红橙黄绿青蓝紫”7 个警示级别，分别命名为 C1 红、C2 橙、C3 黄、C4 绿、C5 青、C6 蓝、C7 紫，C 为县(County)的英文缩写^[13]，预警等级的划分及预警结果的判定见表 1。

表 1 预警等级划分

等级	警戒值	污染程度
C1 红	$0 \leq Y \leq 5$	警戒限以下
C2 橙	$5 \leq Y \leq 10$	警戒限以下
C3 黄	$10 \leq Y \leq 14$	轻度污染警示
C4 绿	$14 \leq Y \leq 18$	中度污染警示
C5 青	$18 \leq Y \leq 22$	轻重度污染警示
C6 蓝	$22 \leq Y \leq 26$	中重度污染警示
C7 紫	$26 \leq Y \leq 30$	重重度污染警示

3 预警结果与分析

由表 2 看出, 污染程度在警戒线以下的县区分别为静宁县、灵台县, 警戒值分别为 3.2、8.7。污染程度为轻度污染警示的县区分别为庄浪县、崇信县, 警戒值分别为 10.0、11.3。污染程度为中度污染警示的县区为泾川县, 警戒值为 14.5。污染程度为中重度污染警示的县区分别为崆峒区、华亭县, 警戒值分别为 22.3、25.8。

4 结论与讨论

以“天-地-人通用概念模型”为基础, 采用粮食平均单产、耕地人口密度、耕地工业产值 3 个预警指标, 初步建立了平凉市市级耕地土壤重金属污染预警系统。污染程度在警戒线以下的县区分别为静宁县、灵台县, 警戒值分别为 3.2、8.7。污染程度为轻度污染警示的县区分别为庄浪县、崇信县, 警戒值分别为 10.0、11.3。污染程度为中度污染警示的县区为泾川县, 警戒值为 14.5。污染程度为中重度污染警示的县区分别为崆峒区、华亭县, 警戒值分别为 22.3、25.8。

从理论上预警了平凉市近 7 年的耕地土壤重金属污染程度, 基本上符合平凉市的基本情况, 城市土壤的污染主要来源于人为因素和土壤本地的污染程度, 而人为因素主要有工业、农业、交通运输等过程中产生的污染^[14]。需要强调的是该结果只是对可能存在的污染驱动力的相对划分, 并不代表耕地土壤重金属污染的实际情况。

本研究中重金属预警模型不但可以对平凉市耕地重金属现状进行预警, 也可以对未来进行预警。而且可以建立县级重金属单一污染预警系统, 即以每个县的乡镇为基本预警单元, 单元数为乡镇的数量, 形成多套预警系统, 如可分别建立镉、铅、砷、汞等预警系统, 可具体为县级耕地重金属污染防治提供参考依据。

本研究中预警指标的最低值与最高值可采用甘肃省的最高值和最低值, 也可采用全国的指标, 因此, 需要具体情况具体分析。例如, 想要与甘肃省相比较, 就需使用甘肃省的标准。笔者使用平凉市标准的目的在于更好的掌握平凉市各县区耕地重金属污染的具体状况, 为平凉市的发展提供参考依据。

参考文献:

- [1] 刘传德, 王强, 于波, 等. 耕地土壤重金属污染的特点和治理对策[J]. 农技服务, 2008, 25(7): 118-119.
- [2] 马彦. 土壤重金属污染及其植物修复研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2016(2): 69-77.
- [2] 严加永, 吕庆田, 葛晓立. GIS 支持下的土壤重金属污染预测预警研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2007, 37(3): 592-596.
- [3] 吴春发. 复合污染土壤环境安全预测预警研究—以浙江省富阳市某污染地为例[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [4] 李向, 宋涛. MAS 技术在土壤重金属污染评价及预警中的应用[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(1): 217-220; 224.

表 2 平凉市 2010—2016 年耕地重金属污染预警结果

单元	粮食平均单产 /(kg/hm ²)	耕地人口密度 /(万人·千/hm ²)	耕地平均工业产值 /(万元/hm ²)	粮食单产相对值 /Y1	人口密度相对值 /Y2	工业产值相对值 /Y3	警戒值 /Y
崆峒区	3 527	0.922 2	5.897 2	100	100	23	22.3
泾川县	3 246	0.754 0	0.643 6	80	64	1	14.5
灵台县	3 340	0.459 9	0.421 3	87	0	0	8.7
崇信县	2 966	0.527 8	9.306 2	60	15	38	11.3
庄浪县	2 574	0.773 0	0.569 0	31	68	1	10.0
静宁县	2 137	0.600 7	0.868 5	0	30	2	3.2
华亭县	3 406	0.768 7	23.998 7	91	67	100	25.8

适宜陇东旱塬区双垄沟播的耐密玉米品种筛选试验

续创业, 张锐鹏, 朱晓惠

(平凉市农业科学院, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 在陇东旱塬区对引进的 25 个玉米品种进行了比较试验, 结果表明, 25 个玉米品种的平均折合产量为 12 618.5 kg/hm², 高于平均产量的品种有 13 个。其中以瑞普 908 折合产量最高, 为 16 827.0 kg/hm²; 其次是京农科 968、MC278 和先玉 335, 分别为 15 291.0、15 181.5、15 168.0 kg/hm²。折合产量超过 13 500 kg/hm² 的品种有 6 个, 分别是新引 M753、陕单 609、京农科 728、陕单 636、吉单 66、西蒙 6 号。九圣禾 2468、迪卡 519 和大丰 30 的产量均略高于平均值。通过综合性状及产量性状分析, 以上 13 个玉米品种均适宜在陇东旱塬区推广种植。

关键词: 陇东旱塬区; 耐密品种; 玉米; 筛选试验

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)02-0053-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.02.014

甘肃陇东地区属黄土高原沟壑区, 是我国西北典型的雨养农业区, 玉米作为该区的第二大作物, 其产量对当年粮食作物的总产量有很大贡献, 尤其近些年随着全膜双垄沟播技术在的示范推广, 破解了春夏干旱限制农业安全生产的瓶颈, 玉米成了种植业效

益最好的作物, 玉米生产潜力得到极大提升, 但由于长期种植的玉米品种以稀植大穗、生育期长为主, 密度一般在 4.50 万 ~ 5.25 万株 /hm², 平均密度 4.9 万株 /hm², 距密植 6.0 万 ~ 7.5 万株 /hm² 尚有差距^[1-5]。为了筛选出适宜陇东地区全膜双垄沟播的密

收稿日期: 2018-11-23

基金项目: 甘肃省农业科学院院地合作项目“耐旱耐密机收玉米品种引进评价”(2018GAAS03); 平凉市科技项目“陇东旱塬区玉米密植增产农机农艺融合关键技术研究”; 甘肃省玉米产业技术体系试验站。

作者简介: 续创业 (1983—), 男, 甘肃静宁人, 农艺师, 主要从事作物高效栽培技术研究。联系电话: (0)13649333529。Email: plnksxycy@126.com。

- [5] 范迪富, 翁志华, 金 洋, 等. 江苏省溧水县土壤环境污染预警预测方法探讨[J]. 江苏地质, 2005, 29(2): 88-93.
- [6] 汤奇峰. 四川成都经济区耕地生态系统割爱生态安全性预测预警研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- [7] 侯艳辉. 矿区生态环境评估及预警实现技术研究[D]. 济南: 山东科技大学, 2004.
- [8] 侯彦林. 中国耕地重金属污染预警系统研究[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(4): 697-705.
- [9] 侯彦林, 李江英, 周永娟, 等. 中国耕地氮面源污染研究: II 污染评价指标体系的初步制定[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(4): 1277-1282.
- [10] 侯彦林, 赵慧明, 李江英, 等. 中国耕地氮面源污染研究: III 估算模型的实证[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(7): 1337-1340.
- [11] 彦卫忠. 环境预警指标体系研究[J]. 长沙电力学院学报, 2002, 17(3): 87-90.
- [12] 张艳丽. 平凉市蔬菜产地灌溉水源重金属含量检测与评价[J]. 甘肃农业科技, 2015(6): 36-38.
- [13] 平凉发展年鉴编纂委员会. 平凉发展年鉴[M]. 兰州: 兰州大众彩印包装有限公司, 2016.
- [14] 刘鲤榕. 城市土壤重金属污染现状及治理方法[J]. 能源与环境, 2011(3): 62-63.

(本文责编: 杨 杰)