

某区域农用地土壤环境调查评估研究

朱步飞¹, 孙一轩², 余期冲³

¹瑞清环境研究院(江苏)有限公司, 江苏 南京

²南大环境规划设计研究院(江苏)有限公司, 江苏 南京

³南京大学环境规划设计研究院集团股份公司, 江苏 南京

收稿日期: 2024年12月25日; 录用日期: 2025年1月15日; 发布日期: 2025年1月28日

摘要

本文以某区域农用地为研究对象, 对区域内的农用地土壤和农产品进行采样检测, 统计分析检测数据。采用单因子指数法对土壤环境和农产品质量状况进行评估。评估结果表明, 研究区域内的农用地土壤和农产品样品均存在超标情况, 建议对农用地土壤和农产品中的超标情况开展深入溯源分析, 并定期开展监测和调查评估工作, 以便及时优化调整风险管理措施。

关键词

农用地, 土壤环境, 调查评估

Research on Soil Environment Investigation and Evaluation of Agricultural Land in a Certain Region

Bufei Zhu¹, Yixuan Sun², Qichong Yu³

¹Ruiqing Environmental Research Institute (Jiangsu) Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

²Nanjing University Environmental Planning and Design Institute (Jiangsu) Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

³Nanjing University Environmental Planning and Design Institute Group Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 25th, 2024; accepted: Jan. 15th, 2025; published: Jan. 28th, 2025

Abstract

Taking agricultural land in a specific region as the research object, this study involves sampling and testing of soil and agricultural products in the region, followed by statistical analysis of the resulting data. Using the single-factor index method, the soil environment and the quality of agricultural products were

文章引用: 朱步飞, 孙一轩, 余期冲. 某区域农用地土壤环境调查评估研究[J]. 土壤科学, 2025, 13(1): 52-57.

DOI: 10.12677/hjss.2025.131007

evaluated. The findings indicate exceedances in both soil and agricultural product samples within the study area. It is therefore recommended to conduct in-depth traceability analysis of the exceedances in the soil and agricultural products in agricultural land and regularly carry out monitoring and investigation evaluations, so as to timely optimize and adjust risk management measures.

Keywords

Agricultural Land, Soil Environment, Investigation and Evaluation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤是经济社会可持续发展的物质基础, 关系人民群众身体健康, 关系美丽中国建设, 保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。随着工业化和城市化的快速发展, 土壤污染问题日益凸显, 特别是重金属污染对农业生态环境和人类健康构成了严重威胁。有研究表明, 我国城市、城郊和农村均存在不同程度的农田重金属污染问题, 涉及全国 83.9% 的省份和 22.5% 的地级市[1]。农用地土壤重金属污染问题受到越来越多的关注, 其污染和分布特征及评价成为环境科学研究的热点问题[2][3]。农用地土壤作为农作物生长的基础, 其质量状况直接关系到食品安全和公共健康。对农用地土壤环境和农产品进行调查评估, 对于保障农产品的质量和人体健康具有重要意义[4]-[6]。本文立足于研究区域的实际情况, 以改善土壤环境质量为核心, 以保障农产品质量为出发点, 依照国家相关法律法规要求, 在综合考虑调查区域农用地及污染源等相关资料和历史调查结果的基础上, 对研究区域内的农用地(含农产品)开展采样监测工作, 查明区域农用地土壤环境及农产品质量现状, 并依据调查评估结果提出合理可行的风险管控措施。

2. 材料与方法

2.1. 研究区域概况

研究区域处于我国东南季风区, 属于北亚热带与暖温带渐变过渡地带的半湿润气候; 季风明显, 四季分明, 气候温和, 雨量适中, 干冷同期, 雨热同季, 适于多种植物生长, 有利于发展农业。

研究区域调查评估范围涉及多个乡村辖区内的农用地, 区域内农用地以旱地为主、水田为辅, 种植的农作物主要有小麦、水稻、玉米、花生、红薯等, 总面积约为 100 km²。

2.2. 研究方法

2.2.1. 调查单元划分

由于研究区域涉及多个村庄、且较为分散, 为了方便布设农用地土壤调查点位, 本次研究根据区域内村庄分布位置, 综合考虑采样路线的连续性, 将研究区域划分为 3 个调查单元(A、B 和 C)进行布点调查, 具体划分情况如下: 单元 A 包括 1 个村庄辖区内农用地, 单元 B 包括 7 个村庄辖区内农用地, 单元 C 包括 2 个村庄辖区内农用地。

2.2.2. 监测点位布设

本次研究依据区域内农用地土壤环境现状情况, 分别借助 500 m × 500 m 网格(约 375 亩 1 个点位)和

1000 m×1000 m 网格(约 1500 亩 1 个点位)布设土壤监测点位。经统计, 本次研究共布设约 400 个农用地监测点位, 且每个监测点位均同步设为农产品协同监测点位。

2.2.3. 采样深度设置

考虑到研究区域内农作物主要为小麦、玉米、水稻、花生、红薯等, 涉及农产品根系发育较浅, 故本次研究农用地土壤样品仅采集 0~20 cm 耕作层土壤。

2.3. 检测指标

农用地土壤样品: 综合考虑本次研究目的和研究区域背景情况, 同时为了更加全面地评估研究区域内农用地土壤质量情况, 本次研究依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)) [7], 将表 1 和表 2 中所有项目均纳入本次检测范围; 此外, 每份农用地土壤样品同步测试 pH 值。

农产品样品: 农产品协同监测点位样品的检测因子应与农用地土壤样品的检测因子一致, 但考虑到农产品样品检测结果的可评价性, 本次研究选取《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762-2022) [8]中存在相关标准值的污染因子开展检测工作。

综上, 本次研究农用地土壤样品检测因子包括 pH、重金属(铜、铅、锌、镍、铬、镉、砷、汞)、六六六、滴滴涕和苯并(a)芘; 农产品样品的检测因子确定为铅、铬、镉、砷、汞和苯并(a)芘; 统计情况详见表 1。

Table 1. Soil and agricultural product sample detection factors
表 1. 土壤和农产品样品检测因子

序号	类别	检测因子
1	农用地土壤样品	pH、重金属(铜、铅、锌、镍、铬、镉、砷、汞)、六六六、滴滴涕和苯并(a)芘
2	农产品样品	铅、铬、镉、砷、汞和苯并(a)芘

2.4. 评价方法

本次研究农用地土壤和农产品样品分别参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中相应的风险筛选值和《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762-2022)中相关的标准值, 采用单因子指数法进行评价, 计算公式如下:

$$E_{ij} = \frac{C_{ij}}{L_{ij}} \tag{1}$$

式中:

- E_{ij} ——样品 i 中污染物 j 的单因子超标指数;
- C_{ij} ——样品 i 中污染物 j 的含量测定值; 单位与 L_{ij} 保持一致;
- L_{ij} ——样品 i 中污染物 j 的评价依据。

3. 结果与分析

3.1. 检测结果

3.1.1. 土壤样品检测结果

本次研究共采集、送检约 400 份农用地土壤样品(不含平行样), 各土壤样品检测因子包括 pH、重金属(铜、铅、锌、镍、铬、镉、砷、汞)、六六六、滴滴涕和苯并(a)芘, 各土壤样品污染因子检出结果统计

分析情况如下。

1) pH 值

农用地土壤样品中的 pH 值在 4.46~8.46 之间, 平均值为 6.503; 研究区域内农用地土壤样品的 pH 值存在一定差异, 围绕中性值(7.0)上下波动, 总体呈弱酸性。

2) 重金属

对所有农用地土壤样品检测重金属铜、铅、锌、镍、铬、镉、砷和汞, 所有农用地土壤样品的污染因子均有检出, 具体统计情况详见表 2。

Table 2. Statistical table of heavy metal detection in soil samples
表 2. 土壤样品重金属检出情况统计表

序号	重金属	平均值(mg/kg)	最小值(mg/kg)	最大值(mg/kg)
1	铜	40	6	151
2	铬	115	5	490
3	镍	113	7	503
4	锌	99	27	713
5	铅	20.3	3.8	50.6
6	镉	0.09	0.01	0.42
7	砷	6.9	1.6	18.6
8	汞	0.05	0.003	0.98

由上表可知: 1) 土壤样品中重金属铜的检出值在 6~151 mg/kg 之间, 重金属铬的检出值在 5~490 mg/kg 之间, 重金属镍的检出值在 7~503 mg/kg 之间, 重金属锌的检出值在 27~713 mg/kg 之间, 重金属铅的检出值在 2.8~50.6 mg/kg 之间, 重金属镉的检出值在 0.001~0.42 mg/kg 之间, 重金属砷的检出值在 1.55~18.6mg/kg 之间, 重金属汞的检出值在 0.003~0.984 mg/kg 之间; 2) 土壤样品中重金属(铜、铬、镍和锌)检出值的平均值和最大值均相对较高; 3) 重金属(铅、镉、砷和汞)检出值的平均值和最大值相对较低。

3) 六六六、滴滴涕和苯并(a)芘

对所有农用地土壤样品检测六六六、滴滴涕和苯并(a)芘, 所有农用地土壤样品均未检出六六六、滴滴涕和苯并(a)芘, 检出率为零。

3.1.2. 农产品样品检测结果

本次研究共采集、送检约 400 份农产品样品(不含平行样), 农产品包括水稻、小麦、玉米、红薯和花生; 检测因子包括重金属铬、铅、镉、砷、汞和苯并(a)芘, 各类样品具体检出结果统计分析情况如下。

1) 苯并(a)芘

所有检测污染因子(苯并(a)芘)的农产品样品均未检出苯并(a)芘, 检出率为零。

2) 重金属

所有农产品样品均检测重金属铬、铅、镉、砷和汞, 其中农产品(水稻)重金属汞均未检出, 其余重金属(铬、铅、镉和砷)均有检出, 检出率为 16.0%~93.33%; 农产品(小麦)重金属汞均未检出, 重金属镉全部检出、检出率 100.0%, 其余重金属(铬、铅和砷)均有检出, 检出率为 30.0%~88.57%; 农产品(玉米)中重金属铅均未检出, 其余重金属(铬、镉、砷和汞)均有检出, 检出率为 1.64%~73.33%; 农产品(红薯)的重金属(铬、铅、镉、砷和汞)均有检出, 检出率为 3.70%~53.70%; 农产品(花生)重金属(镉和砷)全部检出、检

出率 100.0%，其余重金属(铬、铅和汞)均有检出，检出率为 6.67%~13.33%。

3.2. 评估结果

3.2.1. 土壤样品评估结果

将所有农用地土壤样品检测因子的检出值与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中相应的筛选值进行对比、分析发现：1) 部分土壤样品中重金属(铜、铬等)存在超标情况，超标率在 0.98%~11.48%之间，超标倍数在 0.01~1.45 倍之间；2) 土壤样品中六六六、滴滴涕和苯并(a)芘的检出值均未超出相应筛选值。

3.2.2. 农产品样品评估结果

将所有农产品样品检测因子的检出值与《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762-2022)中相应的标准值进行对比、分析发现：1) 个别农产品样品中重金属(铬、铅)存在超标情况，超标率在 0.3%~0.9%之间，超标倍数在 0.2~1.1 倍之间；2) 所有农产品样品中重金属(镉、砷和汞)、苯并(a)芘的检出值均未超出相应标准值。

3.3. 风险管控措施

依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中关于农用地土壤污染风险筛选值和管制值使用的规定，综合考虑本次研究农用地土壤环境以及农产品协同监测的调查评估结果，本次研究提出如下风险管控措施：

1) 对于农用地土壤样品和农产品样品均未超标的协同监测点位及其周边农用地，应对该区域农用地土壤和农产品制定定期监测方案，实行严格保护，确保其面积不减少，耕地污染程度不上升。

2) 对于农用地土壤样品超标、农产品协同监测不超标的点位及其周边农用地，可以采取农艺调控、替代种植、轮作、间作等措施，阻断或者减少污染物和其他有毒有害物质进入农作物可食部分，降低农产品超标风险，并对该区域内农用地土壤和农产品制定长期跟踪监测计划，进一步分析不同农作物和土壤污染物浓度之间的关系，根据跟踪监测结果及时优化调整相关的风险管控措施。

3) 对于农用地土壤样品超标、农产品协同监测也超标的点位及其周边农用地，应对该区域内农产品制定长期跟踪监测计划，若发现该区域农产品多次存在超标情况，应当采取替代种植等风险管控措施(比如种植研究区域内重金属累积效果不明显的农产品)，并对新种植的农产品制定跟踪监测计划，若仍存在超标情况，可采取退耕还林还草等风险管控措施。

4. 结语

建议对研究区域内农产品质量安全情况定期开展监测和调查评估工作，深入掌握农用地土壤超标区域内农产品质量安全情况，便于及时优化调整风险管理措施。

建议根据相关技术文件对研究区域内农用地土壤和农产品超标情况进行深入溯源分析，比如开展区域农业灌溉水体调查评估、区域地质背景调查分析、区域土壤重金属有效态检测等相关工作，剖析以上因素与区域农用地土壤和农产品超标的关联性，明确影响研究区域农用地土壤环境状况和农产品质量的因素，并依据相关工作成果优化风险管控措施。

参考文献

- [1] 徐建明, 何丽芝, 唐先进, 等. 中国重金属污染耕地土壤安全利用存在问题与建议[J]. 土壤学报, 2023, 60(5): 1289-1296.
- [2] 施姜丹, 吴杨洋, 黄蕾. 中国表层土壤中重金属时空分布特征及影响因素研究——基于文献计量分析[J]. 环境

生态学, 2022, 4(5): 1-7.

- [3] 陈文轩, 李茜, 王珍, 等. 中国农田土壤重金属空间分布特征及污染评价[J]. 环境科学, 2020, 41(6): 2822-2833.
- [4] 李洋, 张乃明, 魏复盛, 等. 滇东镉高背景区菜地土壤健康风险评价与基准[J]. 中国环境科学, 2020, 40(10): 4522-4530.
- [5] 王红梅, 吴健芳, 田自强, 等. 土壤污染物健康风险评价技术现状及发展趋势[J]. 环境工程技术学报, 2023, 13(2): 778-784.
- [6] 韩芹芹, 苏菲菲, 李凡, 等. 2021 年乌鲁木齐市农村土壤重金属健康风险评价[J]. 环境科学导刊, 2022, 41(3): 67-73.
- [7] 生态环境部, 国家市场监督管理总局. GB 15618-2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [8] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. GB 2762-2022 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.