

Study on Distribution of Heavy Metals in Different Types of Farmland

Yangjie Lu^{1,2,3,4*}, Zhen Guo^{1,2,3,4}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd, Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Land and Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: *995915203@qq.com

Received: May 20th, 2019; accepted: June 4th, 2019; published: June 11th, 2019

Abstract

In order to investigate the effects of different land use types and soil depths on the distribution of heavy metals in soils in mining areas, heavy metals in different soil layers of five types of agricultural land in Tongguan gold mining area were studied. The results show that different land use types have a greater impact on the distribution of heavy metals in soils between land use types and soil layers. Among the five types of agricultural land, there is a positive correlation between heavy metals Ni, Cu, Zn and Cd, which may come from the same pollution source, but there is no risk of heavy metal pollution.

Keywords

Mining Area Farmland, Heavy Metal Content, Risk Value

不同类型农田的重金属分布研究

卢垟杰^{1,2,3,4*}, 郭 振^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

³陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: *995915203@qq.com

收稿日期: 2019年5月20日; 录用日期: 2019年6月4日; 发布日期: 2019年6月11日

*通讯作者。

文章引用: 卢垟杰, 郭振. 不同类型农田的重金属分布研究[J]. 环境保护前沿, 2019, 9(3): 322-329.

DOI: 10.12677/aep.2019.93045

摘要

为了探讨矿区农田不同土地利用类型和土层深度对土壤重金属分布的影响,对潼关金矿区5种类型农用地不同土层的土壤重金属进行了研究。结果表明:土地利用类型和土层之间,不同土地利用类型对土壤重金属的分布影响更大。5种类型农用地中,重金属Ni、Cu、Zn、Cd之间均存在正相关性,可能来自同一污染源,但均不存在重金属污染风险。

关键词

矿区农田, 重金属含量, 风险值

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

陕西省是我国重要的矿产资源大省,是我国贵金属、有色金属、非金属矿产资源的主要开采区之一[1]。矿山开采、选冶和冶炼过程中,矿石中的重金属元素会随废石尾沙、矿尘、废气进入矿区及周边土壤中,对矿区周围生态环境带来众多负面影响[2][3]。目前冶金部东桐峪金矿、潼关金矿及县黄金公司小口金矿等20多个国营和乡镇矿山正在生产,其选金尾矿堆存量较大[4][5],给矿山的正常生产和当地环境安全带来了严重威胁。

矿区基本农田土壤重金属污染尤为严重。重金属主要是指密度在 5.0 g/cm^3 以上的金属元素[6]。其中,砷、硒虽是非金属元素,但是它的毒性及化学性质与重金属相似,所以将砷、硒列入重金属污染物范围内[7]。徐友宁等[8]-[13]在2005年至2011年先后开展了矿山地质环境治理研究,主要以潼关小秦岭金矿区为例,结合该区地质地貌等从宏观上对整个矿区进行了大量采样分析研究,得到Hg, Pb, Cd, Cu, Zn等重金属元素在矿区内的区域分布情况,同时研究了这5种重金属元素在农业生产型、大气降尘型、河水灌溉型、矿业污水灌溉型、尾矿渣淋溶型土壤剖面上0~60 cm深度范围内的迁移情况。

土壤是一种开放的自然系统,在与其他事物进行物质和能量的交换时,外源重金属会不可避免地进入其中[14]。我国每年因重金属污染而减产粮食超过 $1.0 \times 10^8\text{ t}$,另外被重金属污染的粮食每年也多达 $1.2 \times 10^8\text{ t}$,造成的经济损失合计至少为 2.0×10^{11} 元[15],而且污染有逐年加重的趋势[16][17]。

本文从矿区农田利用情况出发,对不同土地利用类型和不同埋深的土壤重金属进行研究,旨在为矿区重金属治理后的农田恢复利用情况提供科学依据。

2. 研究内容

2.1. 研究区概况

潼关县地处陕西省关中平原东端,居秦、晋、豫三省交界处。气候属暖温带大陆性季风型干旱气候。南北差异大,光能资源较充足,热量和降水量偏少,时空分布不均。四季分明,冬夏长,春秋短。因过去对矿产资源的开发无序混乱,开采过程中监管不严,大量非法大、小规模的开发活动屡禁不止,开采后遗留的大量废弃物未经严格处理便随意堆放,占用土体,污染环境,当地许多居民的房前屋后都堆积

了大大小小的尾矿渣堆。因缺少环境保护意识, 当地居民对污染严重的土地并未停止耕种, 土壤中的重金属等污染物经食物链进入人体, 对当地的居民身体健康带来严重危害。

2.2. 试验材料

通过实地踏勘, 根据当地农作物种类差异, 在地质灾害治理项目一期基本农田治理区块, 选取了 5 个采样区进行土样采集, 如表 1, 分层采集 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm、80~100 cm 层位的新鲜土壤, 并对其进行测试。

Table 1. Sampling point information

表 1. 采样点信息

采样点	种植作物	纬度	经度
1	荒草地(Grass)	34°29'32"	110°14'37"
2	小麦地(Wheat)	34°29'37"	110°14'54"
3	油菜地(Rapeseed)	34°29'37"	110°14'54"
4	花椒地(Pepper)	34°29'38"	110°14'53"
5	石榴地(Pomegranate)	34°32'35"	110°15'2"

2.3. 测试方法

重金属 Ni、Cu、Zn、Cd 含量采用 ICP-MS 来测定采用 ICP-MS 测定[18]。

2.4. 数据处理

采用 Excel 2013 软件计算平均值和标准偏差, 数据分析采用 SPSS 21.0 软件, 相关分析采用线性相关分析。

3. 结果与分析

表 2、表 3 为土壤重金属的方差分析结果和风险值。

Table 2. Analysis of variance for heavy metals in the soil according to the land type and soil layer

表 2. 类型和土层对土壤重金属镍、铜、锌和镉的方差分析

	Ni	Cu	Zn	Cd
Soil layer	0.155	0.191	0.023	0.016
Land type	0.029	0.075	0.028	0.037

注: 表中数据为 P 值。

Table 3. Heavy metal risk value of agricultural land

表 3. 农用地土壤重金属风险值

采样点	Ni	Cu	Zn	Cd
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
风险筛选值	190.00	100.00	300.00	0.60

注: 风险值指在 pH > 7.5 时的非水田农用地土壤污染风险筛选值[19]。

3.1. 矿区农田重金属镍的分布

如图 1, 矿区农用地的重金属镍含量范围在 22.36 mg/kg 到 41.89 mg/kg 之间, 花椒地的土壤重金属镍含量随土层深度增加而下降, 在 0~20 cm 土层分布较集中, 其余各类型农用地的土壤重金属镍均在 25~30 mg/kg 范围内波动, 变化较小。荒草地的土壤重金属镍含量最大值 26.21 mg/kg 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属镍风险值低 86.21%, 无重金属镍污染风险; 小麦地的土壤重金属镍含量最大值出现在 0~20 cm 土层, 为 29.12 mg/kg, 较农用地土壤重金属镍风险值低 84.67%, 无重金属镍污染风险; 油菜地的土壤重金属镍含量最大值 32.79 mg/kg 出现在 40~60 cm 土层, 较农用地土壤重金属镍风险值低 82.74%, 无重金属镍污染风险; 花椒地的重金属镍含量最大值为 41.89 mg/kg, 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属镍风险值低 77.95%, 表明花椒地无重金属镍污染风险; 石榴地的土壤重金属镍含量最大值 26.14 mg/kg 出现在 40~60 cm 土层, 较农用地土壤重金属镍风险值低 86.24%, 无重金属镍污染风险; 矿区农田无重金属镍污染的风险。方差分析表明, 不同的农田利用类型对重金属镍的影响显著, 而土层变化的影响不显著。

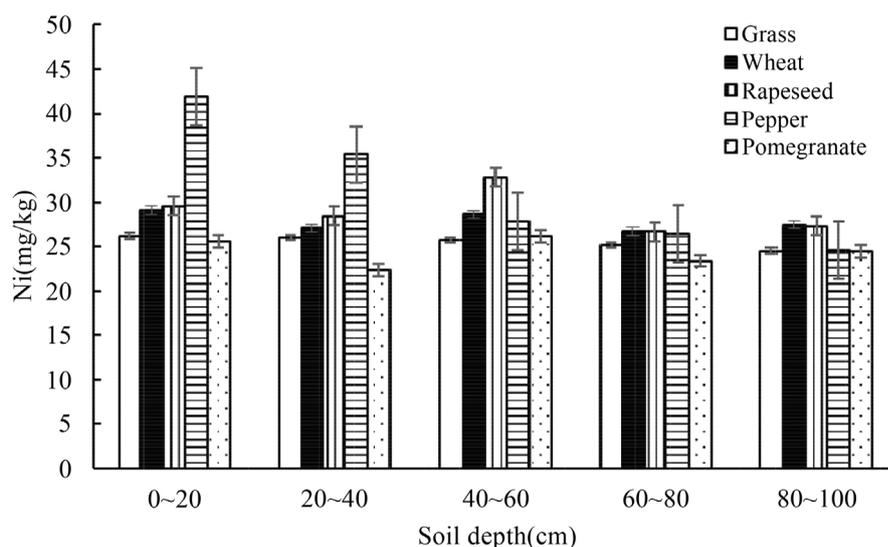


Figure 1. Distribution of heavy metal nickel in agricultural land of mining area

图 1. 矿区农用地土壤重金属镍的分布

3.2. 矿区农田重金属铜的分布

如图 2, 矿区农用地的重金属铜的含量为 14.81 mg/kg 到 82.87 mg/kg 之间, 主要分布在花椒地的 0~40 cm 土层, 其余差异较小。除石榴地外, 土壤重金属铜的含量基本呈现出随土层深度增加而减小的趋势。荒草地的土壤重金属铜含量最大值 26.83 mg/kg 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属铜风险值低 73.17%, 无重金属铜污染风险; 小麦地的土壤重金属铜含量最大值出现在 0~20 cm 土层, 为 27.63 mg/kg, 较农用地土壤重金属铜风险值低 72.37%, 无重金属铜污染风险; 油菜地的土壤重金属铜含量最大值 23.27 mg/kg 出现在 40~60 cm 土层, 较农用地土壤重金属铜风险值低 76.73%, 无重金属铜污染风险; 花椒地的重金属铜含量最大值为 82.87 mg/kg, 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属铜风险值低 17.13%, 表明花椒地无重金属铜污染风险; 石榴地的土壤重金属铜含量最大值 23.85 mg/kg 出现在 20~40 cm 土层, 较农用地土壤重金属铜风险值低 76.15%, 无重金属铜污染风险; 矿区农田无重金属铜污染的风险。由表 1 可知, 土层和农用地类型变化对重金属铜的影响不显著。

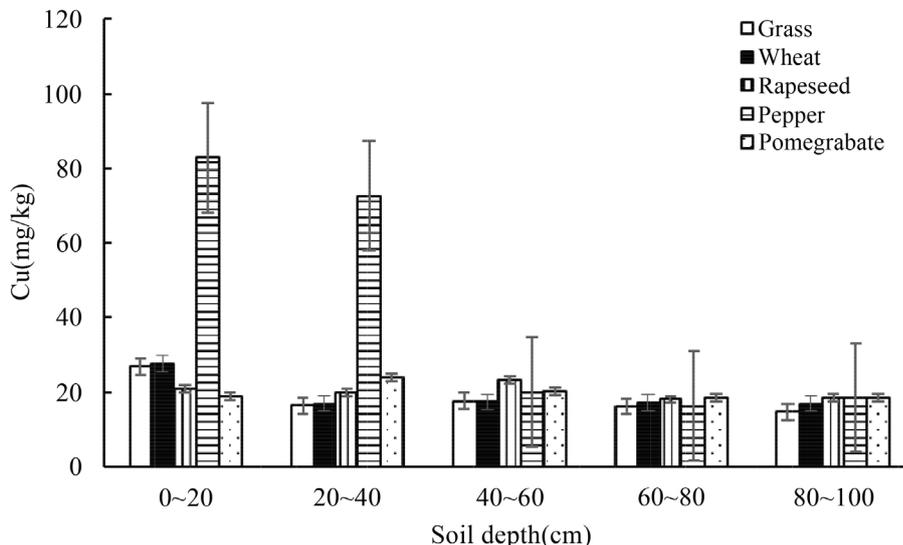


Figure 2. Distribution of heavy metal copper in agricultural land in mining area
图 2. 矿区农用地土壤重金属铜的分布

3.3. 矿区农田重金属锌的分布

如图 3, 矿区农用地的土壤重金属锌含量为 40.25~98.22 mg/kg。不同类型农用地的重金属锌分布差异较大, 其中荒草地、小麦地和花椒地的重金属锌集中分布在土壤上层, 随土层深度增加而减小; 油菜地和石榴地的重金属锌则主要分布在中层, 随土层深度增加先升高后减小。荒草地的土壤重金属锌含量最大值 70.82 mg/kg 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属锌风险值低 76.39%, 无重金属锌污染风险; 小麦地的土壤重金属锌含量最大值出现在 0~20 cm 土层, 为 72.48 mg/kg, 较农用地土壤重金属锌风险值低 75.84%, 无重金属锌污染风险; 油菜地的土壤重金属锌含量最大值 77.24 mg/kg 出现在 40~60 cm 土层, 较农用地土壤重金属锌风险值低 74.25%, 无重金属锌污染风险; 花椒地的重金属锌含量最大值为 98.22 mg/kg, 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属锌风险值低 67.26%, 表明花椒地无重金属锌污染风险; 石榴地的土壤重金属锌含量最大值 72.77 mg/kg 出现在 20~40 cm 土层, 较农用地土壤重金属锌风险值低 75.74%, 无重金属锌污染风险; 矿区农田无重金属锌污染的风险。由方差分析可知, 土层变化和农用地利用类型均对土壤重金属锌造成显著影响。

3.4. 矿区农田重金属镉的分布

由图 4 可以看出, 矿区农用地的土壤重金属镉含量为 0.08~0.56 mg/kg。土壤重金属镉主要分布在荒草地和小麦地的 0~20 cm 土层及花椒地的 0~60 cm 土层, 其余含量较低。荒草地的土壤重金属镉含量最大值 0.37 mg/kg 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属镉风险值低 38.33%, 无重金属镉污染风险; 小麦地的土壤重金属镉含量最大值出现在 0~20 cm 土层, 为 0.38 mg/kg, 较农用地土壤重金属镉风险值低 36.67%, 无重金属镉污染风险; 油菜地的土壤重金属镉含量最大值 0.13 mg/kg 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属镉风险值低 78.33%, 无重金属镉污染风险; 花椒地的重金属镉含量最大值为 0.56 mg/kg, 出现在 0~20 cm 土层, 较农用地土壤重金属镉风险值低 6.67%, 表明花椒地无重金属镉污染风险; 石榴地的土壤重金属镉含量最大值 0.11 mg/kg 出现在 20~40 cm 土层, 较农用地土壤重金属镉风险值低 81.66%, 无重金属镉污染风险; 矿区农田无重金属镉污染的风险。由方差分析可知, 土层变化和农用地利用类型均对土壤重金属镉造成显著影响。

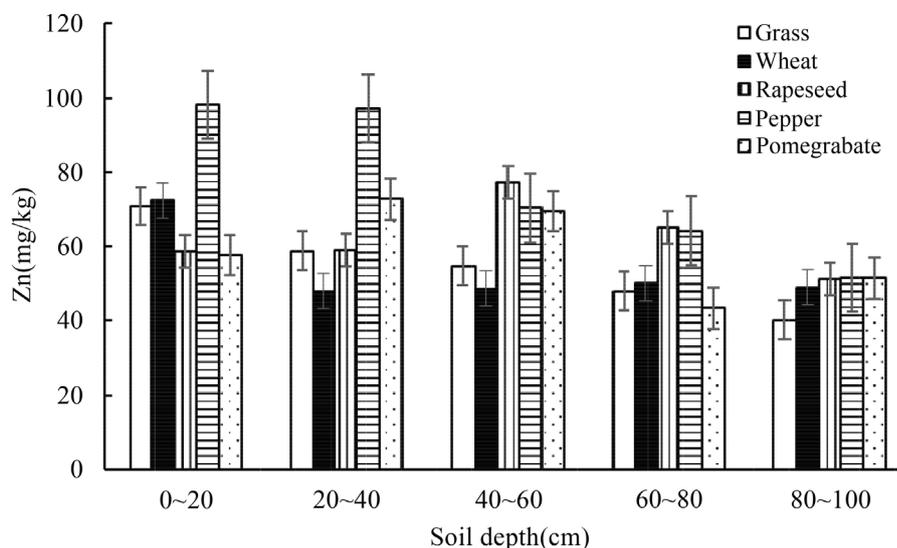


Figure 3. Distribution of heavy metal zinc in agricultural land in mining area
图 3. 矿区农用地土壤重金属锌的分布

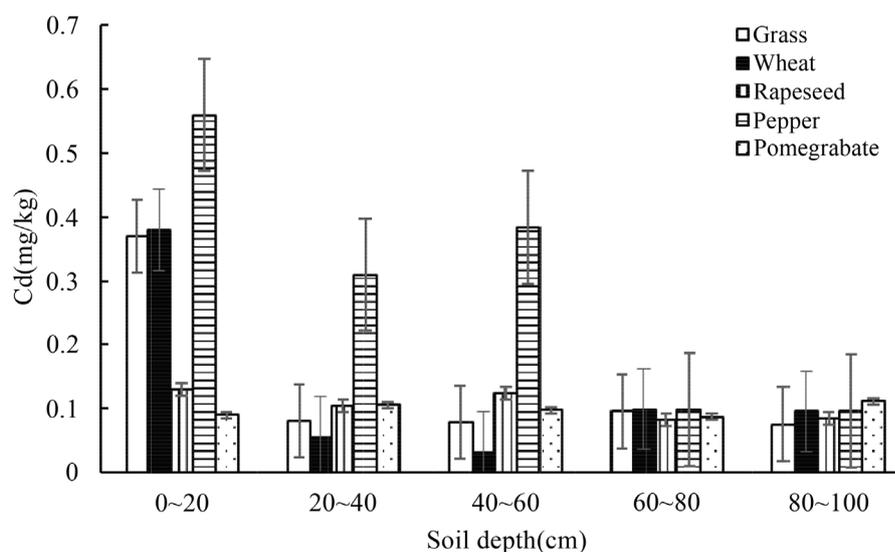


Figure 4. Distribution of heavy metal cadmium in agricultural land of mining area
图 4. 矿区农用地土壤重金属镉的分布

3.5. 矿区农田重金属之间的相关性

由表 4, 矿区农田重金属 Ni、Cu、Zn、Cd 各自与其他重金属之间的相关性均不显著。由 3.1~3.4 可知, 各类型农田的不同重金属峰值基本位于同一土层, 其之间的相关系数均为正值, 所以矿区尾矿渣同时包含至少 Ni、Cu、Zn、Cd 四种重金属。

4. 讨论与结论

矿区农田中, 不同土地利用类型对土壤中重金属锌、镉的含量具有显著影响; 土层变化对土壤中重金属镍、锌、镉含量的影响显著。重金属锌、镉同时受土层深度和土地利用类型的影响; 重金属铬、镍、砷受土地利用类型的影响较大。研究表明, 农田利用类型的变化对重金属含量的影响较土层深度的变化

较大, 这可能与不同植物的根系吸附有关[20] [21] [22]。

Table 4. Correlation coefficient between heavy metals in agricultural land of mining area

表 4. 矿区农用地土壤重金属之间的相关系数

	Ni	Cu	Zn	Cd
Ni	1			
Cu	0.849	1		
Zn	0.736	0.818	1	
Cd	0.666	0.744	0.751	1

注: ※表示 $P < 0.05$; ※※表示 $P < 0.01$ 。

本研究中, 花椒地的土壤重金属含量均较高, 呈现出重金属含量随土层深度增加而减小的趋势。各类型农田的土壤重金属含量均未超出风险筛选值, 无重金属污染的风险。

参考文献

- [1] 武俊杰, 王虎, 孙阳, 等. 陕西省尾矿堆存及综合利用现状分析[J]. 矿冶, 2018, 27(2): 100-103.
- [2] 廖国礼, 吴超. 资源开发环境重金属污染与控制[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2005.
- [3] 王世明, 李天石, 贾鸿社. 矿产开发的土壤污染和生物修复技术[J]. 矿业安全与环保, 2004, 31(6): 41-43.
- [4] 张江华, 赵阿宁, 陈华清, 等. 小秦岭金矿区西峪河底泥重金属污染的潜在生态危害评价[J]. 地质通报, 2008, 27(8): 1286-1288.
- [5] 王显炜, 徐友宁, 杨敏等. 国内外矿山土壤重金属污染风险评价方法综述[J]. 中国矿业, 2009, 18(10): 54-55.
- [6] 蒋旭. 重金属在浅层土壤中的迁移与富集规律研究[C]//《环境工程》编委会、工业建筑杂志社有限公司. 《环境工程》2018年全国学术年会论文集(下册). 北京:《环境工程》编辑部, 2018: 6.
- [7] 韩修益. 重金属污染物在土壤中迁移规律研究[J]. 中国资源综合利用, 2018, 36(7): 145-146+150.
- [8] 徐友宁, 张江华, 赵阿宁, 等. 小秦岭某金矿区农田土壤重金属污染的潜在生态危害评价[J]. 地质通报, 2008, 27(8): 1273-1275.
- [9] 徐友宁, 张江华, 陈社斌, 等. 小秦岭金矿区不同污染方式土壤剖面上重金属含量分布特征[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(1): 200-206.
- [10] 乔冈, 徐友宁, 陈华清, 等. 某金矿区浅层地下水重金属及氰化物污染评价[J]. 地质通报, 2015, 34(11): 2032-2035.
- [11] 徐友宁, 柯海岭, 刘瑞平, 等. 陕西潼关金矿区农田土壤 Hg 污染的环境效应[J]. 地质通报, 2006, 25(11): 1350-1354.
- [12] 徐友宁, 张江华, 赵阿宁, 等. 小秦岭某金矿区水土环境重金属污染及其效应[J]. 水文地质工程地质, 2009, 36(4): 131-134.
- [13] 徐友宁, 张江华, 柯海玲, 等. 矿业活动区农田土壤重金属累积风险的评判方法——以小秦岭金矿区为例[J]. 地质通报, 2014, 33(8): 1097-1102.
- [14] 张军, 胡方洁, 卢陈彬, 等. 稀土矿区土壤重金属污染控制研究的几点建议[J]. 应用化工, 2018, 47(6): 1254-1257+1262.
- [15] 刘勇, 岳玲玲, 李晋昌. 太原市土壤重金属污染及其潜在生态风险评价[J]. 环境科学学报, 2011, 31(6): 1285-1293.
- [16] 刘晶, 滕彦国, 崔艳芳, 王金生. 土壤重金属污染生态风险评价方法综述[J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(3): 6-11.
- [17] 廖国礼. 典型有色金属矿山重金属迁移规律与污染评价研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2005.
- [18] Liu, Y.S., et al. (2010) Reappraisal and Refinement of Zircon U-Pb Isotope and Trace Element Analyses by LA-ICP-MS. *Chinese Science Bulletin*, 55, 1535-1546. <https://doi.org/10.1007/s11434-010-3052-4>

-
- [19] 生态环境部. 土壤环境质量标准[S]. 中国. GB15618-2018.
- [20] 朵建文, 王瑾. 根系分泌物对重金属 Pb(2+)吸附影响研究[J]. 科技创新导报, 2014, 11(11): 5-6+8.
- [21] 郑顺安. 我国典型农田土壤中重金属的转化与迁移特征研究[D]: [博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [22] 宋书巧, 吴欢, 黄胜勇. 重金属在土壤——农作物系统中的迁移转化规律研究[J]. 广西师院学报(自然科学版), 1999, 16(4): 87-92.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org