

不同磷含量和秸秆添加量对褐土镉吸附解吸的影响

王明娣¹, 刘芳¹, 刘世亮^{1*}, 介晓磊^{1,2}, 化党领¹, 陈娇君¹, 王代长¹

1. 河南农业大学/河南省高校农业资源与环境工程技术研究中心, 河南 郑州 450002; 2. 郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450001

摘要: 采用室内培养的方法, 通过人为添加不同量的玉米干秸秆和磷, 研究不同含磷量土壤对镉吸附解吸影响, 以探讨磷—镉在土壤中的交互作用机制。结果表明, 不同含磷量的土壤对不同质量浓度镉吸附解吸时, 在低质量浓度镉 (Cd3) 条件下, 土壤对镉的吸附量随磷质量分数的增加先升高后降低, 解吸量随着土壤中磷质量分数的增加先升高后降低再升高; 而在高质量浓度镉 (Cd30) 条件下, 土壤对镉的吸附量随磷质量分数的增加逐渐升高, 在相同磷水平下, 随外加镉质量浓度的增加, 镉的吸附量明显降低, 而解吸量则逐渐升高。不同秸秆量土壤对不同质量浓度镉吸附解吸时, 在Cd3条件下, 土壤对镉的吸附量随秸秆加入量的增加先升高后降低, 而在同一质量分数磷情况下, 吸附量逐渐下降; 土壤对镉的解吸量在磷质量分数为120 mg·kg⁻¹ (P2) 时最低, 而后随着磷质量分数的增加而增加。在同一质量分数磷水平情况下, 随着秸秆添加量的增加, 土壤对镉的解吸量逐渐增加。而在Cd30条件下, 土壤对镉的吸附量逐渐增加, 在同一磷水平情况下, 土壤对镉的吸附情况是低量秸秆 (C1) > 高量秸秆 (C2), 但在磷质量分数为240 mg·kg⁻¹ (P3) 水平下, 不添加秸秆 (C0) 情况时镉的吸附量最大, 而后降低。土壤对镉的解吸量随着磷含量的增加而增加。在同一磷水平情况下, 随着秸秆添加量的增加, 土壤对镉的解吸量逐渐增加。

关键词: 褐土; 磷; 秸秆; 镉; 吸附; 解吸

中图分类号: X131.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 04-0803-06

由于人口的剧增, 工业和农业的飞速发展, 人类活动导致的环境污染问题不断增加。其中, 镉污染是众多环境污染问题之一^[1]。镉是毒性最大的重金属之一, 在土壤中可存在较长的时间, 有人估计土壤中镉的半衰期可达15~1100年^[2]。作为植物和动物的非必需元素, 土壤中过高含量的Cd会影响植物生长^[3], 而且还可以通过食物链等形式进入动物和人体内, 对人和动物产生毒害作用^[4], 镉污染已引起土壤学、生态学、环境科学、卫生学、预防医学等诸多学科的科学家的重视^[5]。

土壤重金属吸附—解吸反应影响重金属的迁移性、生物有效性和潜在毒性, 研究土壤重金属的吸附—解吸过程及其机制对土壤污染评价、修复及环境容量预测至关重要。有研究表明, 土壤镉吸附量随溶液初始pH和土壤pH升高而增大, 去除有机质后的土壤对镉的吸附量降低^[6]。重金属在土壤中被吸附滞留的强弱程度还与其自身的黏粒含量、成分含量、pH值及有机质含量等因素有关^[7-8]。磷与重金属的交互作用普遍存在。磷与锌、镉的吸附解吸研究较多, 罗厚庭等^[9]研究认为, 红壤、黄棕壤吸附磷酸根后可使Cu、Zn、Cd的次级吸附量增加, 解吸率下降, 并有线性关系。刘芳等^[10]研究结果表明, 镉的吸附量随磷质量分数的增加而升高。关于

有机物料与镉的吸附及有效性也有不少研究, 有研究认为, 有机物料可以直接与重金属发生络合作用, 使重金属更多地被吸持在土壤表面上或存留在土壤溶液中^[11]; 它可以改变土壤的pH值和Eh值, 从而影响重金属的沉淀及溶解平衡^[12-13]。土壤有机质通过与土壤中重金属元素形成络合物来影响土壤中重金属的移动性及其生物有效性^[14]。首先, 有机质加入土壤中能改变土壤对重金属元素的吸附作用。天然有机质是一种有效的吸附剂, 能极大地降低重金属离子的活度^[15]。其次, 土壤有机质的增加改变土壤中重金属元素的化学形态分布, 增加土壤中重金属的移动性。本试验在加入玉米 (*Zea mays* L.) 秸秆培养60 d后的土壤中, 再加入不同质量分数的磷培养60 d后, 对镉及锌镉共存时进行吸附解吸, 探讨磷对镉共存时及不同秸秆量对镉的吸附解吸规律。

磷与重金属元素间的交互作用已经受到土壤学、植物营养学以及环境工作者的高度重视。但以前多是对两种元素间的交互作用研究, 而通常情况下, 锌和镉在土壤中是同时存在的, 而关于磷与镉三者土壤中的交互作用机制尚未见报道。另外, 作物秸秆还田具有良好的生态效益、环境效益和社会效益^[16]。做好秸秆还田工作, 有利于环境的

基金项目: 河南省自然科学基金项目 (0511031400, 2008A208014)

作者简介: 王明娣 (1985年生), 女, 硕士研究生, 主要从事土壤化学与植物营养研究。E-mail: mdwang85@yahoo.com.cn

*通讯作者: 刘世亮 (1970年生), 男, 副教授, 博士, 主要从事土壤化学与植物营养研究。E-mail: shliu70@163.com

收稿日期: 2010-03-02

保持及农业的可持续发展。但关于秸秆还田对重金属镉的作用,大多数的专家学者都是从镉与植物角度进行分析,而秸秆还田于土壤中镉的作用机制尚不明了。本试验选择河南省广泛分布的石灰性褐土及产量较高的玉米秸秆为研究对象,通过室内培养、吸附解吸试验,研究了磷与镉及玉米秸秆还田与镉的交互作用,旨在为提高磷肥利用率,合理施肥,合理进行玉米秸秆还田,减缓土壤重金属污染,为保护土壤环境提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤采自郑州市邙山区古荥镇石灰性褐土(10~40 cm),基本理化性状见表1。

1.2 试验方法

表1 供试土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of the tested soil

pH	w(有机质)/ (1:1)	w(速效磷)/ (mg·kg ⁻¹)	w(CaCO ₃)/ (g·kg ⁻¹)	w(有效镉)/ (mg·kg ⁻¹)	w(有效锌)/ (mg·kg ⁻¹)
7.95	5.38	5.13	40.10	0.08	0.23

1.2.1 土壤样品培养

将玉米秸秆剪为0.5 cm大小,装于200目尼龙袋中并封口。根据大田秸秆还田量,玉米干秸秆加入量设三个水平分别为0、7500 kg·hm⁻²、15000 kg·hm⁻²(按2.25×10⁶ kg土·hm⁻²,则添加量为0、3.3、6.6 g·kg⁻¹土,分别代表不添加、正常添加量、高添加量秸秆,并用C0、C1、C2表示)。将装有秸秆的尼龙袋装于塑料桶里,使秸秆均匀分布;将风干土样过20目尼龙筛装于上述塑料桶中使其覆盖尼龙袋,每桶装土1 kg,中央插一塑料管供通气和加水用。用称重法控制土壤水分含量,保持土壤含水量约为田间持水量的70%,放入培养箱中于25℃下培养。60 d后将秸秆取出,土壤处理后备吸附解吸试验用。

磷设5个水平,其质量分数分别为0、60、120、240、360 mg·kg⁻¹(以P₂O₅计,分别用P0、P1、P2、P3、P4表示)。将玉米秸秆培养后风干土样过20目尼龙筛,分装于塑料杯里,每杯装土90 g,不同质量分数的磷以KH₂PO₄(分析纯)溶液形式加入土壤进行培养,培养方法同上,第60 d时结束。

1.2.2 土壤对锌、镉吸附-解吸试验

培养结束后取样,风干过尼龙筛。称样品1.0000 g若干份置于25 mL离心管中,称取离心管和土样总重,分别加入含锌质量浓度为0、10、80 mg·L⁻¹(分别用Zn0、Zn10、Zn80表示)和镉质量浓度为0、3、30 mg·L⁻¹(分别用Cd0、Cd3、Cd30表示)的0.01 mol·L⁻¹ KNO₃溶液(pH6.5)25 mL,

摇匀,在空气浴恒温振荡机中振荡4 h(25℃±1℃,150 r·min⁻¹)后进行离心(6000 r·min⁻¹,10 min),取上清液,原子吸收测Zn、Cd浓度,用差减法计算土样对Zn、Cd的吸附量。再用0.1 mol·L⁻¹ KNO₃溶液解吸,计算解吸量。

1.3 测定方法

土壤速效磷采用NaHCO₃浸提-钼兰比色法(Olsen法)测定^[错误! 未定义书签。],Cd用原子吸收分光光度法测定^[错误! 未定义书签。]。

1.4 数据统计方法

利用Microsoft Office Excel 2003软件和DPS数据处理系统进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同含磷质量分数土壤对镉吸附和解吸的影响

2.1.1 不同含磷质量分数土壤对不同质量浓度镉吸附的影响

向土壤中分别加入不同质量分数磷培养60 d后,经测定,土壤速效磷质量分数分别为2.52、18.88、27.71、42.19、54.60 mg·kg⁻¹。

由图1可知,随着土壤速效磷质量分数的增加,在Cd3条件下,土壤对镉的吸附量有先增加后降低的趋势,以磷添加质量分数为120 mg·kg⁻¹(P2)镉吸附量达到最大。原因是土壤对Cd离子的吸附量随平衡液(含磷溶液)质量浓度的增加而增加。平衡液质量浓度较低时,土壤吸附量随质量浓度增加较快,但当平衡液质量浓度增至一定值时,吸附量随质量浓度增加较慢,最后达到平衡^[17]。在同一磷水平情况下,土样对镉的吸附量随锌质量浓度的增加而降低,尤其在Zn80处理下,镉吸附量降低幅度较大,原因是锌离子与镉离子竞争吸附点位,随着锌质量浓度的增加,锌离子占据了更多的点位,镉离子被解吸出来,其吸附量降低。这与刘芳等^[18]的研究结果一致。

由图1可知,与Cd3相比,在Cd30条件下,土壤对镉的吸附量随着土壤速效磷质量分数的增加而增加,从添加60 mg·kg⁻¹(P1)后增加的幅度逐渐减小,原因是随着土壤中磷酸根离子的增加,增加了表面净电荷,使镉离子不断以静电吸附方式吸附在土壤颗粒周围,所以土壤对镉离子的吸附量逐渐增加;在同一磷水平情况下,与Cd3相同,随着锌质量浓度的增加,土壤对镉的吸附量明显降低,原因是锌离子与镉离子竞争吸附点位。

2.1.2 不同含磷质量分数土壤对不同质量浓度镉解吸的影响

吸附3和30 mg·L⁻¹镉后,用0.1 mg·L⁻¹ KNO₃解吸,由图2可知,解吸Cd3时,镉解吸趋势几乎不受锌质量浓度的影响。在P0到P2间时,镉解吸

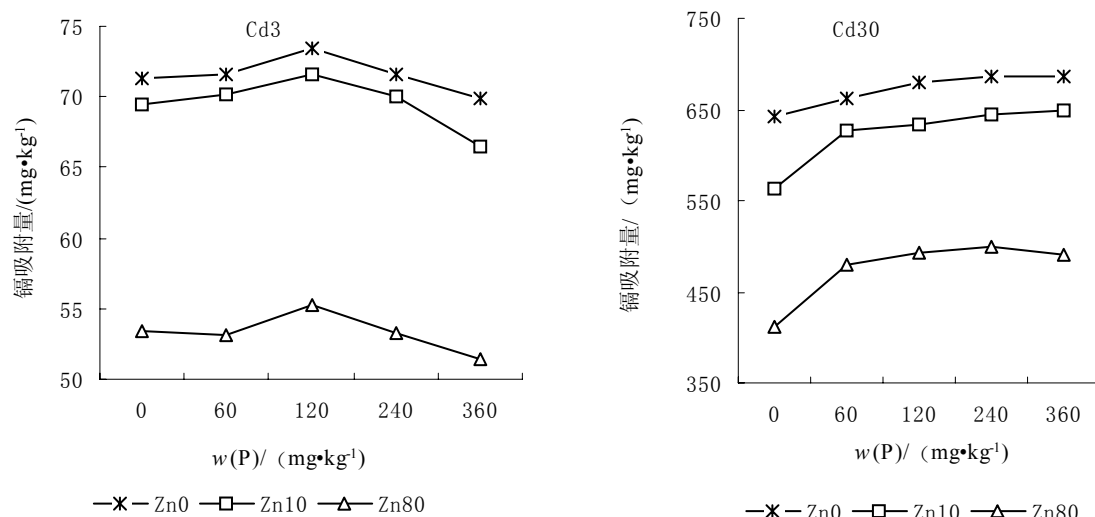


图 1 不同含磷量褐土对不同浓度镉吸附量的影响

Fig. 1 Effects of P contents on Cd adsorption amount in cinnamon soil

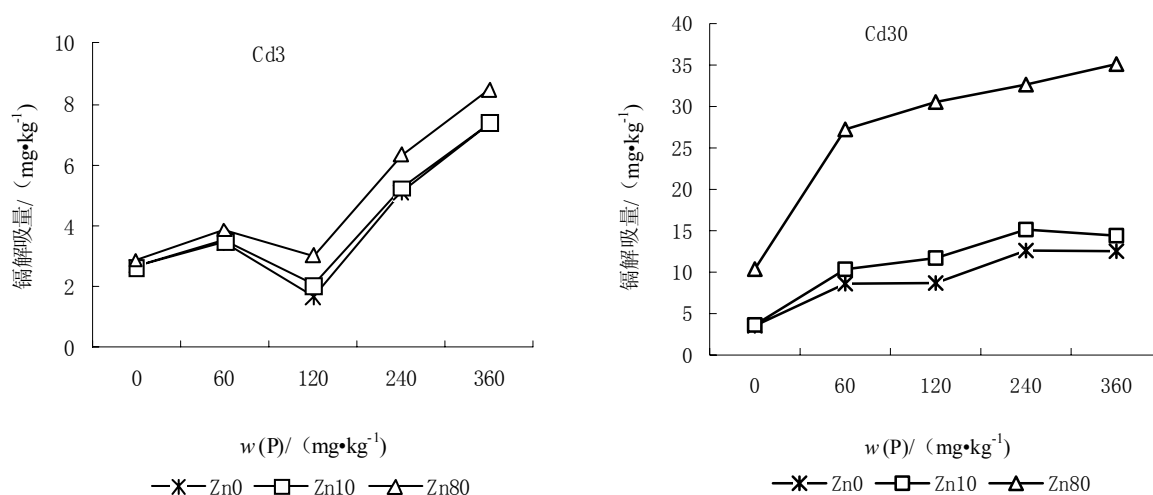


图 2 不同含磷量褐土对不同浓度镉解吸量的影响

Fig. 2 Effects of P contents on Cd desorption amount in cinnamon soil

量均先升高后减少,到 P2 时镉的解吸量为最低,随后随磷质量分数的增加,土壤对镉的解吸量逐渐增大。因为在低磷水平下,土壤表面电荷不饱和,镉离子吸附点位被部分磷酸根离子占据,其解吸量有所增加,而到 P2 水平时,土壤对镉离子吸附达到饱和,吸附力最强,解吸量最低^[错误! 未定义书签。]。而后随着磷质量分数的增加磷酸根离子占据了更多的吸附点位,镉离子被解吸出来,镉的解吸量逐渐升高;在相同质量分数磷水平下,镉解吸量随锌质量浓度的增加而增加,这说明增加锌促进了镉的有效性,原因是锌离子和镉离子竞争土壤吸附点位,当锌离子增多时,所占的吸附点位也相应增多,镉离子被解吸出来的也多。

在 Cd30 时,镉的解吸量随磷质量分数的增加而升高,原因可能是随着磷质量分数的增加,磷酸根离子与镉离子竞争土壤表面的吸附点位,磷酸根

离子占据了更多的吸附点位,镉离子被解吸出来,镉的解吸量逐渐升高;而 Zn0、Zn10 在磷质量分数达到 360 $mg \cdot kg^{-1}$ 时其镉解吸量降低,原因是此时土壤吸附磷酸根离子达到饱和,再解吸出来的镉离子与过多的磷酸根离子形成磷酸盐沉淀,使镉的检测量减少,镉解吸量降低。在相同质量分数磷水平下,与 Cd3 情形相同,镉解吸量随锌质量浓度的增加而增加,这再次说明增加锌促进了镉的有效性。

将解吸量与吸附量进行对比可发现,在有 Zn 存在时,土壤对镉吸附量是随锌质量浓度的增加而减少,而解吸量是随 Zn 质量浓度的增加而增大。原因是土壤对镉进行吸附时,锌离子与镉离子竞争土壤胶体表面的吸附点位,随着锌质量浓度的增加,其所占的吸附点位也越多,致使土壤对镉吸附量随锌质量浓度的增加而减少,而解吸量随 Zn 质量浓度的增加而增大。

2.2 不同秸秆量土壤对镉的吸附和解吸的影响

2.2.1 不同秸秆添加量土壤对不同质量浓度镉吸附的影响

由图3可以看出,在Cd3水平时,不同秸秆量的土壤对镉的吸附的趋势基本相同,在P0到P2间,土壤对镉的吸附量随磷质量分数的增加而增加,在P2时土壤对镉的吸附量达到最大值,然后随磷质量分数的增加对镉的吸附量显著下降,原因是在磷质量分数较低时(P0~P2),土壤平衡液浓度较低,土壤对镉离子的吸附随平衡液浓度的增加而增大,而后在平衡液达到一定浓度时,吸附量逐渐降低^[19]。而在同一质量分数磷水平下,随着秸秆加入量的增加,土壤对镉的吸附量逐渐下降。有研究者认为^[19],施用有机肥或作物秸秆能将大量可溶性有机质(DOM)带入土壤之中,而DOM能抑制土壤对Cd的吸附,经过测定,高秸秆土壤活性有机质含量高于低秸秆土壤,因DOM对Cd吸附的抑制作用,导致土壤对镉的吸附量随秸秆加入量的增

加,逐渐下降。

在Cd30水平时,随着磷质量分数的增加,土壤对镉的吸附量逐渐增加,原因是随着土壤中磷酸根离子的增加,土壤胶体表面的负电荷增加,增强了土壤对金属阳离子的吸附力,从而土壤对镉离子的吸附量也增加。在同一质量分数磷水平下,土壤对镉的吸附情况是C1>C2,但在P3水平下,C0情况时镉的吸附量最大,而后降低。原因可能是一方面随着秸秆添加量的增加,土壤有机质也相应增加,有机质有镉离子络合降低了土壤对镉的吸附^[20-21];另一方面,秸秆的加入增加土壤对镉离子的吸附表面积,增加了土壤对镉的吸附。低磷水平下,后者起主要作用,高磷水平下,前者起主要作用。

2.2.2 不同秸秆量土壤对不同质量浓度镉解吸的影响

由图4可见,在Cd3水平下,土壤对镉的解吸量在P2时最低,而后随着磷质量分数的增加而增加。在同一质量分数磷水平下,随着秸秆添加量的

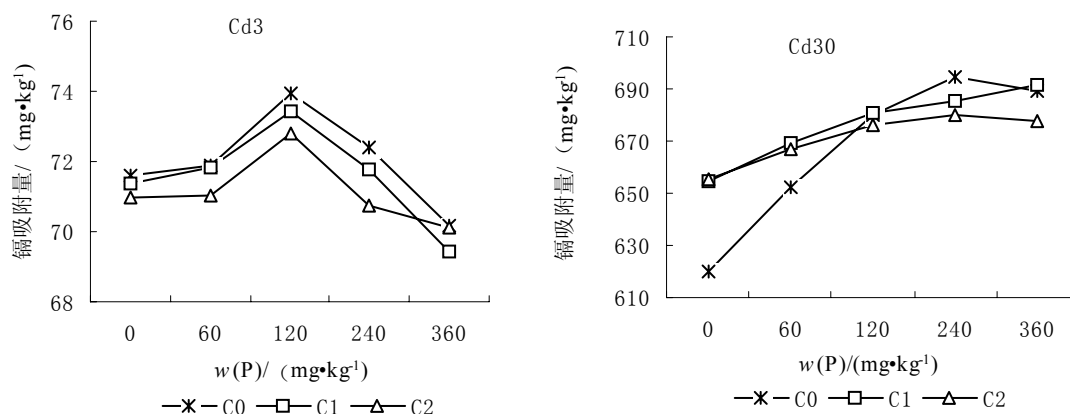


图3 不同秸秆量褐土对不同浓度镉吸附量的影响

Fig. 3 Effects of corn stalk on Cd adsorption amount in cinnamon soil

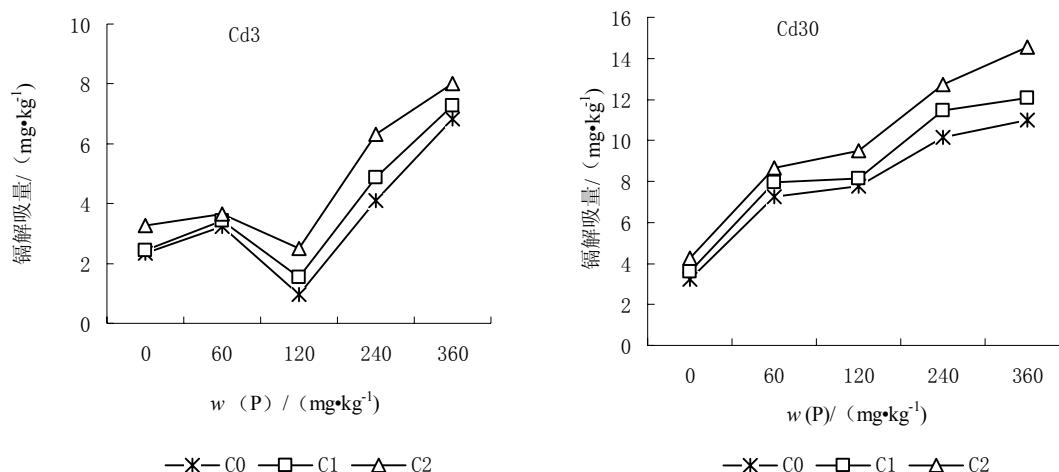


图4 不同秸秆量褐土对不同浓度镉解吸量的影响

Fig. 4 Effects of corn stalk on Cd desorption amount in cinnamon soil

增加, 土壤对镉的解吸量逐渐增加。原因可能是添加秸秆的土壤有机质和粘粒等吸附质含量高于没有添加秸秆的土壤, 使吸附态 Cd^{2+} 在不加秸秆的土壤中更难被脱附^[22]。在 $\text{Cd}30$ 水平下, 土壤对镉的解吸量随着磷质量分数的增加而增加。原因是随着磷水平的提高, 磷酸根离子占据土壤表面更多的吸附点位, 镉离子被解吸出来。在同一质量分数磷水平下, 同 $\text{Cd}3$ 水平相同, 随着秸秆添加量的增加, 土壤对镉的解吸量逐渐增加。

3 结论

(1) 不同含磷质量分数的土壤对不同质量浓度锌镉吸附解吸时, 在 $\text{Cd}3$ 条件下, 土壤对镉的吸附量先升高后降低, 镉解吸量随着土壤中磷质量分数的增加先升高后降低再升高。而在 $\text{Cd}30$ 条件下, 土壤对镉的吸附量逐渐升高, 但增幅有逐步下降的趋势, 在相同磷水平下, 随外加锌质量浓度的增加, 镉的吸附量明显降低, 解吸量则逐渐升高。

(2) 不同秸秆量的土壤对不同质量浓度锌镉吸附解吸时, 在 $\text{Cd}3$ 条件下, 土壤对镉的吸附量先升高后降低, 而在同一质量分数磷水平下, 随着秸秆加入量的增加, 土壤对镉的吸附量逐渐下降; 土壤对镉的解吸量在 $\text{P}2$ 时最低, 仅为 $0.97 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 而后随着磷质量分数的增加解吸量也升高。在同一质量分数磷水平下, 随着秸秆添加量的增加, 土壤对镉的解吸量逐渐升高。而在 $\text{Cd}30$ 条件下, 土壤对镉的吸附量逐渐升高, 在同一质量分数磷水平下, 土壤对镉的吸附情况是 $\text{C}1 > \text{C}2$, 但在 $\text{P}3$ 水平下, $\text{C}0$ 情况时镉的吸附量最大, 达到 $694.51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 而后降低。土壤对镉的解吸量随着磷质量分数的增加而升高。在同一质量分数磷水平下, 随着秸秆添加量的增加, 土壤对镉的解吸量逐渐升高。

参考文献:

- [1] 黄益宗. 镉与磷、锌、铁、钙等元素的交互作用及其生态学效应[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 92-97.
HUANG Yizong. Interactions between cadmium and phosphorus, zinc, iron, calcium and their ecological effects[J]. Chinese Journal of Ecology, 2004, 23(2): 92-97.
- [2] KABATA PENDIAS A, PENDIAS H. Trace Elements in Soils and Plants [M]. 2nd edition. Baton Rouge, FL: CRC Press, 1992.
- [3] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 179-181.
LU Rukun. Analysis Method of Soil Agro-Chemistry[M]. Beijing: China Agricultural Technology Press, 2000, 179-181.
- [4] NAKAGAWA H, NISHIJO M. Environmental cadmium exposure, hypertension and cardiovascular risk[J]. Journal Cardiovasc Risk, 1996, 3: 11-47.
- [5] 吴求亮. 微量元素与生物健康[M]. 贵州: 贵州科技出版社, 2000.
WU Qiuliang. Trace Element and Biological Health[M]. Guizhou: Guizhou Science and Technology Press, 2000.
- [6] 胡宁静, 骆永明, 宋静. 长江三角洲地区典型土壤对镉的吸附及其与有机质、pH和温度的关系[J]. 土壤学报, 2007, 44(3): 434-443.
HU Ningjing, LUO Yongming, SONG Jing. Influence of soil organic matter, pH and temperature on Cd sorption by four soils from Yangtze River delta[J]. Acta Pedologica Sinica, 2007, 44(3): 434-443.
- [7] 朱琨, 王亚军. 腐殖酸对砂质土壤吸附Cr(VI)的影响[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(4): 1-41.
ZHU Kun, WANG Yajun. Effect of humic acid on adsorption of hexavalent chromium in sandy soil[J]. Journal of Safety and Environment, 2006, 6(4): 1-41.
- [8] LOGANATHAN P, HEDLEY M J. Downward movement of cadmium and phosphorus from phosphate fertilizers in a pasture soil in New Zealand[J]. Environmental Pollution, 1997, 95(3): 319-324.
- [9] 罗厚庭, 董元彦, 李学垣. 可变电荷土壤吸附磷酸根后对Cu、Zn、Cd的次级吸附的影响[J]. 华中农业大学学报, 1992, 11(4): 358-363.
LUO Houting, DONG Yuanyan, LI Xueyuan. Effect of phosphate adsorption on the secondary adsorption of Cu, Zn, Cd in variable charge soils[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1992, 11(4): 358-363.
- [10] 刘芳, 刘世亮, 化党领, 等. 褐土中磷镉吸附与解吸的研究[J]. 土壤, 2008, 40(1): 88-92.
LIU Fang, LIU Shiliang, HUA Dangling, et al. P and Cd adsorption and desorption in cinnamon soil[J]. Soils, 2008, 40(1): 88-92.
- [11] LEE S Z. Predicting soil water partition coefficients for cadmium[J]. Environmental Science and Technology, 1996, 30(12): 3418-3424.
- [12] 李庆远. 中国水稻土[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
LI Qingkui. Chinese Paddy Soil[M]. Beijing: Science Press, 1992.
- [13] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 121-125.
CHEN Huaiman. Soil-Plant System's Heavy Metal Pollution[M]. Beijing: Science Press, 1996: 121-125.
- [14] 杜彩艳, 祖艳群, 李元, 等. pH和有机质对土壤中镉和锌生物有效性影响研究[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(4): 539-543.
DU Caiyan, ZU Yanqun, LI Yuan, et al. Effect of pH and organic matter on the bioavailability Cd and Zn in soil[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2005, 20(4): 539-543.
- [15] MCBRIDEM B. Reactions controlling heavy metal solubility in soil[J]. Advances in Soil Science, 1989, 10: 1-56.
- [16] 江永红, 郭善竹. 北方地区玉米秸秆还田的效益分析及经济学思考[J]. 中国农技推广, 2006, 1: 43-44.
JIANG Yonghong, GUO Shanzhun. Northern analysis of the benefits of corn straw and economics[J]. China Agricultural Technology Extension, 2006, 1: 43-44.
- [17] 单奇华, 张彩峰, 俞元春, 等. 土壤 Cu^{2+} 和 Cd^{2+} 的吸附解吸特征及差异分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(19): 5808-5810.
SHEN Qihua, ZHANG Caifeng, YU Yuanchun, et al. The adsorption and desorption characteristics of Cu^{2+} and Cd^{2+} in soil and the difference analysis[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 1989, 10: 1-56.
- [18] 刘芳, 崔海燕, 介晓磊, 等. 褐土含磷量对锌镉吸附与解吸的影响[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(9): 1862-1866.
LIU Fang, CUI Haiyan, JIE Xiaolei, et al. Effects of P contents on Zn and Cd adsorption and desorption in cinnamon soil[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2009, 28(9): 1862-1866.
- [19] 陈同斌, 陈志军. 水溶性有机质对土壤中镉吸附行为的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(2): 183-186.
CHEN Tongbin, CHEN Zhijun. Cadmium adsorption in soil influenced by dissolved organic matter derived from rice straw and sediment[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(2): 183-186.
- [20] 华路, 陈世宝. 有机质在土壤重金属污染治理中的作用[J]. 农业环

- 境与发展, 1999, 3: 26-29.
- HUA Lu, CHEN Shibao. Organic matter on heavy metal behavior in soils and its application of controlling pollution[J]. *Agro-Environment and Development*, 1999, 3: 26-29.
- [21] 王果, 谷勋刚, 高树芳. 三种有机肥水溶性分解产物对铜、镉吸附的影响[J]. *土壤学报*, 1999, 36(2): 179-188.
- WANG Guo, GU Xungang, GAO Shufang. Adsorption of copper and cadmium on two soils as affected by water-soluble products of three organic materials[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1999, 36(2): 179-188.
- [22] 郭观林, 周启星. 重金属镉在黑土和棕壤中的解吸行为比较[J]. *环境科学*, 2006, 27(5): 1013-1019.
- GUO Guanlin, ZHOU Qixing. Comparison on desorptive behavior of cadmium in Phaeozem and Burozem[J]. *Environmental Science*, 2006, 27(5): 1013-1019.

Effects of P contents and the straw addition on Cd adsorption and desorption in cinnamon soil

WANG Mingdi¹, LIU Fang¹, LIU Shiliang¹, JIE Xiaolei^{1,2}, HUA Dangling¹, CHEN Jiaojun¹, WANG Daizhang¹

1. Henan Agricultural University / Engineering Research Center of Agricultural Resources and Environment, Colleges and Universities of Henan Province, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450001, China

Abstract: For elucidate the interaction mechanism of P and Cd in soil system, the paper studied on the different phosphorus content soil to adsorption & desorption cadmium by added corn straw and phosphorus cultivation indoor. The results show that, the Cd absorption amount was increased at first and then decreased with P content increased, and the desorption amount was increased at first and then decreased, and at last increased when the Cd concentration was very low (Cd3 treatment). And when the Cd concentration was very high (Cd30 treatment), the Cd absorption amount was increased gradually with P content increased, under the same P level, the Cd absorption amount was significantly decreased with P content increased, but the desorption amount was increased. In different straw added amount to adsorption & desorption cadmium, the Cd adsorption amount was increased at first and then decreased, and under the same P level, the adsorption was decreased gradually in Cd treatment, and the Cd desorption amount was reached minimum when the P content was $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (P2), and then was increased with P content increased. Under the same P level, the Cd desorption amount was increased gradually with corn straw added amounts increased. But in Cd30 treatment, the Cd adsorption amount was increased gradually, And under the same P level, the sequence of Cd adsorption was $C1 > C2$, the Cd adsorption was reached max., and then decreased when no added straw in $240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (P3) level. The Cd desorption amounts was increased with P content increased, and under the same P level, the Cd desorption was increased gradually with straw added amount increased.

Key words: Cinnamon soil; phosphate; straw; cadmium; adsorption; desorption