

洛克沙肿在土壤柱中的淋溶迁移

张雨梅, 陈 军, 史玉静, 刘慧岚

(扬州大学兽医学院, 江苏 扬州 225009)

摘 要: 畜禽粪便中残留的兽药进入土壤后的移动性是评价其淋溶能力(对地下水的污染风险)的重要信息。通过土壤柱稳定流实验, 考察了不同淋溶剂、粪浸液等对洛克沙肿在不同深度(0~20、20~50、50~80 cm)灰潮土中的迁移行为影响。结果表明, 水、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$ 淋溶剂, 对不同深度土壤柱中洛克沙肿的淋溶穿透曲线(BTCs)呈现不同程度的不对称性, 在不同深度土壤柱中对洛克沙肿的淋出率分别为: 水为 92.3%~97.1%, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 为 71.0%~84.9%, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$ 为 75.4%~91.2%; 土壤柱先用粪浸液通过后, 洛克沙肿的穿透曲线峰时间均有不同程度的提前, 淋出率均有增加, 在不同深度土壤柱中的淋出率分别为: 水为 96.4%~110.4%, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 为 94.5%~106.8%, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$ 为 90.8%~103.2%。说明洛克沙肿随粪便进入土壤后可较快地淋溶迁移, 可进入地表水和地下水中, 对水环境质量的影响较大。

关键词: 洛克沙肿 淋溶 迁移

中图分类号: X592 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2009)11-2348-06

Leaching of Roxarsone in Soil Columns

ZHANG Yu-mei, CHEN Jun, SHI Yu-jing, LIU Hui-lan

(Veterinary College of Yangzhou University, Jiangsu 225009, China)

Abstract: The transport behavior of veterinarial drugs residue in animal manure into soils is essential for evaluating the potential ability leaching to groundwater. Roxarsone, a animal feed additive widely used for growth stimulation, run into soil with the fertilizer of animal manure. The transport characteristic of roxarsone in soil was investigated by leaching experiment in soil columns. The transport proportion of roxarsone to various depth Grayfluvo-aquicsoils leached by water, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$ were determined using soil column experiment. Effect of water-extract of chicken manure on leaching of roxarsone in different depth soils was also studied. Results showed all measured breakthrough curves (BTCs) of roxarsone exhibited extent of asymmetry with sharp adsorption and slow desorption fronts leaching by water, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$. Comparing the dose of roxarsone to soil column, the leaching rate in different depth soils was 92.3%~97.1% by water, 71.0%~84.9% by $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$, 75.4%~91.2% by $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$ respectively. When the water-extract of chicken manure was firstly through these soil columns, the peak time of BTCs was all shortened and the content of roxarsone leached from soil was all increased, with leaching rate 96.4%~110.4% by water, 94.5%~106.8% by $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$, 90.8%~103.2% by $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA-Na}_2$. It was came to a conclusion that roxarsone into soil with the manure application could be fastly leached into groundwater from different depth soils, being a risk to water environment.

Keywords: roxarsone; leaching; transport

洛克沙肿(Roxarsone, ROX, 3-硝基-4-羟基苯甲酸, 也称洛克沙生), 属于有机胂饲料添加剂, 在范围内被广泛用于畜禽促生长。有机胂添加剂在畜禽养殖中取得相当的经济效益的同时, 不能忽视畜

禽粪便中砷残留随农田施肥带来的对土壤、水体的影响。

洛克沙肿进入动物体内, 大多数由原形随粪便排出。Garbarino J R 等^[1]报道, 在肉鸡 42 d 生长期中, 按常规剂量给予洛克沙肿, 每只将总砷向周围环境排出 150 mg 洛克沙肿, 从鸡场废弃物样品中检测到 10~50 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的砷(以总 As 计), 如果一个养殖场每年养殖 2 亿羽肉鸡, 则每年将向环境排放 8 t 以上的砷。在美

收稿日期 2009-04-27

基金项目 江苏省高校自然科学基金 06KJB230128

作者简介 张雨梅(1964—), 女, 博士, 副教授, 主要从事兽医药理及毒理学研究。E-mail: ymzhnet@sina.com

国 Delmarva Peninsula 的盆地地区, Hancock T C 等^[2-3]估计每年养殖约 6 亿羽肉鸡, 将产生 15 亿 t 粪便, 每年向周围排放 20~50 t 砷。由此可以看出, 畜禽养殖废弃物中有机砷向环境的排放是相当惊人的。

畜禽粪便中有机砷残留对养殖场附近土壤、水的质量影响已有较多研究。李银生等^[4]研究了洛克沙砷对猪场周围环境的影响, 土壤及蚯蚓中砷含量随污染源的距离增加而减少, 在远离污染源 1 km 的地方, 在沿地表径流方向的土壤中砷含量比正常土壤砷含量高近一倍。王付民等^[5]研究了使用有机砷 3 年以上的猪场(猪场排泄物严格按国家三级处理模式处理)周围的土壤、河水、地表水、河塘底泥、鱼、凤眼莲及长期施用猪粪的地中生长的甘薯、水稻中的砷含量, 结果显示甘薯地土壤中砷含量高于正常值 412 倍, 甘薯中砷是正常对照的 3~6 倍, 河塘水砷含量已超过国家规定的渔业水质标准砷限量; 鱼的可食性组织(肌肉、脂肪、脑)中的砷含量, 在一定程度上与塘水中的砷含量呈明显的正相关; 在距排污口 200 m 以下时, 土壤砷的含量均高于自然界最高背景值 $15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 长期施用猪粪作为肥料的稻田, 大多数土壤砷含量已超过国家规定的最高标准, 平均值约为对照稻田土壤中砷含量的 212 倍。Miller C V 等^[6-8]发现, 流经畜禽养殖密度较高地区的河流及其支流中的悬浮颗粒及河床淤泥中砷的浓度高于全美国河流的平均值, 同一地区地表水中的砷浓度也较高, 地下水中砷含量已严重超标, 不能供饮用。

畜禽粪便中洛克沙砷残留对环境动植物和微生物的影响等已有较多报道^[9-13], 但对于洛克沙砷进入环境后在土壤中的吸附、迁移、转化等特性研究还不多。本文模拟研究洛克沙砷残留在土壤柱中的淋溶迁移特性。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

洛克沙砷: 浙江康达动物保健品有限公司, 批号 050420, 纯度 $\geq 98.5\%$ 。

洛克沙砷对照品: 洛克沙砷原料药经甲醇 2 次重结晶后得到, 经高效液相色谱(HPLC)归一化法测定, 含量为 99.86%。

供试土壤: 采自扬州大学 0~20 cm 深度的花园土, 土质为灰潮土。风干后过 2 mm 筛备用, 平均含水率为 12.24%, 基本性状见表 1。

日本岛津公司 LC-10AT 高效液相色谱仪紫外检

表 1 供试土壤理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of soils studied

| 土样名称 | 深度/cm | pH | 沙粒/% | 粘粒/% | 粉粒/% | 有机质/% | CEC/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
|------|-------|-----|------|------|------|-------|--|
| Ap | 0~20 | | | | | 19.08 | 10.79 |
| Bit1 | 20~50 | 6.5 | 41.0 | 54.6 | 4.4 | 11.82 | 10.15 |
| Bit2 | 50~80 | | | | | 7.93 | 8.45 |

测器; 上海精密仪器有限公司 HL-2 型恒流泵($2 \sim 600 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1}$)。

1.2 方法

分别进行洛克沙砷不同施用量、不同性质淋溶剂及鸡粪浸提液对土壤柱中洛克沙砷淋溶迁移影响的试验。

1.2.1 土壤柱的制备及淋溶条件

利用干土填装于玻璃柱中制成土柱。在内径 5 cm 的土柱下部填少量玻璃棉, 填入 1 cm 高的石英砂, 通过漏斗向柱体中填装供试土壤, 轻轻敲打, 使其均匀密实, 制成均质土柱, 土柱高度为 15 cm, 土壤体积质量(容重)约为 $1.26 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。蒸馏水预饱和土柱, 静置平衡 3 d。在制备好的土柱表面施加洛克沙砷。施药后在土柱表面均匀铺一层石英砂, 再盖上一层滤纸进行淋溶。然后根据实验项目进行淋溶实验, 蠕动泵控制淋溶速度。淋溶时保持土柱垂直, 自动部分收集器收集流出液。

1.2.2 示踪剂 Cl^- 的迁移

在土柱上先用去离子水洗脱, 直至流出液中检测不到进 Cl^- , 然后加入 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaCl_2 溶液 30 mL, 待被土壤吸收后, 用去离子水连续恒流洗脱, 自动部分收集流出液, 离子选择电极测定 Cl^- 浓度。

1.2.3 洛克沙砷的淋溶实验

土壤柱上分别加入 1 和 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的洛克沙砷溶液 10 mL, 再用不同的模拟淋溶液(水、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA-Na_2)连续恒流洗脱, 淋溶速率 $100 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1}$ 。自动部分收集流出液, HPLC 测定流出液中洛克沙砷的浓度。

1.2.4 鸡粪浸提液对洛克沙砷淋溶的影响

以不含洛克沙砷的饲料喂养的鸡的粪便 50 g, 加水 100 mL 浸泡 2 h, $3000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心, 过滤后得鸡粪浸提液。每一土壤柱中加鸡粪浸提液 10 mL, 在鸡粪浸提液完全通过土壤柱后, 加 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 ROX 溶液 10 mL, 待完全吸收后, 分别以水、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA-Na_2 作为淋洗液, 以 $100 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速度洗脱, 自动部分收集流出液, HPLC 测定流出液

中洛克沙肿的浓度。

1.2.5 HPLC 测定方法

收集的流出液经 $0.45\ \mu\text{m}$ 滤膜过滤后, HPLC 分析。岛津 LC-10AT 高效液相色谱仪测定条件如下: ODS C18($5\ \mu\text{m}$, $150\times 4.6\ \text{mm}$) 色谱柱, C18 预柱, 流动相 $0.05\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{KH}_2\text{PO}_4$: 甲醇: 10% 乙酸 = 90:5:5 (V/V); 检测波长 $54\ \text{nm}$, 柱温 $30\ ^\circ\text{C}$, 流速 $1.0\ \text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$, 进样量 $20\ \mu\text{L}$ 。在此条件下, 洛克沙肿的保留时间为 $7.58\ \text{min}$ 。洛克沙肿的工作曲线为 $y=17.726x$, $R^2=0.9991$ 。线性范围在 $0.1\sim 20.00\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 最低检测浓度可达 $0.02\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

2 结果与讨论

2.1 示踪剂 Cl^- 的穿透曲线

图 1 给出了 Cl^- 在灰潮土中的穿透曲线, 可以看出 Cl^- 在土壤中的 BTC 基本上是对称的, 不存在双峰和“拖尾”现象, Cl^- 在土柱迁移过程中, 受到物理、化学非平衡作用的影响较小, 因此可以忽略土壤中不动水体对溶质迁移过程的影响^[14]。

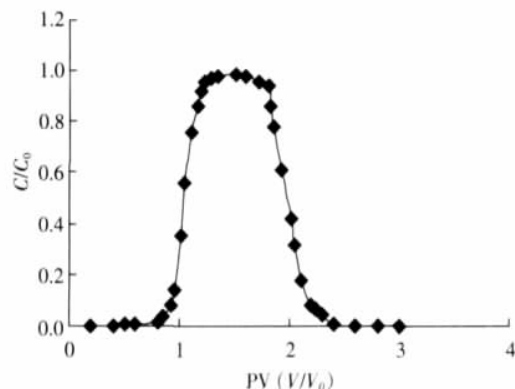


图 1 Cl^- 在 Ap 土壤中的穿透曲线

Figure 1 The breakthrough curve of Cl^- in Fluvo-aquic soil

2.2 不同施用量时洛克沙肿的穿透曲线

不同施用量洛克沙肿在灰潮土中迁移的 BTCs 见图 2。 $5\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 洛克沙肿施用时 BTCs 均呈现不同程度的不对称性 (拖尾现象), 而 $1\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 施用量时 BTCs 峰基本对称, 这表明洛克沙肿施用量较小时, 洛克沙肿在土柱中迁移时发生的吸附和解吸过程基本相当, 而施用量增大时解吸较吸附过程持续的时间要更长。不同深度土壤柱流出液中的洛克沙肿浓度均随洛克沙肿加入量的增加而增加。 $5\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 施用量时, 表层土流出液峰浓度值明显高于深层土, 说明下层土对洛克沙肿的吸附要更大一些。

2.3 不同淋溶剂对洛克沙肿穿透曲线的影响

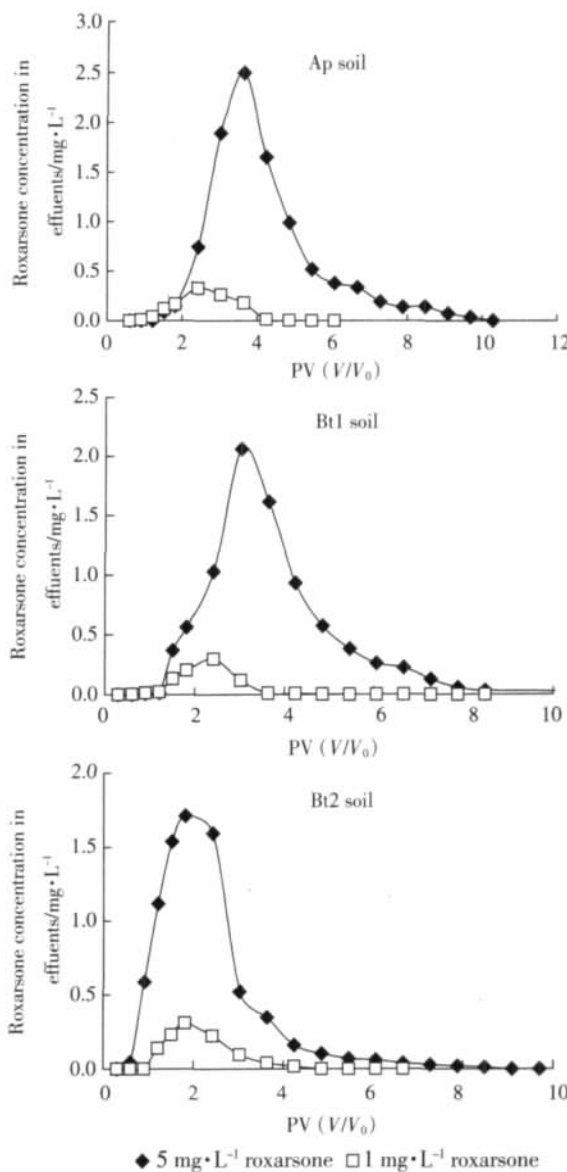


图 2 不同施用量时洛克沙肿的穿透曲线

Figure 2 Roxarsone breakthrough curves in the Fluvo-aquic soil with water shower

选择 $5\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 施用量, 水、 $0.01\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{CaCl}_2$ 、 $0.01\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{EDTA-Na}_2$ 淋洗时, 洛克沙肿的穿透曲线见图 3。水对 Ap、Bt1 土中洛克沙肿的淋洗峰浓度大于另两种淋洗液, 峰时间相对较长。水对不同深度土壤中的洛克沙肿淋出峰浓度 $\text{Ap 土} > \text{Bt1 土} > \text{Bt2 土}$, 而 $0.01\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{CaCl}_2$ 、 $0.01\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{EDTA-Na}_2$ 淋洗液对不同深度土壤中的洛克沙肿的淋出峰浓度则是 $\text{Bt2 土} > \text{Bt1 土} > \text{Ap 土}$ 。各淋溶液对洛克沙肿的淋出率也有差别, 见表 2。

2.4 鸡粪浸提液对洛克沙肿穿透曲线的影响

加入鸡粪浸提液后, 洛克沙肿在不同深度土壤中的穿透曲线见图 4。加入鸡粪浸提液后, 洛克沙肿在

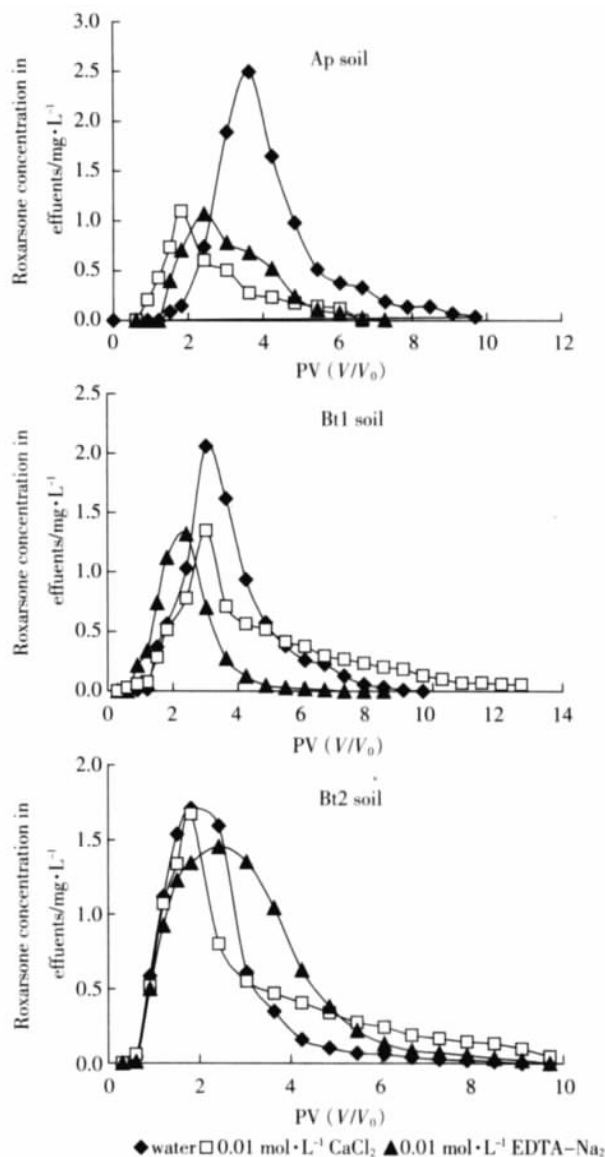


图 3 洛克沙肿在不同深度土壤的穿透曲线

Figure 3 The breakthrough curves of roxarsone in different depth soils

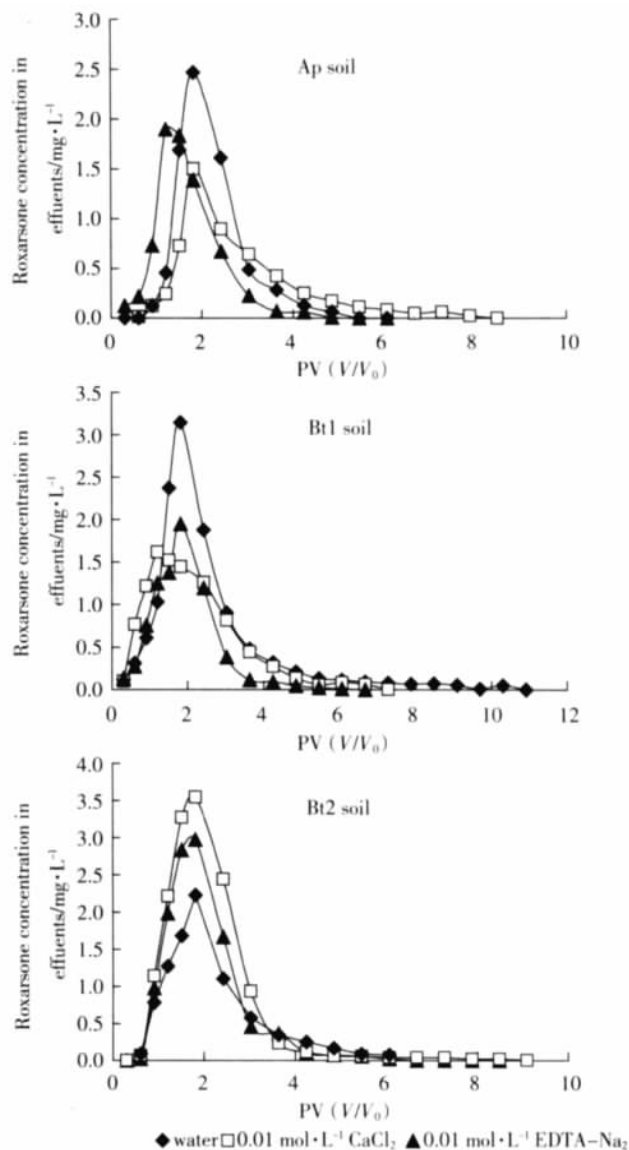


图 4 加入鸡粪浸提液后洛克沙肿在不同深度土壤的穿透曲线

Figure 4 The breakthrough curves of roxarsone in different depth soils after extract of poultry manure were added

表 2 土壤柱中洛克沙肿的淋出率(%)

Table 2 The leaching rate of roxarsone passed from different depth soil columns (%)

| 土样名称 | 淋洗液 | 未加粪浸液 | 加粪浸液 |
|------|------------------------|-------|-------|
| Ap | 水 | 97.1 | 110.4 |
| | CaCl ₂ 液 | 71.0 | 106.8 |
| | EDTA-Na ₂ 液 | 75.4 | 90.8 |
| Bt1 | 水 | 92.3 | 96.4 |
| | CaCl ₂ 液 | 84.3 | 94.5 |
| | EDTA-Na ₂ 液 | 82.7 | 96.2 |
| Bt2 | 水 | 93.5 | 98.6 |
| | CaCl ₂ 液 | 84.8 | 106.6 |
| | EDTA-Na ₂ 液 | 91.2 | 103.2 |

不同深度土壤中的穿透曲线峰时间均有不同程度提前,粪浸液对洛克沙肿在土壤中的移动性有所增强。与不加粪浸液时的穿透曲线比较,3种淋洗液对Ap土中洛克沙肿的淋出液峰浓度均有所增加;Bt1土,水和0.01 mol·L⁻¹ CaCl₂对洛克沙肿的洗脱峰浓度显著提高;Bt2土,0.01 mol·L⁻¹ CaCl₂、0.01 mol·L⁻¹ EDTA-Na₂淋洗液对洛克沙肿淋出峰浓度明显增加;而加粪前后水淋洗无明显变化。说明粪浸液可能减少了土壤对洛克沙肿的吸附,使淋洗液中洛克沙肿浓度增加,加强了淋洗液对土壤中洛克沙肿的淋洗能力。

2.5 淋出率比较

以淋出液中洛克沙肿总量与土柱中洛克沙肿施

用量相比较计算淋出率,洛克沙肿在不同深度土壤柱中的淋出率见表 2。洛克沙肿在不同深度土壤柱中被水、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 和 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ EDTA-Na}_2$ 的淋出率在 71.0%~110.4%, 可以看出洛克沙肿在土壤中的迁移是较快、较完全的,而在土壤中的吸附和富集不明显,与已报道的洛克沙肿在土壤中的吸附行为是相一致的^[15-16]。

$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 与自然界土壤溶液的离子强度相似,而 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ EDTA-Na}_2$ 属于较强的络合剂,可与自然界无机矿化合物中的金属络合,用 EDTA 溶液淋洗可反映天然无机物对金属离子淋溶的能力^[17]。洛克沙肿在土壤中的淋滤迁移,与淋溶液的种类及土壤性质有关。水对土中洛克沙肿有较好的淋溶作用,而 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ EDTA-Na}_2$ 对洛克沙肿在不同深度土壤的淋溶能力不尽相同,对表层土中的洛克沙肿淋溶多于下层土。鸡粪浸提液的主要成分为有机质,加入鸡粪浸提液是为了模拟洛克沙肿随畜禽粪便进入土壤后的淋溶迁移。加入粪浸液后,3 种淋溶剂对不同深度土壤中的洛克沙肿的淋出均增加,说明在有机质增加的情况下土壤对洛克沙肿的吸附将减少,从而增加了淋溶剂对洛克沙肿的淋出量。这一结果与有机质对洛克沙肿在土壤中的吸附影响是相吻合的^[15]。同时也提示进入土壤的洛克沙肿绝大多数可能从表层土、下层土淋滤进入地下水中, Brown B L 等的研究也有相似的结论^[18]。

3 结论

土柱实验是研究有机化合物在土壤中迁移行为的重要手段,比一次平衡法实验更接近田间实际情况。洛克沙肿在不同土壤中的迁移能力是较强的,迁移速度也是较快的。不同性质的淋溶剂对洛克沙肿的淋溶有影响,水、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ EDTA-Na}_2$ 对洛克沙肿的淋出率都较高,粪浸液可加大对洛克沙肿的淋溶。洛克沙肿在土壤中的淋溶特性说明,洛克沙肿随粪便进入土壤后可较快地淋溶迁移,进入地表水和地下水中,可造成对水环境质量的影响。

参考文献:

- [1] Garbarino J R, Bednar A J, Rutherford D W, et al. Environmental fate of roxarsone in poultry litter. . Degradation of roxarsone during composting[J]. *Environ Sci Technol*, 2003, 37(8) :1509-1514.
- [2] Miller C V, Foster G D, Huff T B, et al. Organic compounds and trace elements in the Pocomoke River and tributaries [R]. Maryland, USGS

Open File Report 99-57, 35p, 1999.

- [3] Sims J, Wolf D, Poultry waste management-agricultural and environmental issues[J]. *Advances in Agronomy*, 1994, 52 :1-83.
- [4] 李银生, 曾振灵, 陈杖榴, 等. 洛克沙肿对养猪场周围环境的污染[J]. 中国兽医学报, 2006, 26(6) :665-668.
LI Yin-sheng, ZENG Zhen-ling, CHEN Zhang-liu, et al. Contamination of roxarsone to the environment around pig farm[J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2006, 26(6) :665-668.
- [5] 王付民, 陈杖榴, 孙永学, 等. 有机肿饲料添加剂对猪场周围及农田环境污染的调查研究[J]. 生态学报, 2006, 26(1) :154-162.
WANG Fu-min, CHEN Zhang-liu, SUN Yong-xue, et al. Investigation on the pollution of organoarsenical additives to animal feed in the surroundings and farmland near hog farms[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1) :154-162.
- [6] Miller C V, Hancock T C, Denver J M. Environmental fate and transport of arsenical feed amendments for animal agriculture[R]. American Geophysical Union, 2000 Spring Meeting Integrative Geoscience Solutions--A Start for the New Millennium, May 30-June 3, 2000, Washington, DC.
- [7] Brown B L, Slaughter A D, Schreiber M E. Control on roxarsone transport in agricultural watersheds[J]. *Applied Geochemistry*, 2005, 20 :123-133.
- [8] Jackson B P, Seaman J C, Bertsch P M. Fate of arsenic compounds in poultry litter upon land application [J]. *Chemosphere*, 2006, 65 :2028-2034.
- [9] 李银生, 曾振灵, 陈杖榴, 等. 洛克沙肿污染胁迫下蚯蚓体内砷的富集和释放[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2008, 36(2) :212-217.
LI Yin-sheng, ZENG Zhen-ling, CHEN Zhang-liu, et al. Accumulation and elimination of arsenic in earthworms under stress of roxarsone contamination[J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 2008, 36(2) :212-217.
- [10] 张雨梅, 陈冬梅, 马一冬, 等. 洛克沙肿在青菜及土壤中的残留特性[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(6) :2467-2470.
ZHANG Yu-mei, CHEN Dong-mei, MA Yi-dong, et al. The characteristics of roxarsone residue in Chinese cabbage and soil[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2008, 27(6) :2467-2470.
- [11] 孙永学, 陈杖榴, 刘志昌, 等. 洛克沙肿在鲫鱼体内的残留及消除动力学研究[J]. 中国兽医杂志, 2004, 40(8) :65-68.
SUN Yong-xue, CHEN Zhang-liu, LIU Zhi-chang, et al. Studies on the residue and elimination of roxarsone in *Carassius auratus*[J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2004, 40(8) :65-68.
- [12] 张雨梅, 朱爱华, 陈冬梅, 等. 洛克沙肿残留对土壤微生物活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2007, 6 :312-315.
ZHANG Yu-mei, ZHU Ai-hua, CHEN Dong-mei, et al. Effect of roxarsone on the activity of microorganism in soil[J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2007, 6 :312-315.
- [13] 王付民, 张璐, 陈杖榴. 有机肿添加剂对蛋白核小球藻及大型蚤的急性毒性研究[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(2) :103-106.
WANG Fu-min, ZHANG Lu, CHEN Zhang-liu. Studies on acute toxicity of organoarsenics to *Chlorella pyrenoidosa* and *deaphniamagna*[J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2007, 28(2) :103-106.

- [14] 任 理, 毛 萌. 阿特拉津在饱和砂质土壤中非平衡运移的模拟[J]. 土壤学报, 2003, 40(4): 529-537.
REN Li, MAO Meng. Simulation of nonequilibrium transport of atrazine in saturated sandy loam under steady-state water flow condition[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2003, 40(4): 529-537.
- [15] 张雨梅, 陈冬梅, 陈 军, 等. 洛克沙肼在土壤中的吸附特性[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(6): 2075-2079.
ZHANG Yu-mei, CHEN Dong-mei, CHEN Jun, et al. The sorption characteristics of roxarsone in soils[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2007, 26(6): 2075-2079.
- [16] Rutherford D W, Bednar A J, Garbarino J R, et al. Environmental fate of roxarsone in poultry litter. Part . Mobility of arsenic in soils amended with poultry litter[J]. *Environ Sci Technol*, 2003, 37(8): 1515-1520.
- [17] McBride M B. Reactions controlling heavy metal solubility in soils[J]. *Adv Soil Sci*, 1989, 10: 1-57.
- [18] Brown B L, Slaughter A D, Schreiber M E. Control on roxarsone transport in agricultural watersheds[J]. *Applied Geochemistry*, 2005, 20: 123-133.

“第三届全国农业环境科学学术研讨会暨 中国农业生态环境保护协会六届二次会员代表大会” 在天津召开

中国农业生态环境保护协会与农业部环境保护科研监测所联合举办的第三届全国农业环境科学学术研讨会暨中国农业生态环境保护协会六届二次会员代表大会于 2009 年 10 月 23 日至 26 日在天津召开。协会会员代表、专家、农业部、环保部、科技部等相关司局领导出席了会议。

会议开幕式由协会秘书长周其文主持。会议主办单位中国农业生态环境保护协会副理事长、农业部环境保护科研监测所高尚宾所长致开幕词, 中国农业生态环境保护协会顾问、《农业环境科学学报》主编李文华院士发表了讲话, 农业部科技教育司方放副处长、环境保护部自然生态保护司张山岭处长分别作了重要讲话, 对大会的召开表示热烈祝贺, 并充分肯定了协会在我国农业生态环境保护事业发展中所起的重要作用。天津市科委副主任陈养发致了贺词, 热烈祝贺本次大会在天津召开。

协会会员代表大会审议通过了协会会费标准及管理办法(试行)草案, 理事会选举了新任理事长, 调整了相关常务理事等事项。

会议结合当前我国农业环境科学研究开展了学术交流。12 位专家做了大会主题报告, 36 位专家做了分组专题报告。报告特点鲜明: 第一, 覆盖面广, 从宏观到微观, 从理论到实践, 从国内到国外, 内容极为丰富。以南开大学周启星教授、中国环境科学研究院李发生研究员、天津大学陈冠益教授等人的报告为代表, 案例理论分析, 以广东省生态环境与土壤研究所李芳柏研究员、华中农业大学胡荣桂教授、西安建筑科技大学石辉教授等人的报告为代表。第二, 既有传统技术的应用又有新技术的开发。传统技术体现与我国农村实际情况相结合, 实用而又价廉; 新技术开发方面, 徐州工程学院韩宝平教授介绍的“矿区环境问题及治理技术新发展”、华南农业大学吴启堂教授的“间套技术在重金属土壤修复中的应用”、温州医学院王学东教授的“痕量有机污染物的绿色环保分析技术”、农业部规划设计研究院张玉华研究员的“农业有机废弃物资源化处理与综合利用技术”等都很有特色。第三, 针对性强。围绕我国农业环境新出现的问题, 用大量的数据和图片展示了专家、学者各自的研究成果和应用效果, 内容切合实际、示范性强, 对我国农业环境科学研究工作的深入有很好的推进作用。

在闭幕式上, 中国农业生态环境保护协会常务理事、农业部环境保护科研监测所唐世荣副所长作了总结发言。会议取得圆满成功。

协会秘书处 供稿

2009-10-29