

猪粪中土霉素环境风险及好氧降解 技术研究进展

韩建勋¹, 郭梦婷², 张紫微¹, 陈应强²,

(1. 巨化集团公司, 衢州 324004 2. 浙江工商大学环境科学与工程学院, 杭州 310035)

摘要: 针对国内规模化养猪场饲料及猪粪中土霉素的高残留的现状, 综述了国内外关于畜禽粪便中土霉素研究的现状。文章首先介绍了畜禽粪便中土霉素的应用和残留情况, 然后探讨了土霉素存在于环境中对微生物、植物和动物的生态毒性, 最后结合国内外现有畜禽粪便处理技术优缺点的评价, 对好氧堆肥技术应用于高土霉素残留猪粪的无害化处理以及应该注意的一些问题提出了建议。

关键词: 土霉素残留; 畜禽粪便; 猪粪; 生态毒性; 好氧堆肥

中图分类号: X713

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)05-0019-05

THE ENVIRONMENTAL RISK AND AEROBIC COMPOST OF OXYTETRACYCLINE OF PIG MANURE

HAN Jian-xun¹, GUO Meng-ting², ZHANG Zi-wei¹, CHEN Ying-qiang^{2*}

(1. Juhua Group Corporation, Quzhou 324004; 2. Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310035)

Abstract: on the base of introducing of the oxytetracycline residues in the feeds and manures of pig in domestic scale farms, the article summarized the current study situations of oxytetracycline in manures of pig. Firstly, the status of utilizations and residues of oxytetracycline was reviewed. Secondly, the ecological toxicity of oxytetracycline to the microbes, plants and animals in the environment was evaluated. Finally, in accordance with assessing of poultry manure treatment technology At home and abroad, some suggestions in technology of aerobic compost of pig manure with high oxytetracycline were recommended.

Keywords: oxytetracycline residues; poultry manure; manures of pig; ecological toxicity; aerobic compost.

土霉素(Oxytetracycline, OTC)是四环素类抗生素的一种, 分子式为 $C_{22}H_{24}N_2O_9$, 相对分子量为 460.44, 土霉素又叫氧四环素、地霉素, 其分子结构式见图 1-1。土霉素是淡黄色的粉末, 在水中极微溶, 在乙醇中微溶解, 在盐酸或氢氧化钠溶液中能溶解, 但是其在碱性溶液中容易被破坏成分而

失活。

土霉素是微生物的代谢产物, 它不仅是一种广谱抗菌剂, 对其它多种微生物(细菌、真菌、支原体及衣原体等)均有抑制及杀灭作用, 而且还可以促进畜禽的生长。因此, 目前更多的被用于畜禽养殖业中, 土霉素作为一种饲料添加剂被大量的添加到畜禽的饲料中, 以快速促进畜禽的生长, 用于满足畜禽养殖户的利益需求。

收稿日期: 2012-06-20

作者简介: 韩建勋(1967~), 男, 高工, 主要研究方向为环境工程。

并且土霉素浓度越高其抑制作用越强。

2.2 土霉素对植物的生态毒性

目前多在实验室模拟条件下进行土霉素对植物的生态毒性研究,研究表明,与土霉素对微藻类毒性的研究结果类似,土霉素对植物的生态毒性主要体现在其对植物叶绿体合成酶活性的抑制作用,进而大大抑制了植物的生长发育。土霉素对植物根系的毒性最大,抑制作用最显著。Luciana 等^[11]研究发现抗生素主要是在植物的根部累积,当四环素类抗生素浓度不断升高时,紫花苜蓿的叶子会不断变黄。崔馨等^[12]通过水培实验研究了土霉素在植物体内的吸收情况及其对植物的毒性,结果发现,营养液中土霉素的浓度越高,生菜对土霉素的吸收量越大。

2.3 土霉素对动物的生态毒性

目前已有大量的报道表明了四环素类药物对动物具有一定的生态毒性。Willenberger 等^[13]在不同抗生素浓度下观察其对水蚤的急性毒性试验,研究发现土霉素对水蚤的 48 h EC50 浓度超过 1 000 mg/l。Lunden 等^[14]研究发现土霉素能够明显抑制虹鳟鱼体内的抗体水平,使鱼体内的淋巴细胞数量下降,但是对鱼体的存活率不存在明显的影响。土霉素对土壤中存在的一些较大型的动物,如蚯蚓、跳虫和线虫等也具有一定的生态毒性,但是研究结果表明,土霉素对土壤动物的生态毒性较低^[15]。

3 好氧堆肥技术研究进展

目前,国内外普遍采用的畜禽粪便处理技术主要有饲料化处理技术,肥料化处理技术,能源化处理技术三大类。好氧堆肥技术由于其运行费用低,处理量大,二次污染低等特点,一直是国内外畜禽粪便处理技术的热点。以一定技术提高好氧堆肥操作过程中堆体温度的高温好氧堆肥技术更是处理畜禽粪便,使之达到无害和腐熟的重要方法之一,也是降解土霉素,降低土霉素残留危害的重要途径。然而现有的关于好氧堆肥技术的研究很少从土霉素降解的角度去考虑,寻求高效的降解土霉素的堆肥技术。

但是,畜禽粪便中的抗生素残留污染问题已经引起人类的重视,国内外也进行了一系列的相关研究,目前已有学者研究了牛粪中抗生素降解的堆肥技术^[16],鸡粪中土霉素的降解规律^[17]、畜禽粪便中土霉素的检测方法^[18]等方面,对牛粪堆肥

过程中土霉素的影响也进行了一定的研究^[16]。虽然对于猪粪中土霉素的降解研究的较少,但是通过前人对其他畜禽排泄物中土霉素降解规律的研究,可以知道畜禽粪便的温度、含水率、碳氮比(C/N)、通风方式、调理剂和微生物菌剂是影响其降解的关键因素。

3.1 好氧堆肥过程的影响研究

好氧堆肥过程十分复杂,受到很多因素的影响,其主要影响因素有以下几个方面:

3.1.1 温度

温度是好氧堆肥过程中影响微生物活动、确保堆肥过程顺利进行的重要影响因素,堆体温度在 55 ℃条件下保持 3 d 以上(或 50 ℃以上保持 5~7 d),可确保高温能够杀灭堆料中所含的致病微生物及虫卵,保证堆肥的卫生指标合格^[19]。堆肥的环境温度将影响堆肥过程中堆体温度的变化。岳波等^[20]研究了气温变化对城市污泥静态堆好氧堆肥过程中温度变化的影响,结果发现气温变化对堆体的下层温度影响最大。Tiquia 等^[21]分别在冬夏两个季节进行了猪粪的好氧堆肥实验,结果表明气温过低将延长堆肥的腐熟期,在冬季,堆肥达到腐熟需要 91 d,而夏季仅需要 56 d。

3.1.2 含水率

微生物的生长和繁殖离不开水分,堆肥过程中含水率是否适宜将影响堆肥的腐熟程度和堆肥品质,故含水率是堆肥过程的重要影响因素之一。吕凯等^[22]研究表明堆肥的适宜含水率应该为 50%~70%之间。不同的堆肥初始含水率将导致堆体中的化学成分在堆肥过程中的变化趋势不同。Tiquia 等^[23]研究了三个不同的初始含水率对猪粪堆肥过程中温度及化学成分变化的影响,结果发现三个堆体的温度变化趋势相似,且 70%的堆体下 C/N 降速度较慢。

3.1.3 碳氮比(C/N)

堆体的 C/N 一般是指堆体中的总有机碳和总氮的比值,碳和氮均是微生物生长繁殖的必须要素,只有 C/N 在一个适宜的范围,才能使微生物更好的生长繁殖,从而加速堆体有机物质的分解,实现堆肥的快速腐熟。朱能武^[24]研究了低 C/N 对猪粪、稻草混合好氧堆肥过程的影响,结果表明 20 的低 C/N 的堆体高温期维持时间短,流失的 N 素比 25 的高 C/N 多 8%左右。

3.1.4 通风方式

不同的通风方式会造成堆体不同的供氧量,进而影响微生物的活动,影响堆肥进程。廖新伟等^[25]研究了人工翻堆和机械强制通风两种不同的通风方式对猪粪好氧堆肥过程的影响,结果发现在堆肥前期,人工翻堆组的氨氮增加量较大,而在堆肥后期,机械通风组的硝氮增加量较大。常勤学等^[26]研究了时间控制、时间及温度联合控制两种通风方式对动物粪便好氧堆肥过程的影响,发现时间控制通风的堆肥方式的高温阶段持续时间长,且堆体温度分布更均匀。倪酶娣等^[27]在强制通风情况下,研究了不同的通风量对堆肥过程的影响,确定堆肥系统的最佳通风量为 0.35 m³/min。

3.1.5 调理剂

在堆体中添加调理剂可以起到增加堆体的孔隙度,为微生物提供碳源等作用。通常使用的调理剂有锯末、稻草、秸秆、树叶等。添加不同的调理剂将对堆肥过程产生不同的影响。如孙先锋等^[28]研究了干猪粪、锯末及蘑菇渣三种不同的调理剂对猪粪好氧堆肥过程的影响;杨国义等^[29]研究了稻草、树叶、粉煤灰及木屑 4 种不同的调理剂对猪粪堆肥过程的影响。结果发现,干猪粪以及稻草和粉煤灰相结合、树叶和木屑相结合这两种方式有助于加快堆肥的腐熟进程。

3.1.6 微生物菌剂

已有大量研究表明,在堆体中人为的接种高效菌剂可以大大促进堆肥过程的进行,加快堆体的腐熟^[30]。这个加速过程是通过提高堆肥前期有机酸的含量、提高堆肥过程中各种微生物酶的峰值与活性、加速堆体中纤维素的降解这三个方面来实现的^[30,31,32]。

4 结语

为解决我国产量巨大的猪粪中有机物和土霉素的降解问题,还需从以下几个方面进行深入探讨:

(1)对于畜禽饲料中土霉素的添加水平的研究必须从源头出发考虑,通过大量的调查数据的分析探讨土霉素饲料添加量与粪便中残留量的相关性。

(2)畜禽粪便好氧堆肥作为一个以微生物作用为主体的微生物学过程,有必要进一步探讨土霉素对好氧堆肥过程的消极影响及土霉素在好氧堆肥过程中的降解规律。

(3)为减轻我国残留量巨大的猪粪中的土霉素残留污染,有必要研究猪粪中土霉素残留的高效

好氧堆肥技术,为确保农产品的安全提供理论依据。

参考文献

- [1] 侯放亮. 饲料添加剂应用大全 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] Zhao L Dong Y H, Wang H. Residues of veterinary antibiotics in manures from feedlot livestock in eight provinces of China [J]. Science of the Total Environment, 2010, 408(5): 1069–1075.
- [3] Olsovska J, Tylova T, Novak P, et al. High-throughput analysis of tetracycline antibiotics and their epimers in liquid hog manure using Ultra Performance Liquid Chromatography with UV detection [J]. Chemosphere, 2010, 78(4): 353–359.
- [4] 薛智勇, 汤江武. 防治肥料面源污染系列讲座畜禽废弃物的无害化处理与资源化利用技术进展[J]. 浙江农业科学, 2002, (1): 45–47.
- [5] 张树清, 张夫道, 刘秀梅, 等. 规模化养殖畜禽粪主要有害成分测定分析研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 822–829.
- [6] Hamscher C, Sczesny S, Aburqare A, et al. Substances with pharmacological effects including hormonally active substances in the environment: identification of tetracyclines in soil fertilized with animal slurry[J]. Dtsch Tierarztl Wochenschr, 2010, 107(8): 332–334.
- [7] Kay P, Blackwell P A, Boxall A B A. Transport of veterinary antibiotics in overland flow following the application of slurry to arable land[J]. Chemosphere, 2005, 59(7): 951–959.
- [8] Yang Q X, Zhang J, Zhu K F, et al. Influence of oxytetracycline on the structure and activity of microbial community in wheat rhizosphere soil [J]. Journal of Environmental Sciences—China, 2009, 21(7): 954–959.
- [9] Sara B, Carmen A, Javier P, et al. Toxicity of the antimicrobial oxytetracycline to soil organisms in a multi-species-soil system (MS·3) and influence of manure co-addition[J]. Journal of Hazardous Materials, 2005, 122(3): 233–241.
- [10] 赵素芬, 曹日波. 土霉素、氯霉素对湛江等鞭金藻细胞增殖和光合色素含量的影响[J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24(3): 19–23.
- [11] Luciana M Salvatore C, Maurizio F. Phytotoxicity to and uptake of enrofloxacin in crop plants[J]. Chemosphere, 2003, 52(7): 1233–1244.
- [12] 崔馨, 乔显亮, 韩成伟, 等. 生菜对土霉素的吸收及其植物毒性[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(3): 1038–1042.
- [13] Wollenberger L, S?rensen B H, Kuska K O. Acute and chronic toxicity of veterinary antibiotics to *Daphnia magna* [J]. Chemosphere, 2000, 40(7): 723–730.
- [14] Lunden T, Miettinen S, Lonnstraom L G, et al. Influence of oxytetracycline and oxolinic acid on the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Fish & Shellfish Immunology, 1998, 8(3): 217–230.
- [15] 马驿, 陈杖榴. 兽药对生态环境影响的研究进展[J]. 中国兽医科技, 2005, 35(9): 746–751.
- [16] Osman A A, Lawrence J S, Walter M, et al. Composting rapidly reduces levels of extractable oxytetracycline in manure from therapeutically treated beef calves[J]. Bioresource Technology, 2007, 98(1): 169–176.

- [17] 匡光伟, 孙志良, 陈小军, 等. 四环素类抗菌药物在鸡粪中的降解研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(5): 1784-1788.
- [18] 张桂香, 刘希涛, 赵焯, 等. 环境样品中抗生素残留分析研究进展[J]. 环境污染与防治, 2009, 31(10): 64-70, 75.
- [19] 粪便无害化卫生标准[M]. GB7959-1987.
- [20] 岳波, 陈同斌, 黄泽春, 等. 城市污泥堆肥过程中气温对堆体温度影响的模拟[J]. 环境科学学报, 2005, 25(11): 1476-1483.
- [21] Tiquia S M, Tam N F Y, Hodgkiss I J. Composting of spent pig litter at different seasonal temperatures in subtropical climate[J]. Environmental Pollution, 1997, 98(1): 97-104.
- [22] 吕凯, 石英尧. 猪粪的成分及其利用的研究[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(3): 373-374, 389.
- [23] Tiquia S M, Tam N F Y, Hodgkiss I J. Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 1998, 67(1): 79-89.
- [24] Zhu Nengwu. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw [J]. Bioresource Technology, 2007, 98(1): 9-13.
- [25] 廖新佛, 吴银宝. 通风方式和气温对猪粪堆肥的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2003, 24(2): 77-80.
- [26] 常勤学, 魏源送, 刘俊新. 通风控制方式对动物粪便堆肥过程的影响[J]. 环境科学学报, 2006, 26(4): 595-600.
- [27] 倪酶娣, 陈志银, 程绍明, 等. 不同通风量下猪粪好氧堆肥中氧气浓度的变化 [J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2005, 31(5): 603-607.
- [28] 孙先锋, 邹奎, 钟海风, 等. 不同工艺和调理剂对猪粪高温堆肥的影响[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(4): 787-790.
- [29] 杨国义, 夏钟文, 李芳柏, 等. 不同填充料对猪粪堆肥腐熟过程的影响[J]. 土壤肥料, 2003, 15(3): 29-33.
- [30] 秦莉, 高茹英, 李国学, 等. 外源复合菌系对堆肥纤维素和金霉素降解效果的研究[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(4): 820-823.
- [31] 魏自民, 席北斗, 赵越, 等. 城市生活垃圾外源微生物堆肥对有机酸变化及堆肥腐熟度的影响 [J]. 环境科学, 2006, 27(2): 376-380.
- [32] 梁东丽, 谷洁, 秦清军, 等. 接种菌剂对猪粪高温堆肥中酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 21(9): 243-248.

(上接第18页)

3.2.4 具有可防治性

前期我国重视经济发展, 大力发展煤炭开采, 忽视了煤炭资源开发引发的矿山地质环境问题的防治。国土资源部基于近几年矿山地质环境调查和评价成果, 颁布了相关法规和政策, 煤炭资源开发同时防治可能引发或加剧的矿山地质环境问题是具有法律依据的, 而且从技术角度也是可行的, 煤炭资源开发矿山地质环境问题是可以通过系列措施进行防治的。

5 结束语

我国煤炭资源丰富, 赋存范围广、赋存条件复杂多变, 历年来煤炭资源开发引发了众多矿山地质环境问题, 一定程度危害社会安全和社会经济的正常发展。随着我国经济水平的不断提高和矿山地质环境相关法规、政策的不断完善, 在掌握煤炭资源开发矿山地质环境问题类型和特征的基础上, 针对性的提出防治措施和技术手段对矿山地质环境进行保护和治理成为亟待解决的问题。要做好此项工作, 本文建议今后煤炭资源开发应注重以下几方面问题的研究和解决:

(1) 在现有评估规范基础上细化各类矿山开发矿山地质环境影响评估细节, 尤其是煤炭资源开发, 具有开发范围大、开采时间常等特点, 明显

区别于其他类矿山开采方式和生产特点;

(2) 煤炭资源开发矿山地质环境问题具有不确定性, 矿山地质环境影响评估阶段应严格要求煤炭资源开发地面塌陷预测结果, 应用科学的、系统的预测方法和预测软件, 以保障预测矿山地质环境问题出现的可靠性和准确性, 为后期细化、量化防治措施奠定基础;

(3) 研究和发展的有效的防治和解决矿山地质环境问题新技术和新措施, 针对不同地域的主要矿山地质环境问题能够起到指导作用, 比如陕北矿区对含水层的保护措施, 对渭北黄土沟壑区地质灾害的治理措施, 对中西部平原地区采空区积水问题的防治措施等, 使矿山地质环境问题逐级得到弱化和解决。

(4) 多方筹措, 多种方式解决煤炭资源开发多年来的历史遗留矿山地质环境问题。

参考文献:

- [1] 国土资源部, 矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范 (DZ/T 0223-2011), 2011.8.31, P1.
- [2] 国土资源部, 全国矿山地质环境保护与治理规划 (2009~2015年), 2010.4.8, P8-9.
- [3] 姬长生, 我国露天煤矿开采工艺发展综述, 采矿与安全工程学报, 2008年第3期, P297-300.
- [4] 徐友宁, 矿山环境地质与地质环境, 西北地质, 2005年第4期, P108-112.