

土壤有机肥中重金属特征分析

王娜^{1,2,3,4}, 卢楠^{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陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

收稿日期: 2021年9月8日; 录用日期: 2021年10月11日; 发布日期: 2021年10月18日

摘要

有机肥在农业生产中扮演着重要的角色, 但有机肥中重金属毒害作用是限制农业发展的重要因素。本文综述了有机肥如畜禽粪便、污泥堆肥及沼肥中重金属对土壤以及农作物的影响, 旨在为有机肥安全利用提供技术参考。

关键词

有机肥, 重金属, 堆肥

Characteristics of Heavy Metals in Soil Organic Fertilizer

Na Wang^{1,2,3,4}, Nan Lu^{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, Xi'an Shaanxi

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

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

Received: Sep. 8th, 2021; accepted: Oct. 11th, 2021; published: Oct. 18th, 2021

Abstract

Organic fertilizer plays an important role in agricultural production, but the toxic effect of heavy

metals in organic fertilizer is an important factor restricting agricultural development. This paper summarizes the effects of heavy metals in organic manure such as livestock manure, sludge compost and biogas manure on soil and crops, in order to provide technical reference for the safe utilization of organic manure.

Keywords

Organic Fertilizer, Heavy Metals, Compost

Copyright © 2021 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. 前言

近年来, 农业集约化发展和环境污染不断加剧, 农田土壤重金属积累逐年增加, 这不仅影响到整个食物链的安全, 甚至影响了整个生态环境的安全[1]。随着人们对绿色、有机、无公害产品的不断认识, 有机肥在农业生产中扮演着不可或缺的角色, 除此之外, 有机肥还可以提供土壤所需的养分和有机质, 因此, 近年来有机肥在农田土壤的使用中占很大比例。据农业部估算, 截止 2002 年全国有机肥料资源总量约 48.8 亿 t, 其中畜禽粪便资源量为 20.4 亿 t, 堆沤肥资源约 20.2 亿 t, 秸秆类资源约 7 亿 t, 饼肥资源 2000 多万吨, 绿肥约 1 亿多 t [2]。但由于不同生产原料的有机肥均含有不同含量的重金属, 且这些重金属难降解, 在微生物的作用下随碳源和水分的损失而浓缩累积, 最终进入农田生态系统[3]。施用不同原料的有机肥后, 土壤重金属如 Zn、Cr、Cd、Pb、As、Hg 等元素含量明显增加[4]。据我国国土资源部门统计, 我国受重金属污染的耕地面积约为 $2.0 \times 10^7 \text{ hm}^2$ [5], 污染面积占耕地总面积的 20%左右, 全国每年约 1200 万 t 粮食受重金属污染, 因重金属污染引起的粮食减产高达 1000 万 t [6], 全国约有 10% 的粮食、24% 的农产品和 48% 的蔬菜重金属含量超标[7]。有机肥污染土壤的途径分为两种, 一种是直接带入; 另一种是施入的有机肥可改变土壤中重金属的形态, 从而促使重金属在植物中的吸收和累积。因此, 如何有效提高有机肥的使用效率降低有机肥携入农田的重金属含量已成为国内外研究的热点问题, 本文就有机肥中重金属来源、重金属对土壤及植物的影响进行综述, 为农田土壤有机肥的合理施用提供科学依据。

2. 有机肥分类

人类在农业生产中除了获取粮食、油类、肉等必须品外, 还伴随着产生大量的秸秆、畜禽粪便等产物, 这些产物在不同方式的加工处理后可用作有机肥。除此之外, 如城市污泥堆肥、生活垃圾堆肥、沼肥等都可用作有机肥施入农田。由于有机肥不同的加工方式和来源, 因此其重金属含量也不尽相同。

2.1. 畜禽粪便堆肥

为防止畜禽疾病, 促进畜禽良好的生长状况, 重金属如 Cu、Zn、Pb 等被广泛添加到饲料中。据统计[8], 在一万头猪场中, 连续给猪饲料中添加 Cu, 则该猪场附近的农田土壤可排放约 2 t Cu, 导致重金属 Cu 的严重富集。研究表明[9], 仔猪饲料中添加的 $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ 高达 100~250 mg/kg, 浓缩饲料中 Cu 含量为 1000~1500 mg/kg, 而有的饲料中 Zn 的含量高达 2000~3000 mg/kg。饲料中的重金属大多是随着畜禽的排泄物释放至环境中, 且饲料中重金属含量与其排泄物中重金属含量呈显著正相关, 一般来说, 排泄

物中重金属含量占 95%以上。在禽类饲料中, Cu 和 Zn 浓度范围较猪饲料中浓度低, 分别在 5~234 mg/kg 和 28~4030 mg/kg。诸春强等[10]对采自江苏地区的 72 份畜禽粪便的 Cu、Zn、Pb、Cr、Cd、Ni 含量进行检测, 结果表明: 猪粪中 Cu、Zn 含量均很高, 平均值高达 571.3 mg/kg 和 578.3 mg/kg。王飞等[1]对华北农产品产地商品有机肥的调查研究发现, 其中重金属 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、Ni、As、Hg 质量分数的平均值分别为 0.21、45.42、69.22、87.40、274.58、16.50、3.21、0.33 mg/kg。按照 2012 年农业部发布的中国有机肥行业标准, Pb 的超标率高达 80.56%, 按照德国腐熟堆肥标准, 大部分重金属超标, Cr、Cu、Pb、Zn、Ni、Hg 的超标率分别为 8.33%、13.89%、16.67%、19.44%、2.78%、11.11%。

2.2. 污泥堆肥

污泥是污水处理过程中的必然产物, 它是由多种细菌菌体、无机颗粒及胶体组成。污泥中含有丰富的有机质和养分含量, 为了避免这种资源的浪费, 近年来污泥堆肥作为农肥使用备受关注。城市绿地施用污泥堆肥试验表明: 施用污泥堆肥后, 土壤上层(0~20 cm) 6 种金属元素(Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr)的含量明显提高; 杨婷等[11]对城市污水处理厂污泥中重金属的污染及环境风险进行评价研究, 结果表明各污水处理厂污泥中重金属 Cd 的污染程度与生态风险评价等级属于 II~IV 级(中到高等污染程度与生态风险), 多种重金属综合污染程度与生态风险(DC 和 RI)评价等级均为 IV 级, 即高污染程度和高生态风险。因此, 在农田施肥过程中, 应合理利用污泥肥料。

2.3. 沼肥

沼肥是由人、畜禽排泄物以及农业废弃物等有机物厌氧条件下发酵形成的[12], 由沼渣和沼液两部分组成。随着我国经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高, 我国对畜禽肉类的需求量逐渐增大, 从而大幅度的增长畜禽养殖业的发展。随之而来的问题是畜禽粪便的排放量也大幅提高, 并且已经成为一个不容忽视的污染源, 直接威胁着我国脆弱的生态环境。

沼肥由沼渣和沼液组成。研究表明, 沼液中有毒有害成分明显低于沼渣, 特别是砷、镉、铅、铬的含量。钟攀[13]等对沼肥中重金属状况进行研究, 发现沼液中毒性重金属平均含量为全 As > 全 Cr > 全 Pb > 全 Cd > 全 Hg, 沼渣中毒性重金属含量为全 Cr > 全 As > 全 Pb > 全 Cd > 全 Hg, 其中 As 超标最为严重; 沼渣中 As、Cd 及 Hg 均有超标。有研究表明, 将沼肥施用于甘蔗, 会导致种植后土壤中铜、锌超过供试土壤背景值。因此, 在沼肥的使用过程中还需要在田间进行长期、大量的试验来确定是否对土壤环境及农作物产生影响。

3. 结语

有机肥是我国农业生产中非常重要的肥料, 富含丰富的有机质、作物生长必需的养分及有机酸等物质, 具有培肥、改良土壤、提高作物产量的功效, 是绿色农业和有机农业生产中的主要肥料。2015 年农业农村部公布《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》, 明确提出以有机肥替代化肥, 鼓励企业和农民发展有机肥市场, 有机肥应用越来越受到广泛关注。但是有机肥中重金属含量直接影响其农用价值及其安全性, 若沼肥、畜禽粪便及污泥堆肥中重金属含量超标, 那么气长期使用势必会导致土壤、农产品中重金属含量累积, 严重危害土壤环境及人体健康, 除此之外, 污染后的土壤经灌溉、淋洗会污染地下水, 威胁整个农业生态体系的安全。

基金项目

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2020-21)。

参考文献

- [1] 王飞, 赵立欣, 沈玉君, 等. 华北地区畜禽粪便有机肥中重金属含量及溯源分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(19): 202-208.
- [2] 范小建. 切实加强有机肥料建设, 努力提高农业综合生产能力[N]. 农民日报: 2005-06-21.
- [3] Li, X.Y., Xu, Z.L., Wu, J.Y., *et al.* (2010) Bioaccumulation of Heavy Metals in the Earthworm *Eisenia fetida* in Relation to Bioavailable Metal Concentrations in Pig Manure. *Bioresource Technology*, **101**, 3430-3436.
- [4] 王美, 李书田. 肥料重金属含量状况及施肥对土壤和作物重金属富集的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014(2): 466-480.
- [5] 李剑睿, 徐应明, 林大松, 等. 农田重金属污染原位钝化修复研究进展[J]. 生态环境学报, 2014(4): 721-728.
- [6] 骆永明, 滕应. 我国土壤污染退化状况及防治对策[J]. 土壤, 2006, 38(5): 505-508.
- [7] 滕葳, 柳棋, 李倩, 等. 重金属对农产品的危害与风险评估[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [8] 祁玉峰, 祁玉峡, 祁凌云. 饲料质量安全问题解析[J]. 河南农业科学, 2003(10): 60-61.
- [9] 黄玉溢, 陈桂芬, 刘斌, 等. 畜禽粪便中重金属含量、形态及转化的研究进展[J]. 南方农业学报, 2010, 41(8): 807-809.
- [10] 诸春强. 畜禽粪便中重金属残留及对青菜与萝卜的影响[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2008.
- [11] 杨婷. 城市污水处理厂污泥中重金属的污染及环境风险评价模型优化研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西农业大学, 2017.
- [12] 田天桂. 沼液、沼肥在蔬菜中的应用[J]. 农业开发与装备, 2017(11): 135.
- [13] 钟攀, 李泽碧, 李清荣, 等. 重庆沼气肥养分物质和重金属状况研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(S1): 165-171.