

城市污水污泥土地利用评价

王喜艳

(黑龙江农垦林业职业技术学院,黑龙江庆安 152443)

摘要: 土地利用是资源化利用城市污水厂污泥的有效途径,污泥中含有丰富的氮、磷、钾和有机质等肥力成分,随污泥中的营养成分一起进入土壤的还有其中的重金属。污泥和污泥堆肥的土地施用可以促进植物的生长、提高作物的产量以及明显改善土壤的物理和生物学性质。然而污泥中的重金属元素是限制其大规模农田利用的重要因素。污泥和施污土壤中重金属形态的研究可以用来评价土壤中重金属的生物有效性以及它们在土壤中的移动性。

关键词: 城市污水污泥;资源化;土地利用;环境风险

中图分类号: X82 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)01-0047-03

Assessment of Municipal Sewage Sludge Application on Land

WANG Xi-yan

(Vocational and Technical Institute of Agriculture and Forestry of Heilongjiang, Qing'an 152443)

Abstract: Land application is one of the important disposals for resource reuse of sewage sludge. With humus and nutrients such as nitrogen, phosphorus potassium and micronutrients heavy metals of sewage sludge entry the soil when sewage sludge was applied to land. Sludge and its compost application on land can promote the plants growth raise the grain output, as well as improve soil physical and biological properties apparently. However, heavy metals contained in sludge is an important confined factor to sludge application on agricultural land on a large scale. The investigation of speciation of metals both in sludge and in sludge amended soil may help to assess the bio-availability of metal fractions and the possibility of mobilization of these metals in soil.

Key words: municipal sewage sludge; utilization; land application; environmental risk

1 城市污水污泥产生现状及性质特征

城市污泥是指城市污水处理厂产生的初沉池污泥和剩余活性污泥的总称,是城市污水排放设施所排出的沉淀物,一般以固态、半固态及液态的形态存在。污水厂在净化污水的同时,产生的污泥量约占污水总处理量的 0.3%~5%(含水率以 97%计)^[1],我国用于污泥处理处置投资约占污水处理厂总投资的 20%~50%。

1.1 城市污水污泥的产生现状

随着城市化发展进程的加快,生活污水急剧增加,城市污水处理程度和规模与日俱增,产生的污泥也越来越多。自 20 世纪 80 年代以来,欧美国家等城市污泥产出量大增,欧盟 12 国年产污泥 6.5×10^6 t(干重),美国 5.4×10^6 t(干重),世界污水处理厂年产污泥量已超过 1 亿 t(干污泥)^[2,3]。

随着工农业生产的迅速发展,我国城市污水排放

量和作为污水处理产物的城市污泥产量也急剧增加。1990 年全国仅有污水处理厂 78 座,年排放污水污泥约 300 万~500 万 t。2001 年全国已建成的污水处理厂已经有 427 座,预计到 2010 年我国城市污水处理厂的数量将增加到 2 000 座,排放污泥达到 1 000 万 t 以上,城市污水处理量的提高已导致污泥产量的连年剧增。

1.2 城市污水污泥的性质特征

将产量巨大、成分复杂的污泥减量化、稳定化、无害化、资源化,是目前世界环境领域瞩目的研究课题之一。污泥是处理污水过程中产生的副产物,所以污水的成分及性质决定了污泥的性质。了解和掌握城市污水污泥的性质特征是科学合理的处理处置和资源化利用污泥的先决条件,只有从污泥的性质特征出发,才能科学地选择有效的污泥处理工艺和合适的处理设备及资源化利用方式。

1.2.1 城市污水污泥中的植物营养成分 污泥中含有丰富的有机质和氮、磷、钾等植物生长所必需的营养,养分含量高于一般的农家肥,矿化速度也比农家肥快,可以提高土壤的肥力。李艳霞^[4]等人对中国 16 个城市 29 个污水处理厂污泥中有机质及养分含量进行

收稿日期:2008-08-25

作者简介:王喜艳(1976-),女,吉林省扶余市人,硕士,讲师,从事农业环境资源的保护与农业技术的推广教学与研究。Tel: 13555307605; E-mail: nklzyaq@163.com.

了统计,结果表明我国城市污泥中的有机质含量最高达 $696 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均值为 $384 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,相当于纯猪粪有机质平均含量的 54%,其中 82%的城市污泥的有机质含量超过猪厩肥,其有机质的平均含量比猪厩肥高 27.2%,其矿化速度也比普通农家肥迅速。总氮、磷、钾的平均含量分别为 27.1、14.3、6.9 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。随着我国居民生活水平的提高,污泥中的养分含量必将呈上升的趋势。

郭鄯兰^[5]和张增强^[6]等研究报道,随着污泥和污泥堆肥施用量的增加,不但施污土壤中的有机质和氮、磷等含量有所提高,且施污土壤中水分含量和持水量也明显增加。有机质是良好的土壤改良剂,可以改善土壤的物理性质。污泥中有机质的含量一般在 30%以上。有机质的密度小,它在土壤中可增加土壤的孔隙度而明显减小土壤的容重,进而减少雨水对土壤表面的冲刷和植物养分的流失。同时由于土壤孔隙状况的改善会增加土壤的含水量。此外,施用污泥或污泥堆肥可明显提高土壤微生物的活性,使土壤中微生物数量及放线菌所占比例增加。施用污泥或污泥堆肥土壤细菌和真菌数量也均比未施污泥的对照土壤增加数倍。这些土壤微生物的活动可以促进土壤肥力的提高。

1.2.2 城市污水污泥中的有害物质 污泥中除了含有较高的有机质及植物营养物质外,也含有很多的有害物质。污泥中的有害物质主要是重金属和有机化合物两类。美国环境工作署的调查表明,污泥中的有害物质总共有 341 种,并有超过 100 种合成的有机物质,另外还包括有一些病原菌及致癌物质^[7]。

污泥是在处理城市污水过程中产生的,是一种人为的副产品。污泥中重金属的种类和含量变化很大,没有固定规律可循,主要取决于工业废水排入污水处理厂的情况。污泥中含有的重金属总量约占污泥干重的 0.5%~2.0%,甚至更高,这些重金属具有难迁移、易富集、危害大等特点,一直是限制污泥农业利用的最主要因素。环境科学研究表明,重金属的生物可利用性及植物毒性不仅与其总量有关,更大程度上由其土壤中形态分布决定,相同总量的重金属形态分布不同,其生物效应和环境效应差异较大,能对植物直接产生作用的是其活性部分,即有效态含量^[8,10]。

近年来,有机化学工业的迅速发展和农药、化肥的大量使用导致水体、土壤等自然环境中有机污染物常常超过法定限量。污水中的有机污染物在污水处理过程中高度富集于沉积物中,富集系数高达几个数量级^[11-12]。城市污泥是处理城市工业污水和生活污水产生的产物,在形成过程中必然吸收了污水中的多种有机污染物,若未经处理直接用于农业,可能会造成土壤—作物—水体系统的二次污染,从而限制并阻碍了污泥资源化利用。

2 城市污水污泥的土地利用现状

2.1 国外城市污水污泥的土地利用现状

目前,世界范围内常用的污泥处置方法有土地利用、填埋、投海和焚烧等。绝大多数国家仍然以陆地填埋作为污水污泥的主要处置方式,其原因是这种方法简单易行,费用低廉。然而,从人类社会的长远发展来看,只有将污水污泥进行合理有效的土地利用才能符合建设环境友好型、资源节约型社会的要求。

英、法、美等许多国家城镇污泥的农用率占越来越大的比重,有的高达 80%以上。尤其近年来,污泥土地利用在美国已代替填埋成为最主要的污泥处置方式,重心从处置改变到回用。在加拿大,用于土地利用的污泥数量占 41.4%,显著高于其他技术^[13]。

2.2 我国城市污水污泥的土地利用现状

目前我国城市污泥处置方式中土地利用约占 44.8%、陆地填埋约占 31%、焚烧占 3.5%、其它处置约占 7%、未经处置随意弃置的约占 13.7%^[14]。在我国污泥的最终处置中,填埋所占的比例仍然比较大,并且有 13.7%的污泥未经任何处理随意堆放,这给环境带来巨大危害。在污泥资源化利用方面,我国还是以土地利用的形式用于农业为主,由于大量不科学的滥施乱用已造成了土壤、农作物的重金属污染和地下水的 N、P 超标。我国是一个发展中的国家,又是一个农业大国,相对其它污泥处置方式而言,污泥的土地利用更符合我国国情,因此在我国应有巨大的发展潜力。但是,污泥土地利用的一个原则是施用污泥中的有害成分不能超过受施土壤的环境容量。

3 城市污水污泥的土地利用方式

污泥土地利用投资少、能耗低、运行费用低,其中有机物可转化为土壤改良剂的有效成分,符合可持续发展战略,因此污泥土地利用被认为是有发展潜力的一种污泥处置方式。

3.1 污泥直接施用

直接施用方法简单费用低廉,是包括我国在内的世界上大多数国家利用污泥数量比例最大的一种方式。这种方式又基本分为农田施用、林地施用和废弃土地施用。研究表明,施用污泥或污泥堆肥栽种水稻、玉米、小麦、棉花、蔬菜等作物,植株的生长状况、产量和品质明显比不施肥好,与施用化肥或优质农家肥相当,甚至更好^[15]。施用污泥或污泥堆肥能明显改善土壤的物理性质。但在施用污泥的过程中缺乏相应的科学指导,以至于出现了烧苗、死秧、虫害等现象,对作物、土壤产生了一定的副作用。

3.2 污泥堆肥化处理

堆肥化是利用自然界广泛存在的细菌、放线菌、真菌等微生物,有控制地促进固体废弃物中可生物降解的有机物向稳定的类腐殖质生化转化的微生物学过

程。堆肥化有以下作用:消除臭味,杀死病原菌和寄生虫卵;降解大多数毒性有机物;固化和钝化重金属;改善物理性状,降低含水率等^[16]。

污泥堆肥消化与我国很多地方存在的传统的农家堆肥基本工艺相似,并可加入一定比例的城市垃圾或粉煤灰等混合发酵,制成复合肥料。影响发酵的主要因素是 C/N 比值、堆肥原料水分含量和供氧量三个条件。一般要求污泥的含水率要低于 70%,产出的污泥由于含水率太高一般要预先干化处理。可在污泥中添加适量的锯末或截断的秸秆等低水分废弃物作为分散剂,增加物料与空气的接触以利于好氧发酵的进行。并注意调整 C/N 比值在 30 以下。

4 污泥土地利用的标准规范

污泥中含有许多有害成分,在土地利用中存在一定的风险性。为有效对污泥中重金属、有毒有机物以及病原菌等有害物质进行控制管理,避免污泥土地利用后产生不利影响,世界各国制定了污泥土地利用的标准规范,对污泥的标准、施用地点的选择、水源的保护、病原菌的控制、重金属的允许施入量、运输等都作了相应的规定,并建立了污泥管理、监测、追踪、报告等制度。尽管施用污泥会带来一定的环境风险,但是,污泥土地利用仍然是实现废弃物的资源化、减少污泥环境污染、实现社会可持续发展的重要途径。

参考文献:

[1] 王宝贞. 水污染控制工程[M]. 北京:高等教育出版社, 1994 303-342.

[2] 尹军, 谭学军, 张立国. 城市污水污泥的土地利用[J]. 吉林建筑工程学院学报, 2001, 20(1): 64-69.

[3] 杨丽君. 污水处理中污泥的处置与利用[J]. 绵阳经济技术高等专科学校学报, 2001(3): 26-29.

[4] 李艳霞, 陈同斌. 中国城市污泥有机质及养分含量与土地利用[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2465.

[5] 郭郦兰, 米尔芳, 田若涛. 城市污泥和垃圾堆肥的农田施用对土壤性质的影响[J]. 农业环境保护, 1994, 13(5): 204-209.

[6] 张增强, 薛澄泽. 几种草本植物对污泥堆肥的生长响应[J]. 西北农业大学学报, 1996, 24(1): 65-69.

[7] 薛栋森. 美国污水污泥的研究和利用概况[J]. 国外农业环境保护, 1991(1): 31-33.

[8] 李端, 周少奇, 陈晓武. 城市污泥的重金属生物活性及其控制[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 4(7): 60-64.

[9] 刘玉荣, 党志, 尚爱安. 污染土壤中重金属生物有效性的植物指示法研究[J]. 环境污染与防治, 2003, 25(4): 215-242.

[10] 城安森, 周琪, 李永. 城市污泥中重金属的形态分布和处理方法的研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2): 199-202.

[11] Petrasek A C, Kugelmann J, Austern M, et al. Fate of toxic organic compounds in wastewater treatment plants[J]. J Water Pollu Fed, 1983, 55(10): 1286-1296.

[12] 汪大羽, 徐新华, 宋爽. 工业废水中专项污染物处理手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 322-357.

[13] 张辰, 王国华, 孙晓. 污泥处理处置技术与工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 164.

[14] 尹军, 谭学军, 廖国盘, 等. 我国城市污水污泥的特性与处置现状[J]. 中国给水排水, 2003, 19(S1): 22-25.

[15] 郭郦兰, 王秀林. 太原市污水污泥农业利用研究[J]. 农业环境保护, 1993, 12(6): 254-262.

[16] 吴吉夫, 王淑坤, 臧树良. 城市污水处理厂污泥的有效利用和相关的环境问题研究[J]. 辽宁大学学报, 2002, 29(1): 90-91.

(上接第 46 页)

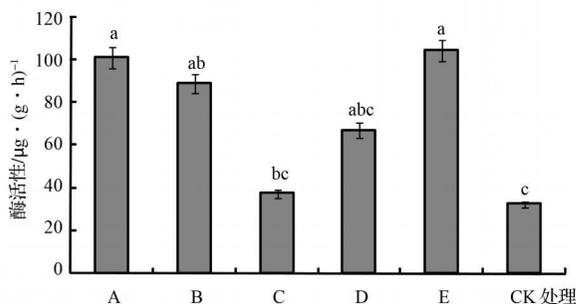


图 3 不同处理的土壤碱性磷酸酶活性

酸酶活性比 CK 提高了 16%~223%, 其中畜禽粪便堆肥翻埋、鲜草(苜蓿)+ 畜禽粪便和鲜草(羊草)+ 畜禽粪便处理与 CK 达到了差异显著水平。畜禽粪便堆肥翻埋处理的碱性磷酸酶活性与 CK 达到极显著水平, 由此说明, 畜禽粪便堆肥翻埋处理提高碱性磷酸酶活性效果最为明显。

3 结论

3.1 畜禽粪便、鲜羊草+ 畜禽粪便、鲜苜蓿+ 畜禽粪便、鲜苜蓿覆盖翻埋和鲜羊草覆盖处理能够显著提高土壤中脲酶活性, 其中施用畜禽粪便堆肥翻埋处理对于提高土壤中脲酶最为显著。

3.2 不同改良措施对土壤过氧化氢酶活性均有不同程度的提高, 其中施用畜禽粪便堆肥翻埋处理的过氧化氢酶活性最佳, 效果最为明显。

3.3 不同改良措施对土壤碱性磷酸酶活性均有提高, 其中施用畜禽粪便堆肥翻埋处理对提高碱性磷酸酶活性效果最为明显。

参考文献:

[1] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[2] 李东坡, 武志杰, 陈利军. 土壤生物学活性对施入有机肥料的响应—土壤酶活性的响应[J]. 土壤通报, 2003, 34(5): 463-468.

[3] 尤彩霞, 陈清, 任华中. 不同有机肥及有机无机配施对日光温室黄瓜土壤酶活性的影响[J]. 土壤学报, 2006, 43(3): 521-523.

[4] Zhang Y L, Wang Y S. Soil enzyme activities with green house subsurface irrigation[J]. Pedosphere, 2006(4): 512-518.

[5] 周礼恺, 张志明. 土壤酶的测定方法[J]. 土壤通报, 1980, 11(5): 37-38.

[6] 赵兰波, 姜岩. 土壤磷酸酶的方法探讨[J]. 土壤通报, 1986, 17(3): 138-141.

[7] 陈国潮, 何振立, 黄昌勇. 红壤微生物量(碳)周转及其研究[J]. 土壤学报, 2002, 39(2): 152-160.

[8] 张咏梅, 周国逸, 吴宁. 土壤酶学的研究进展[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(1): 83-90.

[9] Theng B K G, Aislabie J, Fraser R. Bioavailability of phenanthrene intercalated into an alkylammonium montmorillonite clay[J]. Soil Biol Biochem, 2001, 33: 845-848.