

# 堆肥的环境效应及其研究展望

贵州省铜仁市环境监测站 滕耀华

[摘 要]本文针对垃圾、污泥发酵产品(堆肥)综述了堆肥运用产生的环境效应,展望了垃圾、污泥堆肥的研究趋势。

[关键词]堆肥 环境效应 研究趋势

## 1. 引言

城市生活垃圾因富含大量有机物,故将其堆腐发酵后的产品称为堆肥。在“八五”和“九五”国家重点攻关课题研究中,堆肥农用研究较多且侧重点各不相同。起初堆肥作为一种肥源施用于农作物,且明显表现出改土、培肥、促进作物生长和增产的效果<sup>[1]</sup>。大量研究将堆肥作为城市绿化、观赏性植物的生长基质<sup>[2-3]</sup>,并取得一定成果,尤其是垃圾堆肥制成的复合有机肥,是林木、花卉、草坪及育苗的有效资源<sup>[6,7]</sup>。

目前,垃圾堆肥应用广泛,其利用程度与其效应密切相关。过去堆肥的研究主要集中在肥力效应、生物效应,而环境效应的研究还不完善,有待拓展。其环境效应研究主要包括两方面,其中正面效应主要利用堆肥修复污染土壤;负面效应主要是过量垃圾堆肥施用引起土壤砂化与盐渍化、重金属污染、有机污染,而对其它负效应研究较少,尤其是堆肥颗粒保水保肥能力差造成渗透水流失的污染及防治研究较少。本文综述了垃圾、污泥堆肥运用时产生的环境效应,并展望了其研究趋势,对固体废弃物无害化、资源化利用提供了参考性依据。

## 2. 堆肥的环境效应研究

### 2.1 堆肥的正面环境效应分析

堆肥是利用微生物活动将废物中的易腐有机物分解,转变成富含有机质和氮、磷、钾等营养元素的有机质肥料。堆肥法是有机废物实现从自然界又回归自然界的良性循环,是经济有效处理和消纳城市固体废物尤其是厨余废物的重要途径。将垃圾、污泥堆肥用于污染环境的生态修复,可促进农药分解,提高微生物活性及植物生长,具有明显的环境效益。有研究表明<sup>[8]</sup>垃圾堆肥可以使除草剂、杀虫剂钝化,达到生物修复的目的。Liu X Z 等<sup>[9]</sup>的研究表明垃圾堆肥施用量与农药污染土壤的修复作用具有相关性,当垃圾堆肥的施用量达到 20%~40% 的时候,对氟乐灵、丙草安和胺硝草都有降解作用。Michael 等<sup>[10]</sup>在温室进行种植或不种植试验,结果发现氟乐灵在种植条件下,与堆肥混合,去除效果最好,而在不种植条件下,与堆肥混合,可达到未检出水平(0.1mg·kg<sup>-1</sup>)。综上所述,垃圾堆肥是处理农药污染的一种经济有效的方法。

有研究表明<sup>[11]</sup>垃圾堆肥可以促进水溶态铬向结晶形沉淀态铬转化,可显著减少铬污染及土壤中有价铬含量,因此利用堆肥修复污染农田具有较大的经济和环境效益。同时,陈世俭等<sup>[12]</sup>的研究表明垃圾堆肥对土壤中铜也有显著的降低作用。此外,周学武等<sup>[13]</sup>将富含养分的淤泥及污泥等废物用于改良矿山退化土地,结果表明,淤泥及污泥对矿山生态恢复具有积极作用。

### 2.2 堆肥的负面环境效应分析

#### 2.2.1 土壤砂化及盐渍化

我国城市生活垃圾一般包括食物残渣、废纸、玻璃和塑料的废弃产品、煤灰渣和粪便等,垃圾堆肥的理化性质受地区能源消耗结构、垃圾来源和性质、季节变化以及堆肥工艺的影响,在许多中小城市的生活垃圾中煤灰渣含量高达 40% 或更高<sup>[14,15]</sup>。长期或大量施用砂砾较多的垃圾堆肥可能污染农田,影响作物品质<sup>[16]</sup>,甚至造成土地盐化和砂化。对于长期施用垃圾堆肥的土壤,其物理结构的变化不容乐观,由于垃圾堆肥中粗砂和砾石级别的颗粒含量较多,尤其是堆肥原料中煤灰渣比例较大时,大量施用时有可能会引起土壤盐化和砂化。贺立源等<sup>[17]</sup>的研究表明连续施用垃圾堆肥,土壤质地会由粉砂质粘壤土向砂质壤土转变,因此,长期施用有引起土壤“砂化”的可能。王建民等<sup>[18]</sup>的研究也表明垃圾堆肥对土壤质地具有明显的影响,在垃圾堆肥累计施用量分别达到 210t·hm<sup>-2</sup> 和 157t·hm<sup>-2</sup> 后,土壤分别由中壤土和重壤土变为轻壤土和中壤土。

由于部分含盐量高的垃圾和污泥堆肥会明显提高土壤的电导率,过高的盐分不仅破坏根系之间的平衡,而且还会抑制植物对养分的吸收,甚至会对植物根系造成直接伤害。离子之间的拮抗作用也会增加有效养分如 K<sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 等的淋失。一般施用垃圾堆肥后,土壤全盐含量上升,其上升量与垃圾堆肥的施用量成正比,因此,在施用垃圾堆肥时要依土壤类型而异,应注意土壤盐分的累积,具体而言,在非盐渍土上,可长年适量使用,在轻度盐渍土上少用,在中度盐渍土上以不使用垃圾堆肥为宜<sup>[19]</sup>。李艳霞等<sup>[20]</sup>研究表明,污泥和垃圾堆肥含盐量较高,而基质含盐量是影响种子出苗率的因素之一,所以当堆肥作为育苗基质时,用量不宜过高,否则将直接影响种子出苗,并且堆肥中多余的盐分流失会导致土壤盐渍化。

#### 2.2.2 重金属污染

由于生活垃圾经堆肥处理后直接施用于农田,存在养分含量低和施用量大等问题,如长期大量施用易造成农田重金属污染<sup>[21,24]</sup>,由于重金属污染是制约堆肥农用推广的影响因素之一,关于这方面的研究较多。一般而言,垃圾中重金属含量并不明显,但是由于城市污泥、或垃圾分类

不严格,其堆肥中重金属含量则可能较高,这类垃圾经过堆肥化处理后,重金属的形态发生了明显变化:水浸提态重金属的含量减小,而交换态和有机结合态增加,但总的来说,残渣态占主要部分。由于水溶态、交换态和有机结合态的重金属对生物的有效性较高,而碳酸盐及硫化物结合态和残渣态则较低,因此,如何降低垃圾堆肥中重金属的危害是一个重要的研究课题。潘洁等<sup>[25]</sup>的研究表明,当垃圾肥施用量超过 150t·hm<sup>-2</sup> 时,土壤中重金属含量随着堆肥用量的增加而增加。在施用垃圾的过程中,不同的土壤对垃圾的最大容纳量有所不同,黄棕壤的容纳量为 225~900t·hm<sup>-2</sup>,潮土的容纳量为 450t·hm<sup>-2</sup>,红壤的容纳量为 900t·hm<sup>-2</sup>,当垃圾堆肥施用量大于以上标准时,由于重金属危害等原因,将导致作物和蔬菜产量的增幅减小<sup>[26]</sup>。郭鄂兰等<sup>[27]</sup>的研究指出当农田施用 37.5t·hm<sup>-2</sup> 污泥或污泥堆肥 120t·hm<sup>-2</sup> 时,植物可食部分和茎秆中的铅、镉、汞、砷等重金属元素的含量均未超过国家食品卫生标准。其主要原因可能是:当土壤中有有机质及 pH 愈高,污泥和土壤中的可给态重金属元素愈低,重金属元素越不易向植物体内转移与积累。谢思琴等<sup>[28]</sup>的研究表明,单施垃圾堆肥会增加蔬菜中重金属的累积量,但若施垃圾堆肥同时拌施 0.5%~1% 的 CaCO<sub>3</sub>,则可以显著降低堆肥中重金属的累积水平,与单施垃圾堆肥相比,蔬菜中 Pb 下降 29%~41%,Cr 下降 5%~46%,Cd 下降 9%~42%,Cu 下降 2%~24%,As 下降 4%~60%。尽管有研究表明在一定施用量范围内不会造成土壤中的重金属超标,但李国学等<sup>[29]</sup>在温室中研究了施用污泥堆肥对土壤和青菜中重金属累积状况的影响,结果表明,随着堆肥施用量增加,土壤和青菜组织中的重金属有累积趋势。张桥等<sup>[30]</sup>将污泥与稻草或木屑堆肥的产品进行了盆栽试验,结果表明作物和土壤中的重金属含量有不同程度的提高。而马琨等<sup>[31]</sup>利用超量堆肥进行的盆栽试验表明,小麦和生菜减产,且土壤重金属 DTPA 提取值随堆肥用量增加而递增,且同供试土壤类别、作物类别有关。金樑等<sup>[32]</sup>将堆置多年的垃圾堆肥用于水稻土改良,结果表明,垃圾堆肥对土壤环境质量存在一定负面影响,其重金属含量随着垃圾堆肥施用量的增加而增加,且重金属在水稻土中的分布主要集中在 0~20cm 土层内,对 20~40cm 土层影响较小,没有出现重金属下渗问题。

#### 2.2.3 有机污染

施用污泥及垃圾堆肥造成作物的有机污染至今还没引起人们足够的重视,而污泥直接施用是可能导致作物中有机污染物的吸收累积的,农业土壤和农产品的有机污染问题是今后值得重视的研究方向。莫测辉等<sup>[33]</sup>在水稻土上施用城市污泥及其堆肥盆栽通菜,应用 GC/MS 联机检测技术对植株中 8 类共 44 种有机污染物进行系统分析。结果表明,施用污泥和各种污泥堆肥的通菜中检出 28 种有机污染物,可见堆肥造成的有机污染不可忽视。

#### 2.2.4 其它环境问题

垃圾堆肥施用后会不会造成堆肥中富余的 N、P 流失,甚至造成地下水总 N、总 P 浓度的超标,从而污染地下水,或者因地面径流而污染下游流域,造成水环境问题,对于这类问题研究报道较少,因此,这方面的研究将是垃圾堆肥环境问题不可忽视的一个新研究方向。张增强等<sup>[34,35]</sup>研究了污泥堆肥对几种草坪草生长的影响,结果表明,当污泥堆肥施用量小于 9kg·m<sup>-2</sup> 时,不会造成地下水中 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 中 N 浓度超标,地面径流中总氮在前 3 次测定中较高,以后则都小于 2mg·L<sup>-1</sup>,达到我国地下水环境质量 IV 类水要求,径流液中总磷在不同的时期都小于 0.2mg·L<sup>-1</sup>,可达到 IV 类水标准,不会因地面径流而污染下游流域。

## 3. 垃圾堆肥的研究展望

尽管堆肥是富含有机质和氮、磷、钾等营养元素的有机质肥料,具有明显的改土、培肥、促进作物生长和增产的作用,但同时也产生了诸多环境问题。因此,根据目前垃圾堆肥的研究状况及利用情况来看,其发展趋势可分为以下三方面:首先,在当前堆肥品质无法提高的前提下,将垃圾堆肥用做林木、花卉以及草皮生长基质的研究和应用是可取的,而且将垃圾堆肥用于矿山废弃地的生态修复也可能是垃圾堆肥资源化、无害化利用的发展方向之一;其次,针对不同地区垃圾堆肥品质及养分的状况,可利用先进技术将堆肥制成颗粒状肥料,那么研制技术的提高无疑将成为垃圾堆肥拓宽市场的关键性难题,因此,有机复混肥的研制将呈不可或缺的发展趋势;再次,在垃圾堆肥利用过程中不良环境问题解决不佳时,加强垃圾堆肥渗透水的非点源污染防治研究则是垃圾堆肥环境效应研究的重要发展方向。

## 参考文献

- [1] 半振明,高忠爱,祁梦兰等.固体废物的处理与处置(修订版).北京:高等教育出版社,1993:14-16,242-244
- [2] 梁伟,张纪伍,顾建宁.垃圾堆肥在花卉栽培 (下转第 792 页)

1)在做校正时,要保证每次采样时刻相对于导前延迟固定且一致,只有这样才能每次校正结果是一致的、可靠的。

2)DSP 部分需要同时处理几个中断,一定要安排好中断的优先级,要保证控制字的优先级最高,其它几个通过时序安排来实现。

3)雷达在实际工作中,系统稳定的情况下,不需要每次开机都要做校正,这个时候可在计算机板每次校正时,将校正结果发送给 DSP 的同时也保存在计算机板里,每次开机直接发给 DSP。

4)在机载条件下,环境在变化,我们可以将一些无源器件延迟等在下面测量好,计算出相应的校正系数,至于会引起变化的部分,我们可以在飞机上单独校正,两者之积即为最终校正系数。

#### 7. 计算机处理结果

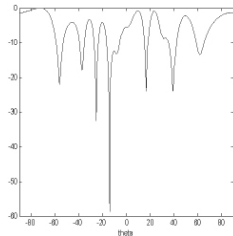


图2 未校正时的波束

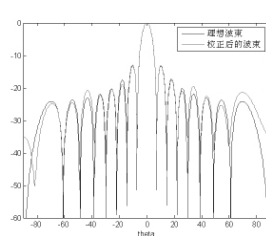


图3 校正后的波束

(上接第 789 页) 中的应用研究. 应用于环境生物学报,1995,1(4): 387- 397

[3]常连国,赵福林.生活垃圾堆肥在林业上的应用.山西林业科技,2002,(3):21- 23,26

[4]薛澄泽,杜新科,张增强等.复合污泥堆肥施用于高速公路绿化带效果的研究 I:中央分隔带、护坡及转盘不同植物的生长响应.农业环境保护,2000,19(4):204- 208

[5]薛澄泽,张增强,孟昭福等.复合污泥堆肥施用于高速公路绿化带效果的研究 II:土壤化学、植物营养及环境问题的探讨.农业环境保护,2000,19(5):263- 266,281

[6]周德智,尹瑞岭,顾希贤等.天然腐熟垃圾的微生物活性和肥效.土壤,1993,25(4):205- 208

[7]薛澄泽,马芸,张增强等.污泥制作堆肥及复合有机肥料的研究.农业环境保护,1997,16(1):11- 15,31

[8]Cole MA et al. Remediation of pesticide contaminated soil by planting and compost addition. Compost Science and Utilization, 1995,3(4): 20- 30

[9]Liu- Xz et al. Minimum effective compost addition for remediation of pesticide- contaminated soil. The science of composting: part 2, 1996, 903- 912

[10]李国学,张福锁.固体废物堆肥化与有机复混肥生产.北京:化学工业出版社,2000,1:180- 181

[11]黄启飞,高定,丁德蓉.垃圾堆肥对铬污染土壤的修复机理研究.土壤与环境,2001,10(3):176- 180

[12]陈世俭.泥炭和堆肥对几种污染土壤中铜化学活性的影响.土壤学报,2000,37(2):280- 283

[13]周学武,孙岱生,庞建国等.利用矿山固体废物(粉煤灰、淤泥及污泥)改良矿山退化土地及种植实验.资源·产业,2005,7(3):61- 64

[14]石磊,赵由才,边炳鑫.有机垃圾的处理和资源化技术进展.环境污染与防治,2004,26(5):345- 347,389

[15]尚谦.城市生活垃圾好氧堆肥过程参数的探讨[硕士学位论文].湖南大学,2001

[16]金樑,王晓娟,沈延松等.利用垃圾堆肥改良水稻土 I:对水稻土物理化学性状的影响.应用于环境生物学报,2003,9(3):266- 270

[17]贺立源,陈建军,李章波.城市垃圾堆肥的质量及其应用效果评价.华中农业大学学报,1996,15(6):552- 558

(上接第 790 页) 共享和技术合作为学员提供全面的信息,这样使得院校图书馆间有效的联网合作和资源共享成为现实,显示了共建共享的最大效益.虚拟图书馆在此能够向学员展示她的魅力,激发学员的兴趣,信息素质教育就会收到良好的效果。

#### 5. 总结

信息化和网络化深刻地影响着军校的教育方式和学员的学习方式,引发了一场新的教育改革浪潮.军校以图书馆作为开展信息素质教育的主阵地,应把信息素质教育融入综合素质教育体系之中.军校应大力开展信息素质教育,为素质教育在军队院校开展夯实基础,也为我军培养具备精深专业知识、强烈创新意识,能在信息化战争中打硬仗、打赢仗的复合型军事人才。

#### 参考文献

[1]马士斌.军校开展信息素养培育问题的理性思考[J].职业时空,2006(15):41

[2][3]刘媛.谈军校图书馆在信息素质教育中的地位和作用[J].武

试验中阵元个数为 16,阵元间距为波长的 1/2,信噪比 SNR=20db,信号源位置为 0 度。我们做接收校正,将数据采集下来,用导向矢量匹配得到此时的波形如图 2 所示,可以看到,信号源方向基本没有增益。图 3 给出了没有误差时计算机仿真的理想波束和校正之后的接收波束,从图上可以看到,两者基本一致,也就是说,经过校正之后的波束已经接近理想波束了。

#### 8. 结论

本文分析了数字阵列存在幅相误差情况下的系统模型,讨论了校正的算法的原理和方法,并给出了相应的基于 DSP 和 FPGA 的校正实现结构。文章最后,给出了存在误差时的接收波束,理想波束形成和校正后的接收波束结果。实验结果表明,校正后的波束形成接近理想波束形成。至于同时考虑阵元误差、幅相误差和互耦误差下的校正与实现,需要进一步的研究。

#### 参考文献

[1]刘书明,罗永江.ADSP TS20X 系列 DSP 原理与应用设计[M].北京:电子工业出版社,2006

[2]丁鹭飞,富录.雷达原理(第三版)[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002

[3]王诚等.Alttera FPGA/ CPLD 设计(高级篇).人民邮电出版社,2005

[18]王建民,程伟,韩琅丰等.垃圾堆肥在北方潮土地区的农用研究.应用与环境生物学报,1995,1(4):379- 386

[19]陆文龙,毛建华,潘洁等.垃圾肥对土壤养分及物理性状的影响.农业环境保护,1998,17(3):104- 108

[20]李艳霞,薛澄泽,陈同斌.污泥和垃圾堆肥用作林木育苗基质的研究.农村生态环境,2000,16(1):60- 63

[21]李国学,孟凡乔,姜华等.添加钝化剂对污泥堆肥处理中重金属(Cu、Zn、Mn)形态影响.中国农业大学学报,2000,5(1):105- 111

[22]曹作忠,陈军平,高海成等.生活垃圾堆肥应注意的若干技术经济问题.环境保护,2000(8):39- 42

[23]曹作忠,陈军平,高海成等.当前我国生活垃圾处理方向探讨.环境保护,2001(10):13- 18

[24]陈世和,张所明.城市垃圾堆肥原理与工艺.上海:复旦大学出版社,1990:52- 68

[25]潘洁,毛建华,陆文龙等.垃圾肥对土壤和农产品重金属含量的影响.农业环境保护,1998,17(3):109- 112

[26]周德智,顾宗谦,谢思琴.土壤施加垃圾堆肥的允许负荷量.应用于环境生物学报,1995,1(4):349- 357

[27]郭郢兰,田若涛,王雁卿等.城市污泥和污泥堆肥作为肥源对作物重金属累积的影响.农业环境保护,1995,14(2):67- 71

[28]谢思琴,顾宗谦,周德志等.施垃圾堆肥拌 CaCO<sub>3</sub> 对蔬菜中重金属的累积影响.应用于环境生物学报,1995,1(3):260- 266

[29]李国学,黄焕忠,黄铭洪.施用污泥堆肥对土壤和青菜重金属积累特性的影响.中国农业大学学报,1998,3(1):113- 118

[30]张桥,吴启堂,黄焕忠等.施用污泥堆肥对作物和土壤的影响.土壤与环境,2000,9(4):277- 280

[31]马琨,王兆骞,杜西等.城市生活垃圾堆肥对春小麦和土壤的影响.农业环境保护,2000,19(5):312- 314

[32]金樑,王晓娟,沈延松等.利用垃圾堆肥改良水稻土 I:对水稻土物理化学性状的影响.应用于环境生物学报,2003,9(3):266- 270

[33]莫测辉等.城市污泥及其堆肥施用对通菜中有机污染物的累积效应.环境科学,2002,23(5):52- 56

[34]张增强,薛澄泽.污泥堆肥对几种木本植物生长响应的研究.西北农业大学学报,1995,23(6):47- 51

[35]张增强,薛澄泽.污泥堆肥对几种草坪草生长的响应.草业学报,1997,6(1):57- 65

警学院学报,2005(5):82- 84

[4]邵峰,黄英.大学生信息素质教育关键在于文献检索课教学[J].科技情报开发与经济,2006(2):256- 258

[5]余恩琳.高校图书馆在大学生信息素质教育中的角色定位[J].情报探索,2009(4):21- 22

[6]孟桂荣.文献信息检索课与大学生信息素质教育途径探究[J].现代情报,2009(5):197- 199

[7]蔡胜军.浅析军校大学生信息素养的培养[J].职业教育,2007(7):16- 17

[8]王晓奇,刘海.军校信息素质教育与现行课程的融合[J].高等教育研究学报,2008(1):23- 26

[9]贺德富,苏喜生,费先宏.军校大学生信息素养调查与研究[J].中国成人教育,2008(2):105- 106

[10]宋明武,杨世松.信息素质论[M].北京:军事科学出版社,2006.5