

技术总结

污泥好氧堆肥产品(复合肥)的农田试验

田宁宁¹, 王凯军¹, 曹从荣¹, 董克虞²

(1. 北京市环境保护科学研究院, 北京 100037; 2. 北京市农林科学院, 北京 100089)

摘要: 利用污泥好氧动态堆肥装置生产的污泥颗粒肥、有机复合肥进行了小麦农田试验, 结果表明, 污泥肥具有较好的增产效果。此外, 玉米和油菜盆栽试验还证明污泥肥能够促进作物生长、提高作物品质。

关键词: 剩余污泥; 好氧堆肥; 有机复合肥

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2003)01-0037-03

随着城市污水处理厂的逐步建成、完善, 剩余污泥的处理和处置成为亟需解决的问题, 从我国具体情况来说, 农业利用是最可行、最现实的处置方案。其特点如下: ①可大量处置污泥, 原则上只要污泥达到国家有关标准就可用于农田; ②污泥参与农田的自然物质循环过程, 污泥中的氮、磷、钾、有机质及微量元素是良好的农用肥料, 对农作物有增产作用; ③污泥中的有机质、腐殖质可改善土壤结构, 是良好的土壤改良剂; ④污泥农业利用的生产费用低, 适合我国目前的发展状况。

北京市密云污水处理厂处理能力为 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 污泥产量为 $5 \sim 6 \text{ t}/\text{d}$ (含水率为 80%)。目前已建成了国内第一条完整的污泥制肥生产线(由污泥预处理、好氧动态堆肥装置和复合肥生产装置构成), 连续运行两年来, 所生产的有机复合肥销售情况良好。

1 试验方法

在对污泥进行无害化处理之后, 可以直接造粒为污泥颗粒肥, 这种方式可以大量消纳污泥, 是大规模污水厂(处理水量 $> 10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)污泥的主要出路; 污泥也可再复配一些化肥而形成复合肥(因为要满足 N、P、K 的含量要求), 污泥的添加量不会超过 50%(一般在 10%~15%), 因污泥的消耗量较少,

该方式仅适合于小规模污水厂(处理水量 $< 5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。就此针对不同规模污水厂的污泥量设计了几种配方(见表 1)。

表 1 试验肥料成分 %

项目	氮(以 N 元素计)	磷(以 P 元素计)	钾(以 K 元素计)	有机质
商品化肥(磷酸二铵)	23	21		
商品复混肥	10	8	7	
有机复合肥 A	10.45	9.7	4.6	22
有机复合肥 B	6.3	8.5	2.1	18.2
有机复合肥 C	10	8	7	4.5
有机复合肥 D	5.6	7.2	3.5	22
污泥颗粒肥	3.5	1.2	0.9	50

冬小麦农田试验在大兴县庞各庄进行, 油菜盆栽施肥试验在北京市农科院温室内进行, 玉米苗期盆栽施肥试验在农科院网室内进行。

冬小麦田间施肥试验按计算机随机排列的表格安排试验地块, 肥料在小麦播种前以基肥形式一次投加。

各处理小区除试验用的肥料品种和施用量不同外, 其小区面积(40 m^2)、小麦品种(京冬八号)、播期(10月10日)、播种量、播种方式(种子条播、行距为 30 cm, 播深为 3~4 cm)、浇水、施肥等田间管理方式都完全相同。

基金项目: 北京市科委资助科研项目(951650500)

2 试验效果

2.1 田间试验

① 对小麦产量的影响

施污泥肥对小麦产量的影响见表 2。

表 2 施用污泥肥对小麦产量的影响

项 目	播前肥料施用量(kg/hm ²)	小麦籽粒平均产量(kg/hm ²)	增产率(%)	平均增产量(kg/t)
对照	0	2 565		
化肥(磷酸二铵)	300	3 582	35.6	
污泥颗粒肥	3 000	3 217.5	25.3	216.5

从表 2 可知,施用污泥肥后小麦普遍增产,冬小麦籽粒(食用部分)与不施污泥肥的对照地块相比增产 25.3%,施用优质化肥磷酸二铵的地块比对照地块增产 35.6%,略高于施用污泥肥的。

在研制有机复合肥时,使用发酵污泥来替代商品复合肥中的沸石粉,其农田施用效果见表 3。在同等施用量的条件下,掺入污泥的复合肥要比以沸石粉为骨料的普通商品复混肥增产效果好。

表 3 污泥复合肥与商品复混肥的增产效果比较

肥 料	施用量(kg/hm ²)	小麦籽粒平均产量(kg/hm ²)	增产量(kg/hm ²)	增产率(%)
对照	0	2 326.5		
商品复混肥	600	3 375	1 048.5	45.1
有机复合肥 C ₂₀	300	3 147	820.5	35.3
有机复合肥 C ₄₀	600	3 474	1 147.5	49.3
有机复合肥 C ₈₀	1 200	4 374	2 047.5	88.0

北京市农科院于 1989 年—1990 年在北京双桥

表 5 污泥能对小麦株高和群体生长发育的影响

项 目	污泥用量(kg/hm ²)	株高(cm)	各生育期总茎数(10 ⁴ 株/hm ²)					产量(kg/hm ²)
			出苗期	越冬前	返青—拔节期	孕穗—抽穗期	成熟期	
对照	0	60.6	313.5	390	438	343.5	277.5	2 349
化肥(磷酸二铵)	300	77.9	313.5	625.5	792	439.5	304.5	3 582
污泥颗粒肥	3 000	71.8	313.5	432	474	393	342	3 214.5

表 5 还列出了不同生育期小麦植株的群体结构,虽然收获时施污泥肥组的总茎数(穗数)比施化肥组多,但在越冬期、拔节期小麦总茎数都较化肥组低,这说明:①施污泥肥的地块土壤肥力未跟上,与施化肥的土壤相比缺少有效养分;②如果此后土壤内有效养分相同,施污泥肥的地块较施化肥的地块减产。施污泥肥地块缺少有效养分是由污泥的性质及气候造成的,污泥中的 N、P、K 等养分大多以植物不能直接吸收的有机态存在,其有效态含量仅为总量的 3%~5%,而化肥(如磷酸二铵)中的氮、磷都是以离子态存在,从而造成冬前一早春施污泥肥

进行了燕山石化废水处理厂剩余污泥的农用施肥试验,结果表明,在播种玉米前施用污泥,不仅当茬作物(玉米)而且第二茬作物(小麦)和第三茬作物(水稻)都有明显的增产效果(见表 4),两年里污泥共增产粮食 473.4 kg/t 泥,是 100 kg 优质含氮、含磷化肥(磷酸二铵)增产粮食的 1.3 倍,此外土壤内有机质含量还比对照组(不施污泥肥)增加 35.2%、碱解氮含量高出 38.3%。

表 4 施用污泥肥后两年内三茬作物的增产效果

作 物	不施污泥肥产量(kg/hm ²)	施污泥肥产量(kg/hm ²)	平均增产量(kg/t 泥)
春玉米	2 794.5	3 727.5~6 421.5	217.0
冬小麦	4 227	3 531~5 500.3	122.2
水稻	4 359	4 860~4 983	134.1

田间观测表明,施用污泥肥的地块土壤容重减小、空隙度增加、紧密度下降、易耕作、保水保肥力强,除能增产外,还有为施用化肥所不可比拟的优势。

② 对冬小麦生长发育的影响

试验表明,施用肥料的小麦株高比不施肥料的增高 8.8~16.6 cm(见表 5),而且籽粒产量也是随着肥料施用量的增加而增高。施污泥颗粒肥的地块产量与施化肥的相当,但株高却比施化肥的矮 6.1 cm。众所周知,在产量相同的情况下植株矮的地块不易倒伏,它的三要素临界值更高,具有更好的丰产性能。所以从植株上来看,施用污泥颗粒肥比施用化肥具有更大的增产潜力。

的土壤中有效养分较施化肥组少,出现分蘖较化肥组少的现象。3 月后随着地(气)温逐渐回升,污泥中有机质的分解逐渐加快,源源不断地供给小麦生长所需的氮、磷、钾养分,而此时施化肥的土壤内氮磷养分已大多耗尽,故施污泥肥地块的小麦生长加快,最终产量赶上或超过施化肥的。由此看来污泥肥宜作基肥,早期根据苗情适当追施化肥很有必要,如果将化肥掺入污泥中制成有机复合肥将能有效克服污泥肥效发生慢的缺点,使污泥肥的增产能力得到充分发挥。

2.2 盆栽试验

① 油菜

油菜盆栽施肥试验结果表明, 污泥肥对油菜的增产效益十分明显, 地上部茎叶鲜重与盆栽土内污泥肥的投加量呈正相关(见表6)。此外, 施用污泥肥后油菜叶片更加翠绿鲜嫩, 其商品和营养价值都有所提高。

表6 污泥肥对油菜的增产效果

项目	污泥肥投量 (%)	地上部分平均鲜重 (g/株)	增产率 (%)
对照	0	7.08	
污泥颗粒肥	0.25	8.85	25.0
	0.5	10.60	49.7
	1.0	13.07	84.6

② 玉米

污泥对玉米生长有明显的促进作用, 玉米幼苗的株高、茎粗都随着污泥肥投加量的增长而增加(见表7)。

表7 污泥肥对玉米幼苗生长的影响

项目	污泥肥投量 (%)	株高		茎周长	
		10株平均 (cm)	增高率 (%)	10株平均 (cm)	增加率 (%)
对照	0	24.00		1.55	
污泥颗粒肥	0.25	25.25	5.2	1.76	13.5
	0.50	26.68	11.2	1.78	14.8
	1.0	28.24	17.7	1.88	21.3

3 污泥施肥效益分析

有机质是反映土壤肥力状况的主要指标, 常用它作为评价土壤肥力的参考标准。提高土壤有机质不仅可提高作物的产量, 而且可改善农产品品质。北京市土壤有机质的平均含量为 1.6%, 大多处于中、低肥力水平。

北京市排污水量为 $240 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 如果都进行生化二级处理, 排污泥量可达 2400 t/d , 可生产污泥颗粒肥(含水率为 20%左右) 600 t/d (即 $21.9 \times 10^4 \text{ t/a}$), 如果按小麦增产量为 0.22 kg/kg 污泥计,

则可增产 $4800 \times 10^4 \text{ kg/a}$ 。

从 1996 年—1997 年北京市施肥情况来看, 基肥和追肥各占该作物全生育期施肥总量的 45% 与 55%。有机复合肥不仅具有有机肥的性质, 而且大部分养分以有效态存在, 因此它不仅可做基肥在作物播前使用, 也可用作追肥, 在作物生长需肥的关键时间施用。若用作追肥则用量为 $900 \sim 1200 \text{ kg/hm}^2$, 可以一次或分两次施用。

由于有机复合肥中 N、P、K 之比为 1:0.9:0.4, 且被加工成肥效不易流失分解的颗粒状, 因此是一种养分齐全、搭配合理、肥效均衡持久的多元有机复合肥, 如用作追肥则可免施其他肥料。

污泥颗粒肥对小麦的增产量为 0.32 kg/kg , 而有机复合肥对小麦的增产量为 6.4 kg/kg , 后者是前者的 20 倍, 也就是说, 在增产量相同的情况下, 后者的施肥量仅是前者的 1/20。如果说将污泥制成颗粒肥是污泥农用的一项技术革新, 那么按科学配方制造成高效有机复合肥则是多项科技成果的综合产物, 是污泥制肥技术的飞跃。虽然生产有机复合肥的成本比纯污泥颗粒肥高些(根据肥料配比不同约增加成本为 $300 \sim 500 \text{ 元/t}$), 但由于售价可以相应提高, 因此其纯效益十分可观(纯利约为 300 元/t)。

参考文献:

- [1] 金儒霖, 刘永龄. 污泥处置[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982.
- [2] 田宁宁, 王凯军, 杨丽萍, 等. 污水处理厂污泥处置及利用途径研究[J]. 环境保护, 2000, (2): 18-20.
- [3] 林春野. 污泥农用对土壤及作物的影响[J]. 农业环境保护, 1994, 13(1): 23-25.

电话: (010) 68308002

传真: (010) 88362316

收稿日期: 2002-05-29

本期助理编辑: 王领全 郝薇 见习编辑: 李德强