

塋土施污泥对小麦生长的影响研究

肖 玲 李 岗 郝卫平

(西北农业大学土壤农化系, 陕西杨陵 · 712100)

摘 要 塋土施污泥对小麦干物质增重为 16.2%~74.2%。污泥施量<2%土重时,对小麦苗期生长无任何不良影响,植株茎叶中 Cu,Pb,Cd 含量均与对照相近,Zn,Ni 略高于对照,但亦在正常范围之内;污泥施量>2%土重时,小麦地上部分虽然生长正常,但根系生长受到明显抑制,植株体内重金属含量明显增加,其分布为根系>茎叶。Zn,Cu 在茎叶中累积能力较强,Pb,Ni 主要聚积在根系里。塋土施污泥量以 2%土重(折合 45 t/hm²)生物效应最佳。

关键词 塋土,污泥,重金属,小麦生长

中图分类号 S143.72,S147.26

污泥农田利用的主要问题是重金属的毒害问题。但只要能科学合理施用,则会得到很大的经济效益和环境效益。在这方面国外研究报道很多^[1~6],国内也有一些报道^[7~9],但尚未见到塋土中施用污泥其重金属对作物生长影响的研究。本文拟通过生物实验,探求污泥在塋土中科学合理的施用量指标,及小麦植株内重金属的累积规律,为污泥资源的开发利用开辟新的途径。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试土壤为塋土,采自西北农业大学农作一站农田耕层,质地重壤,富含石灰(CaCO₃含量 5.86%);供试污泥,采自西安市污水处理厂。供试材料的营养成份和重金属含量见表 1。

表 1 供试土壤和污泥中的养分和重金属含量

项 目	pH	有机质 (%)	全 N (%)	全磷 (%)	碱解 N (μg/g)	速效 (μg/g)	Cu Zn Pb Cd Ni				
							(μg/kg)				
塋 土	8.2	1.48	0.108	0.140	79.9	8.2	23.1	70.1	16.8	0.0865	27.1
污 泥	7.6	21.3	1.31	1.49	689	32	542	5911	332	1.13	265

1.2 试验设计

盆栽试验,采用米氏盆,每盆装土 1.4 kg。污泥用量分别为土重的 0%,0.1%,0.2%,0.3%,0.5%,0.7%,1%,2%,3%,5%,10%和 20%共 12 个处理。先将土壤、污泥风干磨碎过 2 mm 孔筛,再按各处理的用量分别将污泥与土壤充分混合均匀装盆,加水至田间持水量的 60%~70%;然后播种小麦,每盆留苗 10 株;重复 3 次,随机排列,按常规管理,观察记载生长情况。5 月 4 月刈割风干备用。

收稿日期:1993-04-09.

1.3 测定项目及方法

土壤和污泥中重金属 Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, 采用王水——高氯酸法消解, 植物样品中重金属用干灰化——湿灰化法消解, 两种消解液均用日立 180—80 型原子吸收分光光度计测定各元素含量。

2 结果分析

2.1 施污泥对小麦生长和生物学产量的影响

施污泥各处理从出苗到刈割, 小麦生长基本健壮整齐, 地上茎叶未见任何受害症状。刈割后烘干称重结果见表 2。从表 2 结果看出, 随着污泥施用量的增加, 小麦植株干重较对照均有明显增加, 其增加幅度为 16.2%~74.3%, 污泥施用量为 10% 时, 小麦植株的生物学产量达最高水平。

表 2 不同处理小麦植株生物学产量

处 理	叶干物质重		根系干物质重		全株总重	
	(g/盆)	%	(g/盆)	%	(g/盆)	%
0% (CK)	2.334	100.0	0.941	100.0	3.275	100.0
0.1%	2.809	120.4	0.997	106.0	3.806	116.2
0.2%	2.832	121.3	1.080	114.0	3.911	119.4
0.3%	2.865	122.8	1.081	114.0	3.946	120.5
0.5%	3.072	131.6	1.112	118.2	4.184	127.6
0.7%	3.170	135.8	1.113	118.3	4.284	130.4
1.0%	3.429	146.9	1.128	119.9	4.557	139.1
2%	3.625	155.2	1.328	141.1	4.950	151.1
3%	3.891	166.7	1.094	116.3	4.985	152.2
5%	4.356	186.6	0.976	103.7	5.332	162.8
10%	4.620	198.0	1.087	115.5	5.707	174.3
20%	4.328	185.4	1.035	110.0	5.363	163.8

从表 2 还可看出, 施污泥对小麦茎叶和根系生长的影响有一定差异, 茎叶增长幅度较大 (20.4%~98.0%), 而根系增长幅度相对较小, 5.90%~41.1%, 说明施污泥对小麦根系与茎叶生长的影响并不同步。当污泥施用量小于 2% 时, 茎叶、根系干重均随污泥施用量的增加而增大, 当污泥施用量超过 2% 时, 茎叶干物质仍呈增加趋势, 而根系干重则明显下降。据观察, 此时根系长度缩短、呈毛刷状丛生。这可能与污泥施用量大时, 土壤中重金属浓度增高, 对小麦根系生长产生了抑制作用有关^(4,8)。

2.2 小麦植株对重金属的吸收累积

不同处理之间小麦茎叶和根系中重金属的累积量如表 3 所示。从表中的分析结果可见, 矮土施污泥后, 小麦根系中重金属的累积量明显高于茎叶。从根系中重金属的含量浓度与茎叶中浓度的比值来看, Pb, Ni 的比值较大, 平均在 10 以上, Cu, Zn, Cd 的比值较小, 多在 3~7 之间。这表明小麦吸收的 Pb, Ni 主要累积在根系里, 向茎叶中转移较少, 吸收的 Zn, Cd, Cu 则向地上部转移较多。

从表 3 中还可看出, 小麦植株中重金属 Cu, Ni, Pb, Cd 累积量随污泥施用量的增加而增大, 尤其是根系中增加幅度较大。相关分析表明, 根系中 Cu, Ni, Pb, Cd 含量与污泥施用

量的相关系数分别为 0.9318** ,0.8997** ,0.8589** ,0.8051** ($P=0.01$),均达极显著水准。茎叶中 Cu,Ni,Pb,Cd 含量变化相对较小,与污泥施量相关性不显著。污泥施量<2%土重时,茎叶中除 Ni 高于对照外,Pb、Cd 含量几乎与对照相同;当污泥施量>2%土重时,茎叶中 Pb、Cd 含量才有显著增加。茎叶中 Cu、Zn 含量各处理间虽有一定差别,但均在正常范围之内。

表 3 不同处理植株中重金属累积含量 $\mu\text{g/g}$

处理	Cu		Zn		Pb		Cd		Ni	
	根系	茎叶	根系	茎叶	根系	茎叶	根系	茎叶	根系	茎叶
0%(CK)	16.2	5.69	99.7	30.7	5.37	0.938	0.075 5	0.027 2	4.25	0.563
0.1%	16.5	4.38	95.7	33.5	4.00	1.13	0.093 6	0.015 4	5.25	0.313
0.2%	16.4	4.75	102	30.1	4.75	0.937	0.116	0.018 9	6.12	0.500
0.3%	21.4	5.75	101	38.8	6.00	/	0.110	0.020 3	5.25	0.938
0.5%	21.1	6.37	105	42.9	7.25	1.312	0.091 6	0.024 4	6.62	1.06
0.7%	21.9	5.12	105	45.7	8.75	1.00	0.094 4	0.022 6	6.50	0.875
1%	30.2	5.94	88.6	51.5	12.9	0.875	0.109	0.029 8	10.1	1.75
2%	58.1	5.63	56.5	53.8	16.9	0.875	0.160	0.029 6	18.6	1.51
3%	73.4	6.25	—	51.1	18.1	1.25	0.239	0.039 3	22.6	1.56
5%	56.1	7.56	—	49.9	19.8	1.06	0.143	0.041 6	19.2	1.63
10%	63.0	7.94	—	33.9	15.8	1.38	0.179	0.071 7	20.4	2.31
20%	146	8.44	—	33.9	30.9	1.63	0.267	0.088 9	37.6	1.81

值得指出的是,Zn,Cd 二元素在小麦植株内的累积规律与其他元素不同。当污泥施用量为 0.5%土重时,根系中 Zn 的含量达最大值,为 105 $\mu\text{g/g}$,此后,随着污泥施量的增加,根系中 Zn 的含量呈下降趋势。而茎叶中 Zn 的含量在污泥施量为 2%土重时达最大值,为 53.8 $\mu\text{g/g}$,污泥施用量从 2%~20%土重时,茎叶中 Zn 的含量呈下降趋势,从 53.8 $\mu\text{g/g}$ 降为 33.9 $\mu\text{g/g}$,与对照水平相近。小麦对 Cd 的吸收能力比 Cu、Pb、Ni 强,且易在地上部分累积。如污泥施量由 2%~20%土重时,小麦茎叶中 Cd 的含量从 0.0296 $\mu\text{g/g}$ 增至 0.0889 $\mu\text{g/g}$,增加了 3 倍,而其他元素的增加量还不到 2 倍。

表 4 小麦茎叶重金属富集化系数

处 理	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
0%(CK)	0.246	0.438	0.056	0.314	0.021
0.1%	0.185	0.441	0.066	0.176	0.011
0.2%	0.197	0.368	0.054	0.213	0.018
0.3%	0.233	0.443	—	0.227	0.034
0.5%	0.248	0.433	0.071	0.266	0.038
0.7%	0.199	0.413	0.053	0.241	0.030
1%	0.210	0.403	0.044	0.308	0.059
2%	0.169	0.291	0.038	0.277	0.047
3%	0.164	0.213	0.048	0.336	0.046
5%	0.158	0.143	0.033	0.305	0.042
10%	0.113	0.056	0.030	0.395	0.047
20%	0.077	0.033	0.024	0.241	0.027
均 值	0.183	0.306	0.047	0.283	0.035

从小麦地上部分重金属浓度与土壤中重金属浓度的比值(即富集化系数)的计算值来

看(见表 4),小麦对重金属吸收累积的顺序是 $Zn > Cd > Cu > Pb > Ni$ 。说明 Zn 、 Cd 易被小麦吸收并转移到地上部分,在茎叶甚至籽实中累积而进入食物链,对人畜存在着潜在的危害;而 Pb 、 Ni 则主要累积在根系中不易进入食物链,对人畜的危害相对较小。

3 结 论

1) 塋土污泥施量在 0.1%~2% 土重时,小麦植株生长正常,干物质累积量增加幅度为 16.2%~51.1%;污泥施量由 2% 增加到 20% 时,植株干物质累积量增长幅度有所下降,小麦根系生长受到抑制,根系变短,根量减少,根系干物质累积量明显降低。

2) 小麦植株体内重金属累积随污泥施量的增加而增大,尤以根系中重金属含量的增加极为显著,而茎叶中重金属含量变化幅度相对较小。污泥施用量 < 2% 土重时,小麦茎叶中 Cu 、 Zn 含量均在正常范围之内; Pb 、 Cd 与对照相近。小麦对 Zn 、 Cd 的吸收能力较强,而且易转移到茎叶中;对 Pb 、 Ni 吸收能力较弱,且主要累积在根系里。

3) 从小麦生物产量和对重金属吸收累积量来看,污泥施量以 2% 土重 (45 t/hm^2) 较为安全、合理、经济。

参 考 文 献

- 1 Pege A L, Cogan T G, Rynn J A. Application of sludge. hewis publisher, 1987, 5~29
- 2 Fresquez P R, Francis R E, Dennis G L. Sewage sludge effect on soil and plant quality in a degraded semiarid grassland. J. Environ Qual, 1990, 19, 324~329
- 3 Valdares J M A S, Gal M, Mingelgrin V et al. Some heavy metals in Soils treated with Sewage sludge, their effects on yield, and their uptake by plants. J Environ Qual, 1983, 12, 49~57
- 4 Hyde H C, Pege A L, Bingham F T et al. Effect of heavy metals in sludge on agricultural crops. J WPCE, 1979, 51 (10), 2475~2486
- 5 R. D 戴维斯著;张绍根译. 污泥的农用回顾. 国外农业环境保护, 1991, (1), 34~35
- 6 薛栋森. 美国污水污泥的研究和利用概况. 国外农业环境保护, 1991, (1), 31~33
- 7 王宏康, 阎寿沧. 污泥施肥时铜对农作物的污染. 环境科学, 1990, 11(3), 6~11
- 8 张素霞, 王宏康. 污泥施肥时重金属镉对农作物毒害研究. 环境科学学报, 1991, 11(1), 71~77
- 9 夏增禄, 穆从如, 孟维奇等. Cd 、 Zn 、 Pb 及其相互作用对烟草、小麦的影响. 生态学报, 1984, 4(3), 231~235

The Effects of Applying Sewage Sludge to Manural Loess Soil on Wheat Growth

Xiao Ling Li Gang Hao Weiping

(The Department of Soil and Chemistry, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The application of sewage sludge to manural loess soil increased Wheat dry matter by 16.2%~74.2%. When the amounts of sewage sludge applied were less than 2%, no negative results were found to wheat seedlings, and the contents of Cu , Pb and Cd in wheat shoots Were close to those in the control. Although the contents of Zn

and Ni were slightly higher than those in the control, they were still in a normal range. However, when the amounts of sewage sludge used were more than 2%, the root growth was significantly inhibited though the upper parts of wheat above the ground grew normally, and the contents of heavy metal were markedly increased in plants, whose distribution was higher in roots than in shoots as a whole. Comparatively, Zn and Cd were accumulated more in shoots while Pb and Ni in roots. Application of 2% of sewage sludge (to be converted into 45 tons per hectare) is proposed to the Lou soil, the bio-effects are the best.

Key words Manural Loess soil, sewage sludge, heavy metal, wheat growth

康绍忠教授、张涌教授分获 “霍英东教育基金”资助和奖励

“霍英东教育基金会第四届高等院校青年教师基金及青年教师奖”评选结果于 1993 年 11 月 5 日揭晓, 我校青年教授康绍忠博士、张涌博士分别获得“青年教师基金”和“青年教师奖(研究类)”。

本届评选工作是由国家教委科技委专家会主持, 在全国高等院校范围内组织评选的。全国高校共有 80 人获得“青年教师基金”, 50 人获得研究类“青年教师奖”, 100 人获得教学类“青年教师奖”。