

污泥对生菜、萝卜产量及有害物质积累的影响

唐俊¹, 郑晓春¹, 李学德¹, 花日茂¹, 喻谨¹, 岳永德²

(1. 安徽农业大学资源与环境学院, 安徽省农产品安全重点实验室, 安徽合肥 230036; 2. 北京国际竹藤网络中心, 北京 100102)

摘要 用盆栽试验, 研究了污泥对生菜、萝卜产量和重金属、硝酸盐和亚硝酸盐积累的影响。结果表明, 污泥可明显增加生菜和萝卜产量; 当污泥施用量为土壤干重的 1% 时, 生菜和萝卜中重金属 Zn、Cd、Cr、Cu、Pb 含量及硝酸盐和亚硝酸盐含量均符合国家食品卫生标准; 当污泥施用量为土壤干重的 3% 时, 生菜中重金属 Cd 含量超标, 萝卜中亚硝酸盐含量超标, 超标率分别达 20%、15%。

关键词 污泥; 蔬菜; 重金属; 硝酸盐

中图分类号 S472 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)05-01409-02

Effect of Sewage Sludge on Vegetable Yields and Deleterious Substance Accumulation

TANG Jun et al (School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract Pot experiment was used to study the effect of sewage sludge on head lettuce and radish yields as well as heavy metals, nitrate and nitrite accumulation in vegetables. The results showed that sewage sludge increased head lettuce and radish yields. And heavy metals Zn, Cd, Cr, Cu and Pb contents in the esculent part of head lettuce and radish met the required national control standard at 1% dosage of sewage sludge in dry soil. But when the dosage was up to 3%, the cadmium content in head lettuce and nitrite content in radish exceeded the national control standard, which were 20% and 15% over limit rate, respectively.

Key words Sewage sludge; Vegetable; Heavy metal; Nitrate

随着人类社会的发展, 人类的需求和环境之间的矛盾日益突出, 而这之间最关键的就是资源的有限性问题, 为了解决这一问题, 人类提出了可持续发展观。污泥中含有大量的 N、P、K、Ca 及有机质, 而且 N、P 以有机态为主, 同时污泥中含有许多植物必需的微量元素, 可以缓慢释放, 具有长效性, 是有用的生物资源, 是很好的土壤改良剂和肥料, 合理使用对土壤-植物系统能够起到积极的作用, 污泥由于其特殊性质在国外已经得到充分利用^[1-4]。有研究表明, 活性污泥能有效改变土壤性质, 使土壤中的有机质、速效 N、速效 P、速效 K 含量显著增加, 从而提高土壤肥力; 同时, 还能提高作物产量, 改良作物品质^[5]。

用污泥种植蔬菜是污泥农用的途径之一, 笔者通过盆

表 1 土壤及污泥的基本性状

	pH 值	营养成分 // g/ kg				重金属 // mg/ kg				
		TN	TP	AN	AP	Zn	Cd	Cr	Cu	Pb
污泥	7.8	22.07	0.40	1.22	0.09	172.7	0.5	106.2	451.9	118.1
土壤	6.7	0.88	0.48	0.09	0.04	53.6	0.4	33.2	27.5	24.1
中国农用污泥污染物控制标准	≥6.5					1 000	20	1 000	500	1 000

注: TN 为总 N; TP 为总 P; AN 为速效 N; AP 为速效 P。

M5 型), 紫外分光光度计及其他实验室常用仪器、物品等。

1.2 方法

1.2.1 植株培育。设置空白对照组和 2 个污泥施用组(处理 I、II), 4 次重复, 每盆用土 3.5 kg(干重), 其中处理 I 中污泥施用量为 35 g, 即污泥施用量为土壤干重的 1%, 污泥浓度为 10 g/kg; 处理 II 中污泥施用量为 105 g, 即污泥施用量为土壤干重的 3%, 污泥浓度为 30 g/kg。待生菜苗长至 5 cm 左右, 萝卜苗长至 6 cm 左右时, 选择长势相当的菜苗移植于盆中, 每盆种植 4 株, 栽培期为 35 d。

1.2.2 重金属含量测定。采用 HNO₃-HC10₄ 消化, 原子吸收光谱法测定^[6]。蔬菜中重金属含量最高允许浓度标准见表 2。

1.2.3 硝酸盐与亚硝酸盐含量的测定。在弱碱性条件下用

栽方式, 研究了干化污泥对生菜和萝卜产量及重金属、硝酸盐及亚硝酸盐积累的影响, 旨在为污泥农用和环境保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

(1) 蔬菜、土壤及污泥。供试蔬菜为意大利抽苔生菜(河北青县鑫农蔬菜种苗育种中心提供), 红丁萝卜(河北青县神华种子有限公司提供); 供试土壤为安徽农业大学实验基地黄褐土; 供试污泥为合肥望塘污水处理厂城市污泥(70℃烘干至恒重, 磨碎后过 5 mm 筛), 其中重金属含量明显低于《农用污泥污染物国家控制标准》。污泥与土壤基本性状见表 1。

(2) 设备及器材。主要有原子吸收分光光度计(Thermo

表 2 蔬菜中重金属含量最高允许浓度

蔬菜限量标准值 // mg/kg	标准编号
Zn	≤20 GB13106-91
Cd	≤0.05 GB15201-94
Cr	≤0.5 GB14901-94
Cu	≤10 GB15199-94
Pb	≤0.2 GB14935-94

热水从样品中提取硝酸和亚硝酸离子, 然后用亚铁氰化钾和乙酸锌沉淀蛋白, 过滤。亚硝酸盐采用萘乙二胺分光光度法测定, 硝酸盐采用紫外分光光度法测定。蔬菜中硝酸盐、亚硝酸盐允许含量见表 3。

表 3 蔬菜中硝酸盐、亚硝酸盐允许含量

蔬菜种类	限量标准值 // mg/kg
硝酸盐	根茎类 ≤1 200
	叶菜类 ≤3 000
亚硝酸盐	≤4.0

注: 数据来自无公害蔬菜的相关标准 GB18406.1-2001。

2 结果与分析

2.1 不同处理对生菜、萝卜生长情况的影响 不同处理对

基金项目 安徽农业大学青年基金项目资助。

作者简介 唐俊(1981-), 男, 安徽宁国人, 硕士研究生, 研究方向: 环境污染分析和农药残留检测等研究。

收稿日期 2006-11-25

生菜和萝卜生长情况的影响见表4。从表4可以看出,污泥可以明显提高生菜和萝卜的产量。从株高上看,施用污泥后生菜和萝卜的地上部分明显增高,处理I、II的生菜株高分别较对照提高了80%和100%;萝卜的株高分别较对照提高了70%和89%。从2种蔬菜的单株食用部分鲜重来看,

表4 不同处理对生菜和萝卜株高及鲜重的影响

	生菜		萝卜	
	株高//cm	单株可食部分鲜重//g	株高//cm	单株可食部分鲜重//g
CK	15.3	31.9	20.8	43.3
I	27.6	203.2	35.3	50.5
II	30.6	212.3	39.4	47.2

表5 不同污泥施用浓度下生菜、萝卜中重金属含量差异

处理	生菜					萝卜				
	Zn	Pb	Cr	Cu	Pb	Zn	Pb	Cr	Cu	Pb
CK	5.43 a	0.03 a	0.21 a	0.03 a	0.26 b	6.06 a	0.03 a	0.08 b	0.16 b	0.16 b
I	5.37 a	0.03 a	0.42 b	0.78 ab	0.20 a	6.46 a	0.03 a	0.05 a	0.18 a	0.10 a
II	6.16 a	0.06 b	0.40 ab	0.40 ab	0.14 a	7.01 a	0.04 b	0.09 a	0.21 a	0.10 a

注:同一列不同字母表示在0.05水平上有差异。下表同。

著增加,当污泥浓度为30 g/kg时,Cr含量下降。对照组中Pb含量最高,达0.26 mg/kg,超过允许标准,处理I、II生菜中Pb含量显著下降。当污泥浓度为30 g/kg时Cd含量达0.06 mg/kg,超过最高允许值,超标率为20%。

对照表2可知,处理I、II萝卜中重金属含量均未超过最高允许值标准。除Zn外,其余4种金属的浓度均小于或等同于同处理下生菜中的含量,施用污泥对萝卜中重金属的积累并无明显影响,处理I、II萝卜中重金属除Cd外均无显著增加。

2.3 不同处理对生菜、萝卜中硝酸盐、亚硝酸盐积累的影响 不同处理对生菜、萝卜中硝酸盐、亚硝酸盐含量的影响见表6。

表6 不同处理对生菜、萝卜中硝酸盐、亚硝酸盐含量的影响

处理	生菜		萝卜	
	硝酸盐	亚硝酸盐	硝酸盐	亚硝酸盐
CK	118.8 a	1.8 b	626.4 a	3.3 a
I	247.9 a	1.3 a	1 057.1 b	2.6 a
II	528.0 b	1.1 a	1 136.3 c	4.6 b

从表6可以看出,相同处理下,萝卜中硝酸盐和亚硝酸盐含量均高于生菜中的含量。随着污泥浓度的增加,硝酸盐在生菜中含量呈上升趋势,处理I较对照无显著变化,处理II较处理I有显著增加,其中处理II硝酸盐含量达528.0 mg/kg;亚硝酸盐的含量与污泥浓度呈负相关性,对照生菜亚硝酸盐含量显著高于处理I、II,为1.8 mg/kg,当污泥浓度为30 g/kg时,亚硝酸盐含量降为1.1 mg/kg,下降率达38.9%。无论对照组还是施用污泥组,生菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量均符合允许浓度标准。

萝卜中硝酸盐含量随污泥施用量的增加而显著提高,处理II萝卜硝酸盐含量最高,达1 136.3 mg/kg,但各处理下硝酸盐含量均符合标准允许浓度;处理I较对照萝卜中亚硝酸盐含量有所下降,但与对照在0.05水平上无差异,处

施用污泥后生菜鲜重有显著的增加,处理II的生菜鲜重较对照组增加了566%,处理I的生菜增加了537%;处理II的萝卜鲜重较对照组增加了9%,处理I的萝卜鲜重较对照组增加了17%。

2.2 不同处理对生菜、萝卜中重金属积累的影响 不同处理对生菜、萝卜中重金属含量的影响见表5。从表5可以看出,处理I、II与对照组相比,生菜中Zn的含量在0.05水平上无显著差异。处理I生菜Cu含量较对照组有所增加,当污泥浓度从10 g/kg增加到浓度为30 g/kg时反而减小,但在0.05水平上无差异。处理I生菜Cr含量较对照组有显

理II萝卜中亚硝酸盐含量较处理I和对照有显著增加,达4.6 mg/kg,超出标准4.0 mg/kg,超标率为15%。

3 结论与讨论

(1) 该试验条件下,污泥可以有效提高生菜、萝卜产量。

(2) 当污泥浓度为10 g/kg时,生菜和萝卜中重金属Zn、Cd、Cr、Cu和Pb含量均在国家食品卫生标准范围内,硝酸盐和亚硝酸盐含量也符合卫生标准;当污泥浓度为30 g/kg时,生菜中重金属Cd含量超标,萝卜中亚硝酸盐含量超标,超标率分别达20%和15%。

由此可见,从蔬菜安全角度考虑,当干化污泥浓度为10 g/kg时可以有效地提高生菜和萝卜的产量,而且有害物质重金属和硝酸盐、亚硝酸盐基本上都符合无公害蔬菜的相关标准。该试验就施用污泥是否引起土壤卫生学指标超标进行了相关验证,结果干化污泥中未检出大肠杆菌,蛔虫卵死亡率也达90%以上,符合污泥农用的卫生要求。所以综合考虑,合肥市污泥完全可以农用,经70℃烘至恒重的污泥以浓度为10 g/kg施用即可达到蔬菜增产的目的,又不会引起有害物质超标。

参考文献

- [1] DAVIS R D. The impact of EU and UK environmental pressures on the future of sludge treatment and disposal[J]. Water Environ Manage, 1996, 10(2): 65-69.
- [2] TESSIER A, CAMPBELL P G G, BIASON M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal[J]. Analytical Chemistry, 1979, 51(7): 844-850.
- [3] VESILIND P A. Role of water in sludge dewatering [J]. Water Environment Research, 1994, 66(1): 4-11.
- [4] CHUNG T H. Significance of pressure and recirculation in sludge thickening by dissolved air floatation [J]. Wat Sci Tech, 1997, 36(12): 223-230.
- [5] 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): 23-26.
- [6] 郭眉兰. 城市污泥和污泥与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): 204-207.