

混合污泥堆肥在无锡茶园的应用研究

徐雪云¹, 朱航¹, 邹华²

(1 无锡市广播电视大学 园艺教研室, 江苏 无锡 214011; 2 江南大学 环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:为了探索城市污泥的施用方法,研究茶园中施用污泥的效果及安全性,测定了无锡市5家污水处理厂污泥中的重金属含量.结果表明:各处理厂污泥中重金属含量差异很大,单独施用有很大的安全隐患,但混合施用,安全性增加.将混合污泥堆肥施用于茶园,并测定茶树的芽头密度、百芽质量和茶叶中的重金属含量.结果显示:茶园中连续2年施用污泥后,茶树芽头密度为1385只/m²、百芽质量为54.2g,分别比空白对照组增加29.2%、33.5%;茶叶中铅、铜质量分数分别由施用前的2.81、18.3mg/kg上升为3.23、21.1mg/kg,存在一定的安全隐患,因而不建议在茶园中连续施用污泥堆肥.

关键词:茶园;污泥;重金属;安全性

中图分类号:S142.9;S571.1

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2013)02-0277-04

Application of Municipal Sewage Sludge in Tea Garden in Wuxi

XU Xunyun¹, ZHU Hang¹, ZOU Hua²

(1 Teaching and Research Section of Horticulture, Wuxi TV and Radio University, Wuxi 214011, China;

2 School of Environmental and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The municipal sewage sludge (MSS) was applied to tea garden to assess its effectiveness and safety. The level of heavy metals in MSS from five wastewater treatment plants in Wuxi was measured. MSS was applied in the tea garden. The bud density, mass per hundred buds, and heavy metal in tea leaves were determined. A large difference in the level of heavy metals in MSS from five plants was identified. There might be a high risk if MSS from each wastewater treatment plant was applied individually. However, the safety degree could increase if the MSS from five plants were mixed before their application. After two consecutive years' application of MSS in tea garden, bud density and mass per hundred buds were 1385 unit/m² and 54.2 g respectively, the increase being 29.2% and 33.5% respectively compared with the control group. After the sewage application, the lead and copper content in the tea leaves increased to 3.23 and 21.1mg/kg from the initial values of 2.81 and 18.3 mg/kg. So it is not recommendable to apply MSS in tea garden in consecutive years.

Key words: tea garden; municipal sewage sludge; heavy metal; safety

2007年太湖水危机事件发生以来,无锡市污水处理量每年以超过20%的幅度增长,2008年的污水处理量为2.8亿t,2009年为3.48亿t,2010年达到

了4.91亿t.随着污水处理量的剧增,污泥的产生量也迅速增加.无锡市生活污水的主要处理方式 of 填埋和焚烧,极易造成环境二次污染和资源浪费^[1].城

收稿日期:2012-01-04 网络出版时间:2013-01-24

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130124.1001.003.html>

作者简介:徐雪云(1968—),男,高级讲师,E-mail: xuxy@wxtvu.cn

基金项目:国家自然科学基金(20707007)

市污泥含有植物生长需要的多种营养元素,是重要的有机肥源^[2],但污泥中所含的重金属可能在植物及土壤中富集,存在一定的环境风险^[3]. 无锡是江苏重要的茶叶产地,全市有茶园 3 100 hm². 茶树的需肥有较强的连续性^[4],茶园中增施有机肥更有利于提高茶叶产量和品质. 关于在茶园中施用污泥,国内仅有数例相关研究,研究结果也仅表明在施用污泥的当年,茶叶中重金属含量尚是可以接受的^[5-6],对于多次连续施用,有必要进一步深入研究. 在此,笔者研究了无锡市茶园连续 2 年施用污泥有机堆肥的效果以及污泥中重金属对茶叶品质的影响,以期为城市污泥的资源化利用提供指导.

1 材料与方法

1.1 检测方法

1.1.1 茶园土和城市生活污水污泥样品的预处理 从无锡市 70 多家污水处理厂中选取 5 家污水处理厂(芦庄、梅村、前洲、城北、安镇),从它们的外运泥饼分别取样,在阳光下暴晒 1 d 至阴干,初步捏碎,拣除石块、结核,80 ℃ 烘干 2 h,粉碎并用 80 目钢丝网过滤后备用. 茶园土亦采用相同的方法进行预处理.

1.1.2 污泥和茶园土各指标的测定方法 pH 测定:取样品与去 CO₂ 水以 1:5 (质量比)混合,静置 30 min, pH 计测定. 污泥(指干基)中有机质含量采用重铬酸钾容量法测定,总氮(以干基中 N 计)、总磷(以干基中 P₂O₅ 计)和总钾(以干基中 K₂O 计)分别采用半微量凯氏法、钼酸铵分光光度法和火焰原子吸收分光光度法测定. 污泥和茶园土经消解^[7]后,各重金属含量(以干基中单质计)按照国标^[7]方法测定:镉、铅、铜、锌采用原子吸收分光光度法;镍和铬采用火焰原子吸收分光光度法;汞采用冷原子吸收分光光度法;砷采用原子荧光光度法. 此外,还测定了 5 家污水厂各项指标的平均值,方法是根据各厂污泥日均产量比例(芦庄、梅村、前洲、城北、安镇的取样比例为 5:3:1:3:2,取样时间为 2010 年 4 月)称取各厂污泥,混合后进行各指标测定.

1.1.3 茶叶中重金属含量测定方法 取茶叶样品 5~10 g,按照文献^[8]中的方法进行消解,消解后的样品采用与污泥中重金属含量检测相同的方法进行测定.

1.2 茶园施用城市生活污水污泥的试验

1.2.1 混合污泥肥料的制取 从上述 5 家污水处理厂共取污泥 3 t(比例同前),每吨污泥加入碎稻麦

秸秆 400 kg,蓝藻浆 200~500 kg,均匀混合. 调理后的污泥进行一个月以上的堆肥处理,堆外覆盖干草保温及防雨淋.

1.2.2 样地设计 2009 年 1 月在无锡市西郊,选 9 块条件相对一致的茶园地设置样地. 样地位于向阳的缓坡,茶树龄 7 年,距公路约 200 m. 9 块样地间相距最远不超过 150 m, A1、B1、C1 样地位于上坡, A2、B2、C2 样地位于中坡, A3、B3、C3 样地位于下坡,各样地均为 5 m × 5 m,每块样地均含茶垌 3 垌以上. 2009 年各样地均进行常规养护. A1、A2、A3 样地作空白对照,不施肥; B1、B2、B3 样地为试验 B 组,施用复合肥; C1、C2、C3 样地为试验 C 组,施用混合污泥堆肥. 从 2010 年开始,每年 2、7、11 月中旬各施肥 1 次, B 组每个样地每次施用复合肥 5 kg, C 组每个样地每次施用混合污泥堆肥 500 kg,均采用沟施的方式在垌间施肥.

1.2.3 茶叶采样及处理 选取每块样地中间垌的中央 2 m 作为取样茶树. 2009—2011 年每年采茶 3 次,依次为 3、6、9 月下旬,但只收集 6 月下旬的样品用于各项检测. 采集前分别用 0.1 m² 的方框对各样地采样区芽头数进行统计,并将 A、B、C 组各自合计,分别换算出茶头密度. 然后由同一员工按“一芽两叶”标准采收各样地采样区茶头. 将 A 组 3 个采样区内样方所采茶叶混合均匀,数取 1 000 只茶芽称质量,并换算成百芽质量. B 和 C 组亦做同样处理. 各组鲜茶分别按常规方法炒制成干茶,测定重金属含量.

2 结果与分析

2.1 污泥中的重金属检测结果

5 家污水厂污泥各项指标测定结果如表 1 所示. 从表 1 可看出,污泥中氮、磷、钾及有机物的含量均很丰富,是一种天然优质的有机肥源. 各污水厂污泥中的重金属含量相差很大,与国家土壤环境质量标准(二级)^[7]相比,部分污水厂污泥的铬、铜、锌超标严重,主要是因为部分污水处理厂有工业废水排入. 从各污水处理厂的平均值看,各指标均达到农业部农用污泥标准^[9]要求,但污泥中各重金属含量均超过当地茶园土数倍至十多倍,施用后对茶叶品质的影响必须严密监督.

2.2 施肥方式对茶叶产量的影响

从表 2 可看出, B 组施用适当的复合肥,第 2、第 3 年的茶头密度和百芽质量未发生太大变化; C 组只

施用污泥堆肥,其肥效相对滞后,2010年采收夏茶时茶头密度和百芽质量均略有下降,但2011年却出现了显著增长,相对于正常养护的2009年,2011年C

组茶头密度增加了12.1%,百芽质量增加了13.9%,相对于未施肥的A组,茶头密度增加了29.2%,百芽质量增加了33.5%。

表1 污泥、茶园土主要理化性质检测结果¹⁾

Tab.1 Analyzing results of physical and chemical properties of municipal sewage sludge and tea garden soil

项目	pH	w/(g·kg ⁻¹)				w/(mg·kg ⁻¹)							
		有机物	总氮	总磷	总钾	镍	铜	锌	铬	镉	铅	汞	砷
污泥最高值	7.4	556	41	41	5.1	213	1 830	4 508	967	23.00	570	4.80	34.2
污泥最低值	6.5	413	22	27	2.9	15	123	754	14	1.20	35	1.30	14.9
平均值	6.8	485	29	31	4.0	85	374	972	149	4.50	105	2.80	25.0
茶园土	6.6	-	-	-	-	24	28	125	65	0.22	32	0.03	10.5
农用二级土质标准 ^[7]	-	-	-	-	-	50	100	250	200	0.30	300	0.50	30.0
农用三级土质标准 ^[7]	-	-	-	-	-	200	400	500	300	1.00	500	1.50	40.0
农用污泥控制标准 ^[9]	-	-	-	-	-	200	500	1 000	1 000	20.00	1 000	15.00	75.0
茶叶产地环境技术条件 ^[10]	-	-	-	-	-	-	-	-	200	0.40	300	0.50	30.0

1)检测项目的最高值与最低值指5家污水处理厂此项目测定值的极值;茶园土pH为多样本混合后的测定值,其他项目为多样本均值;数据列中的“-”表示此项目未测定或相关标准中未涉及。

表2 施肥方式对茶叶产量的影响

Tab.2 The effect of fertilization on the yield of tea leaves

施肥组别	茶头密度/(个·m ⁻¹)			百芽质量/g		
	2009年	2010年	2011年	2009年	2010年	2011年
A	1 215	1 014	1 072	48.5	45.9	40.6
B	1 221	1 211	1 232	48.9	47.5	48.2
C	1 235	1 205	1 385	47.6	47.0	54.2

2.3 施肥方式对茶叶中重金属含量的影响

各年度茶叶中重金属含量的检测结果见表3。从表3可看出,在未施肥的A组,3年间茶叶内大多数重金属含量基本保持稳定,部分略有上升,其中铅的升幅较大,2011年较2009年上升了3.9%,这些污染物主要是通过大气沉降进入茶叶的^[13]。施用复合肥的B组,各重金属大多有所上升,其中铅上升了6.7%,这表明,施用化肥亦是造成重金属污染的原因之一。施用污泥堆肥的C组,2011年与2009年相比,茶叶中锌的含量明显下降,镉、砷、汞的含量基本稳定,其他几种重金属含量分别是:铜增长15.3%、铅增长14.9%、铬增长4.6%、镍增长4.5%,虽然各重金属的含量均在相关质量标准的限量之下,但茶叶已经明显受到污泥中重金属的污染。

表3 不同施肥方式下茶叶中的重金属含量

Tab.3 Heavy metal content in tea leaves under the different fertilization conditions

重金属	施肥组别	w/(mg·kg ⁻¹)			相关标准限量
		2009年	2010年	2011年	
铅	A	2.82	2.89	2.93	≤5 ^[11]
	B	2.70	2.81	2.88	
	C	2.81	3.00	3.23	
铜	A	18.6	18.5	18.8	≤60 ^[11]
	B	17.9	18.2	18.1	
	C	18.3	19.7	21.1	
锌	A	15.6	15.6	15.4	
	B	15.4	15.2	15.5	
	C	15.7	8.9	10.2	
镉	A	0.032	0.031	0.033	≤1 ^[12]
	B	0.022	0.026	0.025	
	C	0.027	0.027	0.029	
砷	A	0.022	0.021	0.024	≤2 ^[12]
	B	0.018	0.021	0.017	
	C	0.019	0.018	0.020	
铬	A	3.51	3.62	3.57	≤5 ^[12]
	B	3.55	3.47	3.61	
	C	3.49	3.52	3.65	
镍	A	2.25	2.24	2.26	
	B	2.21	2.23	2.20	
	C	2.24	2.31	2.34	
汞	A、B、C	未检出	未检出	未检出	≤0.3 ^[12]

3 讨论与结论

由于各污水处理厂接纳的工业废水性质不同,严重超标的重金属成分亦不相同,如果长期单独施用某一污水处理厂的污泥,可能会导致该厂某种严重超标的重金属元素在土壤中富集,有较大的安全风险.将各厂的污泥混合施用,各重金属基本不超标,风险大大下降.由于不能严格区分工业污水和生活污水,目前对于污水厂的污泥国家一般按“危险废弃物”处理,因而在农林中施用污泥是不符合有关规定的.要根本上解决这个问题,必须严格区分生活污水和工业污水,只有工业污泥按“危废”进行无害化处理后,生活污水才可放心地进行资源化利用.国家亦要着手制定“生活污水”的评价标准和处理原则,以便相关生产和研究有据可循.

污泥堆肥作为一种优质有机肥对茶芽生长具有明显的促进作用,但肥效与复合肥相比稍滞后.如果有机堆肥与化学肥料混合使用,可能会取得更稳定的效果,但最佳配比需要进一步研究.

在未施肥的A组,以及施用复合肥的B组,2年间茶叶中重金属含量也略有上升,这反映大气污染和化学肥料污染也是茶园重金属污染的原因之一^[13],这方面需要长期监测.

我国的茶叶卫生相关标准过于凌乱,与茶叶中重金属相关的标准有GB 2762-2005^[11]、NY 659-2003^[12]、NY 5244-2004^[14]、NY5196-2002^[15]等,而欧美和日本均有统一茶叶卫生标准.建议国家针对茶叶规并相关标准,制定统一的基础性的茶叶卫生标准,这样有利于茶叶企业的生产经营,也有利于开展相关科研试验.

连续2年在茶园中施用较大容量污泥堆肥,茶叶中各重金属含量仍小于各相关标准的最高限量,暂时尚是安全的.污泥中的锌的含量较高,但施用污泥后茶叶中锌的含量反而下降了,这与明银安^[8]等的研究结果一致,造成这一结果的生理机理需进一步研究,其长期影响也需要进一步观察.除锌外,其他重金属均有一定的上升,其中铜和铅上升较快,2年内上升了10%以上,而且,茶叶中的铬、镍含量原

本已经处在较高水平,所以如果不能有效降低污泥中的重金属含量,不建议在茶园中连续施用污泥堆肥.

参考文献:

- [1] 王硕,鲍建国,刘成林.城市污泥特性研究与园林绿化利用前景分析[J].环境科学与技术,2010,33(6E):238-241.
- [2] 闫传胜,王连祥,张学锋.三倍体毛白杨、苦楝、楸树施用膨化污泥杨树专用肥的效果[J].安徽农业科学,2008,36(15):6387-6388.
- [3] 程晓波.上海市污水处理厂污泥用于园林绿化的安全性分析[J].中国给水排水,2010,26(16):20-22.
- [4] 张羽刚.关于施肥对茶叶高产优质的影响研究[J].吉林农业,2011(5):168.
- [5] 陈建发,何小青,黄慧珍.茶园施用污泥堆肥前后茶叶中重金属含量变化的研究[J].广西轻工业,2010,26(12):12-13;96.
- [6] 谢文林,谢小青,黄强,等.生物干化污泥有机肥在铁观音上的应用[J].现代农业科技,2011(2):304-305.
- [7] 中华人民共和国环境保护总局.GB 15618—1995 土壤环境质量标准[S].北京:中国农业出版社,1995:1-3.
- [8] 明银安,陶涛,谢小青,等.污泥果肥利用中重金属迁移特征研究[J].环境工程学报,2008,2(12):1685-1690.
- [9] 中华人民共和国城乡建设环境保护部.GB 4284—84 农用污泥中污染物控制标准[S].北京:中国标准出版社,1984:1-2.
- [10] 中华人民共和国农业部.NY/T 853—2004 茶叶产地环境技术条件[S].北京:中国农业出版社,2005:2-3.
- [11] 中华人民共和国卫生部.GB 2762—2005 食品中污染物限量[S].北京:中国标准出版社,2005:1-5.
- [12] 中华人民共和国农业部.NY 659—2003 茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量[S].北京:中国标准出版社,2003:1.
- [13] 胡留杰,周正科.茶叶中重金属的含量现状及其控制对策[J].南方农业,2010,5(4):89-92.
- [14] 中华人民共和国农业部.NY 5244—2004 无公害食品茶叶[S].北京:中国农业出版社,2003:1-6.
- [15] 中华人民共和国农业部.NY 5196—2002 有机茶[S].北京:中国标准出版社,2004:1-8.

【责任编辑 李晓卉】