

# 污泥土地利用研究

## V. 高铜污泥<sup>1</sup>

乔显亮 骆永明 谢农华

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

**摘 要** 本文采用田间小区试验方法研究了高铜污泥处理对辣椒生长、Vc 含量和重金属含量的影响。结果表明,污泥施用量在 3.75 和 7.5 t/hm<sup>2</sup> 时,辣椒各个生长指标都有所增加,有些指标甚至优于施用化肥处理。污泥施用对辣椒果实 Vc 含量没有明显降低的趋势。污泥施用未显著地增加辣椒植株和果实对铜、锌、镉和镍的吸收。

**关键词** 污泥;辣椒;生长指标;Vc;重金属

温室盆栽试验结果表明污泥施用对水稻、青菜和番茄都有良好的增产效果<sup>[1,2]</sup>,同时促进了水稻对锌的吸收<sup>[1]</sup>。据报导,对于茄果类蔬菜和禾本科作物其重金属吸收一般符合以下规律:根系>茎叶>子粒(或果实)<sup>[3,4]</sup>,已有的研究结果还显示叶菜类蔬菜比其它蔬菜在可食部分更容易吸收累积重金属<sup>[5,6]</sup>,因此种茄果类蔬菜和禾本科作物比种叶菜相对地更安全。这些结果大部分是建立在温室试验的基础上,在现实生产中,不仅需考虑污泥施用的增产效果和作物对污染物的吸收,还需考虑生产的经济效益。污泥作为一种有机肥,其养分是缓慢释放的,往往难以满足植物需肥高峰的需要。结合化肥施用能达到更好的生产效果。

本研究采用田间试验研究了污泥施用对辣椒生长、品质(Vc)和重金属积累的影响,为污泥农用提供科学依据。

### 1 材料和方法

1. 本研究在南京市东郊麒麟镇孟家村的大棚中进行。土壤为长期种植蔬菜的菜园土,在试验前一年改为蔬菜保护地。污泥为苏州开发区污水处理厂污泥。土壤和污泥的养分及重金属含量见表 1 和 2。大棚长宽分别为 100 和 4.5 米,大棚中部高为 2.0 米。栽培区分两排,中间走道宽 0.5 米。

2. 试验共设 5 个处理:CK,其中污泥 3.75t/hm<sup>2</sup>(以烘干重计,用 3.75 SS 表示,以下类推),7.5 SS,15 SS,1.5 t/hm<sup>2</sup>(N:P:K=15:15:15)复合肥(用 1.5 CF 表示)。4 次重复,小区长、宽分别为 4 米和 2 米,随机区组排列。以上为基肥施用量。在辣椒开花期追肥 0.75t/hm<sup>2</sup> 同样的复合肥,以满足辣椒需肥高峰期的生长需要。其他栽培措施相同。

<sup>1</sup> 国家自然科学基金重点项目(49831070),国家重点基础研究发展规划项目(G1999011807)和中国科学院南京土壤研究所土壤与环境联合开放研究实验室项目资助。

辣椒品种为福椒9号。

3. 分析测定 在辣椒生长期测定株高, 收获后测定单株果数、果重、茎叶重、小区产量。采用2, 4二硝基比色法<sup>[7]</sup>分析辣椒Vc含量。硝酸—高氯酸(体积比3:2)混合消煮后, ICP(TJA POEMS II)测定锌, 铜, 镉, 铅和镍元素含量。

表1 污泥和土壤主要养分和性状

	pH	电导 ( $10^3 \mu\text{s}/\text{cm}$ )	O.M. (g/kg)	全量 (g/kg)			速效态 (mg/kg)		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P	K
苏州污泥	6.6	8.3	379	32.6	31.5	13.9	2840	401	798
菜园土	7.0	0.92	34.6	1.6	1.5	18.4	239	50	132

表2 污泥和土壤主要重  
金属含量(mg/kg)

	Zn	Cu	Cd	Ni
	苏州污泥	1425	10130	3.47
菜园土	132	29.5	0.07	26.7

## 2 结果与分析

从表3单株辣椒的生长指标可以看出, 虽然施用3.75 t/hm<sup>2</sup>和7.5 t/hm<sup>2</sup>污泥处理与对照相比, 在不同程度上促进了辣椒的生长, 表现在株高、茎叶、果实鲜重、果实数和成果数都有了不同程度的提高, 7.5 t/hm<sup>2</sup>施用量处理其果实生长甚至优于施用化肥处理, 但是各处理之间在统计上没有显著差异(p>0.05), 这可能因为田间试验结果的重复性较差之故。施用15 t/hm<sup>2</sup>污泥处理的所有生长指标都很差, 甚至低于对照处理, 其原因可能有: 1. 苏州污泥含有较高的重金属, 特别是铜的含量超过农用标准20多倍, 污泥施用必将增加土壤中重金属含量, 可能抑制了辣椒的生长; 2. 施用15 t/hm<sup>2</sup>污泥处理小区在栽培期间, 土壤表面有明显的盐份表聚现象, 表层土壤电导测定值( $3.7 \times 10^3 \mu\text{s}/\text{cm}$ )高于其它处理数倍( $1.3 \times 10^3 \mu\text{s}/\text{cm}$ ), 这也可能是限制辣椒生长的原因。从图2也可以看出, 不同施肥处理的小区总产与单株生长结果呈相同的趋势。

表3 不同施肥处理对单株辣椒生长的影响

处 理	株高 (cm)	茎叶鲜重 (g)	果实鲜重 (g)	果实数	成果数*
CK	45.3 ± 4.3	453 ± 94	748 ± 175	23 ± 5	14 ± 3
3.75 SS	45.5 ± 6.6	443 ± 112	739 ± 168	24 ± 5	14 ± 2
7.5 SS	47.6 ± 5.4	495 ± 181	896 ± 266	27 ± 8	15 ± 4
15 SS	45.0 ± 6.3	394 ± 121	617 ± 210	19 ± 5	12 ± 3
1.5 CF	48.6 ± 6.4	504 ± 145	708 ± 154	25 ± 5	13 ± 3

\*成果: 指单重超过20g的果实。

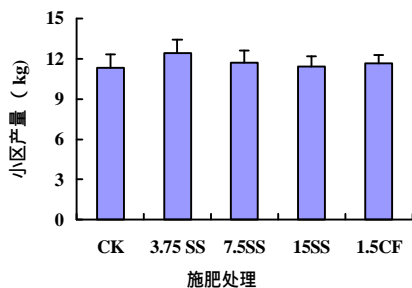


图1 不同施肥处理对小区产量的影响

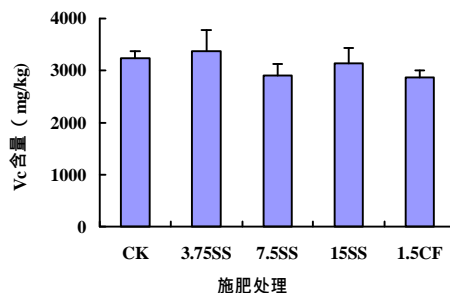


图2 不同施肥处理对Vc含量的影响

污泥施用对作物品质影响的研究较少。本研究选用 Vc 作为重要的辣椒品质指标。结果表明,施用 3.75 t 污泥的处理 Vc 含量最高,施用化学肥料的处理含量最低,但其差异未达到显著水平 ( $p>0.05$ )。换句话说,施用污泥不会明显降低辣椒果实中的 Vc 含量。

从表 4 中可以看出,污泥施用在整体上未明显地增加辣椒植株对铜、锌、镍的吸收 ( $p>0.05$ )。铅和镉的含量在仪器检测限附近或未检测出。辣椒果实的重金属含量与植株呈相同的趋势,只是含量比茎叶中低,特别是铜下降了近 4 倍,说明铜在辣椒植株内迁移性很差。田间试验污泥和土壤无法充分混匀,土壤本身也存在差异,结果的重复性和规律性没有盆栽试验的理想。

表 4 不同施肥处理对辣椒植株 (不含果实)

重金属含量的影响 (mg/kg)			
处理	Zn	Cu	Ni
CK	66.1 ± 7.5	49.6 ± 9.0	5.60 ± 0.87
3.75 SS	62.5 ± 4.7	52.7 ± 20.7	5.26 ± 0.96
7.5 SS	79.4 ± 12.4	53.2 ± 9.9	5.99 ± 1.09
15 SS	79.1 ± 14.9	49.2 ± 6.4	6.26 ± 1.92
1.5CF	67.7 ± 15.9	43.7 ± 4.0	5.30 ± 1.32

表 5 不同施肥处理对辣椒果实

重金属含量的影响 (mg/kg)			
处理	Zn	Cu	Ni
CK	55.1 ± 5.9	11.7 ± 0.6	5.69 ± 0.84
3.75 SS	55.6 ± 8.7	11.8 ± 1.1	6.91 ± 1.65
7.5 SS	59.9 ± 9.9	12.7 ± 2.2	6.55 ± 1.49
15 SS	56.4 ± 13.6	13.9 ± 0.4	7.55 ± 1.28
1.5CF	41.2 ± 2.7	10.8 ± 0.4	6.32 ± 1.06

### 3 结论

通过田间试验可以初步认为:

所选用的苏州污泥含很高的铜、锌和镍,污泥施用量在 3.75 和 7.5 t/hm<sup>2</sup> 时,促进了辣椒的生长。辣椒各个生长指标都有所增加,有些指标甚至优于施用化肥处理。污泥施用对辣椒果实 Vc 含量的影响不显著。也没有显著增加辣椒植株、果实对铜、锌、镉和镍的吸收。污泥农用,特别是保护地施用需注意盐份问题。

### 参 考 文 献

- 1 乔显亮,骆永明. 污泥的土地利用研究 IV. 无锡污泥与香港碱化污泥的肥效比较. 土壤, 2001, 33(4): 218~221
- 2 乔显亮,骆永明. 污泥的土地利用研究 III. 富锌污泥. 土壤, 2001, 33(4): 214~217
- 3 林春野,董克虞,李萍. 污泥农用对土壤及作物的影响. 农业环境保护, 1994, 13(1): 23~25, 33
- 4 刘国新,张桂银. 污泥粉煤灰配合施用对小麦积累汞规律的研究. 农业环境保护, 1993, 12(5): 201~203
- 5 周立祥,戈乃玢. 苏州市生活污水成分性质及其对蔬菜和菜地土壤的影响. 南京农业大学学报, 1994, 17(2): 54~59
- 6 钟熹光,林毅,张纯茹等. 城市污泥直接施用对农田的生态效应研究初报. 热带亚热带土壤科学, 1992, 1(2): 91~98
- 7 鲍士旦. 农畜水产品品质化学分析. 北京: 中国农业出版社. 1996, 421~430