

污泥土地利用研究¹

IV. 无锡污泥与香港碱化污泥的肥效比较

乔显亮 骆永明

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文通过盆栽试验研究了污泥施用对青菜和番茄生长的影响。试验表明,污泥施用可显著促进青菜和番茄的生长,但生长在酸性红壤和太湖水稻土上两种蔬菜对污泥施用的响应不同。香港碱性污泥产品对青菜在酸性红壤上的增产效果优于无锡污泥;无锡污泥随施用量增加产量有所增加;太湖水稻土上无锡污泥的肥效优于香港碱性污泥产品。污泥施用不仅对当茬蔬菜增产明显,对后茬蔬菜也有增产效应。

关键词 污泥;蔬菜;肥效;土地利用

污泥是城市废水处理过程中的副产品,富含有机质和养分,是一种可再生资源^[1]。前一试验表明,污泥可促进水稻生长发育而提高水稻产量,但同时提高了水稻茎叶和籽粒中的锌的含量^[2]。锌在水稻体内累积不仅与污泥锌含量有关,而且与土壤类型及其锌有效态含量分配有关^[3]。高锌污泥施用对旱作蔬菜的肥效及锌积累如何?不同污泥类型在土壤上的这种效应是否存在差异?这些问题尚不清楚。因此,本试验采用了两种不同酸碱性,不同矿物组成的土壤,比较研究了无锡高锌污泥与香港经碱性堆沤处理的污泥产品对蔬菜的生长效应及金属积累情况。

本文报道了在温室盆栽条件下两种污泥对青菜和番茄的增产效果。

1 材料和方法

1.1 试验材料

所用土壤采自中科院南京土壤所江苏常熟生态站河湖相沉积物发展的太湖水稻土和江西鹰潭生态站的 Q₄ 红壤性水稻土。污泥为无锡污水处理厂鲜污泥和香港浸会大学碱化处理污泥肥料产品。所用土壤和污泥主要养分和性状如表 1 所示。

1.2 盆栽试验

土壤和污泥风干后过 2mm 筛,贮存于塑料袋中备用。每种土壤中污泥施用量(g/kg 土)为:0(对照);无锡污泥 20;无锡污泥 40;香港污泥 20。4 次重复。采用 1.5 kg 塑料盆,每盆装土 1200g。将土壤与污泥混匀后,加蒸馏水使其含水量达到田间持水量的 70%。通过称重法,在全生育期保持土壤水分含量在一致的水平。

¹ 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。

表 1 土壤和污泥主要养分和性状

	pH	电导 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	O.M. (g/kg)	全量(%)			速效态 (mg/kg)		
				N	P_2O_5	K_2O	N	P	K
无锡污泥	6.4	0.79×10^4	333	21.7	47.9	14.2	2151	305	572
香港污泥	7.7	1.36×10^4	289	23.0	27.0	14.7	1855	278	433
太湖水稻土	7.6	0.32×10^3	37.0	1.6	1.8	18.2	116	14.2	120
红壤性水稻土	5.7	0.18×10^3	36.3	1.9	2.0	14.9	162	6.6	80

4 月 20 日播种青菜（品种为抗热 605 青菜，上海宝大种苗有限公司生产）。4 月 30 日间苗，每盆留苗 6 棵。5 月 17 和 5 月 23 日（收获期）分别取样 3 棵，测定鲜重、株高和干重。青菜收获后，每盆取 100g 鲜土以备分析。其它土壤磨细混匀装回原盆中。6 月 5 日将育好的番茄苗（高约 10cm）移栽入盆，每盆栽一棵，处理和重复与青菜相同。番茄品种为合作 903。考虑到番茄为二茬作物且需肥量较大，每盆加入 1.4g 分析纯硝酸铵，1.0g 分析纯磷酸二氢钾。培养期间观察测定株高、花数、果数，生长 70 天后收获测定鲜果重、干果重、鲜茎叶、干茎叶、干根重。本文所给结果为 4 次重复的平均值，采用新复极差法统计分析。

2 结果与分析

前人的研究证明污泥作为一种有机肥对大白菜和生菜有明显的增产效应^[4]。钟熙光等研究认为，污泥施用到生长周期较长的块根类作物的增产效果比茎叶类和果实类更显著^[5]。本研究发现，污泥对青菜也存在明显的增产效应，但不同污泥和土壤上其增产效果不同。

表 2 污泥施用对红壤性水稻土上青菜的增产效果（平均值 ± 标准差）

处理		对照	无锡污泥20	无锡污泥40	香港污泥20
5月17日	鲜重	0.38 ± 0.26	4.67 ± 1.75	8.17 ± 3.52	9.64 ± 5.05
	(g)				
	增产%	100	1229	2150	2537
	干重	0.03 ± 0.00	0.31 ± 0.13	0.59 ± 0.26	0.55 ± 0.24
	(g)				
	增产%	100	1033	1967	1833
5月23日	株高	2.42 ± 1.04	9.83 ± 2.81	12.39 ± 3.72	11.75 ± 3.29
	(cm)				
	增产%	100	406	512	486
	鲜重	0.71 ± 0.31	15.69 ± 2.62	23.21 ± 2.54	29.96 ± 2.97
	(g)				
	增产%	100	2210	3269	4220
5月23日	干重	0.09 ± 0.00	1.57 ± 0.19	2.18 ± 0.25	2.50 ± 0.23
	(g)				
	增产%	100	1744	2422	2778
	株高	3.69 ± 1.36	12.56 ± 1.71	13.98 ± 1.21	14.00 ± 1.68
	(cm)				
	增产%	100	340	379	379

从表 2 结果看出，不管是无锡污泥还是香港污泥，其在红壤性水稻土上施用都明显促进了青菜的生长。两次收获的样品中施用污泥处理的鲜重、干重和株高都明显高于对照处理($p<0.01$)。青菜生长随污泥施用量增加而增加，施 40g/kg 污泥处理青菜的鲜重和干重比施 20g/kg 污泥处理都达到了极显著水平($p<0.01$)，株高也达到了显著水平($p<0.05$)。香港污泥所含养分与无锡污泥相近或偏低，但经过碱化堆肥处理，施用到酸性红壤对青菜的增产效应优于微酸性的无锡污泥。与不施污泥处理相比，施用 20g/kg 香港污泥的青菜鲜重、干重和株高明显高($p<0.01$)；与施用相同量的无锡污泥比较，青菜

鲜重和干重差异达到了极显著水平($p<0.01$), 株高也达到了显著水平 ($p<0.05$)。这可能是因为香港污泥本身的碱性调节了土壤酸度, 更适合青菜生长。

表 3 污泥施用对太湖水稻土青菜的增产效果

处理			对照	无锡污泥20	无锡污泥40	香港污泥20
5月17日	鲜重	平均	8.90 ± 1.48	16.50 ± 1.55	15.60 ± 6.13	14.15 ± 3.79
	(g)	增产%	100	185	175	159
	干重	平均	0.73 ± 0.13	1.11 ± 0.10	1.04 ± 0.55	0.96 ± 0.24
	(g)	增产%	100	152	142	132
	株高	平均	12.26 ± 2.28	13.81 ± 2.63	12.63 ± 2.3	13.69 ± 2.31
	(cm)	增产%	100	113	103	112
5月23日	鲜重	平均	15.52 ± 1.79	43.11 ± 1.25	36.19 ± 9.86	36.35 ± 10.5
	(g)	增产%	100	278	233	234
	干重	平均	1.93 ± 0.26	3.27 ± 0.19	2.98 ± 0.75	2.80 ± 0.62
	(g)	增产%	100	169	154	145
	株高	平均	12.24 ± 1.91	16.21 ± 2.33	14.53 ± 2.22	14.47 ± 2.13
	(cm)	增产%	100	132	119	118

表 4 污泥施用对红壤性水稻土番茄的增产效果

处理	对照	无锡污泥20	无锡污泥40	香港污泥20
株高 (cm, 6月30日测)	19.5±3.7	24.5±2.7	33±4.2	41.5±2.4
花数 (6月30日)	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.5±0.6
花数 (7月17日)	0.5±1.0	4.5±1.0	5.8±2.5	3.8±2.6
果数 (8月4日)	0.0±0.0	1.8±1.0	1.3±0.5	4.3±1.5
果数 (8月15日)	0.3±0.5	1.3±0.5	1.3±0.5	3.0±1.2
鲜果重(g)	2.9±5.7	46.7±7.4	47.9±29.3	155.3±38.3
干果重(g)	0.23±0.45	3.57±0.38	3.53±1.67	8.59±2.23
鲜茎叶(g)	47.5±5.7	51.6±16.6	84.4±9.2	59.3±14.1
干茎叶(g)	11.08±1.22	12.81±3.14	19.80±1.44	22.07±3.42
干根(g)	1.62±0.89	1.73±0.66	3.76±1.02	2.07±0.72

从表 3 看出, 污泥施用在不同程度上促进了太湖水稻土青菜的生长, 但增产幅度没有酸性红壤上显著。只有施用 20g/kg 无锡污泥处理与对照比其青菜生长促进达到了极显著水平 ($p<0.01$)。施 40g/kg 无锡污泥和施 20g/kg 香港碱性处理其青菜的鲜重、干重和株高的促进没有施 20g/kg 无锡污泥处理明显, 与对照比只达到显著水平 ($p<0.05$)。施用污泥的 3 个处理之间青菜生长没有显著差异。对于太湖水稻土来讲, 施 20g/kg 污泥所增加养分可能已基本满足青菜生长对养分的需求, 而随施用量增加, 进入土壤的有害成分如重金属、盐分等也相应增加, 抑制了青菜的生长。太湖水稻土本身 pH 较高, 在同样施用量时香港碱性污泥对青菜的增产效用没有无锡污泥明显。

比较两种土壤对照处理青菜生长情况, 不难看出, 所选青菜品种对酸性较敏感, 因而在红壤上生长受到较大影响。

从表 4 可以看出, 两种污泥施用到红壤上都明显促进了番茄的生长, 其开花数、结果数、株高、茎叶重、果实重等生长指标都明显增加。处理之间的趋势与青菜相似: 香港污泥 (20g/kg) > 无锡污泥 (40g/kg) > 无锡污泥 (20g/kg)。由此可见, 从养分角度看, 20g/kg 污泥的施用量 (合 45t/hm²) 已基本满足蔬菜生长的需要, 这与肖玲等人的实验结果基本一致^[6]。如果污泥兼有调节 pH 的作用, 其增产效果更明显, 如香港碱性污泥。

对于太湖水稻土, 所体现的污泥施用量之间的差异为: 无锡污泥 (40g/kg) > 香港

污泥 (20g/kg) > 无锡污泥 (20g/kg) > 香港污泥 (20g/kg) 比无锡 (20g/kg) 对番茄增产效果好, 原因可能有两个: 就上茬青菜生长而言, 无锡污泥 (20g/kg) 优于香港污泥 (20g/kg), 前者处理的土壤中消耗了较多养分; 所种番茄比所种青菜对土壤酸碱性适应性强。

表 5 污泥施用对太湖水稻土番茄的增产效果

处理	对照	无锡污泥20	无锡污泥40	香港污泥20
株高 (cm, 6 月 30 日测)	39.3±3.0	43.8±1.5	44.5±0.6	42.8±3.2
花数 (6 月 30 日)	1.0±1.2	1.8±1.5	2.0±0.0	2.5±1.0
花数 (7 月 17 日)	8.0±3.2	6.5±1.7	7.3±3.1	6.3±2.2
果数 (8 月 4 日)	4.01.8±	3.3±1.5	5.0±1.7	4.5±3.0
果数 (8 月 15 日)	4.0±1.2	3.3±1.5	5.0±1.0	4.0±2.7
鲜果重(g)	144±51	249±28	317±26	274±54
干果重(g)	9.8±3.2	15.6±2.0	19.4±1.7	17.7±3.5
鲜茎叶(g)	108±22	87±33	120±4	104±14
干茎叶(g)	26.2±8.7	22.6±6.0	27.0±1.0	24.0±3.4
干根(g)	2.6±1.5	2.1±1.0	2.2±0.3	2.1±0.7

3 结 论

通过盆栽试验, 可得出如下结论:

1. 污泥施用显著促进了青菜、番茄生长, 但其增产效果视不同污泥及施用量和不同土壤种类而异。

2. 香港碱性污泥提高酸性红壤 pH, 使其在红壤上的增产效果优于无锡污泥, 但在 pH 较高的太湖水稻土上其增产效果与所种蔬菜种类有一定关系。与所选番茄比较, 所选青菜品种可能对酸度更敏感。

3. 在太湖水稻土上, 污泥的施用量在 20 g/kg 时已基本满足青菜生长, 而且对后茬作物也有明显的增产作用。对于红壤性水稻土, 青菜产量随污泥施用量增加而增加。

致谢: 中国科学院土壤研究所常熟生态实验站和鹰潭生态实验站的有关同志在土壤样品采集中给予热心的帮助和指导, 在次深表谢意。

参 考 文 献

- 1 乔显亮, 骆永明. 吴胜春. 污泥的土地利用及其环境影响, 土壤, 2000, 32(2): 79~85
- 2 乔显亮, 骆永明. 污泥的土地利用研究 III. 污泥施用对水稻生长及其重金属积累的影响, 土壤, 2001, 33(4):
- 3 Y. M. Luo and Peter Christie. Choice of extraction technique for soil reducible trace metals determines the subsequent Oxidisable metal fraction in sequential extraction schemes. International Journal of Environmental and Analytical Chemistry, 1998, 72(1): 59~75
- 4 李国学, 黄焕忠, 黄铭洪. 施用污泥堆肥对土壤和青菜重金属积累特性的影响. 中国农业大学学报, 1998, 3(1): 113~118
- 5 钟熏光, 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
- 6 肖玲, 李岗, 郝卫平. 楼土施污泥对小麦生长的影响研究. 西北农业大学学报, 1994, 22(1): 89~92