

硫酸法洗毛污水污泥农业利用研究

李崇霄, 张庆安, 瞿 谦

(甘肃省农业环境保护监测站, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 通过小麦盆栽试验, 研究了毛纺企业排放的洗毛污水、污泥对农作物及土壤的影响。结果表明, 适宜用量洗毛污水、污泥对盆栽小麦有一定的增产效果, 并使小麦营养品质有显著提高。施用洗毛污水、污泥后, 盆栽土壤没有明显积累有害盐分, 土壤理化性状基本没有变化。洗毛污水、污泥可以作为农业生产新的水肥资源加以开发利用。

关键词: 洗毛; 污水; 污泥; 农业; 利用

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)04 – 0240 – 03

Utilization of Sludge and Sewage from Washing Wool with Ammonium Sulfate on Agriculture

LI Chong-xiao, ZHANG Qing-an, QU Qian

(The Agro – Environment Monitoring Station of Gansu Province, Lanzhou 730020 China)

Abstract: A set of pot tests was done to show the possibility of utilization of sludge and sewage from washing wool with ammonium sulfate on agriculture. The results showed that appropriate amounts of both sludge and sewage could enhance quality and significantly improve quantity of wheat. The application of sludge and sewage had neither accumulation of salts, nor effects on physical and chemical properties of the soil tested. It may be concluded that it is likely to utilize the sewage and sludge both as water and nutrients, respectively, on agriculture.

Keywords: washing wool; sewage; sludge; agriculture; utilization

洗毛污水污泥是毛纺企业主要的污染排放物之一。常规洗毛工艺每洗 1 000 kg 羊毛, 产生 50 000—60 000 kg 洗毛污水和一定数量的沉积污泥。

由甘肃省轻纺工业厅组织在全省推广的“LM – 79 闭路循环洗毛工艺”, 选用生物降解性好的非离子洗剂和助洗剂硫酸铵中性洗毛, 代替常规加入大量纯碱的洗毛工艺, 既提高了洗毛的质量, 又减少了水的使用量和污水的排放量。每洗 1 000 kg 原毛约排放高浓度洗毛污水 1 000 kg, 漂洗水 10 000 kg, 沉积污泥 200 kg 左右。由于“LM – 79 闭路循环洗毛工艺”污水污泥中除含有清洗羊毛中所含有机物和 N、P、K 等有利于农作物生长的元素外, 还含有一定数量的盐类和洗剂等物质, 施用于农田, 是否会对农作物和土壤产生污染和不良影响? 为此, 我们进行了洗毛污水污泥小麦盆栽研究, 以探明土地 – 植物系统对洗毛污水污泥的净化功能、适宜途径和用量。

1 材料和方法

1.1 试验材料

收稿日期: 2001 – 05 – 31

作者简介: 李崇霄(1968—), 男, 甘肃省农业环境保护监测站农艺师。

试验用洗毛污水、污泥取自天水甘肃绒线厂, 洗毛采用“LM – 79 闭路循环洗毛工艺”, 洗剂选用生物降解性好的低钠洗剂和助洗剂硫酸铵中性洗毛。低钠洗剂是由壬基酚聚氧乙烯醚、椰子油酸二乙醇铵、209 等复配而成。试验土壤为甘肃省农科院兰州试验农场耕地表土, 属灌淤土。试验作物为春小麦, 品种为 81529 – 3 – 10。盆栽用盆为 18 cm × 23 cm 瓷盆。

1.2 试验内容

试验在省农科院温室中进行。内容为不同用量洗毛污水、污泥对农作物肥效、作物品质和土壤影响试验。

1.2.1 不同用量污水对农作物肥效、作物品质和土壤影响盆栽试验 共分 5 项处理 (S1: 清水灌溉, 对照; S2: 100% 污水灌溉, 相当于污灌总量 450 000 kg · hm⁻²; S3: 75% 污水灌溉, 相当于污灌总量 337 500 kg · hm⁻²; S4: 50% 污水灌溉, 相当于污灌总量 225 000 kg · hm⁻²; S5: 25% 污水灌溉, 相当于污灌总量 112 500 kg · hm⁻²)。

1.2.2 不同用量污泥对农作物肥效、作物品质和土壤影响盆栽试验 共分 6 项处理 (S1: 不施污泥, 对照; S2: 污泥施用量相当于 150 000 kg · hm⁻²; S3: 污泥施

用量相当于 112 500 kg · hm⁻²; S4: 污泥施用量相当于 75 000 kg · hm⁻²; S5: 污泥施用量相当于 37 500 kg · hm⁻²;S6: 污泥施用量相当于 18 750 kg · hm⁻²)。

1.3 试验方法

洗毛污水灌溉分别在小麦三叶、拔节、孕穗、扬花和乳熟五个时期进行, 每次每盆装土 5 kg, 灌 0.2 L 溶液, 5 次共 1 L。按耕层 2 250 000 kg · hm⁻² 干土计算, 折合总灌量 450 000 kg · hm⁻²。各处理不断定量灌自来水, 始终保持土壤湿润。洗毛污泥试验, 每盆装入充分混匀的预先按处理要求准备好的风干污泥粉和 5 kg 干土, 其它管理措施同洗毛污水试验。

2 结果与讨论

2.1 洗毛污水、污泥成分分析

从羊身上剪下的羊毛, 其中除含有一定的净毛外, 还含有大量的杂质, 主要是: 羊毛脂、羊汗(主要成分是 K₂CO₃, 占汗质干量的 78.5%—86.8%; 其次还有 K₂SO₄ 占 2.8%—6.2%; KCl 占 2.8%—5.7%; 以及一部分其它盐类, 约占 5% 左右)。另外还有 3% 的有机质、砂土、羊粪尿、皮屑及植物性杂质等。由于“LM-79 闭路循环洗毛工艺”中洗毛原料及生产中没有添加重金属污染物, 主要分析了洗毛污水污泥

中各类养分、盐类和微量元素的含量。分析结果表明: 洗毛污水、污泥中含有较丰富的有机质、N、P、K、微量元素和以 K 盐为主的盐类。同时, 由于原毛品质的不同和洗毛时闭路循环的班次多少的因素, 洗毛污水、污泥中所含成分存在一定的差异, 洗毛污水中以速效养分为主, 洗毛污泥中有机质含量高, 以缓效养分为主。详见表 1。

2.2 施用洗毛污水、污泥对小麦经济性状、产量和品质的影响

2.2.1 施用洗毛污水、污泥对小麦经济性状的影响
由试验结果可以看出, 洗毛污水、污泥各处理对盆栽小麦经济性状均有良好的影响, 只是因施用量的不同而影响程度不同。凡施污水、污泥的小麦在株高、穗长、可育小穗数、千粒重等方面均较对照有明显增加。见表 2。

2.2.2 施用洗毛污水、污泥对小麦产量的影响
试验结果表明, 污水、污泥各处理小麦籽粒产量和茎秆产量较对照均有增加, 见表 3。污水各处理中, 以施用 25% 污水灌溉的小麦增产效果最好, 施用污水比例超过 25% 的小麦增产都受到一定的限制, 这和沈阳、上海等地有关污水利用资料中认为污水中 N 素输入量控制在 112.5—157.5 kg · hm⁻² 以下时, 农

表 1 洗毛污水、污泥成分含量
Table1 Constituent and contents in sludge and sewage

名称	有机质 /%	全 N	全 P	全 K	速效 N	速效 P	速效 K	全盐量	Cu	Zn	Fe	Mn	B
		/mg · kg ⁻¹											
污水	1.547	0.118	0.004	0.271	729	13	1 729	9 353	0.91	0.27	17.31	2.88	0.73
污泥	14.96	0.662	0.134	2.88	700	73	4 093	8 210	1.91	4.31	90.18	41.11	1.33

表 2 施用洗毛污水、污泥对小麦经济性状的影响
Table2 Impact of application of either sludge or sewage on wheat growth

项目	污水处理					污泥处理					
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S6
株高/cm	77.9	88.5	90.1	90.0	86.7	72.1	87.0	91.3	91.0	92.0	83.4
穗长/cm	7.9	11.9	11.6	11.3	10.6	7.4	9.8	9.8	9.3	8.9	8.3
可育小穗/个	11.1	16.4	15.6	14.7	14.7	11.2	15.6	15.6	14.4	14.6	12.7
不育小穗/个	6.9	5.9	6.4	7.3	5.8	6.9	6.5	6.2	7.6	6.4	6.3
每穗粒数/粒	22.5	35.5	31.1	33.1	33.5	22.8	33.7	37.1	33.1	32.9	27.1
千粒重/g	42.2	49.1	55.0	52.8	54.1	38.4	40.0	39.8	36.9	38.9	33.9

表 3 施用洗毛污水、污泥对小麦产量的影响
Table3 Impact of application of either sludge or sewage on yields of wheat seed and stalk

项目	污水处理					污泥处理					
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S6
籽粒产量/g · 盆 ⁻¹	9.5	17.4	17.1	17.5	18.0	8.4	13.2	14.6	12.2	12.8	9.2
/%	100.0	182.2	180.0	184.2	189.5	100.0	157.0	173.8	145.2	152.3	109.5
茎秆产量/g · 盆 ⁻¹	23.1	46.9	47.3	47.2	42.5	21.1	37.6	38.6	37.0	34.3	26.7
/%	100.0	203.0	204.8	204.3	184.0	100.0	178.2	182.3	175.4	162.6	126.5

作物产量随 N 素输入量增加而提高是相一致的。污泥各处理中,以施用 112 500 kg·hm⁻² 污泥的小麦增产最高,达 73.8%,而施用 150 000 kg·hm⁻² 污泥的小麦增产 57%,受到一定限制。见表 3。

2.2.3 施用洗毛污水、污泥对小麦品质的影响

结果表明,凡施用洗毛污水、污泥各处理的小麦籽粒品质均有良好的表现,试验各处理小麦籽粒中粗蛋白含量均有提高,并有随施用量增加而提高的趋势。施用污水的盆栽小麦粗蛋白增加尤为显著(表 4),至于是污水中的什么物质促进小麦中粗蛋白大幅度增加,尚待探讨。

2.2.4 施用洗毛污水、污泥对土壤的影响

施用洗毛污水、污泥的盆栽土壤与对照土壤相比,pH 稍有降低,有机质除施污泥的各处理有所增加外,施污水各处理差异不大,全 N、全 P、全 K 污水、污泥各处理均比对照增加,除速效 P 变化不显著外,速效 N 和速效 K 增加显著,土壤盐分中除 Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻在污水处理的土壤中稍有增加外,其它离子尤其是对作物有害的 Na⁺、Cl⁻在污水污泥各处理土壤中变化不明显。盐分含量虽比对照有所增加,但各处理土壤含盐量在试验后并没有明显积累,反有降低趋势。对盆栽土壤的分析中可以看出,土壤内盐分以 SO₄²⁻盐类为主,只要适量合理使用污水污泥,对农田土壤的危害较小。见表 5。

表 4 施用洗毛污水、污泥对小麦品质的影响

Table 4 Impact of application of either sludge or sewage on quality of wheat seed

项目	污水处理					污泥处理					
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S6
水分/%	11.50	11.23	11.33	11.42	11.45	11.42	11.66	11.51	11.54	11.57	11.40
粗灰分/%	2.12	1.82	1.79	1.75	1.72	2.18	2.22	2.14	2.16	2.15	2.24
淀粉/%	71.33	59.09	57.21	62.32	63.33	66.83	56.40	56.11	69.81	61.93	69.61
粗蛋白/%	6.85	19.92	19.79	18.24	14.51	7.10	9.51	8.76	8.37	7.17	7.01

表 5 施用洗毛污水、污泥对土壤的影响

Table 5 Influence of application of either sludge or sewage on soil properties

项目	污水处理					污泥处理					
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	8.13	7.98	8.02	8.04	8.14	8.22	8.26	8.28	8.10	8.13	8.13
有机质/%	1.56	1.59	1.56	1.52	1.40	1.51	2.00	1.89	1.70	1.74	1.60
全 N/%	0.092	0.097	0.100	0.100	0.093	0.093	0.115	0.115	0.112	0.101	0.099
全 P/%	0.085	0.089	0.086	0.089	0.085	0.089	0.087	0.085	0.082	0.087	0.089
全 K/%	1.99	1.99	1.98	1.99	2.07	1.99	1.98	1.99	2.15	2.11	2.11
速效 N/mg·kg ⁻¹	64	70	83	69	62	69	87	76	81	69	54
速效 P/mg·kg ⁻¹	15.1	12.9	12.3	11.9	11.9	11.6	12.3	11.9	12.3	12.2	12.0
速效 K/mg·kg ⁻¹	108	402	248	171	148	111	250	199	171	144	135
HCO ₃ ⁻ /%	0.030	0.030	0.030	0.033	0.030	0.033	0.036	0.042	0.034	0.030	0.032
Cl ⁻ /%	0.031	0.045	0.037	0.028	0.028	0.029	0.022	0.022	0.022	0.026	0.025
SO ₄ ²⁻ /%	0.027	0.163	0.124	0.120	0.104	0.043	0.058	0.051	0.032	0.047	0.059
Ca ²⁺ /%	0.008	0.039	0.027	0.022	0.013	0.007	0.009	0.009	0.008	0.008	0.009
Mg ²⁺ /%	0.006	0.009	0.007	0.009	0.007	0.004	0.006	0.005	0.004	0.006	0.006
Na ⁺ /%	0.036	0.064	0.052	0.045	0.041	0.032	0.040	0.039	0.036	0.032	0.026
K ⁺ /%	0.001	0.013	0.006	0.003	0.002	0.001	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001
含盐量/%	0.139	0.363	0.292	0.267	0.229	0.149	0.175	0.171	0.138	0.150	0.158

2.3 结论

甘肃省年产羊毛约 2 万 t,如全部采用“LM-79 闭路循环洗毛工艺”洗毛可产生约 2 万 t 高浓度洗毛污水和 4 000 t 污泥,其养分含量约相当于尿素 778.8 t,过磷酸钙 246.8 t,KCl405.6 t,可以作为农业生产新的水肥资源加以开发利用。适宜用量“LM-79 闭路循环洗毛工艺”硫铵法洗毛污水、污泥对盆栽小麦有一定的增产效果,并使小麦营养品质有显著提高,施

用污水的小麦粗蛋白含量提高尤为显著。施用洗毛污水、污泥后,盆栽土壤没有明显积累有害盐分,土壤理化性状基本没有变化。

建议今后和洗毛生产厂家进行配合,解决有农业利用条件的洗毛污水储存问题,并进一步开展在大田作物和园林、草地等方面的应用试验研究和推广工作。