

制浆废液处理污泥改良酸性土壤试验研究(Ⅱ)

——污泥改土对小麦、玉米生长发育的影响

穆环珍¹, 何艳明², 杨问波¹, 陈 倩¹, 黄衍初¹, 郑 涛¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 昆明冶金研究院, 云南 昆明 650031)

摘 要: 采用盆栽试验方法, 研究了利用制浆造纸废液产生的木质素污泥改良酸性土壤, 对小麦玉米生长发育的影响。结果表明, 掺量 0.25% ~ 0.50%、细度 ≥ 20 目条件下使耕层土壤酸度调节至适宜植物生长的 pH 值 6 ~ 7 范围。污泥改土对小麦和玉米根系, 特别是对侧根、毛细根发育的促进作用相当显著, 发达的根系增强了植物吸收土壤中氮、磷、水分等的 ability。培养 8 周的小麦株体中氮、磷含量分别较对照提高 19.6% ~ 40.5%, 5.5% ~ 7.2%。研究结果可为酸壤改良和废水处理污泥再利用提供技术支持。

关键词: 制浆废液; 处理污泥; 酸壤改良; 植物发育

中图分类号: S131.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2004)04-0720-03

Improving Acid Soil with Lignin – sludge from Treating Pulping Black Liquor(Ⅱ)

——Effects of Improving Soil with Sludge on the Growth of Wheat and Maize

MU Huan-zhen¹, HE Yan-ming², YANG Wen-bo¹, CHEN Qian¹, HUANG Yan-chu¹, ZHENG Tao¹

(1. Research Center for Eco – Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 2. Kunming Research Academy for Metallurgy, Kunming 650031, China)

Abstract: Through pot experiments, the acid soil improvement using lignin – sludge from pulping black liquor and its effects on the growth of wheat and maize were studied. When the dose of lignin sludge was from 0.25% to 0.50% and the size of grain was ≤ 0.9 mm, the soil pH value in the plough horizon was at 6 to 7 suitable for the growth of plants. The root systems of wheat and corn, especially the lateral roots and root hairs were promoted in the improving acid soil with lignin sludge, which increased the absorption capacity of root system for N, P and H₂O in the soil and accelerated the growth of plant. The contents of N and P in the wheat plant cultivated for 8 weeks increased by 19.6% ~ 40.5% and 5.5% ~ 7.2%, respectively, compared with those of control. These results may be used in the comprehensive application of lignin – sludge and acid soil improvement.

Keywords: pulping black liquor; lignin – sludge; acid soil improvement; plant growth

土壤的酸碱度主要从两个方面影响植物对营养元素的吸收和生长, 即在极端条件下氢离子的直接影响和通过间接作用影响元素的有效性和强化有毒离子的存在。磷在土壤中大多难溶解, 但是在 pH6.5 左右有效性最高, 此时大多数植物从土壤中吸收磷的阻力最小。当土壤 pH 小于 5 时, Al、Fe 等的溶解度可以加大到足以毒害某些植物生长的程度^[1], 严重时造成大幅度减产乃至无收。当土壤 pH 较高时, 高含量的碳酸氢根足以干扰植物对其他离子的正常吸收, 从而危害植物的正常生长。因此, 作物在中性、弱酸性、弱

碱性土壤中能够正常生长。就 pH 而言, 从 6.0 至 7.0 范围的土壤环境条件是最适宜作物生长的。同时, 土壤生物活性受土壤溶液 pH 变化的影响, 在 pH 中性范围出现最适宜的生物状况^[2]。因此, 改良土壤酸性, 创造适宜的土壤生态环境是保证作物对营养元素的正常吸收, 提高肥料利用率, 增加产量的必要手段。

制浆造纸废液处理产生的污泥是一种富含有机质和多种微量元素的碱性材料, 具有中和土壤酸性、增加钙素含量、改良土壤结构、增加并促进土壤有机质分解的良好性能。本研究利用木质素污泥改良酸性土壤, 观察改土效应对植物生长发育的影响, 开发酸性土壤改良和废水处理污泥再利用的技术途径。

收稿日期: 2003-10-20

基金项目: 省院科技合作项目资助; 云南省 – 中国科学院(YK99013)

作者简介: 穆环珍(1952—), 女, 高级工程师。

1 试验材料

材料来源：供试土壤取自云南新平自治县，供试木质素污泥来源于新平某造纸厂制浆黑液处理生产车间。

前处理：供试土壤经风干、匀化、细碎并通过 20 目筛分，然后补充水分至田间持水量水平并混合均

匀。木质素污泥经风干、细化、匀化处理，制成不同细度备用。

土壤与木质素污泥的基本理化性质以及元素分析结果见表 1、表 2。

2 试验设计与处理

适宜的土壤环境条件如酸碱度、营养元素、水分

表 1 供试土壤与木质素污泥理化性质^[3]

Table1 Characters of the testing soil and lignin sludge^[3]

项目	pH 值	水分 / %	有机质 / %	有效磷 / P ₂ O ₅ mg · kg ⁻¹	全磷 P ₂ O ₅ / %	全 氮 N / %	速效钾 K ₂ O / mg · kg ⁻¹	木质素 / %
土壤	4. 86	0. 96	1. 13	14. 7	0. 086	0. 047	36. 0	—
木质素污泥	13. 89	2. 4	21. 3	—	—	—	—	1. 6

表 2 供试土壤与木质素污泥主要元素含量

Table 2 Contents of elements in the testing soil and lignin sludge

编号	元素名称	测试结果		编号	元素名称	测试结果	
		土壤	木质素			土壤	木质素
1	Al	3. 08	0. 79	9	P	—	0. 06
2	Ca	0. 06	20. 80	10	Cu	18. 3	22. 4
3	Fe	1. 67	0. 59	11	Mn	78. 8	98. 7
4	K	0. 78	0. 61	12	Mo	<4. 00	26. 9
5	Mg	0. 12	0. 40	13	Ba	182.	130
6	Na	0. 08	0. 16	14	Sr	19. 0	94. 2
7	Ti	0. 37	0. 14	15	V	42. 4	44. 8
8	S	<0. 005	0. 31	16	Zn	77. 1	98. 7

注：分析仪器为电感耦合等离子体发射光谱(ICP);单位编号 1~9 为%，编号 9~16 为 mg · kg⁻¹。

等是保证植物正常生长发育的重要条件。木质素污泥改土对酸性土壤性质的研究^[4]表明，改土污泥的用量、细度和进入土壤的时间等是污泥改土的重要条件和影响因素。耕层土壤量 0. 25% ~ 0. 50%，≥20 目的污泥用量和细度，使酸壤 pH 值达到 6~7 范围，土壤中危害营养元素有效性的 Al 活性得到有效抑制，活性 Al 含量被降低约 40%，土壤有效磷的含量提高约 17%。本试验重点研究有作物生长条件下不同掺量木质素污泥对酸性土壤的改良效应，观测污泥影响土壤酸性和营养元素对作物生长发育的影响。

木质素污泥细度与施用量：细度≥20 目；施用量为盆栽土壤量的 0. 25%，0. 50% 和 0. 75% 3 个水平。

试验处理：实验用土量为 2 500 g · 盆⁻¹。分别定量称取经过预处理的土壤和木质素污泥并分别装入相应的容器中，经过混合匀化后植入种子。在培育不同时间后取样观察、测定木质素污泥改土对小麦、玉米出苗、根系与株体发育和小麦吸收 N、P 的影响。

作物品种：玉米为彩糯 1 号（四川省川丰种业有

限责任公司）；小麦为中优 9507（中国农业科学院）。

3 结果与讨论

3. 1 污泥改土对小麦发育及其氮、磷吸收的影响

从不同处理土壤培育小麦的主根、根长、株高、株重、叶片发育变化趋势表明，利用处理造纸制浆黑液产生的污泥改良酸性土壤，与不使用污泥的对照相比，在污泥掺量为土壤量 0. 25%，0. 50% 的条件下，对小麦的生长发育具有积极的促进作用，主要表现于小麦出苗早、根系发达、株体茁壮。与对照相比，0. 25%，0. 50% 掺量条件下，小麦经 3 周、6 周、8 周培育，主根数较对照分别增加了 16. 1% 和 8. 1%，13. 5% 和 9. 6%，3. 7% 和 2. 0%；主根长较对照分别增加了 25. 1% 和 19. 1%，39. 5% 和 32. 5%，57. 8% 和 62. 5%；株高较对照分别增加了 8. 1% 和 8. 7%，13. 3% 和 12. 4%，20. 3% 和 8. 4%；株重较对照分别增加了 21. 0% 和 22. 3%，27. 9% 和 23. 8%，32. 7% 和 28. 1%；叶片数分别增加了 9. 7% 和 0. 25% 与 0. 50% 污泥掺量对小麦发育的促进作用。最显著的表现是对

根系发育的影响,施用污泥以后,不仅使小麦主根数增加,而且对主根上侧根、毛细根的生长具有更加显著的促进作用,因而对小麦充分吸收土壤中的养分、促进生长发育奠定了物质基础,是影响小麦株高、株重增加的主要原因。掺用污泥对小麦的分蘖也具有一定刺激作用,培育6周后观察到0.25%掺量处理中有40%小麦个体发生分蘖。

污泥改土对小麦株体吸收N、P的影响变化见图1。污泥改土对小麦从土壤中吸收N、P具有促进作用。在0.25%、0.50%的污泥掺量条件下,培养8周的小麦株体中N含量较对照分别提高了19.6%和40.5%;P含量较对照分别提高了5.5%和7.2%。对小麦全株重量的提高分别达到40.7%和30.0%。因此,污泥改土对小麦植株发育和吸收土壤中养分的促进作用是显著的。

3.2 污泥改土对玉米发育的影响

污泥改土对玉米生长发育的影响趋势见图2。图3为木质素污泥处理与对照土壤培育玉米、小麦发育的图片。图2、图3显示,以0.25%~0.50%的污泥掺量改土,对玉米生长发育具有促进作用。促进作用主

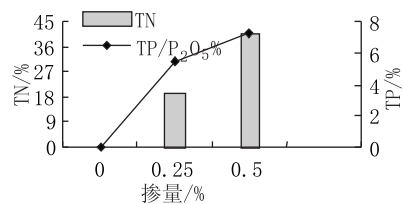


图1 改土对小麦株体吸收氮、磷的影响

Figure 1 Effects of improving soil with sludge on the absorption of N and P by wheat

要表现对玉米发芽、根系发育以及株体增重的影响。对发芽的影响主要表现为出苗早,苗壮。对根系的影响不仅使主根数较对照增加,而且使主根上侧根、毛细根发育特别发达。经污泥处理土壤培育的玉米主根上的侧根、毛细根数量均显著多于对照主根上的侧根、毛细根数量,发达的根系增强了玉米生长发育过程从土壤中吸收养分、水分的作用,是玉米株高、株重高于对照的主要原因。

4 结论

(1) 木质素污泥改良酸性土壤,污泥掺量为0.25%~0.50%、细度 ≥ 20 目,可使耕层土壤酸度调

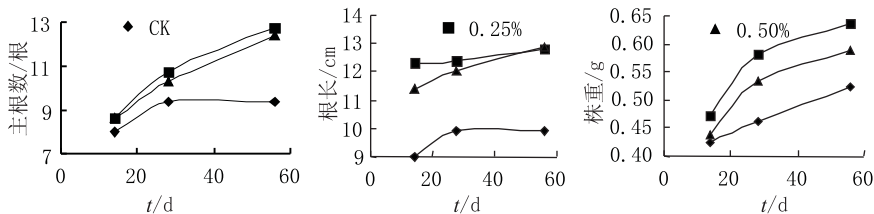
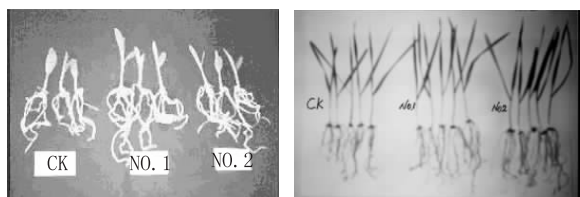


图2 污泥改土对玉米株体发育影响

Figure 2 Effects of improving soil with sludge on the growth of corn plant



(CK 为对照 No. 1 为 0.25% No. 2 为 0.50%)

图3 污泥改土对玉米、小麦发育的影响

Figure 3 Effects of improving soil with sludge on the growth of corn and wheat

节至适宜植物生长的pH值6~7范围。

(2) 污泥改土对小麦、玉米生长发育有积极作用,对小麦和玉米根系,特别是对侧根、毛细根的发育具有显著促进。发达的根系增强了植物吸收土壤中N、P、水分等的能力,为丰产奠定了物质基础。

(3) 污泥改土增强植物对N、P的吸收。培养8周

的小麦株体中N、P含量分别较对照提高19.6%~40.5%和5.5%。

(4) 利用木质素污泥改良酸性土壤,对制浆造纸工业环境保护与酸壤地区农业经济可持续发展具有积极的推动作用。

参考文献:

- [1] [美]NC 布雷迪著. 南京农学院土化系译. 土壤的性质与性状[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 279~285.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1980. 376~390.
- [3] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [4] 穆环珍, 何艳明, 杨问波, 陈倩, 黄衍出, 郑涛. 制浆废液处理污泥改良酸壤试验研究(I) 污泥改土对土壤性质的影响[J]. 农业环境科学学报, 2004.