

亚硫酸铵制浆造纸黑液对土壤性状及白菜产量品质的影响

贾继文¹, 孙克君^{1*}, 彭建安², 姜兴盛²

(1. 山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 泰安市造纸厂技术科, 山东 泰安 271000)

摘要:通过白菜盆栽试验及野外调查分析,研究了亚硫酸铵制浆造纸黑液对土壤性状及白菜产量、品质的影响。结果表明:造纸黑液适量施用能改善土壤物理性状,增加土壤有机质含量和氮、钾含量;造纸黑液在相当于一一般氮肥施用量的情况下施用,会提高白菜的生物产量及 Vc 含量,而且重金属汞含量不超过国家食品卫生标准。

关键词:造纸黑液; 土壤; 白菜

中图分类号: S141.8 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 0267(2001)06 - 0451 - 03

Influences of Black Liquor of Papermaking with Ammonium Sulfite Pulp on Soil Properties and Cabbage's Output and Quality

JIA Ji-wen¹, SUN Ke-jun¹, PENG Jian-an², JIANG Xing-sheng²

(1. Shandong Agricultural University, Tai'an 271018 China; 2. Paper Mill of Tai'an, Tai'an 271000 China)

Abstract: This paper makes a study on the influences of black liquor of papermaking with ammonium sulfite pulp on the properties and cabbage's output and quality based on the cabbage's pot experiments and field investigation. Results show that the proper application of black liquor of papermaking can improve the soil properties and increase the contents of organic materials, N and K in soil. It also shows that the application of the black liquor amounting to the common nitrogenous fertilizer can increase the biological output and the content of Vc in cabbage, meanwhile the content of Hg in cabbage is not over the national health standards of food.

Keywords: black liquor of papermaking; soil; cabbage

目前,造纸工业污染主要来源于造纸黑液。由于现阶段我国多数造纸企业规模小、效益差,因此急待寻找出处理造纸黑液最为经济有效的方法。亚硫酸铵制浆造纸为草浆造纸的一种,为我国草浆造纸行业的一种主要形式之一,因这种造纸黑液富含有机质及氮、钾等营养成分,有害污染物重金属含量又极少,其农田利用应有广阔的前景^[1]。为此,我们特选用亚硫酸铵制浆的泰安市造纸厂的黑液为原料,研究了造纸黑液的肥效和施用量问题及使用后污染物在蔬菜、土壤中的行为,为黑液的处理提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

土壤:采于山东农业大学3号楼后网室内的棕壤,其基本农化性状为:有机质 14.5 g · kg⁻¹;全氮为

0.932 mg · kg⁻¹; 碱解氮 48.71 mg · kg⁻¹; 速效磷 25.90 mg · kg⁻¹;速效钾 24.4 mg · kg⁻¹; pH 为 7.4。

肥料:尿素,过磷酸钙,硫酸钾。

造纸黑液:取自泰安市造纸厂,其基本化学性质为:有机质 123.10 g · L⁻¹;全氮 7.44 g · L⁻¹;有效氮 5.64 g · L⁻¹;速效磷 17.45 mg · L⁻¹;速效钾 4.09 g · L⁻¹; COD 14 257 mg · L⁻¹; BOD 4 570 mg · L⁻¹; 总汞 0.320 μg。

蔬菜:白菜,品种为北京小杂 56。

1.2 试验处理

本试验通过黑液作基肥和作追肥的方式与等氮量的尿素肥效作了比较。试验采用塑料桶,每桶装土 10 kg,设 9 个处理,每处理 4 个重复,白菜生长期间以活动防雨塑料防雨水淋洗。处理分别为:

(1) 对照;

(2) 每 kg 土施 17.8 mL 造纸黑液作基肥(相当于每 kg 土施 N 0.1 g);

(3) 每 kg 土施 35.6 mL 造纸黑液作基肥(相当于

收稿日期: 2001 - 07 - 11

作者简介: 贾继文(1963—),女,山东农业大学资源与环境学院副教授。

*: 孙克君现为华南农业大学研究生。

每 kg 土施 N 0.2 g);

(4) 每 kg 土施 53.4 mL 造纸黑液作基肥(相当于每 kg 土施 N 0.3 g);

(5) 每 kg 土施 N 0.20 g, P₂O₅ 0.15 g 及 K₂O 0.20 g 化肥作基肥;

(6) 基肥同(5), 每 kg 土追尿素 0.1g, 分两次追完;

(7) 基肥同(5), 每桶共追施造纸黑液 54.9 mL(相当于每 kg 土追 N 素为 0.0667 g 尿素), 分两次追完;

(8) 基肥同(5), 每桶共追施造纸黑液 82.4 mL(相当于每 kg 土追 N 素为 0.1 g 尿素), 分两次追完;

(9) 基肥同(5), 每桶共追施造纸黑液 110 mL(相当于每 kg 土追 N 素为 0.133 g 尿素), 分 3 次追完。

1.3 样品测定

土壤和黑液的基本理化性状及白菜 Vc 含量按常

规分析方法^[2]测定;黑液汞含量采用冷原子荧光吸收法,化学需氧量采用重铬酸钾法,生化需氧量采用叠氮化改良法测定^[3];白菜中汞含量采用中华人民共和国 1985-05-16 发布国家标准:五氧化二砷消化法提取,冷原子荧光吸收法测定。

2 结果与分析

2.1 造纸黑液对土壤理化性质的影响

2.1.1 施用造纸黑液对土壤容重、孔隙度的影响

为说明亚铵黑液对土壤物理性质的影响,我们特选择造纸厂周围,工厂多年进行试验的典型地块,采取多点混合土样,对土壤的容重、孔隙度进行了测定,见表 1。从表中得出,与不使用黑液的土壤相比,大部分地块土壤容重变小,孔隙度增加,更接近于高产肥沃土壤的指标^[4]。

表 1 造纸厂亚铵黑液对土壤物理性质的影响

Table 1 Influences of black liquor from papermaking mill on physical-chemical properties of soil

采样点	厂南 10 m 浇灌 15 年	厂西 200 m 浇灌 10 年	厂南 50 m 浇灌 5 年以上	厂西北约 300 m 未浇灌
容重/g·m ⁻³	1.29	1.33	1.28	1.35
孔隙度/%	52.0	50.6	52.3	50.0

2.1.2 施用造纸黑液对白菜收获后土壤养分含量的影响

白菜收获后,土壤养分含量的测定结果见表 2。

表 2 白菜收获后土壤养分含量

Table 2 The nutrient of soil after cabbage harvest

处理	有机质 /g·kg ⁻¹	全氮 /g·kg ⁻¹	有效氮 /mg·kg ⁻¹	速效磷 /mg·kg ⁻¹	速效钾 /mg·kg ⁻¹
1	11.2	0.908	42.85	23.95	16.0
2	15.6	1.078	65.72	18.30	22.8
3	18.5	1.179	71.43	23.40	38.1
4	20.58	1.311	85.26	29.05	48.4
5	14.2	0.936	61.46	45.50	2.8
6	16.8	1.125	63.51	54.55	37.6
7	16.3	1.063	55.32	42.00	37.2
8	17.5	1.120	61.87	44.00	37.8
9	18.8	1.194	67.28	44.20	36.4

由表 2 可见,黑液作基肥,土壤有机质含量随黑液用量增加而显著增加,经方差分析和 L. S. D. 多重比较,处理 2 与对照比差异极显著(LSD_{0.01} = 2.058),处理 3 与施用相同氮量化肥作基肥的处理 5 比差异极显著,说明黑液作基肥使用可显著提高土壤有机质含量。黑液作追肥,处理 7 与不施追肥的处理 5 相比差异显著(LSD_{0.05} = 1.519),处理 8 和追相同氮量化肥的处理 6 比差异也极显著,说明黑液作追肥与单纯施用无机肥料比,更有利于增加土壤有机质。

由表 2 可见,使用黑液作基肥土壤全氮含量呈显著增加的趋势,处理 2 与对照比差异极显著(LSD_{0.01} = 0.135),使用黑液作基肥,土壤有效氮的含量也显著增加,处理 2 与对照比差异极显著(LSD_{0.01} = 1.898)。黑液作追肥的 3 个处理 7、8、9 与处理 5 相比,土壤全氮都有显著提高,但有效氮除追黑液较多的处理 9 外,差异都不显著,处理 7 还略低,这可能与白菜生长消耗氮素有关。处理 8 与施等氮量的处理 6 相比,土壤全氮、有效氮含量均无显著差异,这说明使用黑液作追肥,与施用等氮量无机肥料作追肥对土壤氮素含量的影响起到了同样的效果。

表 2 可看出黑液作基肥与对照比,处理 2、3 土壤速效磷含量低,分析原因一是由于黑液含磷量较少,黑液的速度 N:P:K 为 322:1:280,二是由于白菜生长比对照好,消耗养分所致。黑液作追肥的 3 个处理与处理 5 相比,除处理 7 外土壤速效磷含量无显著差异(LSD_{0.05} = 3.264),与施追肥的处理 6 相比,土壤速效磷含量显著减少(LSD_{0.01} = 4.423),分析原因也可能由于白菜消耗养分所致。因此,若以黑液作基肥和追肥,应适当补充磷肥,以弥补黑液速效磷含量的不足。

从表 2 可见,黑液作基肥施用,土壤速效钾含量随黑液用量增加而显著增加,处理 2 与处理 1 比差异

极显著 ($LSD_{0.01} = 2.402$)。黑液作追肥,土壤速效钾含量也显著增加,处理 7 与处理 5 比差异极显著 ($LSD_{0.05} = 1.772$),但处理 7、8、9 与处理 6 差异不显著,可能是由于供试土壤本身速效钾含量较低,白菜生长需钾较多所造成^[5]。

2.2 造纸黑液对白菜产量与品质的影响

2.2.1 造纸黑液对白菜产量的影响

盆栽收获时各处理的白菜鲜重见表 3,可见黑液作基肥时,以处理 3 白菜产量最高,处理 3 与对对比差异极显著 ($LSD_{0.01} = 71.87$),黑液施用量再增加的处理 4,白菜播种时出苗率受到了很大影响,白菜长势也不甚理想,产量变低。黑液作追肥的 3 个处理与处理 5 比都显著提高了产量,以处理 8 增产最为显著,追施黑液用量较多的处理 9 比处理 8 产量显著下降。

表 3 白菜产量与品质

Table 3 The output and quality of cabbage

处理	鲜重 /g	Vc /mg · 100g ⁻¹	Hg /mg · kg ⁻¹
1	356.0	30.06	0.004 208
2	706.0	32.47	0.004 712
3	792.0	43.49	0.004 853
4	570.8	35.14	0.005 074
5	719.2	32.00	0.004 937
6	1 059.6	43.60	0.004 937
7	971.2	33.50	0.004 428
8	1 274.4	40.45	0.004 365
9	972.8	4.50	0.004 212

2.2.2 造纸黑液对白菜品质的影响

造纸黑液对农产品品质的影响是决定它能否农业综合利用的关键,这种影响包括两个方面:一是黑液对农产品品质指标如蛋白质、糖、Vc 等项目的影响程度;另一方面是污水中各种有毒有害污染物在作物籽粒中或可食部分的累积和残留情况。根据亚硫酸铵造纸黑液的监测结果,选择了 Vc 和 Hg 做了测定研究。

黑液作基肥与对对比,处理 3 显著提高了白菜中 Vc 含量 ($LSD_{0.01} = 2.568$),黑液作追肥的处理 8 与不施追肥的处理 5 比,也显著增加了白菜中 Vc 含量,说

明黑液在施用量适合的情况下比不施肥能提高白菜 Vc 含量(表 3)。

各处理白菜汞含量均低于国家食品卫生标准 $0.01\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (GB2762—94),经方差分析和 F 检验各处理间无显著差异 ($F = 0.55$, $F_{0.05} = 2.355$),因此可推断黑液对作物重金属含量的影响较小,黑液在相当于一般氮肥用量的施用情况下,不会引起白菜中重金属汞含量的超标(表 3)。

3 讨论

(1) 农田施用亚硫酸铵制浆造纸黑液能使土壤容重减小,孔隙度增加,可改善土壤的物理性状。

(2) 亚硫酸铵制浆造纸黑液富含有机质及 N、K 等营养成分,科学的灌溉施用会显著增加土壤中有机质及氮、钾的含量,提高土壤肥力。

(3) 黑液作基肥,施用量在每千克土施相当于 0.2 g 纯氮的情况下,能显著提高白菜鲜重、Vc 含量,高于此施用量会显著影响白菜的出苗、生长和产量。

(4) 黑液作追肥,施用量在相当于每千克土追 0.1 g 尿素的情况下对白菜的增产最为显著。

(5) 黑液在合理适量的施用范围内,白菜中重金属汞的含量不会超过国家食品卫生标准。

(6) 黑液长期施用对作物、土壤的影响趋势尤其是重金属的积累趋势还有待于多年的定位试验来深入探讨。

参考文献:

- [1] 朱兆华,等. 改性造纸黑液木质素—氢氧化木质素(AOL)作为缓释氮肥的肥效研究[J]. 农业环境保护,2001,20(2):100-119.
- [2] 刘春生,杨守祥. 农业化学分析[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996.
- [3] 奚旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测(修订版)[M]. 北京:高等教育出版社,1995. 389—386.
- [4] 黄昌勇. 土壤学(面向 21 世纪课程教材)[M]. 北京:中国农业出版社,2000. 89-96.
- [5] 张振贤,于贤昌. 蔬菜施肥原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1996. 146-153.