

沼液追肥对小白菜生物学性状和产量的影响

王 远 远, 刘 荣 厚, 沈 飞, 武 丽 娟

(上海交通大学 农业与生物学院 生物质能工程研究中心, 上海 201101)

摘 要: 通过沼液与水不同比例配比追肥, 研究沼液不同施用浓度对小白菜生物学性状和产量的影响。结果表明: 在苗期后第 35 天, 施用沼液低量处理的小白菜的叶片宽、叶片长和叶柄长比其他各处理高, 分别为 50.37、58.17、26.34 mm; 沼液中量处理的小白菜的叶片数为 9.6 片, 高于其他各处理。施用沼液显著提高了小白菜的产量, 其中沼液高量处理产量最高, 达 730.921 kg/667m², 增产 97.74%。

关键词: 沼液; 小白菜; 生物学特性; 产量

中图分类号: S 634.306⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)01-0013-04

随着经济的发展、社会的进步以及人类健康意识的增强, 人们对有机食品的需求不断增加, 因而对有机肥的需求量大增, 沼液肥就是一种优质高效的有机肥^[1]。沼液是人、畜粪便、植物残体等有机物经厌氧发酵后的残余物^[2], 它含有丰富的水溶性的氮、磷、钾及各种微量元素、氨基酸、维生素等物质^[3], 是一种养分全面、腐殖酸含量高、肥效缓速兼备的优质有机液体肥料。沼液作为肥料, 不仅能提高作物的抗性, 还能促进植物的根系发育, 这与沼液中含有植物生长激素和厌氧消化代谢产物有关^[4]。Evans 利用牛粪和猪粪的厌氧发酵液(沼液)种植玉米, 结果表明, 牛粪和猪粪的厌氧发酵液(沼液)不但能促进玉米植株的生长发育, 而且可提高玉米产量^[5]; Matsi T 等用牛粪厌氧发酵液(沼液)灌溉冬小麦, 发现牛粪厌氧发酵液(沼液)既能提高植株的干物质量又能增加小麦产量^[6]; 2001 年, 日本的远藤昌伸等用牛粪的厌氧发酵液(沼液)来进行番茄的营养液栽培, 结果表明: 牛粪的厌氧发酵液(沼液)不但能提高番茄的产量, 而且能改善番茄的品质, 因为牛粪的发酵液(包括好氧发酵和厌氧发酵)含有大量有机质、无机质和较高的 EC、pH、Cl、K, 但牛粪的厌氧发酵液比好氧发酵液中的 NO₃-N 和 NH₄-N 含量要高 3 倍, 可防止氮素流失^[7]。现有研究主要集中在沼液对蔬菜作物的产量和品质的影响方面上, 在对蔬菜作物生物学性状的影响方面的报道较少。试验以小白菜为材料, 通过沼液与水不同比例配比追肥, 研究了沼液不同施用浓度对小白菜生物学性

状和产量的影响, 以期沼液作为肥料生产无公害蔬菜提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料为小白菜(*Brassica rapa* L. var. shanghaiensis), 品种为上海青, 性能是低硝酸盐含量基因型。试验于 2006 年 4 月 8 日~6 月 3 日在上海交通大学日光温室内进行。供试土壤质地为砂质壤土, 其基本性质: 有机质 75.037 g·kg⁻¹, 全氮 2.83 g·kg⁻¹, 全磷 0.55 g·kg⁻¹, 全钾 23.13 g·kg⁻¹, 碱解氮 101.50 mg·kg⁻¹, 速效磷 430.09 mg·kg⁻¹, 速效钾 300.80 mg·kg⁻¹, pH 6.78。供试沼液取自上海市崇明前卫村沼气系统正常发酵的发酵残余物经过滤后的滤液, 发酵原料为猪粪, 经测定, 其主要理化性质: 有机质 1.29%, 全氮 0.36%, 全磷 0.16%, 全钾 0.223%, 速效磷 0.09%, 速效钾 0.229%, pH 7.43。

1.2 试验设计

试验共设 4 个处理(见表 1), 每个处理重复 3 次, 随机排列。小区面积为 6 m², 中间作埂, 小区周围设保护行。基肥采用的是无机复合肥, 肥料量为 35.3 g/m², 在定植前翻耕时与土壤充分混匀一次性施入。小白菜于 2006 年 4 月 8 日播种, 每个小区种植 250 株, 4 月 17 日出苗, 苗龄为 12 d, 分别在苗期后(从 4 月 29 日算起)第 8、15、22、29、36 天追施沼液, 喷施以叶背面为主, 以叶片上布满液珠而不滴水为宜。

1.3 田间调查项目

在小白菜生长期, 从各小区定株选取 10 株小白菜, 分别在苗期后第 7(5 月 6 日)、14(5 月 13 日)、21(5 月 20 日)、28(5 月 27 日)、35(6 月 3 日)天测定其叶片的宽度、长度、叶柄长和叶片数; 于收获时全部收割, 称重, 计算小白菜的产量。

第一作者简介: 王远远(1983-), 女, 在读硕士, 从事生物质能工程方面的研究。
通讯作者: 刘荣厚。E-mail: liurhou@sjtu.edu.cn。
基金项目: 上海市科委重大科技攻关资助项目(05dz12010)。
收稿日期: 2007-07-06

表 1 试验设计方案

处理	每小区肥料用量
沼液高量	沼液 1 050 mL+ 水 450 mL, 沼液肥浓度为 70%
沼液中量	沼液 750 mL+ 水 750 mL, 沼液肥浓度为 50%
沼液低量	沼液 450 mL+ 水 1 050 mL, 沼液肥浓度为 30%
对 照	清水 1 500 mL, 沼液肥浓度为 0%

2 结果分析

2.1 不同沼液施用浓度对小白菜生物学性状的影响

图 1~3 是不同沼液施用浓度对小白菜叶片宽、叶片长和叶柄长的影响。小白菜是莲座叶植物, 在生长期间, 叶面积直接影响小白菜吸收光能进行光合作用供其生长发育。在一定范围内, 植株叶面积越大, 光合作用越强, 产生有机质越多, 因此, 它是不同施肥处理对小白菜植株营养积累情况的量化指标之一^[8]。从图 1 可看出, 随着小白菜的生长, 叶片宽呈上升趋势。在苗期后第 35 天, 各处理的小白菜叶片宽的顺序为对照<沼液高量<沼液低量<沼液中量, 其叶片宽度分别为 45.14、45.77、50.37、52.44 mm。由此可知喷施沼液各处理的小白菜叶片宽明显高于对照处理, 说明喷施沼液有利于小白菜营养器官的生长发育。从图 2 看出, 随着小白菜的生长, 叶片长呈上升趋势。在苗期后第 35 天, 各处理的小白菜叶片长的顺序为沼液低量<沼液高量<对照<沼液中量, 其叶片长分别为 58.17、54.85、53.17、51.10 mm; 从图 3 可以看出, 随着小白菜的生长, 叶柄长呈上升趋势。在苗期后第 35 d, 各处理的小白菜叶柄长的顺序为沼液低量<沼液高量<对照<沼液中量, 其叶柄长分别为 26.34、25.08、24.81、22.97 mm。在此试验中, 由于沼液低量处理中的重复 1 与对照处理中的重复 1 两个小区相邻, 喷施沼液低量时, 肥料可能随风吹到对照处理中的重复 1 的小区内, 致使试验结果产生误差, 理论上沼液中量处理的小白菜叶片长和叶柄长要大于对照处理。从图 1~3 也可看出, 随小白菜的生长, 沼液各处理小白菜的叶片宽、叶片长和叶柄长不是呈直线上升趋势, 而是苗期后第 21~35 天其上升幅度较苗期后第 7~21 天缓慢, 这是因为沼液中含有丰富的水溶性的氮, 氮素对作物生长发育有明显的影响, 但施氮浓度达到一定水平时, 对小白菜植株的生长起制约作用, 叶片宽度、长度和叶柄长有增长缓慢趋势。王朝辉等利用盆栽试验表明, 施用氮肥能明显使蔬菜的生长量提高 1.1~2 倍; 氮肥用量较高时, 蔬菜生长受到抑制, 生长量有降低趋势^[9]。小白菜从苗期开始不断吸收氮素, 在苗期后第 7~21 天是需要营养的关键时期, 此期是吸收氮素的高峰期, 因沼液高量处理含有较高的氮素, 能给小白菜提供充分的营养物质, 此期间沼液高量处理的小白菜的叶片宽度、长度和叶柄长明显增大, 其叶片宽分别为 25.67、39.13、46.57 mm; 叶片长分别为 34.28、48.23、53.41 mm; 叶柄长分别为 16.9、24.39、27.88 mm, 均高于其它处理。

此后, 由于苗期后第 21~35 天小白菜吸收养分速度缓慢, 吸收量少, 喷施较高浓度沼液对小白菜生长有抑制作用, 所以沼液高量处理的小白菜叶片宽、叶片长和叶柄长有增长缓慢趋势, 低于其它沼液处理。沼液低量处理的浓度适宜小白菜生长后期所需的营养, 在小白菜苗期后第 35 天, 沼液低量处理的小白菜叶片宽度、长度和叶柄长大于其它各处理, 分别为 50.37、58.17、26.34 mm。经方差分析和多重比较, 在小白菜苗期后第 7~35 天, 各处理的小白菜的叶片宽度和叶片长度差异均不显著。在小白菜苗期后第 21 天, 沼液高量和沼液中量处理的小白菜叶柄长差异显著, 其他各处理间均不显著; 在小白菜苗期后第 35 天, 沼液低量和沼液中量处理的小白菜叶柄长差异显著, 其他各处理间均不显著。

图 4 是不同沼液施用浓度对小白菜叶片数的影响。从图 4 可以看出随着小白菜的生长, 小白菜的叶片数呈增长趋势。在小白菜苗期后第 7~21 天, 沼液各处理的小白菜生长较一致, 无显著差异, 但经过不同的追肥处理后, 植株增长幅度不同。苗期后第 35 天, 小白菜的叶片数依次为沼液中量>沼液高量>沼液低量>对照, 其叶片数分别为 9.6、9.1、8.5、7.3 片。经方差分析和多重比较可知, 苗期后第 35 天, 沼液中量处理、沼液高量处理和对照处理之间的小白菜叶片数差异显著, 其他各处理间差异均不显著。有试验表明, 沼肥中量处理最适合于大白菜叶片数的增加, 沼肥高量处理次之, 至收获期分别为 57 片和 73 片^[10]。由此可知, 沼液作为有机肥, 养分丰富, 作用时效长, 有利于小白菜的生长发育。但由于沼液高量的浓度偏高, 不利于养分迅速下渗到植株根系以供植株的利用, 生长后期效果不明显; 沼液中量的浓度适宜, 有利于肥料下渗, 植株生长发育好, 故在生长后期叶片数的增幅高于其它处理。

综上所述, 沼液可以较好的促进小白菜的生长, 使叶片肥大, 增加叶片数, 使植株生长旺盛。通过以上对比可知, 沼液作为一种肥料, 浓度变化与作物生长呈明显的相关性, 因此, 在试验中, 应确定适宜的浓度去追肥, 以利于作物的生长。

2.2 不同沼液施用浓度对小白菜产量的影响

图 5 是不同沼液施用浓度对小白菜产量的影响。从图 5 可以看出, 用沼液作为追肥与对照处理的小白菜单产 369.629 kg/667m²相比, 小白菜产量都有所增加。其中沼液高量处理的小白菜产量最高, 单产为 730.921 kg/667m², 增产 97.74%, 其次是沼液中量处理, 小白菜产量为 506.364 kg/667 m², 增产 36.99%, 最后是沼液低量处理, 小白菜产量为 487.466 kg/667m², 增产 31.87%。说明随着沼液浓度的增加, 小白菜产量逐渐增加, 增产幅度随之变大。有试验表明 用沼液处理的杂交狼尾草平均产量为 8 877.20 kg/hm², 用羊粪处理的杂交狼尾草

平均产量为 8 239.84 kg/hm²；用尿素处理的杂交狼尾草平均产量为 8 635.58 kg/hm²，沼液与对照尿素相比杂交狼尾草产量提高 241.62 kg/hm²，羊粪与尿素相比产量降低 395.74 kg/hm²^[11]。由此可知，沼液追肥处理对小白菜的增产效果明显。这是因为沼液中含有丰富的营养物质和大量的生长素、赤霉素、维生素等生物活性物质^[12]。首先，这类活性物质是发酵原料中的大分子通过沼气微生物的降解作用而形成的小分子物质，其结构简

单，易于被作物吸收，能向作物提供氮、磷、钾等主要营养元素；其次，这类活性物质存在于发酵原料中，经发酵变成离子，成为某些酶类的激活剂；第三，这类活性物质既可以促进植物根系的发育，也有助于植物体内的氮代谢，能增强植株的抗病能力，提高产量^[7]。综合以上分析，沼液高量处理对小白菜的增产效果最明显，其次是沼液中量处理，最后是沼液低量处理。经方差分析和多重比较，各处理间的差异达极显著。

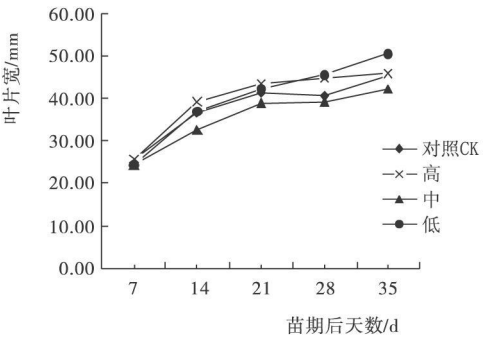


图 1 不同沼液施用浓度对小白菜叶宽的影响

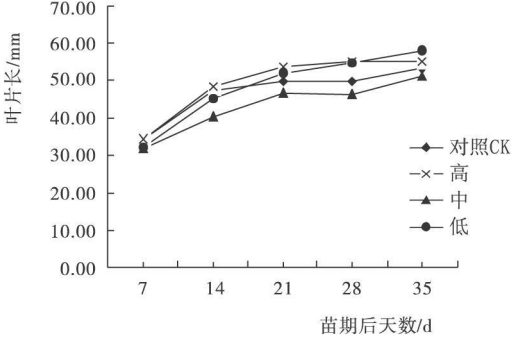


图 2 不同沼液施用浓度对小白菜叶长的影响

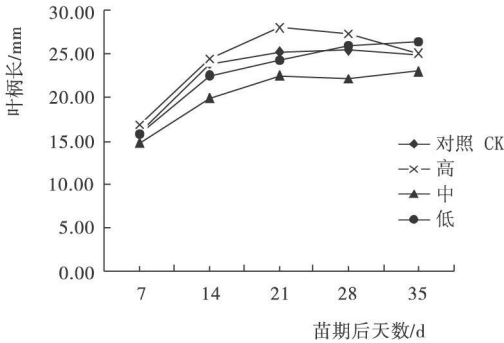


图 3 不同沼液施用浓度对小白菜叶柄长的影响

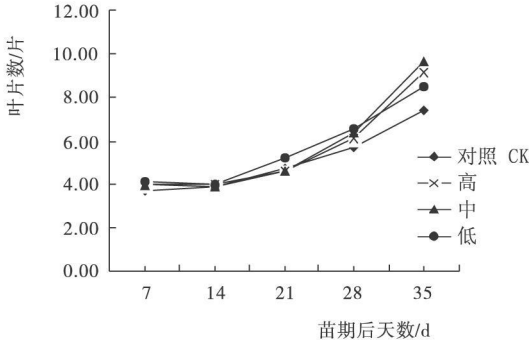


图 4 不同沼液施用浓度对小白菜叶片数的影响

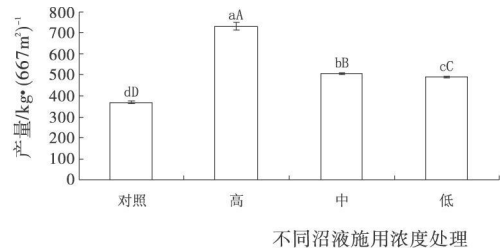


图 5 不同沼液施用浓度处理对小白菜产量的影响

3 结论

沼液作为一种有机肥对小白菜营养器官的生长发育有明显的促进作用。在苗期后第 35 天，施用沼液低量处理的小白菜的叶片宽、叶片长和叶柄长比其他各处理高，分别为 50.37、58.17、26.34 mm；沼液中量处理的小白菜的叶片数为 9.6 片，高于其他各处理。

施用沼液显著提高了小白菜的产量，其中沼液高量处理产量最高，小白菜单产达 730.921 kg/667m²，增产

97.74%，其次是沼液中量处理，小白菜单产为 506.364 kg/667m²，增产 36.99%，最后是沼液低量处理，小白菜单产为 487.466 kg/667m²，增产 31.87%。

参考文献

[1] 钱清华, 林聪, 王金花 等. 沼液对苹果品质及土壤肥效的影响[J]. 可再生资源, 2005 122(4): 34-36.
[2] Qin W, Egofofoubis F N, Tsotsis T T. Fundamental and environmental aspects of landfill gas utilization for power generation[J]. Chemical Engineering Journal, 2001, 82: 157-172.
[3] 赵玲, 栾敬德, 刘荣厚. 沼液对草莓植株性状及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2004(2): 58-59.
[4] 邱凌, 杨保平, 张正茂 等. 沼液浸种对旱地小麦苗期发育的影响[J]. 中国沼气, 1999 17(1): 42-44.
[5] Evens S D, Goodrich P R. Effects of solid and liquid beef and liquid hog manure on soil characteristics and on growth, yield and composition of corn[J]. J. Environ. Qual, 1997 6: 361-368.
[6] Matis T, Lithourgidis A S, Gagianas A A. Effects of Injected liquid Cattle manure on Growth and Yield of Winter Wheat and Soil Characteristics

原油污染土壤对萝卜种子发芽和幼苗生长的定量分析

张丽辉, 陈庆吉, 赵骥民

(长春师范学院 生命科学学院 吉林 长春 130032)

摘要: 在实验室人工控制条件下, 研究了不同浓度原油污染土壤对萝卜种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明: 随着原油处理浓度的增高, 种子发芽率和幼苗生长受到的抑制增强。在浓度 30 000 mg/kg 的土壤原油处理组, 萝卜种子的相对发芽率大于 50%, 萝卜种子对原油的敏感程度较强。不同浓度的原油污染对萝卜种子发芽率和幼苗各项生长指标的相对抑制率都符合根系长度> 幼苗总鲜重> 幼苗高度> 种子发芽率的规律。

关键词: 原油污染; 种子发芽率; 幼苗生长

中图分类号: S 606⁺. 1; S 631.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)01-0016-03

土壤石油污染是近几年继农药污染之后的又一大污染。早在20世纪40年代初, 就曾有人对石油引起的

污染给予关注^[1]。我国是石油储量大国, 由于有许多油矿区位于农耕田内, 因而在石油开发和开采过程中, 不可避免地会对周围农田和土壤产生影响^[2-3], 低浓度含油废水长期污灌和土壤矿物油环境污染研究已在过去做了不少工作^[4-9]。国内外已有石油污染对各种生物生长发育影响的研究与报道^[10-16], 但对较大浓度范围石油污染的报道较少^[8]。现选择萝卜(*Raphanus sativus* L.) 为研究对象, 在较大浓度范围内研究了土壤原油污染对

第一作者简介: 张丽辉(1971-), 女, 河北省昌黎人, 实验师, 硕士, 主要从事植物学和生态学的教学与研究。E-mail: zhanglihui-91@163.com.

通讯作者: 赵骥民。E-mail: jzm@263.net.

收稿日期: 2007-08-08

[J]. Agon J., 2003, 95: 592-596.

[7] 董晓涛. 沼液对果菜类蔬菜生长发育调控机制研究[D]. 吉林农业大学硕士学位论文. 长春: 吉林农业大学, 2004.

[8] 潘丽娜, 陈劫. 沼肥与其它肥料用于草莓生产的试验对比[J]. 中国沼气, 2004, 22(2): 34-36.

[9] 王朝辉, 李生秀, 田霄鸿. 不同氮肥用量对蔬菜硝酸盐累积的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(1): 22-28.

[10] 梁称福, 陈正法, 彭廷柏, 等. 沼肥与化肥在大白菜、花椰菜上的应用[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 141-145.

[11] 陈钟佃, 冯德庆, 黄秀声, 等. 沼液及羊粪对牧草生产力和营养成分的影响[J]. 中国沼气, 2005, 23(4): 26-28.

[12] 王金花. 沼气发酵生态系统与残留物综合利用技术研究[D]. 中国农业大学硕士学位论文. 北京: 中国农业大学, 2005.

Effects of Anaerobic Fermentation Slurry as Supply Fertilizer on the Biological Characteristic and Yield of Chinese Cabbage

WANG Yuan-yuan, LIU Rong-hou, SHEN Fei, WU Li-juan

(Biomass Energy Engineering Research Centre, School of Agriculture and Biology, Shanghai JiaoTong University, Shanghai 201101, China)

Abstract: Effects of anaerobic fermentation slurry of different concentrations on the biological characteristic and yield of Chinese cabbage were studied through experiments of anaerobic fermentation slurry as supply application with water at different ratio. The anaerobic fermentation slurry as an organic fertilizer had rich nutrient contents which were helpful to improve the biological characteristic of Chinese cabbage. At 35th day after seeding stage of Chinese cabbage, the leaf width, leaf length and petiole length of Chinese cabbage were 50.37 mm, 58.17 mm and 26.34 mm, respectively, when the low concentration of the anaerobic fermentation slurry treatment was applied, which were higher than those of the other treatments. The highest leaf numbers of Chinese cabbage was 9.6 when the medium concentration of the anaerobic fermentation slurry was used. The yield of Chinese cabbage was enhanced remarkably by the supply application of anaerobic fermentation slurry. The highest yield of Chinese cabbage was 730.921 kg/667m² when the high concentration of the anaerobic fermentation slurry treatment was used and it was 97.74% higher than that of the control.

Key words: Anaerobic fermentation slurry; Chinese cabbage; Biological characteristic; Yield