

太湖蓝藻发酵后沼渣和沼液的肥效研究

姜继辉^{1,2}, 严少华¹, 陈巍², 韩士群¹, 刘海琴¹, 宋伟¹

(1. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏 南京 210014; 2. 南京农业大学资源与环境学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 以无锡夏季蓝藻暴发期间打捞出的蓝藻发酵后的沼渣沼液为原料, 研究其作为有机肥施用的肥效。设置 5 个盆栽试验处理: 2008 年发酵沼渣沼液(处理 A)、2007 年发酵沼渣沼液(处理 B)、新鲜蓝藻(处理 C)、化学肥料(处理 D)及空白对照(CK), 以小白菜为试验植物。结果表明, 蓝藻发酵沼渣沼液处理的小白菜株高和产量均有显著提高, 并且亚硝酸盐含量低于国家规定的 4 mg/kg, V_c 含量相对于化肥处理有显著提高。施用蓝藻发酵液和新鲜蓝藻的土壤全氮、有效磷和有机质含量显著增加, 土壤酸碱缓冲能力提高。施用处理 A 和处理 C 土壤 C/N 比下降。

关键词: 太湖蓝藻; 沼渣沼液; 肥效

中图分类号: S147.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2009)05-1025-04

The Research on Fertilizer Efficiency of Taihu Lake Cyanobacteria Residue

JIANG Ji-hui^{1,2}, YAN Shao-hua¹, CHEN Wei², HAN Shi-qun¹, LIU Hai-qin¹, SONG Wei¹

(1. Institute of Agricultural Resource and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. College of Resource and Environment, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The research on the cyanobacteria residue fertilizer efficiency was made by the pot experiment with the cyanobacteria residue fermented by cyanobacteria fished from Taihu Lake in summer. The pot experiment included 5 treatments: cyanobacteria residue fermented in 2008 (treatment A), cyanobacteria residue fermented in 2007 (treatment B), fresh cyanobacteria (treatment C), chemical fertilizer (treatment D), control treatment (CK) with pakchoi cultivar Sijiqin. The experiment indicated that the treatment with cyanobacteria residue increased plant yield and height significantly, and the V_c content of plant increased significantly, and the nitrite content was less than national standard 4 mg/kg. Total N, available P, organic material contents in the soil in the two treatments fertilized with cyanobacteria residue and fresh cyanobacteria increased significantly, and soil buffer capacity to acid and alkali also enhanced. The soil C/N ratio of treatment A and treatment C reduced.

Key words: Taihu Lake cyanobacteria; cyanobacteria residue; fertilizer efficiency

湖泊水体富营养化污染是中国普遍存在的问题。近年来蓝藻问题常见诸报端, 其中以滇池与太湖为甚^[1-5]。2007 年太湖蓝藻大暴发严重影响无锡市民

生活用水, 给市民生活、健康等带来了诸多不利。水体富营养化污染是中国急需解决的环境问题之一。

湖泊水体富营养化主要解决方法可以概括为物理方法、化学方法和生物方法。化学方法和生物方法是治理水体富营养化趋势所在, 但应以物理方法为辅^[6-15]。物理方法一般是指将蓝藻直接捞出水体, 是目前中国治理蓝藻的主要手段之一。每年蓝藻暴发期, 各富营养化严重的湖泊每天都有数以万吨的蓝藻被捞出。如何解决、处理好这些被捞出蓝

收稿日期: 2009-04-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(30870452); 江苏省科技支撑计划项目(BE2008608); 江苏省环保科技项目(2008015)

作者简介: 姜继辉(1984-), 男, 浙江江山人, 硕士研究生, 研究方向为土壤资源利用。

通讯作者: 韩士群, (Tel) 84390241; (E-mail) shqunh@yahoo.com.cn

藻问题是治理水体富营养污染时应考虑的问题之一。

蓝藻是原生光合作用生物,可以利用太阳能固氮。关于利用蓝藻的固氮功能生产肥料已有较多的研究。Tripathi 等^[16]证明在氮缺乏地区利用蓝藻生物肥料对水稻生长和增产有利。有研究证明蓝藻发酵产气量较高,但关于蓝藻发酵后沼液、沼渣肥料对于作物和土壤影响方面的研究目前并不多。

蓝藻富含 N、P,利用发酵后的沼渣和沼液,不仅可以更好地利用矿质营养,变废为宝,而且可以一定程度上减少化学肥料利用,减轻环境压力,具有环境效益、社会效益和经济效益^[17-19]。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

沼渣、沼液取自江苏省农业科学院无锡唯琼农庄发酵基地,以不结球小白菜四季青为盆栽试验材料。试验土壤为砂壤土,pH 值为 7.97,总氮量为 1.84 g/kg,有效磷含量为 5.09 mg/kg。

试验用沼渣、沼液含氮量(2007 年、2008 年)为 0.18%,新鲜蓝藻含氮量(2007 年、2008 年)为 0.45%。

1.2 试验设计

试验在江苏省农业科学院网室进行。设置 5 个处理:2008 年发酵沼渣沼液(当年发酵,处理 A),2007 年发酵沼渣沼液(前一年发酵,处理 B),新鲜蓝藻(处理 C),化肥(N 含量 16.6%,处理 D)及不施肥对照(CK),每处理 3 个重复,每盆定植 3 棵。盆栽盆子直径 20 cm。2008 年 9 月 9 日在网室土地上育苗,2008 年 9 月 15 日移苗至盆中,移苗后追肥 5 次,逢干浇水。根据 75 kg/hm² 尿素(含纯 N46%)所含总氮量折算施肥量,每盆施肥量为处理 A 58.780 g,处理 B 58.780 g,处理 C 23.510 g,处理 D 0.066 g。

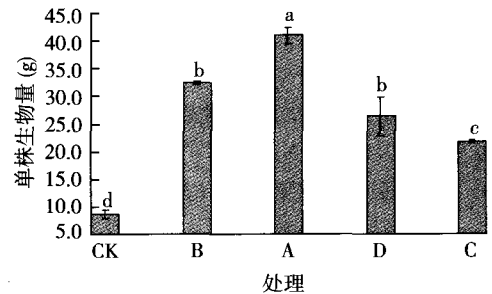
1.3 测定内容

去除根系称重,并测量植株高度。采摘当日以 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定 V_c 含量;萘乙二胺盐酸盐比色法测定亚硝酸盐含量;凯氏半微量滴定法、钼钒蓝法、重铬酸钾外加热法分别测定盆栽土壤全 N 含量、有效 P 含量、有机质含量。所有数据采用 SAS9.0 统计软件分析,方差分析采用 Tukey's Studentized Range (HSD)。

2 结 果

2.1 不同处理对小白菜株高和生物量的影响

处理 A、处理 B 和处理 C 的小白菜株高和生物量均与 CK 有显著差异。处理 A 的小白菜生物量最大(图 1),其余大小顺序为处理 B > 处理 D > 处理 C,其中处理 A 与处理 B 存在显著差异,处理 B 和处理 D 差异不显著,处理 D 与处理 C 差异显著。

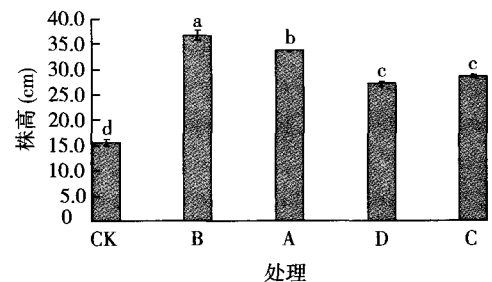


处理 A:2008 年发酵沼渣沼液;处理 B:2007 年发酵沼渣沼液;处理 C:新鲜蓝藻;处理 D:化肥;CK:不施肥对照。

图 1 不同处理间植株生物量比较

Fig.1 The difference of plant weight between treatments

处理 B 小白菜植株最高(图 2),处理 A > 处理 D = 处理 C > CK。处理 B 与处理 A 间存在显著差异,处理 A 与处理 C 和处理 D 间均存在显著差异,处理 C 与处理 D 间没有显著差异。



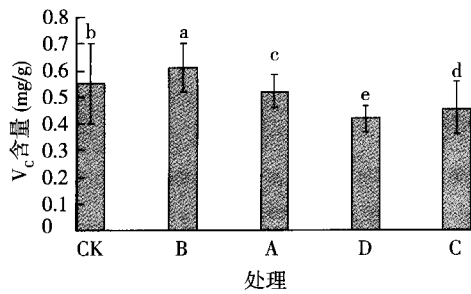
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 2 不同处理间植株高度比较

Fig.2 The difference of plant height between treatments

2.2 不同处理对植株 V_c 含量的影响

由图 3 可见,各处理的小白菜 V_c 含量均存在显著差异,处理 B V_c 含量最高,其余依次为 CK > 处理 A > 处理 C > 处理 D。



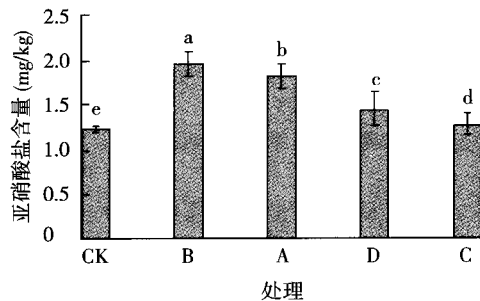
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 3 不同处理间植株 V_c 含量比较

Fig. 3 The difference of V_c content between treatments

2.3 不同处理对植株亚硝酸盐含量的影响

各处理的小白菜亚硝酸盐含量均低于国家规定含量 4 mg/kg, 且各个处理间存在显著差异。处理 B 亚硝酸盐含量最高, 其余依次为处理 A > 处理 D > 处理 C > CK (图 4)。



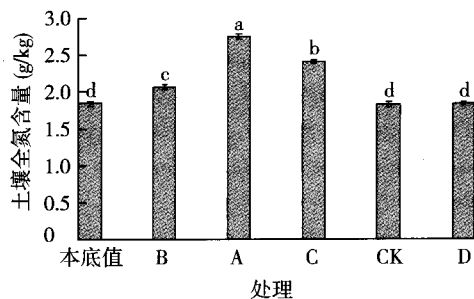
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 4 不同处理间亚硝酸盐含量比较

Fig. 4 The difference of NO₂⁻ content between treatments

2.4 不同处理对土壤全 N 含量的影响

沼渣沼液和新鲜蓝藻施用处理的全氮含量相对于化肥处理和对照增加显著(图 5)。处理 A、处理 B 和处理 C 土壤全氮含量相对于土壤本底值分别增加 49%、12.3% 和 30.5%。CK 和处理 D 相对于土壤本底值分别下降 0.9% 和 0.3%, 但差异不显著。



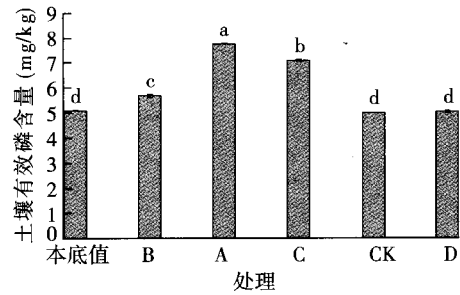
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 5 不同处理间土壤全 N 含量比较

Fig. 5 The difference of total N content between treatments

2.5 不同处理对土壤有效 P 含量的影响

不同处理的土壤有效 P 含量变化趋势与全 N 含量相似(图 6)。相对于土壤本底值处理 A 增加 52.3%, 处理 B 增加 11.7%, 处理 C 增加 39%。CK 和处理 D 相对于土壤本底值下降 1.7% 和 1%, 但不显著。



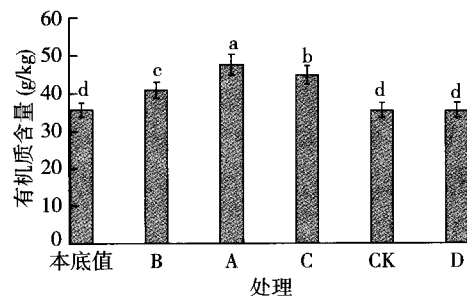
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 6 不同处理间土壤有效磷含量比较

Fig. 6 The difference of available P content between treatments

2.6 不同处理对土壤有机质含量的影响

不同处理对土壤有机质含量的影响如图 7 所示。处理 A 有机质增加量最大, 为 33.3%; 处理 C 和处理 B 次之, 分别为 25.6% 和 14.1%, 且差异显著; CK 和处理 D 存在下降趋势, 但差异不显著。



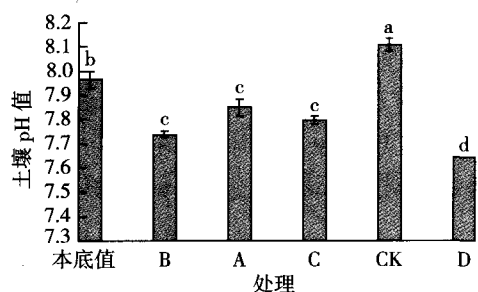
处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 7 不同处理间土壤有机质含量比较

Fig. 7 The difference of organic material content between treatments

2.7 不同处理对土壤 pH 值的影响

供试土壤偏碱性 (pH = 7.97), 除 CK 的土壤 pH 值 (8.11) 升高 (增加了 0.14 个单位) 外。其他处理相对于土壤 pH 本底值均显著下降, 处理 D 下降量最大, 达 0.3 个单位 (图 8)。



处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 及 CK 见图 1 注。

图 8 不同处理间盆栽土壤 pH 值比较

Fig. 8 The difference of soil pH value between treatments

3 讨论

蓝藻经过发酵后沼渣沼液作为有机肥施用,对土壤和植株均有一定的正面影响。本试验结果表明当年发酵的和前一年发酵的沼渣沼液均能促进植株生长。在亚硝酸盐含量都低于国家规定的 4 mg/kg 条件下,施用当年发酵和前一年发酵沼渣沼液的小白菜 V_c 含量明显增加。蓝藻是一个有机生物体,因此含有较化学肥料更全面的营养元素。蓝藻经过发酵转化后较新鲜蓝藻对植株生长发育有更明显的促进作用。新鲜蓝藻虽然对植株生长发育促进作用在当季不如发酵后的沼渣沼液明显,但相对于化学肥料,由于其不易淋失,对植株生长发育的作用仍然明显。由于试验盆未加托底,化学肥料处理的肥料淋失较快,因此其对植物生长作用并没有一般大田种植明显。当年发酵的沼渣沼液可以提高植株产量,但植株 V_c 含量却不如前一年发酵的沼渣沼液处理,因此对叶菜来说,施用前一年发酵的沼渣沼液对植株具有更好效果。

当年发酵沼渣沼液对土壤 C/N 比值影响最大,从土壤本底值 19.33 下降为 17.28。在其他处理中,除新鲜蓝藻处理下降为 18.59 外,C/N 比值相对稳定。

在本试验中,施用当年发酵沼渣沼液和新鲜蓝藻对土壤 N、P 含量增加有促进作用。使用沼渣沼液和新鲜蓝藻亦能提高土壤对酸碱的缓冲能力。施用蓝藻发酵后沼渣沼液能提高土壤含氮量,培肥土壤。本试验结束后,于 2009 年 12 月在原试验盆中又移栽了一批小白菜,移植成活后 10 d, 2008 年发

酵沼渣沼液处理和新鲜蓝藻处理盆中的小白菜长势最好,植株高度与其他 3 组有显著差异。

参考文献:

- [1] 蔡履冰. 太湖流域水体富营养化成因及防治对策的初步研究[J]. 中国环境监测, 2003, 19(3): 51-54.
- [2] 范良民. 滇池蓝藻成份分析及利用途径探讨[J]. 云南环境科学, 1999, 18(2): 46-47.
- [3] 纪荣平, 李先宁, 吕锡武. 太湖梅梁湾水源水中微囊藻毒素浓度的变化[J]. 环境监测与管理技术, 2007, 19(3): 20-22.
- [4] 丰江帆, 滕学伟, 张宏, 等. 基于 GIS 的太湖蓝藻预警系统研究[J]. 环境科学与技术, 2006, 29(9): 60-61.
- [5] 李秉柏, 施德堂, 王志明. 太湖蓝藻暴发的原因及对策建议[J]. 江苏农业科学, 2007(6): 336-339.
- [6] 柳惠青. 湖泊污染源治理中的环保疏浚[J]. 水运工程, 2000(11): 21-27.
- [7] 郭怀成, 孙延枫. 滇池水体富营养化特征分析及控制对策探讨[J]. 地理科学进展, 2002, 21(5): 18-23.
- [8] JONE A D, SUSAN B W. Predicting cyanobacteria dominance in lakes[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2001, 58(10): 1905-1908.
- [9] 刘连成. 中国湖泊富营养化的现状分析[J]. 灾害学, 1997, 12(3): 61-65.
- [10] 刘文祥. 人工湿地在农业面源污染控制中的应用研究[J]. 环境科学研究, 1997, 10(4): 15-19.
- [11] 封茂武, 吴云海. 国内外湖泊富营养化的防治对策与展望[J]. 广州环境科学, 2006, 21(4): 8-11.
- [12] 王淑芳. 湖泊富营养化防治研究与展望[J]. 江苏环境科技, 2005, 18(4): 54-56.
- [13] GEORGE B A, SONG S. Eutrophication risk assessment using Bayesian calibration of process-based models: application to a mesotrophic lake[J]. Ecological Modelling, 2007, 208: 215-229.
- [14] 李东娟. 城市景观水蓝藻治理探讨[J]. 北京园林, 2006, 75(1): 38-42.
- [15] 周小锋, 田军. 水培吊兰对富营养化污染水的生物修复[J]. 江苏农业科学, 2007(6): 330-332.
- [16] TRIPATHI R D, DWIVEDIS, SHUKLA M K, et al. Role of blue green algae biofertilizer in ameliorating the nitrogen demand and fly-ash stress to the growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) plants[J]. Chemosphere, 2008, 70: 1919-1929.
- [17] HE S B, YAN L, KONG H N, et al. Treatment efficiencies of constructed wetlands for eutrophic landscape river water[J]. Pdo-sphere, 2007, 17(4): 522-528.
- [18] 徐锐. 滇池蓝藻的沼气发酵及低密度蓝藻水体处理研究[D]. 昆明: 云南师范大学, 2004.
- [19] 刘海琴, 宋伟, 高运强, 等. 水葫芦与蓝藻厌氧发酵产沼气研究[J]. 江苏农业科学, 2008(3): 254-256.