

蓝藻沼肥对土壤的影响^①

姜继辉^{1,2}, 严少华², 陈巍^{1*}, 韩世群², 刘海琴²

(1 南京农业大学, 南京 210095; 2 江苏省农业科学院, 南京 210014)

Effects of Cyanobacteria Residue Fertilizer on Soil

JIANG Ji-hui^{1,2}, YAN Shao-hua², CHEN Wei¹, HAN Shi-qun², LIU Hai-qin²

(1 Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2 Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

摘要: 采用不结球小白菜四季青盆栽实验, 设置新鲜蓝藻 (T1)、当年蓝藻发酵沼渣沼液 (T2)、前一年蓝藻发酵沼渣沼液 (T3)、化学肥料 (T4)、空白对照 (CK) 5 个施肥处理, 研究了施用蓝藻发酵沼渣沼液对土壤的影响。实验结果表明 T2 和 T3 处理土壤全 N 含量相对处理前土壤 (CK₀) 增加了 49.1% 和 12.3%; 土壤有效 P 含量相对 CK₀ 增加了 52.3% 和 11.7%; 土壤有机质含量相对 CK₀ 增加了 33.3% 和 14.1%; 土壤 pH 分别减少了 0.16 和 0.23 个单位, 均有显著差异, 同时植株产量和株高相对空白对照 (CK) 有显著提高。

关键词: 蓝藻; 沼肥; 土壤

中图分类号: S147.2

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^[1-3]。物理方法是目前我国治理蓝藻的主要手段之一。物理方法一般是指将蓝藻直接捞出水体。每年蓝藻爆发期, 各水体富营养化严重的湖泊每天都有数以万吨的蓝藻捞出湖泊。如何解决、处理好捞出湖泊蓝藻的堆积问题是治理水体富营养污染应考虑的问题之一。

蓝藻是原生光合作用生物, 其可以利用太阳能固 N, 如果利用蓝藻的固 N 功能生产肥料已有较多的研究。Tripathi 等^[4]证明利用蓝藻生物肥料在 N 缺乏地区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研究目前并不多。

蓝藻富含 N、P, 经过发酵后利用其中的沼渣和沼液, 不仅可以更好利用矿质营养, 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^[5-6]。

1 材料与方

1.1 实验材料

实验土壤为砂壤土, 土壤全 N、有效 P、有机质含量分别为 1.84 g/kg、5.09 mg/kg、35.9 g/kg, 土壤 pH 值为 7.97。以不结球小白菜四季青为供试材料。

本实验盆栽所施沼渣、沼液取自江苏农业科学院无锡维琼农庄发酵基地, 沼渣、沼液及新鲜蓝藻全 N 及有效 P 含量见表 1。

表 1 蓝藻及其发酵后沼渣沼液养分含量

养分	新鲜蓝藻	当年发酵	前一年发酵
全 N (g/kg)	4.54	1.83	1.82
有效 P (g/kg)	0.74	0.42	0.33

1.2 实验设计

实验在江苏省农业科学院网室进行。实验设置新鲜蓝藻 (T1)、当年蓝藻发酵沼渣沼液 (T2)、前一年蓝藻发酵沼渣沼液 (T3)、化学肥料 (T4)、空白对照 (CK) 等 5 个施肥处理。选用直径为 20 cm 的花盆播种, 每盆装土量为盆总容积的五分之四。每处理 3 个重复, 每盆定植 3 棵不结球小白菜四季青。2008 年 9 月 9 日在农科院网室土地上培苗, 2008 年 9 月 15 日移苗, 移苗后每次追肥施用量根据每 667 m² 5 kg 尿素施用量, 折算后每盆施肥量为: T1 处理 23.51 g, T2

①基金项目: 国家自然科学基金项目 (30870452) 和江苏省资源开发项目 (200kkj-052) 资助。

* 通讯作者 (chenwei@njau.edu.cn)

作者简介: 姜继辉 (1984—), 男, 浙江江山人, 硕士研究生, 主要从事养分资源利用研究。E-mail: ffd31@gmail.com

处理 58.78 g, T3 处理 58.78 g, T4 处理 0.066 g。整个生长期每 5 天追肥 1 次, 共追肥 5 次。

1.3 测定内容

去除根系称重, 并测量植株高度。采用凯氏半微量滴定法、钒钼蓝法、重铬酸钾外加热法分别测定土壤全N、有效P、有机质含量, 雷登 pH计测量pH值。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 结果与分析

2.1 不同处理对小白菜株高和生物量的影响

T1、T2、T3 和 T4 处理相对 CK 处理植株鲜重分别增加 150%、371%、274% 和 204%。与 CK 处理均有显著差异 (表 2)。其中 T2 处理植株生物量显著大于 T3 处理。

表 2 不同盆栽处理间植株生物量和株高

处理	生物量 (g)	株高(cm)
CK	8.79 d	16.02 d
T1	21.98 c	29.00 c
T2	41.27 a	34.28 b
T3	32.70 b	37.33 a
T4	26.59 b	27.55 c

注: 表中不同小写字母表示处理间显著差异 ($p < 0.05$), 下同。

T3 处理小白菜株高最高 (表 2), $T2 > T1 > T4 > CK$ 。T3 与 T2 处理间存在显著差异, T2 与 T1、T4 处理间均存在显著差异, T1 与 T4 处理间没有显著差异。

2.2 不同处理对土壤全氮含量的影响

各处理土壤全N含量为 $T2 > T1 > T3 > 处理前 (CK_0) > T4 > CK$ (表 3)。施用沼渣沼液和新鲜蓝藻处理全N含量相对T4 和CK处理增加显著。CK和T4 处理相对CK₀处理分别有 0.9% 和 0.3% 下降, 但差异不显著。

表 3 不同处理土壤全N、有效P、有机质含量和pH相对CK₀差别

处理	全 N (g/kg)	有效 P (mg/kg)	有机质 (g/kg)	pH
CK	1.82 d	5.00 d	35.44 d	8.11 a
T1	2.41 b	7.08 b	44.74 b	7.80 c
T2	2.75 a	7.76 a	47.48 a	7.85 c
T3	2.07 c	5.69 c	40.65 c	7.74 c
T4	1.84 d	5.04 d	35.44 d	8.12 a

2.3 不同处理对土壤有效磷含量的影响

各处理土壤有效P含量为 $T2 > T1 > T3 > CK_0 > T4 > CK$ (表 3), 含量变化趋势与其全N含量相似。施用沼渣沼液和新鲜蓝藻处理均有显著增加。相对CK₀处理, T2 处理增加 52.3%, T3 处理增加 11.7%, T1 处理增加 39%。CK和T4 处理相对CK₀有 1.7% 和 1% 下降, 但下降不显著。

2.4 不同处理对土壤有机质含量的影响

各处理土壤有机质含量为 $T2 > T1 > T3 > CK_0 > CK (35.440 \text{ g/kg}) > T4 (35.438 \text{ g/kg})$ (表 6)。T2 处理增加量最大, T1 和T3 次之, 分别为 33.3%、25.6% 和 14.1%, 且差异显著。CK和T4 处理存在下降趋势, 但与CK₀处理差异不显著。

2.5 不同处理对土壤pH值的影响

供试土壤偏碱性 ($pH = 7.97$) 各处理土壤pH值为 $CK > T4 > CK_0 > T2 > T1 > T3$ (表 7)。CK和T4 处理的土壤pH值分别增加了 0.14 和 0.15 个单位。其他处理组相对CK₀处理均显著下降, T1 处理为 0.16 个单位, T2 处理为 0.12 个单位, T3 处理下降量最大, 有 0.23 个单位。

3 结论与展望

有机肥料可提高作物品质^[7-8], 在作物生产中的作用是不可代替的, 也是提高农产品品质最基本、最有效的肥料品种, 可通过改善植物营养和生长条件对其产品品质产生良好的影响^[9], 同时因富含各种微量元素及其他矿物质, 养分释放缓慢, 适合于蔬菜对养分的吸收, 从而能提高蔬菜品质^[10]。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。实验表明T2 和T3 处理均能促进植株生长作用。蓝藻是一个有机生物体, 因此其含有较化学肥料更全的营养元素。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。实验盆栽由于未加托底, 化学肥料处理组淋失较快, 因此其对植物生长作用并没有一般大田种植明显。当年发酵沼渣沼液可以提高植株产量, 因此从叶菜上来说, 前一年发酵后沼渣沼液对植株具有更好效果。如其他有机肥, 蓝藻发酵后沼渣沼液也可提高土壤N、P和有机质等含量, 从而改善土壤质量。

从土壤全N、有效P、有机质含量可见T2 和T1 处

理对土壤N、P含量有促进作用。施用蓝藻发酵后沼渣沼液能提高土壤含N量，培肥土壤。土壤C/N比影响土壤微生物的活性，从另一个方面反映了土壤肥力。处理前盆栽土壤(CK₀) C/N为 19.3，经过各个肥料处理施用后，T3、T4 和CK处理变化不大，仍然维持在 19.3 左右。T2 处理下降到了 17.3 左右，T1 下降为 18.6(图 1)。

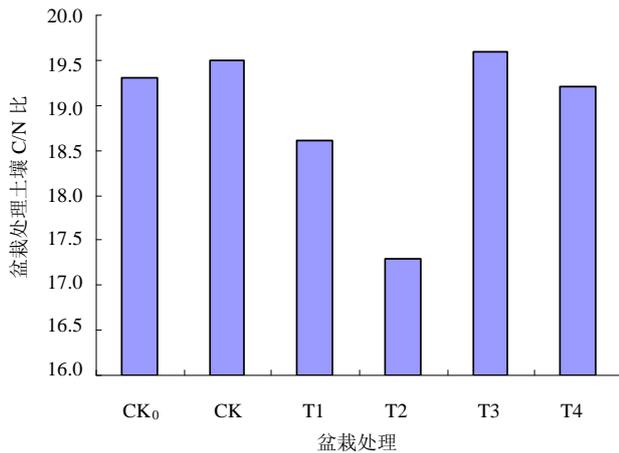


图 1 不同处理间土壤 C/N 比较

施用沼渣沼液和新鲜蓝藻能一定程度上改良土壤的盐碱化，降低盐碱土壤的 pH。在试验中化学肥料(T4)和CK处理土壤 pH 升高，而新鲜蓝藻(T1)、当年发酵蓝藻沼渣沼液(T2)、前一年发酵蓝藻沼渣沼液(T3)处理土壤 pH 降低。

蓝藻发酵后有机肥水分含量大，并且蓝藻爆发季节主要集中在夏季，因此蓝藻运输、贮存，发酵后沼渣沼液运输、贮存、大规模施用问题需进一步解决。

参考文献:

- [1] Downing JA, Watson SB, McCauley E. Predicting cyanobacteria dominance in lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2001, 58(10): 1 905-1 908
- [2] Arhonditsis GB, Qian SS, Stow CA, Lamont EC, Reckhow KH. Eutrophication risk assessment using Bayesian calibration of process-based models: application to a mesotrophic lake. *Ecological Modelling*, 2007, 208: 215-229
- [3] 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. *地理科学进展*, 2002, 21(5): 18-23
- [4] Tripathi RD, Dwivedi S, Shukla MK, Mishra S, Srivastava S, Singh R, Rai UN, Gupta DK. 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. *Chemosphere*, 2008, 70: 1 919-1 929
- [5] 张巍, 冯玉杰. 固氮蓝藻在盐碱化土地生态修复中应用的研究进展. *土壤*, 2008, 40(4): 510-516
- [6] He SB, Yan L, Kong HN, Liu ZM, Wu DY, Hu ZB. Treatment efficiencies of constructed wetlands for eutrophic landscape river water. *Pedosphere*, 2007, 17(4): 522-528
- [7] Sharma AR, Mitra BN. Effect of combinations of organic materials and nitrogen fertilizer on growth, yield and nitrogen uptake of rice. *Journal of Agricultural Science*, 1988, 111(3): 495-501
- [8] 黄建琴, 赵和清. 有机肥增进红茶品质生化机理. *土壤通报*, 1998(5): 232-233
- [9] 许学宏, 王红慧. 肥料对农产品品质的影响综述. *磷肥与复肥*, 2003, 18(4): 66-68
- [10] 刘杏认, 任建强, 甄兰. 蔬菜硝酸盐累积及其影响因素的研究. *土壤通报*, 2003, 34(4): 356-361