

应用大麦杆控制原水蓝藻生长的初步研究

梁倩华^{1,2}, 章群^{1*}, 范晓军², 张亦庸², 吴伟健², 韩博平¹ (1. 广州暨南大学水生生物研究所,

广州 510632; 2. 澳门自来水股份有限公司化验研究中心, 澳门)

【摘要】 蓝藻对饮水安全有潜在威胁, 但在水处理过程中很难除去。华南某地原水水塘多年来受到以假鱼腥藻类为主的蓝藻水华影响, 尽管曾使用多种方法进行清除, 但都只能起到应急的作用, 因此需要寻求长期有效控制蓝藻生长的新方法。已有研究表明大麦杆在控制淡水藻类生长方面具有一定功效, 且对环境无明显负面影响。为了解大麦杆对华南某地蓝藻, 特别是假鱼腥藻类生长的影响, 探讨在该地区气候条件下发挥抑藻作用所需时间和效果, 为原水蓝藻控制措施的采取提供科学依据, 自从 2005 年 3 月起至 2005 年 7 月, 选用 2 个沉淀池作对比实验, 实验池投入 $g \cdot m^{-3}$ 的大麦杆, 对照池不加大麦杆。研究表明大麦杆对原水中假鱼腥藻类的生长有较好的抑制作用, 在该地气候条件下, 最少需要一至两个月的时间, 大麦杆才开始产生控藻作用。

关键词: 大麦杆; 控藻; 假鱼腥藻

中图分类号: X173

文献标识码: A

文章编号: 1008-8873(2006)02-122-03

Application of Barley straw to control the growth of cyanobacteria in local raw water

LIANG Qian-hua^{1,2}, ZHANG Qun¹, FANG Xiao-jun², ZHANG Yi-rong², WU Wei-jiang², HAN Bo-ping¹ (1. Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou, P.R.China 510632; 2. Macao Water Supply Co., Ltd)

Abstract Some filamentous Cyanobacteria are potentially harmful to the safety of drinking water, but it is difficult to remove them in the process of water treatment. In some place of South China *Pseudanabaena sp.* and some cyanobacteria grow awfully in raw water ponds. Despite various methods had been used to control the growth of cyanobacteria in these ponds, no one were ever found to take effect long, thus it is necessary to search for new methods. As previous studies showed that barley straw was very useful in controlling the growth of some freshwater algae and they had no negative effects to local environment and ecosystem, the aim of present study is to find out whether or not barley straw could control endemic cyanobacteria, especially *Pseudanabaena sp.* in local raw water, if so, how long it may take. An application of $5 g \cdot m^{-3}$ barley straw were made in a sedimentation pond from March 2005 to May 2005, another sedimentation pond was used as a control pond without dosage of barley straw in the same time. It showed that Barley straw began to rot away in the second month after the treatment, then inhabitation of the growth of some algae were shown. The results suggested that the application of barley straw to suppress the growth of *Pseudanabaena sp.* was long-lasting and effective. Under local climatic conditions, it took one to two months for barley straw to take effects.

Key words: Barley Straw; Algae control; *Pseudanabaena sp*

水库和湖泊的蓝藻水华现象十分普遍, 对饮用水水源的安全性构成了威胁, 如假鱼腥藻(*Pseudanabaena sp.*)可在原水中形成水华, 但在水处理过程中很难除去。虽然目前仍未有关于假鱼腥藻产生毒素的证据, 但藻量过多可能会对饮水安全产生不利影响。为解决多年来以假鱼腥藻为主的华南某地原水水塘中蓝藻水华问题, 作者曾使用多种理化方法来清除其中的藻类, 如硫酸铜杀藻、暴气除藻、人工打捞等, 但这些方法都只能起到应急作用, 不能长期有效地控制藻类生长, 因此需寻求更安全有效的控制该地原水储水塘蓝藻生长的方法。

已有研究表明大麦杆在控制淡水藻类生长方面具有一定功效^[1-6]。大麦杆是天然的植物材料, 对于水生高等植物、鱼和无脊椎动物等几乎不存在不利影响, 不会给生态环境带来过重的负面效应, 具有极大的应用价值^[7-8]。本研究的目的是了解大麦杆对本地蓝藻生长的影响, 探讨在本地的气候条件下发挥抑藻作用所

需的时间和效果, 为原水控藻措施的采取提供科学依据, 保障饮水安全。

1 材料与方法

实验场地为华南某市相邻 2 个大小和容量相当的露天沉淀池, 池深 1.9 m, 约 235 m^3 。于实验前两天同时由同一个水塘抽取原水注满两个池。实验池加入大麦杆, 空白池则不加。大麦杆用量为干重 1.2 kg, 相对投加量为 $5 g \cdot m^{-3}$ 。大麦杆使用方法: 将直径约 25 cm、孔径约 10~12 mm、长约 80 cm 的管状聚乙烯网管做成类似香肠的形状, 将 100~150 g 的大麦杆松散地填充在此网中; 用绳将 4~5 条填充了大麦杆的管状网

收稿日期: 2005-01-12, 2005-02-20 接受

基金项目: 国家自然科学基金(40106014)、教育部留学归国人员基金(2005)、广东省自然科学基金(000760)、广东省水文局重点项目(SWZ-2003-03-04)

作者简介: 梁倩华(1977—), 广东省南海人, 在职硕士研究生, 研究方向为藻类分子生态学。E-mail: daphneleong@yahoo.com

*通讯作者

串连起来, 绳的两端固定在池边, 并在网中加入一些漂浮材料以保证麦秆浸满水时仍可停在水面附近。

实验于 2005 年 3 月 7 日至 5 月 23 日期间进行, 为期约 3 个月。采样频率为每周一次, 分别对实验池和对照池取水样进行藻类定性、定量和水质理化分析, 其中理化分析包括了 pH、溶氧、色度、浊度和温度等多个参数。

2 结果及讨论

水质方面, 两个水池色度和浊度的变化趋势较为相似, 可以说投加 $5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 的大麦秆对这两项参数变化的影响不大。另外, pH、溶氧等都在正常范围内, 因此认为水质没有因为投加大麦秆而有太大的变化。温度的变化对水池中藻类数量的变化也没有很明显的关系。

实验池在加入大麦秆前藻类数量为 $5 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 。实验初期藻类虽然曾增加到 $9.7 \times 10^7 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 但主要以硅藻门中的针杆藻(*Synedra* sp.)为主, 而非蓝藻。蓝藻数量自第四周起, 持续下降并维持在较低水平。究其原因, 可能是大麦秆在腐烂初期对针杆藻的生长有促进的作用, 但对于池中的蓝藻已有一定的抑制作用。第六周实验池藻类总数急剧下降, 第七至十一周, 实验池藻类数量都明显低于对照池, 第 11 周减少到 $1 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 后期藻量有轻微的上升, 种类以绿藻为主, 在最后一周藻类的总数量为 $2.5 \times 10^7 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 。对照池最初藻量为 $4 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 实验期间最高值出现在第四周, 为 $4.2 \times 10^7 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 最后两周藻量也有轻微的上升(图 1)。

实验初期实验池和对照池中蓝藻的数量均较高, 分别为 3.8×10^6 和 $2.6 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 均以假鱼腥藻为主, 其次是蓝纤维藻(*Dactylococcopsis* sp.)等。

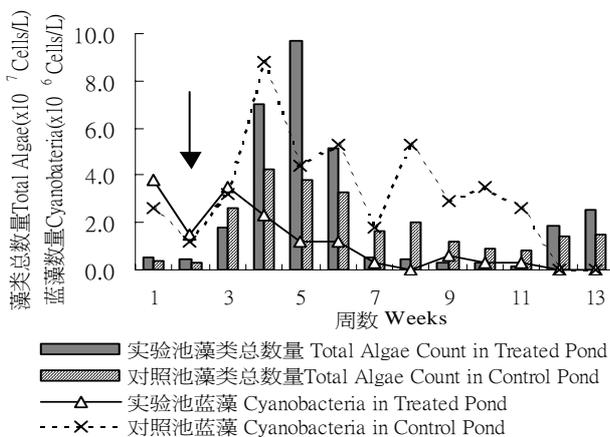


图 1 藻类总数量及蓝藻数量变化
Fig. 1 Total algae Count and Cyanobacteria Count in Two Ponds (↓):加入大麦秆 Input of Barley Straw

投放大麦秆后, 实验池蓝藻数量就一直受到控制(图 1); 而对照池蓝藻数量从第三周起到第十一周都高于实验池。在整个实验过程中, 实验池和对照池蓝藻的平均数量分别为 $1.1 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $3.2 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

加入大麦秆前, 两个水池的假鱼腥藻数量较为相近。加入大麦秆后, 实验池假鱼腥藻数量慢慢减少, 由原来的 $2.3 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 减少到实验中期时几乎检测不到(图 2); 第九周假鱼腥藻开始恢复生长, 但数量不多, 只有 $3 \times 10^5 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$ 。而对照池的假鱼腥藻数量仍然较高, 为 $2.9 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$; 对照池的假鱼腥藻的平均数量一直高于实验池, 最高值出现在第四周, 数量达到 $7.3 \times 10^6 \text{ cells}\cdot\text{L}^{-1}$, 远高于同期实验池的假鱼腥藻数量(图 2)。根据以上实验结果, 可以认为大麦秆对于丝状蓝藻, 尤其是假鱼腥藻有较好的抑制作用; 国外一些研究报告也认为大麦秆对蓝藻有较好的抑制作用^[4-5], 其抑制时间自大麦秆腐烂时开始, 但当大麦秆完全腐烂后, 其对假鱼腥藻的抑制作用便开始慢慢减退; 本实验中大麦秆抑藻时段大约是从投加后第四周到第十一周。

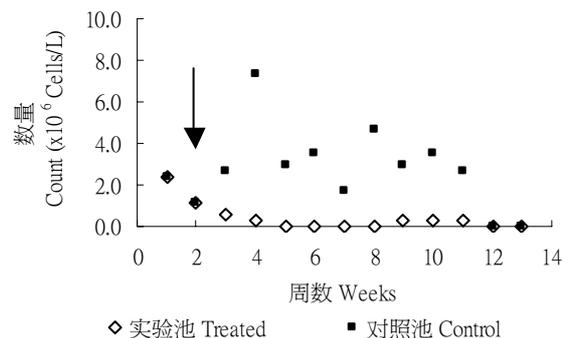


图 2 两池假鱼腥藻数量变化
Fig. 2 *Pseudanabaena* sp. Counts in Two Ponds (↓):加入大麦秆 Input of Barley Straw

自第二个月开始, 实验池的藻类生长情况与没有加入大麦秆的对照池相比有了明显区别, 说明在本地气候环境下, 大麦秆需要一至两个月的时间的腐烂分解后才开始发挥抑藻的作用。国外一些的研究表明抑藻时间可以通过持续补加大麦秆来延长, 而投加量也会影响它的抑藻效果^[5], 很多国外的户外研究实验都使用了 $25 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 或以上的用量^[4-5,7-8]。由于本实验没有补加大麦秆, 而且大麦秆使用量较低, 经过一段时间后(即第八周起), 一些藻类又重新生长起来, 绿藻是其中一种快速生长的藻类。

(下转第 127 页)

- 50(1):59-65.
- [4] 王金辉, 黄秀清. 2003. 具齿原甲藻的生态特征及赤潮成因浅析[J]. 应用生态学报, **14**(7):1065-1069.
- [5] 张 珩, 杨维东, 高 洁, 等. 2003. 二氧化氯对球形棕囊藻的抑制和杀灭作用[J]. 应用生态学报, **14**(7):1173-1176.
- [6] 王 悠, 俞志明. 2005. 海洋有害赤潮的生物防治对策(英文)[J]. 植物生态学报, **29**(4):665-671.
- [7] 曹西华, 俞志明. 2003. 有机改性粘土去除有害赤潮藻的研究[J]. 应用生态学报, **14**(7):1169-1172.
- [8] 南春容, 张海智, 董双林. 2004. 孔石莼水溶性抽提液抑制3种海洋赤潮藻的生长[J]. 环境科学学报, **24**(4):702-706.
- [9] Qiu Jin, Dong S L, Wang C. 2005. Allelopathic growth inhibition of *Prorocentrum micans*(Dinophyta) by *Ulva pertusa* and *Ulva linza* (Chlorophyta) in laboratory cultures[J]. *European Journal of Phycology*, **40**(1):31-37.
- [10] 张信连, 杨维东, 刘洁生, 等. 2005. 杉木粉对塔玛亚历山大藻生长的影响[J]. 海洋环境科学, **24**(2):23-25.
- [11] 高 洁, 杨维东, 刘洁生, 等. 2005. 利用小麦秸控制赤潮生物生长的研究[J]. 海洋环境科学, **24**(1):5-8.
- [12] 金朝晖, 庄源益, 赵 凡, 等. 1999. 凤眼莲提取物的抑藻作用及其分离鉴定[J]. 天津职业大学学报, **1**:25-28.
- [13] 唐 萍, 吴国荣, 陆长梅, 等. 2000. 凤眼莲根系分泌物对栅藻结构及代谢的影响[J]. 环境科学学报, **20**(3):355-359.
- [14] 李锋民, 胡洪营. 2004. 大型水生植物浸出液对藻的化感抑制作用[J]. 中国给水排水, **20**(11):18-21.
- [15] Mulderij G, Mooij W M, Van Donk E. 2005. Allelopathic growth inhibition and colony formation of the green alga *Scenedesmus obliquus* by the aquatic macrophyte *Stratiotes aloides*[J]. *Aquatic Ecology*, **39**: 11-21
- [16] Berger J, Schagerl M. 2005. Allelopathic activity of *Chara aspera*[J]. *Hydrobiologia*, **501**:109-115.
- [17] 鲜 鸣, 陈海东, 邹惠仙, 等. 2005. 淡水水生植物感作用研究进展[J]. 生态学杂志, **24**(6):664-669.
- [18] Ervin G N, Wetzel R G. 2003. An ecological perspective of allelochemical interference in land-water interface communities[J]. *Plant and Soil*, **256**:13-28.
- [19] Inderjit S, Duke O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy[J]. *Planta*, **217**:529-539.
- [20] Legrand C, Rengefors K, Fistarol G O, et al. 2003. Allelopathy in phytoplankton - biochemical, ecological and evolutionary aspects[J]. *Phycologia*, **42**(4): 406-419.
- [21] Jeong J H, Jin H J, Sohn C H, et al. 2000. Algicidal activity of the seaweed *Corallina pilulifera* against red tide microalgae[J]. *Journal of Applied Phycology*, **12**:37-43.
- [22] 高 雷, 李 博. 2004. 入侵植物凤眼莲研究现状及存在的问题[J]. 植物生态学报, **28**(6):735-752

(上接第123页)

总的来说, 初步实验结果显示投放大麦秆对于控制假鱼腥藻的生长应该是有效的, 因而对于长期受假鱼腥藻水华影响的当地水源应该有一定的帮助。就大麦秆投加量而言, 因考虑到本地原水为供应食水之用, 大麦秆可能会加大水质的浊度和色度, 故在本实验中大麦秆投加量相对较低 ($5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$), 结果发现这种投加量的抑藻效果和持续性都不够理想; 由于大麦秆对水体浊度和色度的影响不大, 且美国的实验证明大麦秆有净水作用^[6], 因此在接下来的实验里, 作者将尝试加大麦秆投加量和延长实验时间, 并在适当的时候补加大麦秆以维持其抑藻作用, 期望能得到更详细的资料和更可靠的实验结果, 为正式展开生物控藻工作提供科学依据。

参考文献

- [1] Brownlee E F, Sellner S G, Sellner K G. 2003. Effects of barley straw (*Hordeum vulgare*) on freshwater and brackish phytoplankton and cyanobacteria[J]. *Journal of Applied Phycology*, **15**:525-531.
- [2] Caffrey J M, Monahan C. 1999. Filamentous algal control using barley straw[J]. *Hydrobiologia*, **415**:315-318.
- [3] Ferrier M D, Butler B R, Terlizzi D E et al. 2005. The effect of barley straw (*Hordeum vulgare*) on the growth of freshwater algae[J]. *Bioresource Technology*, **96**(16): 1788-1795.
- [4] Everall N C, Lees D R. 1996. The Use Of Barley-Straw To Control General And Blue-Green Algal Growth In A Derbyshire Reservoir[J]. *Water Research*, **30**(2): 269-276.
- [5] Barrett P R F, Littlejohn J W, Curnow J. 1999. Long-term algal control in a reservoir using barley straw[J]. *Hydrobiologia*, **415**: 309-313.
- [6] 徐 敏, 毕永红, 赵先富, 等. 2002. 大麦秆在控制水华藻类中的应用[J]. 水生生物学报, **26**(6):706-711
- [7] Ridge I, Walters J, Street M. 1999. Algal growth control by terrestrial leaf litter: a realistic tool[J]. *Hydrobiologia* **395/396**:173-180.
- [8] Everall N C, Lees D R. 1997. The identification and significance of chemicals released from decomposing barley straw during reservoir algal control[J]. *Water Research*, **31**(3): 614-620.