

杨志红,田前进,吴诗谣,等. 芦竹对富营养化水体中磷及微生物的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):297-299.

# 芦竹对富营养化水体中磷及微生物的影响

杨志红, 田前进, 吴诗谣, 何梦莹, 廖玉萍, 俞丽莎, 韩志萍

(湖州师范学院,浙江湖州 313000)

**摘要:**水体富营养化是我国水环境面临的一个突出问题。本研究对太湖主要水源之一苕溪河水取样,采用组培芦竹苗定植于水体,在实验室条件下研究了组培芦竹对于富营养化水体中磷的去除和对水体微生物(细菌、真菌和放线菌)的影响。结果表明,水体中种植芦竹使水体中磷含量显著降低,磷浓度由 0.123 mg/L 降低到 0.002 mg/L,除磷效果显著;芦竹的定植对微生物有一定的影响。

**关键词:**芦竹;富营养化;磷;微生物

**中图分类号:**X52 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)01-0297-02

水污染是全球十大环境问题之一<sup>[1]</sup>。我国目前很多水体污染都比较严重,水体污染问题日益受到广泛关注。水污染中富营养化是一个突出的问题,通常认为氮、磷含量超标是水体富营养化的主要原因。富营养化水体中氮的有效去除有很多研究报道<sup>[2]</sup>。但磷污染的去除却一直是研究的一个难点。在富营养化治理研究中,植物富集作用在富营养化水体的净化与修复方面具有良好的效果<sup>[3]</sup>。目前认为,利用水生植物富集氮、磷是治理、调节和抑制湖泊富营养化的有效途径<sup>[4]</sup>。水体中,除植物外,其他生物对于污染的修复也有着很重要的影响。研究结果表明,湿地对磷的截留主要是通过土壤吸附和沉淀、植物吸收、微生物固定、泥炭增长等作用来实现<sup>[5-6]</sup>。

在污染修复的植物中,芦竹是一种经常被采用的材料。芦竹(*Arundo donax* Linn.)为禾本科芦竹属一种多年生草本植物,原产我国,具有水陆两生的特点。芦竹在我国很多地区都有分布,应用芦竹修复污染,不存在外来物种入侵的问题,是一种理想的富营养化修复材料。芦竹在镉、汞等重金属污染修复,以及在污染水源的净化等方面有很多研究报道<sup>[7-8]</sup>。数据显示对于污染的修复,芦竹有明显的效果。但是,污染修复中芦竹材料的来源却是一个问题。芦竹最有效繁殖方法是组织培养。但是,目前并没有组培繁殖芦竹应用于水体污染修复的相关研究报道。本研究在前期建立芦竹组培体系的基础上,利用组培苗进行芦竹对富营养化水体中磷的去除和水体微生物影响的研究,为大规模利用芦竹组培苗进行水体污染修复提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料和设计

本研究以芦竹为试验材料,将实验室通过组织培养获得的芦竹苗进行室外驯化移栽,培养 60 d 后,选择长势相近,株高为 20~30 cm 的芦竹清洗干净后,定植于水箱中。试验采用 40 cm×40 cm×60 cm 水箱。试验富营养化水样取自苕溪

河(太湖主要河流),取水时间为 2011 年 9 月 4 日,取水方式:抽取河水(水面下 60 cm 处)。取河水后,立即运到实验室,均匀放置于各水箱中,每水箱 30 L。组培芦竹苗在实验水箱中定植方式采用塑料泡沫板打孔定植,在定植孔中用海绵固定植株,种植密度为每水箱 30 株,以不放置芦竹为对照,每个处理 3 次重复。

### 1.2 水体中磷测定

每隔 4 d 进行水箱水体采样,水体中总磷采用钼酸铵分光光度法测定。

### 1.3 微生物测定

试验水体中微生物(细菌、真菌、放线菌)分别采用牛肉膏蛋白胨、马丁氏培养基、高氏一号培养基培养,采取平板计数法计数分析,取样时各个水箱中分别取 1 mL 水样,稀释 10 倍后,取 100  $\mu$ L,于超净台内均匀涂布于培养基上,于 28  $^{\circ}$ C 条件下培养 48 h 后观察计数。

### 1.4 数据处理

磷含量变化采用 SPSS 16.0 统计软件对结果进行分析。微生物含量变化采用 Sigmaplot 10 软件进行作图比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水体中磷含量变化

水箱中水体磷含量表现为随芦竹定植时间的延长而逐渐减少,定植芦竹试验组水体中磷含量与对照组相比明显降低(表 1)。

芦竹定植后 4、8、12 d 水体中磷含量显著减少。12 d 和 16 d 比较,差异不显著。16 d 和 20、24、28 d 比较,差异显著,表现为芦竹定植前期水体中磷含量减少幅度较大,定植后期水体中磷含量减少幅度变小。

### 2.2 水体中微生物含量变化

**2.2.1 细菌含量变化** 在试验期间,水体中细菌含量呈现先高后低的变化趋势。试验组和对照组变化趋势相同,在 12 d 时分别达到最大值 14.6 CFU/ $\mu$ L 和 16.8 CFU/ $\mu$ L,随后水体中细菌含量逐渐降低,28 d 时分别达到最低值 10.0 CFU/ $\mu$ L 和 11.1 CFU/ $\mu$ L。试验组和对照组相比,16 d 时试验组比对照组差值达到最大(3.2 CFU/ $\mu$ L)。芦竹定植 8 d 后试验组细菌含量一直低于对照组(图 1)。

收稿日期:2013-05-25

基金项目:国家自然科学基金(编号:31070451)。

作者简介:杨志红,男,博士,讲师,从事植物分子生物学研究。

E-mail: yangzhihong@hutc.zj.cn。

表 1 种植芦竹对水体中磷含量变化的影响

采样日期 (月-日)	对照组磷含量 (mg/L)	试验组磷含量 (mg/L)	磷含量变化 (mg/L)
09-06	0.123	0.123	0.000a
09-10	0.118	0.094	0.024b
09-14	0.086	0.028	0.058c
09-18	0.092	0.021	0.071d
09-22	0.084	0.015	0.069d
09-26	0.089	0.007	0.082e
09-30	0.081	0.005	0.076de
10-04	0.073	0.002	0.071de

注:同列数据后不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平。

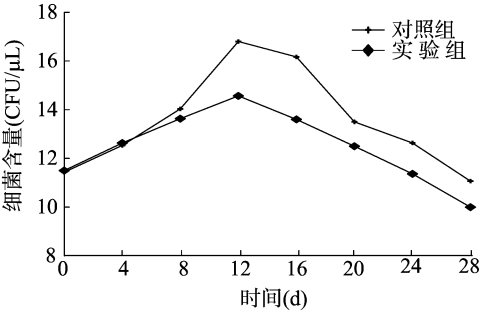


图1 种植芦竹对水体中细菌含量的影响

2.2.2 真菌含量变化 真菌含量表现为在试验过程中试验组和对照组水体中真菌含量与初始含量相比,都有降低,但变化趋势试验组和对照组相比有差异。水体中真菌含量对照组整体表现为下降趋势,试验组在 8~24 d 时和初始含量相比,表现为下降趋势。但是 28 d 水体中真菌含量与 8~24 d 相比,表现为上升(图 2)。表明水体中种植芦竹对真菌含量有明显的影

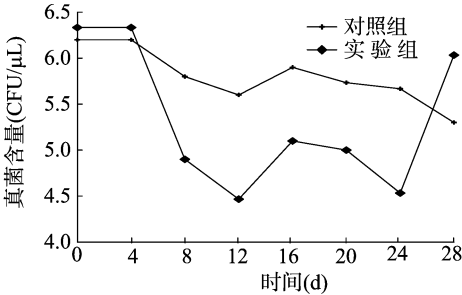


图2 种植芦竹对水体中真菌含量的影响

2.2.3 放线菌含量变化 试验组和对照组相比,水体中放线菌含量 24 d 前整体变化趋势相似,在 4 d 时升高最快,4~24 d 放线菌含量虽然整体呈升高趋势,但是变化不大。28 d 时,试验组放线菌含量出现明显下降,由 4~24 d 时的 2.8~3.6 CFU/μL 降低为 2.5 CFU/μL,而对对照组下降不明显(图 3)。

3 讨论

3.1 水体中磷含量的变化

本研究在应用芦竹去除磷污染试验中,磷的浓度从最初的 0.123 mg/L 降低到 0.002 mg/L,降低了 98.37%。和对照 28 d 后磷浓度 0.073 mg/L 相比,降低 97.26%。水体中磷的浓

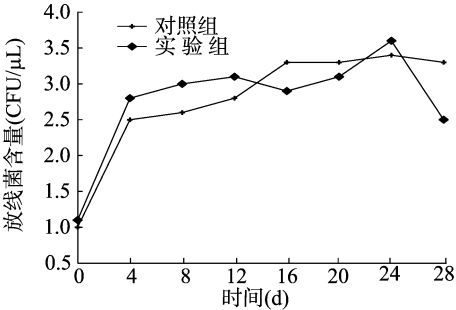


图3 种植芦竹对水体中放线菌含量的影响

度得到了显著的降低。

胡开林等在进行磷浓度和藻类关系的研究中得出,磷浓度为 0.03 mg/L 以上时,藻类会迅速繁殖而引发水体富营养化<sup>[9]</sup>。表明组培芦竹使水体中磷的浓度得到了有效降低,组培芦竹对于富营养化水体中磷污染的修复有很好的作用。

3.2 水体中细菌含量变化

冯胜等对细菌含量和富营养化关系的研究中得出,细菌数量呈现随水体营养水平增加而上升的趋势<sup>[10]</sup>,细菌数量和富营养化水平呈正相关。本研究细菌含量变化为先高后低。分析原因主要是和富营养化水平有关。前期富营养化水平等环境条件可以满足细菌的增殖,表现为细菌含量的增加。后期磷含量降低,代表了富营养化水平的降低,随着富营养化水平的降低,环境不利于细菌繁殖,表现为细菌含量出现下降。

3.3 水体中真菌含量的变化

宋关玲等在富营养化水体中真菌含量变化的研究中,报道利用菌根真菌控制湖泊面源污染,指出真菌在污染修复中的作用<sup>[11]</sup>。本试验结果显示水体中真菌含量变化在芦竹定植组表现为后期的上升。变化原因可能是植物和真菌的相互作用,植物在促进真菌生长方面起到了作用,引起水体真菌含量的变化。

3.4 水体中放线菌含量的变化

纪荣平等指出富营养化水体中臭味物质的浓度与水体富营养化程度以及放线菌的生物量呈正相关<sup>[12]</sup>。本试验后期种植芦竹试验组水体中放线菌量和对对照组相比出现下降,可能是由于试验组富营养化元素下降造成。

微生物对于富营养化的影响,有研究结果表明微生物与水体污染物去除率密切相关,对污染物的去除有良好的促进作用<sup>[13]</sup>。因此,微生物在整个富营养化修复中是不可忽视的影响因子。在对富营养化的研究过程中。生物操纵理论目前得到了很多研究人员的认可。该理论认为富营养化水体生态系统中植物、动物、微生物等物种在食物链中的地位以及它们之间的相互关系非常重要<sup>[14]</sup>。对于水体生态系统,植物、动物和微生物都是整个生态系统的重要组成部分。只有植物、动物和微生物形成了一个良好的生态系统,整个水体生态才能不容易打破,蓝藻等才不容易大量繁殖造成危害。因此,研究人员采取植物和动物组成的系统来进行富营养化水体的修复,如王彦玲等人利用植物与螺组合对富营养化水体进行净化<sup>[15]</sup>。也有使用微生物来进行修复,如:王琳等报道了微生物菌剂修复富营养化水体的研究<sup>[16]</sup>。显示出植物、动物、微生物在生态修复中都具有重要的作用。

姚 丽,禹 婷,秦 刚,等. 转双抗虫基因 741 杨树对节肢动物群落食物网的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):299-301.

# 转双抗虫基因 741 杨树对节肢动物群落食物网的影响

姚 丽<sup>1</sup>, 禹 婷<sup>1</sup>, 秦 刚<sup>1</sup>, 高宝嘉<sup>2</sup>

(1. 成都农业科技职业学院农学院园艺分院, 四川成都 611130; 2. 河北北方学院, 河北张家口 075000)

**摘要:**利用食物网理论,研究了转双抗虫基因 741 杨树节肢动物群落的食物网的构成和特征。结果表明,与未转抗虫基因 741 杨树的节肢动物群落(对照)相比,转双抗虫基因 741 杨树的节肢动物群落的营养层次多样性、物种多样性、网络复杂多样性和广义信息多样性均有所升高。说明,转双抗虫基因 741 杨树节肢动物群落稳定性优于未转抗虫基因 741 杨树节肢动物群落,转双抗虫基因 741 杨树节肢动物群落对来自外界干扰的抵抗力增强或者在群落受到干扰后恢复力增强。

**关键词:**转双抗虫基因;杨树;节肢动物;群落;食物网

**中图分类号:** S433 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0299-03

杨树节肢动物群落是以杨树为中心的多种害虫、天敌、中性昆虫共存且通过营养取食关系组成的复杂的稳定的生态系统。转基因的插入,直接影响目标害虫种群,从而有可能通过营养关系影响群落中的其他种群,并最终导致整个生态系统稳定性的破坏。众多学者<sup>[1-7]</sup>多采用 Shanner-Wiener 多样性指数反映群落稳定性,但该方法忽略了节肢动物群落不同物种的作用,以及同种内不同个体的差别和群落内营养的复杂性。而食物网直观地反映了群落中物种间的取食相互作用,定量地反映了群落结构的营养层次、物种数、均匀度和网络结构的复杂程度,因而更能从本质上反映群落复杂的构成和在一定程度上反映群落的稳定程度。故本试验研究转双抗

虫基因 741 杨树对杨树节肢动物群落食物网的影响,为进一步解释节肢动物群落稳定性的变化机制提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料及种植

转双抗虫基因 741 杨树高抗株系 Pb29 是河北农业大学林业资源与工程学院生物技术实验室和中国科学院合作,运用农杆菌介导法将 Bt 杀虫蛋白基因(*BtCryIIAc*)和慈菇蛋白酶抑制基因(*API*)同时转入优良毛白杨无性系 741 杨树,获得的转基因无性系<sup>[8-9]</sup>。在河北省涿州国家务林场田间栽培试验林(经国家林业局生物基因工程安全委员会批准的大田释放地)种植未转抗虫基因 741 杨树(CK)和转双抗虫基因 741 杨树高抗株系 Pb29)。面积 50 hm<sup>2</sup>,树龄为 2~3 年生。四周种植黑杨作为隔离林带。整块试验地的自然条件和人为管理均一致。在整个试验阶段林地不做任何肥水及喷施农药管理。

### 1.2 调查方法

试验采用随机抽样的方法,对CK和高抗Pb29每次随机抽

收稿日期:2013-05-06

基金项目:国家自然科学基金(编号:30070626);转基因生物新品种培育重大科技专项(编号:2009ZX08011-027B)。

作者简介:姚 丽(1980—),女,硕士,讲师,主要从事昆虫学教学与研究工作。E-mail:625635315@qq.com。

通信作者:高宝嘉,教授,博士生导师。E-mail:baojiagao@163.com。

## 参考文献:

- [1] 黄巧娟,陈礼刚,蒋端生,等. 污水中解有机磷微生物的筛选[J]. 湖南人文科技学院学报,2012,4(2):80-82.
- [2] 叶志平,王凤英,何国伟. 改性沸石混合矿物对富营养化水中磷的吸附性能研究[J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2011,5(2):91-96.
- [3] 宋海亮,吕锡武. 利用植物控制水体富营养化的研究与实践[J]. 安全与环境工程,2004,11(3):35-39.
- [4] 胡 萍,周 青. 太湖水体富营养化的植物修复[J]. 农业系统科学与综合研究,2008,24(4):447-451.
- [5] 潘继花,何 岩,邓 伟,等. 湿地对水中磷素净化作用的研究进展[J]. 生态环境,2004,13(1):102-104,108.
- [6] 叶琳琳,朱 燕,徐圣友. 微生物对巢湖沉积物生物可利用磷的稳定性影响[J]. 资源环境与工程,2007,21(3):339-343.
- [7] 韩志萍,胡晓斌,胡正海. 芦竹修复镉汞污染湿地的研究[J]. 应用生态学报,2005,16(5):945-950.
- [8] 耿 兵,张燕荣,王妮珊,等. 不同水生植物净化污染源水的试

- 验研究[J]. 农业环境科学学报,2011,30(3):548-553.
- [9] 胡开林,邓 柳,王丽风. 城市污水处理与受纳湖库水体富营养化成因分析[J]. 昆明理工大学学报:理工版,2004,29(4):168-172.
- [10] 冯 胜,秦伯强,高 光. 细菌群落结构对水体富营养化的响应[J]. 环境科学学报,2007,27(11):1823-1829.
- [11] 宋关玲,侯文华,汪群慧,等. 菌根真菌在控制湖泊面源污染的应用前景[J]. 东北农业大学学报,2005,36(1):124-128.
- [12] 纪荣平,吕锡武,李先宁. 富营养化水源水中臭味物质的去除技术[J]. 给水排水,2004,30(10):8-13.
- [13] 郑焕春,周 青. 微生物在富营养化水体生物修复中的作用[J]. 中国生态农业学报,2009,17(1):197-202.
- [14] 刘春光,邱金泉,王 雯,等. 富营养化湖泊治理中的生物操纵理论[J]. 农业环境科学学报,2004,23(1):198-201.
- [15] 王彦珍,韩士群,宋 伟,等. 植物与螺组合浮床对富营养化水体的净化效果[J]. 江苏农业学报,2011,27(2):295-300.
- [16] 王 琳,王迎春,李 季,等. 微生物菌剂处理富营养化景观水体的室内试验研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(1):88-91.