

徐德兰,张翠英. 菖蒲对模拟湖泊环境下磷空间分布和碱性磷酸酶活性影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):368-370.

# 菖蒲对模拟湖泊环境下磷空间分布和碱性磷酸酶活性的影响

徐德兰, 张翠英

(徐州工程学院环境工程学院, 江苏徐州 221008)

**摘要:**在模拟湖泊环境条件下,研究了菖蒲对磷元素的空间(水体和底泥)分布以及碱性磷酸酶活性的影响。结果表明,菖蒲种植区水体和底泥中的总磷含量高于无菖蒲对照(无草区),而底泥中碱性磷酸酶的活性显著低于无菖蒲对照;菖蒲种植区总磷含量与碱性磷酸酶活性相关性不显著,无菖蒲对照水体、沉积物表层、沉积物次表层总磷含量与沉积物表层碱性磷酸酶活性达显著或极显著相关。

**关键词:**湖泊;磷;碱性磷酸酶;菖蒲;相关性

**中图分类号:** S181.3    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0368-02

磷污染物进入湖泊水环境后会因为迁移而进入水体、底泥中,充分认识湖泊环境条件下水体和底泥中的磷元素空间分布规律对控制湖泊中磷元素具有很好的价值,是目前研究的热点课题<sup>[1]</sup>。水体和底泥中的磷浓度是控制浮游植物生长至关重要的因素,而水体中的磷多数以固态和胶体态形式存在,其中只有约5%的溶解性磷是决定浮游植物可用磷源,而一些固态磷可以在碱性磷酸酶(APA)的作用下转化为可溶性磷<sup>[2]</sup>,因此碱性磷酸酶的数量和活性是影响溶解性磷浓度高低的关键<sup>[3]</sup>。菖蒲(*Acorus calamus*)是天南星科的多年生挺水植物,适宜水景岸边及水体绿化,也可作盆栽观赏或布景用。目前,有关菖蒲的研究多集中在其对水体中氮磷去除等方面<sup>[4-6]</sup>,但有关菖蒲对湖泊环境中磷空间分布及碱性磷酸酶活性的影响还未见报道。本试验研究菖蒲在模拟湖泊环境下对磷空间分布规律的影响,并探讨磷元素分布与碱性磷酸酶活性之间的关系,旨在掌握湖泊磷元素的空间分布规律,为浮游植物的控制和富营养化水体的治理提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验所用沉积物采集于中国矿业大学南湖校区小池塘,采用柱状采样器采取表层沉积物,混合后置于整理箱中,整理箱由有机玻璃制作。将整理箱置于徐州工程学院玻璃花房内进行培养,在温室下模拟封闭性浅水湖泊生态系统。将取自同一地点的菖蒲栽于整理箱底泥中,箱中注入配制好的营养液。在培养过程中,每天向试验装置中通入O<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>,以调节上覆水体溶解氧浓度,同时使用NaOH和HCl调节pH值,第1次取样时间为泥水界面建立稳定后,以后平均每7d取1次

样,共取5次样,测定上覆水体及沉积物(表层、次表层、第3层)中的磷含量及碱性磷酸酶活性,同时每组处理设3次重复,并以只有载体而无植物的整理箱为对照(无菖蒲区)。

### 1.2 分析检测方法

沉积物中总磷的测定为H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HClO<sub>4</sub>消解钼锑抗比色法<sup>[7]</sup>。碱性磷酸酶(APA)的测定以对硝基苯磷酸二钠(PNPP)为底物,进行Tris反应,NaOH中止反应,420 nm下测定吸光度,碱性磷酸酶活性以每1g土生成的对硝基酚的量表示<sup>[8]</sup>。采用SPSS 13.0软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 菖蒲对磷空间分布的影响

2.1.1 水体中磷含量变化 从图1可见,随着培养时间的延长,水体中磷呈现先下降后升高趋势,而且菖蒲种植区磷含量高于无菖蒲区。

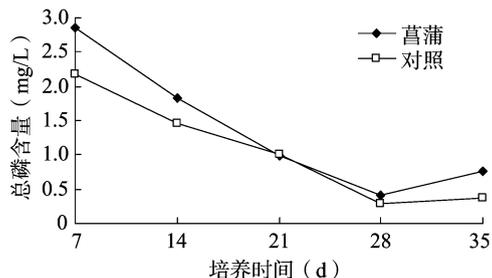


图1 水体中总磷含量变化

2.1.2 沉积物中磷空间分布 从菖蒲种植区沉积物不同深度总磷含量变化(图2)可以看出,表层磷含量先大于次表层,随着培养时间的延长,表层磷含量小于次表层,可能是因为表层磷容易溶解到水体中的原因,而次表层磷却不容易溶解到水体中;对于第3层磷含量变化趋势是逐步减少,这是因为随着菖蒲生长,对沉积物中磷具有吸收作用。无菖蒲对照沉积物不同深度总磷含量显示,各层总磷含量几乎都有所下降,表层磷含量的降低程度较次表层和内层均要快得多,说明没有种植菖蒲的沉积物中的磷仍然被去除,这可能与微生物同化作用和化学络合作用等有关。

收稿日期:2013-10-31

基金项目:国家住房和城乡建设部科学技术计划(编号:2012K79);江苏省徐州市科技计划(编号:XM12B087、XM12B086);徐州工程学院青年项目(编号:XKY2011212)。

作者简介:徐德兰(1975—),男,博士,副教授,主要从事农业生态环境方面的教学和研究工作。

通信作者:张翠英,研究生。E-mail: cuiyingzhang@163.com。

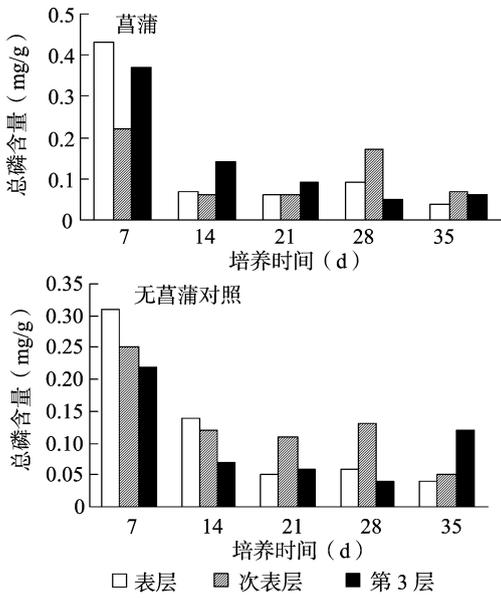


图2 沉积物不同深度总磷含量

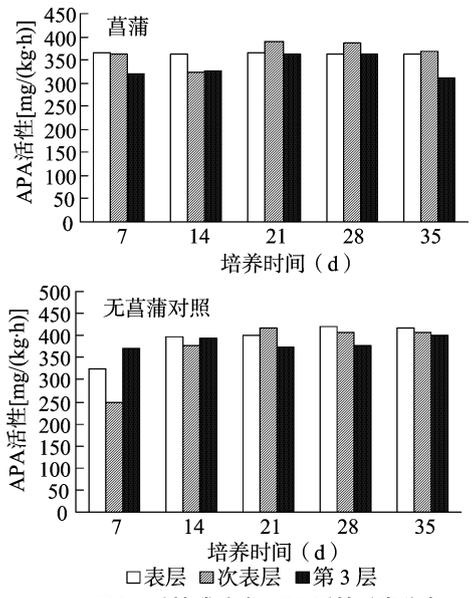


图4 碱性磷酸酶(APA)活性垂直分布

2.2 菖蒲对 APA 活性影响

由图3可见,菖蒲种植区碱性磷酸酶活性比无菖蒲对照低得多,而且随着培养时间的推移,无菖蒲对照碱性磷酸酶活性呈上升趋势,从385 mg/(kg·h)逐渐增加到401 mg/(kg·h);而菖蒲种植区沉积物中碱性磷酸酶活性呈下降趋势,从365 mg/(kg·h)逐渐下降到347 mg/(kg·h)。由此可见,菖蒲对碱性磷酸酶有非常明显的抑制作用。

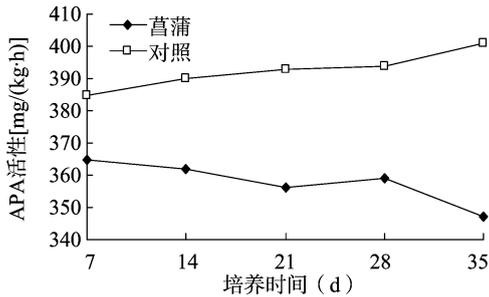


图3 碱性磷酸酶(APA)活性

从图4可见,菖蒲种植区沉积物碱性磷酸酶的活性在310~390 mg/(kg·h)内波动,而对照区在249~419 mg/(kg·h)内变化。菖蒲种植区沉积物各层中,以次表层碱性磷酸酶活性最高,为366.4 mg/(kg·h),其次为表层,第3层最低;对照区沉积物各层中,以表层碱性磷酸酶活性最高,为392.0 mg/(kg·h),其次为第3层,次表层最低。菖蒲对沉积物各层碱性磷酸酶的活性影响较大。

2.3 总磷含量与碱性磷酸酶活性的相关性

模拟湖泊环境下总磷含量与碱性磷酸酶活性相关性见表1和表2。由表1可知,在菖蒲种植区,无论在水体还是底泥中,总磷含量与碱性磷酸酶活性相关性均不显著。由表2可见,无菖蒲对照沉积物表层 APA 活性与水体、沉积物表层、沉积物次表层总磷含量显著或极显著相关;沉积物次表层 APA 活性与水体总磷含量相关不显著,与沉积物次表层、第3层的总磷含量极显著和显著相关;沉积物第3层 APA 活性与水体、沉积物表层、沉积物次表层、第3层的总磷含量相关不显著。

表1 菖蒲区总磷含量与碱性磷酸酶活性的相关关系

指标	相关系数			
	沉积物表层 APA 活性	沉积物次表层 APA 活性	沉积物第3层 APA 活性	沉积物平均 APA 活性
水体总磷	0.525	-0.524	-0.506	-0.558
沉积物表层总磷	0.318	-0.061	-0.310	-0.189
沉积物次表层总磷	-0.149	0.228	-0.009	0.124
沉积物第3层总磷	0.467	-0.284	-0.421	-0.373
沉积物3层平均总磷	0.291	-0.087	-0.304	-0.202

表2 对照区总磷含量与碱性磷酸酶活性的相关关系

指标	相关系数			
	沉积物表层 APA 活性	沉积物次表层 APA 活性	沉积物第3层 APA 活性	沉积物平均 APA 活性
水体总磷	-0.908 *	-0.856	-0.365	-0.871
沉积物表层总磷	-0.962 **	-0.985 **	-0.417	-0.973 **
沉积物次表层总磷	-0.917 **	-0.908 *	-0.731	-0.946 *
沉积物第3层总磷	-0.868	-0.896 *	-0.185	-0.861
沉积物3层平均总磷	-0.982 **	-0.998 **	-0.469	-0.994 **

注:\*\*表示相关性达极显著水平( $P < 0.01$ ),\*表示相关性达显著水平( $P < 0.05$ )。

3 结论

菖蒲种植区水体中磷含量高于对照区,并且呈现先下降后升高趋势;菖蒲种植区沉积物表层磷含量先大于次表层,随着培养时间的延长,同时沉积物表层总磷含量小于次表层。在培养过程中,无菖蒲对照沉积物各层总磷含量也下降,其中表层降低最快。

菖蒲种植区碱性磷酸酶活性显著低于无菖蒲对照;菖蒲种植区沉积物以次表层碱性磷酸酶活性最高,其次为表层,第3层最低;无菖蒲对照沉积物各层以表层碱性磷酸酶活性最高,第3层次之,次表层最低。

在菖蒲种植区,水体、底泥中总磷含量与碱性磷酸酶活性相关性均不显著,而无菖蒲对照水体、沉积物表层、沉积物次

李文凤,房翠翠,霍英芝.不同植被类型、海拔高度土壤芽孢杆菌的空间分布特征[J].江苏农业科学,2014,42(8):370-371.

# 不同植被类型、海拔高度土壤芽孢杆菌的空间分布特征

李文凤,房翠翠,霍英芝

(西藏农牧学院资源与环境学院,西藏林芝 860000)

**摘要:**为了解不同海拔高度、不同植被类型土壤芽孢杆菌的分布状况和菌群多样性,以西藏色季拉山东坡土壤为研究对象,根据野外调查采样情况和实验室统计分析结果,结合GIS空间分析方法分析土壤芽孢杆菌的分布特征。结果表明:土壤芽孢杆菌数量随着海拔的升高而增加,同一海拔高度不同土层厚度土壤芽孢杆菌数量随土层深度增加而减少,土壤养分含量和土壤芽孢杆菌数量呈正相关性。

**关键词:**土壤;芽孢杆菌;色季拉山;海拔;植被类型;高寒植被;资源利用

**中图分类号:**S154.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)08-0370-02

芽孢杆菌属(*Bacillus*)由德国布雷斯劳大学植物生理研究所的Cohn命名<sup>[1]</sup>,该属是一类好氧或兼性厌氧、产生抗逆性、能形成芽孢(内生孢子)的杆菌,属于革兰氏阳性菌。由于它们能够产生对热、电磁辐射、紫外线和部分化学药品具有很强抗性的芽孢,因此可在多种不良环境下生长。芽孢杆菌在自然界中分布广泛,与大家的生活也密切相关,在工业、医药、农业和科研等方面都具备广泛的实用价值。色季拉山位于西藏自治区林芝县以东,属于念青唐古拉山脉,该山脉高寒物种丰富,生态系统类型多样,植被类型具有明显的高寒荒漠特征。目前,对于色季拉山土壤微生物的系统研究相对较少,本研究以色季拉山不同海拔高度的不同植被类型为研究对象,探讨其土壤芽孢杆菌空间分布特征以及土壤养分和土壤微生物的相关性,以期为高寒植被生态环境系统保护和土壤芽孢杆菌资源开发利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 土壤采集

色季拉山地处青藏高原东南部 94°25'~94°45'E、29°35'~29°57'N,受印度洋暖湿季风影响,属于湿润气候区和半湿润气候区过渡带,年均气温-0.7℃,年均降水量600~

1 000 mm,其生物气候垂直分布,土壤类型和植被类型多样性显著<sup>[2]</sup>。本试验分别选取色季拉山东坡云杉林(3 000~3 500 m)、冷杉林(3 500~4 100 m)和方柏枝林(4 100~4 300 m)3个不同海拔高度的试验地段,且每个地段随机设置2个样地(30 m×30 m),在每个样地随机设置3个采样点。于2013年5月采集土样,除去土壤表层凋落物,采用多点混合法分别采集0~20、20~40 cm的土壤,筛去石砾等杂质后,一份土样保存在4℃冰箱中,并在2~3 d内完成土壤芽孢杆菌的分离;另一份土壤风干后用于测定土壤理化性质及土壤酶活性。

### 1.2 土壤芽孢杆菌的分离

土壤芽孢杆菌的分离、计数采用稀释平板法,培养基采用牛肉膏蛋白胨麦芽汁琼脂培养基<sup>[3-4]</sup>,121℃高压灭菌20 min,备用。称取10 g土样,加入95 mL 0.85%生理盐水,于灭菌后的三角瓶中振荡15 min,再静置15 min,吸取上层清液作为试验菌液。在无菌操作台中用移液枪吸取0.5 mL菌液,再注入4.5 mL 0.85%生理盐水中,摇匀后稀释为 $10^{-1}$ ,直至稀释为 $10^{-3}$ 后放入85℃水浴锅中,10 min后再把菌液均匀涂布在固体培养基中,倒置于30℃培养箱中,培养3~4 d。

### 1.3 菌群鉴定

土壤芽孢杆菌的鉴定包括菌株外形特征观察、革兰氏染色、淀粉水解、吡啶试验和葡萄糖产酸试验,具体操作和鉴定标准参照文献<sup>[5-6]</sup>。

### 1.4 土壤理化性质测定

土壤基本理化性质的测定内容包括土壤有机质含量、土

收稿日期:2014-03-05

基金项目:西藏农牧学院青年科研基金。

作者简介:李文凤(1982—),女,陕西吴起人,硕士,讲师,主要从事土地资源与空间信息技术等研究。E-mail:lwfl029@126.com。

表层总磷含量与沉积物表层碱性磷酸酶活性呈现显著或极显著相关性。

## 参考文献:

- [1]高光,高锡芸,秦伯强,等.太湖水体中碱性磷酸酶的作用阈值[J].湖泊科学,2000,12(4):353-358.
- [2]王维娜,孙儒泳,王安利,等.环境因子对日本沼虾消化酶和碱性磷酸酶的影响[J].应用生态学报,2002,13(9):1153-1156.
- [3]周易勇,李建秋,张敏,等.浅水湖泊中沉积物碱性磷酸酶动力学参数的分布[J].湖泊科学,2001,13(3):261-266.
- [4]周世玲,房岩,孙刚,等.菖蒲对污水中氮及磷的净化效应

[J].北方园艺,2013(10):51-53.

- [5]李琳,刘娜娜,达良俊.鸢尾和菖蒲不同器官对富营养化水体中氮磷的积累效应[J].环境污染与防治,2006,28(12):901-903,907.
- [6]刘春光,王春生,李贺,等.几种大型水生植物对富营养化水体中氮和磷的去除效果[J].农业环境科学学报,2006,25(S2):635-638.
- [7]胡俊,丰民义,吴永红,等.沉水植物对沉积物中磷赋存形态影响的初步研究[J].环境化学,2006,25(1):28-31.
- [8]夏卓英,陈芳,宋春雷,等.长江中下游部分湖泊沉积物碱性磷酸酶分布及其作用研究[J].水生生物学报,2007,31(1):9-17.