

# 两种水生植物净化生活污水的影响因素研究

胡彦春, 魏 铮, 洪剑明

(首都师范大学 生命科学院, 北京 100037)

**摘 要:** 在实验室人工模拟不同的停留时间、温度、光照条件, 对2种水生植物(小茨藻和狐尾藻)的氮磷去除效果进行了对比研究。利用正交实验分析, 探讨了各个影响因素对污水中总氮、总磷去除的影响, 目的在于找出这些因素对净化污水作用的影响大小以及主次关系。分析结果表明: 2种植物处理生活污水的最适条件为停留时间 48 h、温度 20℃、光照 66%。

**关键词:** 去除率; 生活污水; 正交

**中图分类号:** S 682.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)06-0031-03

我国是一个水资源贫乏的国家, 人均水资源占有量仅为世界平均水平的 1/4, 且时空分布不均。另一方面, 由于人口增多大量的生活污水未经处理就排放, 造成进一步污染, 更是加重了水资源短缺问题。植物作为处理污染水体的一种手段具有低耗、高效等优点, 已经得到很多国内外学者的认同<sup>[1-3]</sup>。试验证明, 很多植物如芦苇、香蒲、美人蕉等都对改善水质、去除污水中的 N、P 具有明显的效果。但是目前对湿地植物的研究报道多集中在大型挺水植物的污水净化功能上, 对沉水植物研究较少。沉水植物为适应水中生活, 茎、叶和表皮都与根一样具有吸收作用, 可更好的对水体中营养盐类进行吸收降解。近年来的研究还发现, 大型沉水植物能够为固着性藻类生长提供附着表面, 增加附生植物对养分的吸收<sup>[4]</sup>。此外, 沉水植物还可以提高水体透明度, 改善水下光照条件, 增加水体溶解氧, 并对有害藻类有抑制作用。针对北京地区湿地常见的 2 种沉水植物小茨藻和狐尾藻进行了研究, 通过正交实验确定 2 种植物最佳的污水处理条件, 同时也为人工湿地植物的筛选提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用北京地区 2 种常见的水生植物, 包括小茨藻和狐尾藻(均采自北京汉石桥湿地自然保护区)。

小茨藻(*Najas minor* All.): 1 a 生沉水草本。生于静水池塘中, 植株可作饲料。狐尾藻(*Myriophyllum spicatum* L.): 水生草本, 茎光滑, 圆柱形, 长达 2 m, 根状

茎生于泥中。适应性强, 观赏价值高, 可用于园林水体中。

### 1.2 试验设计

试验在智能人工气候箱中进行, 温度、光照和时间按照每次试验要求设定。选取鲜重约 15 g、生长状况良好的各植株, 用去离子水冲洗干净, 晾干, 种植在 3 L 烧杯中, 为了固定植物, 杯底铺上 2 cm 厚的石英砂。烧杯中加入 2.5 L 用自来水 1:5 稀释过的学生宿舍生活污水, 水质指标见表 1。相同条件下每种植物均设 2 个平行样。另外, 取只含石英砂而不放植物的作为空白对比样品, 空白也设 2 个平行样。

表 1 污水水质指标

pH 值	溶解氧/mg·L <sup>-1</sup>	总氮/mg·L <sup>-1</sup>	总磷/mg·L <sup>-1</sup>
7.64	2.81	12.35	0.32

试验主要针对 3 个因素进行, 分别为: 停留时间、温度和光照。3 个因素分别设 3 个水平: 停留时间 24、48、72 h; 温度 10、20、30℃; 光照 33%、50%、66%。正交实验设计的是 3 因素 3 水平正交, 即 L(3<sup>3</sup>)。以氮磷去除率为指标评价污水的净化效果, 从而选出最佳水平的组合。因素水平和正交方案分别见表 2 和表 3。

表 2 实验因素水平设计

水平	因素		
	停留时间(A)/h	温度(B)/℃	光照(C)/%
1	24	10	33
2	48	20	50
3	72	30	66

### 1.3 测定项目与方法

试验测定了总氮(TN)、总磷(TP)。TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法, TP 用钼锑抗分光光度法测定, 各种指标的测试方法均按国家环保局编制的《水和废水监测分析方法》进行<sup>[5]</sup>。仪器: UV2000 型分光光度计, 灭菌锅, 分析天平等。

第一作者简介: 胡彦春(1983), 女, 北京人, 在读硕士, 主要研究方向为人工湿地植物与污水处理。E-mail: cleverhu@tom.com.  
通讯作者: 洪剑明。  
基金项目: 北京市教育委员会资助项目(KM 200510028009)。  
收稿日期: 2008-01-23

表 3 正交方案			
实验号	因素		
	停留时间(A)/h	温度(B)/℃	光照(C)/%
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

2 结果和讨论

由于石英砂对水中的营养成分有一定的吸收作用,因此,各表中均表现的是扣除空白对照后,仅植物对营养成分的去除情况,各表中的数据均为平均值。

表4为9种不同试验条件下TN、TP的去除率。可以看出不同条件下的去除率存在较大差异。TN去除率在10%~30%之间,TP去除率最低在20%以下,最高达到70%以上。

根据表5的结果,考虑到各项指标是以去除率为标准,均是越高越好,因此各因素主次与最佳条件分析如下。

小茨藻TN的R值:6.48>4.81>3.49,因此影响因素的主次顺序为:温度>停留时间>光照,也就是说温度是决定TN去除的主要因素,其次是停留时间,而光照影响较小。最佳处理条件为停留时间48h,温度20℃,光照66%。

表 5 正交试验的直观分析

项目	小茨藻						狐尾藻					
	TN 去除率/%			TP 去除率/%			TN 去除率/%			TP 去除率/%		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
K1	22.55	18.85	21.47	45.15	31.89	43.86	20.69	18.92	21.84	31.40	26.51	29.18
K2	21.11	24.52	18.22	55.43	50.52	44.06	26.39	23.79	21.70	38.22	43.42	34.17
K3	17.74	18.04	21.71	38.75	56.93	51.42	16.77	21.14	20.31	32.38	32.07	38.65
R	4.81	6.48	3.49	16.68	25.04	7.57	9.62	4.87	1.52	6.82	16.91	9.47

3 结论

通过正交试验并结合统计学方法,研究了小茨藻和狐尾藻在不同条件下对相同浓度污水中TN、TP的去除率效果,初步得出了其处理污水的最适条件,以期对以后的研究和人工湿地中应用水生植物提供依据。在实际应用中,可以针对不同的去污目的,选择不同的植物以及植物配置方式,并尽可能提供植物最适合的处理条件,充分发挥植物的作用,达到生态治水的最佳效果。

参考文献

[1] Kootatep T, Polprasert C. Role of plant uptake on nitrogen removal in constructed wetlands located in the tropics[J]. Water Science and Technol-

ogy, 1997, 36(12): 1-8.

[2] 黄蕾.5种水生植物去污抗逆能力的试验研究[J].环境科学研究 2005, 18(3): 33-38.

小茨藻TP的R值:25.04>16.68>7.57,因此影响因素的主次顺序为:温度>停留时间>光照。最佳处理条件为停留时间48h,温度20℃,光照66%。

狐尾藻TN的R值:9.62>4.87>1.52,因此影响因素的主次顺序为:停留时间>温度>光照。最佳处理条件为停留时间48h,温度30℃,光照33%。

狐尾藻TP的R值:16.91>9.47>6.82,因此影响因素的主次顺序为:温度>光照>停留时间;最佳处理条件为停留时间48h,温度20℃,光照66%。

通过上述分析,综合考虑合对TN和TP两个指标的去除效果,可以确定2种植物处理生活污水的最适条件为停留时间48h,温度20℃,光照66%。此外,总的来看,TN去除的R值相差很小,TP去除的R值差别很大,也就是说所选用的3个影响因素对TN去除的影响较小,而对TP去除的影响非常大。

表 4 植物在各条件下氮磷的去除率

条件 编号	停留时间 /h	温度 /℃	光照 /%	去除率/%			
				小茨藻		狐尾藻	
				TN	TP	TN	TP
1	24	10	33	24.13	35.42	14.20	18.93
2	24	20	50	25.98	39.99	25.36	35.28
3	24	30	66	17.54	60.04	22.50	39.99
4	48	10	50	13.42	37.92	27.38	36.77
5	48	20	66	28.60	71.90	23.25	52.13
6	48	30	33	21.31	56.48	28.55	25.75
7	72	10	66	18.99	22.33	15.19	23.82
8	72	20	33	18.97	39.67	22.76	42.85
9	72	30	50	15.27	54.26	12.36	30.46

[3] Vyacheslav G M, Michael A Z, Ludmila I Y, et al. The use of constructed wetlands for the treatment of run-off and Drainage Waters; the UK and UKRAINE experience[J]. Water Science and Technology, 1996, 33(425): 315-323.

[4] 刘春光.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.

[5] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社, 2002: 12.

# 黄芩过氧化物酶同工酶几种酶液提取方法的比较

张东向, 张磊, 王蕊

(齐齐哈尔大学 生命科学与工程学院 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:** 利用聚丙烯酰胺凝胶电泳对黄芩(*Scutellaria baicalensis* Georgi)萌发的种子, 愈伤组织, 悬浮细胞及幼苗过氧化物酶几种酶液提取方法进行比较。结果表明: 各种酶液提取方法对不同部位的同工酶提取效果不同。同工酶是研究植物多样性的有力工具, 过氧化物酶则是广泛存在于植物体内的一种重要的同工酶, 能反映植物生长发育特点、体内代谢状况及对外界环境的适应。

**关键词:** 黄芩; 过氧化物同工酶; 电泳

**中图分类号:** S 567.9; Q 946.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)06-0033-03

中药黄芩为唇形科植物黄芩(*Scutellaria baicalensis* Georgi)的干燥根, 具有清热燥湿、泻火解毒、止血安胎等功效<sup>[1]</sup>。其主要成分黄芩甙(baicalin, Bai)具有抗菌、抗病毒、抗炎、抗变态反应、抗氧化、清除氧自由基、抗癌、抗肿瘤、抗凝、抗血栓形成和保护肝脏、心脑血管、神经元等作用<sup>[2]</sup>。现对黄芩萌发种子, 幼苗、固体愈伤组织及悬浮细胞进行过氧化物酶同工酶电泳, 对几种酶提取缓冲液进行比较。为探讨过氧化物酶与植物形态培养的关系及次生代谢产物积累的关系提供试验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

黄芩种子(河北省安国市药材市场), 种子萌发后移

栽至室内花盆中, 用外植体进行愈伤组织诱导, 诱导生成的愈伤组织进行细胞悬浮培养。化学试剂均为分析纯。

1.1.1 幼苗的获得 选取籽粒饱满的黄芩种子, 经常规消毒后, 均匀播种于温室育苗盆中。(25±1)℃培养。待苗长到 8~10 cm 时, 取下作为试验材料。

1.1.2 稳定悬浮细胞系的建立 无菌称取一定量生长良好的继代 3~4 次的疏松的淡黄色的愈伤组织转入 100 mL 三角瓶中(含 30 mL MS 培养基)制作种子瓶。MS 培养基的成分同固体培养基。传代 3~4 次, 使细胞适应液体培养的环境并稳定生长。

1.1.3 愈伤组织的诱导及继代培养 选取籽粒饱满的黄芩种子, 经常规消毒后, 均匀播种于温室育苗盆中。(25±1)℃培养。待苗长到 5~7 cm 时, 选取根为外植体, 将无菌外植体接种于附加 0.2 mg/L 2, 4-D 和 2.0 mg/L 6-BA 的 MS 培养基中(蔗糖 3%, 琼脂 1%, pH 5.8), (25±1)℃暗培养诱导愈伤组织。选取疏松的淡黄色的愈伤组织作为继代培养的材料。每 3 周继代 1 次。

第一作者简介: 张东向(1963-), 男, 硕士, 教授, 现从事植物生理及植物细胞工程方面的研究。E-mail: zhanglei120273860@163.com。  
**基金项目:** 黑龙江省普通高等学校骨干教师创新能力计划资助项目(No. 1054G066)。  
**收稿日期:** 2008-01-30

# Study of the Affecting Factors on Purifying Domestic Sewage by Two Hydrophytes

HU Yan-chun, WEI Zheng, HONG Jian-ming

(College of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

**Abstract:** By artificial imitation of the different condition, such as treatment time, temperature and illumination, two hydrophytes(*Najas minor* All. and *Myriophyllum spicatum* L.), were used to investigated the effects on decontaminating nitrogen and phosphor. It studied on the influence of these factors on total nitrogen, total phosphorus by the arrangement of the orthogonal. The purpose was to find which factor was principal and which was subordinate. The results indicated that the optimum condition was resting time 48 h, temperature 20℃, illumination indensity 66%.

**Key words:** Removal efficiency; Domestic sewage; Orthogonal