

浮床香根草对富营养化水体氮磷去除动态及效率的初步研究^①

马立珊 骆永明 吴龙华 吴胜春

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 采用浮床种植香根草技术初步研究了香根草对富营养化水体中主要养分氮、磷元素的去除动态及效率。试验结果表明,浮床香根草技术是一种潜在的利用植物修复富营养化水体的有效途径,这为发展利用浮床陆生植物治理富营养化水域提供了新的科学依据。

关键词 浮床;香根草;富营养化;氮;磷

随着我国人口的增长和社会经济的发展,农业面源、工业点源及生活源含氮磷污水数量在不断增加,而对污水处理和水质管理则明显滞后,大量直接排出的未处理污水已造成地表水环境严重污染,富营养化的水域也日渐增多,许多江湖河池等水体生态系统已遭到破坏^[1]。我国面临着严峻的淡水资源氮磷污染和富营养化问题^[2,3,4]。如何实施对水体富营养化的有效控制与整治以保障社会经济的可持续发展和人体健康已成为世人关注的热点问题。

治理或修复富营养化的水域不是一件容易的事。利用水生^[5,6]、陆生^[7]植物修复,已取得较好的效果,虽然或因不能产生直接的经济效益和易产生后遗症或因未形成一套完整的方法,尚难直接推广应用,但是植物修复治理富营养化水体途径受到了全球性众多学科的共同青睐^[8]。近来,通过水面种植水稻,借助水稻的吸收作用成功地去除了水体中的氮、磷,净化了水质^[9],这为利用浮床陆生植物治理氮磷富营养化水体提供了科学依据。

香根草[*Vetiveria Zizanioids* (L.) Nash] 是一种生物量特别大、高含氮磷养分、兼有陆生和水生特点、适应性极强的禾本科多年生植物,并有三料(原料、饲料、燃料)之美誉,可能具有净化富营养化水体的潜在优势。据此,本研究探索性地采用了水域浮床香根草技术,设想通过香根草对氮、磷的大量吸收实现修复净化富营养化水体之目标。

1 材料和方法

香根草来自江西省鹰潭市西郊中国科学院红壤生态试验站,系香根草苗,每株鲜重在 7.2~7.4 克之间。供试水样分别采自南京市白下区淮清桥下秦淮河水,其总氮(TN)和总磷(TP)分别为 6.8 及 0.36 mg/L;南京市鼓楼区长平桥下金川河水,其 TN 和 TP 分别为 6.2 及 0.32 mg/L;南京市玄武区玄武湖二道桥下玄武湖水,其 TN 和 TP 含量分别为 5.6 和 0.28 mg/L。

试验使用的盆钵为直径 25 cm 和高 30 cm,分别注入供试水样 12.5 kg。另用直径为

① 中国科学院院长特别基金和国家自然科学基金重点项目(49831070)资助。

20cm, 厚度为 2cm 的圆形泡沫塑料板作浮床, 在其中 15cm 处及距中心 8cm 处呈正四边形的 4 个顶点分别开一个小孔, 小孔直径以恰好插入香根草苗为宜, 每个浮床植入 5 株香根草苗后放入盆钵中。各重复 3 次并设置对照。

将对照及浮床种植香根草的盆钵放在温室内。在植物生长 60 天的试验期内每隔 10 天测定一次各盆钵水体的 TN、TP 和水温 (T °C)。水体中的 TN 和 TP 采用过硫酸钾氧化法^[12], 使用 751 型和 721 型分光光度计分别测定。所列结果均为 3 次重复的平均值。水体养分去除率 (%)=[(开始时该养分的浓度-试验期间某天同一养分的浓度)/开始时该养分的浓度]×100%。

2 结果与讨论

浮床香根草对供试河湖水体中总氮和总磷浓度的去除动态见表 1。从表 1 可见, 在 60 天的生长期, 浮床香根草去除河湖水体中总氮和总磷浓度的效果是十分明显的, 水体中 TN 降低了 4.6—5.3 mg/L, TP 减少了 0.23—0.30mg/L。由于各对照 (不种香根草) 的水体总氮和总磷浓度在试验期内无明显变化, 故未在表内列出。

表 1 浮床香根草对水体中 TN 和 TP 的含量的影响

试验时间(天)	水温(T °C)	TN(mg/L)			TP(mg/L)		
		秦淮河	金川河	玄武湖	秦淮河	金川河	玄武湖
1	13.1	6.8	6.2	5.6	0.36	0.32	0.28
10	14.8	6.8	6.2	5.6	0.35	0.31	0.27
20	16.5	6.2	5.8	5.1	0.32	0.27	0.25
30	20.4	5.5	5.0	4.5	0.29	0.19	0.21
40	22.9	4.6	3.9	4.0	0.20	0.11	0.18
50	25.1	2.5	2.2	3.1	0.09	0.07	0.08
60	27.9	1.5	1.3	1.0	0.06	0.05	0.05

浮床香根草对供试河湖水体中总氮(图 1)的去除率动态显示, 在试验期间的前 10 天内, 浮床香根草对水体的总氮没有影响, 去除率为零, 而后去氮率迅速增加, 到植物生长 60 天时, 秦淮河、金川河及玄武湖水体 TN 的去除率分别达到 77.9%、79.1%和 82.1%, 这三者的去除效率动态变化曲线相似或接近。

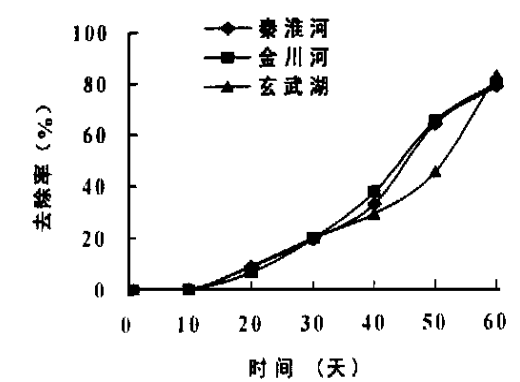


图 1 浮床香根草对富营养化水体总氮去除率的动态

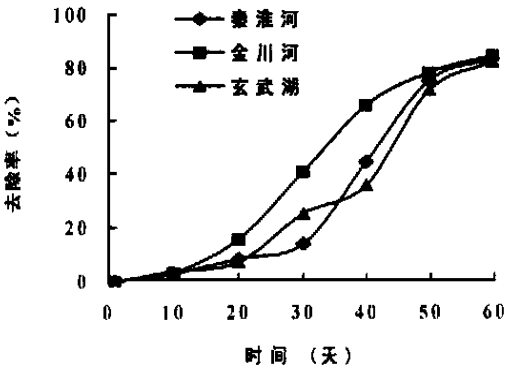


图 2 浮床香根草对富营养化水体总磷去除率的动态

浮床香根草对水体总磷(图 2)的去除率总体上与氮相似。在试验期间的前 20 天内去除率较低但缓慢增加,在 20 天至 50 天期间几乎呈直线上升,而后趋向平缓。至 60 天时,浮床香根草对秦淮河、金川河及玄武湖水体 TP 的清除率分别达到 83.3%、84.4%和 82.1%,这三者的动态变化曲线非常相似。

浮床香根草对富营养化水体氮磷去除的动态特征,可能与水温变化有关。本试验在夏季的 5 月初至 7 月初进行,水温随气温的升高而升高,从开始时的 13℃增加到近 28℃(表 1)。温度的提高使香根草生长、对氮磷的吸收加快,从而加强了对水体中氮磷的去除和对水质的净化。

3 结语

本试验结果表明,采用浮床种植技术,通过香根草根系的吸收作用,可大幅度地去除富营养化水体中主要养分氮、磷元素,这为进一步发展利用浮床陆生植物修复净化富营养化水体提供了新的科学依据。香根草的生物量可高达 $750\text{T}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$,若按其氮、磷含量分别为 0.15~0.18%和 0.06~0.08%推算,那么在理论上这种植物去除氮、磷的量可分别达 1125~1350 及 $450\sim 600\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ ^[10,11],因而这种技术对富营养化水质的净化潜势是巨大的。香根草又是一种集原料、饲料、燃料三料于一体的经济植物,在富营养化水面种植不仅能修复污染水环境而且与此同时能产生商业价值。浮床香根草技术可能是一条有显著的集经济、社会、生态三效益的植物修复富营养化水域的新途径。诚然,要使本项研究结果成为一项实用技术供修复富营养化水域应用,尚需在本项技术的适用水域范围,净化水质的机理,以及与野外试验的结果相互验证等方面,作进一步的探讨和完善。

参 考 文 献

- 1 鲍强. 中国水污染防治政策目标和技术选择. 环境科学进展, 1993, 1(1): 1~23
- 2 赵章元等. 我国湖泊富营养化发展趋势探讨. 环境科学研究, 1991, 4(3): 18~24
- 3 曹昌筑等. 我国湖泊富营养化的控制与战略. 环境背景值与环境容量研究. 科学出版社, 1993, 234~239
- 4 范成新等. 太湖富营养化现状、趋势及其综合整治对策. 上海环境科学, 1997, 16(8): 4~17
- 5 孙子浩等. 城市富营养化水域的生物治理和凤眼莲抑制藻类生长的机理. 环境科学学报, 1989, 9(2): 188~195
- 6 陈毓华等. 华南地区 11 种水生维管植物净化城镇污水效益评价. 农村生态环境, 1995, 11(1): 26~29
- 7 戴全裕等. 水培经济植物对酿酒废水净化与资源化生态工程研究. 科学通报, 1996, 41(6): 547~551
- 8 骆永明. 污染土—水环境的植物修复——一种绿色净化技术. 迈向 21 世纪的土壤科学(综合卷), 中国土壤学会编, 1999, 135~138
- 9 宋祥甫等. 浮床水稻对富营养化水体中氮磷的去除效果及规律研究. 环境科学学报, 1998, 18(5): 489~494
- 10 高维森等. 香根草引种试验初报. 中国水土保持, 1991, 2: 29~31
- 11 程洪. 香根草生长特性试验. 当代复合农业, 1997, 5(3): 60~62
- 12 钱君龙等. 过硫酸盐氧化法测定水中的总氮和总磷. 环境科学, 1987, 8(1): 81~84