

浮床栽培绿叶蔬菜对富营养化水体的净化效果

张村侠, 朱世东* (安徽农业大学园艺学院, 安徽合肥 230036)

摘要 用生菜和苋菜作为泡沫板浮床栽培材料, 研究了其生长状况及对富营养化水体的净化效果。结果表明, 生菜和苋菜在富营养化水体中可以正常生长。生菜 28 d 内对富营养化水体中的 TN、NH₄⁺-N、NO₃⁻-N、TP、PO₄³⁻-P 的去除率分别达到 69.83%、85.41%、59.57%、76.58% 和 82.16%, 苋菜 28 d 内对 TN、NH₄⁺-N、NO₃⁻-N、TP、PO₄³⁻-P 的去除率分别为 74.91%、89.58%、54.60%、78.53% 和 84.71%。生菜和苋菜能显著改善富营养化水体的水质, 并且没有产生亚硝酸盐及重金属富集, 符合食用标准。

关键词 生菜; 苋菜; 富营养化; 水体净化

中图分类号 S627 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)14-04193-02

Purification Effect of Cultivating Green Leaf Vegetable on Floating-beds on Eutrophic Water Body

ZHANG Cun-xia et al (College of Horticulture, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstracts With Lactuca and Amaranthus as the planting stuff on floating-beds, the studies on their growth status and the purification effect on the eutrophic water indicated that Lactuca and Amaranthus could grow in the eutrophic water normally. The removal rate of TN, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, TP and PO₄³⁻-P respectively reached 69.83%, 85.41%, 59.57%, 76.58% and 82.16% by lactuca during 28 d growth and the removal rate of TN, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, TP and PO₄³⁻-P respectively reached 74.91%, 89.58%, 54.60%, 78.53% and 84.71% by amaranthus during 28 d growth. It was proved that lactuca and amaranthus had a significant effect on improving the quality of the eutrophic water, without producing nutrition enrichment, so lactuca and amaranthus were edible according to food standard.

Key words Lactuca; Amaranthus; Eutrophication; Purification of water body

水体富营养化是全球性的水环境问题。据报道, 我国目前已趋富营养化的湖泊达 90% 以上, 以城市周边湖泊水体富营养化程度最为严重。20 世纪 70 年代以来, 世界各国开展了富营养化湖泊综合治理技术研究, 生物治理是综合治理的重要组成部分。利用生物浮床治理富营养化水体正在逐步成为受损水生生态系统恢复的关键技术^[1-3], 浮床系统在我国的研究和应用日益增多^[4-7], 植物类型也由水稻^[8]、黑麦草和水芹^[9]发展到香根草^[10]、美人蕉^[11-12]、空心菜^[13-14]等多种水生或陆生植物。笔者利用生菜、苋菜为浮床栽培材料, 测定了其生长情况及其对富营养化水体营养的吸收效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料 生菜 (Lactuca) 品种为意大利散叶生菜; 苋菜 (Amaranthus) 品种为红叶苋菜。移栽时生菜鲜重 4.2 g/株, 株高 12.1 cm, 根长 2.0 cm; 苋菜鲜重 3.2 g/株, 株高 11.2 cm, 根长 3.1 cm。供试水样为巢湖湖水, 水体各营养指标如下: TN 2.95 mg/L, NH₄⁺-N 0.48 mg/L, NO₃⁻-N 1.41 mg/L, TP 0.216 mg/L, PO₄³⁻-P 0.162 mg/L。

1.2 试验方法 植株采用泡沫板浮床栽培, 以方形 PVC 水箱 (61 cm×40 cm×35 cm) 为容器, 分别注入水样 50 L, 在泡沫板上以 4×3 布局均匀打孔 12 个, 每孔栽入 1 株生菜或

1 株苋菜, 用海绵加以固定, 3 次重复, 每天以蒸馏水补充因蒸发、蒸腾作用所损耗的水量。同时, 设只有载体而无植物的水箱作为对照组。

1.3 检测方法 TN 采用 K₂S₂O₈ 氧化紫外消解比色法; NH₄⁺-N 采用靛酚蓝比色法; NO₃⁻-N 采用硫酸联氨还原重 N 化偶合比色法; TP 采用紫外消解钼蓝比色法; PO₄³⁻-P 采用钼蓝比色法。蔬菜中的硝酸盐采用磺基水杨酸比色法; 亚硝酸盐采用盐酸奈乙二胺比色法; 重金属 Cu、Pb 采用火焰原子吸收光谱法; Cd 采用石墨炉原子吸收光谱法; As 采用氢化物-原子荧光光谱法; Hg 采用原子荧光光谱法。因生菜和苋菜生长快, 生长期短, 所以水质分析在其生长最旺盛的时期进行, 每 7 d 分析测定 1 次。

2 结果与分析

2.1 生菜和苋菜在富营养化水体中的生长状况 表 1 表明, 生菜和苋菜的株高、根长和鲜重在 7、14、21、28 d 均有不同程度的增长, 生菜的鲜重在 0~7 d 和 7~14 d 分别增加了 2.5 g 和 2.8 g, 在 14~21 d 的时候增加了 1.6 g, 而在 21~28 d 增加了 1.1 g; 苋菜的鲜重在 4 个时间段分别增加了 2.2、2.2、1.5、1.2 g。可以看出, 0~7 d 和 7~14 d 供试材料生长速度较快, 14~21 d 稍慢, 21~28 d 则更慢, 植物生长后期生长发

表 1 生菜和苋菜在供试水体中的生长状况

蔬菜	天数//d	株高//cm	增长//%	根长//cm	增长//%	鲜重//g	增长//%
生菜	0	12.1	-	2.0	-	4.2	-
	7	15.2	25.6	2.8	40.0	6.7	59.5
	14	18.3	51.2	3.7	85.0	9.5	126.2
	21	20.9	77.6	4.4	120.0	11.1	164.3
	28	22.6	86.7	5.1	155.0	12.2	190.5
苋菜	0	11.2	-	3.1	-	3.2	-
	7	13.9	24.1	4.2	35.5	5.4	68.7
	14	16.5	47.3	5.3	70.9	7.6	137.5
	21	18.7	70.0	6.1	96.7	9.1	184.4
	28	20.3	81.3	6.9	122.6	10.3	221.9

基金项目 安徽省科技攻关项目。

作者简介 张村侠 (1982-), 女, 安徽蒙城人, 硕士研究生, 研究方向: 无土栽培和环境资源。* 通讯作者。

收稿日期 2007-03-01

育迟缓, 符合植物生长规律。

2.2 生菜对水体中各营养指标的去除效果 图 1 表明, 生菜在 28 d 对 TN 的去除率为 69.83%, 对 NH₄⁺-N 的去除率

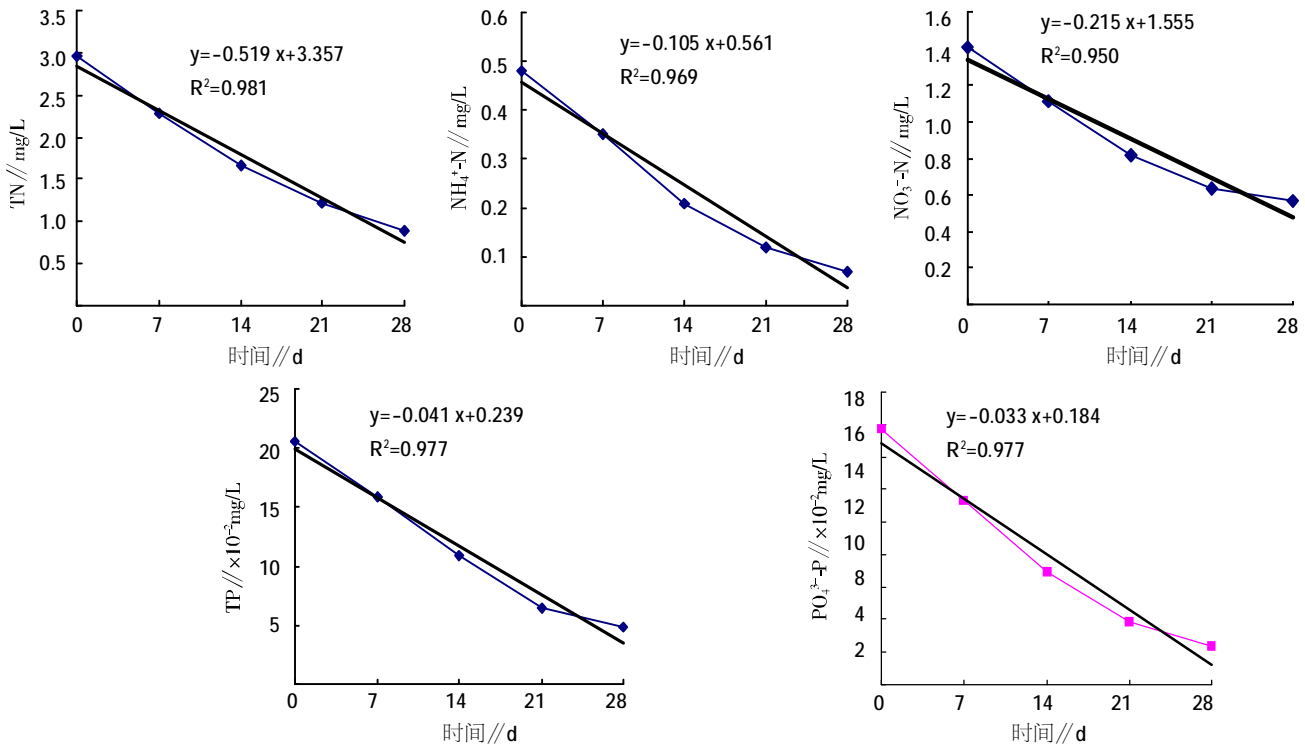


图1 生菜对富营养化水体中各营养的去除效果

为 85.41%，对 NO₃⁻-N 的去除率为 59.57%，对 TP 的去除率为 76.58%，对 PO₄³⁻-P 的去除率为 82.16%；而对照处理的水体其各营养指标在试验期内下降程度很小。

生菜在 28 d 对 NO₃⁻-N 的吸收量平均为 3.5 g/株。对 NH₄⁺-N 的吸收量平均为 1.7 g/株，可看出生菜对 NO₃⁻-N 的吸收要大于对 NH₄⁺-N 的吸收，这是因为绿叶蔬菜本身是喜硝态氮的。

TP 与 PO₄³⁻-P 的标准曲线回归方程为 $y=0.0407x-0.0051$ ($r^2=0.977$)，PO₄³⁻-P 的去除对 TP 的去除影响显著。

结果表明，生菜可以很好地去除富营养化水体中的氮磷等营养物质。

2.3 莧菜对水体中各营养指标的去除效果 图 2 表明，莧菜在 28 d 内对 TN 的去除率为 74.91%，对 NH₄⁺-N 的去除率为 89.58%，对 NO₃⁻-N 的去除率为 54.60%，对 TP 的去除率为 78.53%，对 PO₄³⁻-P 的去除率为 84.71%。莧菜在 28 d 对 NO₃⁻-N 的吸收量平均为 3.2 g/株，对 NH₄⁺-N 的吸收量平均为 1.8 g/株，对 NO₃⁻-N 的吸取要大于对 NH₄⁺-N 的吸收。TP 与 PO₄³⁻-P 的标准曲线回归方程为 $y=0.0414x-0.0118$ ($r^2=$

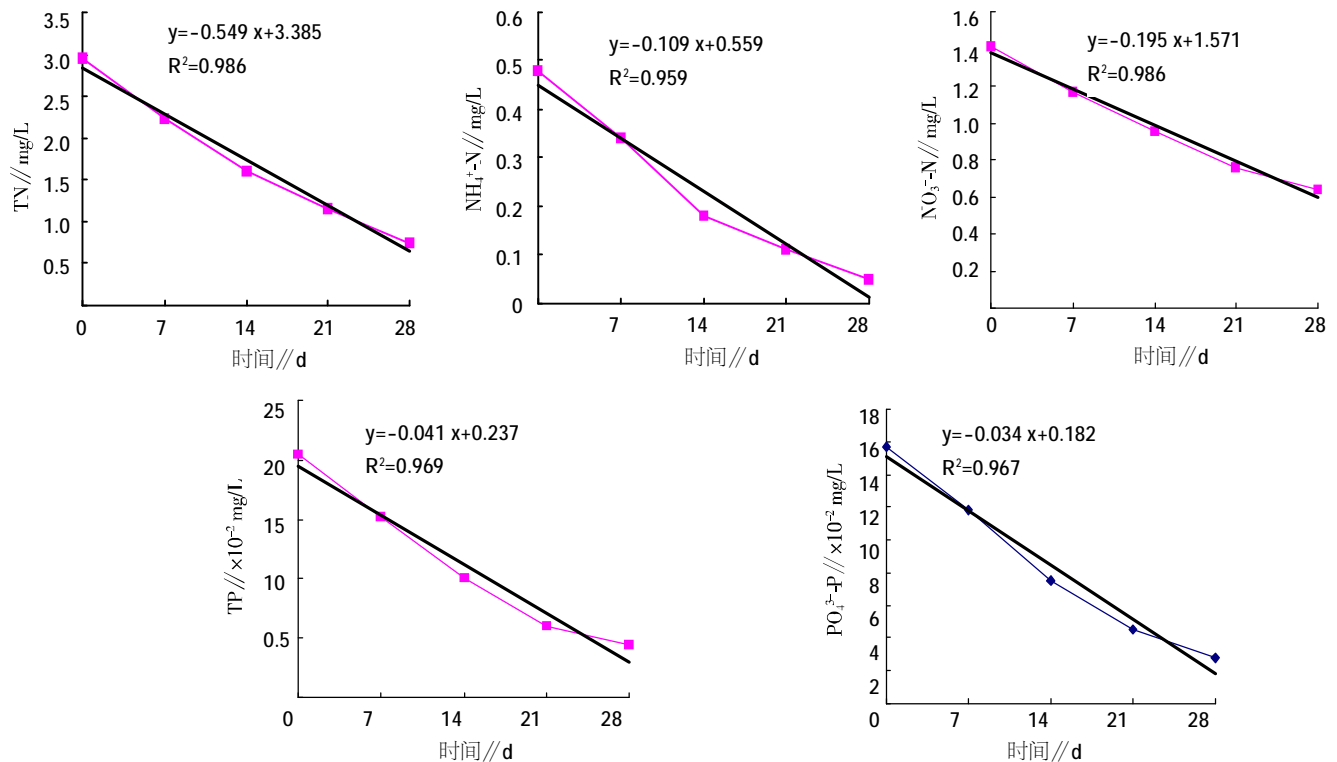


图2 莧菜对富营养化水体各营养物质的去除效果

(下转第 4196 页)

0.968 5), PO₄³⁻-P 的去除对 TP 的去除影响显著。由此可见,莴菜也可以很好地吸收富营养化水体中的氮磷等营养物质。

2.4 供试蔬菜体内硝酸盐、亚硝酸盐及重金属含量 供试蔬菜在水体中生长 28 d 以后,其体内亚硝酸盐及重金属含量如表 2 所示,并与无公害蔬菜(叶菜类)标准 NO₃⁻≤1 200 mg/kg; NO₂⁻≤4.0 mg/kg; Cu≤10 mg/kg; Cd≤0.05 mg/kg; Pb≤0.2 mg/kg; As≤0.5 mg/kg; Hg≤0.01 mg/kg) 相对照,其体内亚硝酸盐及重金属含量均未超标,符合食用标准。

表 2 生菜和莴菜体内硝酸盐、亚硝酸盐及重金属含量 mg/kg

蔬菜	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Cu	Cd	Pb	As	Hg
生菜	562	3.34	0.842	0.017	0.161	-	-
莴菜	708	3.21	0.925	0.018	0.165	-	-

3 讨论

生菜和莴菜在富营养化水体中能够正常生长,并能有效地去除水体中的氮、磷等营养物质,且是人们经常食用的绿叶蔬菜;它们不仅可以用于水面种植以修复水体生态环境,而且能够产生一定的经济价值,所以可以大面积应用,具有良好的应用前景。但是,富营养化水体种植蔬菜缺乏氮、磷之外的营养元素的问题有待进一步研究解决,另一方面,是否可以把富营养化水体作为无土栽培营养液的一部分,也是今后的研究方向。

参考文献

[1] AKIRA M, FUMITAKE K, WAICHI A. et al. Plant production and

water purification efficiency by rice and umbrella plant grown in a floating culture system under various water environment conditions [J]. *Fac Agr Kyushu Univ*, 2000, 45 (1): 28-38.

[2] LI W, FRIEDRIE R. In situ removal of dissolved phosphorus in irrigation drainage water by planted floats. Preliminary results from growth chamber trail [J]. *Agric Ecosyst Environ*, 2002, 90: 9-15.

[3] VICTOR N, DE JONGE, ELLIOTT M E. Orive, Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication [J]. *Hydrobiologia* 2002, 475/476: 1-19.

[4] 戴莽, 倪乐意, 谢平, 等. 利用大型围隔研究沉水植被对水体富营养化的影响 [J]. *水生生物学报*, 1999, 17 (5): 418-421.

[5] 李文朝. 富营养水体中常绿水生植被组建及净化效果研究 [J]. *中国环境科学*, 1997, 17 (1): 53-57.

[6] 全为民, 沈新强, 严力蛟. 富营养化水体生物净化效应的研究进展 [J]. *应用生态学报*, 2003, 14 (11): 2057-2061.

[7] 王国祥, 濮培民, 张圣照, 等. 冬季水生高等植物对富营养化湖水的净化作用 [J]. *中国环境科学*, 1999, 19 (2): 106-109.

[8] 宋祥甫, 邹国燕, 吴伟明, 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 [J]. *环境科学学报*, 1998, 18 (5): 489-494.

[9] 由文辉, 刘淑媛, 钱晓燕. 水生经济植物净化受污染水体研究 [J]. *华东师范大学学报*, 2000, 3 (1): 99-102.

[10] 马立珊, 骆永明, 吴龙华, 等. 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 [J]. *土壤*, 2000, 31 (2): 99-101.

[11] 邴旭文, 陈家长. 浮床无土栽培植物控制池塘富营养化水 [J]. *湛江海洋大学学报*, 2001, 21 (3): 29-33.

[12] 吴伟明, 宋祥甫, 金千瑜, 等. 鱼塘水面无土栽培美人蕉研究 [J]. *应用与环境生物学报*, 2000, 6 (3): 206-210.

[13] 葛滢, 王晓月, 常杰. 不同程度富营养化水中植物净化能力比较研究 [J]. *环境科学学报*, 1999, 11 (6): 690-692.

[14] 关保华, 葛滢, 常杰, 等. 富营养化水体中植物的元素吸收与净化能力的关系 [J]. *浙江大学学报*, 2002, 29 (2): 190-197.