



# 华北地区常见九种挺水植物氮磷净化效果优选

王彬彬<sup>1</sup>, 许光耀<sup>2</sup>, 杨军中<sup>2</sup>

(1. 天津绿茵景观生态建设股份有限公司, 天津 300384; 2. 南开大学 环境科学与工程学院, 天津 300350)

**摘要:**为促进水环境治理,通过水培的方式研究了华北地区常见的9种挺水植物(旱伞草、黄菖蒲、水葱、西伯利亚鸢尾、千屈菜、蒲苇、水生美人蕉、黄花鸢尾和花叶芦竹)对水体中氮磷的净化效果。结果表明:不同植物间株高和地上生物量的变化差异明显,其中水葱株高变化最大,水生美人蕉地上生物量变化最高。9种挺水植物对水中总氮、总磷的去除都有较好的效果,总氮去除效果排序为黄菖蒲>西伯利亚鸢尾>旱伞草>黄花鸢尾>千屈菜>花叶芦竹>水生美人蕉>蒲苇>水葱>对照组。总磷的去除效果排序为西伯利亚鸢尾>黄花鸢尾>水葱>黄菖蒲>水生美人蕉>旱伞草>花叶芦竹>千屈菜>蒲苇>对照组。各组植物间单位面积总氮的去除不存在明显差异,总磷的去除差异明显;地上单位生物量的总氮、总磷去除率的变化范围分别为0.50~6.58和0.043~0.455 mg·g<sup>-1</sup>。考虑到氮磷净化效率及景观效果,西伯利亚鸢尾、黄花鸢尾可作为富营养化水体修复的备选植物。

**关键词:**富营养化;净化效率;水培;挺水植物

当今,水体富营养化已成为全球性的水环境问题,随着城市工业化的不断加快,各类工业废水与生活污水的排放也日益增多,大量的污水排入湖泊、河流、海洋等水体,造成水体富营养化的问题愈加严重。经过不断的实践与探索,传统的化学、物理、生物方法治理流域、湖泊、湿地等逐渐被淘汰,水生植物修复富营养化水体的方法以其易于操作、投资和维护成本低、不会对环境产生二次污染、能有效去除水中氮磷等污染物质等优点,已经受到国内外学者的广泛关注<sup>[1-2]</sup>。植物修复不仅有效改善水体水质,而且由于其景观与生态效

果,同时又达到了良好的环境效益。挺水植物作为植物修复与景观构造的主要植物种类<sup>[3]</sup>,不仅可以有效吸收和转化水体中的污染物质<sup>[4]</sup>,而且由于其生长周期较浮水、浮叶、沉水植物更长,吸收的氮磷可通过植物收割直接去除,应用的范围更加广泛<sup>[5]</sup>。

目前,对于植物修复的研究大多集中在不同类型的植物搭配去除水中氮磷<sup>[6-8]</sup>,但大面积的选取单一类型的植物类型探究其去除水中氮磷效果的研究还很少。本研究选取了华北地区比较常见的9种挺水植物,通过水培模拟实验和水中总氮、总磷数据分析,以筛选出适合在华北地区生长且去除水中氮磷效果较好的挺水植物,旨在为水域、河流等环境的治理提供理论依据。

收稿日期:2018-01-11

**第一作者简介:**王彬彬(1983-),男,博士,高级工程师,从事园林绿化及生态修复研究。E-mail: junzhongyang@126.com。

**Abstract:** In order to provide a greenhouse used to science education, we planned and designed the greenhouse of Shanxi Agricultural University. Firstly we divided the greenhouse into different functional areas, including the special garden, the new agricultural technology exhibition, the potted plants exhibition, nursery area, the scientific research area and the artificial climate area. Secondly, according to the needs to science education, we made the construction of plant landscape for the special garden, setting nine special plant areas, the seasonal flower bed, the moss garden, the pulpy plant exhibit, the rock garden, the foliage plant area, the vertical green-ing plant display, the shade plant exhibit, the aquatic garden and the fragrant garden; Finally, configuration with suitable plants according to the principle of ecological adaptability, and properly decorating some landscape sketches to highlight their different themes and landscape effects, so as to achieve education, teaching and landscape for the integration of multi-function campus greenhouse.

**Keywords:** greenhouse on campus; plant landscape; plant disposition; the special plant garden; educational function

# 1 材料与方法

## 1.1 材料

通过购买和野外采集并查阅挺水植物净化水中氮磷效果的相关资料,选取了9种适合在天津地区生长的挺水植物作为研究对象,分别为旱伞草、黄菖蒲、水葱、西伯利亚鸢尾、千屈菜、蒲苇、水生美人蕉、黄花鸢尾和花叶芦竹。所有植物在试验开始前移入配置好的营养溶液中缓苗一个星期后移入人工配置的污水中培养,污水中实际总氮浓度为 $9.558\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、总磷浓度为 $1.005\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

## 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2017年5月初在南开大学环境科学与工程学院温室大棚内进行。在各圆形塑料桶中分别放入由 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 配制而成的富营养化人工污水8 L,采用 $20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 的泡沫浮板作为固定载体对植物进行水培试验。共设置9个植物处理和1个对照处理,每组处理设置3个重复。每组选取长势一致的植株进行栽培,栽培的密度是每桶4株,对照组不种植植物。试验前每组选取和栽培植株长势一致的植株3株进行地上生物量的测定,并测定植株的初始株高。试验中通过补加蒸馏水保证桶中水位的恒定,且每次取水样之前将桶内水位加至刻度线。试验周期为35 d,每7 d取1次水样。

1.2.2 测定项目及方法 为避免取样产生的误差,每次取样时间为9:00-10:00。取好的水样在2 d内进行测定。试验开始和结束时,记录各组植株的株高、地上生物量。参考国家环保局最新监测方法,采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(GB11894-89)测定总氮(TN),采用钼酸铵分光光度法(GB11893-89)测定总磷(TP)。

由于试验是在静水培养的条件下进行的,所以单位面积去除率 $RE_a(\text{mg}\cdot\text{m}^{-2})$ 和单位生物量去除率 $RE_m(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$ 分别为:

$$RE_a = \frac{T_s - T_f}{A} \times V; RE_m = \frac{T_s - T_f}{M} \times V$$

式中, $T_s$ 、 $T_f$ 分别表示实验开始和结束时水中TN或TP的浓度( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); $A$ 表示栽培载体(泡沫浮板)的面积( $\text{m}^2$ ); $M$ 表示植物地上生物量的增量(g); $V$ 表示栽培水样的体积(L)。

1.2.3 数据分析 采用Excel 2007 进行数据处理,采用SPSS20.0 计算各个指标的平均值和标准差。

# 2 结果与分析

## 2.1 挺水植物在富营养化水体中生长变化

试验期间各组植物均生长正常,无大面积死亡、枯萎或虫害现象。由表1可以看出,试验期间各组植物的株高和生物量都出现了不同程度的增加。不同组间株高增长量差异非常明显,变化范围为 $5.17\sim 57.63\text{ cm}$ ,其中水葱的株高变化最大,增加了 $57.63\text{ cm}$ ,其次是蒲苇和花叶芦竹,分别增加了 $50.57\text{ cm}$ 和 $49.47\text{ cm}$ ,西伯利亚鸢尾最差,仅增加了 $5.17\text{ cm}$ 。不同组间地上生物量增长量差异明显,变化范围为 $10.50\sim 113.73\text{ g}$ ,水生美人蕉、旱伞草、花叶芦竹变化量最大,分别为 $113.73$ 、 $102.98$ 和 $101.86\text{ g}$ ,均大于 $100\text{ g}$ ;西伯利亚鸢尾和蒲苇的变化量最小,分别为 $13.68$ 和 $10.50\text{ g}$ ,仅为最大变化量的10%左右。

表1 植物株高、地上生物量增长量

Table 1 Plant height and aboveground biomass growth

植物种类 Plant species	株高增长量/cm Plant height growth	地上生物量增长量/g Aboveground biomass growth
CK	—	—
旱伞草	$14.13\pm 1.50\text{ ef}$	$102.98\pm 11.96\text{ a}$
黄菖蒲	$27.57\pm 1.40\text{ d}$	$52.44\pm 1.07\text{ b}$
水葱	$57.63\pm 3.51\text{ a}$	$39.84\pm 5.43\text{ bc}$
西伯利亚鸢尾	$5.17\pm 1.89\text{ g}$	$13.68\pm 1.59\text{ d}$
千屈菜	$19.53\pm 5.50\text{ e}$	$48.56\pm 2.99\text{ b}$
蒲苇	$50.57\pm 5.06\text{ b}$	$10.50\pm 0.25\text{ d}$
水生美人蕉	$34.17\pm 2.84\text{ c}$	$113.73\pm 9.89\text{ a}$
黄花鸢尾	$11.43\pm 1.50\text{ f}$	$31.26\pm 3.48\text{ c}$
花叶芦竹	$49.47\pm 1.29\text{ b}$	$101.86\pm 1.87\text{ a}$

数据为平均值±标准差; 同列不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。下同。

Mean value + standard deviation; different lowercase letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. The same below.

## 2.2 水中总氮、总磷浓度随时间的变化

2.2.1 水中总氮浓度随时间的变化 如图1所示,各试验组总氮去除效果明显,但不同组间不存

在明显差异性,水中总氮浓度明显低于对照组。除对照组呈下降趋势外,各实验组水中总氮浓度整体呈先下降后略有升高的趋势。这可能与培养环境温度<sup>[9]</sup>和植物生长<sup>[10]</sup>有关,试验进行到第4周大棚内温度升高比较明显,导致水体温度上升,根系微生物的代谢受到影响,再加上植物生长形成成株规模,残败叶片进入水体的频率上升,导致水中总氮浓度不降反升。在35 d的培养时间里,旱伞草、黄菖蒲、水葱、西伯利亚鸢尾、千屈菜、蒲苇、水生美人蕉、黄花鸢尾、花叶芦竹7个试验组和对照组水中总氮的浓度分别下降了8.561、8.930、8.481、8.830、8.508、8.483、8.506、8.511、8.508和6.816  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。去除率分别为89.10%、93.43%、88.73%、92.38%、89.01%、88.75%、88.99%、89.05%、89.01%和71.31%。9种挺水植物对总氮的去除率均达到88%以上,且明显高于对照组,这与刘燕<sup>[11]</sup>、左小凤<sup>[20]</sup>研究结果一致。

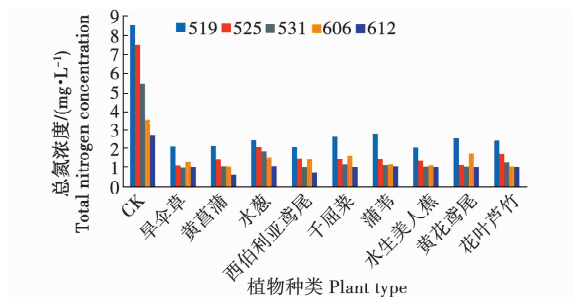


图1 各组水中总氮浓度随时间的变化

Fig.1 Changes of total nitrogen concentration in water with time

由此可见,9种挺水植物对总氮的去除都有较好的效果。水中总氮去除效果排序为黄菖蒲>西伯利亚鸢尾>旱伞草>黄花鸢尾>千屈菜>花叶芦竹>水生美人蕉>蒲苇>水葱>对照组。

2.2.2 水中总磷浓度随时间的变化 如图2所示,除蒲苇外,各实验组总磷的去除效果明显,不同实验组间总磷的去除效果存在差异,但明显好于对照组。在培养的35 d时间里,试验第1周总磷的去除效果最好,各试验组水体中总磷浓度的变化,除蒲苇波动变化比较明显外,总体呈下降趋势。9种挺水植物旱伞草、黄菖蒲、水葱、西伯利亚鸢尾、千屈菜、蒲苇、水生美人蕉、黄花鸢尾、花叶芦竹和对照组水体中总磷的浓度分别降低了0.716、0.726、0.745、0.779、0.648、0.345、0.721、

0.745、0.687和0.197  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。除蒲苇、花叶芦竹和千屈菜外,其它挺水植物的总磷去除率都在70%以上,且都明显高于对照组,这与刘燕<sup>[11]</sup>、祝宇慧<sup>[13]</sup>研究结果一致。总的来说,水体中总磷的去除效果排序为西伯利亚鸢尾>黄花鸢尾>水葱>黄菖蒲>水生美人蕉>旱伞草>花叶芦竹>千屈菜>蒲苇>对照组。

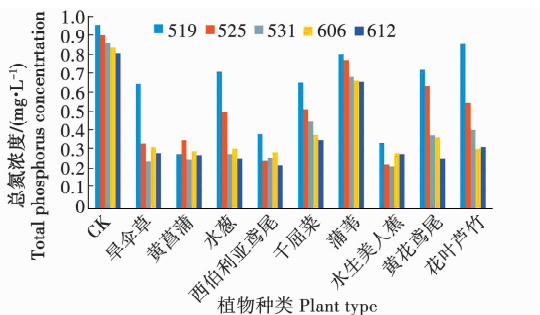


图2 各组水中总磷浓度随时间的变化

Fig.2 Changes of total phosphorus concentration in water with time

## 2.3 挺水植物对富营养化水体中氮磷净化效果

2.3.1 单位面积总氮、总磷的去除效果 由于各种挺水植物都种植在相同大小的盆中,在试验种植密度的条件下单位面积去除率反映了植物去除水中总氮、总磷的效果。由表2可以看出,各试验组去除总氮的大小不存在明显差异,且各组单位面积去除率明显高于对照组。单位面积去除率最高的是黄菖蒲,为1786.0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,去除率最低的是水葱,也达到了1696.2  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,说明各组挺水植物对总氮的去除效果都很好。不同试验组间总磷的去除大小存在明显差异,挺水植物总磷单位面积去除率明显高于对照组。9种挺水植物对水中总磷单位面积去除率为69.0~155.8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,西伯利亚鸢尾的去除率最好,为155.8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,是对照组的4倍左右。蒲苇的去除率最差,仅为69.0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

### 2.3.2 地上单位生物量总氮、总磷的去除效果

由表2可以看出,不同植物间总氮、总磷地上单位生物量去除率存在差异。地上单位生物量的总氮、总磷去除率的变化范围为0.50~6.58和0.043~0.455  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。总氮去除效果较好的是蒲苇和西伯利亚鸢尾,较差的是水生美人蕉、旱伞草和花叶芦竹;总磷去除效果最好的是西伯利亚鸢尾,较差的是水生美人蕉、旱伞草和花叶芦竹。

表 2 植物对水中氮磷单位面积去除率和地上单位生物量去除率

Table 2 Removal rate of nitrogen and phosphorus per unit area and aboveground unit biomass in water

植物种类 Plant species	单位面积去除率/(mg·m <sup>-2</sup> ) Removal rate per unit area		地上单位生物量去除率/(mg·g <sup>-1</sup> ) Aboveground unit biomass removal rate	
	总氮 Total nitrogen	总磷 Total phosphorus	总氮 Total nitrogen	总磷 Total phosphorus
CK	1363.2±62.5 b	39.4±1.6 e	—	—
旱伞草	1703.2±5.7 a	143.2±5.5 abc	0.65±0.04 e	0.055±0.001 f
黄菖蒲	1786.0±15.7 a	145.2±0.4 ab	1.36±0.04 d	0.111±0.002 e
水葱	1696.2±19.9 a	149.0±11.0 ab	1.70±0.24 cd	0.150±0.032 d
西伯利亚鸢尾	1765.9±21.5 a	155.8±6.9 a	5.16±0.71 b	0.455±0.033 a
千屈菜	1701.6±5.7 a	129.6±5.5 c	1.47±0.09 d	0.112±0.011 e
蒲苇	1696.6±1.4 a	69.0±2.8 d	6.58±0.18 a	0.267±0.017 b
水生美人蕉	1701.2±2.8 a	144.2±6.9 ab	0.50±0.06 e	0.043±0.007 f
黄花鸢尾	1702.2±9.2 a	149.0±2.8 ab	2.36±0.28 c	0.207±0.025 c
花叶芦竹	1701.6±8.6 a	137.3±8.3 bc	0.75±0.01 e	0.060±0.003 f

3 结论与讨论

水体中总氮的去除少部分是植物吸收后作为自身营养物质用于合成蛋白等有机氮用于生长外,主要部分是通过硝化作用与反硝化作用而得到去除<sup>[14]</sup>。挺水植物作为水质变化的重要指标<sup>[15]</sup>,由于其根系庞大,能够形成好氧-缺氧-厌氧的微环境,使得硝化细菌与反硝化细菌的硝化作用与反硝化作用得到加强,水中总氮的去除得到明显提高。水体中总磷的去除主要是通过植物吸收、基质和根系吸附等途径<sup>[16]</sup>。植物吸收的磷可以通过收割植物地上部分被带出系统;基质和根系吸附的磷达到一定浓度后会重新释放到水中<sup>[17]</sup>,改善水体环境有助于磷的转化。磷是植物生长必需的元素之一,挺水植物具有发达的根系和较强的输氧能力,容易在根部形成好氧的环境促进植物的生长和磷的进一步去除。

对于水体的植物修复,一般是通过收获地上部分从而到达去除水中污染物的目的。大量研究表明,大量挺水植物地上部分富集氮磷的浓度大于地下部分<sup>[18-21]</sup>,考虑到实际的可操作性,地上单位生物量总氮总磷的去除率反映植物去除水中氮磷的有效性。

在试验过程中总氮总磷变化量最大,都是在试验的第1周。总的来说,总氮去除效果在不同时间段去除率波动较大,总磷的去除率整体呈现下降趋势,与对照组相比,各组水生植物去除水中氮磷效果非常明显,这与方焰星<sup>[22]</sup>的研究结果一

致。水生植物生长需要大量的氮、磷等营养元素,当植物生长完成,氮、磷的需求会下降,加上根叶的衰败等会导致水中总氮、总磷浓度的回升。

大量研究表明,不同植物种植密度不同,氮磷的去除效率也不同。每种水生植物都有其最适宜的生长密度与生长环境,不同的水生植物对水中总氮、总磷的去除呈现不同的特点。对于单位面积及单位生物量氮磷去除率高的植物在工程中应用效果更佳,在实际的应用中所需水生植物材料更少且更具有持久性。综合考虑水生植物单位面积及单位生物量氮、磷去除率能确定最适宜的植物种类。试验中单位面积总氮去除率最高的是黄菖蒲,其次是西伯利亚鸢尾,单位面积总磷去除率最高的是西伯利亚鸢尾;而地上单位生物量总氮去除率最高的是蒲苇,其次是西伯利亚鸢尾;地上单位生物量总磷去除率最高的西伯利亚鸢尾。西伯利亚鸢尾耐寒,且具有良好的景观效果,所以西伯利亚鸢尾可以作为净化水中氮磷的最佳水生植物。

由于试验的时间较短及环境条件的限制,水生植物对水中总氮、总磷的去除效果在实际工程中还达不到。不同植物生长习性的不同也给试验控制增加了难度,如何全面的评价水生植物对富营养化水体的净化效果还需在以后的试验中进一步研究。

参考文献:

[1] 蔡佩英,刘爱琴,侯晓龙.7种水生植物去除城市生活污水氮磷效果的研究[J].环境工程学报,2011,5(5):

- 1067-1070.
- [2] Jayaweera M W, Kasturiarachchi J C. Removal of nitrogen and phosphorus from industrial wastewaters by phytoremediation using water hyacinth(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)[J]. Water Science and Technology A Journal of the International Association on Water Pollution Research, 2004, 50(6): 217.
- [3] Gopal B. Natural and constructed wetlands for wastewater treatment: potential and problems[J]. Water Science and Technology, 1999, 40(3): 27-35.
- [4] 杨林, 伍斌, 赖发英, 等. 7种典型挺水植物净化生活污水中氮磷的研究[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(3): 616-621.
- [5] 石雷, 杨璇. 人工湿地植物量及其对净化效果影响的研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(1): 28-33.
- [6] 刘足根, 张萌, 李雄清, 等. 沉水-挺水植物镶嵌组合的水体氮磷去除效果研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(S1): 171-181.
- [7] 彭婉婷, 邹琳, 段维波, 等. 多种湿地植物组合对污水中氮和磷的去除效果[J]. 环境科学学报, 2012, 32(3): 612-617.
- [8] 杜甫义, 阿琼, 董凡超, 等. 西藏地区不同湿地植物配置对污水的净化效果[J]. 环境工程, 2017, 35(1): 26-30, 40.
- [9] 刘佳, 王泽民, 李亚峰, 等. 潜流人工湿地系统对污染物的去除与转化机理[J]. 环境保护科学, 2005(1): 53-54, 57.
- [10] 万志刚, 沈颂东, 顾福根, 等. 几种水生维管束植物对水中氮、磷吸收率的比较[J]. 淡水渔业, 2004(5): 6-8.
- [11] 刘燕, 万福绪, 王瀚起. 不同水生植物对富营养化水体氮磷的去除效果[J]. 林业科技开发, 2013, 27(3): 72-75.
- [12] 左小凤. 4种水生植物对水体的富营养化物质的吸收净化效果研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [13] 祝宇慧. 人工湿地植物筛选及其对营养型污水的净化效果研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [14] 栾晓丽, 王晓, 时应征, 等. 两种挺水植物的脱氮除磷效果及其影响因素研究[J]. 安徽农业科学, 2008(4): 1576-1577, 1654.
- [15] 李兴, 李畅游, 勾芒芒, 等. 挺水植物对湖泊水质数值模拟过程的影响[J]. 环境科学, 2010, 31(12): 2890-2895.
- [16] 徐秀玲, 陆欣欣, 雷先德, 等. 不同水生植物对富营养化水体中氮磷去除效果的比较[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2012, 30(1): 8-14.
- [17] 顾国平, 周丽燕, 王森. 空心菜对景观水中氮磷的去除效果研究初报[J]. 安徽农学通报, 2008(19): 111-112.
- [18] 李建娜, 胡曰利, 吴晓芙, 等. 人工湿地污水处理系统中的植物氮磷吸收富集能力研究[J]. 环境污染与防治, 2007(7): 506-509.
- [19] 蒋鑫焱, 翟建平, 黄蕾, 等. 不同水生植物富集氮磷能力的试验研究[J]. 环境保护科学, 2006(6): 13-16.
- [20] 王庆海, 段留生, 李瑞华, 等. 几种水生植物净化能力比较[J]. 华北农学报, 2008(2): 217-222.
- [21] 周硕, 李俊玲, 于静洁, 等. 挺水植物对氮磷的固定及其腐烂释放研究[J]. 农业环境与发展, 2012, 29(3): 98-102.
- [22] 方焰星, 何池全, 梁霞, 等. 水生植物对污染水体氮磷的净化效果研究[J]. 水生态学杂志, 2010, 3(6): 36-40.

## Optimization of Nine Emerged Plant on Nitrogen and Phosphorus Purification Effects in North China

WANG Bin-bin<sup>1</sup>, XU Guang-yao<sup>2</sup>, YANG Jun-zhong<sup>2</sup>

(1. Tianjin Lyuyin Landscape and Ecology Construction Limited Company, Tianjin 300384, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300350, China; )

**Abstract:** In order to promot water environment control, nine kinds of water plants including *Cyperus alternifolius*, *Iris pseudacorus*, *Scirpus tabernaemontani*, *Iris siberian*, *Lythrum salicaria* L., *Cortaderia selloana*, *C. glauca*, *Iris pseudoacorus* and *Arundo donax* var. *versicolor*, which were common in North China, were studied by means of hydroponics on the purification of nitrogen and phosphorus in water. The result showed that the plant height and aboveground biomass of different plants were significantly different, and the change of *Scirpus tabernaemontani*'s height was the largest, and the biomass of *C. glauca* was the highest. Nine kinds of water plants on the water total nitrogen and phosphorus removal had a better effect. The removal efficiency of total nitrogen was as follows: *Iris pseudacorus* L. > *Iris sibirica* L. > *Cyperus alternifolius* > *Iris wilsonii* C. H. Wright > *Lythrum salicaria* L. > *Arundo donax* var. *versicolor* > *Canna glauca* L. > *Cortaderia selloana* > *Scirpus tabernaemontani* > control group. The removal of total phosphorus were as follows: *Iris sibirica* L. > *Iris wilsonii* C. H. Wright > *Scirpus tabernaemontani* > *Iris pseudacorus* L. > *Canna glauca* L. > *Cyperus alternifolius* > *Arundo donax* var. *versicolor* > *Lythrum salicaria* L. > *Cortaderia selloana* > control group. There was no significant difference in the removal of total nitrogen in the plants per unit area, and the removal of total phosphorus was significant. The change of total nitrogen and total phosphorus removal rate per unit aboveground biomass was 0.50-6.58 mg·g<sup>-1</sup> and 0.043-0.455 mg·g<sup>-1</sup>. Considering the efficiency of nitrogen and phosphorus purification and landscape effect, *Iris sibirica* L. and *Iris wilsonii* C. H. Wright could be used as alternative plants for the restoration of eutrophic water.

**Keywords:** eutrophic; purification effect; hydroponics; emerged plant