

不同湿地植物土壤氮、磷去除能力比较

李胜男, 崔丽娟, 宋洪涛, 张岩, 高常军, 郭嘉,
韦玮, 赵欣胜, 张曼胤, 王义飞, 李伟

中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091

摘要: 湿地植物是湿地的重要组成部分, 也是决定湿地降解污染物、发挥净化功能的决定性因素之一。选取黄花鸢尾、睡莲和芦苇作为研究对象, 采用野外氮、磷控制试验对植物吸收和去除土壤氮、磷能力进行了比较研究。结果表明: 不同湿地植物的净增生物量差异较大, 变化范围在 12.81~119.43 g·m⁻² 之间, 其中黄花鸢尾净增生物量最大, 芦苇最小; 3 种湿地植物地上部分植株氮、磷吸收率差异明显, 对氮、磷的吸收贡献率分别在 23.96%~41.86% 和 2.18%~12.73% 之间, 其中睡莲的氮、磷吸收贡献率最大; 3 种湿地植物土壤氮、磷去除率也有明显的差异, 分别在 12.20%~45.28% 和 33.3%~52.56% 之间, 土壤氮的去除率由高到低依次是黄花鸢尾、睡莲、芦苇, 土壤磷的去除率依次是黄花鸢尾、芦苇、睡莲, 3 种湿地植物对土壤磷的去除效果要优于对土壤氮的去除效果。对土壤氮、磷去除率与湿地植物净增生物量、植株氮、磷含量、植物氮、磷吸收率的相关分析表明, 湿地植物的净增生物量是决定湿地植物土壤氮、磷净化能力的一个重要因素。因此, 在选择利用湿地植物的净化功能时, 应优先考虑去除率高的植物种, 从通过收割植物去除氮、磷的角度看, 植物地上部分植株氮、磷含量越高越有利于通过收割植物去除氮、磷, 可以大大提高净化效果, 以达到净化的目的。本研究为进一步揭示湿地植物对过剩营养物质的净化机理奠定基础, 为湿地生态恢复植物筛选工程提供科学依据, 对湿地保护与恢复具有重要的指导意义。

关键词: 湿地植物; 湿地土壤; 植株氮吸收率; 植株磷吸收率; 氮去除率; 磷去除率

中图分类号: X173

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2012) 11-1870-05

引用格式: 李胜男, 崔丽娟, 宋洪涛, 张岩, 高常军, 郭嘉, 韦玮, 赵欣胜, 张曼胤, 王义飞, 李伟. 不同湿地植物土壤氮、磷去除能力比较[J]. 生态环境学报, 2012, 21(11): 1870-1874.

LI Shengnan, CUI Lijuan, SONG Hongtao, ZHANG Yan, GAO Changjun, GUO Jia, WEI Wei, ZHAO Xinsheng, ZHANG Manyin, WANG Yifei, LI Wei. Comparison on purification capacity of soil nitrogen and phosphorus in different wetland plants [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2012, 21(11): 1870-1874.

在长期的土壤发育和演替过程中, 当水域受到污染后, 水中部分污染物将通过沉淀或者由颗粒物吸附而蓄存在土壤中。湿地土壤通常是水体营养盐、难降解有机物、重金属等污染物的蓄积库, 受污染土壤大都成为其所在水体的主要污染源^[1]。底泥沉积物和间隙水中所含的污染物浓度远比上覆水中所含污染物浓度高, 在一定条件下, 土壤中的污染物可能会释放出来, 成为二次污染源^[2], 目前, 湿地土壤污染已成为世界范围内的重要环境问题之一。降解污染是湿地强大的生态功能之一, 对化学物质具有高效的处理和净化能力^[3]。有学者认为在污染的沉积物上种植一层植物, 可以形成有效的保护层, 防止沉积物的再悬浮和污染物的溶解扩散^[4-5]; 也有研究表明水草的生长可抑制底泥氮、磷的释放量^[1], 但不同植物对不同污染物的吸收、降解能力不同。目前大部分研究多侧重于湿地植物对水体中污染物的去除^[6-10], 而湿地植物对土壤氮、磷

去除贡献方面的研究, 还没有引起足够重视。

本研究选取黄花鸢尾、睡莲和芦苇 3 种湿地植物为研究对象, 旨在通过野外控制实验, 定量研究湿地植物对土壤氮、磷浓度做出的响应, 以期对湿地植物在湿地恢复工程中的选择应用提供理论依据和技术支撑; 对湿地恢复中如何针对土壤不同污染物水平选择经济、有效地的净化植物, 充分发挥湿地植物的净化功能, 恢复受污染湿地, 具有重要的理论价值和实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地位于北京市延庆县康庄镇郭家堡村东南, 中心位置地理坐标为北纬 40°23'43.09", 东经 115°56'19.49", 试验地面积约 1 000 m²。当地海拔 500 m 左右, 属典型的大陆性季风气候。

试验在 24 个 2 m×2.5 m 的野外自然条件下的植物筛选池进行, 土壤氮磷含量采用人工控制的方

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2011BAC02B03); 中国林业科学研究院专项资金项目 (CAFYBB2012008)

作者简介: 李胜男 (1970 年生), 女, 副研究员, 博士, 主要从事湿地植物生态、湿地生态与水文等方面的研究。

收稿日期: 2012-08-20

法。供试选用尿素(分子式为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 含 N 46%) 作为氮肥, 选用磷酸二氢钾 (分子式 KH_2PO_4 , 含 P_2O_5 14%) 作为磷肥。24 个筛选池按照植物不同分为 3 组, 分别进行氮、磷控制试验。试验采用两因素完全设计, 其中, 氮有 4 个处理: ①对照 N0 (不施氮); ②施氮 N1 ($20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$); ③施氮 N2 ($40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$); ④施氮 N3 ($80 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)。磷有 4 个处理: ①对照 P0 (不施磷); ②施磷 P1 ($3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$); ③施磷 P2 ($10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$); ④施磷 P3 ($20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)。所有处理实行植物种植前一次施用, 以后不再追加。

经过专家咨询和文献调研, 本研究采用具有较好的净化作用、有一定的景观价值, 且抗逆性强、耐污染的黄花鸢尾 *Iris wilsonii*、睡莲 *Nymphaea tetragona*、芦苇 *Phragmites australis* 3 种湿地植物作为本次试验的研究对象。植物均采用根状茎作种茎, 栽植前, 在培养池中预培养 1 周, 自 5 月开始种植, 种植密度为黄花鸢尾 $6 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 睡莲 $3 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 芦苇 $6 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 待植物栽植成活后开始试验, 11 月结束。

1.2 分析方法

在植物生长季节分五次采集土壤和植物样品(地上部分)。以 7 月初和 9 月底生物量作为植物起始和终止的生物量, 两者差值为净增生物量。为减少对植物的影响, 在每个筛选池内随机选择 3 种植物各 8 株, 收集其地上部分, 用去离子水清洗吸干水分后, 105°C 杀青 30 min, 然后 75°C 烘至恒重, 测量其生物量, 最后把结果换算成单位面积植物干重。将烘干后的植物样品粉碎, 过 0.25 mm 筛后送实验室待测。预处理好的植物样品采用浓硫酸-过氧化氢法消解, 其后植株 TN 用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法, 植株 TP 采用钼酸铵分光光度法测定。土壤 TN 采用半微量凯氏法; TP 采用硫酸-高氯酸消煮-钼锑抗比色法。

1.3 数据处理

主要采用 Sigmaplot10.0 工具进行; 基础数据运用 Spss13.0 统计分析软件, 在 $P<0.05$ 水平进行单因素方差分析; 用 LSD (Least-significant difference) 法进行多重比较检验。

本研究在测定植物生物量、植株氮、磷含量、土壤氮、磷含量的基础上进行土壤氮、磷去除率、湿地植物氮、磷吸收贡献率以及其他作用氮、磷降解贡献率的计算, 计算如式 (1)、(2)、(3) 所示。

土壤氮、磷去除率:
$$L_1 = (S_1 Q_1 - S_2 Q_2) / S_1 Q_1 \quad \text{式 (1)}$$

植株氮、磷吸收贡献率:
$$L_2 = [(T_2 B_2 - T_1 B_1) / (S_1 Q_1 - S_2 Q_2)] \times 100\% \quad \text{式 (2)}$$

其他作用氮、磷降解贡献率:
$$L_3 = 100\% - L_2 \quad \text{式 (3)}$$

式中: S_1 、 S_2 分别代表实验初始和终止时土壤含氮或磷量 (以 7 月初为初始值, 9 月底为终止值, 以下相同); Q_1 、 Q_2 代表初始和终止时土壤重量。 T_1 、 T_2 分别代表初始和终止时植株含氮或磷量; B_1 、 B_2 代表植物初始和终止时生物量。

2 结果与分析

2.1 湿地植物生物量变化

经过生长, 不同土壤氮、磷条件下 3 种植物的净增生物量差异显著 (表 1)。黄花鸢尾净增生物量最大, 平均值为 $(102.31 \pm 44.90) \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (干质量, 以下相同), 变化范围在 $70.78 \sim 119.02 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$; 其次为睡莲, 净增生物量平均值为 $(65.85 \pm 30.07) \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 变化范围为 $12.81 \sim 119.43 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$; 芦苇最小, 净增生物量平均值为 $(23.63 \pm 11.33) \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 变化范围为 $18.86 \sim 43.60 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

表 1 湿地植物地上部分净增生物量、植株氮磷含量
Table 1 The net accumulation biomass and nitrogen phosphorus concentration in wetland plants

项目	黄花鸢尾	睡莲	芦苇
净增生物量/ $(\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$	102.31 ± 44.90	65.85 ± 30.07	23.63 ± 11.33
植株含氮量/ $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	17.66 ± 1.76	58.20 ± 2.10	42.73 ± 2.90
植株含磷量/ $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	1.40 ± 0.24	6.23 ± 0.30	3.31 ± 0.21

2.2 湿地植物的植株氮、磷含量变化

不同土壤氮磷条件下湿地植物整个生长季植株平均氮磷含量也表现出不同的变化特征 (图 1)。睡莲植株氮、磷含量最大, 平均值分别为 $(58.20 \pm 2.10) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $(6.23 \pm 0.30) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变化范围分别为 $55.05 \sim 60.81 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $5.93 \sim 6.77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其次是芦苇, 植株氮、磷含量平均值分别为 $(42.73 \pm 2.90) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $(3.31 \pm 0.21) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变化范围分别为 $38.64 \sim 47.74 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $3.09 \sim 3.63 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 黄花鸢尾植株氮、磷含量最小, 平均值分别为 $(17.66 \pm 1.76) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $(1.40 \pm 0.24) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变化范围分别在 $15.11 \sim 19.97 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $1.00 \sim 1.73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。总体上看, 不同土壤氮磷条件下, 黄花鸢尾植株含氮量和含磷量变化最大, 变异系数分别为 9.94% 和 17.5%, 睡莲植株含氮量和含磷量变化最小, 变异系数分别为 3.61% 和 4.89%, 芦苇含氮量和含磷量变化居于二者之间, 变异系数分别为 6.78% 和 6.21%。

2.3 湿地植物土壤氮磷去除率比较

从表 2 可以看出, 不同湿地植物的土壤氮、磷去除能力存在较大的差异。3 种不同湿地植物土壤氮、磷去除率分别在 12.20%~45.28% 和 33.3%~52.56% 之间, 黄花鸢尾的土壤氮、磷去除效果最好, 去除率分别为 45.28% 和 52.56%, 睡莲对

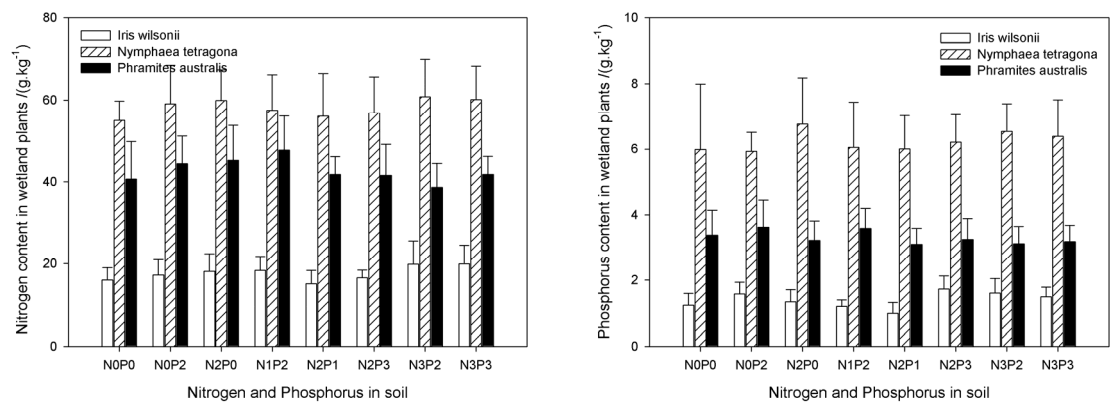


图 1 3 种植物植株含氮量、含磷量比较
Fig.1 Comparison of nitrogen and phosphorus content in wetland plants

土壤氮的去除率 (43.06%) 优于对土壤磷的去除率 (33.30%), 而芦苇对土壤磷的去除率 (37.82%) 要远远高于土壤氮 (12.20%)。3 种湿地植物土壤氮的去除率由高到低依次是黄花鸢尾、睡莲、芦苇, 对土壤磷的去除率由高到低依次为黄花鸢尾、芦苇、睡莲。总体上看, 3 种湿地植物对土壤磷的去除效果要优于对土壤氮的去除效果 (图 2)。

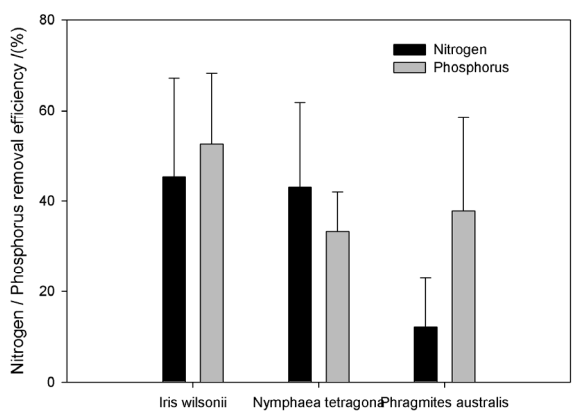


图2 不同湿地植物土壤氮、磷去除率比较
Fig.2 Removal rate of soil Nitrogen and Phosphorus under three kinds of wetland plants

2.4 湿地植物氮、磷吸收贡献率比较

通过分析植物土壤氮、磷吸收贡献率, 可以看出不同湿地植物地上部分氮、磷吸收贡献率差异较

大 (表 2)。3 种不同湿地植物氮、磷吸收贡献率分别在 23.96%~41.86%和 2.18%~12.73%之间,睡莲的氮、磷吸收贡献率均最大,分别为 41.86%和 12.73%;其次是芦苇,氮、磷吸收贡献率分别为 31.98%和 8.71%;黄花鸢尾的氮、磷吸收贡献率最小,分别为 23.96%和 2.18%。从不同湿地植物氮磷吸收贡献率来看, 3 种植物氮吸收贡献率要显著高于植物磷吸收贡献率, 且氮、磷吸收贡献率具有显著相关性 ($P<0.05$)。从其他作用氮、磷降解贡献率来看, 磷的降解贡献率明显高于氮的降解贡献率 ($P<0.05$)。

为获得 3 种不同湿地植物对土壤氮磷的综合影响, 将土壤氮、磷去除率与湿地植物地上部分净增生物量、植株氮、磷含量、植物氮、磷吸收率进行相关性分析, 结果显示土壤氮、磷去除率与净增生物量分别在 0.01 水平上显著相关, 相关系数分别为 0.578 和 0.646, 与其他各因素均不相关; 植物氮的吸收率和净增生物量显著相关 ($P<0.01$), 植物磷的吸收率则和植株氮、磷含量及植物氮吸收率显著相关, ($P<0.01$), 表明湿地植物的净增生物量是决定湿地植物土壤氮磷净化能力的一个重要因素。

3 讨论

湿地植物在生态系统中起着重要的作用, 其本身不仅可以吸纳同化大量的污染物, 而且它发达的根系还为微生物提供了优良生存环境, 改变了基质的通透性, 增加了对污染物的吸收和沉淀^[11-12]。同时, 湿地植物还通过植物体的疏导组织直接将氧输

表 2 3 种湿地植物对土壤氮磷的吸收贡献率和去除率

Table 2 Uptake rate and removal efficiency of soil N and P among three kinds of wetland plants						%
植物名称	植物氮吸收 贡献率	其他作用氮降解 贡献率	土壤氮去除率	植物磷吸收 贡献率	土壤磷去除率	其他作用磷降解 贡献率
黄花鸢尾	23.96±14.6	76.04±14.6	45.28±21.9	2.18±1.67	52.56±15.7	97.82±1.67
睡莲	41.86±27.9	58.14±27.9	38.06±23.7	12.73±5.23	33.3 ±8.69	87.27±5.23
芦苇	31.98±9.35	68.02±9.35	12.20±10.7	3.17±2.75	37.82±20.8	96.83±2.75

送到根部,能加速湿地土壤中磷酸盐等的释放。不同的湿地植物由于受气温、降水、植物生长季节、植物物种、生活型、污染物浓度以及人工湿地的运行时间长短等因素的影响,其净化能力表现出显著差异^[13-18]。生物量的差异主要源于物种种间的差异^[19],一般说来,生物量越大,对污染物和营养物质的吸收量越多^[20]。从不同湿地植物生物量变化看,黄花鸢尾地上部分生物量变化最大,其次是睡莲。黄花鸢尾属多年生草本,具有粗壮的根状茎,其根际处氮循环菌数量最为密集,提高了环境中硝化与反硝化作用,更有利于氮的去除^[21];睡莲分蘖繁殖快,对氮、磷耐受力较强,由于其根、茎生长形态上的特点,适于附生更多微生物,导致氮磷去除率较高^[14]。芦苇体内具有发达的通气组织,能将地上部分光合作用产生的氧气输送到根部,并从根毛分泌出来^[22-23],使根系周围的环境中依次呈现好氧、厌氧及缺氧状态,创造了有利于多种微生物生存的微环境,同时其庞大的根茎系统为附着的微生物提供了巨大的附着面,从而能改变微生物的生存条件间接影响磷的去除和转化^[24-25]。

植物吸收在脱氮除磷中的贡献从 0.7%^[26]到 76%^[27],研究者们的报道很不统一^[16,28], Michela, Maurizio^[16]、Brix^[29]和 Haberl, Perfler^[30]认为在人工湿地处理污水的整个过程中,植物的吸收并具有重要作用;Geary, Moore^[31]也认为,在高负荷下,湿地主要的除磷机理还是基质的吸附存储,而不是植物吸收。Rogers 等^[32]采用室内模拟实验对有植物和无植物条件下污水中氮去除率的研究则显示湿地植物水葱 *Schoenoplectus validus* (含地上和地下部分)直接吸收的氮达到湿地氮去除量的 90%;Maurizio, Michela^[33]的研究也表明在不同的季节,不同植物地上部分对氮的吸收率可以达到 53%~75%。在本试验中,主要针对土壤中过多营养物质氮磷的去除,研究表明 3 种植物中睡莲地上部分对土壤氮的吸收贡献率最高可达到 41.86%;同时,为避免对筛选池系统的较大扰动,在采集植物样品时,仅采集地上部分进行研究,未考虑地下部分对过多氮磷的去除效应,这也是下一步研究的主要内容之一。

4 结论

不同土壤氮、磷浓度下黄花鸢尾净增生物量最大,其次为睡莲,芦苇最小;睡莲植株氮、磷含量最大但变化量最小,黄花鸢尾植株氮、磷含量最小但变化量最大,芦苇位于二者之间。

3 种湿地植物对土壤磷的去除效果要优于对土壤氮的去除效果,其中黄花鸢尾土壤氮、磷去除效果最好,睡莲对土壤中氮的去除效果要好于芦苇,而对土壤中磷的去除效果则远差于芦苇。

湿地恢复过程中,针对含氮量较高的土壤采用湿地植物恢复时,可采用黄花鸢尾和睡莲,而针对含磷量较高的土壤时可采用黄花鸢尾和芦苇。从通过收割植物去除氮、磷的角度看,植物地上部分植株氮、磷含量越高越有利于通过收割植物去除氮、磷,可以大大提高净化效果;同时,对于如何发挥人工湿地的生态功能,植物的正确选择也具有很重要的意义^[16,33]。

参考文献:

- [1] 王化可,李文达,陈发扬.富营养化水体底泥污染控制及生物修复技术探讨[J].能源与环境,2006,1:15-18.
- [2] 范成新,杨龙元,张路.太湖底泥及其间隙水中氮磷垂直分布及相互关系分析[J].湖泊科学,2000,12(4):359-366.
- [3] 崔丽娟,艾思龙.湿地恢复手册-原则.技术与案例分析[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.14-22.
- [4] ROCK S A. Potential for phytoremediation of contaminated sediments[C]//National conference on management and treatment contaminated sediments. EPA-625-R-98-001,1997:101-105.
- [5] WANG J,LIU X Y,ZHANG X Y,et al.,Phytoremediation potential of *Cyperus rotundus* for diesel-contaminated wetland[J].Journal of Shanghai University:English Edition[J]. 2010, 14(5): 326-331.
- [6] 靖元孝,陈兆平,杨丹菁.风车草对生活污水的净化效果及其在人工湿地的应用[J].应用与环境生物学报,2002,8(6):614-617.
- [7] CHRIS C. Effect of loading rate planting on treatment of dairy farm wastewaters in constructed wetlands: II. Removal of nitrogen phosphorus [J]. Water Research, 1995,29(1): 17-26.
- [8] 杨雁,李永梅,王自林,等.漂浮栽培水生植物对入滇河流污水中磷的去除效果研究[J].农业环境科学学报,2010,29(9):1769-1769.
- [9] MAINE M A, SUNE N, HADAD H, et al. Removal efficiency of a constructed wetland for wastewater treatment according to vegetation dominance [J].Water Research, 2007, 41(8):1790-1798.
- [10] 徐宏伟,王效科,欧阳志云,等.三江平原小叶章模拟实验对氮、磷的净化[J].生态学报,2005.25(7):1720-1724.
- [11] SARAH J. Effects of water level and phosphorus enrichment on seedling emergence from marsh seed banks collected from northern belize[J]. Aquatic Botany, 2004.9(4):311-323.
- [12] PARESH L, BILL F. Relationships between aquatic plants and environmental factors along a steep Himalayan altitudinal gradient[J]. Aquatic Botany, 2006.84(1):3-16.
- [13] 贾庆宇,周广胜,周莉,等.湿地芦苇植株氮素分布动态特征分析[J].植物生态学报,2008,32(4):858-864.
- [14] 卢晓明,赵丰,陈建军,等.睡莲与梭鱼草的生理特性及脱氮除磷比较[J].武汉理工大学学报,2009,31(23):44-47.
- [15] 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,2008,23(2):217-222.
- [16] MICHELA S, MAURIZIO B. Effect of different macrophytes in abating nitrogen from a synthetic wastewater[J]. Ecological Engineering, 2010, 36: 1222-1231.
- [17] FRASER L F, CARTY S M, STEER D. A test of four plant species to reduce total nitrogen and total phosphorus from soil leachate in subsurface wetland microcosms[J]. Bioresource Technology, 2004, 94: 185-192.
- [18] PASSONI M, SALVATO M, MORARI F, et al. Medium-term

- evolution of soil properties in a constructed surface flow wetland with fluctuating hydroperiod in North Eastern Italy[J]. *Desalination*, 2009, 246: 215–225.
- [19] 李林锋, 年跃刚, 蒋高明, 等. 植物吸收在人工湿地脱氮除磷中的贡献[J]. *环境科学研究*, 2009, 22(3): 337–342.
- [20] 刘芳. 芦苇湿地对污水中氮磷的净化能力研究[D]. 河北: 河北农业大学, 2004: 31–33.
- [21] 马牧源, 王兰, 孙红文, 等. 黄花鸢尾对富营养化水体净化的试验研究[J]. *农业环境科学学报*, 2006, 25(2): 448–452.
- [22] 赵可夫, 范梅, 宋杰, 等. 芦苇湿地在处理污水中的作用及其机理的探讨[J]. *科学中国人*, 2000, 4: 8–11.
- [23] VYMAZAL J. The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years experience[J]. *Ecological Engineering*, 2002, 18: 633–646.
- [24] RICKERL D H, JANSSEN L L, WOODLAND R. Buffered wetlands in agricultural landscapes in the Prairie pothole Region: environment, agronomic and economic evaluations[J]. *Journal of soil and water conservation*, 2000, 55(2): 220–225.
- [25] 徐和胜, 付融冰, 褚衍洋. 芦苇人工湿地对农村生活污水磷素的去除及途径[J]. *生态环境*, 2007, 16(5): 1372–1375.
- [26] GOTTSCHALL N, BOUTIN C, CROLLA A, et al. The role of plants in the removal of nutrients at a constructed wetland treating agricultural (dairy) wastewater, Ontario, Canada[J]. *Ecological Engineering*, 2007, 29: 154–163.
- [27] HUETT D O, MORRIS S G, SMITH G, et al. Nitrogen and phosphorus removal from plant nursery runoff in vegetated and unvegetated subsurface flow wetlands[J]. *Water Research*, 2005, 39: 3259–3272.
- [28] 金卫红, 付融冰, 顾国维. 人工湿地中植物生长特性及其对 TN 和 TP 的吸收[J]. *环境科学研究*, 2007, 20(3): 75–80.
- [29] BRIX H. Function of macrophytes in constructed wetlands [J]. *Water Science Technology*, 1994, 29(4): 71–78.
- [30] HABERL R, PERFLER R. Nutrient removal in the reed bed systems [J]. *Water Science Technology*, 1991, 29(4): 15–27.
- [31] GEARY P M, MOORE J A. Suitability of a treatment wetland for dairy wastewater[J]. *Water Science and Technology*, 1999, 40(3): 179–185.
- [32] ROGERS K H, BREEN A J, CHICK A J. Nitrogen removal in experimental wetland treatment systems: evidence for the role of aquatic plants[J]. *Research Journal of the Water Pollution Control Federation*, 1991, 63(7): 934–941.
- [33] MAURIZIO B, MICHELA S. Effects of five macrophytes on nitrogen remediation and mass balance in wetland mesocosms [J]. *Ecological Engineering*, 2012, 46: 34–42.

Comparison on purification capacity of soil nitrogen and phosphorus in different wetland plants

LI Shengnan, CUI Lijuan, SONG Hongtao, ZHANG Yan, GAO Changjun, GUO Jia,

WEI Wei, ZHAO Xinsheng, ZHANG Manyin, WANG Yifei, LI Wei

Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Abstract: Wetland plants are very important component of wetlands; these plants are necessary for the degradation of pollutants and water/soil purification. In this paper, three aquatic plants (i.e. *Iris wilsonii*, *Nymphaea tetragona*, and *Phragmites australis*) were chosen to compare the diversity on nutrition absorption and soil nitrogen and phosphorus purification capacity based on field control test. The results showed that net accumulated biomass varied intensively among different wetland plants, which ranged from 12.81 to 119.43 g·m⁻², with the highest biomass of *Iris wilsonii* and lowest of *Phragmites australis*. Besides, the absorption rate of nitrogen and phosphorus in the above vegetations changed from 23.96%~41.86% and 2.18%~12.73% respectively with the highest uptake ratio of *Nymphaea tetragona*. Furthermore, obvious discrepancy (i.e. 12.20%~45.28% and 33.30%~52.56% respectively) was calculated in soil nitrogen and phosphorus decomposition ratio under different wetland plants. Consequently *Iris wilsonii* was having the highest calculated decomposition ratio of soil nitrogen and phosphorus. Similarly *Phragmites australis* was having the lowest decomposition ratio of soil nitrogen, whereas *Nymphaea tetragona* was found lowest in the decomposition ratio of soil phosphorus. Overall, the removal of soil phosphorus from three plants was found superior to that of soil nitrogen. Therefore, species with higher removal ratio would be considered superior in the use of purification capacity. In addition, the higher percent of nitrogen and phosphorus in the ground surface plants seemed better for removing them when reaping, which was beneficial for purification to some extent. Moreover, it is useful to reveal the purification mechanism of surplus nutrient from wetland plants, and provide scientific reference for wetland restoration and plant screening projects, which is also significant for wetland protection and restoration.

Key words: wetland plant; wetland soil; absorption ratio; removal efficiency