

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.04.010

王晶, 王冬梅, 黄端, 等. 黄菖蒲叶片对水分的生物学响应及其净化水质作用[J]. 广西植物, 2014, 34(4): 484-488

Wang J, Wang DM, Huang D, et al. Biological response of *Iris pseudacorus* leaf and its effect on water purification[J]. *Guihaia*, 2014, 34(4): 484-488

黄菖蒲叶片对水分的生物学响应及其净化水质作用

王晶^{1,2}, 王冬梅^{1*}, 黄端¹, 李浩颖¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 黄河勘测规划设计有限公司, 郑州 450003)

摘要: 为解决漓江流域水质下降和生态系统退化的关键问题, 开展黄菖蒲抗逆性以及水质净化作用研究, 为漓江水陆交错带生态修复的植物选择提供科学依据。采用盆栽试验, 研究了黄菖蒲在不同基质内不同淹水胁迫下的叶片生长情况, 共设 5 个处理, 并在全土基质中开展净化水质实验。结果表明: 随着水淹深度的增加, 黄菖蒲叶片数明显下降; 半淹处理对黄菖蒲生长最有利; 水淹时间对黄菖蒲叶片数、叶长、叶宽与叶面积有极显著影响; 黄菖蒲叶片长度、宽度和叶片数随淹水处理没有明显差异, 基质对黄菖蒲的生长无显著差异; 水分比基质对黄菖蒲生长影响大; 种植黄菖蒲处理后 pH 减小为中性, 在一定程度上可以净化水质, 但对氮磷的净化效果不明显。

关键词: 黄菖蒲; 生物学响应; 净化水质

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2014)04-0484-05

Biological response of *Iris pseudacorus* leaf and its effect on water purification

WANG Jing^{1,2}, WANG Dong-Mei^{1*}, HUANG Duan¹, LI Hao-Ying¹

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. The Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Pot experiment was conducted to study leaf growth of *Iris pseudacorus* under water logging stress. Five different treatments of the test, and carry out water purification test in the soil. The results were as follows: Flooded depth increased number of leaves decreased significantly, half submerged growth and the most favorable, flooding time on leaf number, leaf length, leaf width and leaf area were significant; Leaf length, width and leaf number with the flooding treatment under the conditions of no significant difference; No significant differences in three growth soil, effect of water was higher than the soil; Planting *I. pseudacorus* treatment decreased pH was neutral, it could purify the water quality in a certain extent, but the effect of purification of nitrogen and phosphorus was not obvious. The experiment showed that *I. pseudacorus* the half submergence growth effect was best, the purification effect of nitrogen and phosphorus was not obvious.

Key words: *Iris pseudacorus*; biological response; water purification

黄菖蒲为多年生湿地挺水草本植物, 广布于温带、亚热带, 我国各地均有分布。其生长于河流、湖泊岸边浅水处以及沼泽湿地, 冬季以地下茎潜入泥

中越冬, 是漓江流域水陆交错带的优势种植物。以往的研究主要是探讨养分对菖蒲形态和生物量的影响, 黄菖蒲对水分的生物学响应及净化水质作用研

收稿日期: 2013-09-02 修回日期: 2013-10-29

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAC16B03)

作者简介: 王晶(1981-), 男, 山西运城人, 博士研究生, 工程师, 主要研究方向为水土保持与生态恢复, (E-mail) wangjing256@126.com。

*通讯作者: 王冬梅, 博士, 教授, 主要研究方向为水土保持与生态恢复, (E-mail) dmwang@126.com。

究尚未见报道,而且环境因素对菖蒲生理生态特性的影响研究也很少见。针对漓江水陆交错带优势物种黄菖蒲开展抗逆性以及水质净化进行研究,可以为漓江水陆交错带生态修复的植物选择提供科学依据,为水陆交错带植物建设工程提供实践指导。

水淹是水分胁迫的一种重要表现形式,水淹会导致土壤中氧气和光照的不足(Jackson *et al.*, 1999),长期水淹会使叶片衰老凋落(Insausti *et al.*, 2001),植物生长发育停滞、生物量丧失,严重的会导致植物死亡。而一些耐淹植物对水淹则显示出正面的响应(Glaz *et al.*, 2004; Insausti *et al.*, 2001)。淹水胁迫程度变化会使植物在生长状况、营养发育、生物量分配、相关酶系、激素水平等方面的生理生态性质发生变化,如内源激素失衡,有氧代谢途径受抑,缺氧代谢活动加强,光合作用减弱,细胞内活性氧增加和保护酶系统减弱引起膜脂过氧化产物 MDA 和膜渗透性的增加,生长受抑,干物质积累降低。植物受水淹胁迫常发生一系列的生物学适应性变化来减少危害,提高生存能力(Kozlowski, 1984; Parolin, 2002; 刘云峰等, 2005)。研究植物对不同强度淹水胁迫的反应对生态系统保育和破坏区域植被恢复具有重要的意义。以往研究侧重于污水中研究黄菖蒲净化水质(孙霖等, 2011)效果,也有研究表明黄菖蒲有很强的氮磷净化效果(丛海兵等, 2012; 胡啸等, 2012; 周金波等, 2011),鲜有报道在净水中的净化水质效果研究,并将其作为植物筛选的一种指标考虑,本研究做相关探索,旨在为水陆交错带生态修复的植物选择提供科学依据,

1 材料与方法

1.1 材料选取和栽培

选取黄菖蒲 1 年生幼苗在北京林业大学温室大棚内进行盆栽种植(每盆 1 株),分别栽植在 3 种基质(鹅卵石 100%、鹅卵石 50%+土 50%、土 100%)中,每个基质 50 盆,选取其中生长良好且长势相近的植株用于实验。培养植物至地上部分生长旺盛稳定,期间正常浇水、间苗。

1.2 实验设计

水淹深度分别设置对照、干旱、潮湿、半淹、全淹 5 个处理,每个处理 6 个重复。干旱处理期间不浇水、潮湿处理保持土壤饱和含水量、半淹处理浇水至地上部分的一半处、全淹处理浇水至没过地上部分

顶端 5 cm。将每种植物每 6 盆为一组分别放入大桶。所有的水淹处理每天都补换水 1 次,对照每天浇水 1 次,每天观测记录植物枯死量、株高、叶片数、叶长、叶宽等情况。

在全土基质培养黄菖蒲开展净化水质实验,于清华人工湖取水样分别盛至四个塑料桶中,并分别测定其初始指标,3 个重复,1 个对照。筛选大致相同株数,相同重量,生长状况相近的 3 组植物,根部洗净,分别种植于塑料板生态浮床上。隔 24、48、96 h 取 4 个桶中的水样进行氨态 N、全 P、pH、全 N 指标测定。

1.3 测定方法

淹水实验前、10 d 后、20 d 后分别取出每桶中的两盆植物,在常态下继续培养 3 d,计算其存活率(常态下培养 3 d 内能成活即记为活株),取存活的植株,每天测定株高(植株出土部分至顶端长度)、叶片数(从第一片完全叶开始计数)、叶长(叶柄顶端至叶尖的长度)、叶面积(叶面积仪 LI-3000A),实验结束后将植株洗净烘干后记录植株干重。

TN 采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法;氨氮采用纳氏试剂光度法;TP 采用钼酸铵分光光度法;pH 采用 PHS-3C 精密酸度计测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 处理,再用 SPSS 17.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 生长对水分的响应

全土基质中植株叶片数目在水淹过程中均持续减少,淹水强度越大,植株叶片减少幅度越大。干旱组在 10 d 就枯死,证明黄菖蒲不耐旱;全淹处理的叶片数在水淹 10 d 后急剧减少,减少幅度大于潮湿和半淹处理,对照叶片数基本无变化(图 1)。叶面积在水淹过程中也持续减少,半淹处理叶面积最大,且在第 6 天后保持稳定并有小幅增长,对照叶面积也有小幅增长(图 2),一定程度上说明了浇水至地上部分的一半处处理对黄菖蒲生长最有利。

2.2 水淹时间对叶片的影响

水淹时间对黄菖蒲叶片数、叶长、叶宽与叶面积都有极显著影响($P < 0.01$)(表 1),水淹时间与叶片数和叶面积成极强的负相关,与叶长和叶宽成正相关,可以说明黄菖蒲在水淹时间长度逐渐延长的情

况下能促进其叶子生长,但由于养分和光照等因素影响会造成部分叶子凋落,导致总叶面积下降。

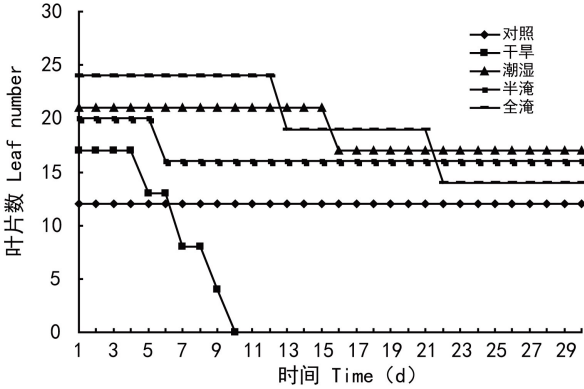


图1 全土基质中叶片数变化

Fig. 1 Change of leaf number in soil matrix

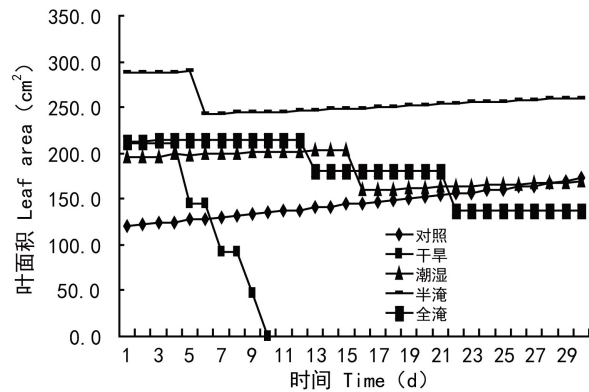


图2 全土基质中叶面积变化

Fig. 2 Change of leaf area in soil matrix

表1 水淹时间与叶相关参数间相关系数

Table 1 Correlation coefficient of flooding time and leaf related parameters

指标 Index	叶片数 Leaf number	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	叶面积 Leaf area	水淹时间 Flooding time
叶片数 Leaf number	1				
叶长 Leaf length	-0.877**	1			
叶宽 Leaf width	-0.983**	0.778**	1		
叶面积 Leaf area	0.998**	-0.841**	-0.993**	1	
水淹时间 Flooding time	-0.939**	0.863**	0.916**	-0.931**	1

注: ** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

Note: ** showed significantly correlated at 0.01 level bilateral.

2.3 不同淹水级别处理下黄菖蒲叶片的生长反应

黄菖蒲幼苗叶片长度、宽度和叶片数随淹水处理

条件下没有明显差异,全土基质、半土半石基质和全土基质对黄菖蒲的生长无显著差异(图 3~6)。黄菖蒲在全土基质中出现枯死时间较早,相对而言在全石基质中除了干旱和全淹处理外,其余处理的枯死时间晚于其它两个基质(表 2),黄菖蒲能适应全石基质条件下生长,一定程度上说明水分比基质对黄菖蒲生长影响大。

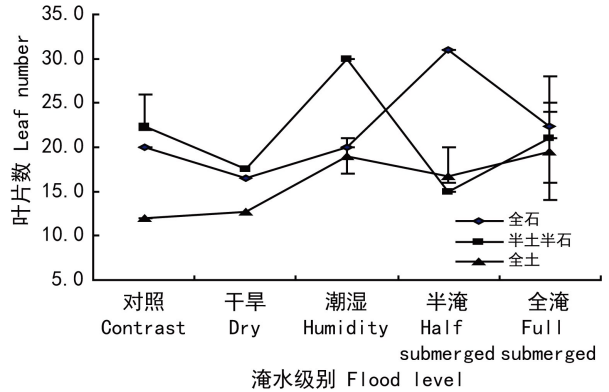


图3 不同淹水级别处理下叶片数变化

Fig. 3 Change of leaf number in the treatment of flood level

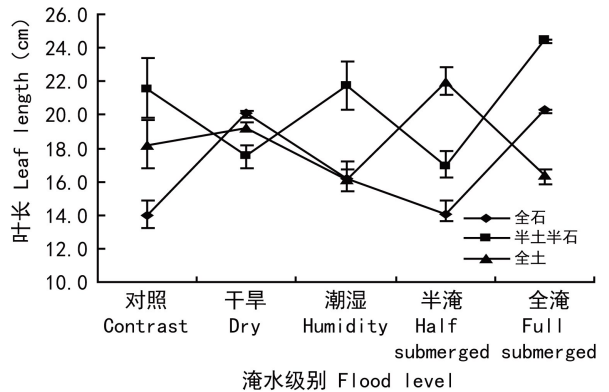


图4 不同淹水级别处理下叶长变化

Fig. 4 Change of leaf length in the treatment of flood level

表2 出现枯死时间记录(单位:天)

Table 2 Appeared dead time (unit: d)

指标 Index	对照 Contrast	干旱 dry	潮湿 Humidity	半淹 Half submerged	全淹 Full submerged
全石 All stone		8			11
半土半石 Soil and stone	4	3			10
全土 All soil		5	16	6	13

2.4 黄菖蒲净化水质作用

在全土基质培养黄菖蒲开展净化水质实验,实

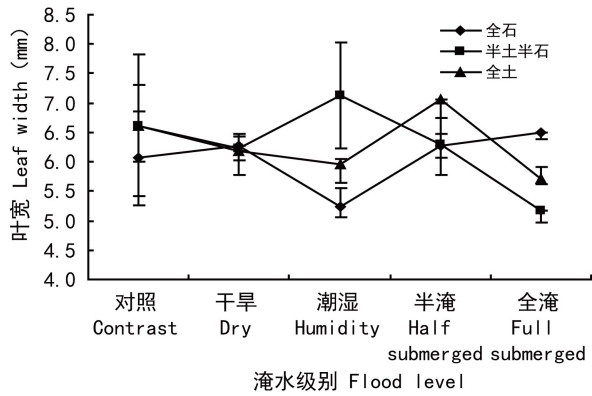


图 5 不同淹水级别处理下叶宽变化

Fig. 5 Change of leaf width in the treatment of flood level

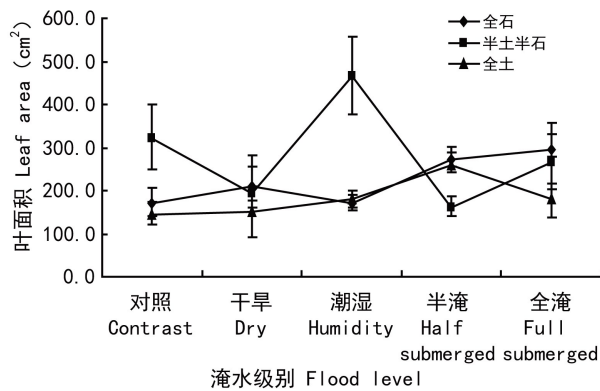


图 6 不同淹水级别处理下叶面积变化

Fig. 6 Change of leaf area in the treatment of flood level

验表明, pH 随着黄菖蒲栽植时间变长而减小, 逐渐变为中性(图 7); TN 随黄菖蒲栽植时间变长变化不明显(图 8); 氨氮随黄菖蒲栽植时间变长逐渐增大(图 9); TP 随黄菖蒲栽植时间变长也增大, 但含量之在 0.4 mg/L 以下, 对水质的影响作用不显著(图 10)。种植黄菖蒲处理后 pH 减小为中性, 可以在一定程度上净化水质, 但对氮磷的净化效果不明显。

3 讨论与结论

植物受水淹胁迫常发生一系列生物学适应性变化来减少危害, 提高生存能力(Kozłowski, 1984; Parolin, 2002; 刘云峰等, 2005)。研究植物对不同强度淹水胁迫的反应对生态系统保育和破坏区域植被恢复具有重要意义。本研究表明, 黄菖蒲淹水胁迫会影响其叶片生长, 水淹深度的增加黄菖蒲叶片数明显下降, 水淹时间对黄菖蒲叶片数、叶长、叶宽与

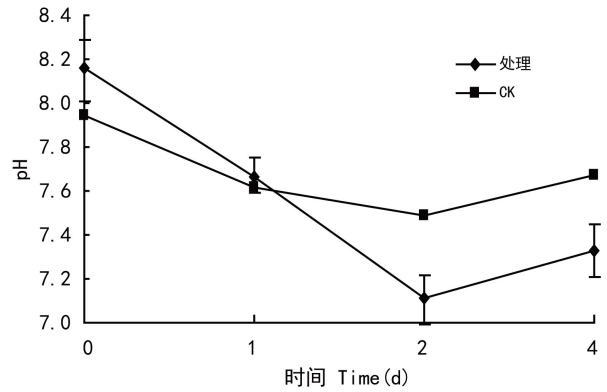


图 7 种植黄菖蒲处理后水中 pH 随时间变化

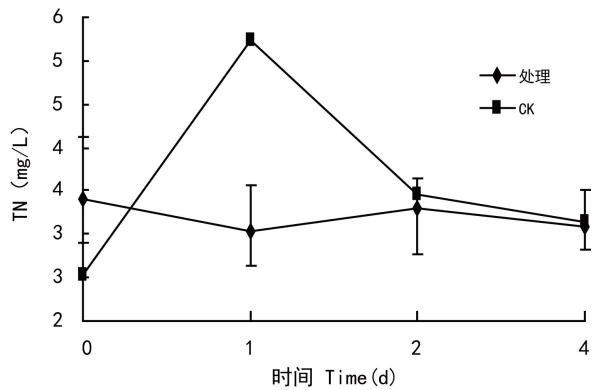
Fig. 7 Changes of water pH with time after planting *Iris pseudacorus*

图 8 种植黄菖蒲处理后水中 TN 随时间变化

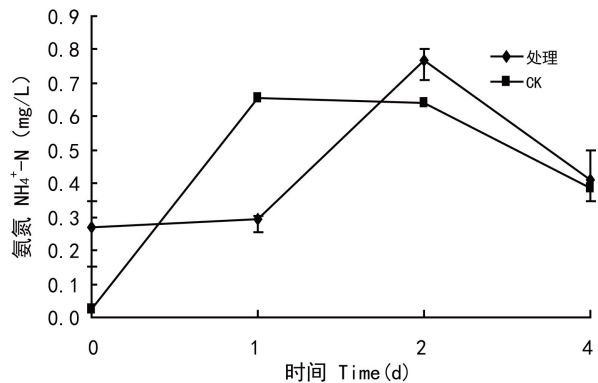
Fig. 8 Changes of water TN with time after planting *Iris pseudacorus*

图 9 种植黄菖蒲处理后水中氨氮随时间变化

Fig. 9 Changes of water NH₄⁺-N with time after planting *Iris pseudacorus*

叶面积均有极显著影响, 半淹处理对黄菖蒲生长最有利, 实验显示基质对黄菖蒲的生长无显著差异, 水分比基质对黄菖蒲生长影响大, 说明黄菖蒲可作为

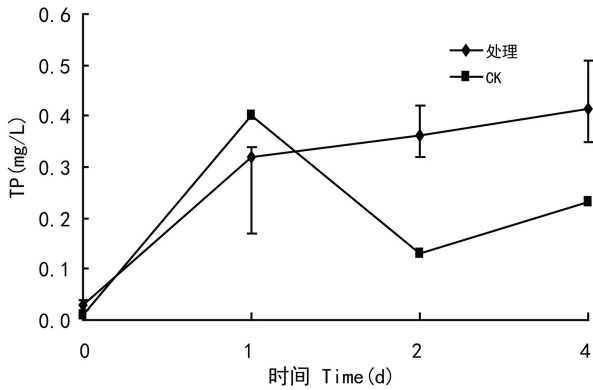


图 10 种植黄菖蒲处理后水中 TP 随时间变化

Fig. 10 Changes of water TP with time planting *Iris pseudacorus*

水陆交错带生态恢复的植物物种。

种植黄菖蒲处理后 pH 减小为中性,在一定程度上可以净化水质,但对氮磷的净化效果不明显。实验用水为弱碱性,加入植物后,pH 值迅速降低,之后中性环境中,且略低于与对照试验的空白样 pH 值,这与孙霖等(2011)的研究结果相同。丛海兵等(2012)、胡啸等(2012)和周金波等(2011)的研究表明黄菖蒲有很强的氮磷净化效果,与本研究结果相佐,可能与研究时间和供试水质非污水有关。TN 随黄菖蒲栽植时间变长变化不明显,试验期间氮的浓度明显没有下降反而略有升高,这与孙霖等(2011)的研究结果类似,说明氮氨释放到水体中,使 TN 浓度升高。

参考文献:

Casanova MT, Brock MA. 2000. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities[J]. *Plant Ecol*, **147**:237-250

- Cong HB(丛海兵), Wu LM(吴黎明). 2012. Study on water quality improvement capacity of two cold-resistant floating bed plants(2种耐寒生态浮床植物的水质改善性能研究)[J]. *Chin J Environ Eng* (环境工程学报), **6**(1):51-56
- Glaz B, Morris DR, Daroub SH. 2004. Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table[J]. *Crop Sci*, **44**:1 633-1 672
- Hu X(胡啸), Cai H(蔡辉), Chen G(陈刚), et al. 2012. Purification efficiencies of three types of aquatic plants and combination of them to chromium, nitrogen and phosphorus in waste water(3种类型水生植物及其组合对污染水体中铬、氮和磷的净化效果研究)[J]. *Technol Water Treatment* (水处理技术), **38**(4): 45-54
- Insausti P, Grimoldi AA, Chnaeton EJ, et al. 2001. Flooding induces a suite of adaptive plastic responses in the grass *Paspalum dilatatum*[J]. *New Phytol*, **152**:291-300
- Jackson MB, Armstrong W. 1999. Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence[J]. *Plant Biol*, **1**:274-287
- Kozłowski TT. 1984. Plant responses to flooding of soil [J]. *Biol Sci*, **34**:162-167
- Liu YF(刘云峰), Liu ZX(刘正学). 2005. Adaptability test of *Cynodon dactylon* in the ebb and flow zone of the three gorges reservoir under extreme conditions(三峡水库消落区极限条件下狗牙根适生性试验)[J]. *J Southwest Agric Univ: Nat Sci Edit* (西南农业大学学报·自然科学版), **27**:661-663
- Parolin P. 2002. Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in amazonian flood plains[J]. *Environ Exptol*, **48**:177-187
- Sun L(孙霖), Shen SY(沈守云), Xiong QM(熊启明), et al. 2011. Effects of four aquatic plants on water quality(4种水生植物对水体水质的影响)[J]. *J Central South Univ For & Technol* (中南林业科技大学学报), **31**(1):91-97
- Zhou JB(周金波), Jin SQ(金树权), Yao YR(姚永如), et al. 2011. Comparison of nitrogen and phosphorus purification ability of six aquatic macrophytes under low temperature in winter(冬季低温条件下6种水生植物水质氮、磷净化能力比较)[J]. *Acta Agric Zhejiang* (浙江农业学报), **23**(2):369-372