

# 水淹对黄菖蒲种子萌发及成苗的影响

高芳<sup>1,2</sup>, 秦洪文<sup>3</sup>, 刘正学<sup>1</sup>, 李洪林<sup>3</sup>, 陈彦利<sup>3</sup>, 孟佳媚<sup>3</sup>

(1. 重庆三峡学院 环境与化学工程学院, 重庆 404100; 2. 重庆三峡学院 三峡库区水环境演变与污染防治重庆高校市级重点实验室, 重庆 404100; 3. 重庆三峡学院 生命科学与工程学院, 重庆 404100)

**摘要:**以黄菖蒲种子为试材, 采用模拟水淹的方法, 研究了 0、7、14、21、28、35 d 水淹对黄菖蒲种子的影响, 以为黄菖蒲广泛应用于三峡水库消落区人工植被修复提供参考依据。结果表明: 黄菖蒲种子对水淹表现出一定的抗性, 可利用到三峡水库消落区植被修复中。黄菖蒲种子经 0~35 d 不同时间水淹后, 幼苗株高、叶片数、叶面积和根体积等形态特征, 叶片叶绿素含量、根系和叶片可溶性糖和淀粉含量等生理特性以及各部分生物量和生物量比等均未随水淹时间呈明显变化趋势。

**关键词:**黄菖蒲; 种子; 水淹; 萌发; 成苗; 形态特征; 生理特性; 生物量

**中图分类号:**S 682.2<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)23-0079-04

三峡水库建成后, 由于其独特的水文节律<sup>[1-3]</sup>, 改变了消落区原有的陆生环境, 致使该区域内原有陆生植被大量损失<sup>[4-6]</sup>、植被退化<sup>[1,7]</sup>、生态服务功能下降<sup>[8-10]</sup>等环境问题产生。水库消落区生态治理的诸多途径中, 人工植被修复因其低成本、可持续和可改善生态环境等优点而受到广泛关注<sup>[11]</sup>。筛选适宜植物是消落区进行人工植被修复的重要组成部分, 同时也是三峡库区生态建设的重点、难点和热点<sup>[3]</sup>。

消落区内进行人工植被构建是保护三峡水库消落区生态环境的常用手段<sup>[12]</sup>。CARR 等<sup>[13]</sup>对 Kinbasket 水库消落区研究发现, 植被恢复重建最大的限制因子不是水位波动, 而是缺少适宜的起始重建物种。选择耐水淹能力和固土抗侵蚀能力强、枯落物对水体污染小等特性的植物物种作为消落区受损植被重建起始物种, 可促进消落区植被自我更新和可持续发展<sup>[14]</sup>。

黄菖蒲(*Iris pseudacorus*)属鸢尾科鸢尾属多年生湿生花卉, 又名黄鸢尾<sup>[15]</sup>, 在三峡库区有广泛分布。前人

研究表明黄菖蒲具有防止水体富营养化<sup>[16]</sup>、富集重金属<sup>[17-18]</sup>、较高的美学价值<sup>[19]</sup>等特性, 在湿地植被生态建设中被广泛研究和应用<sup>[20-21]</sup>。黄菖蒲植株高大, 作为挺水花卉应用于三峡水库消落区 175 m 水线附近可产生较好的生态景观效益。因此, 现以黄菖蒲为研究对象, 在实验室模拟条件下对种子进行水淹处理, 探索黄菖蒲种子对水淹的萌发及成苗响应, 以为黄菖蒲广泛应用于三峡水库消落区人工植被修复提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用黄菖蒲种子购买于美之都花卉园艺公司(江苏沭阳), 选取饱满种子置于实验室内通风避光保存。

### 1.2 试验方法

1.2.1 种子水淹处理 在规格为 120 cm×40 cm×60 cm 的玻璃容器中进行。水淹时间分别为 7(T1)、14(T2)、21(T3)、28(T4)、35 d(T5), 以实验室通风避光保存, 水淹 0 d 的种子为对照(CK)。

1.2.2 种子萌发试验 采用盆栽萌发法<sup>[22]</sup>。水淹处理结束后, 立即将种子均匀点播在 2 个装有土壤、河沙混合基质(比例为 1:1), 口径为 10 cm 的塑料盆中, 每盆 50 粒, 上覆一层约 1~2 cm 的河沙, 置于人工气候箱(浙江宁波, PQX-318D)。萌发条件为 12 h 光照(3 200 lx)/12 h 黑暗, 温度 21℃/19℃, 相对湿度 75%。播种后每天浇透水一次, 逐日记录每天萌发数, 并将萌发种子从试验盆中移出, 直至全部萌发, 或当连续 14 d 无新种子萌发时亦可视为萌发结束<sup>[23]</sup>。每处理 3 次重复。

**第一作者简介:**高芳(1989-), 女, 硕士研究生, 研究方向为三峡水库消落区生态修复。E-mail:15832217636@sina.cn.

**责任作者:**刘正学(1965-), 男, 博士, 教授, 现主要从事植被生态研究等研究工作。E-mail:1421031367@qq.com.

**基金项目:**国家自然科学基金面上资助项目(31270451); 重庆市水利局资助项目(渝水资源[2014]10 号); 三峡库区水环境演变与污染防治重点实验室开放基金资助项目(WETKL2012MS-07); 重庆市研究生科研创新资助项目(CYS15224); 重庆三峡学院青年资助项目(15QN08); 重庆市第七届研究生“科慧杯”创新创业大赛资助项目(71055)。

**收稿日期:**2016-09-08

1.2.3 种子成苗试验 选取每个处理同一批萌发的 6 株种子苗,移栽至试验盆中,每盆 3 株,置于光照培养箱中。生长基质、试验盆口径以及生长条件,同种子萌发。每天浇透水一次。

### 1.3 项目测定

20 d 后每种处理随机选取 3 株,统计叶片数,用直尺(精确到 1 mm)测量株高,将植株和栽培土从试验盆中取出,洗净土壤,分离各部分,排水法测量根体积<sup>[24]</sup>,Photoshop 像素法计算叶面积<sup>[25]</sup>等形态指标,120 ℃ 杀青 15 min,80 ℃ 烘干至恒重,测量生物量,干样采用蒽酮比色法测定叶和根可溶性糖含量和淀粉含量<sup>[26-27]</sup>。另随机选取 1 株采用丙酮浸提法测定叶片叶绿素含量<sup>[28-29]</sup>。

叶重比(%)=叶生物量(干质量)/植株总生物量(干质量)×100;根重比(%)=根生物量(干质量)/植株总生物量(干质量)×100。

### 1.4 数据分析

采用统计分析软件 SPSS 16.0 进行试验数据的处理和分析。采用单因素方差分析(one-way ANOVA)在  $P=0.05$  水平上,用 Duncan 多重比较(Duncan's multiple range test)判断不同处理水平间的差异显著性,结果均以平均值±标准误(Mean±S.E)。图表采用 Sigmaplot 10.0 和 Excel 2010 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水淹处理对黄菖蒲种子萌发的影响

由图 1 可知,黄菖蒲种子起始萌发时间和最终萌发率,未随水淹时间延长而呈明显趋势。T1 处理组种子萌发时间最早,为播种后第 45 天。其次为 T4 处理组。CK、T2、T3 和 T5 处理组种子均在播种后第 70 天开始萌发。播种后第 100 天,CK~T5 处理组种子最终萌发率分别为 4.67%、4.00%、8.33%、8.00%、9.33% 和 5.00%。

### 2.2 不同处理对黄菖蒲幼苗形态特征的影响

#### 2.2.1 形态特征 黄菖蒲种子出水萌发后,幼苗经 20 d

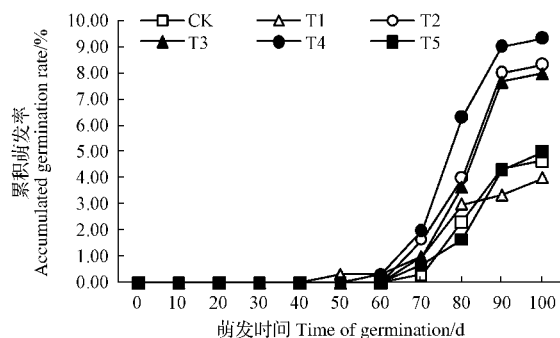


图 1 不同处理黄菖蒲种子的萌发进程

Fig. 1 Germination process of *Iris pseudacorus* seeds by different treatments

生长,其植株形态特征与种子水淹无明显趋势(表 1)。各处理组株高和叶面积均无显著性差异;T3 处理组的叶片数最高,为每株(5.00±0.00)片,显著高于 T1、T2 和 T5,均为每株(4.00±0.00)片;T3 处理组根体积最大,显著大于 CK、T4 和 T5 处理组。

表 1 不同处理对黄菖蒲幼苗形态特征的影响

Table 1 Effects of different treatments on *Iris pseudacorus* seedling morphological characteristics

处理	株高	叶片数量	叶面积	根体积
Treatments	Plant height/cm	Leaf number/片	Leaf area/cm <sup>2</sup>	Root volume/mm <sup>3</sup>
CK	15.97±0.99a	4.33±0.33bc	25.10±3.05a	0.10±0.00b
T1	16.33±1.08a	4.00±0.00c	25.20±2.58a	0.13±0.01ab
T2	16.63±0.90a	4.00±0.00c	22.64±4.19a	0.12±0.02ab
T3	16.17±1.79a	5.00±0.00a	24.55±4.98a	0.16±0.02a
T4	17.23±2.06a	4.67±0.33ab	22.58±4.00a	0.10±0.03b
T5	19.23±1.20a	4.00±0.00c	28.28±0.69a	0.11±0.00b

2.2.2 不同处理对黄菖蒲幼苗生物量的影响 由图 2、3 可知,黄菖蒲种子水淹时间对幼苗各部分生物量以及生物量比均无显著影响。种子萌发后,幼苗经 20 d 生长,植株根生物量、叶生物量、总生物量以及根重比、叶重比均无显著差异。

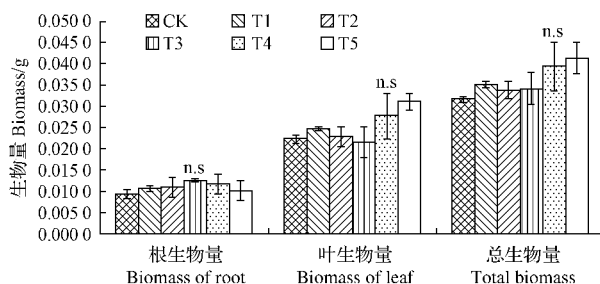


图 2 不同处理对黄菖蒲幼苗生物量的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on seedling biomass of *Iris pseudacorus*

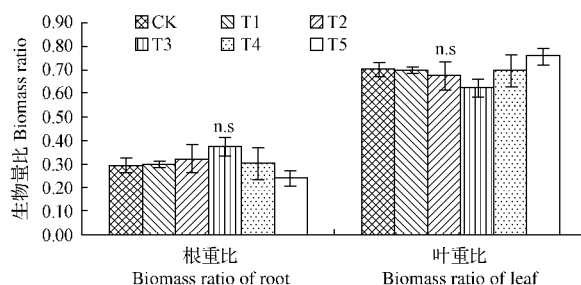


图 3 不同处理对黄菖蒲幼苗生物量比的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on ratio of seedling biomass of *Iris pseudacorus*

2.2.3 不同处理对黄菖蒲幼苗生理特征的影响 从图 4 可以看出,黄菖蒲种子水淹时间与种子萌发成苗后的叶绿素含量无明显变化趋势。所有处理中,T4 组的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素 a+b 的含量最高,分别为

( $1.35 \pm 0.06$ )、( $0.30 \pm 0.01$ )、( $1.65 \pm 0.06$ )  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。CK、T1、T2、T3 和 T4 处理组的叶绿素 a 和叶绿素 a+b 的含量显著高于 T5 组; T3 和 T4 处理组的叶绿素 b 的含量显著高于 T5 组, 其余各组间无显著差异。由图 5 可知, 黄菖蒲种子水淹时间与种子萌发成苗后的根系和叶片的可溶性糖和淀粉含量无明显变化趋势。黄菖蒲幼苗根系和叶片的可溶性糖 CK 组显著高于 T1、T3 和 T5 组; 淀粉含量在各处理组间均无显著性差异。

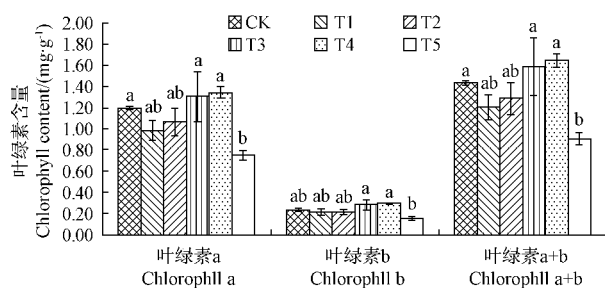


图 4 不同处理对黄菖蒲幼苗叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effects of different treatments on the chlorophyll content of *Iris pseudacorus* seedlings

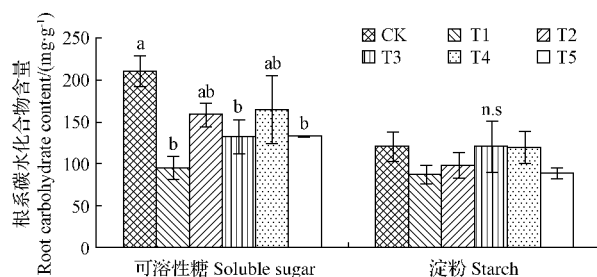


图 5 不同处理对黄菖蒲幼苗根系碳水化合物含量的影响

Fig. 5 Effects of different treatments on *Iris pseudacorus* seedling root carbohydrate content

### 3 讨论

该研究发现, 黄菖蒲种子经 7~35 d 不同时间水淹处理后, 其萌发力并未受到处理时间长短的影响, 与王晓荣等<sup>[30]</sup>、王强等<sup>[31]</sup>和申建红等<sup>[32]</sup>对三峡水库消落区适宜植物的研究结果相似, 但与秦洪文等<sup>[33]</sup>对狗牙根种子的研究结果相反。可能的原因是黄菖蒲种壳坚硬, 且种壳与胚之间有一定空间, 内部充满空气, 水分不能通过种壳渗透到种子内部<sup>[34-35]</sup>。虽然种子处在低氧的水淹环境中, 但具有生活力的胚并未因无氧(或缺氧)伤害而丧失萌发力<sup>[36-37]</sup>。

种子质量直接影响着幼苗生长<sup>[31,33]</sup>。黄菖蒲种子在水淹期间并未受到显著影响, 出水萌发后, 各处理组幼苗在相同环境条件下经 20 d 生长, 除 T5 处理组外, 其它各组叶绿素含量均无显著差异, 幼苗可利用光源进行光合作用, 各处理组的根系和叶片的可溶性糖、淀粉的积累未受到显著影响, 从而进一步导致幼苗株高、叶片

数量、叶面积和根体积及各部分生物量积累差异不显著。短期水淹对黄菖蒲种子质量未造成显著影响, 使出水后种子萌发特征和幼苗生长未出现显著差异。

秦洪文等<sup>[38]</sup>研究表明黄菖蒲植株对水淹也表现出一定的耐性, 可采用移植植株和播种种子等方法应用于三峡水库消落区植被重建修复, 利用植株和种子的耐淹性完成定居、繁殖和传播等过程, 在提高消落区物种多样性、群落稳定性和景观质量的同时还可净化水体, 进一步优化人工植被组成。

该研究是在实验室模拟条件下开展的, 与三峡水库消落区实际环境存在一定差异, 水体、空气以及栽培的土壤基质都会对黄菖蒲水淹种子的萌发和成苗造成一定影响。有关黄菖蒲种子和植株三峡水库消落区的适应机制和应用效果还有待进一步研究。

### 4 结论

该研究结果表明, 黄菖蒲在水淹 0~35 d 后均有萌发且对成苗无显著影响, 说明种子对水淹表现出一定的耐性。在三峡水库消落带 175 m 水线附近, 可采取黄菖蒲种子播种的方法对消落带进行人工植被修复。

(该文作者还有谢璐瑶, 工作单位为重庆三峡学院生命科学与工程学院。)

### 参考文献

- [1] 钟荣华, 贺秀斌, 鲍玉海, 等. 狗牙根和牛鞭草的消浪减蚀作用[J]. 农业工程学报, 2015, 31(2): 133-140.
- [2] SUN R, YUAN X Z, CHEN Z L, et al. Effect of Three Georges Reservoir (Yangzi River) on the plant species richness in drawdown zone downstream the tributary river (Pengxihe River)[J]. Russian Journal of Ecology, 2012, 43(4): 307-314.
- [3] ZHANG Z Y, WANG Y, ZHENG Z W, et al. Plant community characteristics and their responses to environmental factors in the water level fluctuation zone of the Three Gorges Reservoir in China[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2013, 20: 7080-7091.
- [4] 朱妮妮, 秦爱丽, 郭泉水, 等. 三峡水库巫山-秭归段典型消落带植被空间分异研究[J]. 林业科学研究, 2015, 28(1): 109-115.
- [5] WILLISON J H M, LI R X, YUAN X Z. Conservation and ecofriendly utilization of wetlands associated with the Three Gorges Reservoir[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2013, 20: 6907-6916.
- [6] MITSCH W J, ZHANG L. Optimizing ecosystem services in China[J]. Science, 2008, 322: 528.
- [7] 张永祥. 水库消落带生态修复与重建[D]. 南宁: 广西大学, 2007.
- [8] MERRITT D M, WOHL E E. Plant dispersal along rivers fragmented by dams[J]. River Research and Applications, 2006, 22(1): 1-26.
- [9] NILSSON C, BERGGREN K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation[J]. BioScience, 2000, 50(9): 783-792.
- [10] YE C, CHENG X L, ZHANG Y L, et al. Soil nitrogen dynamics following short-term revegetation in the water level fluctuation zone of the Three Gorges Reservoir, China[J]. Ecol Eng, 2012, 38: 37-44.
- [11] 郭天雷, 史东梅, 胡雪琴, 等. 三峡库区消落带不同高程桑树林地土壤抗蚀性及影响因素[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(2): 191-198.
- [12] 张迪, 戴方喜. 狗牙根群落土壤-根系系统的结构及其抗冲刷与抗侵

蚀性能的空间变化[J]. 水土保持通报, 2015, 35(1): 34-36.

[13] CARR W W, MOODY A I. Mica-revelstoke-keenleyside water use plan; Potential areas for vegetation establishment in the kinbaaket reservoir[R]. Burnaby, B C; B C Hydro, 2003.

[14] 卢志军, 江明喜. 三峡库区消涨带植被恢复策略[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2012(3): 27-30.

[15] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志第 16 卷第 1 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 151-153.

[16] 蒋跃平, 葛滢, 岳春雷, 等. 人工湿地植物对观赏水中氮磷去除的贡献[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1718-1723.

[17] 孙延东, 原海燕, 黄苏珍. Cd-Cu 复合胁迫对黄菖蒲叶片及根系中 Cd 和 Cu 的积累及其迁移率的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(1): 22-77.

[18] 原海燕, 黄苏珍, 郭智. 4 种鸢尾属植物对铅锌矿区土壤中重金属的富集特征和修复潜力[J]. 生态环境, 2010, 19(8): 1918-1922.

[19] 田如男, 孙欣欣, 魏勇, 等. 水生花卉对铜绿微囊藻、斜生栅藻和小球藻生长的影响[J]. 生态学杂志, 2011, 30(12): 2732-2738.

[20] 黄苏珍. 鸢尾属(*Iris* L.) 部分植物资源评价及种质创新研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.

[21] 崔娜欣. 绚丽多姿的挺水花卉[J]. 中国花卉园艺, 2002(5): 22-23.

[22] 王欣, 高贤明. 模拟水淹对三峡库区常见一年生草本植物种子萌发的影响[J]. 植物生态学报, 2010, 34(12): 1404-1413.

[23] 王晓荣, 程瑞梅, 封晓辉, 等. 三峡库区消落带回水区水淹初期土壤种子库特征[J]. 应用生态学报, 2009, 20(12): 2891-2897.

[24] 蔺海明, 纪瑛, 王斌, 等. 生荒地氮磷配施对苦参苗生长和苦参总碱含量的影响[J]. 草业学报, 2010, 19(3): 102-109.

[25] 肖强, 叶文景, 朱珠, 等. 利用数码相机和 Photoshop 软件非破坏性测定叶面积的简便方法[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 711-714.

[26] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 144-148.

[27] 张慧茹. 生物化学试验原理和方法[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1999: 143-145.

[28] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134-137.

[29] 加藤荣. 光合作用研究方法[M]. 侯光良, 译. 北京: 能源出版社, 1985.

[30] 王晓荣, 程瑞梅, 唐万鹏, 等. 三峡库区消落带水淹初期土壤种子库月份动态[J]. 生态学报, 2012, 32(10): 3107-3117.

[31] 王强, 袁兴中, 刘红, 等. 水淹对三峡水库消落带苍耳种子萌发的影响[J]. 湿地科学, 2011, 9(4): 328-333.

[32] 申建红, 曾波, 类淑桐, 等. 三峡水库消落区 4 种一年生植物种子的水淹耐受性及水淹对其种子萌发的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(3): 237-246.

[33] 秦洪文, 刘正学, 钟彦, 等. 狗牙根种子对模拟水淹的生理及萌发响应[J]. 中国草地学报, 2014(5): 76-82.

[34] 杨晓玲, 张培玉, 项殿芳, 等. 山楂种子休眠与萌发生理研究 VI. 种壳种皮透气性与种子休眠[J]. 河北科技师范学院学报, 1997(4): 27-30.

[35] 张静静. 樟属植物种子萌发特性及苗期抗旱性研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.

[36] 陶敏, 鲍大川, 江明喜. 三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义[J]. 生态学报, 2011, 31(4): 906-913.

[37] 贾蕾, 孙红春, 周彦珍, 等. 祁白芷种子水浸液的萌发抑制效应初探[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(1): 4-7.

[38] 秦洪文, 钟彦, 高芳, 等. 完全水淹对黄菖蒲幼苗生长和生理的影响[J]. 中国农学通报, 2015(11): 118-123.

## Effect of Submerge on Germination and Seedling of the *Iris pseudacorus* Seed

GAO Fang<sup>1,2</sup>, QIN Hongwen<sup>3</sup>, LIU Zhengxue<sup>1</sup>, LI Honglin<sup>3</sup>, CHEN Yanli<sup>3</sup>, MENG Jiamei<sup>3</sup>

(1. School of Environment and Chemistry Engineering, Chongqing Three Gorges University, Chongqing 404100; 2. Key Laboratory of Water Environment Evolution and Pollution Control in Three Gorges Reservoir, Chongqing Three Gorges University, Chongqing 404100; 3. Department of Life Science and Engineering, Chongqing Three Gorges University, Chongqing 404100)

**Abstract:** The *Iris pseudacorus* seeds were used as test materials, the use of simulated flooding method was used to study the effect of 0, 7, 14, 21, 28, 35 days flooding on *Iris pseudacorus* seeds. In order to provide a scientific basis for *Iris pseudacorus* widely used in the drawdown area of the Three Gorges reservoir and artificial vegetation restoration. The results showed that the seeds of *Iris pseudacorus* showed some resistance on submergence, which could be used to the water-level-fluctuating zone of Three Gorges reservoir vegetation restoration. The seeds of *Iris pseudacorus* after 0—35 days different submergence duration, the morphological characteristics of plant height, leaf number, leaf area and root volume and the physiological characteristics of leaf chlorophyll content, root and leaf soluble sugar and starch content the biomass and its ratio had no obvious trend with the submergence time.

**Keywords:** *Iris pseudacorus*; seed; submergence; germination; sprout; morphological characteristics; physiological characteristics; biomass