

东苕溪喜旱莲子草群落研究

蔡一村¹, 宁泽倩¹, 刘美华^{1,2}, 俞飞^{1,2}, 胡燕飞¹, 钟主琼¹

(1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江农林大学 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300)

摘要: 通过对浙江省东苕溪江 8 个河段喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 的群落及伴生植物群落结构进行调查的基础上, 分析该入侵种在不同河流段生境中的重要值及对入侵地物种多样性的影响。结果表明: 在东苕溪流域, 喜旱莲子草茎长平均为 41.85~62.83 cm, 节间距平均为 4.00~6.28 cm, 平均分枝数为 6.35~82.00 个。临安市东湖村采样点喜旱莲子草重要值最高, 为 56.09%; 但伴生植物种类最少, 为 2 种。杭州市余杭区陡家门采样点该入侵种重要值较低, 但伴生种类最多(8 种)。随着喜旱莲子草重要值的升高, 群落 Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 指数呈下降趋势, 表明随着喜旱莲子草种群的扩散, 区域内其他物种逐渐受到排挤。在伴生植物种类较少的取样点, 喜旱莲子草相对密度较大, 如杭州市余杭区安溪镇、临安市里畈水库下游和临安市东湖村苕溪北路段(相对密度分别为 40.00%, 39.85% 和 37.50%), Pielou 均匀度指数较低, 这都说明喜旱莲子草的扩散降低了当地的物种多样性。喜旱莲子草对苕溪江植物种类和分布已经产生较大的影响。图 1 表 4 参 12

关键词: 植物学; 喜旱莲子草; 入侵; 生物多样性; 东苕溪

中图分类号: S459; X173 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2014)04-0583-06

Alternanthera philoxeroides community in the eastern Tiaoxi River

CAI Yicun¹, NING Zeqian¹, LIU Meihua^{1,2}, YU Fei^{1,2}, HU Yanfei¹, ZHONG Zhuqiong¹

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. The Nurturing Station for State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Recently, *Alternanthera philoxeroides*, an invasive species, is found to distributed widely in eastern Tiaoxi River which is as an important source of drinking water in Hangzhou City. The widely distribution of *A. philoxeroides* will be result in the water ecological security. So it has an important significance to study the distribution of *A. philoxeroides* community in eastern Tiaoxi River, as well as to find the effect on local species' diversity. In this study, random sampling method was used. One 100 m² sample plot at eight reaches of the eastern Tiaoxi River was designed, in which five 0.25 m² quadrats were chose to as be sampling sites. The morphological characteristics and the associated communities of *A. philoxeroides* at eight reaches of the eastern Tiaoxi River, Zhejiang Province were studied, and the importance and influence on plant diversity at eight sites were analyzed using Simpson's diversity, Shannon-Wiener, and Pielou Evenness Indexes. Results showed that stem length varied from 41.85 to 62.83 cm, average distance between nodes varied from 4.00 to 6.28 cm, and average number of branches ranged from 6.35 to 82.00. At the Donghu Village site of Lin'an City, the highest important value was 56.09% with the least number (two) of associated species. However,

收稿日期: 2013-05-30; 修回日期: 2013-09-26

基金项目: 浙江省重点科技创新团队项目(2011R50027); 浙江省自然科学基金资助项目(Y5110226); 浙江农林大学科研发展基金资助项目(2008FR099)

作者简介: 蔡一村, 从事群落生态学研究。E-mail: 389093703@qq.com。通信作者: 刘美华, 讲师, 博士, 从事种群生态学研究。E-mail: liumeihua@163.com

there was no significant relevance between the importance value of *A. philoxeroides* and the species number of associated species ($P > 0.05$). Nevertheless, there were significant correlations between the associated species number and three diversity indexes (Simpson's diversity, Shannon-Wiener indexes, and Pielou Evenness Index) ($P < 0.05$). Our results indicate *A. philoxeroides* has affected the local plant species diversity of the eastern Tiaoxi River. And the water ecological security of east Tiaoxi River is being threatened by invasive species *A. philoxeroides*. [Ch, 1 fig. 4 tab. 12 ref.]

Key words: botany; *Alternanthera philoxeroides*; invasion; biological diversity; eastern Tiaoxi River

喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 属于苋科 *Amaranthaceae* 莲子草属 *Alternanthera*, 原产南美洲, 主要生长于各种淡水生态系统的水陆交界区域和农田等, 由于其茎叶繁茂, 根系发达, 生长速度迅猛, 繁殖能力惊人, 具有很强的适应环境及入侵特性, 后被传播到北美洲、大洋洲、亚洲等地, 逐渐成为重要入侵植物^[1], 也是中国国家环境保护总局公布的 9 种危害最大的外来入侵植物之一, 已经对入侵地生态系统及生物多样性构成了严重威胁^[2]。该入侵种能够抑制和排挤乡土植物, 阻塞航运, 污染环境, 引发一系列不良的生态学后果。近年来, 该入侵种在东苕溪江被陆续发现, 其入侵面积和个体数量不断增长。苕溪江是浙江八大水系之一, 是中国东南沿海和太湖流域唯一一条没有独立出海口的南北向的天然河流。作为太湖流域的主要水源和杭州饮用水源之一, 东苕溪江发源于临安市临目乡马尖岗, 向东流经临安市的里畈、桥东、临天、青山和余杭镇, 自余杭镇折北而流。喜旱莲子草在东苕溪江的继续扩散, 将严重威胁苕溪流域的供水安全和水生态安全^[3]。基于此, 本研究对东苕溪江不同流域段喜旱莲子草群落特征进行了调查, 分析喜旱莲子草对入侵地植物多样性的影响, 为入侵地物种多样性的保护提供参考。

1 材料与方法

1.1 样地选择

本研究于 2012 年 7–9 月在东苕溪江不同河段进行。从源头开始, 至末段杭州余杭安溪镇段。调查地点选择受不同程度干扰的河流段, 分别选取河流上游源头、中游和下游附近进行采样, 共选取临安市太湖源(指南村)、临目乡(里畈水库上游)、里畈水库下游、东湖村, 及杭州市余杭区余杭镇、陡家门、瓶窑镇和安溪镇 8 个调查点。调查地点见图 1。

1.2 研究方法

采用群落调查法, 对不同调查地点喜旱莲子草群落物种多样性进行调查, 分析群落内植物的种类、数量和盖度等。具体操作为: 在调查地点随机选定样地中心点, 设置 $10.0\text{ m} \times 10.0\text{ m}$ 正方形样区, 并在其内设置 5 个 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 的样方, 取样点采取“W”型排列^[4]。调查记录各个样方中喜旱莲子草及其他植物种类、数量、盖度, 并记录样方内喜旱莲子草的分枝数、茎长、叶面积和节间距。其中节间距为茎长与枝条节数的比值。喜旱莲子草的株数(丛数)以地下根状茎来区分, 枝条在同一根状茎则视为 1 株。

喜旱莲子草叶面积的计算参照张震等^[2]的方法, 计算公式为: $s = \pi \times (a/2) \times (b/2)$ 。其中, a 为叶宽(cm), b 为叶长(cm), 长和宽均为每分枝第 2 节(近地端)上叶片的长轴和最宽处测量所得^[2]。重要值的计算公式为: 重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3。其中: 相对密度 = (样方内某种植物的株数 / 样方内所有植物的株数之和) $\times 100\%$; 相对频度 = (每个样点中出现某植物的样方数 / 该样点中总的样方数) $\times 100\%$; 相对盖度 = (样方中某种植物的分盖度 / 样方中所有植物的分盖度之和) $\times 100\%$ 。群落生物多样性指数

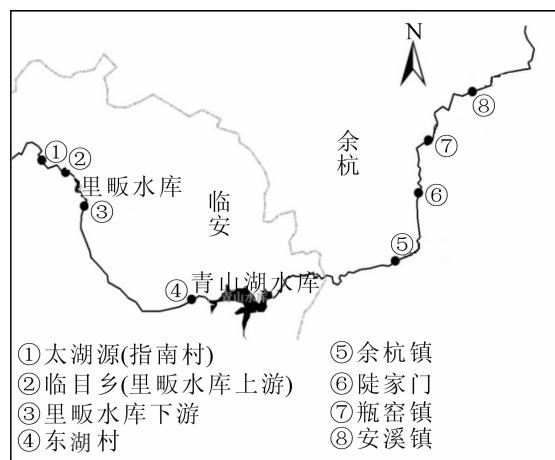


图 1 调查地点的分布

Figure 1 Distribution of the sampling sites

的计算参照下列公式：Simpson 多样性指数 (D): $D=1-\sum_{i=1}^s P_i^2$; Shannon-Wiener 指数(H): $H=-\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$; Pielou 均匀度指数(J_H): $J_H=H/\ln S$ 。其中, P_i 为第 i 个物种个体数占群落中总个体数的比例, S 为物种总数^[5]。

1.3 数据分析

采用 SPSS 统计软件对调查数据进行单因素方差分析, 并对不同采样点指标进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同河流段生境喜旱莲子草形态特征

受人类干扰程度不同, 不同调查点喜旱莲子草呈现不同分布特征。在太湖源源头地区未发现喜旱莲子草的分布, 其他地点均发现该入侵种的分布(表 1)。不同采样点生境受干扰程度不同, 喜旱莲子草形态差异也较大(表 2)。其中, 瓶窑镇样地内喜旱莲子草植株的分枝数最多, 平均为 82 个·株⁻¹, 临目乡样地喜旱莲子草植株分枝数最小, 仅 6.35 个·株⁻¹。东湖村、陡家门和里畝水库下游采样点的喜旱莲子草植株的茎长最大, 并且后 2 个采样点喜旱莲子草茎长与其他采样点相比差异显著($P<0.05$)。各采样点平均节数较多, 瓶窑镇采样点节间距最短, 为 4.00 cm。不同采样点叶长差距比较明显, 最长为 4.74 cm, 最短为 2.66 cm。里畝水库下游、余杭、瓶窑镇和安溪镇采样点喜旱莲子草植株的平均叶面积较小, 为 2.28~2.40 cm²; 而其他采样点该入侵种的平均叶面积较大, 为 4.01~5.65 cm²。

表 1 调查点环境概况

Table 1 Conditions of the the sample sites of *Alternanthera philoxeroides*

调查地	环境概况
太湖源	太湖源指南村入口处的河段, 水质清澈。当地旅游业发达, 游客和当地村民造成的生活污染居多, 但是水源保护仍较好, 污染程度低, 人类干扰程度弱。未发现喜旱莲子草。
临目乡	居民点附近。流水清澈, 岸边多鹅卵石, 有处理过的生活污水排放, 人类干扰程度较弱, 沿岸两边有较少喜旱莲子草群落, 多生长于河床石块缝隙中。
里畝水库下游	样地在横溪清河弼村裸露河床上, 卵石多, 附近居民在河中用药毒杀鱼及电鱼, 人类干扰程度较强。喜旱莲子草成片生长, 本地植物种生长良好。
东湖村	位于苕溪北路段桥下, 河岸为狭长地带, 周围有工厂、餐馆, 水体较浑浊, 河边农田垦荒现象突出。人类干扰程度强。喜旱莲子草生长繁茂, 本地植物种生长和分布受一定程度影响。
余杭镇	河堤为狭长地带, 河水浑浊淡黄, 草多, 覆盖良好。上游为临安经济开发区。居民在河边洗衣服, 开垦种菜等。人类干扰程度强。喜旱莲子草生长繁茂, 并逐渐向单优群落发展; 本地植物种分布受一定程度影响。
陡家门	植被覆盖良好, 乔、灌、草层次分明, 近岸边白茅 <i>Imperata cylindrica</i> 较多。水体保护较好, 但农民垦田、放牛现象严重。人类干扰程度中等。喜旱莲子草分布较广, 本地植物种生长良好。
瓶窑镇	植被覆盖良好。农民垦荒情况较多, 村民在河边垂钓, 洗菜, 洗衣服等, 人类干扰程度中等。河堤边喜旱莲子草分布较多。
安溪镇	距民居点较远, 人类干扰程度较弱。样地空旷, 芦苇 <i>Phragmites australis</i> 高大繁茂。在该样地中发现本地莲子草, 但数量较少。喜旱莲子草等植被多生长于河床石缝中。

说明: 据调查地点的人类活动痕迹(如农田垦荒、排污口、居民活动等), 将人类干扰强度分为 5 级, 即强、较强、中等、较弱、弱。

2.2 不同样地喜旱莲子草的分布及对植物多样性的影响

喜旱莲子草在东湖村段、余杭镇以及瓶窑段出现的相对频度最高, 均为 80%。安溪镇和里畝水库下游该植物相对密度最大, 分别为 40.00%和 39.85%。余杭镇采样点喜旱莲子草相对盖度最大, 为 60.73%; 除去未发现该入侵种的太湖源样点, 喜旱莲子草相对频度和相对盖度最小值均出现在陡家门采样点(表 3)。另外, 据相关分析, 喜旱莲子草茎长、节间距与重要值显著相关(相关系数分别为 0.832 和 0.765, $P<0.05$)。

不同采样点喜旱莲子草的密度大小对其伴生物种影响较大(表 4)。安溪镇、里畝水库下游和东湖村段采样点(相对密度分别为 40.00%, 39.85%和 37.50%), 喜旱莲子草相对密度较大, 重要值较高, 其伴

表 2 不同样地喜旱莲子草的形态特点

Table 2 Effects of different sites on morphological characteristics of *Alternanthera philoxeroides*

样地	平均分枝数/个	茎长/cm	节数/个	节间距/cm	叶长/cm	叶宽/cm	叶面积/cm ²
临目乡	6.35 ± 0.73 b	55.41 ± 2.54 b	9.05 ± 0.36 c	6.28 ± 0.37 a	3.90 ± 0.19 b	1.41 ± 0.06 a	4.83 ± 0.46 a
里畈水库下游	23.77 ± 11.35 b	58.59 ± 2.84 ab	11.40 ± 0.55 ab	5.22 ± 0.18 bc	2.66 ± 0.06 c	1.08 ± 0.03 c	2.37 ± 0.12 c
东湖村	56.46 ± 13.45 ab	62.81 ± 3.55 a	10.50 ± 0.53 ab	6.12 ± 0.24 a	3.73 ± 0.11 b	1.24 ± 0.03 b	4.01 ± 0.23 b
余杭镇	46.86 ± 13.21 ab	53.06 ± 4.21 b	10.68 ± 0.70 ab	4.80 ± 0.24 c	2.73 ± 0.09 c	1.02 ± 0.03 d	2.40 ± 0.14 c
陡家门	24.78 ± 10.01 b	60.05 ± 4.81 ab	10.08 ± 0.54 b	5.60 ± 0.33 ab	4.74 ± 0.22 a	1.37 ± 0.05 a	5.65 ± 0.43 a
瓶窑镇	82.00 ± 17.36 a	41.85 ± 2.52 c	10.53 ± 0.35 ab	4.00 ± 0.22 d	2.80 ± 0.06 c	1.00 ± 0.02 de	2.32 ± 0.10 c
安溪镇	48.00 ± 23.18 ab	54.64 ± 3.75 b	10.71 ± 0.61 ab	5.12 ± 0.21 bc	2.86 ± 0.11 c	0.94 ± 0.03 e	2.28 ± 0.16 c

说明：相同的小写字母表示无显著差异($P>0.05$)。

生植物种类较少，分别为 4 种、3 种和 2 种；陡家门采样点喜旱莲子草密度较小(13.82%)，重要值较低，伴生植物种类最多(8 种)。东湖村采样点喜旱莲子草重要值最高，伴生物种数最少(2 种)，且大部分伴生植物在生长期却呈现逐渐枯萎趋势，喜旱莲子草为该样地中的优势物种。余杭镇采样点喜旱莲子草重要值也较高，伴生植物为 5 种。喜旱莲子草伴生植物的种数和数量与喜旱莲子草的数量和重要值之间并无明显的相关性($P>0.05$)。

随着喜旱莲子草重要值的升高，群落 Simpson 多样性指数呈下降趋势，如东湖村，多样性指数仅为 0.05，而陡家门采样点 Simpson 多样性指数为 0.80，表明随着喜旱莲子草种群扩散，其他物种逐渐受到排挤。Shannon-Weiner 指数也呈现相同的变化趋势。伴生植物种类与 Simpson 多样性指数、Shannon-Weiner 指数和 Pielou 均匀度指数显著相关(相关系数分别为 0.902, 0.958 和 0.829, $P<0.05$)，在伴生植物种类较少的取样点，Pielou 均匀度指数较低，说明喜旱莲子草的扩散降低了当地的物种多样性。

表 3 不同样地喜旱莲子草的分布特征

Table 3 Effects of different sites on distributed traits of *Alternanthera philoxeroides*

样地	相对频度/%	相对密度/%	相对盖度/%	重要值/%	Simpson's 多样性指数 D	Shannon-Weiner 指数 H	Pielou 均匀度指数 J_H
临目乡	40	27.50	38.02	35.17	0.50	1.02	0.63
里畈水库下游	60	39.85	56.44	52.10	0.51	0.83	0.76
东湖村	80	37.50	50.77	56.09	0.05	0.12	0.17
余杭镇	80	27.10	60.73	55.94	0.68	1.30	0.81
陡家门	60	13.82	23.35	32.39	0.80	1.81	0.87
瓶窑镇	80	19.61	44.69	48.10	0.79	1.73	0.89
安溪镇	60	40.00	48.33	49.44	0.66	1.21	0.87

3 结论与讨论

研究表明：喜旱莲子草的分布特征与东苕溪不同河流段人类活动干扰密切相关。在东苕溪上游人类干扰弱的地区，喜旱莲子草的分布较少，其相对盖度和重要值都较低。在中游人类活动密集的河段，喜旱莲子草分布较多。

喜旱莲子草在不同生境中可表现出不同的形态特征，如在水分适宜的生境中茎叶营养生长旺盛^[6-7]。本研究结果也表明：在苕溪江沿岸，如陡家门和临目乡，各采样点周围水分适宜，喜旱莲子草茎较长、节间距较大、叶面积较大、分枝数相对较少。这是因为湿生环境中的喜旱莲子草较长的茎能够增强植株的水分疏导能力，提高占据养分空间的能力^[8]。据相关研究：喜旱莲子草入侵后，能通过快速分枝使盖度不断增加，排挤本地物种，导致群落物种丰富度明显降低^[9]，在水库边、河道内形成优势种群，并致使此类生境中该植物的伴生植物种类和数量减少^[10]。同时，喜旱莲子草能够产生化感物质抑制周围其他生物生长^[11]。喜旱莲子草密度较大的生境中，伴生植物的密度较小。当喜旱莲子草的重要值大于 1.5 时，物种丰富度随重要值增加而减小，喜旱莲子草的入侵对生物多样性产生不利影响^[12]。根据本研究发

现，各采样点喜旱莲子草的重要值均大于 1.5，表明喜旱莲子草对东苕溪江本地种已产生一定的抑制作用，降低了生境内植物群落的多样性(东湖村喜旱莲子草重要值最高，为 56.09%，其伴生种只有 2 种)。

表 4 不同样地喜旱莲子草的伴生植物

Table 4 Species and quantity of companion plants species for *Alternanthera philoxeroides* in different sites

样地	种数	伴生植物种名	数量/(株·丛 ⁻¹)	总数/(株·丛 ⁻¹)
临目乡	5	水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>	4	35
		香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	2	
		鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	1	
		田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>	4	
		杠板归 <i>Polygonum perfoliatum</i>	24	
里畈水库下游	3	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	11	18
		白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	6	
		雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>	1	
东湖村	2	荇草 <i>Arthraxon hispidus</i>	38	39
		葎草 <i>Humulus scandens</i>	1	
余杭镇	5	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	3	42
		钻形紫菀 <i>Aster subulatus</i>	8	
		白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	11	
		狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	19	
		狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	1	
陡家门	8	乌荑莓 <i>Cayratia japonica</i>	10	71
		爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>	10	
		艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	1	
		鸡屎藤 <i>Paederia scandens</i>	11	
		狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	23	
		香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	10	
		丛枝蓼 <i>Polygonum posumbu</i>	6	
		苎麻 <i>Boehmeria nivea</i>	1	
瓶窑镇	7	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	8	59
		知风草 <i>Eragrostis ferruginea</i>	8	
		铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	5	
		酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	5	
		香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	13	
		三穗薹草 <i>Carex tristachya</i>	20	
		打碗花 <i>Calystegia hederacea</i>	1	
安溪镇	4	杠板归 <i>Polygonum perfoliatum</i>	1	8
		香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	1	
		莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	2	
		铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	4	

本研究结果表明：喜旱莲子草伴生物种的种数和数量与喜旱莲子草的数量和重要值之间并无明显的相关性($P>0.05$)，推测其原因可能是由于各个河流段喜旱莲子草的入侵阶段不同。因此在某些喜旱莲子草重要值高的样地，虽然喜旱莲子草处在旺盛的生长期，盖度和重要值都很高，但是它处在入侵初期阶段，还未对本地物种造成明显的排挤。但随着喜旱莲子草的迅猛扩散，将会对本地物种产生严重威胁，甚至危及水生态安全。如果不采取相关措施，入侵种喜旱莲子草在苕溪江流域有继续扩散的趋势，

并将逐渐排挤乡土植物物种,造成严重的生态学后果,危及生态系统的平衡。因此,必须密切监控该流域喜旱莲子草的扩散,避免产生更严重的生物安全问题。

参考文献:

- [1] 潘晓云,耿宇鹏, ALEJANDRO S, 等. 入侵植物喜旱莲子草——生物学、生态学及管理[J]. 植物分类学报, 2007, **45**(6): 884 – 900.
PAN Xiaoyun, GENG Yupeng, ALEJANDRO S, *et al.* Invasive *Alternanthera philoxeroides*: biology, ecology and management [J]. *Acta Phytotaxon Sin*, 2007, **45**(6): 884 – 900.
- [2] 张震,徐丽,朱晓敏. 喜旱莲子草对不同生境植物群落多样性的影响[J]. 草业学报, 2010, **19**(4): 10 – 15.
ZHANG Zhen, XU Li, ZHU Xiaomin. Effect on species diversity of plant communities caused by invasion of *Alternanthera philoxeroides* in different habitats [J]. *Acta Pratacult Sin*, 2010, **19**(4): 10 – 15.
- [3] 虎陈霞,周立军,黄祖庆,等. 苕溪流域农业面源污染的综合评价[J]. 浙江农业学报, 2011, **23**(6): 1199 – 1202.
HU Chenxia, ZHOU Lijun, HUANG Zuqing, *et al.* Comprehensive evaluation of water pollution caused by agricultural non-point source in Tiaoxi River [J]. *Acta Agric Zhejiang*, 2011, **23**(6): 1199 – 1202.
- [4] 李昌新,赵锋,芮雯奕,等. 长期秸秆还田和有机肥施用对双季稻田冬春季杂草群落的影响[J]. 草业学报, 2009, **18**(3): 142 – 147.
LI Changxin, ZHAO Feng, RUI Wenyi, *et al.* The long-term effects of returning straw and applying organic fertilizer on weed communities in a paddy field with a double rice cropping system [J]. *Acta Pratacult Sin*, 2009, **18**(3): 142 – 147.
- [5] 马克平,黄建辉,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究(Ⅱ) 丰富度、均匀度和多样性指数[J]. 生态学报, 1995, **15**(3): 268 – 277.
MA Keping, HUANG Jianhui, YU Shunli, *et al.* Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China: (Ⅱ) species richness, evenness and species diversities [J]. *Acta Ecol Sin*, 1995, **15**(3): 268 – 277.
- [6] 王育鹏,徐丽,张震. 合肥市不同生境喜旱莲子草的分布和发生[J]. 安徽农业科学, 2009, **37**(6): 2800 – 2802.
WANG Yupeng, XU Li, ZHANG Zhen. Distribution and occurrence of *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) in different habitats in Hefei city [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2009, **37**(6): 2800 – 2802.
- [7] TAO Yong, CHEN Fang, WAN Kaiyuan, *et al.* The structural adaptation of aerial parts of invasive *Alternanthera philoxeroides* to water regime [J]. *J Plant Biol*, 2009, **52**(5): 403 – 410.
- [8] 周国庆,彭友林,王云. 洞庭湖区喜旱莲子草的分布、发生与危害[J]. 安徽农业科学, 2007, **35**(22): 6892 – 6894.
ZHOU Guoqing, PENG Youlin, WANG Yun. Study on distribution, occurrence and harm of *Alternanthera philoxeroides* in Dongting Lake area [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2007, **35**(22): 6892 – 6894.
- [9] 林金成,强胜. 空心莲子草对南京春季杂草群落组成和物种多样性的影响[J]. 植物生态学报, 2006, **30**(4): 585 – 592.
LIN Jincheng, QIANG Sheng. Influence of *Alternanthera philoxeroides* on the species composition and diversity of weed community in spring in Nanjing [J]. *Chin J Plant Ecol*, 2006, **30**(4): 585 – 592.
- [10] WANG Ning, YU Feihai, LI Pingxing, *et al.* Clonal integration supports the expansion from terrestrial to aquatic environments of the amphibious stoloniferous herb *Alternanthera philoxeroides* [J]. *Plant Biol*, 2009, **11**(3): 483 – 489.
- [11] ZUO Shengpeng, MEI Hui, YE Liangtao, *et al.* Effects of water quality characteristics on the algicidal property of *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. in an aquatic ecosystem [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012, **43**: 93 – 100.
- [12] 林金成,强胜,吴海荣. 外来入侵杂草空心莲子草对植物生物多样性的影响[J]. 农村生态环境, 2005, **21**(2): 28 – 32.
LIN Jincheng, QIANG Sheng, WU Hairong. Effect of *Alternanthera philoxeroides*, an invasive exotic weed, on plant biodiversity [J]. *Rural Eco-Environ*, 2005, **21**(2): 28 – 32.