

紫茎泽兰与 3 种同属本地植物种子特性比较

韩利红¹, 刘 潮¹, 郑玉龙²

(1. 曲靖师范学院生物资源与环境科学学院, 云南 曲靖 655011;

2 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

Contrast of Seeds Characteristics Between *Eupatorium Adenophora* and Three Kinds Native Congenerst

HAN Li-hong¹, LIU Chao¹, ZHENG Yu-long²

摘要: 从种子的外部形态、种子大小、种子重量、种子发芽率、种子含水率、种子发芽速度、发芽势、发芽指数以及胚根和胚轴长度等 9 个方面入手, 对外来入侵物种紫茎泽兰和 3 种本地植物白头婆、异叶泽兰、多须公的种子特性作了具体的比较分析。结果表明, 紫茎泽兰的种子重量显著小于其它 3 种本地种, 种子含水率显著高于 3 种本地植物, 种子发芽率显著低于多须公, 显著高于异叶泽兰, 但与白头婆无显著差异, 发芽势和发芽指数显著低于多须公, 与白头婆和异叶泽兰无显著差异。这些特性保证了紫茎泽兰较强的繁殖能力, 在其入侵过程中发挥了重要的作用。

关键词: 紫茎泽兰; 本地植物; 种子特性; 发芽率

中图分类号: Q 945.6 S 451 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4705(2010)01-0073-04

随着社会和经济的发展, 外来植物入侵成为一个越来越严重的问题, 严重威胁当地的生物多样性, 生态系统的结构和功能^[1]。确定外来植物的入侵机制, 是有效控制其继续入侵的前提, 而目前关于外来植物的入侵机制没有统一的结论^[2]。研究表明, 许多外来入侵植物都具有较强的繁殖能力, 特别是有性繁殖能力的大小与入侵能力呈正相关, 对其入侵是否成功意义重大^[3~5]。

紫茎泽兰 (*Eupatorium adenophorum* Sprengel) 为菊科泽兰属多年生草本植物, 原产中美洲, 自 20 世纪 40~50 年代从中缅边境传入云南, 现已蔓延于云南、广西、四川、贵州、重庆等省(市、区), 并有向北和向东蔓延的趋势, 已成为我国危害最严重的外来入侵物种之一, 严重影响了当地农、林、牧业的生产, 造成了严重

的经济损失。虽然科技工作者对于紫茎泽兰的分布、危害、化感、防治、可塑性等进行了许多研究, 但对于其入侵机理并没有得出确定的结论。群落学研究是研究外来植物入侵机制最常用的两种方法之一^[6]。通过比较外来入侵植物及有共同分布区域的本地近缘种, 可以有效的探讨外来植物成功入侵的主要原因。到目前为止, 未见关于紫茎泽兰和同属本地种之间繁殖能力的相关报道。种子萌发是植物生长周期中的重要阶段, 它对种群个体的繁殖、扩展、更新和物种抵御不良环境有重要意义。因此, 本文以外来入侵植物紫茎泽兰和 3 种本地同属种为研究对象, 通过种子形态、种皮结构特征、种子萌发特性的比较, 探讨紫茎泽兰和本地同属种繁殖能力的差异。

1 材料与方法

1.1 材料

紫茎泽兰 (*E. adenophorum*)、白头婆 (*Eupatorium japonicum* Thunb.)、异叶泽兰 (*Eupatorium heterophyllum*, DC.) 和多须公 (*Eupatorium chinense* Linn.) 种子采自昆明郊区的石灰山。所有种子均为 2006 年 4 月采集。

1.2 方法

1.2.1 种子外部形态观察

随机选取成熟、饱满、干燥种子各 50 粒, 观察种子的表面形态。包括种子表面纹饰、形状、颜色、冠毛、大小(长×宽×高)等。

1.2.2 种子千粒重的测定

每种植物随机选取成熟、饱满、干燥的种子各 100 粒, 分别用分析天平称重。

1.2.3 种子含水率的测定

随机选取成熟、饱满的种子各 100 粒, 用电子天平称重, 记录结果 (M_1), 置一干净烧杯中, 在 105℃烘箱干燥 6h 后取出。于干燥皿中冷至恒温再次称量, 记

收稿日期: 2009-09-28

基金项目: 曲靖师范学院校级科研基金项目 (2008QN032); 曲靖师范学院生物多样性保护科技创新团队。

作者简介: 韩利红 (1981-), 女, 河北省石家庄市人; 硕士, 讲师, 主要从事植物生理生态学方面的教学和科研工作; E-mail: alsoalsohan@163.com.

通讯作者: 刘 潮, E-mail: hbcob@yahoo.com.cn

录结果 (M₂), 计算种子含水率。

种子含水率 (%) = (M₁ - M₂) / M₁ × 100%

1 2 4 种子发芽率和种子萌发后胚根和胚轴长度的测量

2007 年 3 月于曲靖师范学院采用培养皿滤纸法进行种子萌发试验^[7]。在 30 ℃、80% 湿度、30 μmol/(m²·s) 12 h 光照的条件下进行培养。以胚根冲破种皮为发芽标准, 每天记录发芽种子的数量, 直到种子不再萌发时测量胚根和胚轴长度。

发芽率 (%) = 发芽种子总数 / 供试种子总数 × 100%;

种子发芽势是指发芽试验初期, 在规定的日期内正常发芽的种子数占供试种子数的百分率。

发芽势 (%) = 前 3 天发芽总发芽数 / 总发芽数 × 100%;
根据记录的前 7 天种子发芽情况, 代入公式:

发芽指数 (GI) = $\sum G_t D_t$

式中: G_t 指在 t 时间内的发芽数, D_t 指发芽天数。

平均发芽速度是供试种子发芽所需的平均时间, 它是衡量种子发芽快慢的一个指标。

平均发芽速度 = $\sum (D \times n) / \sum n$

式中: D 为从种子置床起算的天数, 置床之日为 0, n 为相应各天的发芽粒数。

由于物种间种子萌发和生长参数差异较大, 为便于比较, 本文使用相对值 (对照的百分比) 表示发芽率、发芽速度、胚轴和胚根长度。

1 3 统计分析

不同物种参数间比较用 One-way ANOVA, 所有分析均使用 SPSS 12.0 (SPSS Inc、Chicago, Illinois, USA)

统计软件。所有图形用 Sigma Plot 8.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) 绘制。

2 结果与分析

2 1 种子外部形态特征比较

紫茎泽兰与 3 种本地植物种子的形状均为五棱形、瘦果, 种子冠毛外形大体相同, 为伞形且带有芒刺; 种子大多分背腹面; 种子颜色比较接近褐色, 紫茎泽兰和多须公颜色较浅。种子大小和均一度除紫茎泽兰较一致外, 3 种本地植物大小不均一; 紫茎泽兰和多须公种子没有表面附属物, 异叶泽兰和白头婆都有一些白色附属物覆盖在种子表皮。紫茎泽兰和多须公种子基部较钝, 异叶泽兰和白头婆都明显有一个凸起; 种子表面纹饰均有粗细条纹之分, 走向均为纵向, 紫茎泽兰和多须公纹饰的螺旋状比较相似, 粗细条纹均向纵向轻微螺旋 (表 1)。

2 2 种子重量及含水率等的比较

紫茎泽兰的种子重量显著小于其它 3 种本地种 (图 1), 约只有 3 种本地植物重量的 10%。紫茎泽兰种子尺寸显著比其他 3 种小, 约只有 3 种本地植物的 30%, 其它 3 种本地种大小都相差不大。

紫茎泽兰种子的含水率显著高于其他 3 种本地植物 (图 1), 分别为白头婆、异叶泽兰和多须公的 6.6 倍、3.3 倍和 1.6 倍。

2 3 种子发芽率等参数的比较

紫茎泽兰种子发芽率显著高于异叶泽兰和白头婆, 显著低于多须公 (图 1)。多须公种子的发芽势高达 86%, 发芽指数高达 3.18, 均显著高于其他 3 种植物。在同一个测量指标中, 平均发芽速度的数值小, 表示该批种子发芽速度快, 发芽能力较好, 白头婆发芽速

表 1 4 种植物种子的外部形态特征

参数		紫茎泽兰 <i>E. adenophorum</i>	白头婆 <i>E. japonicum</i>	异叶泽兰 <i>E. heterophyllum</i>	多须公 <i>E. chinense</i>
种子大小 (长 × 宽 × 高)	大小 (mm) 均一度	1.17 × 0.29 × 0.26 大小均一	3.01 × 0.58 × 0.55 大小不均一	3.18 × 0.61 × 0.60 大小不均一	3.13 × 0.59 × 0.56 大小不均一
种子形状		瘦果, 五棱柱状	瘦果, 五棱形	瘦果, 五棱形	瘦果, 五棱形
种子颜色		深褐色	淡黑褐色	深褐色	淡深褐色
种子表面附属物		种子尖端和基部密生黄色微绒毛	表皮粗糙, 无微绒毛, 多数被黄色腺点	表皮粗糙, 稀疏分布有微绒毛, 尖端较密, 被大量白色腺点	种皮表面有微绒毛, 散布黄色腺点
种子背腹面		种子背面颜色深、腹面颜色浅, 背面棱间距宽、腹面窄	种子分背腹面, 种子背面颜色深、腹面颜色浅	种子分背腹面, 背面较凸、腹面较凹, 背面颜色深、腹面颜色浅	种子背腹面分别不明显
种子表面纹饰	走向	粗细条纹走向一致, 细纹顺着粗纹呈螺旋状走向 (纵向)	粗细条纹走向大体一致, 呈纵向	粗细条纹走向大体一致, 呈纵向, 细纹有轻微螺旋	粗细条纹走向一致, 呈纵向
	深浅	背面棱间沟窄、深, 腹面浅、宽	棱间沟较浅	棱间沟较浅	棱间沟窄而深
	形状	伞形	伞形	伞形	伞形
种子冠毛	附属物	密生钩状芒刺	有芒刺	有芒刺	有芒刺
	脱落情况	易脱落	不易脱落	易脱落	不易脱落
种子基部		较钝, 有绒毛	凸起	较凸	较钝

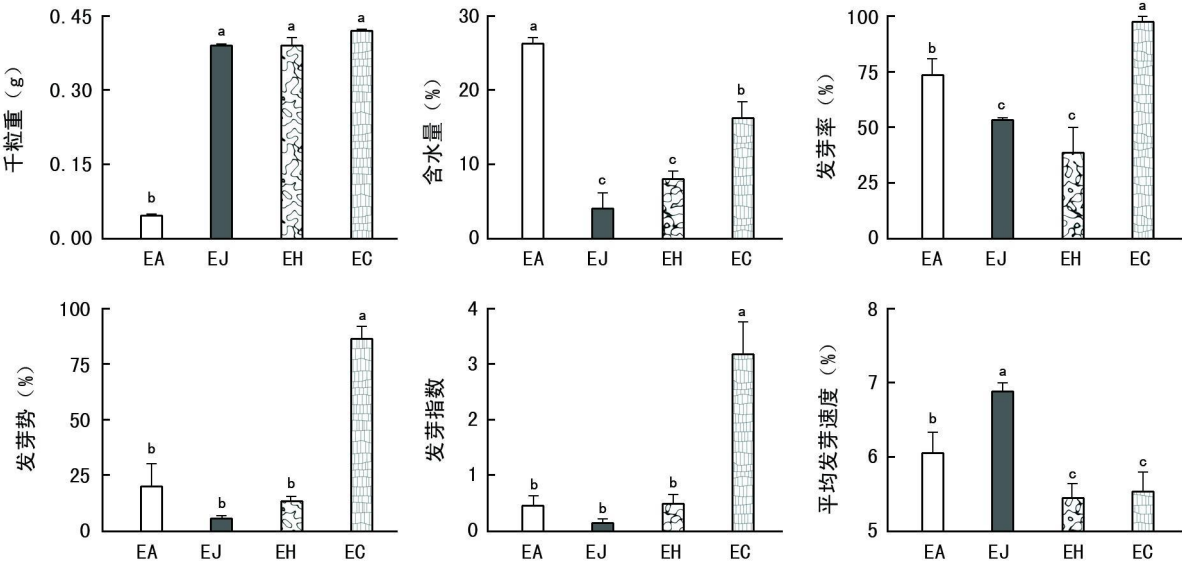


图 1 4种植物种子各参数比较

表 2 4种植物种子各参数间均值差比较

参数	种子长 (mm)	种子宽 (mm)	胚根长 (mm)	胚轴长 (mm)
紫茎泽兰 <i>E. adenophorum</i>	1.71 ± 0.04 b	0.29 ± 0.01 b	0.252 ± 0.007 c	0.823 ± 0.040 b
白头婆 <i>E. japonicum</i>	3.01 ± 0.01 a	0.58 ± 0.01 a	0.962 ± 0.012 b	2.372 ± 0.190 a
异叶泽兰 <i>E. heterophyllum</i>	3.18 ± 0.04 a	0.61 ± 0.01 a	1.694 ± 0.150 a	1.688 ± 0.151 a
多须公 <i>E. chinense</i>	3.13 ± 0.06 a	0.59 ± 0.01 a	0.862 ± 0.023 b	0.856 ± 0.023 b

注: 平均值 ± 标准误 (n = 3), 不同的字母表示该参数差异显著 (p < 0.05 单因素方差分析, S-N-K 多重比较)。Means ± SE (n = 3)。

度最大, 发芽最慢, 其他 3 种植物发芽速度差异不显著 (图 1)。

种子在发芽过程中紫茎泽兰胚根与胚轴长度显著小于 3 种本地植物, 只有 3 种本地种的约 20% 和 30% (表 2)。

3 讨 论

种子微形态特征不仅表达了一定量的较为稳定的遗传信息, 而且与种子的传播、生活力的保证以及萌发对环境信号的感知等密切相关; 种子微形态影响着种子生活力和种子对水分的吸收, 与种子的萌发和传播关系密切^[8]。

大的种子能够保证种子的萌发和幼苗的生长, 而小的种子能够保证传播, 大种子是对优越环境的适应, 而小种子更适合干扰环境^[9]。紫茎泽兰种子重量和大小均显著小于 3 种本地植物, 重量只有其他 3 种本地植物的 1/10 长 × 宽只有其他 3 种本地植物的 1/3, 而且具有冠毛, 虽然较小的种子质量降低了种子的生活力, 但是却有利于紫茎泽兰种子的传播, 提高了其传播速度和范围。Guo 等^[10]对沙漠土壤种子库垂直分布的研究结果表明, 与大种子相比, 小种子更容易进入

土壤, 形成种子库, 因此小种子在种子库中的数量更丰富, 他们认为这主要与多数小种子具有独特附属物有关。研究表明, 小种子比大种子更容易和土壤结合、更容易形成土壤种子库、更能适应较大的土壤湿度环境、更适合表层破坏的土壤和裸露的地表^[11, 12]。高的表面积与重量比和带有冠毛等特征被认为是风传播种子提高自身传播能力和提高种子质量, 增高子代成活的进化特点^[12]。这些特征提高了紫茎泽兰种子的传播能力, 能够传播到更远、更难到达的地域。

紫茎泽兰是一种无融合三倍体植物, 根与茎都能生长不定根, 可营养繁殖, 但以无配子种子繁殖为主^[13]。紫茎泽兰可以在不利的条件下形成大量的种子, 且种子发芽率不低。在一个既定繁殖分配值下, 种子数量和种子大小存在均衡关系, 因此, 小粒种子常与大的产种量相伴; 与大粒种子植物相比, 小粒种子植物有更大的多度范围、更广泛的空间占有量、出现的年份更多; 小粒种子植物更易于扩散种群。紫茎泽兰较高的种子产量, 和较高的发芽率, 提高了紫茎泽兰的存活数量^[14]。

植物种子含水率高, 虽然在一定程度上造成种子

的呼吸强度增加,但同时也缩短了种子的发芽时间。紫茎泽兰种子含水率较高,是同属本地植物的 1.5~6.5 倍(图 1)。当环境潮湿或有降雨时,紫茎泽兰迅速萌发,加快了其繁殖速度。

种子发芽率、发芽指数、平均发芽速度等这些反应种子发芽能力的参数,直接决定种子的质量。种子发芽势高,表示种子生活力强,发芽整齐,出苗一致。这与植物的种子重量有很大的关系,紫茎泽兰种子较小发芽势也相对较小。本研究中多须公的发芽率、发芽势、发芽指数均较高,表明该物种具有较强的繁殖能力,紫茎泽兰繁殖能力居中。李爱芳等^[13]的研究表明,紫茎泽兰种子在雨季的初期大量萌发,因此尽管幼苗的存活率很低,但能够定居的个体数量并不少。它利用自己幼苗补充量大、生产力高、生长期长等特性,不失时机地抢占空余的生态位。

种子胚根和胚轴在一定程度上反映幼苗的生活能力,与种子活力相关。紫茎泽兰种子发芽过程中胚根与胚轴均显著小于 3 种本地植物。这与紫茎泽兰较小的种子质量有重要的关系,说明紫茎泽兰在幼苗期处于劣势。有些入侵种在幼苗期(入侵初期)就通过释放化感物质来抑制其它植物幼苗的生长,例如原产欧亚大陆的 *Centaurea diffusa* 与某些北美本地种混种后,本地种的生物量减少了 85.7%^[14]。但紫茎泽兰在幼苗期没有检测到化感物质^[15]。也许是因为紫茎泽兰在幼苗期为了弥补因种子小造成的劣势,而采取不合次生代谢物质,以保证植株的尽快生长。

此外,本文在进行种子的发芽实验中,3 种本地植物的种子都有发霉现象,有的在发芽之后发霉,有的还没有发芽即发霉;异叶泽兰发霉较严重,而紫茎泽兰在整个实验过程中均未发现发霉现象。这从一定程度上说明外来入侵物种紫茎泽兰在抗霉菌感染方面的能力明显比本地植物强,可能与种子里边的化学成分有关,这更进一步保证了紫茎泽兰具有强大繁殖能力,有助于其大面积入侵。

与 3 种本地同属种相比,紫茎泽兰具有较多的种子数量,较高的发芽率,据此,有理由推测紫茎泽兰具有较强的繁殖能力。我们在野外也发现,在共同分布区域,紫茎泽兰的数量也远高于本地同属种,这在一定程度上也可以反应出繁殖能力的差异。强大的繁殖能力是否是紫茎泽兰入侵的主要机制,需要更深入研究。在今后的研究中,对于紫茎泽兰和本地同属种之间可塑性、资源利用能力、天敌以及光能捕获能力的差异需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 范继辉, 蒋莉, 程根伟. 我国南方生物入侵的问题与对策 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 982-986
- [2] McDowell SCL. Reproductive effort in invasive and non-invasive *Rubus*. *Oecologia* 2002, 133: 102-111
- [3] Barrett SCH. Crop mimicry in weeds. *Economic Botany*, 1983, 27: 255-282
- [4] 王四海, 孙卫邦, 成晓. 逃逸外来植物肿柄菊在云南的生长繁殖特性、地理分布现状及群落特征 [J]. 生态学报, 2004, 24(3): 444-449
- [5] 徐汝梅, 叶万辉. 生物入侵理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [6] Robert JC, Anthony R, Igor AG, et al. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? [J]. *Ecology Letters* 2004, 7(8): 721-733
- [7] Zeng RS. Review on bioassay methods for allelopathy research. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(1): 123-126
- [8] Fowler N. The role of competition in plant communities in arid and semi-arid regions. *Annual Review of Ecological Systematics*, 1986, 17: 89-110
- [9] Chambers JC, MacMahon JA, Haefner JH. Seed entrapment in alpine ecosystems: effects of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology*, 1991, 72: 1668-1677
- [10] Guo QF, Rundel PW, Goodall DW. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: Patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environments*, 1998, 38(3): 465-478
- [11] Dalling JW, Swaine MD, Ganwood NC. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest, Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 1997, 13: 659-68
- [12] Chambers JC. Relationship between seed fates and seedling establishment in alpine ecosystems. *Ecology*, 1995, 76: 2124-2133
- [13] Auld BA. *Eupatorium* weed species in Australia. *Pestological Article and News Summary*, 1970, 16(1): 82-86
- [14] Callaway RM, Aschehoug ET. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 2000, 290(5499): 521-523
- [15] 王俊峰, 冯玉龙. 人工群落中苗期紫茎泽兰的化感作用和对光环境的适应 [J]. 生态学报, 2006, 26(6): 1809-1817