

广西岩溶石山飞机草种群的繁殖特征

韦春强¹, 刘明超^{1,2}, 唐赛春^{1*}, 潘玉梅¹, 蒲高忠¹, 岑艳喜^{1,2}

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 广西师范大学, 广西 桂林 541004)

摘要: 对广西岩溶石山 3 个典型群落(飞机草优势群落、黄荆条-飞机草混合群落和类芦-蔓生秀竹群落)中飞机草(*Eupatorium odoratum*)种群的繁殖特征进行了研究。结果表明: 3 个群落中飞机草的头状花序数为 520~3281 个 m⁻²; 种子产量为 12941~74386 粒 m⁻²; 头状花序的平均种子数为 22~25 粒; 种子千粒重为 0.17~0.19 g。混合群落中飞机草的单株头状花序数和种子产量与伴生群落的差异显著, 而飞机草优势群落与这两个群落无显著差异。单株飞机草的种子产量与株高、生物量呈正相关; 单位面积的种子产量与开花植株数、头状花序数呈正相关, 而与盖度的相关性较小。飞机草在干旱贫瘠的岩溶石山的 3 个群落中均能够产生大量轻的种子, 具有强大的繁殖能力, 表现出较强的入侵性, 并能根据环境的变化而选择相应的繁殖策略, 最大限度的适应环境。

关键词: 岩溶石山; 飞机草; 繁殖特征; 入侵能力

中图分类号: Q945.51

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)04-0333-06

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.04.009

Reproductive Characteristics of *Eupatorium odoratum* Populations in Karst Rocky Mountain in Guangxi

WEI Chun-qiang¹, LIU Ming-chao^{1,2}, TANG Sai-chun^{1*},

PAN Yu-mei¹, PU Gao-zhong¹, CEN Yan-xi^{1,2}

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China; 2. Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: The reproductive characteristics of *Eupatorium odoratum* population in three typical communities, such as *E. odoratum* community (dominancy community), *Vitex negundo*-*E. odoratum* community (mixed community), and *Neyraudia reynaudiana*-*Microstegium vegans* community (concomitant community), were studied in karst rocky mountain in Guangxi. The results showed that the number of capitulum of *E. odoratum* in 1 square meter ranged from 520 to 3281, and seed yield from 12941 to 74386 grains m⁻², each capitulum produced 22 to 25 seeds and the 1000-seed-weight ranged from 0.17 to 0.19 g. The number of capitulum and seed yield per individual in mixed community were significantly different from those in concomitant community, but there were not significant difference between dominant community and two another communities. There was a positive correlation between individual seed yield and plant height, as well as biomass. Seed yield in unit area was positively correlated with the number of flowering plants and capitulum, but was weakly correlated with coverage. In the three communities in arid karst rocky mountain, *E. odoratum* could produce a large number and light seeds, it indicated that *E. odoratum* had strong reproductive capacity and displayed strong invasive, and it also could choose the

收稿日期: 2010-09-10 接受日期: 2011-03-14

基金项目: 广西科技攻关项目(0719005, 0992026-5); 国家科技支撑计划项目(2006BAC01A10); 广西自然科学基金项目(2011GXNSFE018005)资助

作者简介: 韦春强(1982~), 男, 壮族, 广西宾阳人, 硕士, 主要从事外来入侵植物的生物学研究, email: weichun007@163.com

* 通讯作者 Corresponding author, email: tangs@gxib.cn

corresponding reproductive strategy according to the environment change, so that it could adapt to environment at large scale.

Key words: Karst rocky mountain; *Eupatorium odoratum*; Reproductive characteristics; Invasive ability

外来物种被引入到一个新地区后,只有较少一部分能够发展成为入侵种^[1-2]。影响入侵成功的最重要因素是外来物种的繁殖,与繁殖有关的特征直接影响到外来物种归化和入侵的成功^[3]。

飞机草(*Eupatorium odoratum* L.)又名香泽兰,为菊科(Compositae)泽兰属多年生草本或亚灌木,是我国危害最为严重的外来入侵植物之一^[4]。飞机草原产南美洲,现已广泛分布于我国的台湾、广东、香港、澳门、海南、广西、云南和贵州等地。其入侵草地、农田、林地等生境,并很快成为优势种群,抑制其他植物的生长,对畜牧业、农业、林业和生物多样性产生了严重的危害。目前对飞机草的研究主要集中在化感作用^[5-6]、分布与危害^[4,7]、防治^[7-9]与开发利用^[10-13]上,对其生理生态方面的研究也有一些报道^[14-18],杨逢建对海南省堤埂、林缘、采伐迹地、荒地和疏林中飞机草的生物量生殖配置进行了研究^[18]。而对飞机草在干旱贫瘠的岩溶石山的繁殖特征,如种群开花结实的情况,是否仍能产生大量的种子,是否仍然具有强大的繁殖能力等缺乏报道。

在广西百色市平果县岩溶石山地区,飞机草常形成单优群落,或与黄荆条形成黄荆条-飞机草(*Vitex negundo*-*E. odoratum*)混合群落,或在类芦-蔓生莠竹(*Neyraudia reynaudiana*-*Microstegium vegans*)群落中伴生。本文对飞机草在广西岩溶石山地区不同群落中的种群开花结实等繁殖特征进行研究,分析其与入侵能力的关系,为探讨飞机草的入侵机制和防控提供理论依据。

1 研究地概况

本研究地点选在飞机草入侵较为典型的广西百色市平果县果化镇岩溶山地。平果县位于广西西南部右江河畔,北纬 23°25′~23°88′,东经 107°20′~107°85′,全境处于南亚热带季风气候区。年平均温度为 21.5℃,年平均日照时数为 1619.4 h,无霜期达 345 d 以上,年平均降雨量为 1356 mm。该地的岩溶石山通常土层浅薄,土地贫瘠,保水保肥能力差,土壤多偏碱性,石漠化现象严重。

2 材料和方法

2.1 材料

2009 年 12 月为飞机草(*Eupatorium odoratum*)的花果期,选择飞机草年龄和立地条件比较一致的 3 个群落,即飞机草优势群落(简称优势群落)、黄荆条-飞机草混合群落(简称混合群落)及类芦-蔓生莠竹群落(简称伴生群落)。

2.2 方法

每个群落随机设定 10 个 1 m×1 m 的样方,分别记录每个样方内的飞机草盖度、密度、头状花序总数、开花植株数、每株飞机草的高度,并在每个样方中摘取完整的结实的头状花序 20 个,分别记录每个头状花序的结实数;同时从每个群落收集的种子中随机挑选 100 粒种子,用精确度为 1/10000 的电子天平称量种子的干重,每个群落重复 10 次,计算种子的千粒重。每群落随机选取 10 株花果期的飞机草植株,测量其高度,将其根系全部挖出,洗净,然后整株剪碎装袋,在 80℃ 下^[16-17]烘至恒重,称量植株干重,并计算植株的生物量。

2.3 数据处理

用 Excel 软件对数据进行整理、计算、绘图,用平均数代表样本各性状的整体水平;用标准差反映样本的绝对变异度,采用 SPSS 统计软件的 One-Way ANOVA 分析各参数的差异。对各变量的关系建立定量化描述模型,进行回归分析和相关性检验。

3 结果和分析

3.1 飞机草在各群落的特征

表 1 为飞机草在 3 个群落中的基本特征。这 3 个群落的土壤及气候条件基本一致,植被总盖度均在 90% 左右,但飞机草在这 3 个群落中的特征有较大的差别。3 个群落中飞机草的盖度有显著差异,混合群落中飞机草的平均高度与其他两个群落也有显著差异,优势群落飞机草的开花植株数与其他两个群落差异显著。这可能与其在群落中的竞争压力有密切关系,是其适应环境的结果。

表1 飞机草在各群落中的特征
Table 1 Characteristics of *Eupatorium odoratum* in three communities

群落 Community	盖度 Coverage (%)	株高 Height (cm)	开花植株数 Flowering plants (ind m ⁻²)
优势群落 Dominant community	78 ± 8a	135 ± 22.5b	34 ± 4a
混合群落 Mixed community	47 ± 12b	147.9 ± 19.1a	10 ± 1b
伴生群落 Concomitant community	11 ± 4c	129.6 ± 24.9b	7 ± 1b

不同字母表示不同群落间差异显著($P < 0.05$)。Data followed different letters indicate significant difference among different communities at 0.05 level.

3.2 飞机草的花序及种子特征

单位面积的飞机草头状花序数量以优势群落中最多,为 3281 ± 545 个 m^{-2} ,与混合群落有显著差异($P=0.02$),与伴生群落有极显著差异($P=0.000$),而混合群落与伴生群落间无显著差异($P=0.208$)(图 1A),飞机草单位面积的种子产量在 3 个群落中的差异与头状花序数相似(图 1E),这均由群落中单位面积开花植株数所决定(表 1)。种子千粒重以优势群落最高,为 $(0.19 \pm 0.01)g$,不过与其它两个群落无显著差异($P=0.281, 0.061$) (图 1D)。

混合群落中单株飞机草的头状花序数最多,为 (124 ± 15) 个;优势群落中的有 (94 ± 8) 个,与混合群落无显著差异($P=0.085$);伴生群落中的单株头状花序数为 (73 ± 5) 个,与混合群落的有显著差异($P=$

0.009)(图 1B),单株飞机草的种子产量在 3 个群落间的差异与头状花序数相似(图 1F)。在混合群落中飞机草的平均株高比其他两个群落高(表 1),而高的植株在繁殖上占有一定的优势,它们往往能产生更多的种子^[19],因此,混合群落中的单株飞机草的头状花序数和种子产量均最高。每个头状花序产生的种子数在伴生群落最高,为 (25 ± 1) 粒,与优势群落 [(23 ± 1) 粒]和混合群落 [(22 ± 1) 粒]有极显著差异($P=0.000$)(图 1C)。伴生群落中飞机草受到较多本地种的竞争,为了生存,但又要保持一定的竞争力,在单株头状花序较少(图 1B)的情况下,只能增加每个头状花序的种子数,以适应不利的环境。这可能也是飞机草的一种生存策略。

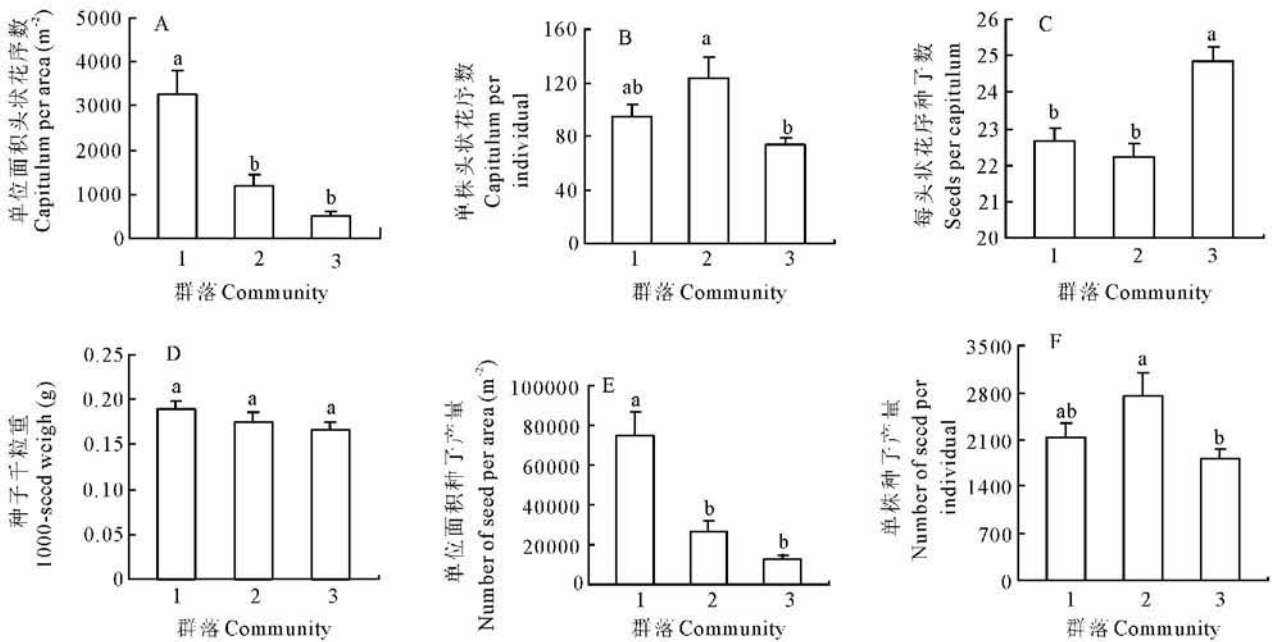


图1 不同群落中飞机草种群繁殖特征

Fig. 1 Reproductive characters of *Eupatorium odoratum* populations in different communities

1. 优势群落 Dominant community; 2. 混合群落 Mixed community; 3. 伴生群落 Concomitant community; 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Different small letters above bars indicate significant difference at 0.05 level.

3.3 种子产量与种群生长参数的关系

从图2可见,单株飞机草的种子产量与株高(图2A)、生物量(图2B)均呈显著正相关关系。单位面

积的种子产量与单位面积内的开花植株数和头状花序数均呈极显著正相关关系(图2C,D),而与盖度的相关性不显著(图2E)。

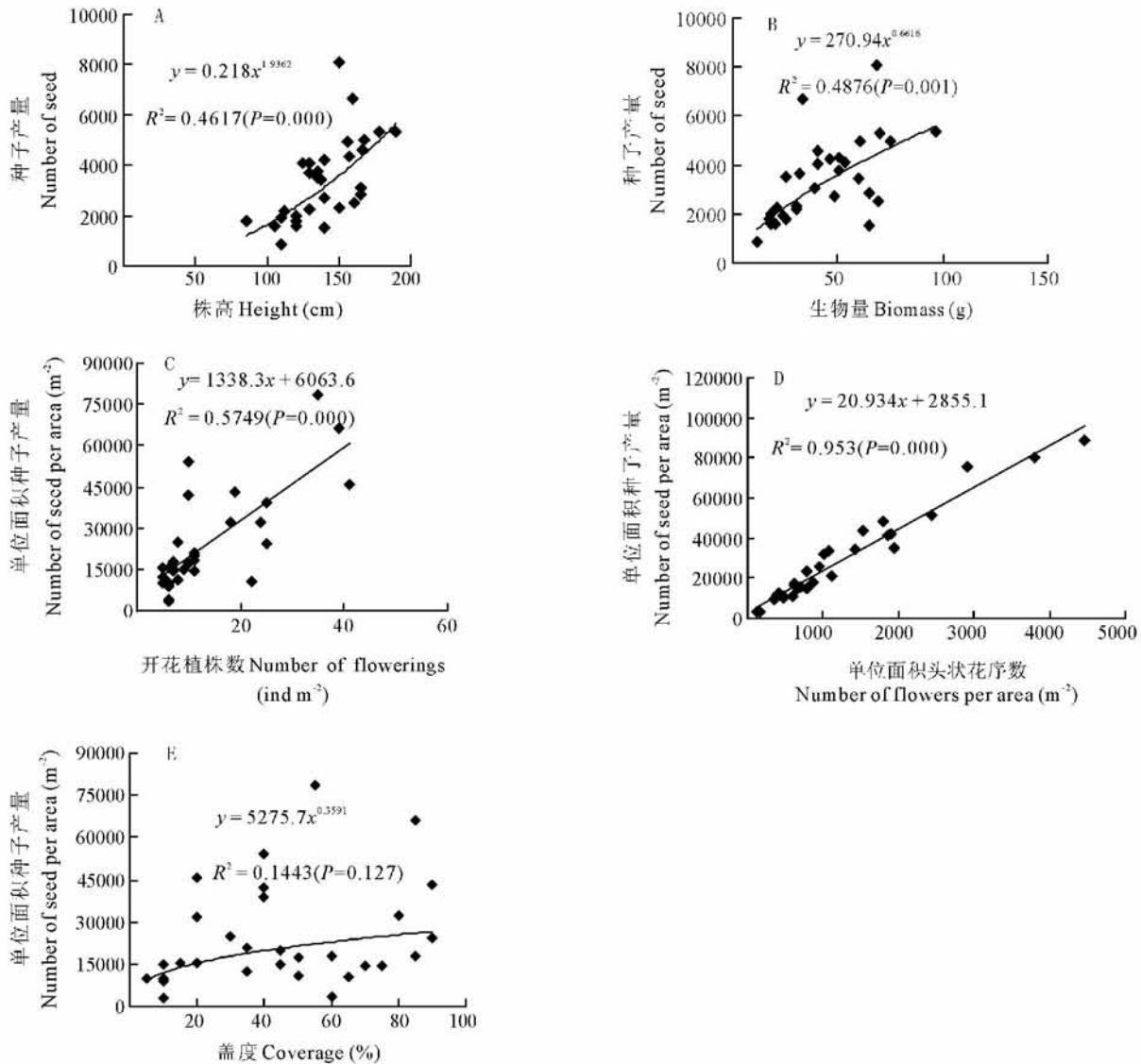


图2 飞机草种群生长参数与种子产量的关系

Fig. 2 Relationships between growth parameters and number of seed of *Eupatorium odoratum* populations

4 讨论

外来植物入侵性的强弱与繁殖特征关系密切,一些学者认为入侵植物的繁殖能力与入侵能力呈正相关^[20]。入侵植物的繁殖特性对其在新栖息地的种群建立具有很大的作用,成功入侵的外来种通常具有很强的繁殖能力,能产生大量的种子与幼苗,且种子一般易于传播。飞机草广西岩溶石山的3个群落中均能产生大量的种子,单株飞机草的种子产量为(1824 ± 131)~(2756 ± 345)粒,与杨逢建等

在海南省文昌市低丘台平原地带的5个生境(堤埂、林缘、采伐迹地、荒地和疏林)的研究结果有很大差别,这5个生境中飞机草的单株种子产量为5000~50000粒^[18]。这主要是因为岩溶石山土层浅薄,土地贫瘠,生境干旱,环境恶劣。但是在这种恶劣的环境下,飞机草仍能产生如此多的种子,与其具有强大的繁殖能力密切相关。在散布方式相同的条件下,高种子产量的种群具有更大的种子散布能力,高的散布能力使植物能够拥有宽广的分布区,占据异质性的生境^[21]。还有,对于以风力为主要

传播途径的飞机草来说,大量种子的形成是其扩张的基础,是实现入侵的重要原因之一。

3个群落中飞机草的单株头状花序数和种子产量存在差异,可能与其所面对的环境压力不同而选择的策略不同有关。优势群落中的伴生植物较少,光照充足,环境选择压力相对较小,飞机草能疯狂生长,飞机草密度较大,致使有效生殖枝减少,单株头状花序数和种子产量也相对减少。混合群落中存在一定的伴生植物,环境选择压力大,与伴生植物的竞争使得植株株高相对高于其他群落,而高的植株往往能产生较多的种子,因此,混合群落中单株飞机草的头状花序数和种子产量均最高。伴生群落中飞机草受到较多的本地植物的竞争,环境选择压力较大,使得其在生存与繁殖之间更倾向于生存,所以单株头状花序数和种子产量较少,但是每个头状花序的种子数增加,使其仍具有一定的竞争力。在环境压力的作用下,飞机草调节其繁殖对策,最大限度地适应环境。杨逢建等^[18]的研究结果也表明,堤埂生境中飞机草的密度最大,属于飞机草优势群落,但单株的种子产量比林缘生境、采伐迹地生境和荒地生境少。疏林生境中有较多的乔木和灌木伴生,属于伴生群落,飞机草单株种子产量最小。

3个群落间的飞机草种子千粒重无显著差异,约为 $(0.17 \pm 0.01) \sim (0.19 \pm 0.01)$ g,属于轻型种子,与杨逢建^[18]对不同生境的飞机草种子千粒重的研究结果相近。轻的种子容易散播^[22],加上有冠毛,使其极易随风传播,很快扩散。一般认为,植物种子的大小或质量是资源投入权衡的结果,即植物选择生产多而小的种子还是少而大的种子,这种权衡会影响到植物的多个方面,甚至会影响到植物的种间关系和群落结构^[23-24]。

在种子产量与种群的生长参数方面,飞机草的种子产量和株高、生物量呈显著正相关关系。株高和种子产量在植物生活史的更新阶段和定居中具有重要作用^[3,25],是表现竞争能力的重要特点^[26]。高大的植株在繁殖上占有优势,它们往往产生更多的种子^[19]。飞机草植株在优势群落和混合群落中比伴生群落中的高,生物量大,在繁殖上比伴生群落占有较大的优势。单位面积的飞机草种子产量与头状花序数具有显著的相关性,而与盖度相关性不显著,可能和样方内有的飞机草植株没有开花有关。

飞机草在岩溶石山的3个群落中均能产生大量的种子,具有较强的繁殖能力,因此飞机草在该地区也具有较强入侵性。飞机草在这3个群落中也表现出一定的差异性,说明飞机草能根据环境的变化而选择相应的繁殖策略,以最大限度的适应环境。

参考文献

- [1] Mack R N, Simberloff D, Lonsdale W M, et al. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control [J]. *Ecol Appl*, 2000, 10: 689-710.
- [2] Mooney H A, Cleland E E. The evolutionary impact of invasive species [J]. *PNAS*, 2001, 98: 5446-5451.
- [3] Pysek P, Richardson D M. Traits associated with invasiveness in alien plants: Where do we stand? [M]// Nentwig W. *Biological Invasions*, Section II. Berlin: Verlag-Springer, 2007: 97-125.
- [4] Cao H L(曹洪麟), Ge X J(葛学军), Ye W H(叶万辉). The distribution and damage of *Eupatorium odoratum* in Guangdong [J]. *Guangdong For Sci Techn*(广东林业科技), 2004, 20(20): 57-59.(in Chinese)
- [5] He Y B(何衍彪), Zhang M X(张茅新), He T Y(何庭玉), et al. Studies on the allelopathic effects of *Chromolaena odoratum* [J]. *J S China Agri Univ (Nat Sci)* (华南农业大学学报:自然科学版), 2002, 23(3): 60-62.(in Chinese)
- [6] Ling B(凌冰), Zhang M X(张茂新), Kong C H(孔垂华), et al. Chemical composition of volatile oil from *Chromolaena odorata* and its effect on plant, fungi and insect growth [J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 2003, 14(5): 744-746.(in Chinese)
- [7] Mohammad A H. Chemical constituents of *Eupatorium odoratum* Linn. (Compositae) [J]. *Bangladesh Chem*, 1995, 8: 139-139.
- [8] Liu J H(刘金海), Huang B Z(黄必志), Luo F C(罗富成). Damage and control measures of *Eupatorium odoratum* L. [J]. *Prat Anim Husb*(草业与畜牧), 2006(12): 37-38.(in Chinese)
- [9] Wu R Y(吴仁润), Xu X J(徐学军). Control of *Chromolaena odorata* L. R. M. King and *H. robinson* by planting signalgrass (*Bracharia decumbens* Stapf) in southern Yunnan, China [J]. *Prat Sci*(草业科学), 1992, 9(5): 18-20.(in Chinese)
- [10] Jiang S H(江世宏), Yang C L(杨长龙). Research progress of *Eupatorium odoratum* of plant-based pesticides [J]. *Guangdong Agri Sci*(广东农业科学), 2007(3): 43-45.(in Chinese)
- [11] Bouda H, Tapondjou L A, Fontem D A, et al. Effect of essential oil from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* Coleoptera, Curculionidae [J]. *Stor Prod Res*, 2001, 37: 103-109.
- [12] Ebenezzer O O. Effect of some Ghanaian plant componentson control of two stored product insect pests of cereals [J]. *Stor Prod Res*, 2001, 37: 85-91.
- [13] Dang J L(党金玲), Yang X B(杨小波), Yue P(岳平), et al. Research progress of an exotic invasive species *Eupatorium*

- odoratum* [J]. J Anhui Agri Sci(安徽农业科学), 2008, 36(24): 10539-10541.(in Chinese)
- [14] Rafiqul H A T M, Romel A, Uddin M B, et al. Allelopathic effects of different concentration of water extracts of *Eupatorium odoratum* leaf on germination and growth behavior of six agricultural crops [J]. J Biol Sci, 2003, 3(8): 741-750.
- [15] Wang J F(王俊峰), Feng Y L(冯玉龙), Li Z(李志). Acclimation of photosynthesis to growth light intensity in *Chromolaena odorata* L. and *Gynura* sp. [J] J Plant Physic Mol Biol(植物生理与分子生物学报), 2003, 29(6): 542-548.(in Chinese)
- [16] Wang M L(王满莲), Feng Y L(冯玉龙). The effects of soil nitrogen levels on morphology, growth and photosynthesis in *Ageratina adenophora* and *Chromolaena odorata* [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 2005, 29(5): 697-705.(in Chinese)
- [17] Wang M L(王满莲), Feng Y L(冯玉龙), Li X(李新). Effects of soil phosphorus level on morphological and photosynthetic characteristics of *Ageratina adenophora* and *Chromolaena odorata* [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2006, 17(4): 602-606.(in Chinese)
- [18] Yang F J(杨逢建). Invasion mechanism and control research of *Eupatorium odoratum*: A kind of harmful invasion plant [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2003: 52-69.(in Chinese)
- [19] Annapurna C, Singh J S. Variation of *Parthenium hysterophorus* in response to soil quality: Implications for invasiveness [J]. Weed Res, 2007, 43: 190-198.
- [20] Barrett S C H. Crop mimicry in weeds [J]. Econ Bot, 1983, 37: 255-282.
- [21] Zhang W Y(张炜银), Li M G(李鸣光), Wang B S(王伯荪), et al. Seed production characteristics of an exotic weed *Mikania micrantha* [J]. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究), 2003, 21(2): 143-147.(in Chinese)
- [22] Weiher E, Van der Werf A, Thompson K, et al. Challenging theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology [J]. J Veget Sci, 1999, 10: 609-620.
- [23] Leishman M R. Does the seed size/number tradeoff model determine plant community structure? An assessment of the model mechanisms and their generality [J]. Oikos, 2001, 93: 294-302.
- [24] Wang Y(汪洋), Du G Z(杜国桢), Guo S Q(郭淑青), et al. Trade-off between size and number of capitula and seed in *Saussurea japonica*: Effects of resource availability [J]. Chin J Plant Ecol(植物生态学报), 2009, 33(4): 681-688.(in Chinese)
- [25] Thompson K, Hodkinson D J. Seed mass, habitat and life history: A reanalysis of *Salisbury* (1942, 1974) [J]. New Phytol, 1997, 138: 163-167.
- [26] Hodgson J G, Wilson P J, Hunt R, et al. Allocating C-S-R plant functional types: A soft approach to a hard problem [J]. Oikos, 1999, 85: 282-296.