

外来入侵植物粉花月见草的繁殖生物学特性

韦美玉, 陈世军, 刘丽萍

(黔南民族师范学院 生命科学系, 贵州 都匀 558000)

摘要: 粉花月见草单花花期 1 d, 整株花期 50 d 左右; 单花花粉量达 8 825 个, 花粉活力达 53.2%, 花粉萌发快, 萌发率达 44.6%, 自花授粉; 种子小, 千粒重 0.092 g, 种子发芽率达 85%, 萌发时间短, 具有休眠机制。三年生株丛结果达 1 274 个, 单果种子高达 206 粒, 单株丛种子量 2.6×10^5 。种子表面平滑, 自然传播以重力为主和风力作用, 传播距离在 100 cm 范围内。结果表明: 粉花月见草繁殖力、适应力强, 易形成单一优势种群, 种子小近圆形易形成种子库, 人为活动使其远距离传播, 具有较大的危害性。

关键词: 粉花月见草; 外来入侵植物; 繁殖生物学; 种子形态

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)02-0227-04

Reproductive biology characteristics of invasive alien plant *Oenothera rosea*

WEI Mei-Yu, CHEN Shi-Jun, LIU Li-Ping

(Department of Life Sciences, Qiannan Normal College for Nationalities, Duyun 558000, China)

Abstract: *Oenothera rosea* is an invasive alien plant whose single flowering period is 1 d, while the whole flowering period is about 50 d. The quantities of single flower pollen is reached 8 825. The pollen vigor may be reached 53.2%. The high vitality makes the pollen germinate quickly and the germination rate can be reached 44.6%. This kind of plant is self-pollination, whose 1000-grain weight is 0.092 g. The seed germination rate is reached 85%, and the seed may germinate within very short time. The fruit quantity of three-year-old plant is reached 1 274, each of which contains seeds as high as 206. The seed quantity of individual plant is reach 2.6×10^5 . The surface of seed which spreads abroad mainly by wind, and the distance of transmission is one hundred centimeter. The results show that *O. rosea* is easy to form single dominant species for its high ability of reproduction and adaption, and easy to form seed bank for its small and round seeds. Moreover, the human activities cause pollen long-range transmission, it will bring great harm.

Key words: *Oenothera rosea*; invasive alien plant; reproductive biology; seed form

粉花月见草 (*Oenothera rosea*) 柳叶菜科, 原产美国得克萨斯州南部及墨西哥, 在美国西南部、中美洲及南美洲暖温中山地带也有发现。欧亚大陆 (如亚洲喜马拉雅地区、印度、尼泊尔、缅甸等)、南非等有栽培, 并逸为野生。我国浙江、江西 (庐山)、云南 (昆明)、贵州逸为野生 (中国植物志编委会, 2000)。2002 年在贵州都匀发现该物种 (标本存在黔南师院

生物系标本室内)。该植物在我地区表现出扩大蔓延的趋势, 入侵旱地、荒地、自然草地、草坪、果园及公路两旁, 单一优势群落面积从几平方到几十平方米, 局部覆盖度达 100%, 繁殖力强, 即使是石缝、墙角、瘠薄的土壤也能生长, 成为难于清除的有害杂草 (韦美玉, 2004, 2006)。在目前, 我国对该植物的入侵研究报道尚少, 本文对粉花月见草的物候、花粉、

收稿日期: 2007-05-31 修回日期: 2008-05-10

基金项目: 黔南民族师范学院科研课题 (2005y46) [Supported by Scientific Research Foundation of Qiannan Normal College for Nationalities (2005y46)]

作者简介: 韦美玉 (1965-), 女 (毛南族), 广西环江县人, 副教授, 研究方向为植物生理生态学, (E-mail) weimeiyu77@163.com.

种子、植株生长发育等繁殖生物学特性进行了研究,为控制这种有害杂草提供科学依据。

1 研究地点

贵州省都匀市黔南师范学院校区北面近 6 670 m²,该地为 2002 年回填土,回填土方主要为建筑垃圾,平整后以 3 m×3 m 距离种上小乔木,管理较粗放,每年 6~7 月、9~10 月进行二次人工除草。2003 年始见有 3 株粉花月见草。其迅速繁衍,呈扩大蔓延的趋势。人为活动使其向周边草地、草坪、公路两旁迅速蔓延入侵。

2 研究方法

2.1 物候观测

2007 年 2 月 15 日,在观测点对粉花月见草进行物候观测。选取一年生、二年生、三年生各 30 株有代表株(丛)中标记观察个体发育,开花、果实期,每 1 d 观察 1 次,其它时期每 7 d 观察 1 次,掌握其生长周期的生物学特性。

2.2 花粉量测定及花粉萌发培养

取将要展开花 10 朵连枝条带回室内在烧杯中水养,将每朵花一枚雄蕊的全部花粉用镊子将花药轻轻挤出,使花粉粒释放,用蒸馏水制成 0.5 mL 花粉粒悬浮液,再加 1~2 滴 I₂-KI 溶液,每次取 0.05 mL 滴到血球计数板上,在光学显微镜低倍镜下测定花粉量,重复计数 3 次,统计花粉粒个数;以染色表示花粉的育性,统计花粉的染色率。用培养基(10%蔗糖,10 mg·L⁻¹硼酸,0.5%琼脂)培养花粉,观察并记录花粉的萌发时间及萌发率(邹琦,2000)。

2.3 传粉方式检测

对标记株(丛)选择未展开花 30 朵套袋,套袋用细眼纱网袋进行,于果期检查结实率。

2.4 果实、种子形态观察

5 月 4 日采集现淡紫色蒴果 30 个,统计其种子数,观察果实散布种子方式。用体视镜观察种子外部形态;用显微镜测微尺测量种子大小并横切种子对种皮厚度进行测定;称千粒重(宋松泉等,2003)。

2.5 种子发芽率测定

5 月 4 日从植株上采集成熟饱满的种子晾干分别进行下列处理:①水浸 1 h;②于 4℃ 环境保存 6 d 后水浸 1 h;③于 4℃ 环境保存 10 d 后水浸 1 h 将上

述处理后的种子置于垫上滤纸培养皿,每个处理分 3 组,每组 100 粒。保持适当水分于无光照恒温箱 25℃ 催芽,每天测定发芽率。初始萌发天数是指种子萌发距离实验开始的天数(d);萌发高峰期是指萌发量最大的时间距离实验开始的天数(d);萌发持续时间是指从实验开始到最后一个萌发的总时间。以后保持适当水分于室温观察。

2.6 种子传播机制观察

4 月 21 日分别选择具代表性 10 株(丛)二年生植株,以根部为中心 2 m×2 m 面积用样方绳划分 10 cm×10 cm 小样方,以距根部 10 cm 依次取样 30、30、30 cm 向四周往边缘统计不同距离范围内幼苗数占该面积幼苗总数,以观测每株丛的实生苗分布情况。

2.7 生物量及结种量调查

5 月 5 日选一年生、二年生、三年生有代表性 10 株(丛)测定地上部分直径、株(丛)分枝、茎高及果实数,挖出每一个个体,通过剖面观察根茎的形态、走向及根系分布。将地上部分、根系分开,根系的泥土冲净晾干后分别称生物量。

3 结果与讨论

3.1 物候期

粉花月见草为多年生宿根草本植物,宿根萌生枝芽于 2 月下旬,3 月下旬进入初花期。种子繁殖于 3 月上旬萌发,生长到 12 片叶后进入生殖生长期。单花花期 1 d;其花在 6:30 左右开放,18:30 左右关闭;整株开花约 50 d。5 月初果实开始成熟,在湿度较大时自然裂开散落种子。在干旱、瘠薄生长环境营养生长期短,快速生长后即进入生殖生长期,显示较整齐的结实成熟期,5 月下旬植株陆续枯萎。在水肥条件较好的生境,植株春、夏、秋都进行生长,有利于植株扩展,植株生长期长,结实成熟期延长。

3.2 花粉量及花粉萌发

在光学显微镜下观察,花粉粒在形态上为近三角状球形,花粉大小约为 50 μm。1 朵花有八枚雄蕊,总花粉量大约为(8 825±962)个,花粉活力为 53.2%,花粉粒经培养 25~30 min 即可萌发产生花粉管,花粉管最长可达 1 mm,刚开花时,花粉萌发率 44.6%,花粉粒大、花粉量多,花粉萌发时间短,这样更有利于传粉受精。

3.3 传粉方式

套袋花朵能正常结实,结实率达 98%以上,为很易于进行自花授粉植物,从花结构看,药室均靠近柱头,花展开时药室开裂释放花粉于柱头上。花展开前剖开柱头镜检有花粉粒。花期观察在开花时有蜜蜂访问情况。从上述事实说明,粉花月见草是不需要昆虫传粉而可开花结实且亲和度较高的植物。

3.4 果实、种子形态

果实蒴果棒头状,果实有种子(163±43)粒。成熟果实在潮湿环境吸收水分时,会在果实上产生不均匀的应力,果皮在缝线上打开,将种子散布出去。雨水加速种子散落。种子为黄色,表面平滑,长圆状倒卵形,长 0.7~0.9 mm,径 0.3~0.5 mm;种皮角质厚 46 μm;千粒重 0.092 g,是典型的小粒种子。Chambers 等研究表明小种子比大种子更容易和土壤结合、更容易形成种子库、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(Chambers, 1995; Dalling 等, 1997)。种子小具有极强的传播能力,小的种子能够保证传播,小种子更适合干扰环境,进入土壤种子库(Chamber 等, 1991)。其种子小,易混杂于其他种子中予以传播,小粒种子植物有更大的多度范围,有更广泛的空间占有量出现的年份更多(Guo 等, 2000)。种子较小,存在利于人类携带的特征,具有和经济作物类似特征的伪装等特征都将成为现代繁殖体扩散的优越条件。果实大小和拟态对于无意识的混种至关重要,增加人类活动传播的机会(杨逢建等, 2007)。其种子表面平滑接近圆球形,Leishman 等研究表明种子形状与土壤种子库有关,小粒、近圆球,易于和土壤结合,易于形成持久种子库(Leishman & Westoby, 1998; Thompson 等, 1993; Funes 等, 1999; Moles 等, 2000)。而持久种子库能使植物缓冲空间或时间上不可预测的干扰所造成的破坏具有选择优势(Thompson 等, 1992)。农田杂草常常有持久种子库特征,在干旱、极端气候以种子度过不良环境。在干旱条件下,小粒种子幼苗比其大粒种子幼苗蒸腾水分少(Hendrix 等, 1991)。表明种子形态差异具有适应临时干旱扰动的作用(刘志民等, 2003)。较广的生态幅使之在新生态环境中可以轻易占据合适的生态位,并有效地获得资源(高芳等, 2005)。与本地物种争夺光照、养料和生长空间,使之迅速扩张。

3.5 种子萌发率

利用各种不同方法处理种子,其发芽率见表 1。

粉花月见草种子种皮薄容易萌发,发芽率高达 85%。于第 4 天开始发芽,萌发时间长达 20 d,温度、湿度、光照等因素对粉花月见草种子的共同调节增大发芽率,这符合一般入侵植物杂草种子的一般特征。4 °C 下存放 6 d 后种子发芽率近 91.7%,于第 2 天开始萌发,萌发时间 15 d,4 °C 下存放 10 d 后种子萌发较快,种子发芽率近 91%,于第 2 天开始萌发,萌发时间 13 d。低温处理后种子发芽提早,说明该入侵植物种子需要一个后熟的休眠阶段,有休眠特征,但在短期的低温层积之后即可解除休眠得以萌发(傅家瑞, 1985)。低温解除休眠的特性是植物对环境的一种适应性,因而能周期性的萌发而避免同时萌发所带来的一些风险,具有适应长距离传播的机制,种子萌发不需要特殊条件,通常在多种环境条件下萌发。种子发芽率高、萌发时间长、有休眠特征是其有性繁殖体散布和在新环境下顺利萌发的保证。这种特性利于其种群在新的生境中快速大量繁殖,且其种子具休眠后熟机制能够抵抗不良环境,使之在恶劣的条件下长期保持活力,是它对环境适应的一种机制。

表 1 不同处理方法对种子发芽率的影响

Table 1 Influence of different treatments on seed germination rate

| 处理方法 Treatment | 对照 CK | 4 °C 保 存 6 d | 4 °C 保 存 10 d |
|-------------------|----------|-----------------|------------------|
| 25 °C 初始萌发 (d) | 4 | 2 | 2 |
| 25 °C 萌发高峰期 (d) | 6 | 5 | 4 |
| 25 °C 萌发持续时间 (d) | 14 | 11 | 10 |
| 25 °C 培养发芽率 (%) | 35.3 | 40 | 37.6 |
| 室温光照萌发持续时间 (d) | 6 | 4 | 3 |
| 总天数 (d) | 20 | 15 | 13 |
| 总发芽率 (%) | 85 | 91.7 | 91 |

3.6 种子传播机制

野外观察结果表明,粉花月见草种子自然散落,主要集中在距根部 10~40 cm 的面积范围内,每 10 cm×10 cm 面积实生苗幼苗为 47.3±10.8 株,占总苗数的 50.1%;其次是距根部 40~70 cm 的面积范围,每 10 cm×10 cm 面积实生苗幼苗为 16.1±4.2 株,占总苗数的 37.6%;距根部 70~100 cm 的面积范围,每 10 cm×10 cm 面积实生苗幼苗为 2.4±0.6 株,占总苗数的 12.3%。从株(丛)下方实生苗分布的情况来看,以株(丛)下方种子密度最大,种子高度聚集于株(丛)周围,而幼苗在株(丛)向外 100 cm 范围的分布逐渐减少到零。种子传播机制可见为种子传播的连续性(徐汝梅等, 2003),主要是以重

力为主和风力同时作用下的自然落种传播。Chamber等(1991)认为小的种子(小于1 mg)代表了风传播的类型,小于1 mg的种子是依靠风传播种子。但其种子表面平滑等结构,似不可能有远距离传播。由于人类割草、劳动工具、取土、鞋底泥土等将种子传播到离种源比较近的地域,导致区域扩展和群落扩展。而人类携带、贸易活动使它远距离传播,可以扩大分布区。

表2 不同生长年限植株生长情况比较

Table 2 Comparison of growth conditions of plant individuals in different growth time

| 生长年限 Growth time | 株丛直径 (cm) | 地上分枝数 (个) | 茎高 (cm) | 地上部分重量 (g) | 根系重量 (g) | 根长 (cm) | 果实数 (个) |
|---------------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|------------|-------------|
| 一年生 | 30.2±2.3 | 6.8±2.4 | 38.1±5.4 | 15.3±3.4 | 2.1±1.7 | 13.3±3.2 | 93.6±20.3 |
| 二年生 | 53.5±9.0 | 26.2±5.3 | 64.7±10.7 | 70.4±15.3 | 20.6±10.9 | 23.2±5.4 | 471.5±104.4 |
| 三年生 | 82.2±12.5 | 64.8±11.4 | 72.2±12.6 | 375±119.0 | 97.2±20.1 | 34.6±8.0 | 964.4±309.9 |

粉花月见草既能进行无性繁殖也可进行有性繁殖,且两种方式产生后代个体的能力均很惊人,种子散布到新区有性繁殖产生实生苗形成新个体,二、三年生粉花月见草宿根萌发枝芽能力强,通过宿根萌生无性枝条形成新的株丛入侵,是多年生株丛无性繁殖和更多的一年生有性繁殖个体混杂的种群,形成大面积连续分布蔓延。如一年生植株最大结果量114个,种子数约为23463粒。三年生株丛根深达40 cm左右,最大结果量1274个,种子数约为 2.6×10^5 粒。其种子小,结实量大,小粒种子所含的营养物质较少,有的虽然萌发,但抗御不良环境的能力差,往往造成大量幼苗死亡,但植物单株丛结种能力较强,以数量弥补质量,能保证种群的繁衍,小粒种子植物常有大的结种量(Leishman & Westoby, 1998; Weiher等, 1999)。只有当外来种能够繁殖传播时,才造成危害(向言词, 2002)。种子量大,繁殖能力强,提高了延续后代的概率。

从上述对粉花月见草繁殖生物学特性的研究中可以看出,该植物花粉粒大,花粉量多,花粉萌发时间较短,花期长,可自花授粉,提高了传粉和受精的概率;种子小,大量结实,传播上万粒种子,土壤中种子库巨大,遇到适合环境萌发生长,导致该外来入侵植物种群能扩散入侵大面积蔓延,成为难于清除的有害杂草。对其尚未蔓延的地区,要高度警惕该物种的侵入。每年在植株幼小时将其彻底铲除最为安全和有效,人工拔掉根茎,及时清除土壤中留下的茎段。如若待植株已结实,铲除时可能造成种子散落。其种子有休眠机制,对于有分布的绿地、果园等地结

3.7 生物量及结种量

种子繁殖的一年生植株度过3片真叶幼苗期生长较为缓慢后便开始迅速地扩展生长,长到12片叶进入繁殖期。随着入侵年限的增加,二年生、三年生宿根根深、株丛分枝不断增加、生长较快,且生长到一定阶段后,而植株的直径不断增大,最大植株丛直径可达1.2 m,这种生长特性,使它在进入新的生境时植株面积迅速扩展、种子量增多(表2)。

合日常管理进行人工清除后予以标记,连续几年进行观察和清除。也可用2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)、草甘膦、百草枯、农达在其开花前进行防治(韦美玉, 2004)。

参考文献:

- 中国植物志编辑委员会. 2000. 中国植物志[M]. 第53卷. 北京: 科学出版社, 111
- 宋松泉, 程红焱, 龙春林, 等. 2003. 种子生物学研究指南[M]. 北京: 科学出版社, 6-7
- 邹琦. 2000. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 148-149
- 徐汝梅, 叶万辉. 2003. 生物入侵理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 90
- 傅家瑞. 1985. 种子生理[M]. 北京: 科学出版社, 169-174
- Chamber JC, Macmabon JA, Haefner JH. 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems; effects of soil particle size and diaspore morphology[J]. *Ecology*, **72**: 1668-1677
- Chambers JS. 1995. Relationship between seed fate and seedling establishment in alpine ecosystems[J]. *Ecology*, **76**: 2124-2133
- Dalling JW, Swaine MD, Garwood NC. 1997. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest, Panama[J]. *J Trop Ecol*, **13**: 659-680
- Funes G, Basconcelo S, Diaz S. 1999. Seed size and shape are good predictors of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina[J]. *Seed Sci Res*, **9**(4): 341-345
- Gao F(高芳), Xu C(徐驰), Zhou YL(周云龙). 2005. The evaluation of potential fatalness for a kind of exotic species *Solanum rostratum* and strategies for its control (外来植物刺萼龙葵潜在危险性评估及其防治对策)[J]. *J Beijing Normal Univ (Nat Sci Ed)* (北京师范大学学报·自然科学版), **41**(4): 420-424
- Guo Q, Brown JH, Valone TJ, et al. 2000. Constraints of seed size on plant distribution and abundance[J]. *Ecology*, **81**: 2149-2155
- Hendrix SD, Nielsen E, Nielsen T, et al. 1991. Are seedlings from (下转第221页 Continue on page 221)

有较大的实际材积和优良的竹材物理性质,可作为优良的材用竹种在其适生区进行推广应用,尤其是结合沿海防护林建设。

参考文献:

- Chung KF, Yu WK. 2002. Mechanical properties of structural bamboo for bamboo scaffoldings[J]. *Engineering Structures*, (24):429-442
- Embaye KM, Weih S, Ledinc, *et al.* 2005. Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management[J]. *Fore Ecol Management*, **204**: 159-169
- Lin JG(林金国), Lai GM(赖根明), Zheng GF(郑国丰), *et al.* 2004. Variation law of basic density and shrinkage of *Chimonobambusa quadrangularis*(方竹材基本密度和干缩性变异规律的研究)[J]. *J Northwest Fore Univ*(西北林学院学报), **19**(2):112-115
- Lin YM(林益明), Li HC(李惠聪), Lin P(林鹏), *et al.* 2000. Biomass structure and energy distribution of *Dendrocalamus latiflorus* population(麻竹种群生物量结构和能量分布)[J]. *J Bamboo Res*(竹子研究汇刊), **19**(4):36-41
- Londoño X, Camayo GC, Riaño NM, *et al.* 2002. Characterization of the anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms[J]. *Bamboo Sci Culture*, **16**(1):18-31
- Ma LF(马灵飞), Ma NX(马乃训). 1998. Study on variation in bamboo wood properties of *Phyllostachys heterocyclus* var. *pubescens*(毛竹材材性变异的研究)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), **33**(4):356-364
- Ovington JD. 1962. Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept[J]. *Advan Ecol Res*:103-192
- Peng ZQ(彭在清), Lin YM(林益明), Liu JB(刘建斌), *et al.* 2002. Biomass structure and energy distribution of *Phyllostachys heterocyclus* cv. *pubescens* population(福建永春毛竹种群生物量和能量研究)[J]. *J Xiamen Univ(Nat Sci Edi)*(厦门大学学报·自然科学版), **41**(5):579-583
- Riaño NM, Londoño X, López Y, *et al.* 2002. Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* in relation to ageing in the Valle del Cauca-Colombia[J]. *Bamboo Sci Culture*, **16**(1):43-51
- Su WH(苏文会), Gu XP(顾小平), Yue JJ(岳晋军), *et al.* 2006. Study on wood mechanical properties of *Bambusa wenchouensis* (大木竹秆形结构的研究)[J]. *Fore Res*(林业科学研究), **19**(1):98-101
- Tilman D. 1988. Plant strategies and the structure and dynamics of plant communities [M]. Princeton: Princeton University Press, 52-97
- You ZD(尤志达). 2003. Water content dynamic of *Dendrocalamus latiflorus* planted on mountains(山地麻竹水分含量动态)[J]. *J Bamboo Res*(竹子研究汇刊), **22**(2):45-48
- Zhang HJ(张宏建), Du F(杜凡), Zhang FX(张福兴), *et al.* 1998. Main physical and mechanical properties of four typical thick-growing woody bamboos in Yunnan(云南4种材用丛生竹的主要物理力学性质)[J]. *J Southwest Fore Coll*(西南林学院学报), **18**(3):189-193
- Zheng WP(郑维鹏), Fang ZK(方镇坤), Chen LX(陈良喜), *et al.* 2004. Study on moisture content and water-holding capacity of different provenances of *Dendrocalamopsis oldhami*(福建绿竹不同种源含水率与持水量研究)[J]. *J Fujian Fore Sci Tech*(福建林业科技), **31**(3):6-9
- small seeds always inferior to seedlings from large seeds? Effect of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca sativa*[J]. *New phytol*, **110**:299-305
- Leishman MR, Westoby M. 1998. Seed size and shape are not related to persistence in soil in Australia in the same way as in Britain[J]. *Funct. Ecol*, **12**(3):480-485
- Liu ZM(刘志民), Jiang DM(蒋德明), Gao HY(高红瑛), *et al.* 2003. Relationships between plant reproductive strategy and disturbance(植物生活史繁殖对策与干扰关系的研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **14**(3):418-422
- Moles AT, Hodson DW, Webb CJ. 2000. Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora[J]. *Oikos*, **89**: 541-545
- Thompson K, Band SR, Hodgson JG. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil[J]. *Funct Ecol*, **7**:236-241
- Thompson K. 1992. The functional ecology of seed banks[C]// Fenner M(eds). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford: CAB International, 231-258
- Wei MY(韦美玉). 2004. Lawn weeds and their occurrence pattern in Duyun District(都匀地区草坪杂草及其发生规律)[J]. *Guizhou Agric Sci*(贵州农业科学), **32**(4):32-35
- Wei MY(韦美玉), Liu LP(刘丽萍), Wen ZR(文治瑞). 2006. Growth and control plant in Qiannan Areas of Guizhou(贵州黔南地区外来植物逸生及危害调查)[J]. *Guizhou Agric Sci*(贵州农业科学), **34**(4):35-38
- Weiher EA, Van DW, Thompson K. 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology[J]. *J Veg Sci*, **10**:609-620
- Wu YQ(吴彦琼), Hu YJ(胡玉佳), Liao FL(廖富林). 2005. *Wedelia trilobata*—a species from introduced to potential invasive (从引进到潜在入侵的植物—南美蟛蜞菊)[J]. *Guihaia*(广西植物), **25**(5):413-418
- Xiang YC(向言词), Peng SL(彭少麟), Zhou HC(周厚诚), *et al.* 2002. The impacts of non-native species on biodiversity and its control(外来种对生物多样性的影响及其控制)[J]. *Guihaia*(广西植物), **22**(5):425-432
- Yang FG(杨逢建), Zhang ZH(张衷华), Wang WJ(王文杰), *et al.* 2007. Anatomical and physiological differences of eight exotic species from Asteraceae(八种菊科外来植物种子形态与生理生化特征的差异)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **27**(4):332-336

(上接第 230 页 Continue from page 230)