

小花山桃草季节生长动态及入侵特性

杜卫兵^{1,2}, 叶永忠², 彭少麟^{1*}

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广州 510650; 2. 河南农业大学, 郑州 450002)

摘要: 2001 年在郑州黄河沿岸对外来植物小花山桃草 (*Gaura parviflora*) 的生物学特性、地上生物量动态进行了研究。结果表明: 小花山桃草各构件的变化特征为: 茎高、叶数和花序数在 6 月 25 日都达到生长高峰, 随后茎高、花序数继续增长, 叶数迅速降低。小花山桃草每株花序数为 10.9 枝, 每个花序产 134.23 朵小花, 产 126.75 粒种子, 结实率为 94.43%, 不育率为 5.57%。小花山桃草单株地上生物量、叶生物量、茎生物量在 6 月 25 日达到最大, 花序生物量在 7 月 20 日达到最大。在生长初期, 小花山桃草占样方内所有植物生物量的 78%, 7 月 20 日达 100%。小花山桃草入侵可能与植株高大、幼苗期短、生长快以及具有较强的传播和繁殖能力有关。

关键词: 小花山桃草; 外来植物; 生物量动态

Study on the seasonal growing dynamics and invasive characteristics of *Gaura parviflora*

DU Wei-Bing^{1,2}, YE Yong-Zhong², PENG Shao-Lin^{1*} (1. South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou Guangdong 510650, China; 2. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China). Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(8): 1679~1684

Abstract Invasion by exotic species is one of the main threats to the conservation of biodiversity. Once an invasive species becomes firmly established, its control can often be difficult and eradication is usually impossible. In addition, the impact on natural communities and ecosystem processes can be very serious. As international trade increases, the number of both accidental and intentional exotic introductions is likely to increase. To limit the impact that exotic species have on natural and man-made communities, we need to understand the major mechanisms that allow exotic plant to become invasive.

Gaura parviflora is an exotic plant from the prairie of North America and can grow better in arid and low nutrient areas. *Gaura parviflora* is threatening the conservation of biodiversity on the banks of the Yellow River in Henan province of China. A study regarding the biological characteristics, aboveground biomass dynamics, and invasive characteristics of *Gaura parviflora* is presented.

The specific characteristics of every component are: the height of the stem, number of leaves and number of anthotaxies all get to the maximal numbers for individual plant in June 25, subsequently, the height of the stem and the number of anthotaxies continue to increase, but the number of leaves decrease rapidly. The growing model of the height of the stem is single kurtosis as those of number of leaves and number of anthotaxies.

基金项目: 国家重点基础研究课题资助项目 (G2000046803-4)

收稿日期: 2003-03-25; **修订日期:** 2003-05-06

作者简介: 杜卫兵 (1975~), 男, 河南安阳人, 博士生, 主要从事恢复生态学研究。E-mail: dwbing@scib.ac.cn

* 通讯作者 Author for correspondence E-mail: spleng@scib.ac.cn

Foundation item: State Key Research (G2000046803-4)

Received date: 2003-03-25; **Accepted date:** 2003-05-06

Biography: DU Wei-Guo, Ph. D. candidate, main research field: restoration ecology.

The number of anthotaxies of individual *Gaura parviflora* is 10.9 branches. Every anthotaxy produces an average of 134.23 flowerets and 126.75 seeds. Every plant produces an average of 1381.58 seeds and the seed setting rate is 94.43%. Every anthotaxy produces an average of 7.06 sterile seeds and the sterility rate is 5.57%.

The average aboveground biomass of individual *Gaura parviflora* plant, biomass of leaves and biomass of stem all peak for individual plant on June 25. The biomass of anthotaxy peaks on July 20, their growing models are all single kurtosis. During the seedling stage, the ratio of stem and leaf are 66.67% and 33.33% respectively. In May 5, when the photosynthesis gets to the floruit, the ratio of leaf is 58.67%. At the last phase of flowering, the ratio of stem and leaf are 95.32% and 2.21% respectively, and the ratio of anthotaxy is 5.39%.

The primary reasons of *Gaura parviflora* being able to successfully invade appear to be because of a bigger plant body size, shorter time seedling stage and more rapid growth. Individual plant can get to 169.67 cm and is higher than other native grasses. The shorter seedling stage is from March 20 to May 5, furthermore, the growing floruit is in late June, but other native grasses are still at the seedling stage at this time. So *Gaura parviflora* has a stronger ability to compete.

The other reasons of *Gaura parviflora* invasion are the ability of stronger dispersion and reproduction. Firstly, its flowering stage is 3 months, May 5 to August 15, which can provide enough time to find appropriate weather condition and environment condition for pollination and seed dispersal. Secondly, the ability to produce copious seeds and a higher seed setting rate and a lower sterility rate may contribute *Gaura parviflora* to invade new habitat.

Key words: *Gaura parviflora*; Exotic plant; Biomass dynamics

文章编号: 1000-0933(2003)08-1679-06 中图分类号: Q146 文献标识码: A

外来植物是指那些借助人作为作用而越过不可自然逾越的空间障碍,在新栖息地生长繁殖并建立稳定种群的植物。外来植物中有一些种类在新栖息地发生爆发性的生长,往往失去控制,这些外来种被称为人侵种。而生物入侵被认为是生物多样性减少的第二大原因^[1]。随着我国与国际交流越来越频繁,大量外来植物进入我国,这势必会造成的生物多样性的丧失或削弱,并对我国未来的社会发展带来许多不确定的因素。但可怕的是,我们对许多外来的植物的危害情况和入侵机制仍然认识不足。

小花山桃草是柳叶菜科山桃草属的2年生或越年生草本植物,原生长在北美大草原^[2]。该草解放初期引入我国,后逸为杂草^[3]。该草生活力强,适应性广泛,可生活在路边、山坡、田埂,甚至在碱涝薄地上也能生长,繁殖迅速,是危害性较大的外来植物之一,分布于河南、河北、山东、安徽、江苏、湖北、福建、浙江等省^[3]。但在国内有关小花山桃草入侵的研究很少。作者通过研究小花山桃草生物学特性和地上生物量动态,从中探索出造成外来植物入侵的生物学、生态学特征,为认识和有效防除小花山桃草提供了科学的依据。

1 研究地点自然概况及研究方法

1.1 研究地点的自然概况

该研究在河南境内的黄河沿岸进行。该地位于东经 112°42' ~ 114°14' 和北纬 34°16' ~ 34°58' 之间,海拔 60m。属暖温带大陆性气候,年降雨量 640mm,主要集中在 7、8、9 等 3 个月。年平均气温 14.3℃,极端最高气温 40.5℃,极端最低温 -15.5℃。7 月份最热月平均气温 27.3℃。1 月份最冷月平均气温为 -0.2℃, 10 月的年积温为 4852℃,日照 2275h,无霜期 224~238d。土壤属于潮土类,以淤积沙壤土为主,粘粘土次之,还有少量粘土及盐碱土分布,微碱性,pH 值在 7.5~8 左右,含有机质达 0.6%,含氮 0.33%,磷 117mg/kg,钾 73mg/kg。

1.2 研究方法



试验地设在一块小花山桃草分布均匀, 并且很少有人畜干扰的地段。伴生种主要为苦苣菜 (*Ixeris denticulata* Stebb.), 野艾蒿 (*A. rtemisia lavandulaefolia* DC.), 早熟禾 (*Poa annua* Linn.), 毛茛 (*Ranunculus japonicus* Thunb.), 草 (*Humulus scandens* Merr.), 野燕麦 (*Avena fatua* Linn.) 等。在交通便利的铁路边、河岸、公路旁等地方, 小花山桃草为绝对的优势种, 盖度可达 90%。

样地, 长 3m、宽 1.5m, 再划分成 18 个样方, 每个样方面积为 0.5m × 0.5m。取 3 个相同大小的样地, 取平均值。

分别于 2001 年 4 月 10 日、5 月 5 日、5 月 30 日、6 月 25 日、7 月 20 日、8 月 15 日对小花山桃草进行采样, 按顺序每次采 3 个样方。首先进行种群数量变化的记录, 每次按顺序观察 3 个样方, 分别记录样方内所有植物的株数。然后将该样方内的所有植物的地上部分全部采回, 分别按植物种类、植物器官(茎、叶、花序)进行分类装袋, 测量茎高、花序长、植株数、叶数、种子数、不育种子数, 然后放入烘箱, 先在 105℃ 下杀青, 再调到 85℃ 左右, 烘约 24h, 至恒重。再分别称茎生物量、叶生物量、花序生物量。

2 结果与分析

2.1 小花山桃草生物学特性

2.1.1 物候期 小花山桃草种子于 3 月 20 日前后萌发, 初始生长缓慢, 至 4 月初随气温、地温、水分的增加, 生长逐渐加快, 至 6 月下旬达到高峰期, 9 月份初前后, 小花山桃草停止生长, 完全枯死, 呈立枯状或枯落归还。3 月 20 日到 5 月初为小花山桃草的幼苗期, 5 月初到 8 月中旬为其生殖生长期。

2.1.2 茎高 小花山桃草茎高自 4 月初开始增长, 6 月中旬增长迅速, 6 月 25 日达到生长高峰, 随后茎的生长趋势减缓, 到 8 月中旬停止生长, 呈立枯状。4 月 10 日的茎高仅 7.84cm, 至 6 月 25 日已达 132.69cm, 8 月 15 日为 138cm (见表 1)。茎高的生长动态曲线为直线型(图 1-A)。

2.1.3 叶数 单株叶数 6 月 25 日达到最大值 71.81 片/株, 而后逐渐减少, 8 月 15 日左右降至 19.3 片/株, 约减少 73.12% (见表 1)。可见 6 月 25 日左右是小花山桃草营养生长的高峰期。叶数生长动态曲线是抛物线型(图 1-B)。

2.1.4 花序 小花山桃草自 5 月初抽穗后, 花序数迅速增加, 6 月 25 日达到 8.25 枝/株, 随后继续增加, 在 8 月 15 日生长末期达到 10.9 枝/株(图 1-C)。单个花序长由 5 月 5 日的 0.75cm 迅速增至 7 月 20 日的最大值 39.92cm (见表 1)。可见 6~8 月份是其花序的高速生长时期, 即 6~8 月份是生殖生长高峰时期(图 1-D)。当外来植物个体被传播到远离其原产地的新环境时, 通常缺少异体传粉的外界条件, 但具风媒花特性的植物较易入侵成功^[5]。小花山桃草为穗状花序, 花序最长可达 39.92cm, 便于接受风力; 同时花丝细长, 花药丁字形着生, 雌蕊和雄蕊近等长, 且都远远伸出花冠之外, 萼片向下反卷, 便于雌蕊和雄蕊裸露。这些都是风媒传粉的特征。

2.1.5 种子数 结果表明小花山桃草, 每个花序产 134.23 朵小花, 每个花序产 126.75 粒种子, 每株最终产 1381.58 粒种子(见图 1-E), 结实率为 94.43%。在 7 月 20 日, 每个花序产 0.81 粒不育的种子, 不育率为 0.89%。在 8 月 20 日平均每个花序产 7.06 粒不育的种子, 不育率为 5.57% (见表 1)。说明在开花初期不育率较低, 而后期不育率有一定提高, 但其不育率仍然是较低的。

产生的种子多、不育率低的特性有利于植物的入侵扩展^[6,7]。以上数据表明小花山桃草造成入侵的原因可能与其产生大量种子, 且不育率较低有关。这也侧面说明小花山桃草入侵是以‘量’取胜的植物^[8]。

2.2 小花山桃草地上生物量

2.2.1 样方内地上生物量 在生长初期, 每个样方内小花山桃草平均为 88.88 株, 其地上生物量约占样方内所有植物地上生物量的 78%, 随着植株的生长, 植株数逐渐减少, 到 7 月 20 日左右, 达到最小值。小花山桃草植株的减少可能是由于其种内竞争的缘故。随后的植株数基本稳定, 但地上生物量比例逐渐增加, 5 月 5 日时已达到 93.96%, 5 月 30 日以后达到了 100% (见表 1)。表明在小花山桃草入侵地, 小花山桃草种群较易成为优势种群。这可能与以下两个原因有关: 小花山桃草在生长后期, 植株高大, 争夺了大部分的光和营养, 进而抑制了其它种群的生长。可能由于小花山桃草对其它种群具有他感作用, 抑制了其它植物的生长, 而使其它种群逐渐削弱。但关于他感作用需要作进一步的研究。

2.2.2 单株地上生物量 小花山桃草单株地上生物量的生长动态呈典型的单峰型,至5月30日达到14.57g/株,而后随着温度的上升及降雨的增多,6月25日达到极大值28.84g/株(见表1),生长高峰过后,随着秋季的来临,气温的降低,小花山桃草的光合能力减弱,渐趋衰老,枯落量增加,导致地上生物量日趋减少,至8月中旬停止生长(图1-F)。

由图1-F可见,小花山桃草单株地上生物量的生长动态曲线近似于抛物线型。该模型可以很好的反映了小花山桃草种群地上生物量季节动态规律。

2.2.3 茎生物量 小花山桃草的茎生物量在4月9日为0.06g/株,6月25日迅速增至最大值17.71g/株,随后逐渐下降,8月15日降至8.55g/株,约减少51.72%(见表1)。茎生物量下降的原因可能是由于其将大量营养物质转移到了种子,而导致茎中干物质含量降低。茎生物量动态曲线为抛物线型(图1-G)。

2.2.4 叶生物量 小花山桃草的叶生物量在6月25日达到6.74g/株,而后逐渐减少至8月15日的0.19g/株,约减少97.18%(见表1)。叶生物量减少的比率比茎生物量的大的多。这表明,自生长高峰期过后,由于叶片光合能力降低,干物质合成减少,营养物质向种子的转移速度相对要大于叶片光合盛期的转移速度。叶片内水分的丧失,使叶片枯萎,易脱落,造成其地上生物量大幅度减少,其速率远远大于茎生物量减少速率。叶生物量的动态曲线为抛物线型(图1-H)。

表1 小花山桃草单株地上部分生长动态*

Table 1 The growing dynamics of aboveground components of individual *Gaura parviflora*

日期Date	04-10	05-05	05-30	06-25	07-20	08-15
茎生物量 Stem biomass(g/ind)	0.06	1.85	7.73	17.71	11.76	8.55
叶生物量 Leaf biomass(g/ind)	0.03	2.64	6.31	6.74	4.6	0.19
单株花序生物量 Individual plant anthotaxy biomass (g/ind)	0	0.01	0.8	4.39	3.75	2.52
单株地上生物量 Individual plant aboveground biomass (g/ind)	0.09	4.5	14.57	28.84	20.11	11.26
茎高 Stem height(cm/ind)	7.84	35.46	70.56	132.69	135	138
单株叶数 Individual plant leaf number	9.6	25.8	54.19	71.81	60.63	19.3
花序长 Anthotaxy length(cm)	0	0.75	29.56	34.28	39.92	31.67
单株花序数 Individual plant anthotaxy number	0	0.19	1.5	8.25	9	10.9
单个花序种子数 Individual anthotaxy seed number	0	0.31	7.31	31.81	91.38	126.75
单株种子数 Individual plant seed number	0	0.02	1.39	58.22	753.89	1381.58
不育种子数 Unburliness seed number	0	0	0	0	0.81	7.06
不育率 Unburliness rate	0	0	0	0	0.89	5.57
单个样方小花山桃草植株数 <i>Gaura parviflora</i> number of individual quadrat	88.88	70	26.67	26.67	13.33	13.33
占样方内植物生物量比例 Biomass percent of <i>Gaura parviflora</i> in individual quadrat (%)	78	93.96	100	100	100	100

* 数据均为平均数 Data are mean value

2.3 小花山桃草的入侵特性

2.3.1 小花山桃草植株较本地一般草本高大,生长也较快,幼苗期短。单株高达169.67cm,远远高于当地的其它草本植物。3月20日~5月5日前后为其幼苗期,6月下旬就达到生长高峰期,因而具有较强的竞争能力。

2.3.2 对生境的适应性较强,在铁路旁、河岸、公路等废弃地都能形成小花山桃草的单优种群。而这些地方较少受到有效管理,所以较容易造成其进一步入侵。

2.3.3 具有较强的传播和繁殖能力。主要的有以下几个方面:花期长,有利于繁殖和传播。从5月5日开始至8月15日,这段时间都为小花山桃草的花期,花期长达3个月以上。仅从单丛的植株看,在长达3个月的时间都有开花和果实成熟脱落,这对于其找到合适的天气条件和生境条件传粉和散播种子,是非常有利的。种子产量较高,即使它有较大的生长量和生物量,植株用于繁殖的投资也是相当高的。5~8月份的

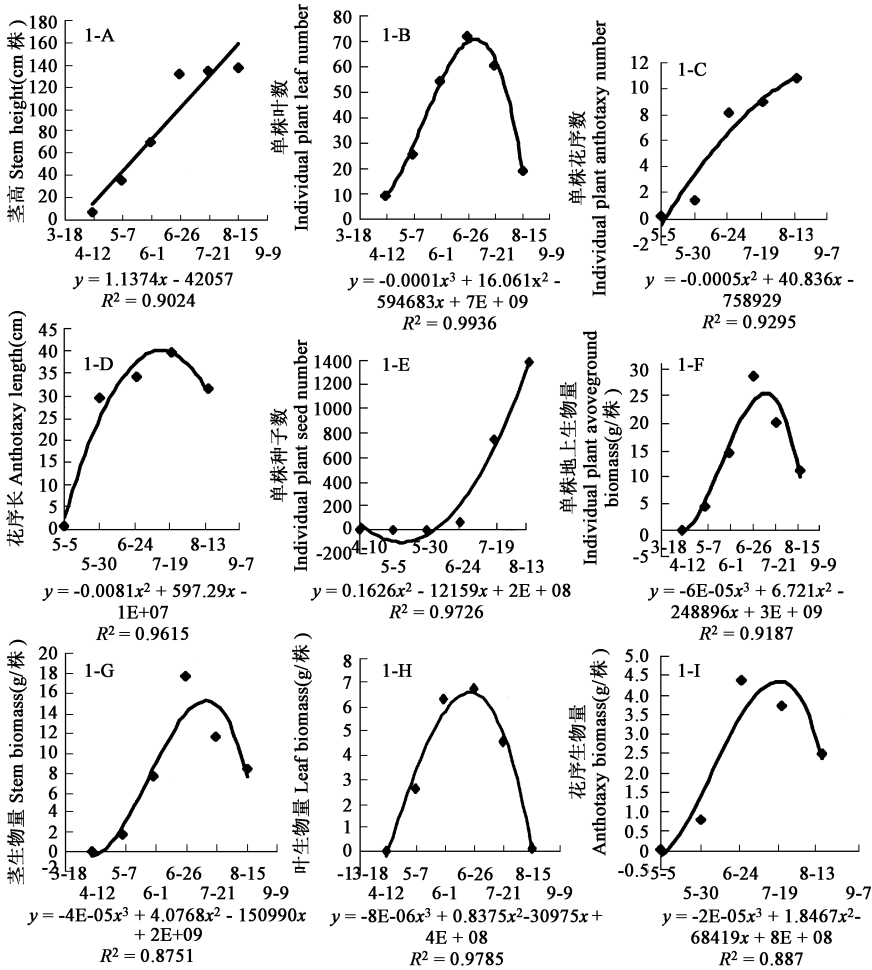


图1 小花山桃草各器官生长观察值及其拟合曲线

Fig. 1 Observed data and simulated curves between the growing of every apparatus in *Gaura parviflora*

花序比始终维持在 2.12% ~ 5.39% 之间。每株小花山桃草产花序 10.9 枝, 平均每个花序产 134.23 朵小花, 产 126.75 粒种子。每个花序不育种子数为 7.06 粒, 不育率为 5.57%。

3 结论

3.1 小花山桃草初期地上生物量、茎生物量、叶生物量、花序生物量都逐渐增加, 其中单株地上生物量、叶生物量、茎生物量在 6 月 25 日达到最大值, 分别为 24.98g、17.71g 和 6.74g, 随后逐渐下降。花序生物量在 7 月 20 日达到最大值为 0.63g。生长曲线都为单峰型。在幼苗阶段茎比为 66.67%, 叶比为 33.33%, 到 5

月 5 日植株光合作用的全盛时期叶比达到最大 58.67%, 在花期末期茎比增加至 95.32%, 叶比减少至 2.21%。在花期, 花序比始终维持在 2.12% ~ 5.39% 之间。

3.2 小花山桃草茎高、叶数和花序数的生长为单峰型, 在 6 月 25 日都达到生长高峰期, 生长量分别为

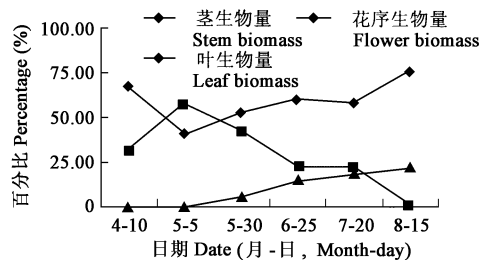


图2 小花山桃草单株地上各器官生物量之比

Fig. 2 The component ratio of the aboveground biomass of individual *Gaura parviflora*



132.69cm、71.81片/株和8.25枝/株。而后茎高继续增长至8月15日的最大值为138cm,叶数迅速降低,8月10日左右降至19.3片/株,花序数也继续增加至8月15日的10.9枝/株。

3.3 每个花序平均产134.23朵小花,产126.75粒种子,每株产1381.8粒种子,结实率为94.43%。每个花序产7.06粒不育的种子,不育率约为5.57%。

3.4 小花山桃草迅速入侵与其生长快、植株高大、繁殖和扩散能力强有关。

References

- [1] Vitousek P M, *et al* Introduced species: A significant component of human-caused global change *New Zealand J. Ecol*, 1997 (21): 1~ 16
- [2] Ye Y Z *Common plant of the North*. Henan Science & Technology Publishing House, 1996
- [3] Pei Jiang *Handbook of Spemophyte on the South of Jiangsu*. Beijing: Science Press, 1959
- [4] Chen Z H, Liu A X, Liu Mengjun, *et al* New records to spemophyte taxa of Zhejiang *Journal of Zhejiang Forestry Institute*, 2002, **19**(1): 24~ 26
- [5] Guo S L. Study on the origination, spread and biocological characteristics of exotic weeds *Guangxi Plant*, 1995, **15**(1): 89~ 95
- [6] Peng S L, Xiang Y C. The invasion of exotic plants and effects of ecosystems *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(4): 560~ 569
- [7] Raebj anek M, Richardson D M. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*, 1996, **77**(6): 1655~ 1661
- [8] Li Z J, Chen X L, Zheng H L, *et al*, *Ecology*, Beijing: Science Press, 2000
- [9] Ni H W, Zhang X, Jia L, *et al* The aboveground biomass dynamics of *Deyeuxia angustifolia* population in typical meadow on Sanjiang Plain *Bulletin of Botanical Research*, 1998, **18**(3): 328~ 335
- [10] Zhu Z C, Jia D L. A preliminary study on the biomass of calamagrostis pseudophragmites community. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, **16**(1): 40~ 49

参考文献

- [2] 叶永忠 北方习见植物 郑州: 河南科学技术出版社, 1996
- [3] 裴鉴 江苏南部种子植物手册 北京: 科学出版社, 1959
- [4] 陈征海, 刘安兴, 刘孟军, 等 浙江种子植物分布新纪录 浙江林学院学报, 2002, **19**(1): 24~ 26
- [5] 郭水良, 外域杂草的产生、传播及生物生态学特征的分析 广西植物, 1995, **15**(1): 89~ 95
- [6] 彭少麟, 向言词 植物外来种入侵及其对生态系统的影响 生态学报, 1999, **19**(4): 560~ 569
- [8] 李振基, 陈小麟, 郑海雷, 等 生态学 北京: 科学出版社, 2000
- [9] 倪红伟, 张兴, 贾利, 等 三江平原典型草甸小叶章种群地上生物量动态 木本植物研究, 1998, **18**(3): 328~ 335
- [10] 朱志诚, 贾东林 假苇拂子茅群落生物量的初步研究 生态学报, 1996, **16**(1): 40~ 49