



腺柄凤仙花, 中国凤仙花属一新归化种

秦菲, 张文笛, 刘琴, 许为斌, 农友, 高飞, 郝林东, 于胜祥

引用本文:

秦菲, 张文笛, 刘琴, 许为斌, 农友, 高飞, 郝林东, 于胜祥. 腺柄凤仙花, 中国凤仙花属一新归化种[J]. 热带亚热带植物学报, 2023, 31(1): 111–116.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4544>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

那坡凤仙花, 越南凤仙花科新记录

Impatiens napoensis Y. L. Chen, A Newly Recorded Species for the Flora of Vietnam

热带亚热带植物学报. 2018, 26(5): 545–548 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3905>

假刺苋——中国大陆一新归化种

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. — A Newly Naturalized Plant of Mainland of China

热带亚热带植物学报. 2015(3): 284–288 <https://doi.org/10.11926/j.issn.1005-3395.2015.03.008>

中国2种归化植物新记录

Two Newly Record Naturalized Species in China

热带亚热带植物学报. 2018, 26(5): 541–544 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3876>

中国菊科一新归化植物——白花金钮扣

Acmella radicans var. *debilis* (Kunth) R. K. Jansen (Asteraceae), A Newly Naturalized Plant in China

热带亚热带植物学报. 2015(6): 643–646 <https://doi.org/10.11926/j.issn.1005-3395.2015.06.007>

点叶菊属, 中国菊科一新归化属

Porophyllum Guettard (Asteraceae), A Newly Naturalized Genus to China

热带亚热带植物学报. 2018, 26(3): 299–301 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3800>

向下翻页, 浏览PDF全文

腺柄凤仙花，中国凤仙花属一新归化种

秦菲^{1,2}, 张文笛^{1,2}, 刘琴^{1,3}, 许为斌⁴, 农友⁵, 高飞⁶, 郝林东⁷, 于胜祥^{1,2*}

(1. 中国科学院植物研究所系统与进化植物学国家重点实验室, 北京 100093; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 中南林业科技大学林学院, 长沙 410004; 4. 广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室, 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 5. 广西壮族自治区中医药研究院, 南宁 530022; 6. 大兴安岭林业集团公司森林资源管理处, 黑龙江 大兴安岭 165000; 7. 大兴安岭林业集团公司漠河林业局森林资源管理科, 黑龙江 大兴安岭 165000)

摘要: 报道了我国漠河城郊发现的凤仙花科凤仙花属新归化种: 腺柄凤仙花(*Impatiens glandulifera* Royle)。腺柄凤仙花原产于印度及喜马拉雅山脉, 是一种具有高度入侵性的一年生草本植物, 已经入侵欧洲和北美的许多地区, 目前发现已经归化于黑龙江省大兴安岭地区漠河市。调访得知该种至少于两年前人为引入种植, 种植 1 a 后即可通过种子在周边繁殖大量个体。报道了腺柄凤仙花的形态特征、地理分布、生物学特征、传播途径、入侵潜力及危害和防治措施, 以期为外来入侵物种的鉴定与防治提供数据支持。

关键词: 凤仙花科; 凤仙花属; 归化种; 外来种; 入侵物种; 中国

doi: 10.11926/jtsb.4544

Impatiens glandulifera (Balsaminaceae), A Newly Naturalized Alien Species in China

QIN Fei^{1,2}, ZHANG Wendi^{1,2}, LIU Qin^{1,3}, XU Weibin⁴, NONG You⁵, GAO Fei⁶, HAO Lindong⁷, YU Shengxiang^{1,2*}

(1. State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Beijing 100093, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 4. Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China; 5. Guangxi Institute of Chinese Medicine & Pharmaceutical Science, Nanning 530022, China; 6. Forest Resources Management Department, Daxing'anling Forestry Group Corporation, Daxing'anling 165000, Heilongjiang, China; 7. Forest Resource Management Division, Forestry Bureau of Mohe County, Daxing'anling Forestry Group Corporation, Daxing'anling 165000, Heilongjiang, China)

Abstract: *Impatiens glandulifera* Royle, an annual species native to India and West Himalayas, has invaded rapidly in many regions of Europe and North America. It was found to be naturalized newly in Mohe City, Heilongjiang Province, China. This species might have been introduced as an ornamental at least two years ago, and would produce large numbers of offspring by seed after one year of planting. The morphological characters, geographical distribution, biological habit, invasive hazards, and control methods were presented for species identification and control.

Key words: Balsaminaceae; *Impatiens*; Naturalized plant; Alien species; Invasive species; China

收稿日期: 2021-10-18

接受日期: 2021-12-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(31770235, 31170177); 中国科学院战略性先导科技专项子课题(XDA19050204)资助

This work was supported by the National Natural Sciences Foundation of China (Grant No. 31770235, 31170177), and the Project for Strategic Priority Science and Technology of Chinese Academy of Sciences (Grant No. XDA19050204).

作者简介: 秦菲, 女, 硕士研究生, 从事植物分类学研究。E-mail: qinfei@ibcas.ac.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yushengxiang@ibcas.ac.cn

外来入侵物种对本地生物多样性和生态系统的功能造成了巨大的危害^[1-3]。由于外来入侵种本身形成的优势种群,使本地物种的生存受到影响并最终导致本地物种灭绝,破坏了物种多样性,使物种单一化,并且通过压迫和排斥本地物种导致生物的物种组成和结构发生改变,最终导致生态系统受到破坏。故外来入侵物种对生物多样性及可持续发展所带来的生态危害和经济损失,无论是现实的或是潜在的都不可低估。

凤仙花属植物地理分布具有极其明显的地域性和特有现象,仅少数物种为广布种^[4]。本属植物花色形态变异复杂,具有极高的观赏价值,作为园艺花卉在世界各地引种栽培,部分物种在引种地归化并进一步形成入侵物种^[5],如小花凤仙花(*I. parviflora*)^[6-7]和苏丹凤仙花(*I. walleriana*)^[8-9],这些成为入侵植物的凤仙花具有更高的适应性和可塑性^[10],严重威胁当地的生态系统多样性。

2021 年 9 月笔者在对中国大兴安岭地区开展野外调查过程中,在黑龙江省漠河城郊采集到一种凤仙花属植物,经鉴定为原产于印度及西喜马拉雅山地的腺柄凤仙花(*Impatiens glandulifera* Royle),已在黑龙江省漠河市归化。

腺柄凤仙花 *Impatiens glandulifera* Royle in Ill. Bot. Himal. Mts. 151, pl. 28, f. 2, 1835.

英文名: Himalayan balsam, Himalaya touch-me-not.

一年生草本;高 60~120 (~250) cm;茎直立,粗壮,圆柱形,具明显的棱,不分枝或上部有分枝,无

毛。节上常具明显的腺体;叶对生或轮生,椭圆状卵形或卵状披针形,长 6~15 cm,宽 1.8~6.5 cm,顶端渐尖或长渐尖,基部楔形或近圆形,稍不等侧,边缘具圆齿状锯齿,侧脉 8~12 对;叶柄长 3~3.5 cm,有疏腺体或无腺体,基部有明显绿色,红色或紫红色具柄腺体。总状花序顶生或近顶生,苞片椭圆状卵形或披针形卵形,长 7~8 (~10) mm。花粉红色或红紫色,长约 3 cm。侧生萼片 2,斜卵状心形,具小尖头,长 7~9 mm;下部萼片(唇瓣)囊状,基部骤狭成长 5~6 mm 急内弯的短距。旗瓣近圆形,背部具龙骨突,顶端微凹,长 7~8 mm,宽约 12 mm;侧面联合的花瓣(翼瓣)无柄,长约 2.6 cm,上下裂片不等长;上部裂片(前端裂片)宽斧形,钝或稍尖,较大,长约 1.5 mm;基部裂片近斧形,尖侧面具明显反折的耳状附属物。蒴果宽棒状,1.4~1.8 (~2.5) cm,下垂,顶端喙尖;种子近球形,宽约 3 mm,具皱纹。花果期 7—10 月(图 1)。

中国:黑龙江,漠河,城郊,漠北公路村落旁,海拔 160 m, 52.988° N, 122.485° E,于胜祥等, Yu21091305 (PE)。本种在当地个人引种作为花卉已有 2~3 a,除了第 1 年引种时播种外,其余年份在栽种地周边通过种子便可自行繁殖大量个体(实地调访)。

本种以一生高大草本、叶对生、叶片椭圆状卵形或卵状披针形以及具多花的总状花序等特征与国产凤仙花属植物中的槽茎凤仙花(*I. sulcata*),草莓凤仙花(*I. fragicolor*)在形态上相似,但叶着生方式、花色、花部形态特征以及果实形态等形态特征与后两者存在明显区别,具体分种鉴别如下:

腺柄凤仙花和近似种检索表

1. 叶对生或上部叶轮生,花粉红色或红紫色,唇瓣囊状,基部急缩成内弯的短距.....2
2. 茎粗壮,不具槽沟,翼瓣上部裂片顶端钝圆,唇瓣具短于 5 mm 的距,蒴果宽棒状.....腺柄凤仙花 *I. glandulifera*
2. 茎粗壮,具明显槽沟,翼瓣上部裂片顶端渐尖,唇瓣具长于 5 mm 的距,蒴果线形或狭棒状.....槽茎凤仙花 *I. sulcata*
1. 叶互生,花淡紫色,具紫色条斑,唇瓣漏斗形,基部渐狭为内弯的长距.....草莓凤仙花 *I. fragicolor*

入侵历史及入侵方式 腺柄凤仙花为一年生的草本入侵植物,起源于印度及西喜马拉雅山脉,在原产地主要生长在海拔 1 600~4 300 m 的田野间沟壑、路边、牧场、森林边缘以及混交林和林隙^[11],多见于灌木丛和喜马拉雅雪松(*Cedrus deodara*)混交林地带^[12]。本种于 1839 年首次作为观赏园林植物引入英国^[13],自最初被引入以来,该

物种已经传播到欧洲大陆,并在 20 世纪末被归化^[14],后来入侵到世界其他地区:北美、新西兰和日本^[15],目前本种在世界范围内被列为高度入侵物种^[15]以及欧盟关注的外来入侵物种^[16]。至今,腺柄凤仙花在全球 46 个国家有记录:欧洲大部分地区(只有一些南部国家仍未被入侵)、俄罗斯联邦(欧洲部分和远东)、日本、中国湖南(笔者未见到相应的凭证



图 1 腺柄凤仙花(A-F)、槽茎凤仙花(G-I)和草莓凤仙花(J-K)。A: 生境; B, G: 植株; C, H, J: 花; D: 花解剖; E, I, K: 果实; F: 种子。

Fig. 1 *Impatiens glandulifera* (A-F), *I. sulcata* (G-I) and *I. fragicolor* (J-K). A: Habitat; B, G: Plants; C, H, J: Flowers; D: Anatomic structure of flower; E, I, K: Fruit; F: Seeds.

及标本)、美国东西海岸和阿拉斯加、加拿大(目前在 8 个省)、新西兰、塔斯马尼亚和阿根廷^[15,17]。腺柄凤仙花自引入英国以来,以每年 645 km² 的速度蔓延^[18-19],这种快速入侵现象在其他国家也出现^[13,20],植物数量的大量增加可能是由于向河流栖息地以外的地区扩散所致^[21]。除了入侵河道,在过去 20 年里,腺柄凤仙花向欧洲森林的传播速度加快,其在森林中的种群数量和大小均增加^[22-23]。值得注意的是,腺柄凤仙花在原产地通常生长在森林和林隙中^[24],在欧洲,主要生长在河流及其附近的环境,因为河流和溪水是主要的传播媒介^[24]。腺柄凤仙花仅通过种子繁殖,种子通过蒴果的爆炸性开裂自动传播,距离母株 3~5 m,当沿着河流的水流传播时,传播距离会明显增加^[13]。除了沿着河岸传播,种子还通过人为活动进行无意识的传播^[26]以及通过小型啮齿动物传播^[13]。此外,腺柄凤仙花的传播方式还包括有意传播,因其花艳丽芳香而作为观赏种引进,目前种子仍然在 eBay 上出售。腺柄凤仙花的花富含淀粉,是很好的蜜源,养蜂人为了给蜜蜂提供更好的饲料而散布种子^[26]。

管理建议 腺柄凤仙花原产于印度及西喜马拉雅山脉,生长于海拔 1 600~4 300 m 的河岸、漫滩、森林和荒地^[11-12],喜好半阴且阳光充足的地方,不耐旱。在原生分布区,主要生长在高海拔、潮湿、肥沃的山谷中^[13,27]。但在入侵严重的欧洲,腺柄凤仙花生长在海拔较低的地区。在英国,仅海拔 210 m 以下的地区有该种植物的分布,在阿尔卑斯山东部,海拔 1 200 m 的地区曾发现过该种^[28]。本研究在中国最北端黑龙江省漠河市发现腺柄凤仙花已归化,海拔仅 160 m。通过对比该物种在原产地与入侵地的分布与生境,我们推测除了人为因素以外,该种离开原产地在欧洲及中国最北部形成入侵的原因有 2 点,首先,喜马拉雅山脉西坡高海拔地区夏季气候凉爽、降雨充沛^[29],而欧洲及我国北部虽然海拔低,但由于纬度高,夏季受副热带海洋气团和太阳直射北半球的共同影响,温暖且凉爽、降水集中且雨量充沛^[30],与腺柄凤仙花的原生境气候条件极为相似。气候条件为腺柄凤仙花在中国北部地区归化并进一步入侵提供了可能性。其次,虽然漠河市和欧洲春秋季节常有早霜和冻害发生,会杀死成株和幼苗^[30],但腺柄凤仙花作为一年生草本,在 10 月气温骤降之前完成开花结实并散布成熟种子。有研究表明种子较轻的物种更具有入侵性,但

对于凤仙花属植物而言,重量较高的种子休眠期长,春季萌发晚且能够在冬季存活,避免春冬季霜冻,确保在适当时机萌发^[31-33]。由于腺柄凤仙花在各种条件下都能产生大量具有繁殖能力的种子,对本种的防除应从多个方面入手。首先,在已形成入侵种群的地区应尽快对入侵种群在结实前进行人工移除;其次,由于本种的种子会顺着水流向下游传播,防治措施应尽可能地从上游开始,向下游推进,避免由于种子传播而导致再次入侵;再者,鉴于本种在欧洲的某些地区或国家已呈现出向森林入侵的态势,故尽量避免被其繁殖体污染的土壤带进森林,导致为其入侵森林提供便利;此外,由于本种的种子在一些地方可以存活很长时间^[34],因此为了获得持久防除效果,应该对已移除入侵种群的地区进行数年的连续监测,以防止其地下种子萌发并重新形成入侵种群。在英国,1981 年《Wildlife and Countryside Act》(附录 IX)中列出了腺柄凤仙花,这意味着种植该种或允许其在野外生长是一种违法行为,国内也可出台相关政策禁止人为种植引入。由于腺柄凤仙花的高度入侵性和危害严重性,国际上相关的机械防除、化学防除和生物防除已有大量研究报道^[26,35-36],在后续的防除工作中可以参考与借鉴。原分布于喜马拉雅山脉高海拔的热带亚热带物种生境面积小且特有性高,而人为将其带出原产地引入种植,再加上物种的可塑性高,极有可能在气候条件相似的欧洲、北美、中国北部等高纬度低海拔的温带地区发生归化甚至大面积入侵,如糙毛凤仙花(*I. scabrida*)^[37]。腺柄凤仙花的严重入侵性就是 1 个极具警示性的范例,有报道称受全球气候变化的影响,该种的迅速扩散很可能继续向更北的地区或高山蔓延^[7,13],因此针对该种在中国北部的入侵态势应加强对其监控与防治。最后,提高公众生物安全意识、科学引种与管理、加强口岸外来入境植物繁殖体的检验检疫力度、严禁私自挟带入境违禁品及涉及生物安全的相关材料,是维护国门生物安全与保障生态健康的重要举措^[38]。

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(3): 689-710. doi: 10.2307/2641039.
- [2] PYSÉK P, JAROSIK V, HULME P E, et al. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosys-

- tems: The interaction of impact measures, invading species: Traits and environment [J]. *Glob Chang Biol*, 2012, 18(5): 1725–1737. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x.
- [3] KUMSCHICK S, GAERTNER M, VILA M, et al. Ecological impacts of alien species: Quantification, scope, caveats and recommendations [J]. *Bioscience*, 2015, 65(1): 55–63. doi: 10.1093/biosci/biu193.
- [4] CHEN Y L. Balsaminaceae [M]// CHEN Y L. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*, Tomus 47(2). Beijing: Science Press, 2001: 1–243. [陈艺林. 凤仙花科 [M]// 陈艺林. 中国植物志, 第47卷第2分册. 北京: 科学出版社, 2001: 1–243.]
- [5] ADAMOWSKI W, TOKARAKAGUZI B, BROCK J H, et al. Balsams on the offensive: The role of planting in the invasion of *Impatiens* species [C]// TOKARSKA-GUZI B, BROCK J H, BRUNDU G, et al. *Plant Invasion: Human perception, ecological impacts and management*. The Netherlands: Backhuys Publishers, 2008: 57–70.
- [6] TREPL L. Über *Impatiens parviflora* DC: Als agriophyt in mitteleuropa [M]. *Diss Bot*, 1984(73): 1–371.
- [7] HEJDA M. What is the impact of *Impatiens parviflora* on diversity and composition of herbal layer communities of temperate forests? [J]. *PLoS ONE*, 2012, 7(6): e39571. doi: 10.1371/journal.pone.0039571.
- [8] CABI. *Impatiens walleriana* [M/OL]// *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International, (2015-01-23) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/28769>.
- [9] Pacific Islands Ecosystems at Risk (PIER). *Impatiens walleriana* [M/OL]// *Plant Threats to Pacific Islands*. USDA: Institute of Pacific Islands Forestry, USDA Forest Service. (2015-01-23) http://www.hear.org/pier/species/impatiens_walleriana.htm.
- [10] SKÁLOVÁ H, HAVLÍCKOVÁ V, PYŠEK P. Seedling traits, plasticity and local differentiation as strategies of invasive species of *Impatiens* in central Europe [J]. *Ann Bot*, 2012, 110(7): 1429–1438. doi: 10.1093/aob/mcr316.
- [11] NASIR Y J. *Balsaminaceae* [M]// *Flora of Pakistan*, No. 133. Karachi: Department of Botany, University of Karachi, 1980: 12–13.
- [12] BOTTADUKAT Z, BALOGH L, FECHER A. The Most Important Invasive Plants in Hungary [M]. Hungary: Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, 2008: 129–138.
- [13] BEERLING D J, PERRINS J M. *Impatiens glandulifera* Royle (*Impatiens roylei* Walp.) [J]. *J Ecol*, 1993, 81(2): 367–382. doi: 10.2307/2261507.
- [14] PYSEK P, PRACH K. Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera*: A century of spreading reconstructed [J]. *Biol Conserv*, 1995, 74(1): 41–48. doi: 10.1016/0006-3207(95)00013-T.
- [15] CABI. *Impatiens glandulifera* (Himalayan balsam) [M/OL]// *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International, (2019-05-25) <http://www.cabi.org/isc>.
- [16] EC. List of invasive alien species of Union concern [OL]. (2019-08-15) https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/list/index_en.htm.
- [17] GBIF.org. GBIF data sheet on occurrence of *Impatiens glandulifera* [OL]. (2019-05-25) <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=942>.
- [18] PERRINS J, FITTER A, WILLIAMSON M. Population biology and rates of invasion of three introduced *Impatiens* species in the British Isles [J]. *J Biogeogr*, 1993, 20(1): 33–44. doi: 10.2307/2845737.
- [19] WEBER E. *Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds* [M]. Wallingford, UK: CAB International, 2003: 548.
- [20] The Biological Records Centre (BRC). Atlas of the British and Irish Flora: *Impatiens glandulifera* [OL]. (2019-05-25) <https://www.brc.ac.uk/>
- [21] ČUDA J, SKALOVÁ H, PYSEK P. Spread of *Impatiens glandulifera* from riparian habitats to forests and its associated impacts: Insights from a new invasion [J]. *Weed Res*, 2020, 60(1): 8–15. doi: 10.1111/wre.12400.
- [22] GAGGINI L, RUSTERHOLZ H P, BAUR B. The invasive plant *Impatiens glandulifera* affects soil fungal diversity and the bacterial community in forests [J]. *Appl Soil Ecol*, 2018, 124: 335–343. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.11.021.
- [23] ČUDA J, RUMLEROVA Z, BRUNA J, et al. Floods affect the abundance of invasive *Impatiens glandulifera* and its spread from river corridors [J]. *Divers Distrib*, 2017, 23(4): 342–354. doi: 10.1111/ddi.12524.
- [24] DRESCHER A, PROTS B. Distribution patterns of Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera* Royle) in Austria [M]// *Phytogeographical Problems of Synanthropic Plants*. Poland: Institute of Botany, Jagiellonian University, 2003: 137–146.
- [25] DAWSON F H, HOLLAND D. The distribution in bankside habitats of three alien invasive plants in the UK in relation to the development of control strategies [C]// CAFFREY J M, BARRETT P R F, FERREIRA M T, et al. *Biology, ecology and Management of Aquatic Plants*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers: 193–201.
- [26] HARTMANN E, SCHULDES H, KUBLER R, et al. Neophyten, Biologie, Verbreitung und Kontrolle Ausgewählter Arten [M]. Landsberg: Ecomed, 1995: 1–278.
- [27] TANNER R A. A Review on the Potential for the Biological Control of the Invasive Wlmpacts and Management [M]. Leiden: Backhuys Publishers, 2008: 343–354.
- [28] DRESCHER A, PROTS B. Warum breitet sich das Drüsen-Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle) in den Alpen aus? [J]. *Wulfenia*, 2000,

- 7: 5–26.
- [29] DOUGLAS W, BURBANK B B, EMMANUEL J G, et al. Modern climate and erosion in the Himalaya [J]. *CR Geosci*, 2012, 344: 610–626. doi: 10.1016/j.crte.2012.10.010.
- [30] WU S S, ZHANG Y P, WEI G H, et al. Characteristics of climate change in Mohe from 1961 to 2015 [J]. *Heilongjiang Meteorol*, 2017, 34(4): 41–43. [吴树森, 张玉澎, 魏光辉, 等. 1961—2015 年寒温带漠河气候变化特征分析 [J]. *黑龙江气象*, 2017, 34(4): 41–43. doi: 10.14021/j.cnki.hljqx.2017.04.018.]
- [31] BEERLING D J. The impact of temperature on the northern distribution limits of the introduced species *Fallopia japonica* and *Impatiens glandulifera* in north-west Europe [J]. *J Biogeogr*, 1993, 20(1): 45–53. doi: 10.2307/2845738.
- [32] SKÁLOVÁ H, MORAVCOVÁ L, PYSĚK P. Germination dynamics and seedling frost resistance of invasive and native *Impatiens* species reflect local climatic conditions [J]. *Persp Plant Ecol Evol Syst*, 2011, 13(3): 173–180. doi: 10.1016/j.ppees.2011.03.005.
- [33] BASKIN C C, BASKIN J M. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination* [M]. San Diego: Academic Press, 1998: 665.
- [34] SKÁLOVÁ H, MORAVCOVÁ L, ČUDA J, et al. Seedbank dynamics of native and invasive *Impatiens* species during a five-year field experiment under various environmental conditions [J]. *NeoBiota*, 2019, 50: 75–95. doi: 10.3897/neobiota.50.34827.
- [35] TANNER R A, POLLARD K M, VARIA S, et al. First release of a fungal classical biocontrol agent against an invasive alien weed in Europe: Biology of the rust, *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* [J]. *Plant Pathol*, 2015, 64(5): 1130–1139. doi: 10.1111/ppa.12352.
- [36] VARIA S, POLLARD K, ELLISON C. Implementing a novel weed management approach for Himalayan balsam: Progress on biological control in the UK [J]. *Outlook Pest Manag*, 2016, 27(5): 198–203. doi: 10.1564/v27_oct_02.
- [37] ČUDA J, SKÁLOVÁ H, JANOVSKEÝ Z, et al. Juvenile biological traits of *Impatiens* species are more strongly associated with naturalization in temperate climate than their adult traits [J]. *Persp Plant Ecol Evol Syst*, 2016, 20: 1–10. doi: 10.1016/j.ppees.2016.02.007.
- [38] YU S X, CHEN R H. *Illustrated Handbook of Invasive Alien Plants of Chinese Ports* [M]. Henan: Henan Science and Technology Press, 2020: 9–10. [于胜祥, 陈瑞辉. *中国口岸外来入侵植物彩色图鉴* [M]. 河南: 河南科学技术出版社, 2020: 9–10.]