

DOI:10.11913/PSJ.2095-0837.2017.50679

严靖, 闫小玲, 王樟华, 李惠茹, 马金双. 安徽省外来入侵植物的分布格局及其等级划分[J]. 植物科学学报, 2017, 35(5): 679-690

Yan J, Yan XL, Wang ZH, Li HR, Ma JS. Distribution pattern and rating of alien invasive plants in Anhui Province[J]. *Plant Science Journal*, 2017, 35(5): 679-690

# 安徽省外来入侵植物的分布格局及其等级划分

严靖, 闫小玲, 王樟华, 李惠茹, 马金双\*

(中国科学院上海辰山植物科学研究中心/上海辰山植物园, 上海 201602)

**摘要:** 区域性外来入侵植物的研究及其入侵等级划分在地方入侵植物管理与防治对策的制定上具有重要的指导意义。本文基于文献报道、标本记录和必要的分类学考证, 特别是通过 2013-2015 年对安徽省外来入侵植物的全面调查, 统计分析安徽省外来入侵植物的物种组成、生活型、原产地、区系组成和水平分布格局, 并对其入侵危害进行等级划分。结果显示, 安徽省有外来入侵植物 37 科 86 属 132 种, 总体上呈现种类丰富、原产于美洲的种类多、泛热带起源的种类多、危害严重的种类多、区域分化明显、入侵途径集中等特征。提出在外来入侵植物的防控中应重点警惕起源于美洲的、泛热带分布属的植物和关注人类活动频繁的热点区域。还对中国外来入侵植物研究中存在的问题进行了探讨, 澄清了几个长期以来被忽视的关于外来入侵物种认知的问题。

**关键词:** 外来入侵植物; 分布格局; 等级划分; 安徽省

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2017)05-0679-12

## Distribution pattern and rating of alien invasive plants in Anhui Province

Yan Jing, Yan Xiao-Ling, Wang Zhang-Hua, Li Hui-Ru, Ma Jin-Shuang\*

(Shanghai Chenshan Plant Science Research Center, Chinese Academy of Sciences / Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China)

**Abstract:** The regional study of alien invasive plants and their categorization have important guiding significance for local governments in the management and control of such plants. We conducted a comprehensive survey of alien invasive plants in Anhui Province from 2013 to 2015 based on literature reports, specimen records, and taxonomic research. The species composition, life form, original locality, floristic composition, and horizontal distribution patterns of alien invasive plants in Anhui Province were analyzed, and their invasion levels were also rated. Results showed a total of 132 species of invasive plant species in Anhui Province. These plants showed diversified species, with a high proportion of American and Pan-tropical origin, high proportion of hazardous species, significant regional differentiation, and similar invasion pathways. We proposed that the prevention and control of alien invasive plants should pay considerable attention to plants originating from America and Pan-tropical genera and hotspots with frequent human activities. In addition, current deficiencies in the study of alien invasive plants in China are discussed, and several noteworthy and long overlooked issues about the cognition of alien invasive species are clarified.

收稿日期: 2017-02-15, 退修日期: 2017-03-10。

基金项目: 国家科学技术部基础专项 (2014FY120100); 上海市绿化与市容管理局科研项目 (G152432); 上海市科委项目 (14YF1413800)。

This work was supported by grants from the Special Basic Research of the Ministry of Science and Technology (2014FY120100), Science Research Project of Shanghai Municipal Afforestation & City Appearance and Environmental Sanitation Administration (G152432), and Shanghai Science and Technology Development Funds (14YF1413800)。

作者简介: 严靖 (1989-), 男, 助理研究员, 研究方向为植物资源与植物分类学 (E-mail: yan.jing01@163.com)。

\* 通讯作者 (Author for correspondence. E-mail: jinshuangma@sibs.ac.cn)。

**Key words:** Alien invasive plant; Distribution pattern; Invasive grades; Anhui

外来种是指出现在其过去或现在的自然分布范围及扩散潜力以外的物种(或种下分类单元),包括其所有可能存活、继而繁殖的部分,而当外来种在当地形成稳定的种群并威胁本地生物多样性而造成生态和经济损失时就成为外来入侵种<sup>[1]</sup>。虽然不同文献对入侵种的定义有所不同,但都强调了其危害性。随着全球变化加剧以及贸易、旅游和交通的发展,越来越多的外来种进入中国定居甚至形成入侵,其中华东地区是外来种进入中国的主要通道之一,所遭受的威胁尤其严重。因此,无论是国家层面还是地方(省/市、自治区)层面,外来入侵植物的研究以及管理对策的制定已成为科学家和政府高度关注的问题。安徽省作为新规划的长三角城市群的重要组成部分,应更加重视其生物安全。

安徽省地处北纬 29° 41' ~ 34° 38'、东经 114° 54' ~ 119° 37' 之间,处于亚热带与暖温带过渡地区,全省总面积 13.96 万 km<sup>2</sup>。全省地势西南高、东北低,地形地貌南北迥异,复杂多样,从南到北根据其地理因子可将安徽省大致划分为 3 个区域,即长江以南的皖南山区、长江以北淮河以南的皖中地区和淮河以北的皖北平原。这 3 个区域在社会经济、地理气候、森林植被上均差异明显,适宜于各种不同生活习性的外来植物定居与扩散。截止 2014 年 1 月,安徽省进口粮食加工储存企业有 52 家,遍布安徽省全境;全省拥有各类口岸 9 个,其中国家一类口岸 7 个:即马鞍山、芜湖、铜陵、池州、安庆 5 个水运口岸和合肥、黄山 2 个航空口岸,二类口岸 2 个:即蚌埠、阜阳铁路口岸,其中安庆港和芜湖港于 2015 年获批成为进境粮食指定口岸,是中国东、西部交流的“中转站”,且对外交流频繁;这些条件非常有利于外来入侵植物的入侵和传播。因此,对安徽省外来入侵植物的研究显得尤其重要。

有关安徽省外来入侵植物的研究目前虽有一些报道<sup>[2-8]</sup>,但仅为个别区域的零星工作,或只是简单的资源调查,而有关安徽省外来入侵植物的确切种类、入侵现状以及分布格局等基本资料依然十分欠缺。此外,在外来入侵植物研究中还存在诸多问题,其中包括物种的鉴别、物种名称的正确使用、原产地的确认等。这些问题在相关研究中经常存

在,有必要对其中的错误予以澄清。构建一个地区完备且准确的外来入侵物种数据库对于研究生物入侵至关重要,这有助于我们认识生物入侵的分布格局,进而制定外来入侵植物管理对策、建立环境风险评估系统。此外,对地区范围内外来入侵植物的入侵等级进行划分也是非常必要的,这是地区范围内对入侵植物的科学研究与管理、开展必要的防范工作以及科学普及与教育的基础<sup>[9]</sup>。区域性外来入侵植物的研究及其入侵等级划分在地方入侵植物管理对策的制定上更具有指导意义。为此,作者在收集标本信息和查阅文献的基础上,对安徽省外来入侵植物进行了全面调查,统计分析了安徽省外来入侵植物的分布格局,划分危害等级,提出了在外来入侵植物的防控中应重点聚焦的建议,并对外来入侵植物研究中存在的问题进行探讨,完善了安徽省外来入侵植物的基本资料,也为其他省(市、区)乃至全国外来入侵植物的研究提供了参考。

## 1 研究方法

### 1.1 数据来源

在收集国内外历年来报道安徽省外来入侵植物的文献和专著,并进行分类整理和分析的基础上,查阅国内各高校、研究所及博物馆的植物标本馆(室),对其中采自安徽省的物种标本信息进行登记。在搜集信息的基础上,于 2013–2015 年对安徽省外来入侵植物进行全面的野外调查,以县(县级市/区)级行政区划为调查单元,以地级市为标本采集单元,以路线踏查的方式对交通道路周围、居民区、农田、建筑工地、撂荒地、河滩、车站、码头、口岸等各种生境进行调查和采集,记录物种名称、生境、GPS 信息、多度信息并拍摄照片,对有文献记载的种类丰富的区域、曾发现外来植物新纪录的区域及对外交流较频繁的区域进行多次调查,并注意观察是否有新的入侵种,同时应用典型取样法估测外来入侵植物在区域内的个体数量和群落中的相对多度,掌握区域内外来入侵植物的分布状况和实际危害程度,客观地评定该区域外来入侵植物的危害等级。

### 1.2 统计分析

对安徽省外来入侵植物现状进行全面调查,对

每一物种进行准确鉴定，并对其拉丁学名、原产地进行严格考证，排除尚存争议的种类，增加新发现的种类。在此基础上统计分析安徽省外来入侵植物的物种组成、生活型、原产地和属的区系组成，利用 ArcGIS 10.1 地理信息系统软件制作安徽省外来入侵植物地级市水平的分布图，用于研究其水平分布格局，并且根据安徽省外来入侵植物的现有种群数量、实际危害程度及潜在危害等因素制定评估标准，按照外来入侵植物数量、危害程度高低进行综合评分，根据评分结果对安徽省外来入侵植物进行地方性入侵等级划分。

2 结果与分析

2.1 物种组成

根据野外调查与统计分析结果，初步确定安徽省外来入侵植物名录<sup>1)</sup>。入侵植物共计 37 科 86 属 132 种，其中蕨类植物只有 1 种(细叶满江红 *Azolla*

*filiculoides* Lam.)，被子植物中双子叶植物有 117 种(占总种数的 88.64%)，单子叶植物有 14 种。

在科的组成上，含 10 种以上的科有 4 个，其中以菊科(*Asteraceae*)种数最多，为 31 种，占总种数的 23.48%；其次是苋科(*Amaranthaceae*)和豆科(*Leguminosae*)，均为 12 种；禾本科(*Gramineae*)有 11 种。以上 4 科共计 66 种，占总种数的 50%，构成了安徽省外来入侵植物的主体。其他 33 科所含种数均少于 10 种，其中 23 科仅含 1 种(图 1)。

从属的物种组成来看，苋属(*Amaranthus*)所含种数最多，为 9 种；番薯属(*Ipomoea*)6 种；飞蓬属(*Erigeron*)5 种；大戟属(*Euphorbia*)、月见草属(*Oenothera*)、婆婆纳属(*Veronica*)和黑麦草属(*Lolium*)各含 4 种；曼陀罗属(*Datura*)、鬼针草属(*Bidens*)和金鸡菊属(*Coreopsis*)各含 3 种，其余 76 属所含种数均为 3 种以下。

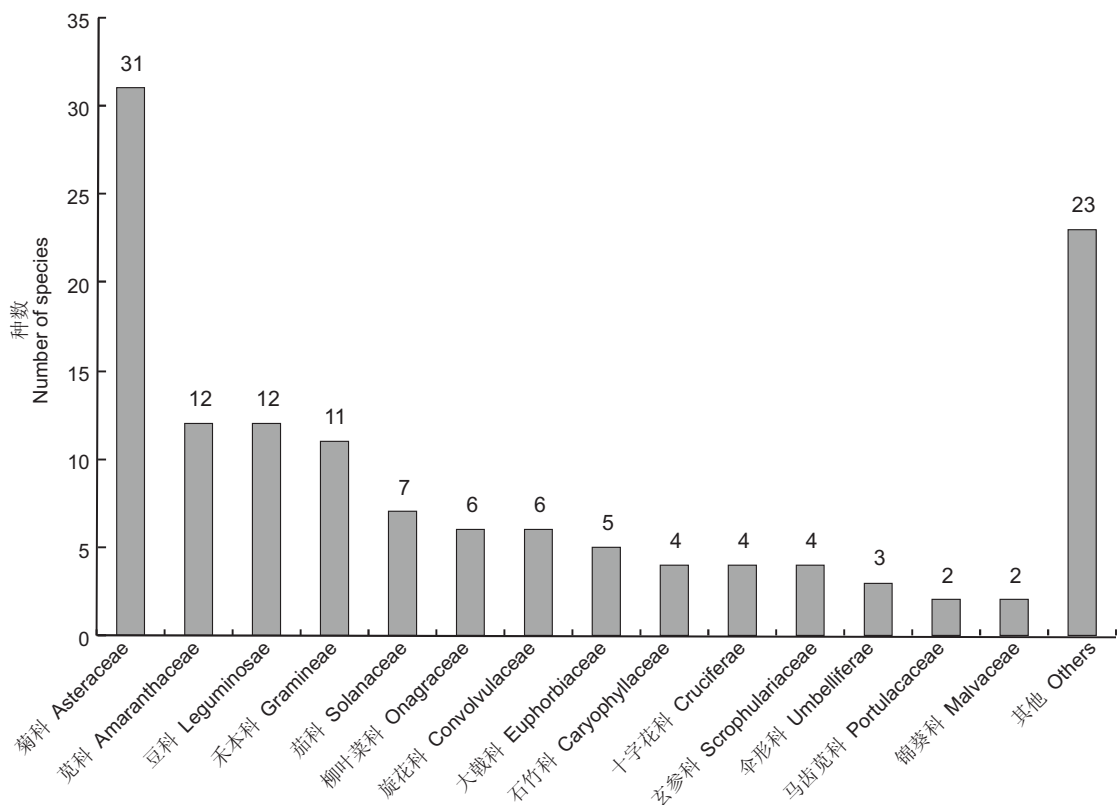


图 1 安徽省外来入侵植物科的种类组成  
Fig. 1 Species composition of alien invasive plants in Anhui Province

1) 如需查阅“安徽省外来入侵植物名录”请登录《植物科学学报》网站主页(<http://www.plantscience.cn>)查看本期文章附录。

2.2 生活型

对安徽省外来入侵植物名录中各物种的生活型进行统计分析可见(图 2)，安徽省 132 种外来入侵植物以草本植物为主(有 117 种)，占总种数的 89%，其中一/二年生草本植物有 80 种，所占比例最高(61%)，多年生草本有 37 种，占 28%；藤本 8 种(6%)，灌木 6 种(4%)，乔木仅 1 种(1%)。

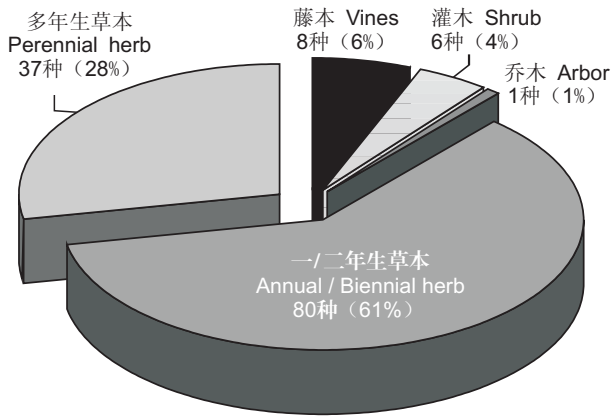


图 2 安徽省外来入侵植物生活型分析  
Fig. 2 Analysis of the different life forms of alien invasive plants in Anhui Province

2.3 原产地

将安徽省外来入侵植物原产地信息以传统 7 大洲的方式进行了初步统计(若某物种原产于多个大洲，则对其进行重复计数)，结果显示，安徽省 132 种外来入侵植物原产地出现频次共计 166 次。原产美洲的种类比例最高，为 100 频次，其中原产南美洲(包括热带美洲)的频次最高，为 55 次(占 33.13%)，其次是北美洲 45 次(占 27.11%)；亚洲为 27 次(占 16.27%)；欧洲为 26 次(占 15.66%)；非洲 11 次(占 6.63%)；大洋洲 1 次(占 0.6%)；另有 1 种为杂交起源(图 3)。

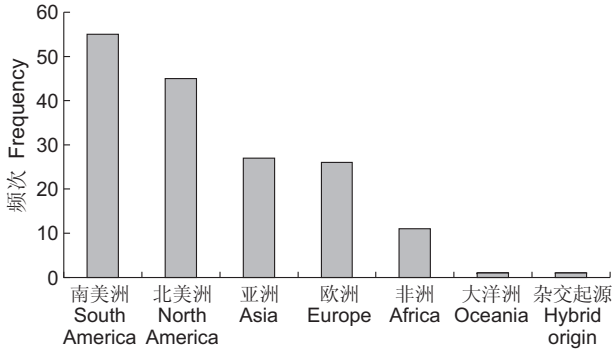


图 3 安徽省外来入侵植物的原产地分析  
Fig. 3 Analysis of the origin of alien invasive plant species in Anhui Province

2.4 属的区系成分

参照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型的划分<sup>[10]</sup>和陆树刚关于中国蕨类植物属的区系划分方法<sup>[11]</sup>，可将安徽省外来入侵植物属的地理区系成分划分为 12 个类型(表 1)，其中世界分布属最多(27.91%)，其次为泛热带分布属(24.42%)，两者占总属数的 52.33%；地中海成分及温带亚洲成分所占比重最低。从区系成分的温、热带性质来看，热带区系成分所占比重最大，为 41.86%，温带区系成分所占比重为 30.23%。因此，从安徽省外来入侵植物区系的总体构成来看，热带地理成分占主导地位，其次为温带成分，说明研究区域内的外来入侵植物主要起源于热带地区，其次为温带地区，同时世界分布属也占有一定的比例。

表 1 安徽省外来入侵植物属的分布区类型(含亚区)  
Table 1 Areal types and subtypes of genera of alien invasive plants in Anhui Province

分布类型及变型 Areal type & subtype	属数 No. of genera	占总属数 百分比(%) Percentage
1 世界分布 Cosmopolitan	24	27.91
2 泛热带分布 Pantropic	21	24.42
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲分布 Trop. As. – Trop. Afr. – Trop. Amer.	4	4.65
3 热带亚洲及热带美洲间断分布 Trop. As. & Trop. Amer. disjuncted	8	9.30
6 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. As. to Trop. Afr.	3	3.49
8 北温带分布 N. Temp.	4	4.65
8-4 北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjuncted	6	6.98
9 东亚及北美间断分布 E. As. & N. Amer. disjuncted	5	5.81
10 旧世界温带分布 Old World Temp.	8	9.30
10-1 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranea, W. As. (or C. As.) & E. As. disjuncted	1	1.16
11 温带亚洲分布 Temp. As.	1	1.16
12 地中海区、西亚至中亚分布 Medit., W. to C. As.	1	1.16
合计 Total	86	100

2.5 分布格局

2.5.1 外来入侵植物的种数分布特征

从安徽省外来入侵植物地级市分布情况可见(表 2、图 4)，外来入侵植物分布最集中、种类最丰富的是黄山市(87 种)和宣城市(84 种)，均达到 80 种以上；其次是安庆市(74 种)、芜湖市(71 种)和池州市(70 种)。这 5 个地级市均处于长江流



表 2 安徽省各地级市外来入侵植物数量  
Table 2 Number of alien invasive species in each prefecture-level city of Anhui Province

地级市 Prefecture-level cities	黄山 Huangshan	池州 Chizhou	安庆 Anqing	宣城 Xuancheng	芜湖 Wuhu	铜陵 Tongling	合肥 Hefei	六安 Lu'an
种数 No. of species	87	70	74	84	71	63	69	66
面积 Square (km <sup>2</sup> )	9807	8272	13509	12340	5767	2921	11341	15155

地级市 Prefecture-level cities	马鞍山 Ma'anshan	滁州 Chuzhou	阜阳 Fuyang	淮南 Huainan	蚌埠 Bengbu	亳州 Bozhou	淮北 Huaibei	宿州 Suzhou
种数 No. of species	53	54	58	58	52	54	60	57
面积 Square (km <sup>2</sup> )	4126	13398	9979	5512	5945	8110	2802	9787

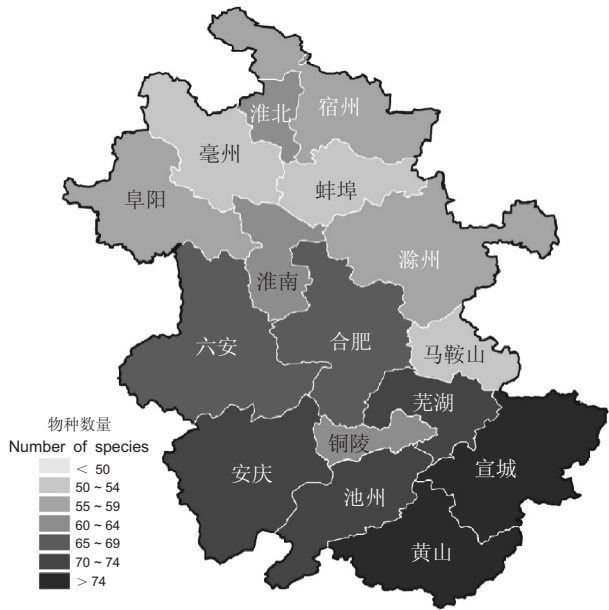


图 4 安徽省各地级市外来入侵植物数量  
Fig. 4 Number of alien invasive species in Anhui Province by prefecture-level cities

域，地形上属于皖南及皖中山区，具备多样化的生境和适宜的气候，较为发达的城市建设和国际旅游交流促进了物种的传播与扩散，因而外来入侵植物种类较为丰富，同样位于该区域的铜陵市因其国土面积小而种类较少(63种)。处于皖北平原地区的地级市其外来入侵植物种类则普遍较少，且种类数量比较接近(52~60种)，其中最少的为蚌埠市。总体来看，安徽省外来入侵植物种类的水平分布格局为“南多北少”，皖南山区种类丰富；皖中地区的六安市和合肥市种类相对较少；皖北平原地区的种类较为贫乏，并且总体差别不大，尽管面积相差数倍，各地级市所面临的入侵状态相差无几。

此外，我们根据地理因子将安徽省划分为3个区域(皖南山区、皖中地区和皖北平原)，对这

3个区域的外来入侵植物进行统计分析发现，皖南山区有114种(物种密度26.4种/万km<sup>2</sup>)，皖中地区有99种(物种密度22.0种/万km<sup>2</sup>)，皖北平原只有92种(物种密度21.8种/万km<sup>2</sup>)。可见分布于皖南山区的114种外来入侵植物中，有22种在皖北平原没有分布，南北之间的差异明显。

以物种为对象进行统计分析发现，分布范围超过13个地级市(80%以上的区域)的外来入侵植物有40种，其中各地级市均有分布(全省分布)的有34种，占全省外来入侵植物的25.76%。仅在一个地级市有分布的物种有23种，多为偶见外来种，其中有7种仅在黄山市有分布，4种仅见于宣城市，3种仅见于淮南市，2种仅见于宿州市和六安市，1种仅见于安庆市、池州市、阜阳市和马鞍山市。说明仅在一个地级市出现的外来入侵植物通常是其首次进入安徽省，种类越多，说明该地区入侵植物的形势越严峻。

2.5.2 外来入侵植物原产地的空间分布格局

从图5可看出，安徽省各地级市中原产于南美洲和北美洲的外来入侵植物出现频次所占的比例较大，波动区间在20.78%~33.01%之间。在纬度梯度上，原产于南美洲的入侵物种出现频次的比例由南到北总体上呈递减的趋势，所占比例最小的为淮北市(20.78%)，最大的为宣城市(33.01%)；来源于北美洲的入侵物种出现频次的比例由南到北总体上呈递增趋势，比例最小的为六安市(23.81%)，最大的为宿州市(32.39%)。对南美洲和北美洲的入侵物种出现频次之比进行统计发现，南美洲和北美洲出现频次的比值随着纬度的增加呈递减趋势，比值最大的为芜湖市和黄山市(1.2)，最小的为蚌埠市(0.7)，而处于皖中地区的合肥市和安庆市的比值则为1。

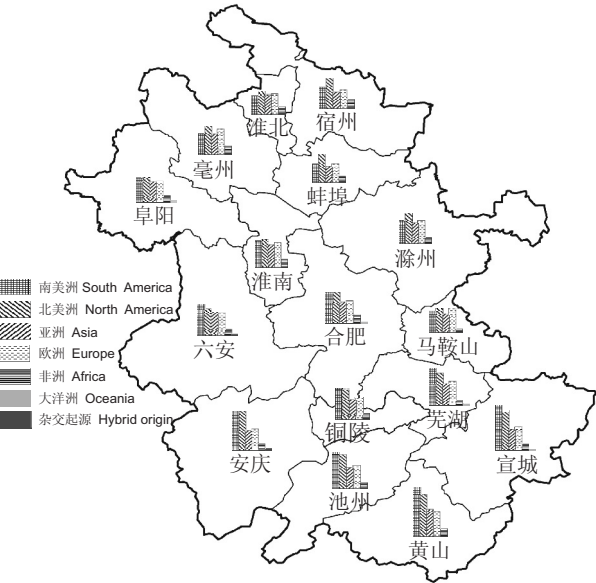


图 5 安徽省外来入侵植物原产地的空间分布格局  
Fig. 5 Spatial patterns of the origin of alien invasive species in Anhui Province

对皖南山区、皖中地区和皖北平原 3 个区域入侵物种出现频次进行统计分析也可发现相似的变化规律，即由南到北南美洲来源的入侵物种出现频次逐渐减少，而北美洲来源的物种出现频次逐渐增加，3 大区域中南美洲和北美洲入侵物种出现频次的比值依次是 1.3、1.2、0.8。原产于亚洲、欧洲和非洲的物种出现频次及其所占比例在空间上的变化不大，未发现有明显的变化规律。

2.5.3 外来入侵植物主要区系成分的空间分布格局

对安徽省外来入侵植物属的主要区系成分按照世界分布、热带地理成分和温带地理成分 3 个大类型进行统计分析，结果可见(图 6)，温带地理成分所占比重从南到北呈递增趋势，波动区间为 28.57%~43.59%；热带地理成分所占比重从南到北则呈递减趋势，波动区间为 42.86%~21.95%；热带地理成分与温带地理成分之比从南到北越来越小。对安徽省皖南山区、皖中地区和皖北平原 3 个区域进行统计分析也可发现相似的变化规律。这表明随着纬度的升高，研究区域内的外来入侵植物越来越多地来自于中高纬度的温带地区，而随着纬度的降低，研究区域内的外来入侵植物越来越多地来源于热带地区。另外，世界分布的属在各地级市中也占有一定的比例(平均 33.12%)，但在空间上的变化不大，分布比较均匀。

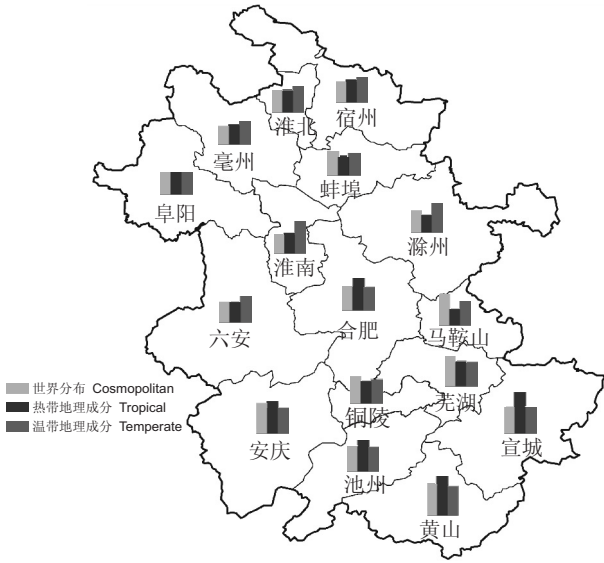


图 6 安徽省外来入侵植物区系成分的空间分布格局  
Fig. 6 Spatial patterns of floristic elements of alien invasive species in Anhui Province

2.6 等级划分

依据外来入侵植物在安徽省现有的危害程度(种群现状与危害特征)对其进行入侵等级划分(表 3)。其中，种群现状从大、中、小 3 个尺度衡量，大、中尺度体现了外来入侵植物在安徽省以地级市和县(县级市/区)为单元的总覆盖范围，以说明其可能的总体及区域危害性；小尺度则描述了外来入侵植物在其所在群落内的优势度，从群落角度衡量其可能的危害(如有些种广泛分布但密度较低，有些种狭域分布但生长集中)。危害特征主要选取其对经济和生态的危害。

评估总分为 100 分，根据评估分值将安徽省外来入侵植物划分为 5 级：1 级(81~100 分，严重危害类)，2 级(61~80 分，一般危害类)，3 级(30~60 分且危害特征评分≥15 分，潜在危害类)，4 级(30~60 分且危害特征评分≤15 分，一般外来类)，5 级(30 分以下，有待观察类)。评估结果表明(见安徽省外来入侵植物名录)，安徽省 1 级外来入侵植物有 14 种，其中菊科植物有 7 种，这类植物在安徽省已经全面归化，种群数量极大，竞争性极强，繁殖速度快，对周边植物造成明显不利影响，对生产生活造成明显危害，很难清除；2 级外来入侵植物有 25 种，其在安徽省已大面积归化，竞争力较强，部分种类有毒或有刺，其繁殖速度较快，较难清除，易对周边植物造成影响，对生

表 3 安徽省外来植物入侵等级评估标准  
Table 3 Criteria of invasion rating of alien plants in Anhui Province

评估因素 Assessment factors	分值 Scores		
	1~5	10~15	20
地级市分布范围 Distribution scale by prefecture-level city	在 50%或以下的地级市有分布；未来 5 年分布范围增加不超过 10%	在不到 80%的地级市有分布；或分布区域有上升趋势，未来 5 年分布范围增加不超过 30%	超过 80%的地级市有分布；或分布区域有明显上升趋势，未来 5 年分布范围增加超过 30%
县级单元分布范围 Distribution scale by county	在有分布的地级市内，有 50%或以下的县级单元有分布	在有分布的地级市内，有不到 80%的县级单元有分布，个体数有上升趋势	在有分布的地级市内，有超过 80%的县级单元有分布，个体数有明显上升趋势
相对多度 Relative abundance	该植物在群落中少见，相对盖度小于 5%	该植物在群落中较常见，相对盖度小于 15%	该植物在群落中常见，相对盖度大于 15%
对经济的危害 Economic effect	对经济无直接影响、影响很小或影响不明确；对经济作物或牲畜无直接、明显的影响；不具有毒性或其他侵害性，不对周边群众产生危害	对经济造成一定损失但影响有限；对经济作物或牲畜有直接或间接影响，但影响不大；具有微弱毒性或其他侵害性，对周边群众易造成麻烦	对经济造成不可忽略的损失；对经济作物或牲畜有直接的、严重的影响；具毒性或其他侵害性，对周边群众造成危害
对生态的危害 Ecological impact	对自然生态无直接影响、影响很小或影响不明确；对野生植物或动物无直接、明显的影响，不分泌化感物质、不具缠绕、寄生、覆盖等侵害性；或因总体数量较少，竞争性不强，不能造成大范围危害	对自然生态造成一定影响但影响有限；对野生植物或动物有直接或间接影响，有微弱毒性或其他侵害性，但影响不大；或总体数量有上升趋势，竞争性较强，造成局部危害	对自然生态造成直接危害；对野生植物或动物有直接危害；分泌化感物质，或具缠绕、寄生、覆盖等特性，长期易造成生物多样性损失；或总体数量巨大或有明显上升趋势，竞争性极强，造成全面危害

产生活可能造成不便；3 级外来入侵植物有 31 种，其在安徽省以外的区域造成危害，但在安徽省分布数量较少，尚未造成明显危害，处于可控状态；4 级外来入侵植物有 39 种，其在安徽省已经归化，与周围植物的竞争不明显，对生产生活不造成不良影响或影响有限；5 级外来入侵植物有 23 种，此类植物在安徽省分布极为局限或者处于栽培状态而较少归化，没有明显的扩张趋势，对周边植物及人类生产生活未造成不良影响。

3 讨论

3.1 安徽省外来入侵植物现状

对文献报道<sup>[9,12]</sup>的中国各省(市、自治区)外来入侵植物种数的统计结果可见(表 4)，虽然实际调查所得的数据(安徽省 132 种)与综合各类文献统计所得的数据(安徽省 152 种)相比存在较大的差距，安徽外来入侵植物种数与其他省市相比，数量和比例均处于中上游，其水平分布格局与全国大区域内的分布格局<sup>[13]</sup>相似，呈现明显的区域分化。研究表明决定研究区域内外来入侵植物物种组成与物种数的主要因子是纬度和无霜期<sup>[14]</sup>，而交通密度则显著影响研究区域内外来植物的物种密度<sup>[15]</sup>，安徽省南部区域气候相对温暖湿润、热量充足，加之地形复杂，常形成多样的局部小气候，并且苗

圃、苗木基地相对集中于此区域，对外交流不断扩大，导致其外来入侵植物种类更加丰富，入侵现象也更加严重。近年来在安徽省南部区域不断有外来

表 4 根据文献报道统计的中国各省(市、自治区)外来入侵植物种数  
Table 4 Number of alien invasive plants in each province of China according to the literature

省(市、自治区) Province (municipality, autonomous region)	物种数 No. of species	省(市、自治区) Province (municipality, autonomous region)	物种数 No. of species
宁夏 Ningxia	34	江西 Jiangxi	126
天津 Tianjin	39	辽宁 Liaoning	128
青海 Qinghai	40	湖北 Hubei	130
西藏 Xizang	57	北京 Beijing	131
内蒙古 Inner Mongolia	62	贵州 Guizhou	134
甘肃 Gansu	69	湖南 Hunan	134
山西 Shanxi	72	山东 Shandong	134
新疆 Xinjiang	73	江苏 Jiangsu	146
吉林 Jilin	81	安徽 Anhui	152
黑龙江 Heilongjiang	82	四川 Sichuan	155
香港 Hong Kong	91	福建 Fujian	174
澳门 Macao	92	浙江 Zhejiang	174
陕西 Shaanxi	94	海南 Hainan	189
重庆 Chongqing	106	广西 Guangxi	210
河北 Hebei	108	台湾 Taiwan	229
上海 Shanghai	110	云南 Yunnan	239
河南 Henan	112	广东 Guangdong	255



植物归化新记录被发现<sup>[16-18]</sup>，譬如：附表中的扁穗雀麦 (*Bromus catharticus* Vahl)，此前在安徽省未见报道，为安徽省新分布记录，如今已形成稳定的种群。此外有 40 种外来入侵植物的分布范围超过 13 个地级市 (80% 以上的区域)，同时也是危害程度较大的种类，由此可知安徽省受外来入侵植物的危害较为严重，其南部地区尤其如此。有学者对外来入侵植物在中国各省 (市、自治区) 的相对危害程度进行了分析，结果显示安徽省的平均危害指数 (provincial weighted average of impact index) 最高 (尽管各地区之间的差异不显著)<sup>[19]</sup>，说明其对安徽省社会经济及环境所造成的危害有增大的趋势，需要引起警惕。

安徽省外来入侵植物中，菊科、苋科、豆科和禾本科植物占总种数的 50%，是安徽省外来入侵植物的重要组成部分，已经构成严重入侵的植物种类也多集中于这 4 个科；其中被列入中国进境植物检疫性有害生物名录 (2007) 的有 4 种，分别是豚草 (*Ambrosia artemisiifolia* L.)、节节麦 (*Aegilops triuncialis* L.)、毒麦 (*Lolium temulentum* L.) 和石茅 (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)。国家环保总局发布的中国第一批 (2003)、第二批 (2010) 和第三批 (2014) 外来入侵物种名单中共有植物 29 种，安徽省就有 15 种。

根据对安徽省外来入侵植物的现状的全面调查及评分，对其进行了地方等级划分。其中被评为 1 级 (严重危害类) 的外来入侵植物有 14 种，2 级 (一般危害类) 有 25 种，3 级 (潜在危害类) 有 31 种，以上 3 类共计 70 种，占安徽省外来入侵植物总数的 53.03%，均已造成危害或具有潜在危害；4 级 (一般外来类) 有 39 种，5 级 (有待观察类) 有 23 种，此两类共计 62 种，为普通外来植物，尚未造成明显危害。前 3 类植物在安徽省均分布广泛，且种群数量已十分庞大或有明显扩大的趋势，其中菊科 16 种、苋科 9 种，大部分在安徽省各地常见，在中国也属于强入侵性外来植物<sup>[20]</sup>，几乎侵入到各种生境，这类植物目前受到学者和公众的关注最多，遗憾的是想要完全消灭这种已建立种群的入侵种几乎是不可能的<sup>[21]</sup>。与此同时，我们却忽视了对入侵性较弱或已归化但尚未形成入侵的植物的研究<sup>[22]</sup>。外来入侵植物的入侵机制非常复杂，外来入侵植物的某些特性可以随着生长环境的改变而进

化，尤其是其繁育系统的进化，外来植物在归化初期可能因缺乏合适的传粉者而不能形成入侵，但在进化出自交能力或以克隆繁殖为主之后可能成为强入侵者，譬如凤眼蓝在美洲的表现<sup>[23]</sup>。因此，我们应加强对弱入侵性外来植物的关注与研究，合理评价其潜在入侵能力，防患于未然。

### 3.2 安徽省外来入侵植物的来源与管理对策

安徽省外来入侵植物的来源包括 3 个层次，即原产地来源、区系来源和传入来源。统计结果表明，安徽省外来入侵植物中原产于南美洲 (包括热带美洲) 的比例最高，其次是北美洲，两者之和占总种数的 60.24%；因此美洲 (尤其是南美洲) 是安徽省外来入侵植物的主要来源地，且随着纬度的增加原产于南美洲和北美洲的入侵频次的比值逐渐减小，这与全国尺度内外来入侵植物原产地的分布模式相似<sup>[9,24]</sup>。从其属的区系来源来看，除世界分布属 (27.91%) 外，泛热带分布属 (24.42%) 所占比例最大，且越往北热带地理成分越少，这与全国区域内的分布模式相似<sup>[25]</sup>。原产地来源与区系来源是相关联的，泛热带分布是指分布于环球热带地区，有时延伸到亚热带，其 3 大分布中心就包括中南美洲中心<sup>[10]</sup>。值得注意的是，美洲入侵东亚的植物主要是草本，木本植物的入侵来源主要为陆内入侵<sup>[26]</sup>，然而洲际入侵所造成的后果往往比陆内入侵更为严重<sup>[27]</sup>，且中国外来入侵植物中多数入侵性强的克隆植物地理起源上均来自美洲地区<sup>[28]</sup>。

从传入来源来看，中国约有 80% 的外来物种属有意引入<sup>[29]</sup>，最终构成入侵的物种最初都高度集中于东南沿海省份的富裕地区，且正迅速向内陆扩散<sup>[30]</sup>。由此可见有意引入是外来入侵植物进入中国的主要途径，安徽省亦是如此。另外，随着粮食与花卉园艺贸易无意引入的外来植物也占有一定的比例，在江苏省的进口粮食码头、加工厂、储备库、运输沿线等区域就曾发现外来植物 142 种，其中中国新记录种就有 21 种<sup>[31]</sup>，因此在进口粮食口岸加强外来植物的监测工作尤其重要。

综上所述，在安徽省外来入侵植物的防控中可以从 3 个层次考虑。一是在原产地来源上须重点关注原产于美洲的外来植物；二是在区系来源上须重点关注热带地理成分的属，对已在区域内造成入侵的植物属须特别留意同属其他植物的传入，如苋属 (*Amaranthus*) 和番薯属 (*Ipomoea*)。这两个层次



的防控主要体现在“有意引入”的植物中,即必须严格控制发展中的园艺及相关贸易,在引种活动中要格外警惕美洲起源的、泛热带分布的植物,要充分利用本地的植物多样性来造林和绿地建设,而不是依赖于外来物种,即便是有需求也应做好必要的风险评估工作,限制新入侵种的形成。三是在传入来源上要重点关注人类活动尤其是植物类材料交易频繁的热点区域,主要体现在“无意传入”的植物中。鉴于安徽省拥有遍布全省各地的进口粮食加工储存企业52家和各类口岸9个,对外贸易频繁,对于这些地区及其周围区域应特别留意,加强进口粮食的检验检疫和外来植物的疫情监测与防控,防止外来植物在进口过程中无意传入并扩散到野外的自然环境中,造成难以估计的后果。

### 3.3 外来入侵植物研究中存在的问题

根据作者历时2年的野外调查与数据统计分析,初步确定安徽省外来入侵植物有132种,隶属于37科86属,对比之前的研究有明显的差别。陈明林等<sup>[2]</sup>报道安徽省有“外来杂草”55种;臧敏等<sup>[4]</sup>报道安徽省有“外来植物”382种,其中有38种为“我国重要有害外来植物”;何家庆和葛结林<sup>[5]</sup>报道安徽省有“外来入侵植物”93种;根据《中国入侵植物名录》<sup>[12]</sup>统计发现,安徽省有“外来入侵植物”152种。由此可知,尽管不同研究者的用词标准不一,安徽省“外来”植物的种类都是在不断增加的。外来植物的归化和入侵是一个动态的过程,有些地区之前偶见的外来植物在近几年没有被再次发现<sup>[32]</sup>,导致其外来植物种类在统计上减少,但更常见的变化是外来植物分布区的扩大导致局域甚至全域性的入侵,这也是外来植物种类不断增加的主要原因。

除此之外,还有一些主观或客观因素导致某一地区外来入侵植物被低估或高估。一是文献报道的时滞性,即某个种实际入侵的时间要比文献报道的时间更早,加上早期研究资料的缺乏,导致对一些物种的认识不全而低估了某区域的外来入侵植物种类。二是随着研究工作的全面深入,信息来源较以往更多更全,但随之而来的问题是所获取的信息良莠不齐,容易导致高估某地区的外来入侵植物种类,特别是对大区域(全国)的报道大多都是对各种文献和各地植物志记载所进行的归纳总结,常常因标准不一而无法获得准确信息<sup>[33]</sup>。

更需注意的是对于物种的认知问题,主要包括物种的鉴别、名称(学名)的使用、原产地的确认和分类学观点的不同。物种的准确鉴定是研究外来入侵植物的基础,由于对一些新近归化或入侵的外来植物缺乏及时的报道和特征描述,使得外来入侵植物的准确鉴定存在一定的困难,因此对这类植物的鉴定与报道就应该更加谨慎。

(1)物种鉴定。物种的错误鉴定在外来入侵植物中时有发生。近年来在安徽省发现的中国大陆新记录种就有假刺苋(*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.)<sup>[34]</sup>和白花金钮扣(*Acmella radicans* var. *debilis* (Kunth) R. K. Jansen)<sup>[18]</sup>2种。其中白花金钮扣在安徽省的居群非常稳定,且具有很强的繁殖和扩散能力,其传入和归化的时间肯定要远远早于其报道时间,本种在浙江也有分布,有学者错误的将这个种鉴定为短舌花金钮扣(*Acmella brachyglossa*)<sup>[35]</sup>。另外相近种之间的混淆也常有发生,其中最严重的为反枝苋(*Amaranthus retroflexus* Linn.)和绿穗苋(*A. hybridus* Linn.)之间的混淆。《中国植物志》<sup>[36]</sup>及《Flora of China》<sup>[37]</sup>对反枝苋分布范围的记载均为华北地区,绿穗苋在华南至华北地区均有分布,但主要集中于华南地区,而国内大部分的期刊文献、部分植物图鉴甚至地方植物志都错误的将绿穗苋鉴定为反枝苋,以至于反枝苋在华南如江西省的分布出现“全省分布”的描述。安徽省外来入侵植物的报道中也存在相同的情形,根据作者对华东地区(安徽省、江苏省、江西省、浙江省和上海市)的普查和华北地区的踏查发现在华东省份“全省分布”的应是绿穗苋而非反枝苋,反枝苋在华东及华南地区是极少见的,而绿穗苋在北至内蒙古、新疆等地均发现有分布。因此这两个种在全国范围内分布更广的应该是绿穗苋,由于两者形态特征相近而被错误鉴定以至以讹传讹,导致诸多文献报道中两者的分布范围有所交叉又互相矛盾且混乱不一。

(2)名称使用。物种名称的错误使用主要包括异名、错误拼写、学名误用等现象。其中异名的使用所占比例最大,其次为错误拼写。外来入侵植物中学名误用经常在一些未经考证而二次引用的文献中出现,其中最常见的是南美天胡荽的学名误用。南美天胡荽的学名应为 *Hydrocotyle verticillata* Thunb., 而不是国内文献普遍记载的 *Hydrocotyle*

*vulgaris*), 后者在中国并没有分布, 也未见引种栽培, 因两者形态相近而相互混淆, 这种情况在欧洲如比利时、西班牙等国家的文献中也曾存在<sup>[38]</sup>。

(3) 原产地考证。入侵物种原产地的确认也很重要。随着研究的深入, 发现一些之前被认为“入侵”的物种其原产地存在争议, 如小藜 (*Chenopodium ficifolium*), 只有东亚分布的亚种 subsp. *blomianum* 分出后<sup>[39]</sup>, 原亚种 subsp. *ficifolium* (欧洲至中亚) 才可能成为外来种, 而广义种并非外来种。其他在安徽省有分布的尚存疑问的种还有荠 (*Capsella bursa-pastoris* (Linn.) Medic.)、灰绿藜 (*Chenopodium glaucum* Linn.)、香附子 (*Cyperus rotundus* Linn.) 等。

(4) 分类学观点。不同类群分类学观点的问题主要体现在种的概念大小, 即两个或多个物种合并为一个种或者一个种分离为多个种。外来入侵植物涉及到一些世界性的大科或大属, 种类繁多, 多数种类形态特征相近, 而且外来入侵植物在新的生境中容易产生各种形态上的变异, 因此在外来入侵植物中因分类依据不一致而导致物种合并或分离的现象非常常见。如苍耳属 (*Xanthium*) 植物, 《Flora of China》中记载苍耳 (*Xanthium strumarium* Linn.) 的异名就有 27 个之多, 但有文献将《中国植物志》中所描述的蒙古苍耳 (*X. mongolicum* Kitag.) 和偏基苍耳 (*X. inaequilaterum* DC.) 均当作异名处理而合并成苍耳一个种<sup>[40]</sup>。另外酸浆属 (*Physalis*) 也存在同样的问题, 譬如毛酸浆在《Flora of China》中的学名为 *Physalis philadelphica* Lam., 而在《中国植物志》中的学名则为 *P. pubescens* Linn., 两者实为两个不同的物种, 尽管《Flora of China》对这一事实进行了澄清, 并说明 *P. pubescens* Linn. 为基于一份 *P. philadelphica* Lam. 标本的错误鉴定<sup>[41]</sup>, 但关于酸浆属的分类学问题并没有得到妥善解决, 尤其是入侵中国的酸浆属植物, 其形态特征具有诸多变异, 且物种之间存在杂交的可能, 导致野外酸浆属植物常常存在特征过渡的现象。同样的现象还存在于黑麦草属 (*Lolium*) 等植物中。针对这些情况, 有必要从进化的角度分析探讨这些类群的物种划分问题。

因此在入侵种甚至是外来种的认知及评估方面需要更加全面而深入研究, 包括谨慎的分类学研究、原产地考证等。

## 参考文献:

- [1] Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions[J]. *Divers Distrib*, 2000, 6(2): 93–107.
- [2] 陈明林, 张小平, 苏登山. 安徽省外来杂草的初步研究[J]. 生物学杂志, 2003, 20(6): 24–27.  
Chen ML, Zhang XP, Su DS. A preliminary study on the invasive weeds in Anhui[J]. *Journal of Biology*, 2003, 20(6): 24–27.
- [3] 胡刚, 张忠华, 董金廷, 梁士楚. 安徽淮北市外来入侵植物初步研究[J]. 合肥学院学报: 自然科学版, 2005, 15(2): 41–45.  
Hu G, Zhang ZH, Dong JT, Liang SC. A preliminary study on the alien invasive plants in Huaibei region of Anhui Province [J]. *Journal of Hefei University: Natural Sciences*, 2005, 15(2): 41–45.
- [4] 臧敏, 邱筱兰, 黄立发, 李永飞, 毛尚俊, 李典友. 安徽省外来植物研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(20): 5306–5308.  
Zang M, Qiu XL, Huang LF, Li YF, Mao SJ, Li DY. Study on the alien plants in Anhui Province[J]. *Journal of Anhui Agriculture Science*, 2006, 34(20): 5306–5308.
- [5] 何家庆, 葛结林. 安徽省外来入侵植物现状及与其他地区比较[J]. 安徽大学学报: 自然科学版, 2008, 32(4): 82–89.  
He JQ, Ge JL. The present situation of alien invasive plants in Anhui Province and a comparison with the other provinces in China [J]. *Journal of Anhui University: Natural Science*, 2008, 32(4): 82–89.
- [6] 张中信. 安庆师范学院新校区外来入侵植物调查[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(20): 48–50.  
Zhang ZX. Investigation on invasive plants in the new campus of Anqing Normal University [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2009, 15(20): 48–50.
- [7] 何冬梅, 鲁小珍, 伊贤贵, 胡海波. 安徽省蚌埠市外来入侵植物调查及对策研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 3081–3083.  
He DM, Lu XZ, Yi XG, Hu HB. Investigation and prevention measures on the invasive alien plants in Bengbu City of Anhui Province [J]. *Journal of Anhui Agriculture Science*, 2010, 38(6): 3081–3083.
- [8] 杨文斌, 刘坤, 周守标. 安徽新安江干流滩涂湿地草本植物区系及物种多样性[J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1433–1442.  
Yang WB, Liu K, Zhou SB. The flora and species diversity of herbaceous seed plants in wetlands along the Xin'anjiang River from Anhui [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(5): 1433–1442.
- [9] 闫小玲, 刘全儒, 寿海洋, 曾宪锋, 张勇, 陈丽, 刘演,

- 马海英, 齐淑艳, 马金双. 中国外来入侵植物的等级划分与地理分布格局分析[J]. 生物多样性, 2014, 22(5): 667–676.
- Yan XL, Liu QR, Shou HY, Zeng XF, Zhang Y, Chen L, Liu Y, Ma HY, Qi SY, Ma JS. The categorization and analysis on the geographic distribution patterns of Chinese alien invasive plants [J]. *Biodiversity Science*, 2014, 22(5): 667–676.
- [10] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 李德铎, 彭华. 中国种子植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [11] 陆树刚. 蕨类植物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [12] 马金双. 中国入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [13] 张帅, 郭水良, 管铭, 印丽萍, 张若轩. 我国入侵植物多样性的区域分异及其影响因素——以 74 个地区数据为基础[J]. 生态学报, 2010, 30(16): 4241–4256.
- Zhang S, Guo SL, Guan M, Yin LP, Zhang RX. Diversity differentiation of invasive plants at a regional scale in China and its influencing factors: according to analyses on the data from 74 regions[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(16): 4241–4256.
- [14] 吴晓雯, 罗晶, 陈家宽, 李博. 中国外来入侵植物的分布格局及其与环境因子和人类活动的关系[J]. 植物生态学报, 2006, 30(4): 576–584.
- Wu XW, Luo J, Chen JK, Li B. Spatial patterns of invasive alien plants in China and its relationship with environmental and anthropological factors[J]. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(4): 576–584.
- [15] 冯建孟, 董晓东, 徐成东. 中国外来入侵植物物种多样性的空间分布格局及与本土植物之间的关系[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(6): 50–57.
- Feng JM, Dong XD, Xu CD. Spatial patterns of species diversity of alien invasive plants in China and their relationship with native plants [J]. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2010, 32(6): 50–57.
- [16] 李中林, 洪欣, 刘坤, 项贤领, 秦卫华, 周守标. 中国大陆茜草科一新归化种——双角草[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2014(5): 475–476.
- Li ZL, Hong X, Liu K, Xiang XL, Qin WH, Zhou SB. *Diodia virginiana*, A newly naturalized species of Rubiaceae in mainland China[J]. *Journal of Anhui Normal University: Natural Science*, 2014(5): 475–476.
- [17] 严靖, 闫小玲, 王樟华, 李惠茹, 马金双. 安徽省 5 种外来植物新记录[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(3): 109–111.
- Yan J, Yan XL, Wang ZH, Li HR, Ma JS. New records of five species of alien plants in Anhui Province[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2014, 24(3): 109–111.
- [18] 王樟华, 严靖, 闫小玲, 李惠茹, 马金双. 中国菊科一新归化植物——白花金纽扣(英文)[J]. 热带亚热带植物学报, 2015(6): 643–646.
- Wang ZH, Yan J, Yan XL, Li HR, Ma JS. *Acmella radicans* var. *debilis* (Kunth) R. K. Jansen (Asteraceae), a newly naturalized plant in China[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2015(6): 643–646.
- [19] Bai F, Chisholm R, Sang WG, Dong M. Spatial risk assessment of alien invasive plants in China[J]. *Environ Sci Technol*, 2013, 47(14): 7624–7632.
- [20] Huang QQ, Wu JM, Bai YY, Zhou L, Wang GX. Identifying the most noxious invasive plants in China: role of geographical origin, life form and means of introduction [J]. *Biodivers Conserv*, 2009, 18(2): 305–316.
- [21] Mack RN, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M, Bazzaz FA. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control[J]. *Ecol Appl*, 2000, 10(3): 689–710.
- [22] Pyšek P, Richardson DM, Pergl J, Jarošík V, Sixtová Z, Weber E. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology[J]. *Trends Ecol Evol*, 2008, 23(5): 237–244.
- [23] Barrett SCH, Colautti RI, Eckert CG. Plant reproductive systems and evolution during biological invasion[J]. *Mol Ecol*, 2008, 17(1): 373–83.
- [24] Wu SH, Sun HT, Teng YC, Rejmánek M, Chaw SM, Yang TYA, Hsieh CF. Patterns of plant invasions in China: Taxonomic, biogeographic, climatic approaches and anthropogenic effects[J]. *Biol Invasions*, 2010, 12(7): 2179–2206.
- [25] 冯建孟, 董晓东, 徐成东. 中国外来入侵植物区系组成的大尺度格局及其气候解释[J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(2): 159–164.
- Feng JM, Dong XD, Xu CD. Spatial patterns of floristic composition of invasive alien plants in large scale and their climatic interpretation [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2009, 27(2): 159–164.
- [26] Guo QF, Qian H, Ricklefs RE, Xi WM. Distribution of exotic plants in eastern Asia and North America[J]. *Ecol Lett*, 2006, 9: 827–834.
- [27] 朱丽, 马克平. 洲际入侵植物生态位稳定性研究进展[J]. 生物多样性, 2010, 18(6): 547–558.
- Zhu L, Ma KP. On the niche stasis of intercontinental invasive plants[J]. *Biodiversity Science*, 2010, 18(6): 547–558.
- [28] 王宁, 李卫芳, 周兵, 闫小红. 中国入侵克隆植物入侵性、克隆方式及地理起源[J]. 生物多样性, 2016, 24(1): 12–19.
- Wang N, Li WF, Zhou B, Yan XH. Invasiveness, clonal form and geographical origin of invasive clonal plant species in China[J]. *Biodiversity Science*, 2016, 24(1): 12–19.

- [29] 杨博, 央金卓嘎, 潘晓云, 徐海根, 李博. 中国外来陆生草本植物: 多样性和生态学特性[J]. 生物多样性, 2010, 18(6): 660–666.  
Yang B, Yangjin Zhuoga, Pan XY, Xu HG, Li B. Alien terrestrial herbs in China: diversity and ecological insights [J]. *Biodiversity Science*, 2010, 18(6): 660–666.
- [30] Axmacher JC, Sang WG. Plant invasions in China—challenges and chances[J]. *PLoS One*, 2013, 8(5): 1–9.
- [31] 胡长松, 陈瑞辉, 董贤忠, 周明华, 巫忆陵. 江苏粮食口岸外来杂草的监测调查[J]. 植物检疫, 2016, 30(4): 63–67.  
Hu CS, Chen RH, Dong XZ, Zhou MH, Wu YL. Monitoring surveys of exotic weeds in Jiangsu grain ports [J]. *Plant Quarantine*, 2016, 30(4): 63–67.
- [32] 汪远, 李惠茹, 马金双. 上海外来植物及其入侵等级划分[J]. 植物分类与资源学报, 2015, 37(2): 185–202.  
Wang Y, Li HR, Ma JS. Alien plants in Shanghai and the rating of their invasion[J]. *Plant Diversity and Resources*, 2015, 37(2): 185–202.
- [33] 闫小玲, 寿海洋, 马金双. 中国外来入侵植物研究现状及存在的问题[J]. 植物分类与资源学报, 2012, 34(3): 287–313.  
Yan XL, Shou HY, Ma JS. The problem and status of the alien invasive plants in China [J]. *Plant Diversity and Resources*, 2012, 34(3): 287–313.
- [34] 王秋实, 汪远, 闫小玲, 曾宪锋, 马金双, 李宏庆. 假刺苋——中国大陆一新归化种[J]. 热带亚热带植物学报, 2015(3): 284–288.  
Wang QS, Wang Y, Yan XL, Zeng XF, Ma JS, Li HQ. *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. — A newly naturalized plant of mainland of China [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2015(3): 284–288.
- [35] 张幼法, 马丹丹, 谢文远, 李修鹏, 杨紫峰. 中国大陆归化新记录植物——短舌花金纽扣[J]. 浙江林业科技, 2014(1): 75–76.  
Zhang YF, Ma DD, Xie WY, Li XP, Yang ZF. *Acmella brachyglossa*, new record of naturalized in mainland China [J]. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 2014(1): 75–76.
- [36] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 25 卷, 第 2 分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [37] Bao BJ, Clemants SE, Borsch T. *Amaranthaceae* [M]// Wu ZY, Raven PH, eds. *Flora of China*: Vol. 9. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2003: 415–429.
- [38] Carretero JL. *Hydrocotyle verticillata* Thunb. (Umbelliferae) en la flora iberica [J]. *Fl Montibér*, 1997, 5: 63.
- [39] Zhu GL, Mosyakin SL, Clemants SE. *Chenopodiaceae* [M]// Wu ZY, Raven PH, eds. *Flora of China*: Vol. 5. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2003: 383.
- [40] Chen YS, Hind DJN. *Xanthium* [M]// Wu ZY, Raven PH, eds. *Flora of China*: Vol. 21. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2011: 875–876.
- [41] Zhang ZY, Lu AM, D'Arcy WG. *Solanaceae* [M]// Wu ZY, Raven PH, eds. *Flora of China*: Vol. 17. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 1994: 312.

(责任编辑: 张平)