



农业资源与环境学报

CSCD 核心期刊
中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

保定市清苑区外来入侵植物及其入侵风险评估

宋佳琳, 王慧, 刘红梅, 张飞雪, 张海芳, 杨殿林, 赵建宁

引用本文:

宋佳琳, 王慧, 刘红梅, 张飞雪, 张海芳, 杨殿林, 赵建宁. 保定市清苑区外来入侵植物及其入侵风险评估[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(2): 314–323.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2022.0221>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

渤海湾外来浮游植物物种及其入侵途径分析

蒲阿敏, 张贝贝, 贾鹏, 王庆改

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 477–483 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0118>

两种不同生境对豚草入侵影响的实验研究

郭涛, 邝继云, 吕洁杰, 廖斌

农业资源与环境学报. 2015, 32(5): 511–516 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2015.0086>

29种水生植物对农村生活污水净化能力研究

张倩妮, 陈永华, 杨皓然, 陈明利, 柳俊

农业资源与环境学报. 2019, 36(3): 392–402 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0235>

内蒙古某铁矿尾矿库生态修复区的植被恢复效果

田佳榕, 马伟波, 戚旭东, 许素, 徐雁南, 李海东

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 601–608 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0331>

入侵植物黄顶菊不同器官和不同发育阶段DNA表观遗传多样性变化特征

张思宇, 全志星, 田佳源, 杨殿林, 刘红梅, 王慧

农业资源与环境学报. 2019, 36(3): 368–375 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0243>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

宋佳琳, 王慧, 刘红梅, 等. 保定市清苑区外来入侵植物及其入侵风险评估[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(2): 314–323.

SONG J L, WANG H, LIU H M, et al. Invasive plants and their risk assessment in Qingyuan District, Baoding City[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2023, 40(2): 314–323.

保定市清苑区外来入侵植物及其入侵风险评估

宋佳琳^{1,2}, 王慧², 刘红梅², 张飞雪^{1,2}, 张海芳², 杨殿林², 赵建宁^{2*}

(1. 东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030; 2. 农业农村部环境保护科研监测所, 农业农村部产地环境污染防控重点实验室/天津市农业环境与农产品安全重点实验室, 天津 300191)

摘要: 在全面调查保定市清苑区外来入侵植物现状的基础上, 本研究对清苑区外来入侵植物进行风险评估, 为进一步开展全国外来物种调查评估提供基础数据和评估方法支撑。研究采用清查、踏查、访问调查、样地调查等方法调查了保定市清苑区不同区域外来入侵植物种类、空间分布、盖度、面积、危害程度、社会经济影响和生态损失, 运用层次分析法(AHP)对入侵植物的传入风险、生物学特征、扩散特征、已入侵现状、危害和影响、防除难度进行综合评估, 评估其危害和风险等级。调查发现, 保定市清苑区外来入侵植物共33种, 隶属于13科24属。数量最多的为菊科, 共9种, 占总种数的27.27%, 其次为苋科, 共5种, 占15.15%。入侵植物中有意引入的有20种, 占60.61%; 无意引入的有10种, 占30.30%; 自然扩散的有3种, 占9.09%。入侵植物中草本植物有30种, 占90.91%; 原产地为美洲的19种, 占57.58%; 产自欧洲的有10种, 占30.30%。清苑区北店乡是发现入侵植物种数最多的乡镇, 共发现22种。风险评估结果表明, 保定市清苑区 I 级外来入侵植物有2种, II 级植物3种, III 级植物2种, IV 级植物8种, V 级植物18种, 其中危害程度最大的入侵植物是大狼把草和黄顶菊。研究表明, 保定市清苑区入侵物种数量不多, 风险等级高的入侵植物较少, 建议对黄顶菊等恶性入侵植物加强监测。

关键词: 保定市; 外来入侵植物; 外来物种调查; 层次分析法(AHP); 风险评估

中图分类号: X45

文献标志码: A

文章编号: 2095-6819(2023)02-0314-10

doi: 10.13254/j.jare.2022.0221

Invasive plants and their risk assessment in Qingyuan District, Baoding City

SONG Jialin^{1,2}, WANG Hui², LIU Hongmei², ZHANG Feixue^{1,2}, ZHANG Haifang², YANG Dianlin², ZHAO Jianing^{2*}

(1. School of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Key Laboratory of Environmental Pollution Prevention and Control in Production Area/Tianjin Key Laboratory of Agricultural Environment and Agricultural Product Safety, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin 300191, China)

Abstract: Based on a comprehensive investigation of invasive alien plants in Qingyuan District, Baoding City, this study conducted a risk assessment of the invasive alien plants in Qingyuan District, and provided basic data and evaluation methods for further investigation and evaluation of alien species across the country. The species, spatial distribution, coverage, area, degree of damage, and socio-economic and ecological loss of invasive alien plants in different areas of Qingyuan District of Baoding City were investigated through inventory, step-by-step surveys, interview surveys, and sample plot surveys. The introduction risk, biological characteristics, spread characteristics, status of invasion, harm and impact, and control difficulty of invasive plants were comprehensively assessed, along with their hazard and risk levels. The survey found 33 species of invasive plants in Qingyuan District, Baoding City, belonging to 13 families and 24 genera. Compositae had the largest number, with nine species, accounting for 27.27% of the total species. This was followed by five species of Amaranthaceae

收稿日期: 2022-04-21 录用日期: 2022-06-21

作者简介: 宋佳琳(1994—), 女, 黑龙江双鸭山人, 硕士研究生, 从事农业生物多样性与生态农业研究。E-mail: songjialin1994@163.com

*通信作者: 赵建宁 E-mail: zhaojn2008@163.com

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程

Project supported: The Technology Innovation Program of the Chinese Academy of Agricultural Sciences

<http://www.aed.org.cn>

accounting for 15.15% of invasive species. Twenty species were introduced intentionally, accounting for 60.61%; ten species were introduced unintentionally, accounting for 30.30%; and three species were naturally diffused, accounting for 9.09%. Of the invasive species, there were 30 herbs, accounting for 90.91% of invasive species. The origin of 19 species was from America, accounting for 57.58%, followed by 10 species from Europe, accounting for 30.30%. Beidian Township of Qingyuan District had the largest number of invasive plant species, with 22 species. The results of the risk assessment showed that there were two species of class I invasive alien plants, three species of class II plants, and two species of class III plants in Qingyuan District, Baoding City. Additionally, there were 8 grade IV plants and 18 grade V plants. The most harmful of these invasive plants on the risk assessment scale are *Bidens frondosa* and *Flaveria bidentis*. While the number of invasive species in the Qingyuan District of Baoding is not high, there are a few invasive plants with high-risk levels. Therefore, it is recommended to strengthen the monitoring of those invasive plants.

Keywords: Baoding City; invasive alien plants; alien species investigation; analytic hierarchy process (AHP); risk assessment

随着经济全球化以及国际贸易的快速发展,外来入侵植物对世界的经贸发展和生态环境造成巨大损失^[1]。外来入侵植物不仅造成生态环境恶化、生物多样性减少,还会危害农林业生产,甚至危及人类的健康安全,因此引起人们的广泛关注。中国幅员辽阔,由于对外贸易的迅速发展,外来入侵物种数量正在急剧增加^[2]。《2020年中国生态环境状况公报》显示,我国已发现660多种外来物种^[3],每年造成的经济损失已达1 198亿元,占国内生产总值的1.36%^[4]。当前,我国的外来入侵物种数量还在不断增多,给农业生产造成了损害,破坏了生态环境,同时,随着气候变化、国际贸易的迅速发展,外来入侵植物的危害还在不断加剧^[5-7]。

依据《中国外来入侵物种名单》和《国家重点管理外来入侵物种名录》^[8-12],本研究在全面调查保定市清苑区外来入侵植物入侵现状的基础上,结合保定市清苑区的自然状况,运用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 对清苑区的外来入侵植物进行风险评估,建立一套适宜于当地生态环境和经济发展现状的风险评估指标体系,提出保定市清苑区外来入侵植物的管理和防范对策,为进一步开展全国外来物种普查提供技术和方法支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区域

清苑区隶属于河北省保定市,地理坐标位于115°13'30"~115°45'30"E,38°33'30"~38°55'36"N。研究区域气候属于典型的温带大陆性季风气候,春季易旱,夏季多雨,年均气温为12.3℃,年均降水量537.8 mm^[13]。

1.2 调查研究方法

1.2.1 清查

根据《中国外来入侵物种名单》和《国家重点管理

外来入侵物种名录》,结合《中国生态环境状况公报》、植物志等文献,对清苑区的农业入侵植物进行清查,形成外来入侵植物调查清单^[14-16]。

1.2.2 踏查

依据该区域的土地利用现状和种植模式设置踏查点,踏查点均匀分布于主体乡镇,从而确定外来入侵物种踏查路线,本研究于2021年5月对保定市清苑区18个乡镇的46个踏查点进行全面踏查(图1)。农田踏查时采用平行线法和对角线法,取样点呈点片不均匀分布时采用“Z”字形法踏查,记录踏查点位置、生境、主要入侵物种、发生面积及危害程度等。

1.2.3 访问调查

为了更好地补充年际差异,本研究在踏查过程中开展了访问调查,通过走访当地农资经销商、农户、植保站等,询问入侵植物的发生面积及危害程度^[17]。将保定市清苑区的农资经销商按照乡镇划分,在18个乡镇中的每一个乡镇,随机抽取农资经销商,了解入侵植物的种类、发生地点、发现时间、面积、危害程度及损失等^[18]。

1.2.4 样地调查

根据踏查结果,依据《中国外来入侵物种名单》和《国家重点管理外来入侵物种名录》,选取重大危害入侵植物,在其暴发区、新发区及高危风险区等重点区域开展样地调查,测算入侵植物样方内的盖度、数量、高度、危害程度、经济影响、生态影响和潜在扩散风险。

样地调查时,在重大危害入侵植物发生的重点区域,设置1 m²(1 m×1 m)样方;每个区域内设置10个样方,每个样方之间的距离不小于5 m。对样方内的所有植物种类、数量及盖度进行统计。如果调查对象为攀援植物,需要测量攀援高度。

1.3 数据分析

根据调查获得的植物种类、数量和盖度等数

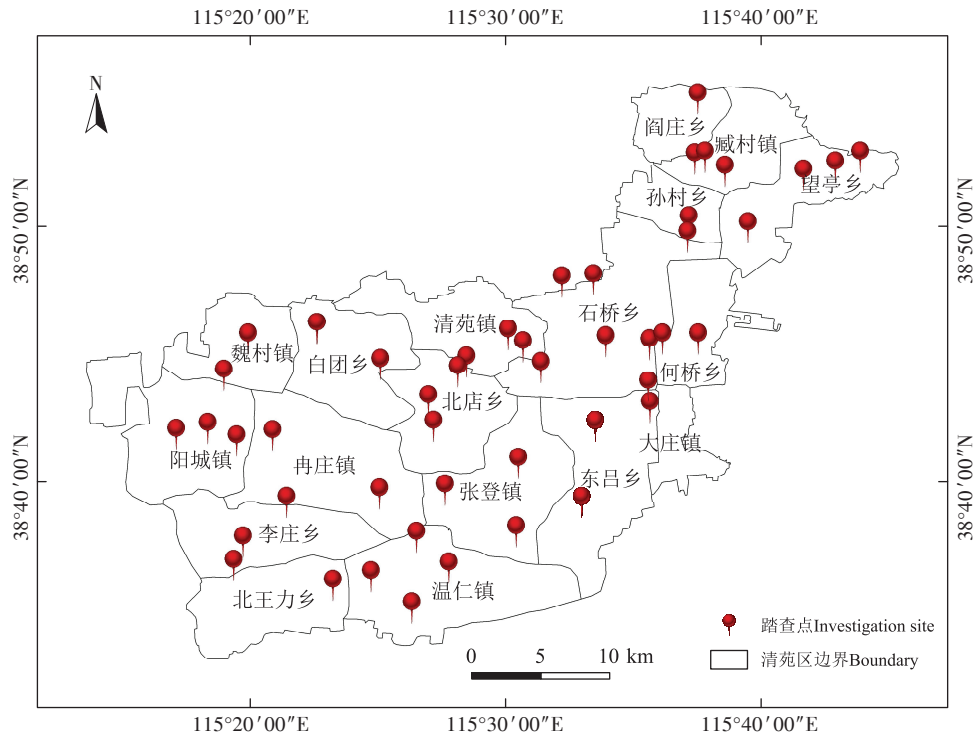


图1 保定市清苑区入侵植物踏查点

Figure 1 Investigation on invasive plants in Qingyuan District of Baoding City

据,计算该物种的频度、盖度、密度^[19-21],具体如下:频度为调查样方中发现的植物的样方数占调查总样方数的百分比(%);盖度为样方内植株枝叶覆盖面积占样方面积的百分比(%);密度为样方内植株数量与样方面积之比(%)。

1.4 风险评估方法

根据清苑区外来入侵植物的分布情况、危害现状、经济损失等,运用层次分析法对清苑区的外来入侵植物进行风险评估,建立了一套适应清苑区的外来入侵植物风险评估体系。评估体系应严格遵循科学系统性、完整性、操作性和实用性等基本原则,以满足本地外来物种管理者的需求。在权重分配方面,运用层次分析法对入侵植物不同层次和指标的权重进行了确定,且在不同等级的指标中,每个因素都有不同的得分。

指标的选取综合考虑了外来入侵植物的生物学特征,并结合保定不同于其他省份的特有特征,如地理位置、气候、与周边地区的联系以及外来植物对当地经济、农业、旅游业的影响^[22],确定了6项一级指标、19个二级指标、47个三级指标^[23-24](表1)。其中,二级指标中的频度、盖度、密度数据均源自研究区域植物样方调查数据。

运用层次分析法建立层次结构模型,构造成对比矩阵,计算层次指标权重值^[25]。通过算数平均法,运用公式(1)计算各指标权重,然后对层次总排序及其一致性进行检验。

$$\omega_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (1)$$

计算步骤:

- ①矩阵A的元素按列归一化,即求 $a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj}$;
- ②将归一化后的各列相加;
- ③将求和后的向量除以 n 即得权重向量。

通过计算得到,一级指标传入风险、生物学特征、扩散特征、已入侵现状、危害和影响、防除难度的权重分别为0.08、0.19、0.19、0.24、0.22、0.08^[26]。二级指标使用相同的计算方法。根据以上权重的计算结果对三级指标按照不同程度和等级赋值,构建清苑区外来入侵植物风险评估体系(表1)。

2 结果与分析

2.1 保定市清苑区外来入侵植物的基本情况

调查结果显示,保定市清苑区有33种外来入侵

表1 清苑区外来入侵植物风险评估体系

Table 1 Risk assessment system of alien invasive plants in Qingyuan District

一级指标 First-level index		二级指标 Secondary index		三级指标(评分标准) Third-level index (Scale of marks)	
指标 Index	分值 Score	指标 Index	分值 Score	指标 Index	分值 Score
传入风险 A ₁	8	传入途径	4	有意引入	2
				无意引入	1.5
		是否被列入中国外来入侵物种名单	4	自然扩散	0.5
				是	4
生物学特征 A ₂	19	能否在自然界建立自我更新和繁殖种群	2	否	0
				是	2
		生活史	3	否	0
				1~2年生	2
		种子繁殖能力	6	多年生	1
				数量大且易萌发	4
				数量一般且易萌发	2
				数量少或不易萌发	0
		种子有无特殊的形态特征(钩刺、冠毛、翅等)	3	有	2
				无	1
扩散特征 A ₃	19	生长速度	6	有	3
				无	1
				未知	0
		扩散途径和距离	13	快	3
				一般	2
				慢	1
已入侵现状 A ₄	24	频度	6	仅能利用风、水流、生物携带、运输工具等1~2种途径进行短距离扩散	3
				利用上述1~2种途径进行较长距离扩散	4
				可利用多种途径进行较长距离扩散	6
		盖度	6	高(>60%)	3
				中(30%~60%)	2
				低(<30%)	1
		密度	6	高(>60%)	3
				中(30%~60%)	2
				低(<30%)	1
		国内该物种的分布情况	6	高(>60%)	3
				中(30%~60%)	2
				低(<30%)	1
危害和影响 A ₅	22	影响作物生长	12	国内大部分地区均有分布	3
				1/3以上省份有分布	2
				个别省份有分布	1
		对人畜的影响	6.5	轻,局部发生危害	2
				中,危害面积较小	4
				重,危害面积较大	6
		影响生物多样性	3.5	大	4
				小	2.5
				无	0
防治难度 A ₆	8			大	2
				中	1
				小	0.5
防治难度 A ₆	8			防控难度大,成本高	4
				防控难度中等,成本中等	3
				防控难度低,成本低	1

植物,隶属于13科24属(表2、图2)。数量最多的为菊科,共9种,占总种数的27.27%。其次为苋科,共5种,占总种数的15.15%。禾本科共3种,占总种数的9.09%。藜科、茄科、十字花科、旋花科、锦葵科和豆科各2种,各占总种数的6.06%;大戟科、葡萄科、漆树科和石竹科各1种,各占总种数的3.03%。

通过查阅文献发现清苑区33种外来入侵植物中,有20种是有意引入的入侵植物,占总种数的60.61%;有10种是无意引入的,占外来入侵植物总种数的30.30%;自然扩散的有3种,占外来入侵植物总种数的9.09%。

按照植物的生活型,将清苑区外来入侵植物分为草本、藤本和木本植物,草本植物又分为一年生草本和多年生草本。其中:一年生草本植物有26种,占总入侵植物种数的78.79%;多年生草本有4种,占总入侵植物种数的12.12%;藤本植物1种,占3.03%;木本植物2种,占6.06%。这说明清苑区的外来入侵植物以草本植物为主,占全部入侵物种的90.91%,共计30种。

通过中国外来入侵物种信息系统确定入侵植物原产地(<http://www.iplant.cn/ias/>)。根据保定市清苑区外来入侵植物种属特征,对比原产地气候类型,对各入侵植物进行原产地分析(少量植物存在同时来自不同原产地的情况,均重复统计)。结果发现清苑区入侵植物的原产地包括东非、美国、北非、中亚、西亚、欧洲、地中海沿岸、印度、非洲、南美洲、北美洲、热带美洲、美洲、墨西哥等国家和地区,原产地范围非常广泛。大多数入侵植物的原产地为美洲地区,共19种,占清苑区外来入侵植物总种数的57.58%;其次是原产地为欧洲的植物,有10种,占总种数的30.30%;产自亚洲的有5种,占总种数的15.15%;产自非洲的有3种,占总种数的9.09%;1种来源不明,占总数的3.03%。

2.2 清苑区入侵植物的分布格局

根据调查发现,清苑区北店乡是发现入侵植物种数最多的乡镇,共发现22种,其次是李庄乡、魏村镇、北王力乡和臧村镇,分别发现12、11、11种和10种。白团乡和阳城镇均发现9种。物种数在5~8种的乡镇有5个,分别是望亭镇(8种)、温仁镇(7种)、阎庄乡(7种)、孙村乡(6种)和石桥乡(5种);物种数在5种以下的乡镇有5个,分别是大庄镇(4种)、冉庄镇(4种)、清苑镇(3种)、何桥乡(3种)和张登镇(1种)。由此可以看出,可能受河流和道路的影响,清苑区中部入侵物种数最多,西部和东北部区域入侵物种数次

之,东部区域入侵物种数最少(图3)。

在清苑区调查的46个踏查点中,有16种入侵植物的出现频率 $\geq 5\%$ (图4)。其中频度超过50%(即在超过23个踏查点均有分布)的入侵植物有1种,是藜科的小藜,出现频率达89%;出现频率小于5%的有17种,即在各个踏查点出现次数为1~2次。出现频率较高($>15\%$)的9个入侵植物物种中,反枝苋入侵分布的乡镇有阳城镇、李庄乡、臧村镇和北店乡,中度危害的生境包括耕地、农田边界和村落周边,轻度发生的生境是公路边,主要危害农林业生产,危害面积245.27 hm^2 ;节节麦入侵分布的乡镇包括魏村镇、李庄乡、臧村镇、望亭镇、阎庄乡、清苑镇、阳城镇、石桥乡和大庄镇,其中阳城镇属中度入侵,其余乡镇是轻度入侵,发生生境以小麦耕地为主,偶见荒地发生,主要危害农林业生产,危害面积721.85 hm^2 ;小蓬草入侵分布的乡镇有魏村镇、阳城镇、李庄乡、北王力乡、温仁镇、清苑镇、望亭镇、石桥乡、何桥乡和北店乡,发生生境包括耕地、果园、荒地、林地和村落周边,主要危害农林业生产和生态系统,危害面积204.6 hm^2 。

2.3 风险评估体系验证

研究选取15种植物进行风险评估体系验证,并将其分成3类:第一类为保定市清苑区现有的外来入侵植物;第二类为《中国外来入侵物种名单》公布的未在保定市清苑区发现的外来入侵植物;第三类为对环境不会造成严重危害的常见外来栽培植物。每一类选取5种植物,验证结果见表3。对15种植物进行风险评估,结果均客观反映了外来入侵植物的实际入侵风险,验证了本研究所构建的风险评估体系的客观性和实用性。

2.4 保定市清苑区外来入侵植物风险评估

对保定市清苑区33种外来入侵植物进行风险评估,评价结果见表2。本研究以保定市清苑区外来入侵植物的风险评价价值为依据,对33种植物进行了风险分级,共划分为5个等级。Ⅰ级入侵植物在保定市清苑区分布广泛,已对生态和经济产生了严重的影响,得分大于45;Ⅱ级入侵植物在保定市清苑区广泛分布,对当地的生态和经济产生了较大影响,分值在40~44.5之间;Ⅲ级入侵植物在清苑区局部分布,并对当地造成一定的危害,但迄今还没有在国内造成大规模危害,分值在35~39.5之间;Ⅳ级入侵植物在清苑区局部分布,根据其生物学和生态学特点,可以断定其危害程度不高或不明显,且很难形成新的入侵态势,分值30~34.5之间;Ⅴ级入侵植物在清苑区分布

表 2 保定市清苑区外来入侵植物种类统计

Table 2 Species of alien invasive plants in Qingyuan District of Baoding City

科名 Family name	属名 Genus name	物种名 Species	入侵等级(得分) Invasion level(Score)
石竹科 Caryophyllaceae	肥皂草属 <i>Saponaria</i> L.	肥皂草 <i>Saponaria officinalis</i> L.	V (25)
藜科 Chenopodiaceae	藜属 <i>Chenopodium</i> L.	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i> L.	V (29)
		小藜 <i>Chenopodium album</i> L.	V (29)
苋科 Amaranthaceae	苋属 <i>Amaranthus</i> L.	凹头苋 <i>Amaranthus lividus</i> L.	V (28)
		反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	II (44)
		合被苋 <i>Amaranthus polygonoides</i> L.	IV (33)
		苋 <i>Amaranthus tricolor</i> L.	IV (31.5)
		北美苋 <i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	V (23.5)
十字花科 Cruciferae	芥属 <i>Capsella</i> Medic.	芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	V (26)
	碎米荠属 <i>Cardamine</i> L.	弯曲碎米荠 <i>Cardamine flexuosa</i> With.	IV (32)
锦葵科 Malvaceae	苘麻属 <i>Abutilon</i> Miller	苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	V (26.5)
	木槿属 <i>Hibiscus</i> Linn.	野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i> L.	V (27)
豆科 Leguminosae	紫穗槐属 <i>Amorpha</i> Linn.	紫穗槐 <i>Amorpha frutcosa</i> L.	V (24.5)
	车轴草属 <i>Trifolium</i> Linn.	白车轴草 <i>Trifolium repens</i> L.	V (21.5)
大戟科 Euphorbiaceae	蓖麻属 <i>Ricinus</i> L.	蓖麻 <i>Ricinus communis</i> L.	V (28)
漆树科 Anacardiaceae	盐肤木属 <i>Rhus</i> L.	火炬树 <i>Rhus typhina</i> L.	V (26.5)
葡萄科 Vitaceae	地锦属 <i>Parthenocissus</i> Planch.	五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	IV (32)
旋花科 Convolvulaceae	牵牛属 <i>Pharbitis</i> Choisy	牵牛 <i>Pharbitis nil</i> (L.) Choisy	IV (30)
		圆叶牵牛 <i>Pharbitis purpurea</i> (L.) Voigt	III (35)
茄科 Solanaceae	曼陀罗属 <i>Datura</i> L.	曼陀罗 <i>Datura stramonium</i> L.	V (27)
		毛曼陀罗 <i>Datura innoxia</i> Mill.	V (27)
菊科 Compositae	苦苣菜属 <i>Sonchus</i> L.	花叶滇苦菜 <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	V (27)
		苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	IV (34.5)
	黄顶菊属 <i>Flaveria</i> <i>bidentis</i> L.	黄顶菊 <i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze	I (46.5)
	向日葵属 <i>Helianthus</i> L.	菊芋 <i>Helianthus tuberosus</i> L.	V (26.5)
	鬼针草属 <i>Bidens</i> L.	婆婆针 <i>Bidens bipinnata</i> L.	V (29)
		大狼把草 <i>Bidens frondosa</i> L.	I (45.5)
	飞蓬属 <i>Erigeron</i> L.	小蓬草 <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	II (40)
	秋英属 <i>Cosmos</i> Cav.	秋英 <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	V (26.5)
	百日菊属 <i>Zinnia</i> L.	多花百日菊 <i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	IV (33)
	黑麦草属 <i>Lolium</i> L.	黑麦草 <i>Lolium perenne</i> L.	IV (34)
	山羊草属 <i>Aegilops</i> Linn.	节节麦 <i>Aegilops tauschii</i> Coss	II (42)
	燕麦属 <i>Avena</i> Linn.	野燕麦 <i>Avena fatua</i> L.	III (39.5)

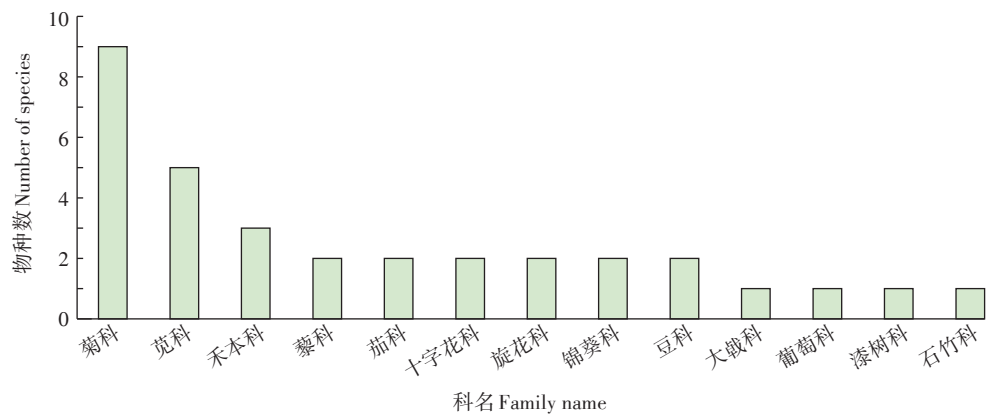


图 2 清苑区外来入侵植物组成及数量

Figure 2 Composition and quantity of invasive plants in Qingyuan District

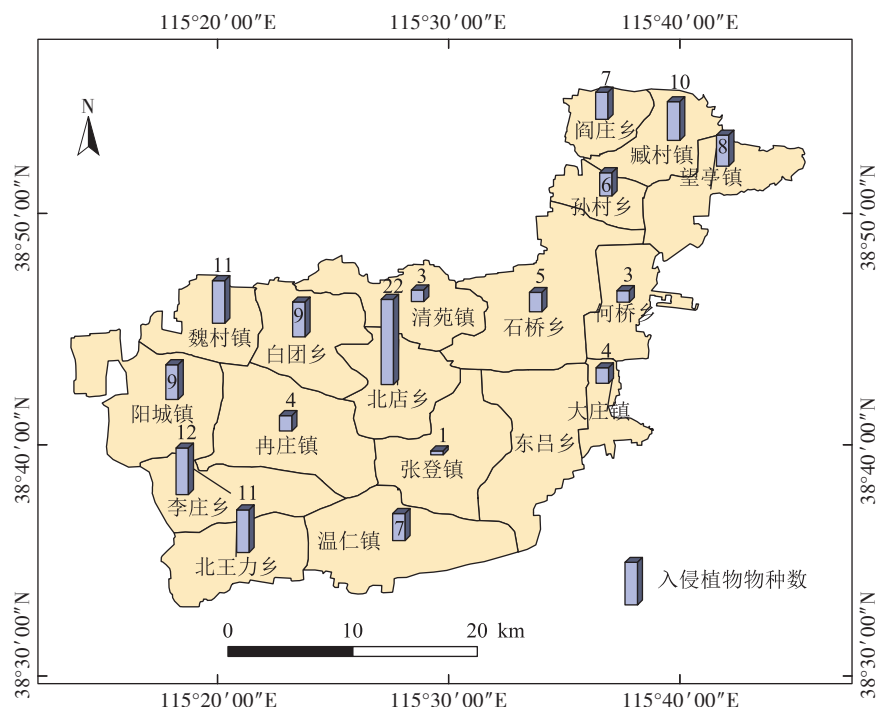
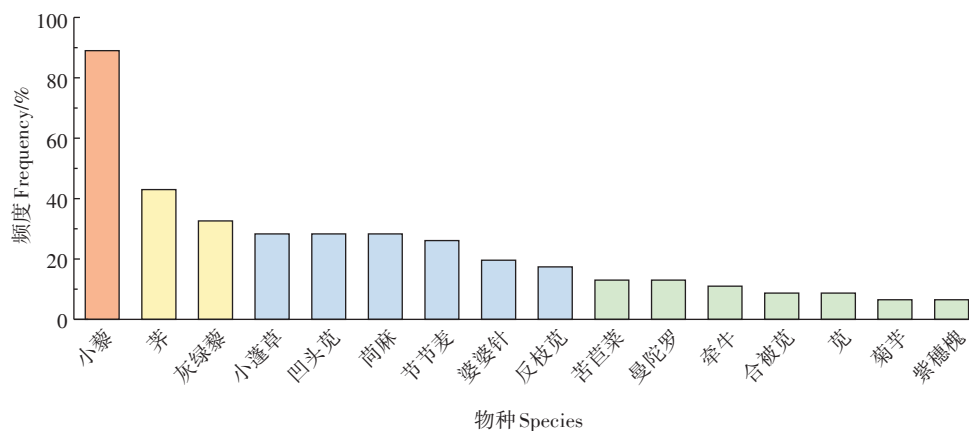


图3 清苑区各乡镇外来入侵植物分布图

Figure 3 Distribution of invasive plants in village and town of Qingyuan District

图4 清苑区入侵植物频度($\geq 5\%$)分布图Figure 4 Frequency ($\geq 5\%$) distribution of invasive plants in Qingyuan District

范围很小,目前没有对经济和生态环境造成危害,但不能明确它们未来的发展趋势,分值小于30分。

评估结果表明,保定市清苑区 I 级外来入侵植物有 2 种,分别为黄顶菊(*Flaveria bidentis* (L.) Kuntze) 和大狼把草(*Bidens frondosa* L.); II 级外来入侵植物有 3 种,包括反枝苋(*Amaranthus retroflexus* L.)、节节麦(*Aegilops tauschii* Coss.) 和小蓬草(*Conyza canadensis* (L.) Cronq.); III 级入侵植物有野燕麦和圆叶牵牛 2 种; IV 级入侵植物有苦苣菜、弯曲碎米荠等 8 种; V 级入侵植物有婆婆针、灰绿藜等 18 种。黄顶菊和节节

麦是外来农业有害生物,已经对河北省农业生产和生态环境构成威胁,需要重点防控。

3 讨论

本研究通过野外实地调查发现保定市清苑区有 33 种外来入侵植物,隶属于 13 科 24 属,但调查发现清苑区存在恶性入侵植物大狼把草和黄顶菊,繁殖能力强,防治难度大,一旦扩散会对清苑区造成严重经济社会损失,需要定期开展外来物种普查,以便准确掌握外来物种入侵情况,根据普查结果制定相应的防

表3 外来植物的验证结果

Table 3 Validation results for 15 exotic plants

类 Classification	物种名 Species	拉丁名 Latin name	分值 Score
第一类	黄顶菊	<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze	46.5
	大狼把草	<i>Bidens frondosa</i> L.	45.5
	反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	44
	节节麦	<i>Aegilops tauschii</i> Coss.	42
	小蓬草	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	40
第二类	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	48
	互花米草	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.	45
	豚草	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	47
	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i> L.	50
	大藻	<i>Pistia stratiotes</i> L.	48
第三类	苘麻	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	26.5
	牵牛	<i>Pharbitis nil</i> (L.) Choisy	30
	曼陀罗	<i>Datura stramonium</i> L.	27
	秋英	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	26.5
	菊芋	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	26.5

控措施。

研究表明,中国的入侵植物以菊科、豆科、禾本科和苋科为主^[27]。保定市清苑区的外来入侵植物也体现了这一特点,从种类分布来看,保定市清苑区的外来入侵植物种类比较丰富。从入侵植物的生活型来看,清苑区的外来入侵植物多为一年生草本,这与其具有较好的适应性、较强的繁殖力和较多的种子^[20]密切相关。分析清苑区外来植物的原产地发现,美洲入侵植物在清苑区占有较大比例,这与中国外来物种的总体传入来源吻合^[28],说明美洲植物对清苑区生境的适应性较强。另外,入侵植物的水平分布格局与植物特性和当地生境息息相关,生长速度快、扩散能力强的植物受河流、道路以及人口流动的影响,入侵的可能性大。虽然小藜的出现频率最高,但经过风险评估后发现其分值较低,对环境造成的影响较小。小蓬草分布范围最广,危害面积大,应加强对其防治力度。植物的生理反应和代谢机制会对环境产生影响。小蓬草分泌化感物质抑制附近植物的生长^[29]。苋属植物可分泌有化感作用的化合物抑制其他植物发芽和生长^[30]。黄顶菊的根能产生一种分泌物,抑制其他植物生长^[31]。

本研究建立的外来入侵植物评估指标体系综合考虑了多种因素,包括传入风险、繁殖特征、扩散特征、已入侵现状、危害和影响以及防治难度。评估指标的选取参考了宁波市^[2]、大连市^[22]、厦门市^[32]等地的

入侵植物风险评估体系,在评估外来入侵植物繁殖能力时,综合考虑了外来入侵植物的生物学特征,增设了能否在自然界建立自我更新和繁殖种群、种子有无特殊的形态特征(钩刺、冠毛、翅等)、是否有营养生殖器官等评估指标,弥补了以上评估体系对外来入侵植物繁殖能力评估的缺陷。相较于以往对指标进行主观赋值,该体系增设了对研究区域植物样方数据(频度、盖度、密度)的评估指标,使其评估结果具备一定的客观性。各指标通过建立层次结构模型,构造成对判断矩阵,运用算术平均法计算权重,对层次总排序及其一致性进行检验,确定判断矩阵的一致性。根据权重计算结果对各指标进行赋值,保证了赋值的科学性。

本研究在野外调查及文献查阅基础上,收集充足的评价信息,根据传入风险、生物学特征、扩散特征、已入侵现状、危害和影响、防治难度等信息进行风险评估。但研究未设置评估信息缺失的处理方法,需要在今后的研究中对其进行改进。

4 结论

(1)通过实地调查发现,保定市清苑区共有33种外来入侵植物,隶属于13科24属,其中菊科植物种数最多,有9种。清苑区大部分入侵植物来自美洲,入侵植物主要以有意和无意两种方式引入,生活型多为一年生草本或多年生草本植物。

(2)北店乡为外来入侵植物入侵较严重地区,累计发现入侵植物22种。在清苑区调查的46个踏查点中,出现频率最高的入侵植物是藜科的小藜,频度为89%。

(3)通过层次分析法对清苑区的入侵植物进行风险等级划分,结果显示清苑区Ⅰ级入侵物种有2种,为黄顶菊和大狼把草;Ⅱ级入侵物种有3种,包括反枝苋、节节麦和小蓬草。保定市清苑区入侵物种数量不多,风险等级高的入侵植物较少,建议对黄顶菊等恶性入侵植物加强监测。

参考文献:

[1] 李星,金荷仙. 植物入侵研究[J]. 农学学报, 2013, 3(3): 39-43. LI X, JIN H X. Study on invasive plant species[J]. Journal of Agriculture, 2013, 3(3): 39-43.

[2] 朱峻熠. 宁波市外来入侵植物调查及其入侵风险评估[D]. 杭州:浙江农林大学, 2019. ZHU J Y. Investigation and risk assessment of alien invasive plants in Ningbo[D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2019.

[3] 生态环境部. 2020年中国生态环境状况公报[EB/OL]. (2021-05-

- 26). <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/zghjzkgb/202105/P020210526572756184785.pdf>. Ministry of Ecology and Environment of the PRC. 2020 Bulletin on the state of China's ecological environment[EB/OL]. (2021-05-26). <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/zghjzkgb/202105/P020210526572756184785.pdf>.
- [4] 毛清芳, 葛芳芳. 我国防控外来物种入侵的立法思考[J]. 黑龙江省政法管理干部学院学报, 2021(6): 110-115. MAO Q F, GE F F. Legislative thinking on prevention and control of alien species invasion in my country[J]. *Journal of Heilongjiang Provincial Political and Legal Management Cadre College*, 2021(6): 110-115.
- [5] QIU J. China battles army of invaders[J]. *Nature*, 2013, 503(7477): 450-451.
- [6] WAN F H, YANG N W. Invasion and management of agricultural alien insects in China[J]. *Annual Review of Entomology*, 2016, 61(1): 77-98.
- [7] 王瑞, 周忠实, 张国良, 等. 重大外来入侵杂草在我国的分布危害格局与可持续治理[J]. 生物安全学报, 2018, 27(4): 317-320. WANG R, ZHOU Z S, ZHANG G L, et al. The distributional pattern and sustainable control of major invasive alien weed in China[J]. *Journal of Biosafety*, 2018, 27(4): 317-320.
- [8] 国家环保总局. 关于发布中国第一批外来入侵物种名单的通知[EB/OL]. (2003-01-10). https://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172155.htm. State Environmental Protection Administration. Notice on issuing the list of the first batch of invasive alien species in China[EB/OL]. (2003-01-10). https://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172155.htm.
- [9] 环境保护部. 关于发布中国第二批外来入侵物种名单的通知[EB/OL]. (2010-01-07). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201001/t20100126_184831.htm. Ministry of Environmental Protection of the PRC. Notice on issuing the list of the second batch of invasive alien species in China[EB/OL]. (2010-01-07). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201001/t20100126_184831.htm.
- [10] 环境保护部, 中国科学院. 关于发布中国外来入侵物种名单(第三批)的公告[EB/OL]. (2014-08-20). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201408/t20140828_288367.htm. Ministry of Environmental Protection of the PRC, Chinese Academy of Sciences. Announcement on the release of the list of invasive alien species in China (the third batch)[EB/OL]. (2014-08-20). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201408/t20140828_288367.htm.
- [11] 环境保护部, 中国科学院. 关于发布《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第四批)》的公告[EB/OL]. (2016-12-20). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161226_373636.htm. Ministry of Environmental Protection of the PRC, Chinese Academy of Sciences. Announcement on issuing the list of invasive alien species in China's natural ecosystems (the fourth batch)[EB/OL]. (2016-12-20). https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161226_373636.htm.
- [12] 农业农村部. 国家重点管理外来入侵物种名录(第一批)[EB/OL]. (2013-03-20). http://www.moa.gov.cn/nybg/2013/dsanq/201712/t20171219_6119282.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the PRC. List of invasive alien species under national key management (the first batch)[EB/OL]. (2013-03-20). http://www.moa.gov.cn/nybg/2013/dsanq/201712/t20171219_6119282.htm.
- [13] 保定市清苑区人民政府. 清苑概况[EB/OL]. (2022-03-14). <http://www.qingyuanqu.gov.cn/zoujinqingyuan.html>. People's Government of Qingyuan District, Baoding City. Overview of Qingyuan[EB/OL]. (2022-03-14). <http://www.qingyuanqu.gov.cn/zoujinqingyuan.html>.
- [14] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1959-2004. Editorial Committee of Flora Reipublicae Popularis Sinicae. Flora reipublicae popularis sinicae[M]. Beijing: Science Press, 1959-2004.
- [15] 郭净净, 赵腾飞, 郭准, 等. 洛阳湿地外来植物入侵现状分析[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(16): 88-90. GUO J J, ZHAO T F, GUO Z, et al. Analysis on the current situation of alien invasive plants in Luoyang wetland[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(16): 88-90.
- [16] 中国环境年鉴编辑委员会. 中国环境年鉴(2020)[M]. 北京:《中国环境年鉴》编辑部, 2020: 671-672. Editorial Committee of China Environmental Yearbook. China environmental yearbook (2020)[M]. Beijing: Editorial Department of China Environmental Yearbook, 2020: 671-672.
- [17] 刘瑶. 河南省豚草的发生、扩散及防治[D]. 郑州: 河南农业大学, 2019: 5-6. LIU Y. Study on occurrence, spread and control of *Ambrosia artemisiifolia* L. in Henan Province[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2019: 5-6.
- [18] DAIGNEAULT A J, BROWN P. Invasive species management in the Pacific using survey data and benefit-cost analysis[C]//The 57th AARES Annual Conference. New Zealand: Landcare Research New Zealand Ltd, 2013: 1-28.
- [19] 杜云安, 唐小美, 张志雄, 等. 汉寿县外来入侵植物的调查分析[J]. 湖南农业科学, 2020(6): 45-48. DU Y A, TANG X M, ZHANG Z X, et al. Investigation and analysis of alien invasive plants in Hanshou County[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2020(6): 45-48.
- [20] 杜云安, 唐小美, 张志雄, 等. 临澧县外来入侵植物的调查分析[J]. 湖南农业科学, 2020(5): 51-54. DU Y A, TANG X M, ZHANG Z X, et al. Investigation and analysis of alien invasive plants in Linli County[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2020(5): 51-54.
- [21] 李玲丽, 徐耀粘, 周天阳, 等. 湖南八大公山黄杉种群结构和群落特征研究[J]. 植物科学学报, 2021, 39(2): 111-120. LI L L, XU Y Z, ZHOU T Y, et al. Population structure and community characteristics of *Pseudotsuga sinensis* dode in Badagongshan, Hunan Province, China[J]. *Plant Science Journal*, 2021, 39(2): 111-120.
- [22] 宝超慧. 大连市外来入侵植物调查及风险评估研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2016: 18-19. BAO C H. Investigation and risk assessment on alien invasive plants in Dalian[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2016: 18-19.
- [23] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报, 2008(5): 148-153. GUO J Y, ZHANG Z B, SUN Q Y. Study and application of analytic hierarchy process[J]. *China Safety Science Journal*, 2008(5): 148-153.
- [24] 陈佳超, 吴凡, 花铁森, 等. 基于层次分析法的中国各省市安全评估[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 198-203. CHEN J C, WU F, HUA T S,

- et al. Evaluation of Chinese provinces' safety by the analytic hierarchy process[J]. *Journal of Catastrophology*, 2014, 29(4):198-203.
- [25] 宁德琼. AHP在高校师生信息素养评价体系中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2012, 8(4):756-759. NING D Q. AHP application in information literacy evaluation system of university teachers and students[J]. *Computer Knowledge and Technology*, 2012, 8(4):756-759.
- [26] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7):93-100. DENG X, LI J M, ZENG H J, et al. Analysis and application of AHP weight calculation method[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2012, 42(7):93-100.
- [27] 杜丽, 王宁, 叶秀芳, 等. 井冈山地区外来入侵植物的调查与分析[J]. 井冈山大学学报(自然科学版), 2020, 41(1):37-42. DU L, WANG N, YE X F, et al. Investigation and analysis on alien invasive plants in Jinggangshan area[J]. *Journal of Jinggangshan University (Natural Science)*, 2020, 41(1):37-42.
- [28] 徐海根, 强胜, 韩正敏, 等. 中国外来入侵物种的分布与传入路径分析[J]. 生物多样性, 2004, 12(6):626-638. XU H G, QIANG S, HAN Z M, et al. The distribution and introduction pathway of alien invasive species in China[J]. *Biodiversity Science*, 2004, 12(6):626-638.
- [29] 高兴祥, 李美, 高宗军, 等. 外来入侵植物小飞蓬化感物质的释放途径[J]. 生态学报, 2010, 30(8):1966-1971. GAO X X, LI M, GAO Z J, et al. The releasing mode of the allelochemicals in *Conyza canadensis* L.[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(8):1966-1971.
- [30] 向国红, 王云, 彭友林. 洞庭湖区外来物种菟耳植物的种类、分布及危害调查[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(7):103-106. XIANG G H, WANG Y, PENG Y L. Species, distribution and damage of *Amaranthus*: An alien species, in Dongting Lake area[J]. *Guizhou Agricultural Science*, 2010, 38(7):103-106.
- [31] 齐英. 河南省外来入侵植物黄顶菊的危害与生态防控对策[J]. 农业与技术, 2020, 40(15):128-130. QI Y. Harm and ecological prevention and control countermeasures of the invasive alien plant *Flaveria Bidentis* (L.) Kuntze in Henan Province[J]. *Agriculture and Technology*, 2020, 40(15):128-130.
- [32] 欧健. 厦门外来物种入侵风险评估研究[D]. 厦门: 厦门大学: 2008:145-146. OU J. Study on risk assessment of alien species in Xiamen[D]. Xiamen: Xiamen University: 2008:145-146.